



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante  
sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones,  
Huaraz – 2021”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Berrospi Luna, Alexander Roberto (ORCID: 0000-0002-1844-9098)

Flores Minaya, Roberto Eugenio (ORCID: 0000-0003-1669-955X)

**ASESOR:**

Ing. Marin Cubas, Percy Lethelier (ORCID: 0000-0001-5232-2499)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño sísmico y estructural

HUARAZ – PERÚ

2021

## **Dedicatoria**

Dedico esta tesis a mi familia, quien ha estado a mi lado incondicionalmente todo este tiempo, que sin ellos no hubiera logrado una meta más en mi vida, a mis maestros, por el tiempo y paciencia por compartir sus conocimientos y a mis amigos quienes me apoyaron directa e indirectamente.

***Berrospi Luna, Alexander Roberto***

A mis padres Vicente Flores Guillen y Juana Minaya Celestino, por apoyarme incondicionalmente para seguir cumpliendo mis metas en mi carrera universitario.

***Flores Minaya, Roberto Eugenio***

## **Agradecimiento**

Agradezco primeramente a mi familia, por haberme animado, guiado y apoyado económicamente en el desarrollo de esta investigación, asimismo, para poder cumplir con mis objetivos de vida, del mismo modo, a mis maestros, por el tiempo y paciencia por compartir sus conocimientos para así desarrollarme profesionalmente y a mis amigos quienes me apoyaron directa e indirectamente.

***Berrospi Luna, Alexander Roberto***

A dios por permitirme seguir adelante ante cualquier dificultad que se me presentaba en el camino a largo de mi carrera profesional. A mis padres Vicente Flores Guillen y Juana Minaya Celestino, por apoyarme en todo momento, con sus consejos y el apoyo económico en este proyecto de investigación.

***Flores Minaya, Roberto Eugenio***

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vii
Resumen.....	x
Abstract.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	16
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	16
3.2. Variables y operacionalización.....	17
3.3. Población, muestra y muestreo.....	17
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	18
3.5. Procedimiento.....	20
3.6. Método de análisis de datos.....	23
3.7. Aspectos éticos.....	23
IV. RESULTADOS.....	25
V. DISCUSIÓN.....	132
VI. CONCLUSIONES.....	141
VII. RECOMENDACIONES.....	142
REFERENCIAS.....	143
ANEXOS.....	149

## Índice de tablas

Tabla 1: Resistencia a la compresión – Ladrillo patrón.....	25
Tabla 2: Variación dimensional – Ladrillo patrón.....	26
Tabla 3: Alabeo – Ladrillo patrón .....	27
Tabla 4: Absorción – Ladrillo patrón.....	29
Tabla 5: Resistencia a la compresión (Objetivo general).....	30
Tabla 6: Variación dimensional (Objetivo general) .....	32
Tabla 7: Alabeo (Objetivo general) .....	34
Tabla 8: Absorción (Objetivo general).....	36
Tabla 9: Resistencia a la compresión – Ladrillo arcilla + Papel (5%) .....	38
Tabla 10: Resistencia a la compresión – Ladrillo arcilla + Papel (10%).....	40
Tabla 11: Resistencia a la compresión – Ladrillo arcilla + Papel (15%).....	42
Tabla 12: Resistencia a la compresión – Ladrillo arcilla + Papel (20%).....	44
Tabla 13: Resistencia a la compresión – Ladrillo arcilla + Papel (25%).....	46
Tabla 14: Variación dimensional – Ladrillo arcilla + Papel (5%) .....	48
Tabla 15: Variación dimensional – Ladrillo arcilla + Papel (10%).....	49
Tabla 16: Variación dimensional – Ladrillo arcilla + Papel (15%).....	51
Tabla 17: Variación dimensional – Ladrillo arcilla + Papel (20%).....	52
Tabla 18: Variación dimensional – Ladrillo arcilla + Papel (25%).....	53
Tabla 19: Alabeo – Ladrillo arcilla + Papel (5%).....	56
Tabla 20: Alabeo – Ladrillo arcilla + Papel (10%) .....	57
Tabla 21: Alabeo – Ladrillo arcilla + Papel (15%) .....	58
Tabla 22: Alabeo – Ladrillo arcilla + Papel (20%) .....	60
Tabla 23: Alabeo – Ladrillo arcilla + Papel (25%) .....	61
Tabla 24: Absorción – Ladrillo arcilla + Papel (5%) .....	63
Tabla 25: Absorción – Ladrillo arcilla + Papel (10%) .....	64
Tabla 26: Absorción – Ladrillo arcilla + Papel (15%) .....	65
Tabla 27: Absorción – Ladrillo arcilla + Papel (20%) .....	66
Tabla 28: Absorción – Ladrillo arcilla + Papel (25%) .....	67
Tabla 29: Resistencia a la compresión – Ladrillo arcilla + Aditivo (5%) .....	70
Tabla 30: Resistencia a la compresión – Ladrillo arcilla + Aditivo (10%) .....	72
Tabla 31: Resistencia a la compresión – Ladrillo arcilla + Aditivo (15%) .....	74
Tabla 32: Resistencia a la compresión – Ladrillo arcilla + Aditivo (20%) .....	76
Tabla 33: Resistencia a la compresión – Ladrillo arcilla + Aditivo (25%) .....	78
Tabla 34: Variación dimensional – Ladrillo arcilla + Aditivo (5%) .....	80
Tabla 35 :Variación dimensional – Ladrillo arcilla + Aditivo (10%) .....	81
Tabla 36: Variación dimensional – Ladrillo arcilla + Aditivo (15%) .....	83
Tabla 37: Variación dimensional – Ladrillo arcilla + Aditivo (20%) .....	84
Tabla 38: Variación dimensional – Ladrillo arcilla + Aditivo (25%) .....	85
Tabla 39: Alabeo – Ladrillo arcilla + Aditivo (5%).....	87
Tabla 40: Alabeo – Ladrillo arcilla + Aditivo (10%).....	89
Tabla 41: Alabeo – Ladrillo arcilla + Aditivo (15%).....	90
Tabla 42: Alabeo – Ladrillo arcilla + Aditivo (20%).....	91
Tabla 43: Alabeo – Ladrillo arcilla + Aditivo (25%).....	93
Tabla 44: Absorción – Ladrillo arcilla + Aditivo (5%) .....	95

Tabla 45: Absorción – Ladrillo arcilla + Aditivo (10%) .....	96
Tabla 46: Absorción – Ladrillo arcilla + Aditivo (15%) .....	97
Tabla 47: Absorción – Ladrillo arcilla + Aditivo (20%) .....	98
Tabla 48: Absorción – Ladrillo arcilla + Aditivo (25%) .....	99
Tabla 49: Resistencia a la compresión – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (5%).....	101
Tabla 50: Resistencia a la compresión – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (10%) .....	103
Tabla 51: Resistencia a la compresión – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (15%) .....	105
Tabla 52: Resistencia a la compresión – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (20%) .....	107
Tabla 53: Resistencia a la compresión – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (25%) .....	109
Tabla 54: Variación dimensional – Ladrillo arcillo + Papel – Aditivo (5%).....	111
Tabla 55: Variación dimensional – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (10%) .....	112
Tabla 56: Variación dimensional – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (15%) .....	113
Tabla 57: Variación dimensional – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (20%) .....	115
Tabla 58: Variación dimensional – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (25%) .....	116
Tabla 59: Alabeo – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (5%) .....	118
Tabla 60: Alabeo – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (10%).....	119
Tabla 61: Alabeo – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (15%).....	120
Tabla 62: Alabeo – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (20%).....	122
Tabla 63: Alabeo – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (25%).....	123
Tabla 64: Absorción – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (5%).....	125
Tabla 65: Absorción – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (10%).....	126
Tabla 66: Absorción – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (15%).....	127
Tabla 67: Absorción – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (20%).....	128
Tabla 68: Absorción – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (25%).....	129
Tabla 69: Clasificación de la unidad de albañilería para fines estructurales .....	167
Tabla 70: Limitación para la aplicación.....	167
Tabla 71: Dosificación de muestras .....	167
Tabla 72: Conjunto de muestra .....	168

## Índice de gráficos y figuras

Gráfico 1: Resistencia a la compresión – Ladrillo patrón.....	26
Gráfico 2: Variación dimensional – Ladrillo patrón.....	27
Gráfico 3: Alabeo – Ladrillo patrón .....	28
Gráfico 4: Absorción – Ladrillo patrón.....	29
Gráfico 5: Resistencia a la compresión (Objetivo general).....	31
Gráfico 6: Variación dimensional (Objetivo general).....	33
Gráfico 7: Alabeo (Objetivo general) .....	35
Gráfico 8: Absorción (Objetivo general).....	37
Gráfico 9: Resistencia a la compresión – Ladrillo arcilla + Papel (5%) .....	39
Gráfico 10: Resistencia a la compresión – Ladrillo arcilla + Papel (10%) .....	41
Gráfico 11: Resistencia a la compresión – Ladrillo arcilla + Papel (15%) .....	43
Gráfico 12: Resistencia a la compresión - Ladrillo arcilla + Papel (20%) .....	45
Gráfico 13: Resistencia a la compresión – Ladrillo arcilla + Papel (25%) .....	47
Gráfico 14: Resumen – Resistencia a la compresión (1° Objetivo específico) .....	47
Gráfico 15: Variación dimensional – Ladrillo arcilla + Papel (5%) .....	49
Gráfico 16: Variación dimensional – Ladrillo arcilla + Papel (10%).....	50
Gráfico 17: Variación dimensional – Ladrillo arcilla + Papel (15%).....	51
Gráfico 18: Variación dimensional – Ladrillo arcilla + Papel (20%).....	53
Gráfico 19: Variación dimensional – Ladrillo arcilla + Papel (25%).....	54
Gráfico 20: Resumen – Ensayo variación dimensional (1° Objetivo específico).....	55
Gráfico 21: Alabeo – Ladrillo arcilla + Papel (5%).....	56
Gráfico 22: Alabeo – Ladrillo arcilla + Papel (10%) .....	58
Gráfico 23: Alabeo – Ladrillo arcilla + Papel (15%) .....	59
Gráfico 24: Alabeo – Ladrillo arcilla + Papel (20%) .....	60
Gráfico 25: Alabeo – Ladrillo arcilla + Papel (25%) .....	62
Gráfico 26: Resumen – Alabeo (1° Objetivo específico).....	63
Gráfico 27: Absorción – Ladrillo arcilla + Papel (5%) .....	64
Gráfico 28: Absorción – Ladrillo arcilla + Papel (10%) .....	65
Gráfico 29: Absorción – Ladrillo arcilla + Papel (15%) .....	66
Gráfico 30: Absorción – Ladrillo arcilla + Papel (20%) .....	67
Gráfico 31: Absorción – Ladrillo arcilla + Papel (25%) .....	68
Gráfico 32: Resumen – Absorción (1° Objetivo específico).....	68
Gráfico 33: Resistencia a la compresión – Ladrillo arcilla + Aditivo (5%) .....	71
Gráfico 34: Resistencia a la compresión – Ladrillo arcilla + Aditivo (10%) .....	73
Gráfico 35: Resistencia a la compresión – Ladrillo arcilla + Aditivo (15%) .....	75
Gráfico 36: Resistencia a la compresión – Ladrillo arcilla + Aditivo (20%) .....	77
Gráfico 37: Resistencia a la compresión – Ladrillo arcilla + Aditivo (25%) .....	79
Gráfico 38: Resumen – Resistencia a la compresión (2° Objetivo específico) .....	79
Gráfico 39: Variación dimensional – Ladrillo arcilla + Aditivo (5%) .....	81
Gráfico 40: Variación dimensional – Ladrillo arcilla + Aditivo (10%) .....	82
Gráfico 41: Variación dimensional – Ladrillo arcilla + Aditivo (15%) .....	83
Gráfico 42: Variación dimensional – Ladrillo arcilla + Aditivo (20%) .....	85
Gráfico 43: Variación dimensional – Ladrillo arcilla + Aditivo (25%) .....	86
Gráfico 44: Resumen – Variación dimensional (2° Objetivo específico) .....	87
Gráfico 45: Alabeo – Ladrillo arcilla + Aditivo (5%).....	88
Gráfico 46: Alabeo – Ladrillo arcilla + Aditivo (10%).....	89

Gráfico 47: Alabeo – Ladrillo arcilla + Aditivo (15%).....	91
Gráfico 48: Alabeo – Ladrillo arcilla + Aditivo (20%).....	92
Gráfico 49: Alabeo – Ladrillo arcilla + Aditivo (25%).....	93
Gráfico 50: Resumen – Alabeo (2° Objetivo específico).....	94
Gráfico 51: Absorción – Ladrillo arcilla + Aditivo (5%).....	95
Gráfico 52: Absorción – Ladrillo arcilla + Aditivo (10%).....	96
Gráfico 53: Absorción – Ladrillo arcilla + Aditivo (15%).....	97
Gráfico 54: Absorción – Ladrillo arcilla + Aditivo (20%).....	98
Gráfico 55: Absorción – Ladrillo arcilla + Aditivo (25%).....	99
Gráfico 56: Resumen – Absorción (2° Objetivo específico).....	100
Gráfico 57: Resistencia a la compresión – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (5%).....	102
Gráfico 58: Resistencia a la compresión – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (10%).....	104
Gráfico 59: Resistencia a la compresión – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (15%).....	106
Gráfico 60: Resistencia a la compresión – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (20%).....	108
Gráfico 61: Resistencia a la compresión – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (25%).....	110
Gráfico 62: Resumen – Resistencia a la compresión (3° Objetivo específico).....	110
Gráfico 63: Variación dimensional – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (5%).....	112
Gráfico 64: Variación dimensional – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (10%).....	113
Gráfico 65: Variación dimensional – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (15%).....	114
Gráfico 66: Variación dimensional – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (20%).....	115
Gráfico 67: Variación dimensional – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (25%).....	116
Gráfico 68: Resumen – Variación dimensional (3° Objetivo específico).....	117
Gráfico 69: Alabeo – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (5%).....	118
Gráfico 70: Alabeo – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (10%).....	120
Gráfico 71: Alabeo – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (15%).....	121
Gráfico 72: Alabeo – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (20%).....	122
Gráfico 73: Alabeo – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (25%).....	124
Gráfico 74: Resumen – Alabeo (3° Objetivo específico).....	124
Gráfico 75: Absorción – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (5%).....	125
Gráfico 76: Absorción – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (10%).....	127
Gráfico 77: Absorción – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (15%).....	128
Gráfico 78: Absorción – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (20%).....	129
Gráfico 79: Absorción – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (25%).....	130
Gráfico 80: Resumen – Absorción (3° Objetivo específico).....	131

Figura 1: Técnicas de valorización de los residuos de la pulpa y el papel.....	152
Figura 2: Ladrillera Chihuipampa.....	152
Figura 3: Ubicación de la ladrillera Chihuipampa.....	153
Figura 4: Papel reciclado a usar .....	153
Figura 5: Carbón.....	154
Figura 6: Cascara de trigo.....	154
Figura 7: Equipo para el ensayo de resistencia a la compresión .....	155
Figura 8: Preparación del material.....	155
Figura 9: Proceso de mezclado.....	156
Figura 10: Adición de cascara de trigo a la matriz de arcilla .....	156
Figura 11: Codificación de las unidades .....	157
Figura 12: Conjunto total de unidades .....	157
Figura 13: Medición de las unidades.....	158
Figura 14: Retiro de las unidades del horno .....	159
Figura 15: Unidades después del proceso del quemado.....	159
Figura 16: Codificación de las unidades para el ensayo respectivo .....	160
Figura 17: Ensayo resistencia a la compresión de las unidades .....	160
Figura 18: Unidades después del ensayo de compresión .....	161
Figura 19: Ensayo de absorción – Pesado de las unidades (Peso seco) .....	162
Figura 20: Colocación al horno a las unidades para su secado (24 horas).....	162
Figura 21: Retiro de las unidades del horno .....	163
Figura 22: Proceso de sumergido al agua de las unidades (24 horas) .....	163
Figura 23: Retiro de las unidades del agua después de 24 horas .....	164
Figura 24: Pesado de las unidades después de 24 horas.....	164
Figura 25: Ensayo de variación dimensional .....	165
Figura 26: Medición de la cara superior (Largo) de las unidades.....	165
Figura 27: Medición del ancho de las unidades .....	166
Figura 28: Medición del alto de las unidades.....	166

## Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo general determinar la influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones de Huaraz. Para ello se empleó la metodología de tipo aplicada, de un diseño experimental puro, de un nivel explicativo y un enfoque cuantitativo. La población de estudio estuvo conformada por un total de 240 unidades de ladrillo con adiciones de papel y aditivo impermeabilizante (carbón – cascara de trigo), en adiciones de 5%, 10%, 15%, 20% y 25%, la muestra fue de 240 unidades y el muestreo fue de tipo no probabilístico. Los principales resultados conseguidos mostraron que, para una adición del 25%, influyen en las propiedades mecánicas y físicas, por ello, para la adición del papel, la resistencia disminuyó un 51.05% y la absorción aumentó un 3.3%, para la adición de aditivo la resistencia y la absorción disminuyó un 52.18% y 16.11% y para la adición de papel y aditivo impermeabilizante la propiedad mecánica disminuyó 45.59%, y la absorción aumentó un 9.19%, con respecto a las propiedades de la variación dimensional y el alabeo no tienen una variación significativa en sus valores, todo esto con relación a los resultados del patrón. Concluyendo que, de acuerdo con los resultados obtenidos, la proporción ideal de adición del papel y aditivo impermeabilizante debe ser del 5%, ya que, las demás adiciones influyen negativamente en las propiedades, debido a esto, estas unidades deben de usarse en muros no portantes.

**Palabras clave:** Propiedades mecánicas y físicas, adición, papel, aditivo impermeabilizante, influencia

## **Abstract**

The general objective of this research was to determine the influence of the percentage of paper and waterproofing additive on the properties of clay brick for buildings in Huaraz. For this purpose, an applied methodology was used, with a pure experimental design, an explanatory level, and a quantitative approach. The study population consisted of a total of 240 brick units with additions of paper and waterproofing additive (charcoal - wheat husk), in additions of 5%, 10%, 15%, 20% and 25%, the sample was 240 units, and the sampling was non-probabilistic. The main results obtained showed that, for an addition of 25%, influence the mechanical and physical properties, thus, for the addition of paper, the resistance decreased by 51.05% and the absorption increased by 3.3%, for the addition of additive the resistance and absorption decreased by 52.18% and 16.11% and for the addition of paper and waterproofing additive the mechanical property decreased 45.59%, and the absorption increased by 9.19%, with respect to the properties of dimensional variation and warping do not have a significant variation in their values, all this in relation to the results of the pattern. Concluding that, according to the results obtained, the ideal proportion of addition of paper and waterproofing additive should be 5%, since the other additions have a negative influence on the properties, due to this, these units should be used in non-load-bearing walls.

**Keywords:** Mechanical and physical properties, addition, paper, waterproofing additive, influence

## I. INTRODUCCIÓN

Toda infraestructura de edificaciones es indispensable que transforma vidas, desde el punto económico, social y ambiental, la cual, genera una prosperidad de una metrópoli. Por ello, uno de los mayores dilemas es el impacto negativo que generan al medio ambiente, la cual, la seguridad de todo aquel ser vivo se ve perjudicado, ya que, los materiales convencionales utilizados en la actualidad generan enormes emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Por ello, las necesidades de un desarrollo eco-amigable han generado la implementación de nuevos materiales haciendo uso de la tecnología, la ciencia y la técnica, llevando al desarrollo de nuevas concepciones de estas. Esta implementación en el ámbito de las edificaciones está en su más alto nivel de acopio, la cual, hacen que sean la visión del futuro. Las construcciones a nivel mundial originan grandes impactos negativos al medio ambiente, siendo uno de los mayores causantes de las emisiones de dióxido de carbono, desde la llegada de la humanidad al mundo, evolucionó el manejo de los recursos naturales, la cual, generan nuevas enfermedades como hoy en día afrontamos esta pandemia por el COVID-19 y una desconfianza a nivel mundial, antiguamente los primeros hombres tenían la facilidad de construir ciudades, usando tierra, paja, madera, arcilla, etc., estos materiales se usaron en Grecia, Egipto, Roma, China, etc. El Perú es uno de los países con mayor informalidad en el manejo de desmostes, en los recursos naturales y en los residuos sólidos, la cual, afectan a la sociedad. Por ello, para minimizar estos impactos negativos, se deberían promulgar y construir nuevas leyes que conduzcan a un ambiente ecológico, nuestros antepasados en nuestro país son un claro ejemplo del uso de los recursos naturales en las construcciones antiguas, cabe mencionar que las culturas con mayor uso fueron la cultura Chimú, Paracas, Mochica, la Incaica, la cual usaban arena, arcilla, cal, paja, barro y piedras. La provincia de Huaraz no es ajena a esta situación, ya que, estos desechos son llevados a los márgenes de los ríos o en botaderos no autorizados, siendo uno de los focos contaminantes que no solo afectan la vida del ser humano, sino también a la agricultura y ganadería. La cultura Recuay usó materiales extraídos de la naturaleza para la construcción de sus ciudades, como también los demás patrimonios ancashinos no son ajenas al uso de los insumos naturales, ya que, estos materiales beneficiaron al medio ambiente minimizando

las emisiones de dióxido de carbono, del mismo modo, eran de fácil accesibilidad la desventaja que se tenía era que estas edificaciones no contaban con un estudio previo para la construcción y estos simplemente colapsaban a un sismo, debido a la falta de estudio. Por ello, antiguamente estas edificaciones no contaban con un diseño sismorresistente, la cual causaban pérdidas humanas y económicas, su costo de reparación eran demasiado altos, ya que, no se contaban con las normas establecidas actualmente. Es importante admitir que toda infraestructura de pequeña o gran envergadura generan prosperidad de una ciudad y así también es indispensable reconocer el afán de construir ciudades sostenibles, cuidando la supervivencia del ser vivo y del medio ambiente. Desde el inicio de la era moderna el uso del papel era fundamental, debido que, en ellos se anotaban datos importantes como sucesos, cartas, noticias, etc. El papel, es un material frágil y este material es de mucha utilidad, se usa en todo el mundo, ya sea, en oficinas, colegios, bodegas, conferencias, etcétera., la cual, es de fácil accesibilidad y en el mundo el consumo es en grandes cantidades, generando una contaminación global, consecuentemente debe ser reutilizado para minimizar el impacto negativo. Cabe recalcar que la demanda del papel y de los productos similares a esto están en un nivel exponencial, debido al consumo de energía y de las emisiones de CO<sub>2</sub>, causando el aumento en grandes cantidades de residuos relacionados al papel, como lodos, papeles desechados (usados), por ello, el afán de tener ciudades sostenibles y pensar en el reciclaje, estos usos dan como origen en el ámbito de la construcción a productos como cemento y ladrillos como principales insumos al papel. Por ello, la formulación del **problema** se dio de la siguiente manera: ¿De qué manera influye el porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones de la ciudad de Huaraz?,. Esta investigación se **justifica teóricamente** en la cual se informa el comportamiento, la composición, la resistencia y el impacto que ofrece el ladrillo en las construcciones de viviendas sostenibles. Del mismo modo, hoy en día la contaminación está en su nivel más alto, por ello, optimiza un equilibrio ecológico, ayudando a generar nuevas ideas para la construcción. Asimismo, se informó mediante normativas nacionales e internacionales con algunos requisitos mínimos que se debe de tener en cuenta para su diseño y la construcción sismorresistente de viviendas o edificios. A **nivel práctico**, esta investigación brinda una solución al impacto que generan las

construcciones, mitigando algunos recursos. Del mismo modo, hacen que las metrópolis luzcan una belleza impermeable, conservando su diseño e infraestructura sismorresistente, asimismo, propone alternativas para su empleabilidad en los edificios y viviendas. A **nivel ambiental**, plantea soluciones en el mundo de la construcción para minimizar las grandes cantidades de emisiones de dióxido de carbono emitidos a la capa de ozono, del mismo modo, se muestra nuevas concepciones para la sostenibilidad en las metrópolis, conservando la satisfacción de las generaciones futuras. A **nivel social**, da alcances para las personas y empresas constructoras, generando una idea para el proceso de reciclaje, logrando una igualdad. Implicando la evolución del ser humano, en el proceso de mejoramiento de la calidad de vida. A **nivel económico**, brinda conocimientos para el crecimiento económico del país, la cual permite mejorar la calidad de vida de los peruanos. Del mismo, el **objetivo principal** se formuló de la siguiente manera: Determinar la influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones de Huaraz. Por ello, surgieron los siguientes objetivos específicos los cuales es: a) Determinar la influencia del porcentaje ideal del papel que mejora las propiedades mecánicas y físicas del ladrillo de arcilla para edificaciones de la ciudad de Huaraz. b) Determinar la influencia del porcentaje ideal del aditivo impermeabilizante que mejora las propiedades mecánicas y físicas del ladrillo de arcilla para edificaciones de la ciudad de Huaraz. c) Determinar la influencia del porcentaje ideal del papel y aditivo impermeabilizante que mejora las propiedades mecánicas y físicas del ladrillo de arcilla para edificaciones de la ciudad de Huaraz. Por ello, la hipótesis que se planteó: El porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante influye significativamente en las propiedades del ladrillo de arcilla para las edificaciones de la ciudad de Huaraz.

## II. MARCO TEÓRICO.

A nivel **internacional** tenemos a **Muñoz [et. al]** (2020), en su artículo titulado. ***Feasibility of using paper pulp residues into fired clay bricks.*** Tuvo como *objetivo* de investigación aumentar el conocimiento actual de la utilización de los residuos de papel para los ladrillos de arcilla cocida. Fue un estudio de *tipo* experimental, la *población* de estudio fue el ladrillo a base de residuos de papel, la *muestra* fue de cincuenta ladrillos en proporciones de 0%, 5%, 10%, 15% y 20%, respectivamente. Los principales *resultados* fueron que, al aumentar el reemplazo de la pulpa de papel, se requiere mayores cantidades de agua, conduciendo al aumento proporcional de la contracción durante el secado, del mismo modo, la porosidad se incrementa literalmente, lo que conduce a reducir la resistencia a la compresión y a la conductividad térmica hasta un 30% para un 20% de proporción. Se *concluyó* que, para una proporción de hasta un 10% la resistencia a la compresión es superior a 5 MPa, la absorción de agua es superior al 20 % y los índices de toxicidad cumplen con los requisitos obligatorios. Asimismo, **Muñoz [et al.]** (2020), en su artículo de investigación. ***Assessment of mechanical, thermal, mineral, and physical properties of fired clay brick made by mixing kaolinitic red clay and paper pulp residues.*** Tuvo como *objetivo* evaluar la viabilidad de sustituir la arcilla por residuos sólidos de papel (PPR) del 2.5 al 17.5% con el fin de reducir el agotamiento de los recursos y mejorar el rendimiento de los ladrillos. Fue un estudio de *tipo* experimental, la *población* de estudio fueron los ladrillos de arcilla y papel, la *muestra* fue de diez ladrillos de arcilla incorporando el papel en porcentajes de 0, 2.5, 7.5, 12.5, 17.5 %, respectivamente. Los principales *resultados* fueron, que la porosidad aparente aumentó en un 17% aproximadamente, debido a esto, la densidad disminuye de 1.76 a 1.39  $g/cm^3$ , la conductividad térmica se reduce de 5.53 a 0.41  $W/mK$ , del mismo modo la resistencia a la compresión baja de 11 a 3 MPa respectivamente, y la absorción de agua aumenta hasta un 24%. Se *concluyó* que, se constató la viabilidad técnica en diferentes porcentajes de aditivos, teniendo algunas superioridades indiscutibles como, carga muerta mínima, menor coste de transporte, etc., debido a que se limitan al puesto del uso terminable del ladrillo, ya que tanto la resistencia a la compresión y la absorción de agua están reglamentadas. Asimismo, **Kizinievič, Kizinievič y**

**Malaiškienė** (2018), en su artículo titulado. **Analysis of the effect of paper sludge on the properties, microstructure, and frost resistance of clay bricks**. Tuvieron como *objetivo* de investigación explorar los efectos del aditivo de lodos de papel (lodos primarios) sobre las propiedades físicas y mecánicas mecánica, la porosidad, la microestructura y la resistencia a las heladas de los ladrillos de arcilla cocida. ladrillos de arcilla cocida. Fue un estudio de *tipo* experimental, la *población* de estudio fueron ladrillos a base de arcilla, agregado y lodos de papel, la *muestra* fue de quince ladrillos de arcilla, arena y papel, en proporciones de 90:10:0 (PS0), 85:10:5 (PS5), 80:10:10 (PS10), 75:10:15 (PS15) y 70:10:20 (PS20) respectivamente. Los principales *resultados* fueron que, al 15% de adicción de lodo de papel (PS) a la muestra de arcilla y cocido a una temperatura de 1000°C alcanza un valor de 12 MPa, mientras que los valores más bajos obtenidos para la absorción y porosidad fueron para la muestra PS0 a una temperatura de 1000°C con un valor de absorción de agua del 8.2% y una porosidad abierta de 21%, para la muestra PS5 la absorción de agua aumenta hasta el 18.6% y la porosidad a 23.4% y para un 20% de adicción el valor de la absorción alcanza un 18.6% y una porosidad abierta de 39%. *Concluyeron* que, los lodos de papel son residuos no peligrosos y pueden utilizarse como aditivo en la fabricación de ladrillos de arcilla, por otro lado, para una cocción a 900°C se puede añadir un 5% del lodo de papel a la masa de la arcilla y para una cocción de 1000°C se puede añadir un 15% del lodo respectivamente, para que pueda cumplir con los requisitos mínimos de las normas. Por otro lado, **Vieira [et al.]** (2016), en su artículo. **Clay bricks added with effluent sludge from paper industry: Technical, economical and environmental benefits**. Asumieron como *objetivo* reportar el conocimiento acerca del reciclaje de lodos de papel para la adicción en ladrillos de arcilla. Fue un estudio de *tipo* experimental, la *población* de estudio fueron ladrillos de arcilla pura y con adicción de papel, la *muestra* fue de dos ladrillos de arcilla pura y dos ladrillos con incorporación de papel en 10% de peso en la arcilla de una dimensión de 190 x 190 x 90 mm. Los principales *resultados* fueron que la absorción de agua de los ladrillos con adicción del 10% de papel esta ligeramente por encima del valor permitido con un valor de 22.8%, por otro lado, la resistencia a la compresión es menor con un valor de 2.6 MPa. *Concluyeron* que, la adicción del 10% de papel en el ladrillo de arcilla, con una cocción a 750°C muestra una

resistencia a la compresión admisible para la construcción civil según las normas brasileñas. Por otro lado, **Adman, Iqbal y Muhammad** (2017) en el artículo. ***Effects of coal and wheat husk additives on the physical, thermal and mechanical properties of clay bricks***. tuvieron como *objetivo*, procesar ladrillos de arcilla de baja densidad y alta porosidad sin complicar en excesivo la resistencia mecánica, se utilizó el carbón y la cascará de trigo como aditivo y se investigó su efecto sobre la microestructura y las propiedades de los ladrillos cocidos. Fue un estudio de *tipo* experimental, la *población* de estudio fueron ladrillos de arcilla con incorporación de carbón y cascará de trigo, la *muestra* fueron ladrillos en diferentes proporciones del 5%,10%, 15%, 20%, 30%, 40% y 50%, con dimensiones de 20 x 15 x 10 mm. Los principales *resultados* fueron que para una cocción de 1 000°C la absorción de agua tuvo como valor de 14 a 35% para la adición de carbón y 16 a 37% para la cascará de trigo, la resistencia a la compresión se redujo de 15 a 4 MPa y de 14 a 3 MPa, de carbón y cascará de trigo respectivamente. Se *concluyó* que, para una adición del 5 – 15% en peso de aditivos, los ladrillos muestran excelentes resultados, las que se ubican dentro de los parámetros establecidos. Por otro lado, **Lawanwadeekul, S. [et al.]** (2020) en su artículo de investigación. ***Applying the ensemble averaging method with a pressure–velocity sensor to measure sound absorption characteristics of porous clay bricks***. Tuvo como *objetivo* investigar los factores que influyen al tamaño de la muestra, posición y propiedades del material de los ladrillos de arcilla porosa. El estudio fue de *tipo* experimental, la *población* estuvo conformada por unidades de arcilla más el carbón vegetal, la *muestra* estuvo constituido por veinticinco ladrillos con incorporación del 30% de carbón vegetal. Los principales *resultados* fueron que, para la absorción el valor mayor fue para la muestra S26 con 37.29% y el menor T13 con un valor de 23.20% proporcionalmente. *Concluyeron* que, el tamaño de la muestra influye en el coeficiente de absorción acústica, del mismo modo, observaron que las muestras cuadradas con un tamaño de 10 cm se podrían emplear para el método ( $EA_{pu}$ ) y es fácil producir la muestra. Cabe mencionar a, **Gökçe, Akçaözoğlu y Sinani** (2018) en su artículo. ***Investigation of production of brick with waste coal powder additive***. Tuvo como *objetivo* analizar características físicas y mecánicas de los ladrillos producidos mediante el polvo de carbón como aditivo. Fue un estudio de *tipo* experimental, la *población* de estudio estuvo conformada

por ladrillos con combinación de polvo de carbón en adiciones de 10%, 20% y 30%, la *muestra* estuvo conformado por cuatro unidades. Los principales *resultados* fueron que, para la adición del 10% la resistencia a la compresión aumento, mientras que la absorción para la muestra 0% y 30% tuvo valores de 19.40 y 27.70%. Se *concluyó* que los pesos de las muestras disminuyen con la proporción creciente de polvo de carbón, asimismo, la resistencia aumentó en una proporción del 10%. Del mismo modo, **Lawanwadeekul, Otsuru, Tomiku y Nishiguchi** (2020) en su artículo. ***Thermal-acoustic clay brick production with added charcoal for use in Thailand.*** Asumieron como *objetivo* estudiar las condiciones óptimas para la elaboración de ladrillo de arcilla termoacústicas. Fue un estudio de *tipo* experimental, la *población* de estudio estuvo conformado por ladrillos de arcilla más el carbón vegetal, la *muestra* estuvo conformado por unidades con incorporación del 0, 5, 15 y 30% en peso. Los principales *resultados* fueron, que la resistencia a la compresión tiende a mejorar cuando aumenta la temperatura de cocción, por la cual, ondeó entre 1.73 y 51.61 MPa y la absorción ondeó entre 6.14% y 47.24% y la desviación estándar osciló entre 0.99 y 3.61, respectivamente. *Concluyeron* que, el porcentaje de aplicación debe ser de 15% de carbón vegetal y ser cocido a una temperatura de 1100°C. Así mismo, **Goel y Kalamdhad** (2017), en su artículo titulado. ***An investigation on use of paper mill sludge in brick manufacturing.*** Tuvieron como *objetivo* de investigación: a) Investigar la resistencia mecánica, mostrar esquemas cuantitativos de caracterización física, química y de otro tipo del PMS. b) Determinar la composición óptima del PMS y del suelo, mantenimiento las propiedades mecánicas de acuerdo con las normas indias y ASTM. Fue un estudio de *tipo* exploratorio, la *población* de estudio fue conformada por unidades de arcilla más incorporación de suelos de laterita y aluviales, la *muestra* fue constituida por veinticinco unidades en proporciones de 0%, 5%, 10%, 15% y 20%. Los principales *resultados* fueron que la difracción de rayos X afirmo que la adición de PMS no muestra ninguna transformación de fase y solo mejora la porosidad lo que conduce a la reducción de peso, asimismo, la mezcla óptima de PMS al 10% con ambos suelos es adecuada para la producción de ladrillos a una temperatura de cocción de 900°C. Se *concluyó* que, la cantidad máxima del agregar es del 10% en peso, debido a que una adición mayor a esto da como resultado mayores valores de absorción y baja resistencia a la presión,

asimismo, la resistencia a la compresión al 10% disminuye en 70% en suelo de laterita y 64% en suelos aluviales a una cocción de 900°C. Del mismo modo, **Yaras, A.** (2020), en su artículo titulado. ***Combined effects of paper mill sludge and carbonation sludge on characteristics of fired clay bricks.*** Tuvo como *objetivo* determinar las influencias de los lodos de las fábricas de papel (PMS) y lodos de carbonatación (CS) sobre las propiedades físicas, mecánicas y térmicas de los ladrillos a base de arcilla. Fue un estudio de *tipo* experimental, la *población* de estudio estuvo conformada por ladrillos a base de lodos de papel y lodos de carbonatación, la *muestra* fue de doce ladrillos de la serie para lodos de papel (5%, 10%, 15%) y para lodos de carbonatación (15% y 30%). Los principales *resultados* fueron, que la resistencia a la compresión con una adición del 15% de CS y un 5% de PMS se ajustaba de acuerdo a las normas, por otro lado, la conductividad térmica osciló entre 0.742 W/mK y 0.155 W/mK, las temperaturas de cocción es el parámetro menos importante que afecta las propiedades del ladrillo y la utilización de residuos hasta un 20% en la estructura del ladrillo es un paso importante para reducir la contaminación ambiental y la protección de los recursos naturales de arcilla. Se *concluyó* que, los ladrillos cocidos de 1100°C tienen menor porosidad aparente y valores de absorción de agua, mientras que, para una cocción de 1000°C es más alta, asimismo, para la adición del 15% del CS y 30% de CS la absorción de agua y la porosidad aparente tuvieron valores destacados. Por otro lado, **Makni, H. [et al.]** (2021), en su artículo titulado. ***Leaching test for assessing compliance with environmental requirements of fired clay bricks incorporated by deinking paper sludge.*** Tuvieron como *objetivo* investigar la viabilidad de los residuos de papel (DPS) de la industria de reciclaje de papel en mezclas cerámicas para la fabricación de ladrillos de arcilla cocida, la *población* de estudio fueron ladrillos con adición de lodos de papel sobre la arcilla, la *muestra* fue conformada por cuatro unidades con adiciones de 0%, 8%, 10% y 12%. Los *principales* resultados fueron, que para la prueba de lixiviación muestran que no son productos peligrosos, por lo cual este ensayo sugiere que la adición al 12% de arcillas por DPS, reducen los impactos ambientales en grandes cantidades de residuos y así preservan los recursos naturales no renovables. Así mismo, la resistencia a la compresión es influenciada por la cantidad de DPS añadido en el ladrillo, es decir, al aumentar de la DPS disminuye la resistencia, la cual, esta disminución

está relacionado con la porosidad. Se *concluyó* que, la incorporación de DPS a la composición no influye en la composición química, mientras que la porosidad aumenta, del mismo modo, la resistencia a la compresión disminuye mediante la adición, para B0 es igual a 8.78 MPa, para B8 igual a 6.33 MPa, para B10 es igual a 5.15 MPa y para B12 es igual a 4.65 MPa. El uso de lodos de papel en la composición puede minimizar la cantidad de estos residuos. Asimismo, **Georgiev, Yoleva y Djambazov (2017)** en su artículo. ***Effect of wheat straw and sunflower seeds husks as pore forming agents on the properties of porous clay bricks.*** Tuvo como *objetivo* de investigación evaluar las propiedades mecánicas y físicas de materiales cerámicos poroso fabricada mediante la adición de paja de trigo (WS) y cascaras de semillas de girasol (HSS) en cantidades de 3, 5 y 8% en masa al cuerpo de arcilla. Fue un estudio de *tipo* experimental, la *población* de estudio fue conformado por unidades con incorporación de paja de trigo y cascaras de semillas de girasol, la *muestra* estuvo conformado por seis unidades con adición de 3, 5 y 8% de masa. Los principales *resultados* coexistieron que la resistencia disminuyó con el aumento de la cantidad de biomasa, por ello, para una adición del 3% y el 8% se obtuvo un valor de 14.59 MPa y 10.01 MPa aproximadamente, y para la adición de cascaras de semillas de girasol para la proporción de 3% y 8% tuvo un valor de 15.10 MPa y 9.58 MPa aproximadamente. *Concluyeron* que, para la adición del 5% en masa de paja de trigo y 3% en masa de la cascara de semillas de girasol se pueden usar para la producción de ladrillos para perfeccionar su conductividad y conservar la resistencia a la compresión. Según **Yugasini [et al.] (2020)**, en su artículo titulado. ***Comparative study of conventional bricks with Padobe.*** Tuvieron como *objetivo* de investigación: a) Determinar las características del material utilizado, b) Comparar la resistencia a la compresión, la dureza, la solidez, la eflorescencia, la densidad seca y el valor de absorción de agua del ladrillo Padobe con el ladrillo normal, c) Sustituir los ladrillos normales por un material innovador y sostenible (Papercret y GGBS). Fue un estudio de *tipo* experimental, la *población* de estudio fueron ladrillos de papel, la arcilla, escoria de alto horno granulada molida y agua, la *muestra* fue de cuatro ladrillos en diferentes proporciones (%) de 70:20:10, 60:30:10, 50:40:10 y 40:60:10, para esta mezcla la arcilla y el GGBS es variable, mientras que la pulpa de papel se mantiene constante. Los principales *resultados* fueron que para la

muestra  $P_1$  la absorción de agua era un 25 % la cual hace que sea superior a las otras tres muestras, con respecto a la resistencia a la compresión la muestra  $P_3$  obtuvo un valor de  $7.59 \text{ N/mm}^2$ , siendo el mayor valor con respecto a las otras tres muestras. *Concluyeron* que: a) El ladrillo de Padobe puede ser una fuente sustitutiva en la futura industria de la construcción. b) La utilización de ladrillos Padobe utiliza la pulpa de papel debido a esto disminuye los vertederos y la contaminación. La resistencia a la compresión de Padobe es máxima a  $P_3$  es 7,5% en comparación con otras mezclas. c) La resistencia a la compresión aumenta hasta cierto porcentaje de la mezcla de arcilla, pulpa de papel y GGBS y luego se reduce. d) El peso del ladrillo normal es mayor en comparación con el Padobe. Dado que la absorción de agua es elevada, estos ladrillos no pueden utilizarse para la impermeabilización y las paredes exteriores. Esta gama se encuentra entre los ladrillos de segunda clase. Según **Arya y Kansal** (2017), en su artículo. ***Utilization of waste papers to produce ecofriendly bricks.*** Tuvieron como *objetivo* de estudio determinar el peso, la resistencia a la compresión, la capacidad de absorción de agua, la resistencia al fuego, la dureza, etc., de los ladrillos de papel-hormigón utilizando papeles de desecho (periódicos, tarjeta de invitación, revistas, etc.), con el fin de determinar su aptitud para ser utilizados como material de construcción. Fue un estudio de *tipo* experimental, la *población* de estudio fueron los ladrillos de papel, la *muestra* está conformada por nueve bloques de ladrillo de 230 x 110 x 80 mm, un *muestreo* probabilístico. Los principales *resultados* fueron que la resistencia a la compresión, la muestra 3 a los 28 días tuvo como valor de  $11.38 \text{ N/mm}^2$  siendo superior a las demás. El peso del ladrillo varía entre 1 a 2 kg. El porcentaje de absorción de agua de las 3 muestras es superior al 20%. Los ladrillos de hormigón fibroso con suficientemente duros. La resistencia al fuego se hizo para el ladrillo de hormigón fibroso, en la cual, se observó que este ladrillo no se quemaba con una llama abierta. Se *concluyó* que teniendo en cuenta la resistencia a la compresión, quedan claro que el papercrete tiene la capacidad de proporcionar un bloque de hormigón ecológico y ligero en el uso de un menor número de recursos naturales, pero, debido a los resultados obtenidos este ladrillo es ideal para su uso como un muro no portante. Del mismo modo el peso era 1/3 a 2/5 menor que el ladrillo convencional, la cual reducirá la carga muerta total del edificio, del mismo modo, debido a su menor peso y a su mayor

flexibilidad, estos ladrillos son potencialmente ideales para las regiones propensas a los terremotos. Como también **Jeyakumar y Raju (2019)**, en su artículo titulado. ***Characteristics of paperbrick with Inequitable substitution of cement.*** Tuvieron como *objetivo* de investigación desarrollar un ladrillo de papel ligero a partir de papel de desecho con una cantidad mínima. Fue un estudio *tipo* experimental, la *población* de estudio fue un ladrillo a base de papel-cemento con una proporción de 85:15, 80:20 y 75:25 % equitativamente, la *muestra* fue de tres ladrillos. Los principales *resultados* fueron que la resistencia a la compresión y la absorción de agua son superiores a los bloques de albañilería existentes, del mismo modo, muestran la disposición del papel y el cemento proporciona resultados para producir ladrillos económicos. Se *concluyó* que, la elaboración y el costo de este ladrillo es mucho menos en comparación con los ladrillos normales. Según **Delcasse, Myriam [et al.] (2017)**, en su artículo titulado. ***Papercrete bricks - An alternative sustainable building material.*** Tuvieron como *objetivo* sustituir los costosos y escasos ladrillos de construcción convencionales por un ladrillo de construcción innovador y alternativo. Fue un estudio de *tipo* experimental, la *población* fueron ladrillos a base de cemento, papel y arena, con una proporción de mezcla adoptada de 1:1.25:2, por la cual, del total de arena, el 60% eran arena fabricada, la *muestra* fue de tres ladrillos papercrete. Los principales *resultados* fueron que la resistencia a la compresión con respecto a los 7, 14 y 21 días, mostraron un aumento en las fuerzas a lo largo del proceso del secado a sol, mientras que en el proceso del curado con agua esta disminuyó; con relación a la absorción de agua, el ladrillo que fue secado al sol es mayor, respecto al ladrillo que fue curado con agua. Se *concluyó* que: a) El peso de este ladrillo es casi la mitad del peso del ladrillo de arcilla convencional. Debido al menor peso de estos ladrillos, la carga muerta total del edificio se reducirá. b) Los ladrillos Papercrete son adecuados únicamente para muros no portantes. Del mismo modo, **Sudarsan, J [et al.] (2017)**, en su artículo titulado. ***Papercrete brick as an alternate building material to control environmental pollution.*** Tuvieron como *objetivo* de investigación investigar las propiedades de los ladrillos Papercrete que se prepararon a partir de residuos papel, polvo de cantera y cenizas volantes en proporciones variables de 25%, 40% y 55%. Fue un estudio de *tipo* experimental, la *población* de estudio fueron ladrillos a base de papel, polvo de cantera y

cenizas volantes, la *muestra* fue de tres ladrillos. Los principales *resultados* fueron que el Papercrete se comprimen como una goma cuando se le someten a fuerzas, la aplicación de este ladrillo es solamente para muros no portantes. Se *concluyó* que, para muros sin carga, los ladrillos de cemento y papel son los más adecuados. Según **Reinoso** [et al.] (2017), en su artículo titulado. ***Elaboración de Ladrillos Ecológicos a base de Polietileno.*** Tuvieron como *objetivo* elaborar un ladrillo ecológico tipo lego con dimensiones de 300 x 150 x 85 mm. Fue un estudio *tipo* experimental, la *población* de estudio fue un ladrillo a base de polietileno, cangahua, cemento y agua, la *muestra* fue de ocho ladrillos. Como *resultado* se tuvo que son ladrillos más rentables, tienen un peso de 10 lb y una fuerza de 38.38 kg/cm<sup>2</sup> y su proceso de elaboración reduce la contaminación ambiental. Se *concluyó* que este ladrillo es más rentable, tiene un peso ligero y es manejable para un obrero, la cual acelera en su proceso de construcción y minimiza los costos. A nivel **nacional**, según **Paredes (2020)**, en su tesis titulada, ***Proporción ideal para la elaboración de ladrillos en base a papel bond reciclado para muros no portantes.*** Tuvo como *objetivo* determinar la proporción ideal para la elaboración de ladrillos en base a papel bond reciclado para muros no portantes. Fue un estudio de *tipo* experimental, la *población* de análisis estuvo constituida por 75 probetas cúbicas de composición de 10 cm de arista, las que conformaron un total de 15 muestras por cada porcentaje, la *muestra* fueron probetas con proporción de cemento:arena:papel bond reciclado, de la siguiente manera: 1:1:1, 1:1:2, 1:1:3, 1:2:2 y 1:2:3 respectivamente. Los principales *resultados* fueron que, para una cantidad de 1:1:1 para la muestra N° 7, la fuerza de rotura tuvo un valor de 9530 kgf y la resistencia a la compresión un valor de 95 kgf/cm<sup>2</sup> respectivamente, mientras que, para las mezcla de 1:2:3 el valor mínimo fue para la muestra N° 1 con un valor de 1522 kgf para la fuerza de rotura y 15 kgf/cm<sup>2</sup> para la resistencia a la compresión, por otro lado, los resultados obtenidos son tres veces menores a la proporción de 1:1:1 de los valores conseguidos. Se *concluyó* que, la proporción ideal de la unidad a base de papel bond va a ser de 1:1:1, ya que esta proporción excedió los valores mínimos que pide la norma E. 080, E.070 respectivamente, siendo aplicado para muros no portantes, logrando una clasificación de ladrillos de tipo I y II, que son para las construcciones en zonas sísmicas 2 y 3, para viviendas de inclusive 2 niveles. Según **Quispe** (2020) en su tesis de grado

titulado: **Resistencia mecánica de muros de albañilería con ladrillos ecológicos, para viviendas autoconstruidas, San Jerónimo, Cusco 2020.** Tuvo como *objetivo* establecer su resistencia mecánica de los muros de albañilería con ladrillos ecológicos para sus viviendas autoconstruidas. Fue un estudio de *tipo* experimental, la *población* ha sido constituida por 224 ladrillos ecológicos, donde fueron sostenidos a pruebas de resistencia mecánica, la *muestra* fue elegida como no probabilístico del tipo intencional, el *muestreo* fue de no probabilístico, el *instrumento* usado fue una ficha de recopilación de datos. Se *concluyó* que, para una proporción de 20:20 % (cemento:polvo de caucho y sueño arcilloso), ensayados a los 7 y 30 días, se determinaron que la resistencia mecánica cumplen con las normas, las cuales se pueden emplear en viviendas de hasta de dos niveles. También según **Chaves y Millones (2018)** en la tesis de grado titulado: **Influencia de la adición del vidrio triturado reciclado en las propiedades del ladrillo de arcilla artesanal – Distrito de Santa - Áncash – 2018.** Como *objetivo* tuvieron, determinar la influencia de la adición del vidrio triturado reciclado en las propiedades del ladrillo de arcilla artesanal. Tuvo una *metodología* de diseño no experimental, la *población* estuvo conformado por 137 unidades de ladrillos artesanales y ladrillos con adición de vidrio triturado de 6%, 12%, 18% y 24%, la *muestra* fue seleccionada de acuerdo con la norma ITINTEC 331.017, el *instrumento* fue una ficha de recolección de datos. *Concluyeron* que, la resistencia a la compresión ( $f'_b$ ) con adición del 6, 12, 18 y 24% dieron como resultados: 56.06 Kg/cm<sup>2</sup>, 73.73 Kg/cm<sup>2</sup>, 64.64 Kg/cm<sup>2</sup> y 46.76 Kg/cm<sup>2</sup>, logrando una mayor resistencia. A nivel **local**, **Rojas (2017)** en la tesis de grado titulado: **Análisis comparativo de las propiedades del ladrillo artesanal de arcilla y el ladrillo adicionando escoria de horno eléctrico – Distrito de Santa – Ancash – 2017**, como *objetivo* tuvo, analizar comparativamente las propiedades del ladrillo artesanal de arcilla y el ladrillo adicionando escoria de horno eléctrico. La investigación fue de *tipo* descriptiva-comparativa, la *población* fue constituida por la muestra patrón y ladrillos con escoria de adición del 5%, 10% y 15% a la muestra patrón, la *muestra* se utilizó según la Norma ITINTEC 331.019, para un total de 50000 ladrillos se utilizará cinco unidades para cada ensayo (variabilidad dimensional, alabeo, resistencia a la compresión, absorción), el *instrumento* que se utilizó ha sido una ficha de recolección de datos, empleando formalidades de acuerdo a las NTP. E.070, Norma ITINTEC

331.017 y la NTP. 399.613. Se *concluyó* que, para una adición de escoria de horno eléctrico del 5% la resistencia a la compresión tuvo un valor de 98.93 Kg/cm<sup>2</sup>, para el ensayo de variabilidad de 0.73% de longitud, 1.08% de ancho y 2.39% de elevación, el ensayo de absorción tuvo un valor 12.19%, el ensayo de alabeo asumió un valor de 0.60mm de concavidad y 0.65mm de convexidad; mientras que para un 10% la resistencia a la compresión tuvo como valor 113.40 Kg/cm<sup>2</sup>, para el ensayo de variabilidad una longitud del 0.77%, un ancho del 1.43% y una altura del 1.90%, el ensayo de absorción tuvo un valor de 11.24%, el ensayo de alabeo un valor de concavidad de concavidad de 0.55mm y convexidad de 0.50mm y por último para un 15% de adicción la resistencia a la compresión tuvo un valor de 135.70 Kg/cm<sup>2</sup>, para el ensayo de variabilidad longitud del 0.70%, un ancho del 1.44%, y una altura del 1.93%, el ensayo de absorción tuvo un valor 9.59%, el ensayo de alabeo un valor de concavidad de 0.45mm y convexidad de 0.60mm. **Bases teóricas**, el reglamento nacional de edificaciones en la **NTP. E.070** (2006), llama ladrillo a aquella unidad cuya superficie y peso admite que sea manejable, pueden ser de arcilla, silicio-cal o concreto y ser compactas, huecas, alveolares o tubulares, siendo fabricados de manera artesanal o industrial. Debido a esto el RNE en la norma técnica E.070, cataloga la unidad de albañilería para objetivos estructurales [Tabla 69](#) y limitaciones en su aplicación [Tabla 70](#). La **NTP. 331.017** (1978), define como arcilla a un agregado que contiene primordialmente silicatos de aluminio hidratados, una vez que esta pulverizada y saturada la arcilla está en un estado plástico, cuando esta seca es dura y es vidriosa cuando se quema a una temperatura de 1 000°C. La **Real Academia Española** la define al papel como una hoja delegada desarrollado con fibras vegetales, como, madera, paja, etc., siendo molidas, blanqueadas y secados y endurecidos por un proceso especial. Del mismo modo, **Dixit, Gupta y Shukla** (2020), mencionan que la elaboración del papel principalmente depende de la pulpa, blanqueo y acabado, este se produce especialmente de materias primas como las pulpas de madera, residuos agrícolas como paja de arroz y papel desecho, muy aparte de todo esto el uso y su valorización [Figura 1](#) da una nueva idea mediante diferentes tecnologías. **Callejo** (2019), precisa al aditivo como insumos naturales o industriales que se adicionan en pequeñas o grandes proporciones a una mezcla, por ello, la elección de un aditivo debe ofrecer una eficacia, seguridad y uniformidad. Por

otro lado, **Alva** (2019), define al impermeabilizante como una sustancia que retiene el agua, es decir, impide su paso, asumiendo el oficio de eliminar o reducir la porosidad de un material, la cual, pueden ser de origen natural o sintético. La **NTP. G.040** (2021), define a una edificación como una obra de carácter permanente sobre un terreno, teniendo la finalidad de hospedar vidas, las cuales deben de tener las instalaciones de servicios básicos. Asimismo, la **NTP. A.010** (2021), una edificación debe tener una estética arquitectónica, acorde al intención y función, cumpliendo condiciones fundamentales como la resistencia estructural, dimensiones del entorno y el contexto del uso. Toda vivienda debe consentir el desarrollo de las actividades de los residentes en higiene y salud, proporcionando soluciones conforme con el medio ambiente **NTP. A.020** (2021). Por otro lado, **Restrepo y Cadavid** (2019), precisa como una unidad que cumplen ocupaciones sociales, culturales, seguridad, salud y bienestar de las personas, que residen dentro de esta.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

##### Tipo de investigación

La investigación fue de tipo **aplicada**, cuyo propósito es brindar soluciones a los inconvenientes detallados, como, a la contaminación ambiental para poder tener ciudades sostenibles.

Es aquella que se basa en la investigación básica o pura, la cual, ayuda a resolver los problemas sociales, de una localidad, región o país, ya que, se manifiestan una hipótesis y un problema, resolviendo los problemas de la vida de una localidad, región o país (Ñaupas [et al.], 2018, p. 136).

##### Diseño de investigación

La investigación fue de un diseño **experimental puro**, debido a que se manipula las variables, dando como resultado un grado estadístico-probabilístico.

El diseño experimental puro es todo aquel que acumula las tipologías de la inspección, el manejo, la observación y medición de las variables (Ñaupas [et al.], 2018, p. 362). El diseño experimental es un método de búsqueda más profunda, la cual recolecta información y verifica la hipótesis, este método se basa en las estadísticas, las matemáticas y en la lógica, las técnicas estadísticas que se usan, es el control de variables y la medición de los resultados (Ñaupas [et al.], 2018, p. 354). El investigador puede manipular las variables de estudio, para poder visualizar y vigilar los comportamientos de las variables. Tiene como objetivo manifestar la relación causa-efecto, de dos o más variables (Maldonado, 2018, p. 43).

##### Nivel de investigación

La presente investigación fue de un nivel **explicativa**, por la cual, da a conocer los resultados de forma empírica y directa o indirecta.

Es todo aquel que tiende a ser más complejo, profundo y riguroso, cuya finalidad es verificar la hipótesis, ya que es fundamental para darle orientación a la investigación, explicando los orígenes de un fenómeno, suceso y técnica. (Ñaupas [et al.], 2018, p. 135).

## **Enfoque de investigación**

La investigación tiene un enfoque **cuantitativo**, debido a que se dedica a recopilar, procesar y analizar datos para la medición de la hipótesis y del mismo modo comprobar con las teorías.

Se utiliza una acumulación de información y un estudio de datos que responden los inconvenientes de la investigación y prueba las hipótesis enunciadas, por ende, la aplicación de la estadística somete la medición de las variables, instrumentos e hipótesis (**Ñaupas [et al.]**, 2018, p. 140). Este enfoque tiene que ver con la cantidad y su principal método es la medición y el cálculo, es decir indaga en la medición de las variables y en alusión a las dimensiones (**Niño**, 2019, p. 28).

### **3.2. Variables y operacionalización**

Para la presente investigación, las variables son (Ver [ANEXO 1](#)):

- ✚ Variable independiente: Incorporación del papel y aditivo
- ✚ Variable dependiente: Propiedades del ladrillo de arcilla

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **3.3.1. Población:**

Estuvo conformada por ladrillos de una dimensión de 240 x 140 x 80 mm, la cual, conforma un total de 240 ladrillos, de las cuales 15 son artesanales y 225 ladrillos con incorporación de papel y aditivo en los porcentajes de 5%, 10%, 15%, 20% y 25% [Tabla 71](#).

Forma parte de un total de una unidad de estudio, pueden contener propiedades solicitadas para la investigación. Siendo personas, objetos, hechos o fenómenos (**Ñaupas [et al.]**, 2018, p. 334).

#### **❖ Criterio de inclusión**

- Se ensayó a toda aquella unidad de ladrillo que contengan incorporado el papel y aditivo en la muestra de arcilla.
- Se experimentó toda aquella unidad que tenga un buen estado de secado
- Se ensayó toda aquella unidad que presenten las condiciones óptimas, para no alterar los resultados de los ensayos a realizar.

#### **3.3.2. Muestra:**

Estuvo conformada por un total de 240 ladrillos [Tabla 72](#), siendo 225 ladrillos en diferentes proporciones de 5%, 10%, 15%, 20% y 25% integrando el papel y aditivo en el ladrillo de arcilla y 15 ladrillos patrón.

Constituye de un tamaño pequeño de la población. La cual, mantiene las propiedades mismas de la población de estudio, siendo una técnica por la que se calcula la muestra de una población (**Niño**, 2019, p. 55).

### **3.3.3. Muestreo:**

Estuvo conformado por un muestreo no probabilístico, debido a que seleccionaremos intencionalmente una cantidad de ladrillos. La cual se consideró 15 ladrillos patrón y 225 ladrillos ecológicos.

Compone una etapa que consiente en la elección de las unidades de estudio, que tiene por finalidad acopiar datos para la investigación (**Ñaupas [et al.]**, 2018, p. 336).

## **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **3.4.1. Técnica:**

Para el presente proyecto de investigación se realizó las siguientes técnicas:

- **Análisis documental**, que consistió en la exploración del Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma E.070 - Albañilería y las normas técnicas peruanas (NTP 331.017, NTP 331.018, NTP 331.019, NTP 399.613).
- **Observación**, que radicó en la inspección de los materiales, equipos, unidades de ladrillo, cumplimiento de los requisitos mínimos según la norma.

Es un conjunto de métodos que sistematizan y logran los objetivos de estudio, es decir, reglamentan desde la causa de fabricación, desarrollo y cumplimiento del objetivo de estudio (**Ñaupas [et al.]**, 2018, p. 273).

### **3.4.2. Instrumento:**

- **Ficha de investigación:** Se utilizó fichas técnicas generalizadas para registrar datos de las pruebas de laboratorio llevadas a cabo en el conjunto de inspección con 0%, 5%, 10%, 15%, 20% y 25% de adicción de papel y aditivo. Siendo datos para los siguientes estudios: absorción, resistencia a la compresión, variabilidad dimensional, alabeo.
- **Guía de observación de campo:** Se utilizó una guía, para obtener datos para la inspección de la calidad de los materiales, las

proporciones adecuadas, equipos, unidades de ladrillo y cumplimiento de las normas.

Son instrumentos, en las cuales se recogen datos acerca del estudio, ya sean, hechos, sucesos y fenómenos, por otro lado, se representa en función de los objetivos de estudio o de las variables (**Ñaupas [et al.]**, 2018, p. 273). Establece como un medio para conseguir información mediante interrogantes dirigidas a una población (**Páramo**, 2018, p. 41).

### **3.4.3. Validez**

Para la recolección de los resultados de esta investigación se utilizó fichas técnicas, la cual, se desarrolló a base de las normas NTP.331.018 y E.070, siendo así, se manejó la técnica de la validez racional, por consecuente, estuvo sometido a **juicio de expertos**. La cual mostro su efectividad de las fichas para su debida aplicación, por otro lado, se tuvo una ficha de recopilación de datos que fueron construidas de manera técnica. Asimismo, todo ensayo se desarrolló con la presencia e inspección de expertos, quienes comprobaron la eficacia de los ladrillos elaborados con las diferentes proporciones de papel y aditivo.

La validez es el grado de medir las variables de un estudio, la cual, se pretende calcular por medio de un instrumento. (**Maldonado**, 2018, p.116). Hace referencia que la validez es un grado de coherencia lógica viabilizando hacer publicaciones que son compartidos en distintos tiempos y escenario, por diversas poblaciones (**Páramo**, 2018, p. 36).

### **3.4.4. Confiabilidad**

La diversas técnicas e instrumentos se desarrollaron a base del RNE E.070 y NTP 399.613, de una manera estadística, del mismo modo se tuvo la opinión y sugerencia de expertos para la revalidación y conformidad de los instrumentos.

La confiabilidad es la categoría de confianza de un instrumento, por la cual, la aplicación en varias ocasiones para un mismo objetivo provoca resultados similares (**Maldonado**, 2018, p.117). Se describe a la medida que se puede responder a un estudio o a los datos obtenidos,

siempre en cuando depende del estudio que se está desarrollando (Páramo, 2018, p. 36).

### **3.5. Procedimiento**

Para esta investigación se realizó un sinfín de pasos, las cuales se basan en las siguientes normas: NTP 331.017, NTP 331.018, NTP 331.019, NTP 399.613 y NTP. E.070-Albañilería. Por otro lado, estos procedimientos se muestran por cada objetivo de investigación, que se detallan a continuación:

#### **3.5.1. Preparación del ladrillo (NTP 399.613)**

##### Obtención del material (arcilla, papel y aditivo)

La extracción del material de la arcilla se efectuó en la cantera de la ladrillera de Chihuipampa de Huaraz [Figura 2](#), ubicado en la carretera Pativilca Km. 194+200 sector Chihuipampa - Huaraz, PE-3N [Figura 3](#), mientras que el papel se obtuvo del reciclaje por cada integrante [Figura 4](#) y por último el aditivo estuvo conformado por materiales naturales como, carbón [Figura 5](#) y cascara de trigo [Figura 6](#), las cuales se obtuvieron en los lugares de producción o cosecha.

##### Composición

Se preparó una mezcla patrón con arcilla, luego se hizo una mezcla de arcilla-papel, arcilla-aditivo impermeabilizante y arcilla-papel-aditivo impermeabilizante la cual se hizo ladrillos en diversas proporciones. La combinación de las tres muestras es de 0% al 25% de adición de papel y aditivo respectivamente.

##### Cocción

Se trasladó todas las muestras a un horno para el proceso de cocción y luego el secado.

Luego de obtener los ladrillos, se inició con el enfriamiento, después de ello, se procedió con los ensayos en laboratorios, en la cual se obtuvo las propiedades físicas y mecánicas.

#### **3.5.2. Resistencia a la compresión (NTP 399.613 – NTP 331.018)**

##### Muestra

Estuvo conformado por los ladrillos de arcilla-papel-aditivo, las cuales fueron debidamente secados y enteros. Si en caso la muestra presentará huecos o apanaladas se procedió a llenar dichas imperfecciones con un

mortero, por una parte, en peso, de mortero de cemento Portland y dos partes, en peso, de arena, incorporando un aditivo o cloruro de calcio en porcentaje no mayor de 2%.

#### Equipo

El equipo para el ensayo se usó una prensa hidráulica o un equipo parecido, para fines de este estudio [Figura 7](#).

#### Procedimiento

El espécimen estuvo colocado en su mayor dimensión, la cual, la carga aplicada fue en dirección de la profundidad del ladrillo. Se manejó suavemente la rótula sobre la cara superior del espécimen.

#### Expresión de resultados

Se procedió calcular la resistencia a compresión con la sucesiva ecuación:

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

Dónde:

$f_b$ : Resistencia a la compresión del ladrillo en 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 a  $mm^2$

#### Procesamiento de datos

El procesamiento se hizo con una ficha de recolección de datos y luego fueron procesados en el software Excel 2016.

### **3.5.3. Variación dimensional (NTP 331.018)**

#### Muestra

Estuvo conformado por los ladrillos en diversas proporciones, de arcilla-papel-aditivo teniendo en cuenta que deberían de estar secos.

#### Equipos

Se usó una regla de acero inoxidable graduada en milímetros, de una longitud de 300 mm y con divisores de 1 mm.

#### Procedimiento

Se procedió a limpiar todas las aristas para eliminar las partículas sueltas y salientes, luego se procedió a medir todas las caras, es decir, el largo, ancho y alto, con una exactitud de 1 mm. Por ende, cada resultado que

se obtuvo fue un promedio de las cuatro medidas, es decir, entre los puntos medios de los bordes terminales de cara a cara.

#### Expresión de resultados

El resultado fue expresado en porcentaje, de cada dimensión detallada:

$$V = \frac{D_E - M_P}{D_E} * 100$$

Dónde:

$V$ : Variación de dimensión (%)

$D_E$ : Dimensión especificada (mm)

$M_P$ : Medida promedio en cada dimensión (mm)

#### Procesamiento de datos

El procesamiento se hizo con una ficha de recolección de datos y luego fueron procesados en el software Excel 2016.

### **3.5.4. Alabeo (NTP 399.613 – NTP 331.018)**

#### Muestra

Estuvo constituido por el ladrillo de arcilla-papel-aditivo, la cual estaba seco.

#### Equipo

Se usó una cuña o regla graduada, de preferencia fue de acero inoxidable de 300 mm de longitud y estuvo en milímetros (mm).

#### Procedimiento

Se procedió a la colocación de la regla al borde recto longitudinal o diagonalmente a la largo de la superficie a ser medida y a una de las caras mayores del ladrillo.

#### Calculo

Se procedió a calcular las dimensiones de 75 ladrillos, luego se calculó el promedio (más cercano a 1 mm), de los cambios de longitudes de todos los ladrillos probados en la tabla de resultados.

#### Procesamiento de datos

El procesamiento se hizo con una ficha de recolección de datos y luego fueron procesados en el software Excel 2016.

### **3.5.5. Absorción (NTP 399.613 – NTP 331.018)**

Este ensayo se realizó a las unidades de arcilla-papel-aditivo, teniendo 5 ladrillos por grupo de adición y por objetivo de investigación.

### Muestra

Los especímenes fueron los ladrillos de arcilla-papel-aditivo, en las diferentes proporciones.

### Peso

Se usó una balanza con una capacidad no menor a 2 000 gr y una aproximación de 0.5 gr.

### Procedimiento

Se procedió a secar cada espécimen en un horno a una temperatura, entre 110°C y 115°C y luego se inició a enfriarlos a una temperatura de ambiente, luego se procedió a pesar cada muestra. Después se procedió a sumergir parcialmente el ejemplar en agua limpia (potable, destilada o agua de lluvia) por 24 horas y finalmente retirar y pesar el espécimen, en los 5 minutos de ser retirados del agua.

### Cálculo

Se usó la siguiente fórmula para calcular la absorción:

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

Dónde:

$W_d$ : Peso seco del espécimen

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

### Procesamiento de datos

El procesamiento se hizo con una ficha de recolección de datos y luego fueron procesados en el software Excel 2016.

## **3.6. Método de análisis de datos**

Para el presente estudio se utilizó el software de Microsoft Office Excel 2016 debidamente configurado con las fórmulas, en ella se importó los datos obtenidos en campo (laboratorio), es decir, datos como la fuerza axial (N), dimensiones de la unidad (mm), peso (kg), área de la unidad ( $mm^2$ ), de las variables de estudio. La cual, proporcionaron una respuesta a los diferentes estudios para esta investigación: Resistencia a la compresión, flexión, alabeo, variación dimensional y absorción. Por otro lado, estos resultados se expresaron en tablas y en gráficos (Barras, dispersión, etc.).

### 3.7. Aspectos éticos

Para este proyecto se tuvo en cuenta los cuatro aspectos éticos, que se detallan a continuación:

**Beneficencia:** Este proyecto, se desarrolló para el beneficio de la sociedad, en conceptos de generar ingresos económicos a las familias mediante el proceso del reciclaje, del mismo modo, brindó un beneficio al medio ambiente, reduciendo la contaminación del entorno ambiental, que generan las construcciones.

**No maleficencia:** Esta investigación recopiló las diversas opiniones acerca del tema, siendo así, internacionales, nacionales o locales, previo estricto cumplimiento del derecho del autor, siendo así, citado y referenciado de acuerdo la normatividad de la Universidad Cesar Vallejo, para dar cumplimiento a ello, para ello, se usó la norma ISO 690 y 690-2.

**Autonomía:** Como autores se tuvo una responsabilidad de trabajar con toda libertad e independencia, siguiendo reglas que establecimos para poder llegar a los resultados, por otro lado, somos razonables y sensatos de lo que debemos de hacer con los datos a nuestra disposición.

**Justicia:** Esta investigación se fundamentó en un conjunto de valores esenciales, como, el respeto, la igualdad, la libertad, la humildad, la responsabilidad, la honestidad. Del mismo modo, como autores se asumió un compromiso con estos valores, en la cual se, informó los valores obtenidos durante el proceso del desarrollo del proyecto.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Propiedades mecánicas y física del ladrillo patrón (arcilla)

#### 4.1.1. Resistencia a la compresión

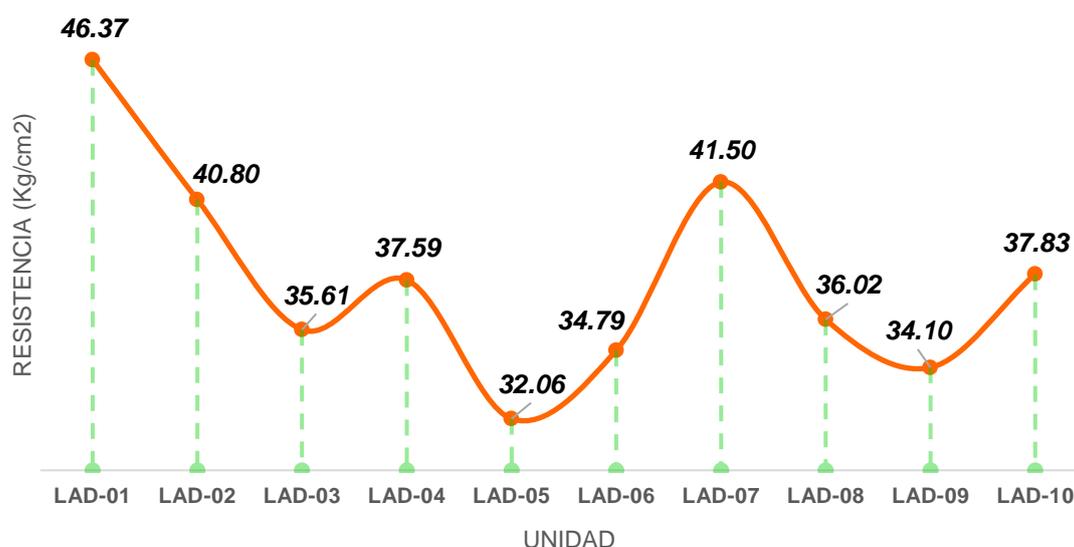
Tabla 1: Resistencia a la compresión – Ladrillo patrón

UNIDAD	LARGO PROM. (cm)	ANCHO PROM. (cm)	ALTO PROM. (cm)	AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (Kgf)	RESISTENCIA $f_b$	
						(kg/cm <sup>2</sup> )	(MPa)
LAD-01	23.85	13.05	7.35	311.24	14433.0	46.37	4.55
LAD-02	23.85	13.35	7.35	318.40	12990.0	40.80	4.00
LAD-03	23.80	13.35	7.55	317.73	11314.0	35.61	3.49
LAD-04	23.85	13.40	7.50	319.59	12014.0	37.59	3.69
LAD-05	23.75	13.25	7.55	314.69	10088.0	32.06	3.14
LAD-06	23.60	13.40	7.60	316.24	11001.0	34.79	3.41
LAD-07	23.70	13.35	7.45	316.40	13130.0	41.50	4.07
LAD-08	23.80	13.35	7.45	317.73	11444.0	36.02	3.53
LAD-09	23.75	13.35	7.45	317.06	10813.0	34.10	3.34
LAD-10	23.85	13.40	7.35	319.59	12090.0	37.83	3.71
RESUMEN DE RESULTADOS							
DESCRIP.	RESISTENCIA PROM. $f_b$		DESVIACIÓN ESTÁNDAR ( $\sigma$ )		RESISTENCIA CARACTERÍSTICAS A LA COMPRESIÓN ( $f'_b$ )		
	(kg/cm <sup>2</sup> )	MPa	(kg/cm <sup>2</sup> )	Mpa	$f'_b = f_b - \sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$f'_b = f_b - \sigma$ (MPa)	
<b>UND. ARCILLA MACIZO</b>	37.67	3.69	4.21	0.41	33.50	3.30	

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

De acuerdo con la [Tabla 1](#), a los ensayos realizados en laboratorio, la resistencia a la compresión de los ladrillos patrones dio como resultado promedio un valor de 37.67 kg/cm<sup>2</sup>, por otro lado, la resistencia característica a la compresión ( $f'_b$ ) tuvo un valor de 33.50 kg/cm<sup>2</sup>, siendo clasificado según la norma E.070. como un ladrillo de tipo I.

Gráfico 1: Resistencia a la compresión – Ladrillo patrón



Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el [Gráfico 1](#) se puede observar que, para la unidad LAD-01 obtuvo un valor de  $46.37 \text{ kg/cm}^2$  siendo el mayor con respecto a los otros, la cual el valor menor es para el LAD-05 con un valor de  $32.06 \text{ kg/cm}^2$ .

#### 4.1.2. Variación dimensional

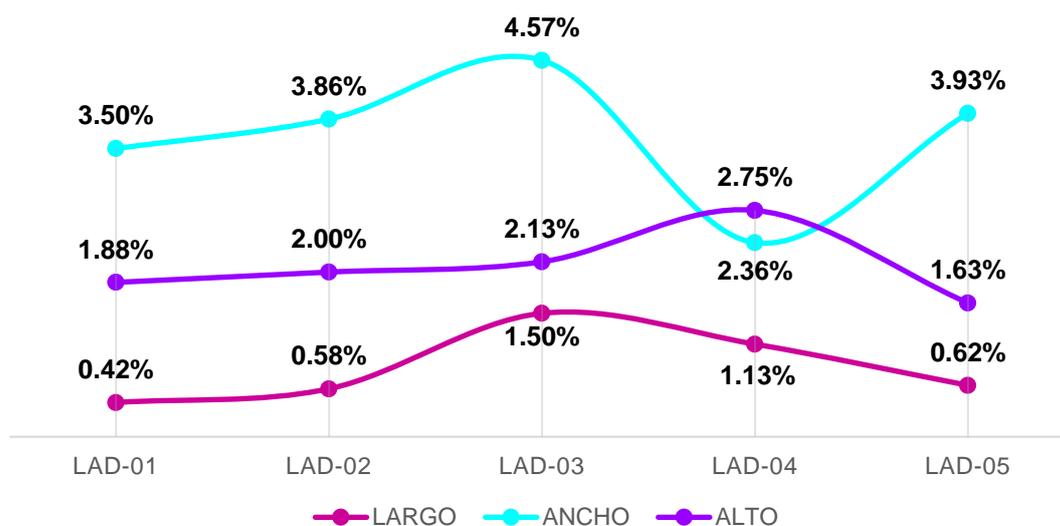
Tabla 2: Variación dimensional – Ladrillo patrón

UNIDAD	LARGO			ANCHO			ALTO		
	PROM. (cm)	FCA. (cm)	VARI. (%)	PROM. (cm)	FCA. (cm)	VARI. (%)	PROM. (cm)	FCA. (cm)	VARI. (%)
LAD-01	24.11	24.00	0.42	13.51	14.00	3.50	7.84	8.00	1.88
LAD-02	24.14		0.58	13.46		3.86	7.84		2.00
LAD-03	24.36		1.50	13.36		4.57	7.83		2.13
LAD-04	24.27		1.13	13.67		2.36	7.77		2.75
LAD-05	24.15		0.62	13.45		3.93	7.87		1.63
<b>PROMEDIO (%)</b>			0.85		3.65		2.08		

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

De acuerdo con la [Tabla 2](#) y los datos obtenidos en el laboratorio se ha demostrado que el ensayo de variación dimensional dio como resultado un largo de 0.85 %, un ancho de 3.65 % y un alto de 2.08 %. Siendo clasificado como un ladrillo de tipo IV, según la norma E.070.

Gráfico 2: Variación dimensional – Ladrillo patrón



Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el Gráfico 2 se puede observar, que el valor mayor para este ensayo se obtuvo para la unidad LAD-03 con valor de 1.50% de largo, para el ancho la unidad LAD-03 con un valor de 4.57% y alto la unidad LAD-04 con 2.75% respectivamente. El valor menor se obtuvo para el LAD-01 con un valor de 0.42% para el largo, para el ancho el LAD-04 un valor de 2.36% y para el alto el LAD-05 con un valor de 1.63%.

#### 4.1.3. Alabeo

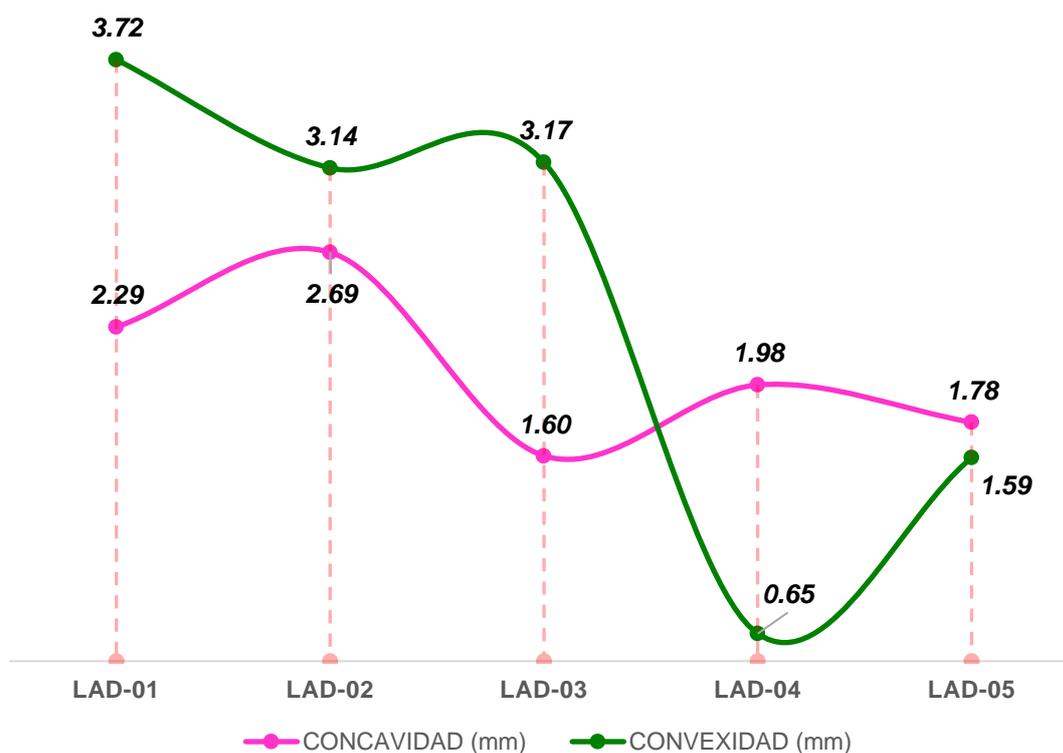
Tabla 3: Alabeo – Ladrillo patrón

UNIDAD	CONCAVIDAD					CONVEXIDAD					
	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)	
	E-1	E-2	E-1	E-2		E-1	E-2	E-1	E-2		
LAD-01	4.13	1.74	2.33	0.97	2.29	3.90	4.01	3.88	3.10	3.72	
LAD-02	3.21	1.70	2.75	3.08	2.69	3.56	2.34	3.38	3.29	3.14	
LAD-03	2.13	1.03	1.59	1.64	1.60	2.94	3.45	3.01	3.29	3.17	
LAD-04	2.71	2.31	1.22	1.69	1.98	0.51	0.39	0.98	0.71	0.65	
LAD-05	0.99	2.14	2.10	1.90	1.78	1.55	1.37	2.14	1.30	1.59	
<b>PROMEDIO (mm)</b>					<b>2.07</b>						<b>2.46</b>

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

Según la [Tabla 3](#) los resultados de los ensayos del alabeo que se desarrolló en el laboratorio dando como resultado una concavidad de 2.07 mm y una convexidad de 2.46 mm, cumpliendo con lo que exige la norma 331.017 y E.070, siendo clasificado en un ladrillo de tipo IV.

Gráfico 3: Alabeo – Ladrillo patrón



Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

Según el [Gráfico 3](#) el ensayo de alabeo, con respecto a la concavidad el valor mayor fue para el LAD-02 con un valor de 2.69 mm, mientras que el valor menor fue para el LAD-03 con un valor de 1.60 mm y para la convexidad el valor mayor fue para el LAD-01 con un valor de 3.72 mm, mientras que el valor menor fue para el LAD-04 con el valor de 0.65 mm.

#### 4.1.4. Absorción

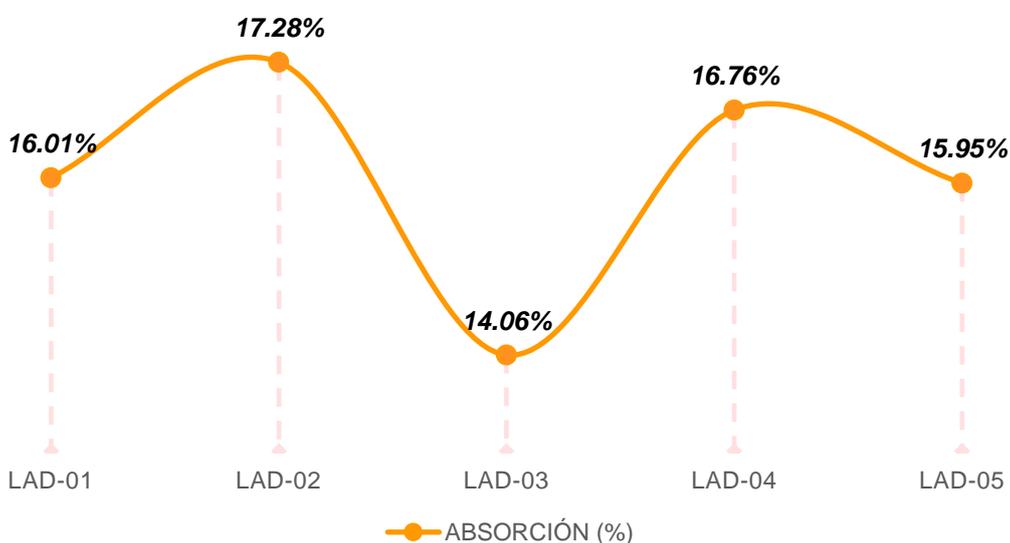
Tabla 4: Absorción – Ladrillo patrón

UNIDAD	MASA SECO (gr)			MASA SATURADO (gr)	ABSORCIÓN (%)
	E-1	E-2	PROMEDIO		
LAD-01	3,685.00	3,685.00	3,685.00	4,275.00	16.01%
LAD-02	3,645.00	3,645.00	3645.00	4,275.00	17.28%
LAD-03	3,770.00	3,770.00	3770.00	4,300.00	14.06%
LAD-04	3,670.00	3,670.00	3670.00	4,285.00	16.76%
LAD-05	3,730.00	3,730.00	3730.00	4,325.00	15.95%
<b>ABSORCIÓN PROMEDIO (%)</b>					<b>16.01%</b>

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

Como se observa en la [Tabla 4](#) se desarrolló el ensayo de absorción del ladrillo patrón dando como resultado un valor de 16.01 %, la cual cumple como la norma 331.017, la cual especifica que el valor no debe ser mayor al 22%.

Gráfico 4: Absorción – Ladrillo patrón



Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el [Gráfico 4](#), con respecto al ensayo de la absorción del ladrillo patrón se tuvo, un valor mayor para el ladrillo LAD-02 con un valor de 17.28% y mientras que el valor menor se obtuvo para el LAD-03 con un valor de 14.06%.

**4.2. Objetivo general: Determinar la influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones de Huaraz**

**4.2.1. Propiedad mecánica**

**4.2.1.1. Resistencia a la compresión**

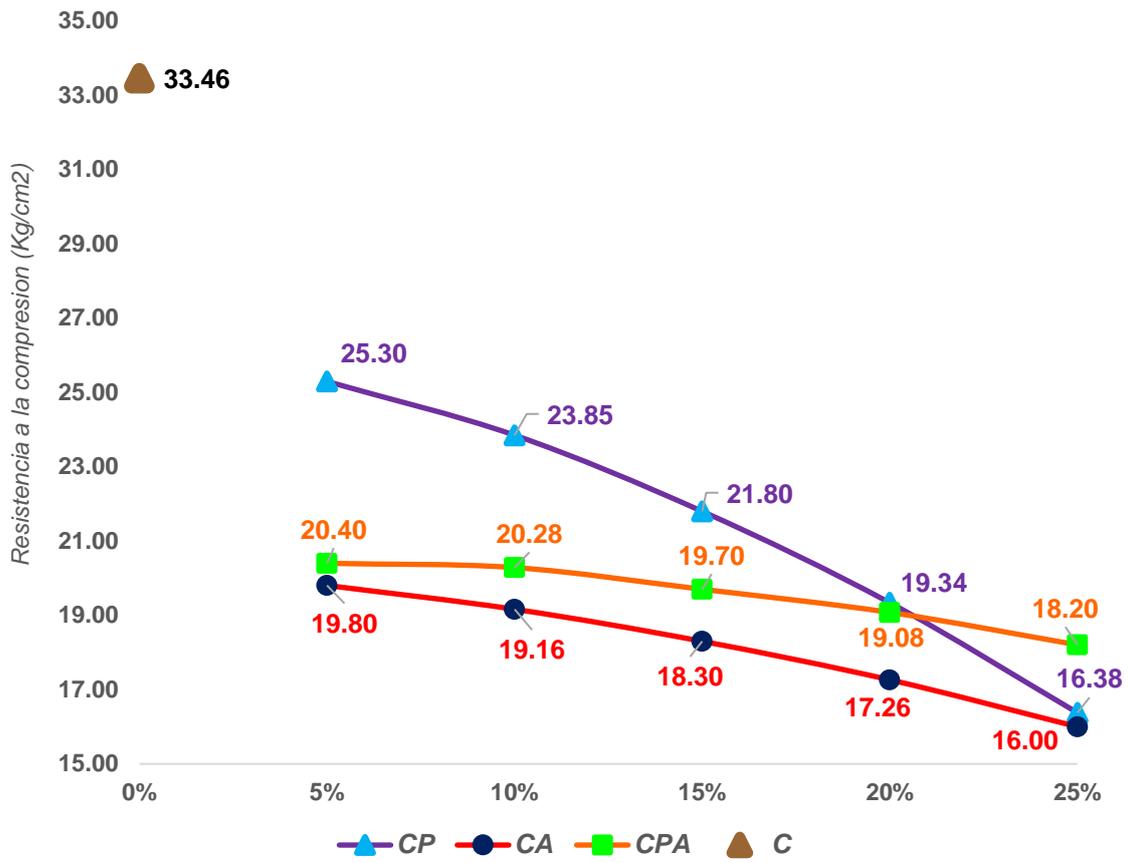
Tabla 5: Resistencia a la compresión (Objetivo general)

<b>%</b>	<b>PATRÓN kg/cm<sup>2</sup> (C)</b>	<b>ARCILLA + PAPEL kg/cm<sup>2</sup> (CP)</b>	<b>ARCILLA + ADITIVO kg/cm<sup>2</sup> (CA)</b>	<b>ARCILLA + PAPEL-ADITIVO kg/cm<sup>2</sup> (CPA)</b>
0%	33.46			
5%		25.30	19.80	20.40
10%		23.85	19.16	20.28
15%		21.80	18.30	19.70
20%		19.34	17.26	19.08
25%		16.38	16.00	18.20
<b>PROMEDIO (kg/cm<sup>2</sup>)</b>				
		23.35	20.66	21.85

Fuente: Elaboración propia – Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En la [Tabla 5](#), podemos observar que para una adición del 5% de papel, aditivo y papel aditivo, tuvo valores mayores con respecto a la adición del 25%, así mismo podemos mencionar que estos valores son menores que el ladrillo patrón, esto es debido a la porosidad que presenta cada unidad en las diversas adiciones, por otro lado, la resistencia promedio mayor fue para la adición de arcilla + papel con un valor de 23.35 kg/cm<sup>2</sup> y el menor fue para la adición del aditivo sobre la matriz (arcilla) con un valor de 20.66 kg/cm<sup>2</sup>. Siendo así, comparado con la norma E.070, y según esto, esta unidad no supera el valor mínimo que es de 50 kg/cm<sup>2</sup>, las cuales hacen que no sean usados como elementos estructurales. Debido a ello, se clasificó como una unidad de tipo I.

Gráfico 5: Resistencia a la compresión (Objetivo general)



Fuente: Elaboración propia – Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el Gráfico 5, se puede apreciar que la resistencia con respecto a la adición del 5% y 25% para las tres combinaciones, es menor, la cual, se puede apreciar que disminuye cerca de 24% para la combinación de arcilla + papel, 40% aproximadamente para la composición de arcilla + aditivo y alrededor de 39% para la mezcla de arcilla + papel-aditivo. Por ende, el valor con respecto al patrón influye negativamente en la resistencia.

## 4.2.2. Propiedad física

### 4.2.2.1. Variación dimensional

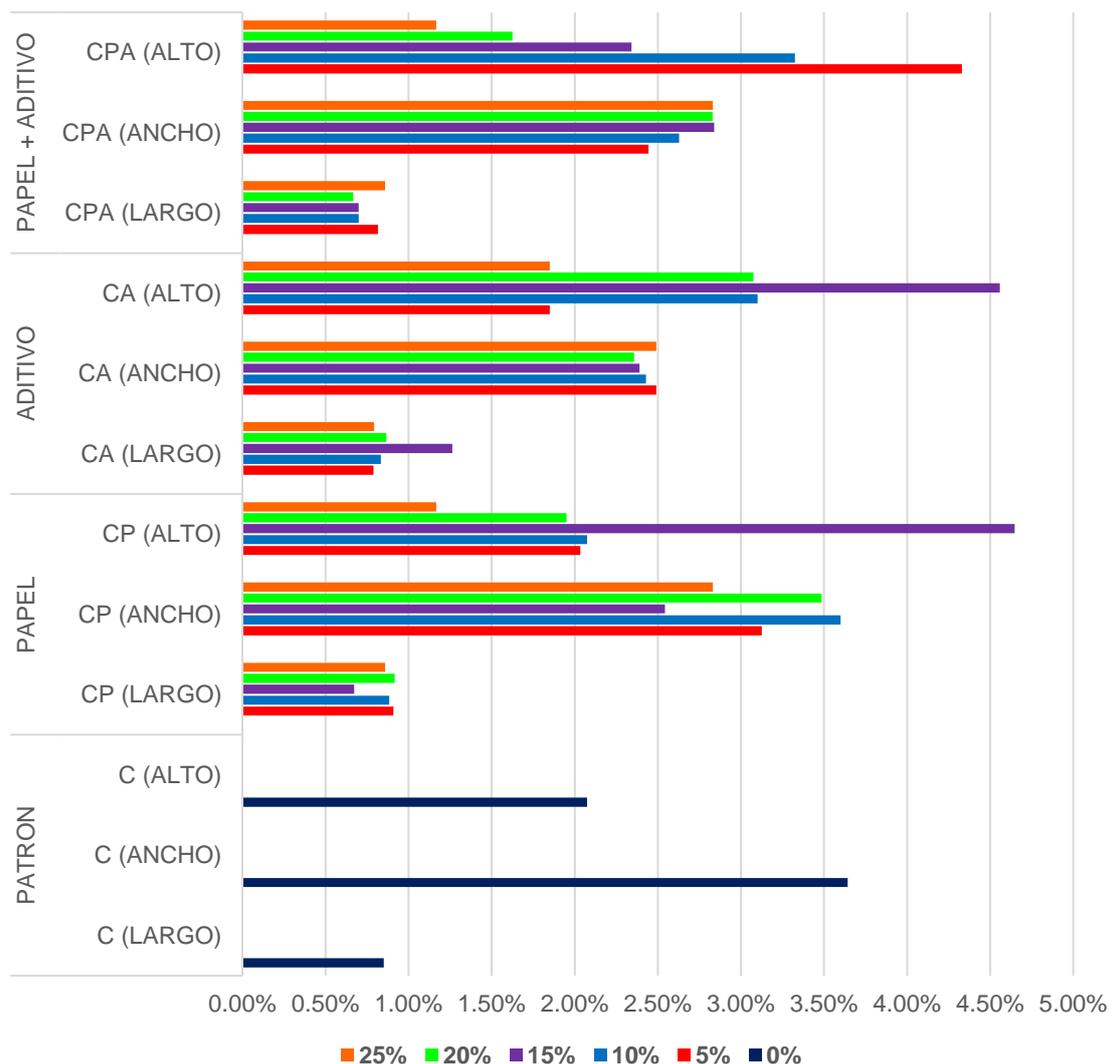
Tabla 6: Variación dimensional (Objetivo general)

%	PATRÓN % (C)			ARCILLA + PAPEL % (CP)			ARCILLA + ADITIVO % (CA)			ARCILLA + PAPEL-ADITIVO % (CPA)		
	LA.	AN.	AI.	LA.	AN.	AI.	LA.	AN.	AI.	LA.	AN.	AI.
0%	0.85	3.64	2.08									
5%				0.91	3.13	2.03	0.79	2.49	1.85	0.82	2.44	4.33
10%				0.88	3.60	2.08	0.83	2.43	3.10	0.70	2.63	3.33
15%				0.67	2.54	4.65	1.26	2.39	4.56	0.70	2.84	2.34
20%				0.92	3.49	1.95	0.87	2.36	3.08	0.67	2.83	1.63
25%				0.86	2.83	1.17	0.79	2.49	1.85	0.86	2.83	1.17
<b>PROMEDIO (%)</b>				0.85	3.12	2.37	0.91	2.43	2.89	0.75	2.71	2.56

Fuente: Elaboración propia – Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En la [Tabla 6](#), con respecto a la variación dimensional, con adición de 5% a 25% de materiales del papel y aditivo impermeabilizante en la matriz de la arcilla, tuvo como resultado que el valor mayor, para el largo fue la adición del 15% para la combinación de arcilla + aditivo, para el ancho fue la adición del 10% para la combinación de arcilla + papel y para el largo fue la adición del 15% para la combinación de arcilla + papel y arcilla + aditivo.

Gráfico 6: Variación dimensional (Objetivo general)



Fuente: Elaboración propia – Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el Gráfico 6, se aprecia que tanto los valores para las tres combinaciones en las adiciones de 5% al 25% la variación en sus valores tiende a variar lo mínimo, con respecto al patrón. Siendo así, que las adiciones influyen en lo pequeño en los valores. Por la cual, el valor mayor del largo fue para la combinación del aditivo (15%), para el ancho el mayor fue para la combinación del papel (10%) y para el alto fue para la combinación del papel (15%), todo esto respecto al valor del patrón. Siendo así, clasificados como unidades de clase IV.

#### 4.2.2.2. Alabeo

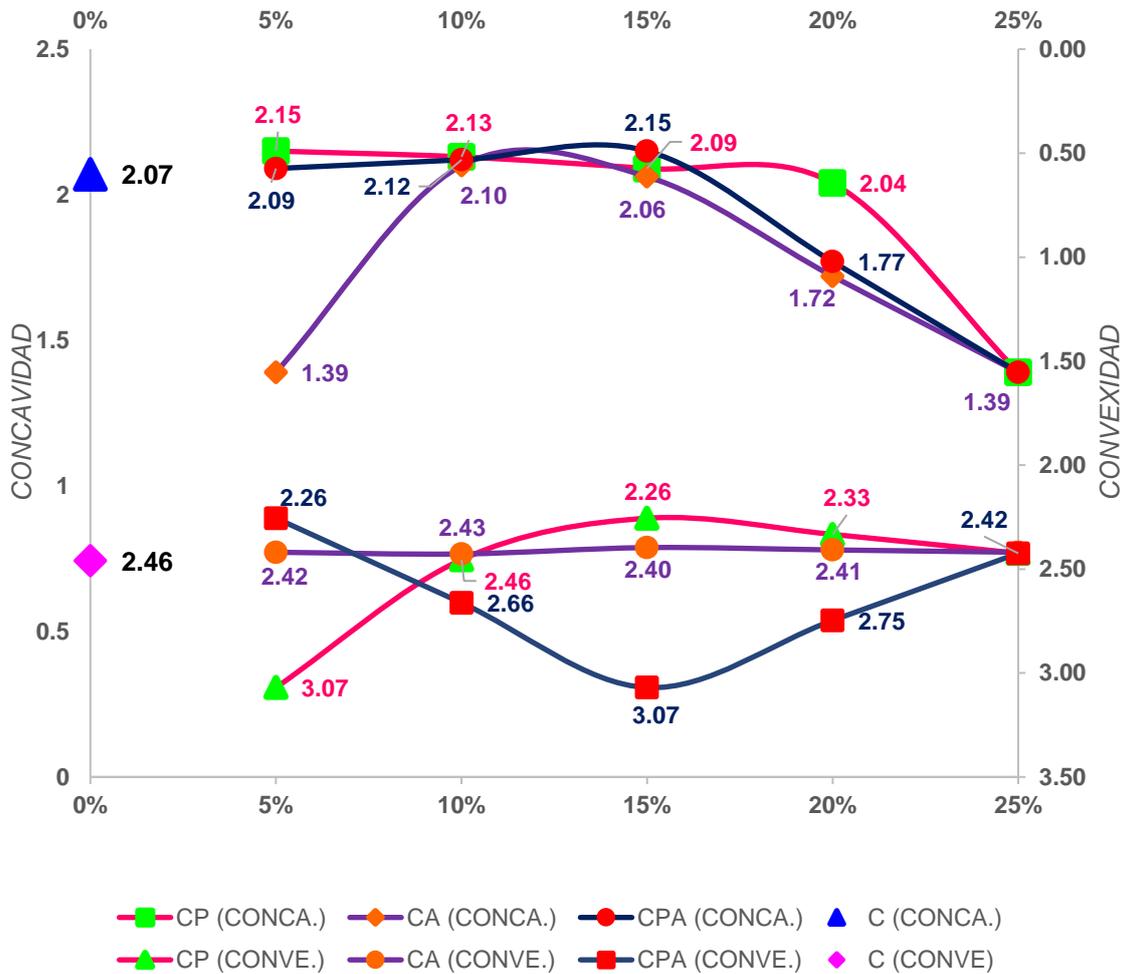
Tabla 7: Alabeo (Objetivo general)

%	PATRÓN mm (C)		ARCILLA + PAPEL mm (CP)		ARCILLA + ADITIVO mm (CA)		ARCILLA + PAPEL-ADITIVO mm (CPA)	
	CONCA.	CONVE.	CONCA.	CONVE.	CONCA.	CONVE.	CONCA.	CONVE.
0%	2.07	2.46						
5%			2.15	3.07	1.39	2.42	2.09	2.26
10%			2.13	2.46	2.10	2.43	2.12	2.66
15%			2.09	2.26	2.06	2.40	2.15	3.07
20%			2.04	2.33	1.72	2.41	1.77	2.75
25%			1.39	2.42	1.39	2.42	1.39	2.42
<b>PROMEDIO (mm)</b>			1.96	2.51	1.73	2.41	1.90	2.63

Fuente: Elaboración propia – Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

Según la [Tabla 7](#), muestra resultados resumidos de los materiales usados, por ello el valor mayor para la concavidad fue para la adición del 5% para la combinación de arcilla + papel y 15% para la adición de arcilla + papel-aditivo, y para la convexidad fue para la combinación arcilla + papel para la adición del 5% y para la adición de 15% para la combinación de arcilla + papel-aditivo.

Gráfico 7: Alabeo (Objetivo general)



Fuente: Elaboración propia – Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el Gráfico 7, se puede observar que el valor obtenido con respecto a la concavidad los valores para las tres combinaciones tuvieron una relación con respecto a valor del patrón ya que estos valores tienen variar un poco con ciertas adiciones, del mismo modo la convexidad el ladrillo patrón y las tres adiciones son casi iguales, es decir, para adiciones de 10%, 15%, 20% y 25%.

#### 4.2.2.3. Absorción

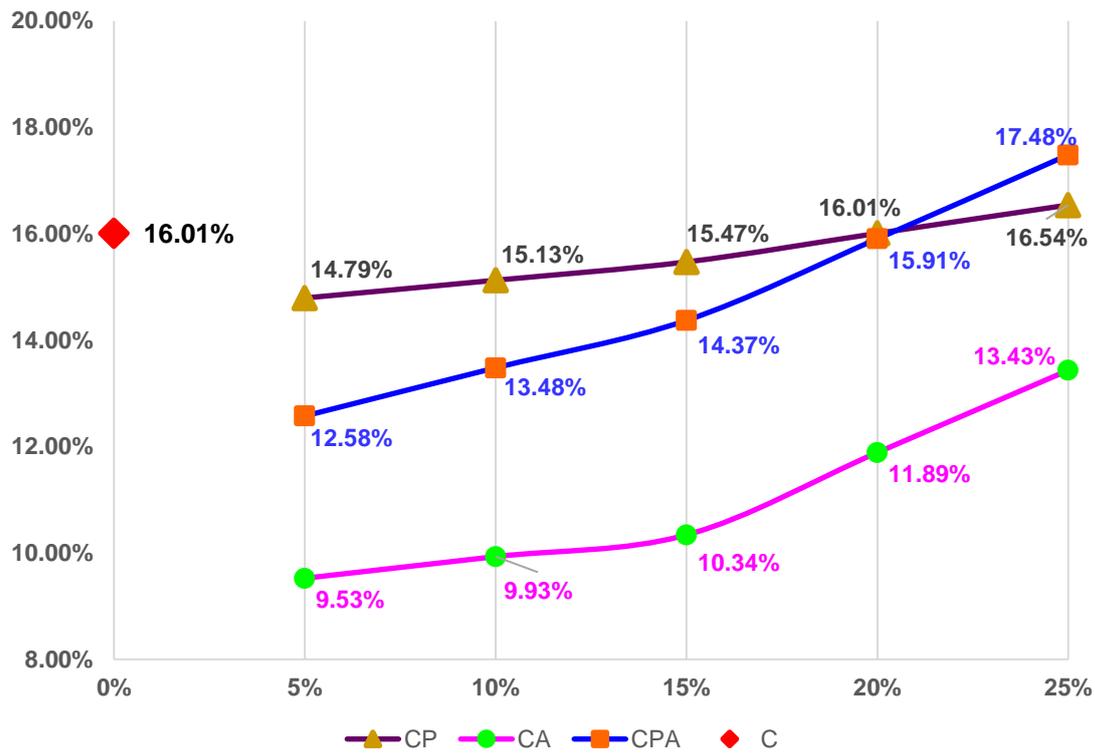
Tabla 8: Absorción (Objetivo general)

<b>%</b>	<b>PATRÓN % (C)</b>	<b>ARCILLA + PAPEL % (CP)</b>	<b>ARCILLA + ADITIVO % (CA)</b>	<b>ARCILLA + PAPEL-ADITIVO % (CPA)</b>
0%	16.01			
5%		14.79	9.53	12.58
10%		15.13	9.93	13.48
15%		15.47	10.34	14.37
20%		16.01	11.89	15.91
25%		16.54	13.43	17.48
	<b>PROMEDIO</b>	15.59	11.02	14.76

Fuente: Elaboración propia – Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En la [Tabla 8](#), el patrón tuvo una absorción de 16.01%, mientras que para las demás adiciones el valor mayor fue para el 15% para las combinaciones de: arcilla + papel, arcilla + aditivo y arcilla + papel-aditivo. Mientras que el valor menor fue para la adición del 5%, para las combinaciones de: arcilla + papel, arcilla + aditivo y arcilla + papel-aditivo. Asimismo, se puede mencionar que el porcentaje (%) promedio para las adiciones de 5% al 25% para la combinación de: arcilla + papel (15.59%), arcilla + aditivo (11.02%) y arcilla + papel-aditivo (14.76%)

Gráfico 8: Absorción (Objetivo general)



Fuente: Elaboración propia – Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

Según el Gráfico 8, los valores que se obtuvieron para las tres combinaciones para un 5% tuvieron que disminuir para luego aumentar el porcentaje de absorción. Así mismo, el menor porcentaje de absorción fue para la combinación de arcilla + aditivo, con proporción al valor de ladrillo patrón. Por otro lado, la segunda absorción menor fue para la mezcla de arcilla + papel-aditivo desde la adición del 5% al 20%, con respecto a la mezcla de arcilla + papel. Siendo así que, las adiciones en las proporciones indicadas tienden a influir negativamente, ya que, a medida que se añade el porcentaje tiende a crecer los valores.

**4.3. Primer objetivo específico: Determinar la influencia del porcentaje ideal del papel que mejora las propiedades mecánicas y físicas del ladrillo de arcilla para edificaciones de la ciudad de Huaraz**

**4.3.1. Propiedad mecánica**

**4.3.1.1. Resistencia a la compresión**

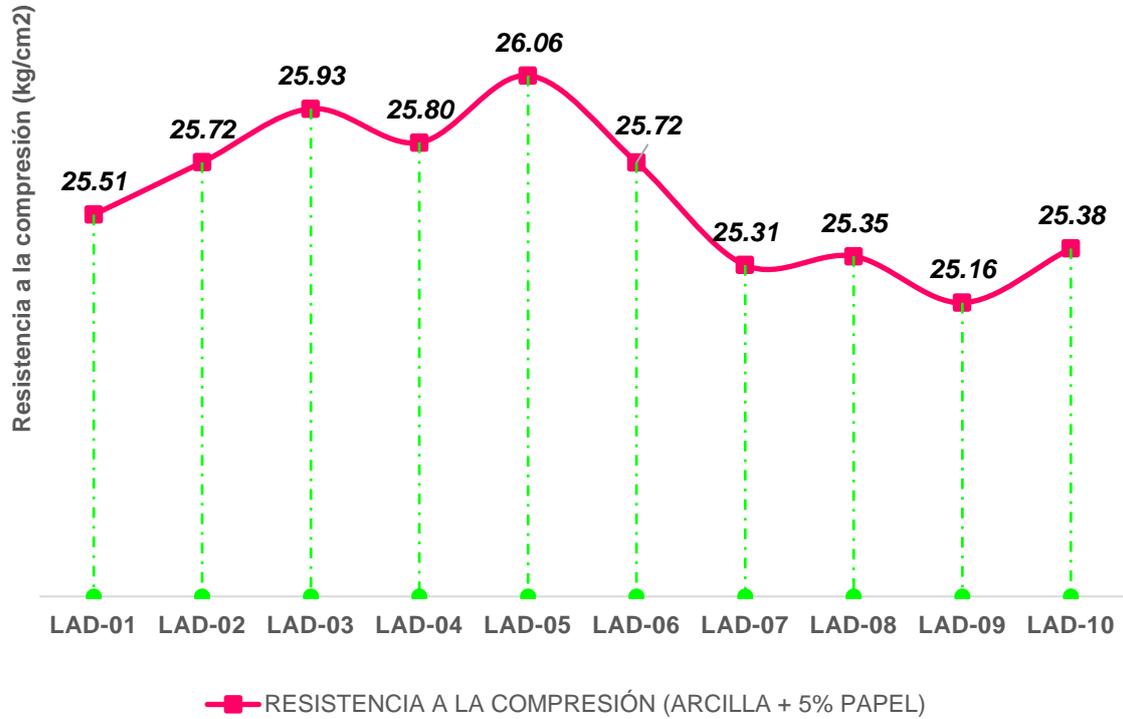
Tabla 9: Resistencia a la compresión – Ladrillo arcilla + Papel (5%)

UNIDAD	LARGO PROM. (cm)	ANCHO PROM. (cm)	ALTO PROM. (cm)	AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (Kgf)	RESISTENCIA $f_b$	
						(kg/cm <sup>2</sup> )	(MPa)
LAD-01	23.75	13.80	7.85	327.75	8362.0	25.51	2.50
LAD-02	23.80	13.65	7.75	324.87	8356.0	25.72	2.52
LAD-03	23.70	13.75	7.70	325.88	8451.0	25.93	2.54
LAD-04	23.80	13.70	7.55	326.06	8412.0	25.80	2.53
LAD-05	23.70	13.65	7.65	323.51	8432.0	26.06	2.56
LAD-06	23.60	13.70	7.80	323.32	8316.0	25.72	2.52
LAD-07	23.72	13.75	7.80	326.15	8256.0	25.31	2.48
LAD-08	23.80	13.65	7.80	324.87	8235.0	25.35	2.49
LAD-09	23.80	13.75	7.60	327.25	8235.0	25.16	2.47
LAD-10	23.80	13.65	7.70	324.87	8245.0	25.38	2.49
DESCRIP.	RESISTENCIA PROM. $f_b$		DESVIACIÓN ESTÁNDAR ( $\sigma$ )		RESISTENCIA CARACTERÍSTICAS A LA COMPRESIÓN ( $f'_b$ )		
	(kg/cm <sup>2</sup> )	MPa	(kg/cm <sup>2</sup> )	Mpa	$f'_b = f_b - \sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$f'_b = f_b - \sigma$ (MPa)	
<b>UND. ARCILLA MACIZO + 5% PAPEL</b>	25.60	2.51	0.30	0.03	25.30	2.50	

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En la [Tabla 9](#), se puede observar que la resistencia promedio para una adición del 5 % de papel dio como resultado 25.60 kg/cm<sup>2</sup> y la resistencia característica a la compresión ( $f'_b$ ) es de 25.30 kg/cm<sup>2</sup>, siendo clasificado según la norma E.070 como una unidad de tipo I.

Gráfico 9: Resistencia a la compresión – Ladrillo arcilla + Papel (5%)



Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el [Gráfico 9](#), se puede resumir que las unidades ensayadas fueron diez, por la cual, el valor máximo fue para el ladrillo denominado LAD-05 con un valor de  $26.06 \text{ Kg/cm}^2$ , mientras que la unidad con un valor menor fue para el LAD-08 con un valor de  $25.16 \text{ Kg/cm}^2$ .

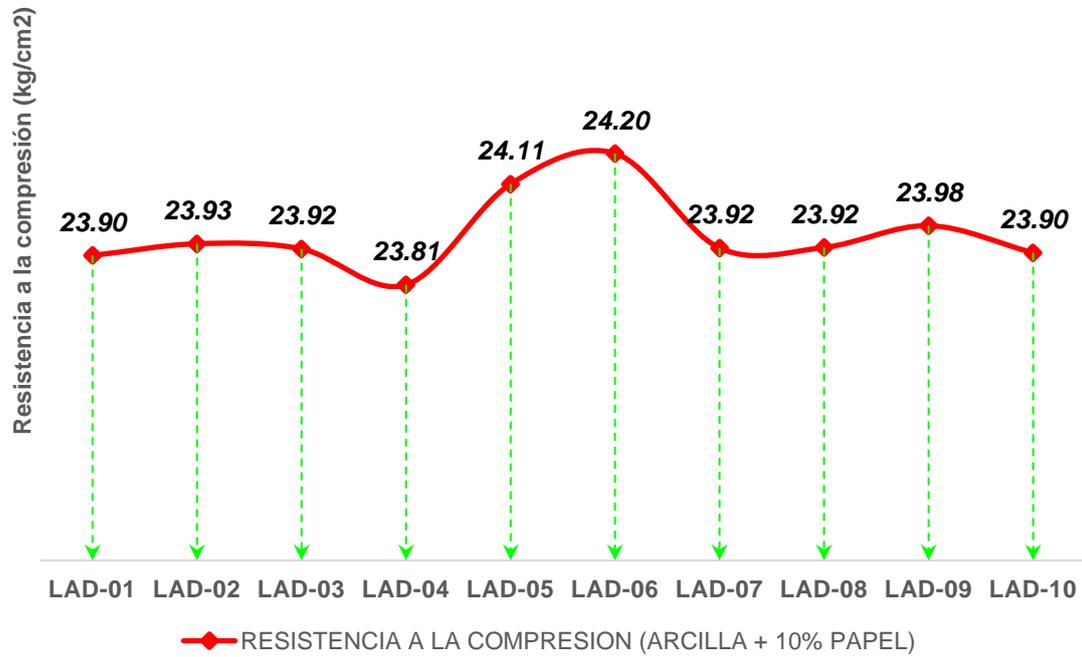
Tabla 10: Resistencia a la compresión – Ladrillo arcilla + Papel (10%)

UNIDAD	LARGO PROM. (cm)	ANCHO PROM. (cm)	ALTO PROM. (cm)	AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (Kgf)	RESISTENCIA $f_b$	
						(kg/cm <sup>2</sup> )	(MPa)
LAD-01	23.70	13.80	7.75	327.06	7815.5	23.90	2.34
LAD-02	23.65	13.75	7.75	325.19	7782.0	23.93	2.35
LAD-03	23.70	13.75	7.60	325.88	7793.5	23.92	2.35
LAD-04	23.55	13.75	7.55	323.81	7710.0	23.81	2.33
LAD-05	23.55	13.70	7.75	322.64	7777.5	24.11	2.36
LAD-06	23.55	13.75	7.75	323.81	7835.0	24.20	2.37
LAD-07	23.55	13.75	7.60	323.81	7745.0	23.92	2.35
LAD-08	23.70	13.70	7.70	324.69	7766.5	23.92	2.35
LAD-09	23.55	13.80	7.70	324.99	7794.5	23.98	2.35
LAD-10	23.60	13.65	7.80	322.14	7700.5	23.90	2.34
<b>RESUMEN DE RESULTADOS</b>							
DESCRIP.	RESISTENCIA PROM. $f_b$		DESVIACIÓN ESTÁNDAR ( $\sigma$ )		RESISTENCIA CARACTERÍSTICAS A LA COMPRESIÓN ( $f'_b$ )		
	(kg/cm <sup>2</sup> )	MPa	(kg/cm <sup>2</sup> )	Mpa	$f'_b = f_b - \sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$f'_b = f_b - \sigma$ (MPa)	
<b>UND. ARCILLA MACIZO + 10% PAPEL</b>	23.96	2.35	0.11	0.01	23.80	2.30	

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En la [Tabla 10](#), se puede observar que la resistencia promedio para una adición del 10 % de papel dio como resultado 23.96 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la resistencia característica a la compresión ( $f'_b$ ) tuvo un valor de 23.80 kg/cm<sup>2</sup>, siendo este último valor para su clasificación, la cual, según la norma E.070 es de tipo I.

Gráfico 10: Resistencia a la compresión – Ladrillo arcilla + Papel (10%)



Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

Según el [Gráfico 10](#), se puede apreciar que la unidad denominada LAD-06 fue mayor con un valor de  $24.20 \text{ kg/cm}^2$  y mientras que, la unidad LAD-04 tuvo un valor mínimo con un valor de  $23.81 \text{ kg/cm}^2$ .

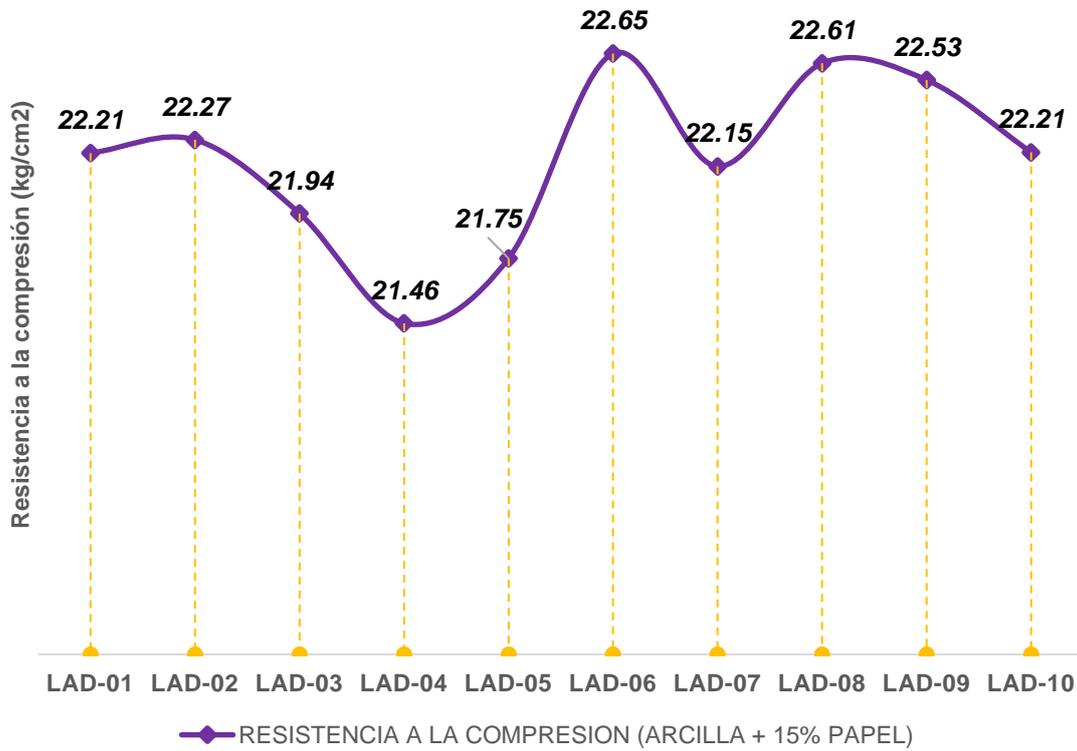
Tabla 11: Resistencia a la compresión – Ladrillo arcilla + Papel (15%)

UNIDAD	LARGO PROM. (cm)	ANCHO PROM. (cm)	ALTO PROM. (cm)	AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (Kgf)	RESISTENCIA $f_b$	
						(kg/cm <sup>2</sup> )	(MPa)
LAD-01	23.75	13.78	7.75	327.28	7269.0	22.21	2.18
LAD-02	23.80	13.60	7.75	323.68	7208.0	22.27	2.18
LAD-03	23.65	13.75	7.60	325.19	7136.0	21.94	2.15
LAD-04	23.75	13.75	7.55	326.56	7008.0	21.46	2.10
LAD-05	23.65	13.85	7.75	327.55	7123.0	21.75	2.13
LAD-06	23.70	13.70	7.75	324.69	7354.0	22.65	2.22
LAD-07	23.75	13.75	7.60	326.56	7234.0	22.15	2.17
LAD-08	23.65	13.65	7.70	322.82	7298.0	22.61	2.22
LAD-09	23.65	13.80	7.70	326.37	7354.0	22.53	2.21
LAD-10	23.60	13.65	7.80	322.14	7156.0	22.21	2.18
<b>RESUMEN DE RESULTADOS</b>							
DESCRIP.	RESISTENCIA PROM. $f_b$		DESVIACIÓN ESTÁNDAR ( $\sigma$ )		RESISTENCIA CARACTERÍSTICAS A LA COMPRESIÓN ( $f'_b$ )		
	(kg/cm <sup>2</sup> )	MPa	(kg/cm <sup>2</sup> )	Mpa	$f'_b = f_b - \sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$f'_b = f_b - \sigma$ (MPa)	
<b>UND. ARCILLA MACIZO + 15% PAPEL</b>	22.18	2.17	0.38	0.04	21.80	2.10	

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En la [Tabla 11](#), se puede apreciar que la resistencia promedio para una adición del 15 % de papel dio como resultado 22.18 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la resistencia característica a la compresión ( $f'_b$ ) tuvo un valor de 21.80 kg/cm<sup>2</sup>, siendo este último valor para su clasificación, la cual, según la norma E.070 es de tipo I.

Gráfico 11: Resistencia a la compresión – Ladrillo arcilla + Papel (15%)



Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

Según el [Gráfico 11](#), se puede apreciar que la unidad denominada LAD-06 fue mayor con un valor de  $22.65 \text{ kg/cm}^2$  y mientras que, la unidad LAD-04 tuvo un valor mínimo con un valor de  $21.46 \text{ kg/cm}^2$ .

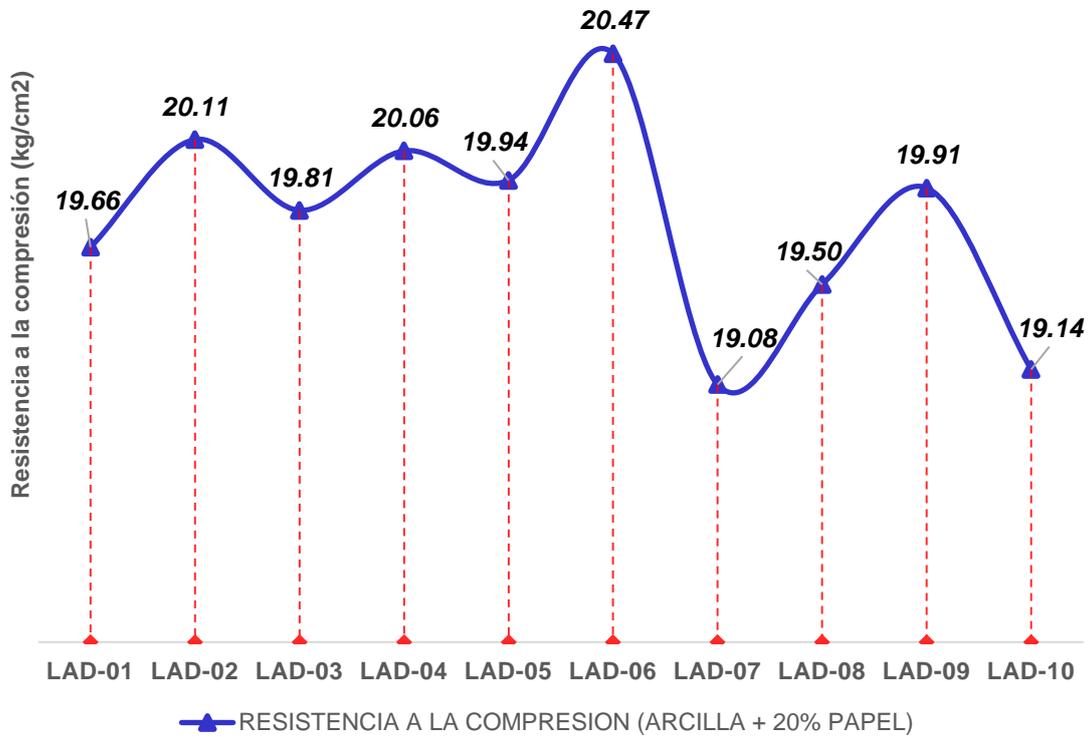
Tabla 12: Resistencia a la compresión – Ladrillo arcilla + Papel (20%)

UNIDAD	LARGO PROM. (cm)	ANCHO PROM. (cm)	ALTO PROM. (cm)	AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (Kgf)	RESISTENCIA $f_b$	
						(kg/cm <sup>2</sup> )	(MPa)
LAD-01	23.70	13.80	7.75	327.06	6429.0	19.66	1.93
LAD-02	23.65	13.75	7.75	325.19	6539.0	20.11	1.97
LAD-03	23.70	13.75	7.6	325.88	6456.0	19.81	1.94
LAD-04	23.55	13.75	7.55	323.81	6496.0	20.06	1.97
LAD-05	23.55	13.70	7.75	322.64	6432.5	19.94	1.96
LAD-06	23.55	13.75	7.75	323.81	6628.0	20.47	2.01
LAD-07	23.55	13.75	7.6	323.81	6178.5	19.08	1.87
LAD-08	23.70	13.70	7.7	324.69	6331.5	19.50	1.91
LAD-09	23.55	13.80	7.7	324.99	6469.0	19.91	1.95
LAD-10	23.60	13.65	7.8	322.14	6167.0	19.14	1.88
<b>RESUMEN DE RESULTADOS</b>							
DESCRIP.	RESISTENCIA PROM. $f_b$		DESVIACIÓN ESTÁNDAR ( $\sigma$ )		RESISTENCIA CARACTERÍSTICAS A LA COMPRESIÓN ( $f'_b$ )		
	(kg/cm <sup>2</sup> )	MPa	(kg/cm <sup>2</sup> )	Mpa	$f'_b = f_b - \sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$f'_b = f_b - \sigma$ (MPa)	
<b>UND. ARCILLA MACIZO + 20% PAPEL</b>	19.77	1.94	0.43	0.04	19.30	1.90	

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En la [Tabla 12](#), se puede apreciar que la resistencia promedio para una adición del 20 % de papel dio como resultado 19.77 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la resistencia característica a la compresión ( $f'_b$ ) tuvo un valor de 19.30 kg/cm<sup>2</sup>, siendo este último valor para su clasificación, la cual, según la norma E.070 es de clase I.

Gráfico 12: Resistencia a la compresión - Ladrillo arcilla + Papel (20%)



Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

Según el [Gráfico 12](#), se puede apreciar que la unidad denominada LAD-06 fue mayor con un valor de  $20.47 \text{ kg/cm}^2$  y mientras que, la unidad LAD-07 tuvo un valor mínimo con un valor de  $19.08 \text{ kg/cm}^2$ .

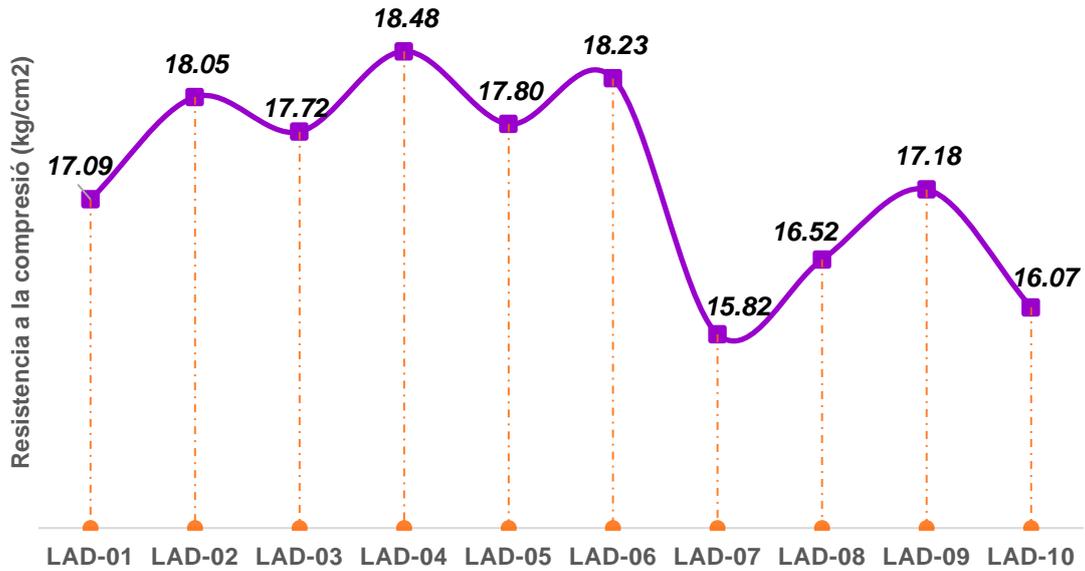
Tabla 13: Resistencia a la compresión – Ladrillo arcilla + Papel (25%)

UNIDAD	LARGO PROM. (cm)	ANCHO PROM. (cm)	ALTO PROM. (cm)	AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (Kgf)	RESISTENCIA $f_b$	
						(kg/cm <sup>2</sup> )	(MPa)
LAD-01	23.70	13.80	7.75	327.06	5589.0	17.09	1.68
LAD-02	23.65	13.75	7.75	325.19	5870.0	18.05	1.77
LAD-03	23.70	13.75	7.6	325.88	5776.0	17.72	1.74
LAD-04	23.55	13.75	7.55	323.81	5984.0	18.48	1.81
LAD-05	23.55	13.70	7.75	322.64	5742.0	17.80	1.75
LAD-06	23.55	13.75	7.75	323.81	5902.0	18.23	1.79
LAD-07	23.55	13.75	7.6	323.81	5123.0	15.82	1.55
LAD-08	23.70	13.70	7.7	324.69	5365.0	16.52	1.62
LAD-09	23.55	13.80	7.7	324.99	5584.0	17.18	1.68
LAD-10	23.60	13.65	7.8	322.14	5178.0	16.07	1.58
<b>RESUMEN DE RESULTADOS</b>							
DESCRIP.	RESISTENCIA PROM. $f_b$		DESVIACIÓN ESTÁNDAR ( $\sigma$ )		RESISTENCIA CARACTERÍSTICAS A LA COMPRESIÓN ( $f'_b$ )		
	(kg/cm <sup>2</sup> )	MPa	(kg/cm <sup>2</sup> )	Mpa	$f'_b = f_b - \sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$f'_b = f_b - \sigma$ (MPa)	
<b>UND. ARCILLA MACIZO + 25% PAPEL</b>	17.30	1.70	0.92	0.09	16.40	1.60	

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En la [Tabla 13](#), se puede apreciar que la resistencia promedio para una adición del 25 % de papel dio como resultado 17.30 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la resistencia característica a la compresión ( $f'_b$ ) tuvo un valor de 16.40 kg/cm<sup>2</sup>, siendo este último valor para su clasificación, la cual, según la norma E.070 es de clase I.

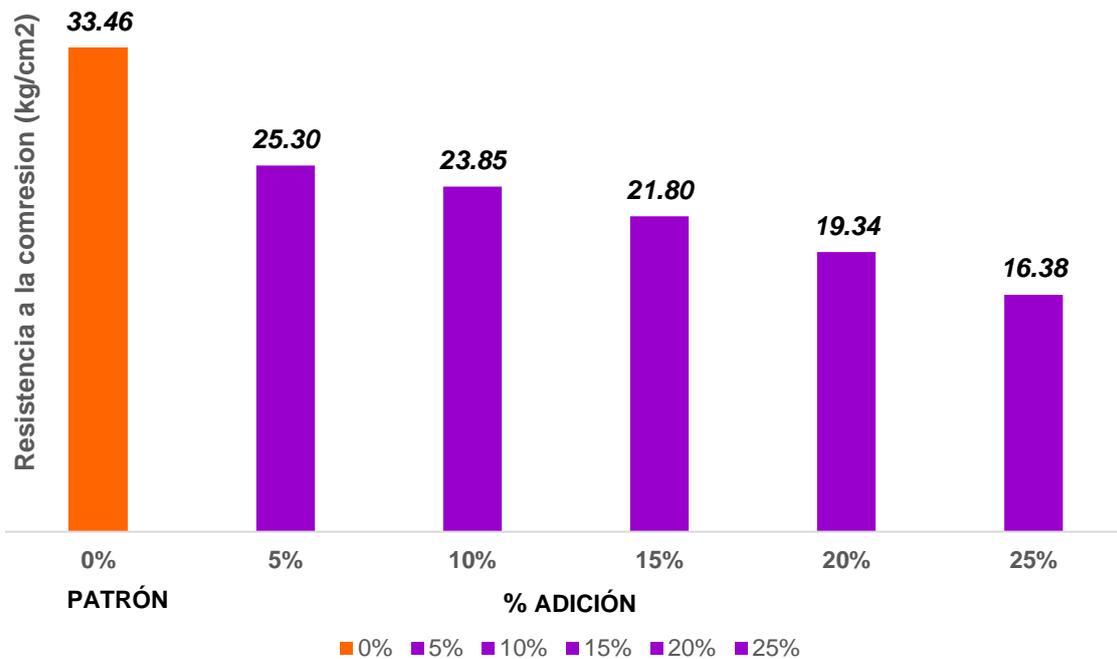
Gráfico 13: Resistencia a la compresión – Ladrillo arcilla + Papel (25%)



Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

Según el Gráfico 13, se puede apreciar que la unidad denominada LAD-04 fue mayor con un valor de 18.48  $kg/cm^2$  y mientras que, la unidad LAD-07 tuvo un valor mínimo con un valor de 15.82  $kg/cm^2$ .

Gráfico 14: Resumen – Resistencia a la compresión (1° Objetivo específico)



Fuente: Elaboración propia - Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el [Gráfico 14](#), se puede apreciar que la resistencia a la compresión disminuye de  $25.30 \text{ kg/cm}^2$  a  $16.38 \text{ kg/cm}^2$ , a medida que la adición de papel va aumentando, la cual, para una adición del 5% se podría dar uso con fines de una construcción. Siendo así, clasificados en unidades de clase I.

#### 4.3.2. Propiedad física

##### 4.3.2.1. Variación dimensional

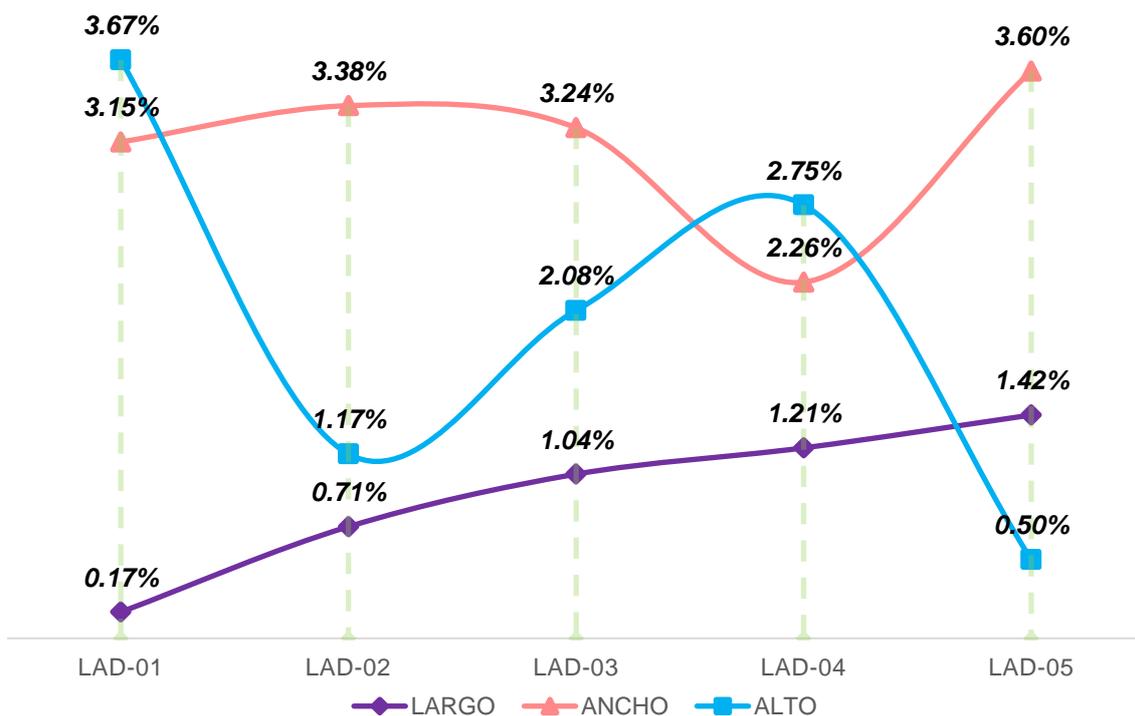
Tabla 14: Variación dimensional – Ladrillo arcilla + Papel (5%)

UNIDAD	LARGO			ANCHO			ALTO		
	PROM. (cm)	FCA. (cm)	VARI. (%)	PROM. (cm)	FCA. (cm)	VARI. (%)	PROM. (cm)	FCA. (cm)	VARI. (%)
LAD-01	24.04	24.00	0.17	13.56	14.00	3.15	7.71	8.00	3.67
LAD-02	23.83		0.71	13.53		3.38	7.91		1.17
LAD-03	23.75		1.04	13.55		3.24	7.83		2.08
LAD-04	24.29		1.21	13.68		2.26	7.78		2.75
LAD-05	24.34		1.42	13.5		3.60	7.96		0.50
<b>PROMEDIO (%)</b>			0.91		3.13		2.03		

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

De acuerdo con la [Tabla 14](#), para una adicción del 5% de peso en el porcentaje total de la arcilla, el resultado con respecto al ensayo de la variación dimensional dio como valores un largo de 0.91 %, un ancho de 3.13 % y un alto de 2.03 %. Pudiendo ser clasificada como un ladrillo de tipo IV, según la norma E.070.

Gráfico 15: Variación dimensional – Ladrillo arcilla + Papel (5%)



Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el [Gráfico 15](#), se puede apreciar, que el valor mayor para este ensayo se obtuvo para la unidad LAD-05 con valor de 1.42% y 3.60% de largo y ancho respectivamente, mientras que, la unidad LAD-01 tuvo un valor de 3.67% para el alto. El valor menor se obtuvo para el LAD-01 con un valor de 0.17% para el largo, para el ancho el LAD-05 un valor de 0.50% y para el alto el LAD-04 con un valor de 2.26%.

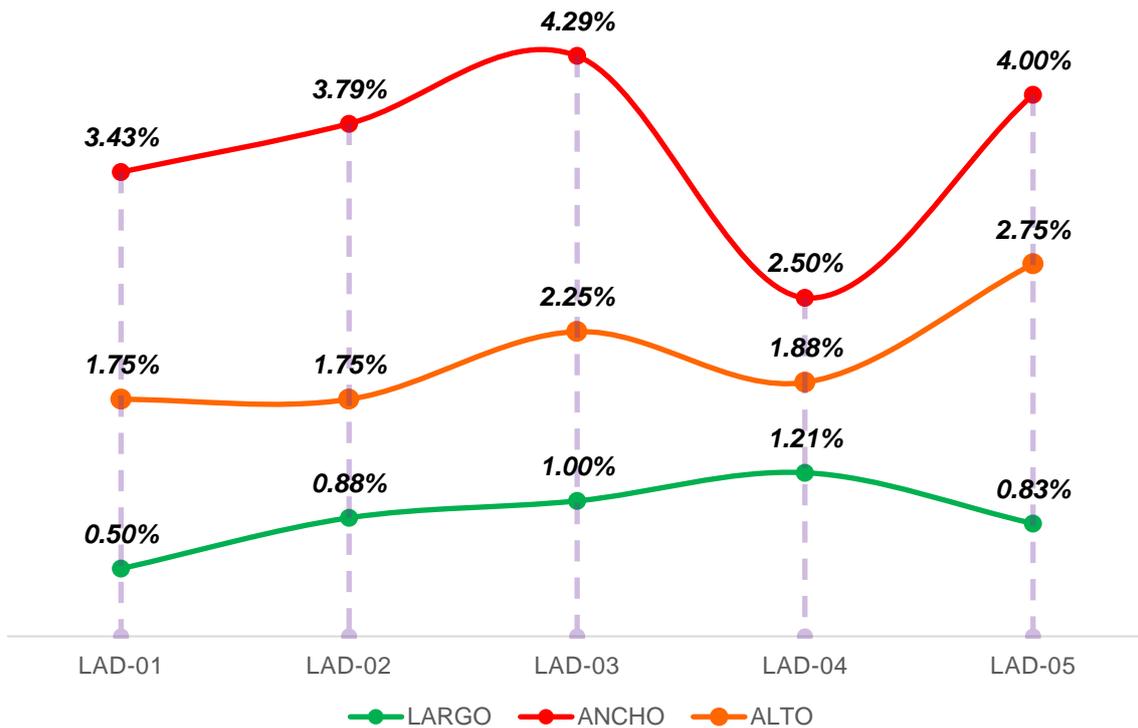
Tabla 15: Variación dimensional – Ladrillo arcilla + Papel (10%)

UNIDAD	LARGO			ANCHO			ALTO		
	PROM. (cm)	FCA. (cm)	VARI. (%)	PROM. (cm)	FCA. (cm)	VARI. (%)	PROM. (cm)	FCA. (cm)	VARI. (%)
LAD-01	24.12	24.00	0.50	13.52	14.00	3.43	7.86	8.00	1.75
LAD-02	24.21		0.88	13.47		3.79	7.86		1.75
LAD-03	24.24		1.00	13.4		4.29	7.82		2.25
LAD-04	24.29		1.21	13.65		2.50	7.85		1.88
LAD-05	24.2		0.83	13.44		4.00	7.78		2.75
<b>PROMEDIO (%)</b>			0.88			3.60			2.08

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En la [Tabla 15](#) se puede apreciar que, para el ensayo de la variación dimensional para una adición del 10% del papel en el porcentaje total de la arcilla, se obtuvo un resultado de 0.88 % de largo, 3.60 % de ancho y 2.08 % de alto, siendo clasificado como un ladrillo de tipo IV, según la norma E.070.

Gráfico 16: Variación dimensional – Ladrillo arcilla + Papel (10%)



Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el [Gráfico 16](#), se puede apreciar, que el valor mayor para este ensayo se obtuvo para la unidad LAD-04 con valor de 1.21% de largo, para el ancho la unidad LAD-03 con un valor 4.29%, mientras que, la unidad LAD-05 tuvo un valor de 2.75% para el alto. El valor menor se obtuvo para el LAD-01 con un valor de 0.50% para el largo, para el ancho el LAD-04 un valor de 2.50% y para el alto el LAD-01 y LAD-02 con un valor de 1.75%.

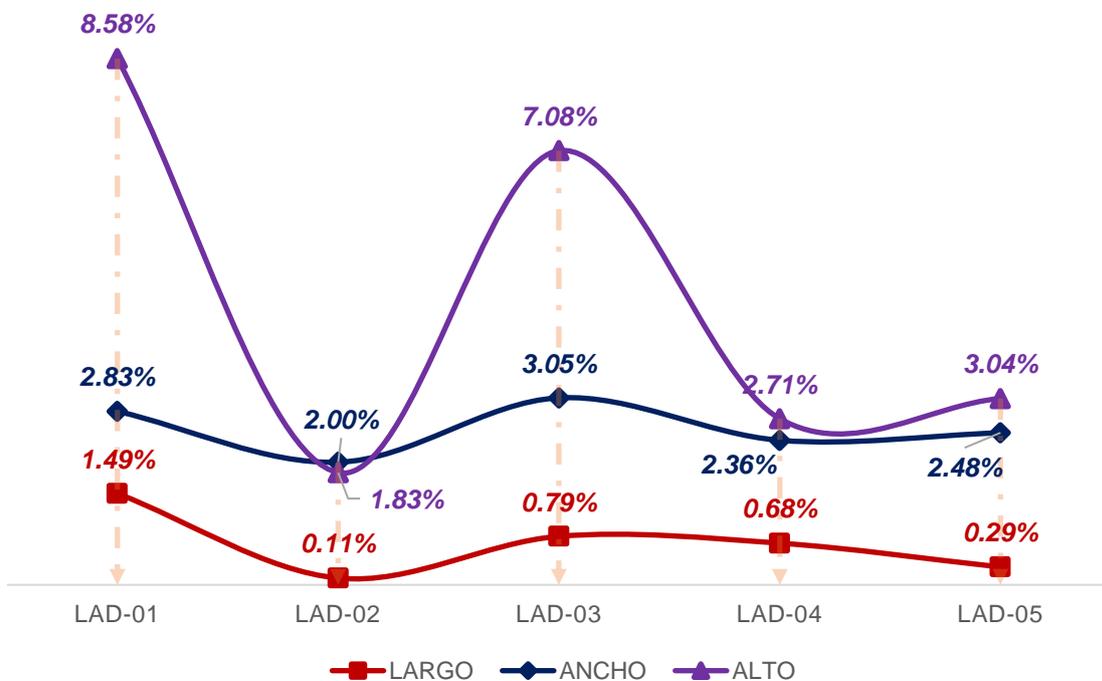
Tabla 16: Variación dimensional – Ladrillo arcilla + Papel (15%)

UNIDAD	LARGO			ANCHO			ALTO		
	PROM. (cm)	FCA. (cm)	VARI. (%)	PROM. (cm)	FCA. (cm)	VARI. (%)	PROM. (cm)	FCA. (cm)	VARI. (%)
LAD-01	24.36	24.00	1.49	13.60	14.00	2.83	7.31	8.00	8.58
LAD-02	23.97		0.11	13.72		2.00	7.85		1.83
LAD-03	23.81		0.79	13.57		3.05	7.43		7.08
LAD-04	24.16		0.68	13.67		2.36	7.78		2.71
LAD-05	23.93		0.29	13.65		2.48	7.76		3.04
<b>PROMEDIO (%)</b>			0.67		2.54		4.65		

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En la [Tabla 16](#) se puede apreciar que, para el ensayo de la variación dimensional para una adición del 15 % del papel en el porcentaje total de la arcilla, se obtuvo un resultado de 0.67 % de largo, 2.54 % de ancho y 4.65 % de alto, siendo clasificado como un ladrillo de tipo IV, según la norma E.070.

Gráfico 17: Variación dimensional – Ladrillo arcilla + Papel (15%)



Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el [Gráfico 17](#), se puede apreciar, que el valor mayor para este ensayo se obtuvo para la unidad LAD-01 con valor de 1.49% y 8.85% de largo y alto respectivamente, para el ancho la unidad LAD-03 con un valor 3.05%. El valor menor se obtuvo para el LAD-02 con un valor de 0.11%, 1.83% y 2.00% para el largo, alto y ancho.

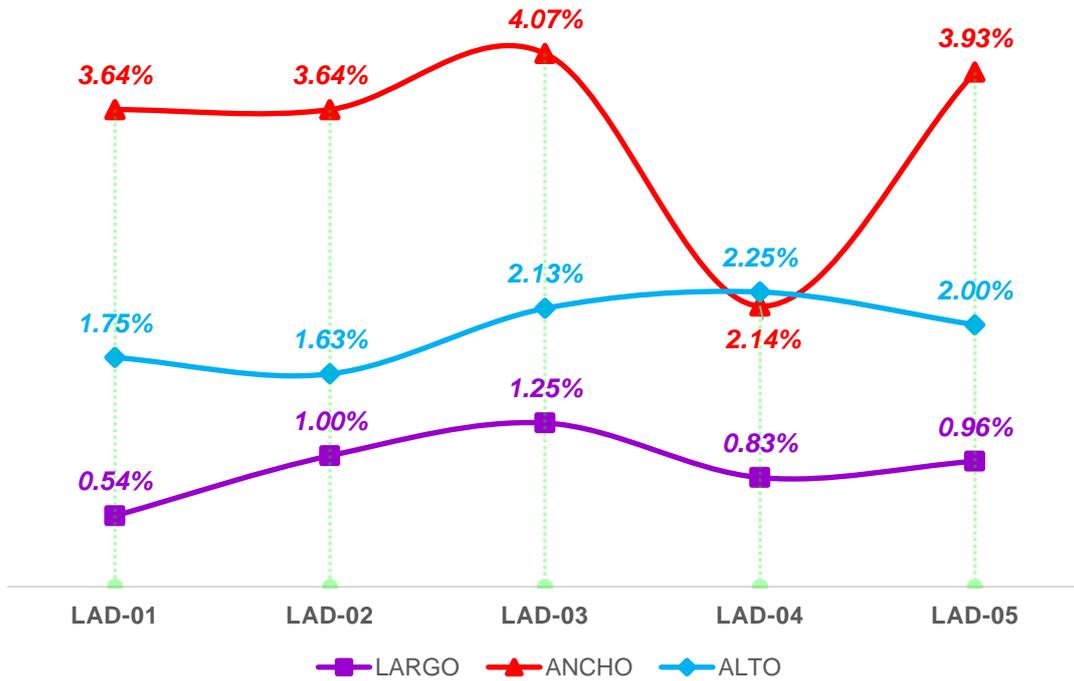
*Tabla 17: Variación dimensional – Ladrillo arcilla + Papel (20%)*

UNIDAD	LARGO			ANCHO			ALTO		
	PROM. (cm)	FCA. (cm)	VARI. (%)	PROM. (cm)	FCA. (cm)	VARI. (%)	PROM. (cm)	FCA. (cm)	VARI. (%)
LAD-01	24.13	24.00	0.54	13.49	14.00	3.64	7.86	8.00	1.75
LAD-02	24.24		1.00	13.49		3.64	7.87		1.63
LAD-03	24.3		1.25	13.43		4.07	7.83		2.13
LAD-04	24.2		0.83	13.7		2.14	7.82		2.25
LAD-05	24.23		0.96	13.45		3.93	7.84		2.00
<b>PROMEDIO (%)</b>			0.92		3.49		1.95		

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En la [Tabla 17](#) se puede apreciar que, para el ensayo de la variación dimensional para una adición del 20 % del papel en el porcentaje total de la arcilla, se obtuvo un resultado de 0.92 % de largo, 3.49 % de ancho y 1.95 % de alto, siendo clasificado como un ladrillo de tipo IV, según la norma E.070.

Gráfico 18: Variación dimensional – Ladrillo arcilla + Papel (20%)



Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el Gráfico 18, se puede apreciar, que el valor mayor para este ensayo se obtuvo para la unidad LAD-03 con valor de 1.25% y 4.07% de largo y ancho respectivamente, para el alto el valor mayor fue para la unidad LAD-04 con un valor 2.25%. El valor menor se obtuvo para el LAD-1 con un valor de 0.54% para el largo, el LAD-02 con un valor de 1.63% para el alto y el LAD-04 con un valor de 2.14% para el ancho.

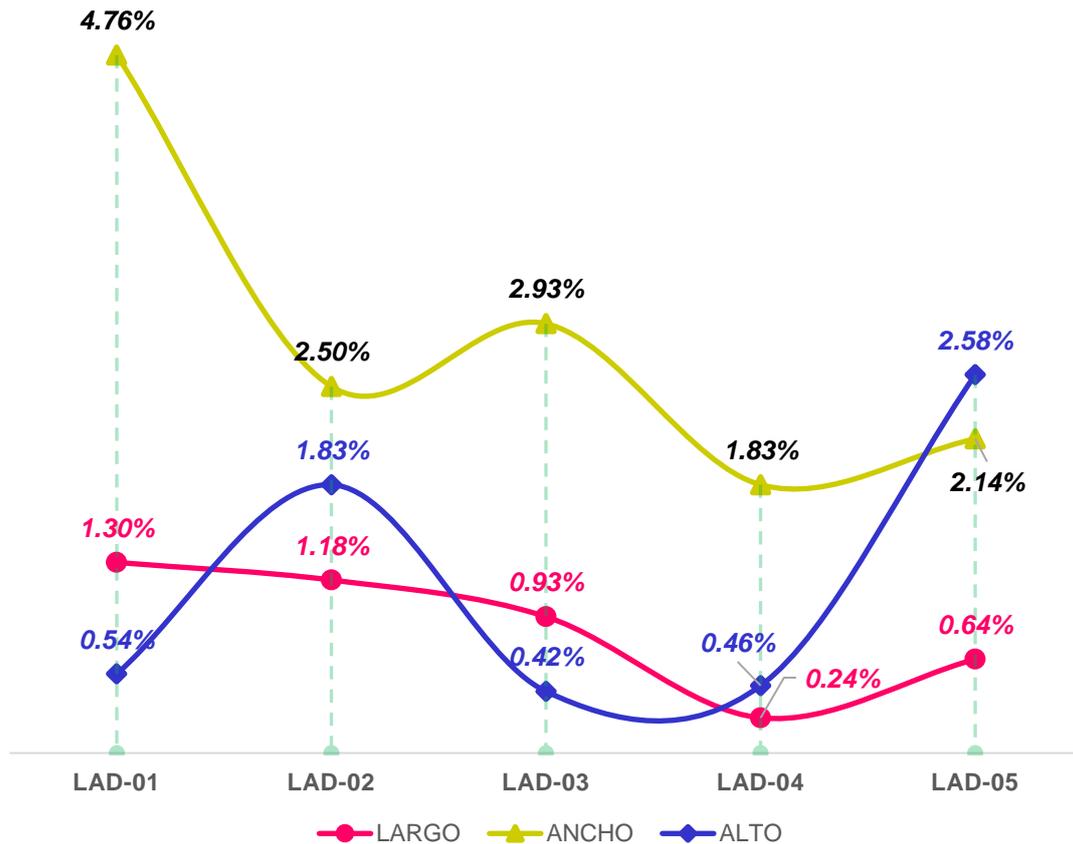
Tabla 18: Variación dimensional – Ladrillo arcilla + Papel (25%)

UNIDAD	LARGO			ANCHO			ALTO		
	PROM. (cm)	FCA. (cm)	VARI. (%)	PROM. (cm)	FCA. (cm)	VARI. (%)	PROM. (cm)	FCA. (cm)	VARI. (%)
LAD-01	24.31	24.00	1.30	13.33	14.00	4.76	8.04	8.00	0.54
LAD-02	23.72		1.18	13.65		2.50	7.85		1.83
LAD-03	23.78		0.93	13.59		2.93	7.97		0.42
LAD-04	24.06		0.24	13.74		1.83	7.96		0.46
LAD-05	23.85		0.64	13.70		2.14	7.79		2.58
<b>PROMEDIO (%)</b>			0.86		2.83		1.17		

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En la [Tabla 18](#) se puede apreciar que, para el ensayo de la variación dimensional para una adición del 25 % del papel en el porcentaje total de la arcilla, se obtuvo un resultado de 0.86 % de largo, 2.83 % de ancho y 1.17 % de alto, siendo clasificado como un ladrillo de tipo IV, según la norma E.070.

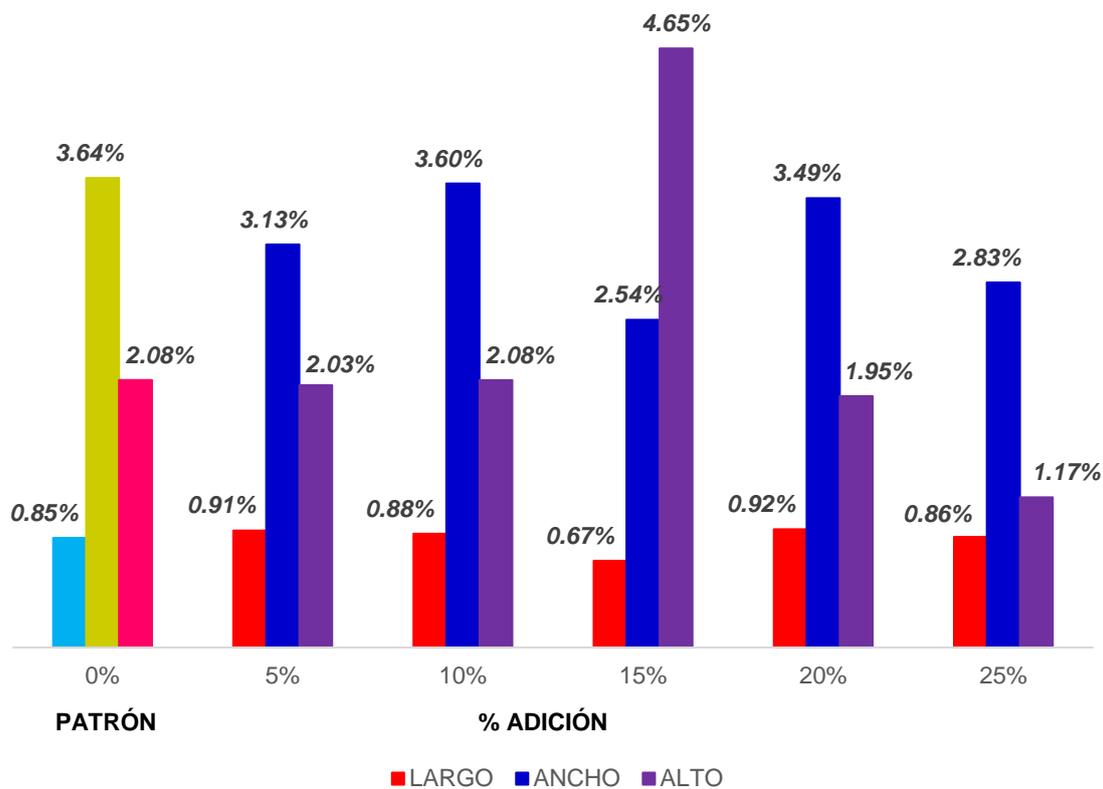
Gráfico 19: Variación dimensional – Ladrillo arcilla + Papel (25%)



Fuente: Elaboración propia - Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el [Gráfico 19](#), se puede apreciar, que el valor mayor para el largo y ancho es para la unidad LAD-01 con valor de 1.30% y 4.76% respectivamente, para el alto es para la unidad LAD-05 con valor de 2.58%. El valor menor se obtuvo para el LAD-1 con un valor de 0.24% y 1.83% para el largo y ancho respectivamente, el LAD-03 con un valor de 0.42% para el alto.

Gráfico 20: Resumen – Ensayo variación dimensional (1° Objetivo específico)



Fuente: Elaboración propia - Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el [Gráfico 20](#) podemos observar que a medida que se va añadiendo un porcentaje de papel la variación dimensional en las unidades los valores tienen una variación, por lo cual, para el largo, el valor mayor fue para una adición del 20 % con un valor de 0.92% y el valor menor fue para el 15 % de adición con un resultado de 0.67%. Por otro lado, para el ancho, el valor mayor fue para una adición de 10 % con un valor de 3.60% y el valor menor fue para el 15 % de adición con un valor de 2.54%. Mientras que, para el alto, el valor mayor fue para el 15% con un valor de 4.65% y el valor menor fue para una adición del 25% con un valor de 1.17%.

### 4.3.2.2. Alabeo

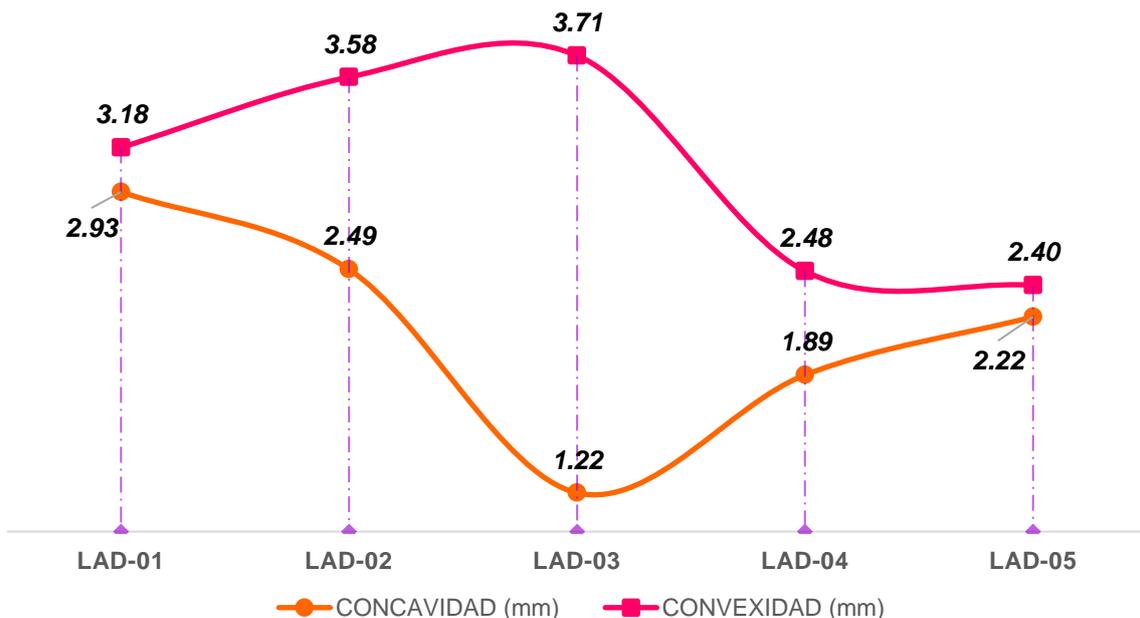
Tabla 19: Alabeo – Ladrillo arcilla + Papel (5%)

UNIDAD	CONCAVIDAD (mm)					CONVEXIDAD (mm)					
	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)	
	E-1	E-2	E-1	E-2		E-1	E-2	E-1	E-2		
LAD-01	2.37	3.78	2.51	3.04	2.93	2.80	1.94	5.20	2.79	3.18	
LAD-02	2.46	0.74	2.61	4.15	2.49	3.94	2.33	5.08	2.98	3.58	
LAD-03	0.94	2.18	0.46	1.31	1.22	3.41	4.57	4.59	2.25	3.71	
LAD-04	1.42	2.32	1.48	2.32	1.89	2.42	3.12	2.70	1.68	2.48	
LAD-05	0.72	1.90	2.10	4.16	2.22	1.20	3.80	0.40	4.20	2.40	
<b>PROMEDIO (mm)</b>					2.15						3.07

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

Acuerdo a la [Tabla 19](#), se le realizo el ensayo respectivo del alabeo acuerdo a la Norma ITINTEC 331.017 a 5 unidades de ladrillo de arcilla añadiendo al ladrillo patrón a un 5% de papel. Dando como resultado una concavidad de 2.15 mm y una convexidad de 3.07 mm, cumplido acuerdo con la máxima 10 mm. Donde se clasificó para un ladrillo de Tipo IV.

Gráfico 21: Alabeo – Ladrillo arcilla + Papel (5%)



Fuente: Elaboración propia - Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En la [Gráfico 21](#), se puede apreciar que, para la convexidad, valor máximo fue para la unidad LAD-03 con un valor de 3.71 mm y el valor menor fue para el LAD-05 con un valor de 2.40 mm. Mientras que, para la concavidad, el valor máximo fue para la unidad LAD-01 con un valor de 2.93 mm y el valor menor fue para el LAD-03 con un valor de 1.22 mm.

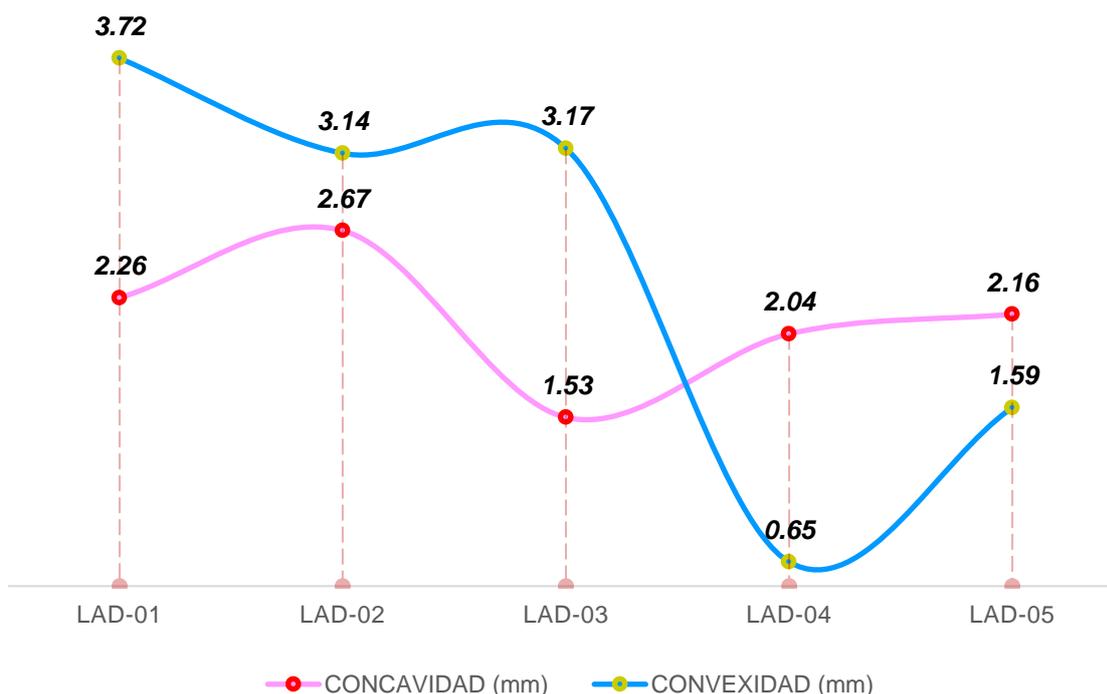
*Tabla 20: Alabeo – Ladrillo arcilla + Papel (10%)*

UNIDAD	CONCAVIDAD (mm)					CONVEXIDAD (mm)					
	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)	
	E-1	E-2	E-1	E-2		E-1	E-2	E-1	E-2		
<b>LAD-01</b>	3.89	1.84	2.33	0.97	2.26	3.90	4.01	3.88	3.10	3.72	
<b>LAD-02</b>	3.15	1.70	2.75	3.08	2.67	3.56	2.34	3.38	3.29	3.14	
<b>LAD-03</b>	1.45	1.45	1.59	1.64	1.53	2.94	3.45	3.01	3.29	3.17	
<b>LAD-04</b>	2.89	2.35	1.22	1.69	2.04	0.51	0.39	0.98	0.71	0.65	
<b>LAD-05</b>	1.26	2.36	2.56	2.45	2.16	1.55	1.37	2.14	1.30	1.59	
<b>PROMEDIO (mm)</b>					2.13						2.46

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

Acuerdo a la [Tabla 20](#), se realizó el ensayo respectivo del alabeo acuerdo a la Norma ITINTEC 331.017 a 5 unidades de ladrillo de arcilla añadiendo al ladrillo patrón a un 10% de papel. Dando como resultado una concavidad de 2.13 mm y una convexidad de 2.46 mm, cumplido acuerdo con la máxima 10 mm. Donde se clasifico para el ladrillo de Tipo IV.

Gráfico 22: Alabeo – Ladrillo arcilla + Papel (10%)



Fuente: Elaboración propia - Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el [Gráfico 22](#), se puede apreciar que, para la convexidad, valor máximo fue para la unidad LAD-01 con un valor de 3.72 mm y el valor menor fue para el LAD-04 con un valor de 0.65 mm. Mientras que, para la concavidad, el valor máximo fue para la unidad LAD-02 con un valor de 2.67 mm y el valor menor fue para el LAD-03 con un valor de 1.53 mm.

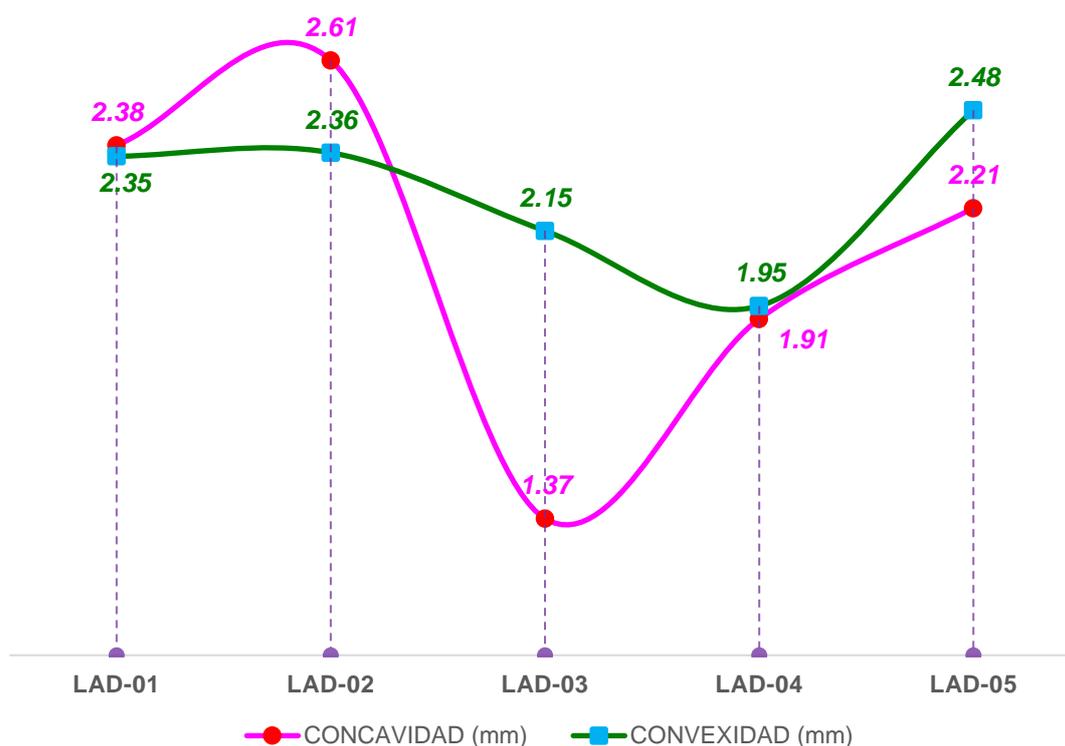
Tabla 21: Alabeo – Ladrillo arcilla + Papel (15%)

UNIDAD	CONCAVIDAD (mm)					CONVEXIDAD (mm)					
	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)	
	E-1	E-2	E-1	E-2		E-1	E-2	E-1	E-2		
LAD-01	3.12	1.18	2.51	2.70	2.38	3.20	2.18	2.15	1.87	2.35	
LAD-02	2.14	2.70	2.61	3.00	2.61	3.00	2.10	1.36	2.98	2.36	
LAD-03	0.99	2.36	0.46	1.65	1.37	2.14	0.39	4.59	1.47	2.15	
LAD-04	2.13	2.31	1.48	1.70	1.91	2.70	1.40	2.00	1.68	1.95	
LAD-05	2.71	2.14	2.10	1.90	2.21	2.70	3.80	0.40	3.00	2.48	
<b>PROMEDIO (mm)</b>					2.09						2.26

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

Acuerdo a la [Tabla 21](#), se le realizo el ensayo respectivo del alabeo acuerdo a la Norma ITINTEC 331.017 a 5 unidades de ladrillo de arcilla añadiendo al ladrillo patrón a un 15% de papel. Dando como resultado una concavidad de 2.09 mm y una convexidad de 2.26 mm, cumplido acuerdo con la máxima 10 mm. Donde se clasifico para el ladrillo de Tipo IV.

Gráfico 23: Alabeo – Ladrillo arcilla + Papel (15%)



Fuente: Elaboración propia - Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el [Gráfico 23](#), se puede apreciar que, para la convexidad, valor máximo fue para la unidad LAD-05 con un valor de 2.48 mm y el valor menor fue para el LAD-04 con un valor de 1.95 mm. Mientras que, para la concavidad, el valor máximo fue para la unidad LAD-02 con un valor de 2.61 mm y el valor menor fue para el LAD-03 con un valor de 1.37 mm.

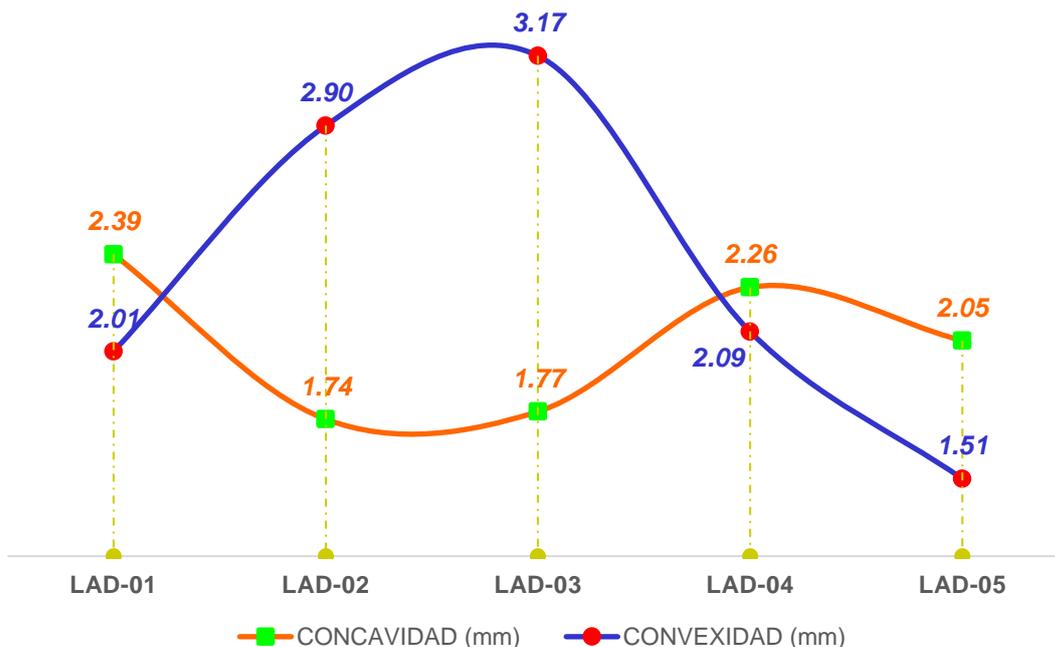
Tabla 22: Alabeo – Ladrillo arcilla + Papel (20%)

UNIDAD	CONCAVIDAD (mm)					CONVEXIDAD (mm)					
	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)	
	E-1	E-2	E-1	E-2		E-1	E-2	E-1	E-2		
LAD-01	2.99	3.05	2.26	1.25	2.39	2.45	2.48	1.21	1.89	2.01	
LAD-02	2.22	1.89	0.55	2.31	1.74	3.48	2.64	2.78	2.69	2.90	
LAD-03	1.68	2.16	1.59	1.64	1.77	2.94	3.45	3.01	3.29	3.17	
LAD-04	1.89	2.31	2.46	2.38	2.26	2.49	2.38	2.47	1.00	2.09	
LAD-05	1.99	2.14	1.90	2.15	2.05	1.55	1.00	2.47	1.00	1.51	
<b>PROMEDIO (mm)</b>					2.04						2.33

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

Acuerdo a la [Tabla 22](#), se realizó el ensayo respectivo del alabeo acuerdo a la Norma ITINTEC 331.017 a 5 unidades de ladrillo de arcilla añadiendo al ladrillo patrón a un 20% de papel. Dando como resultado una concavidad de 2.04 mm y una convexidad de 2.33 mm, cumplido acuerdo con la máxima 10 mm. Donde se clasifico aun ladrillo de Tipo IV.

Gráfico 24: Alabeo – Ladrillo arcilla + Papel (20%)



Fuente: Elaboración propia - Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el [Gráfico 24](#), se puede ver que, para la convexidad, valor máximo fue para la unidad LAD-03 con un valor de 3.17 mm y el valor menor fue para el LAD-05 con un valor de 1.51 mm. Mientras que, para la concavidad, el valor máximo fue para la unidad LAD-01 con un valor de 2.39 mm y el valor menor fue para el LAD-02 con un valor de 1.74 mm.

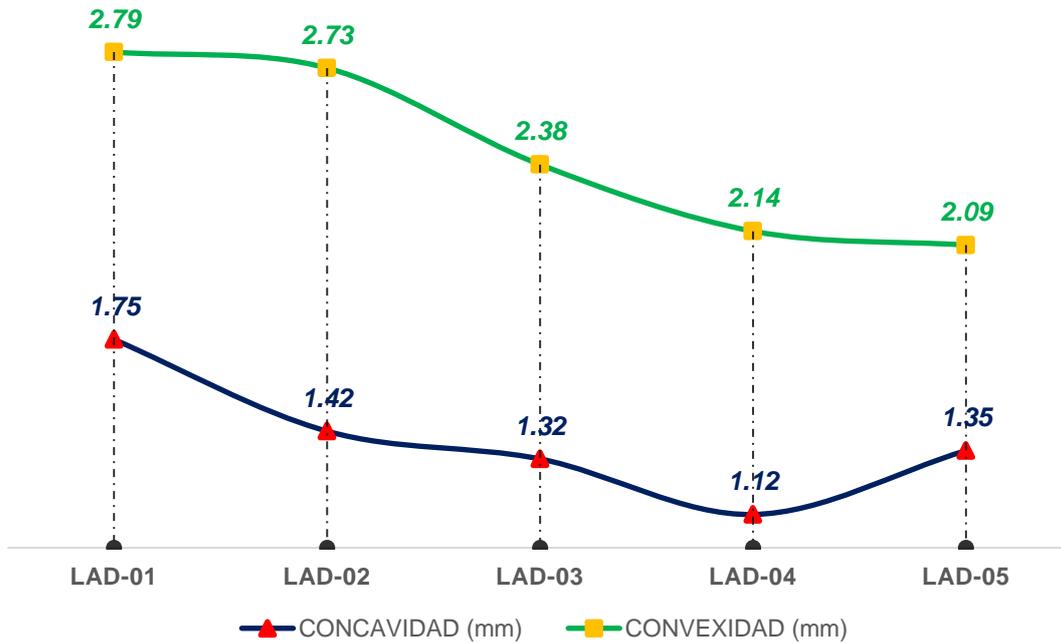
Tabla 23: Alabeo – Ladrillo arcilla + Papel (25%)

UNIDAD	CONCAVIDAD (mm)					CONVEXIDAD (mm)					
	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)	
	E-1	E-2	E-1	E-2		E-1	E-2	E-1	E-2		
LAD-01	1.44	1.18	2.51	1.87	1.75	4.37	2.71	2.41	1.65	2.79	
LAD-02	0.60	1.08	1.99	1.99	1.42	2.31	3.08	2.54	2.98	2.73	
LAD-03	2.16	1.00	0.46	1.65	1.32	3.12	2.68	2.16	1.56	2.38	
LAD-04	0.12	1.18	0.98	2.18	1.12	2.18	2.70	2.00	1.68	2.14	
LAD-05	1.20	1.14	1.14	1.90	1.35	2.56	2.44	1.52	1.84	2.09	
<b>PROMEDIO (mm)</b>					1.39						2.42

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

Acuerdo a la [Tabla 23](#), se realizó el ensayo respectivo del alabeo acuerdo a la Norma ITINTEC 331.017 a 5 unidades de ladrillo de arcilla añadiendo al ladrillo patrón a un 25% de papel. Dando como resultado una concavidad de 1.39 mm y una convexidad de 2.42 mm, cumplido acuerdo con la máxima 10 mm. Donde se clasifico aun ladrillo de Tipo V.

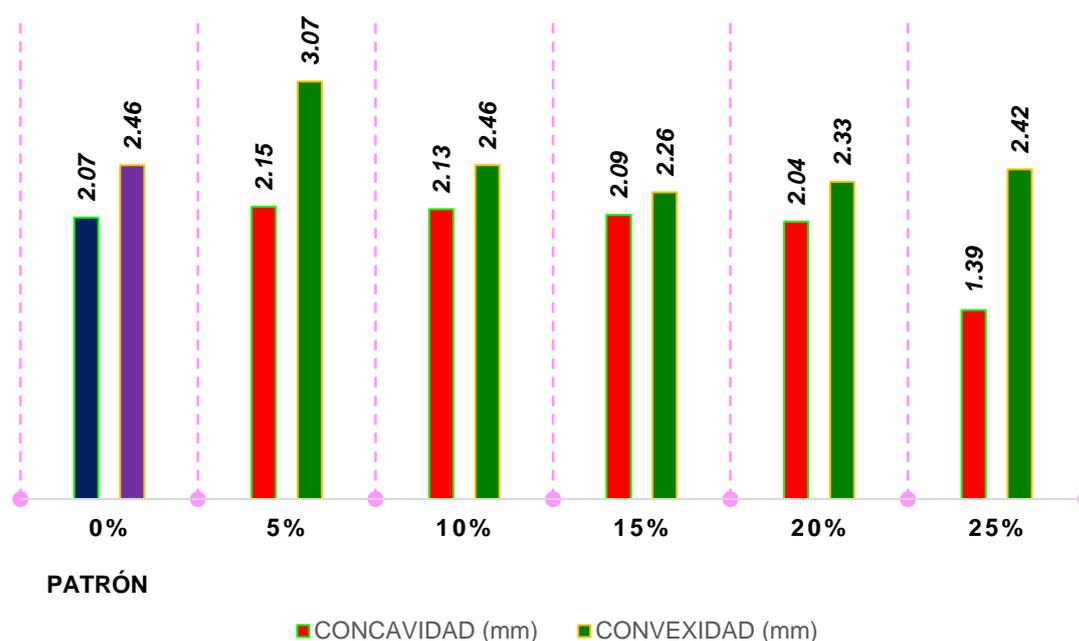
Gráfico 25: Alabeo – Ladrillo arcilla + Papel (25%)



Fuente: Elaboración propia - Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el [Gráfico 25](#), se puede ver que, para la convexidad, valor máximo fue para la unidad LAD-01 con un valor de 2.79 mm y el valor menor fue para el LAD-05 con un valor de 2.09 mm. Mientras que, para la concavidad, el valor máximo fue para la unidad LAD-01 con un valor de 1.75 mm y el valor menor fue para el LAD-04 con un valor de 1.12 mm.

Gráfico 26: Resumen – Alabeo (1° Objetivo específico)



Fuente: Elaboración propia - Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el [Gráfico 26](#) se puede observar que los valores obtenidos con respecto a la concavidad el valor mayor fue para el porcentaje del 5% con un valor de 2.15 mm, y el valor menor fue para el 25% con un valor de 1.39 mm. Por otro lado, para la convexidad el valor mayor fue para el porcentaje del 5% con un valor de 3.07 mm, y el menor valor fue para el 15% con 2.26 mm.

#### 4.3.2.3. Absorción

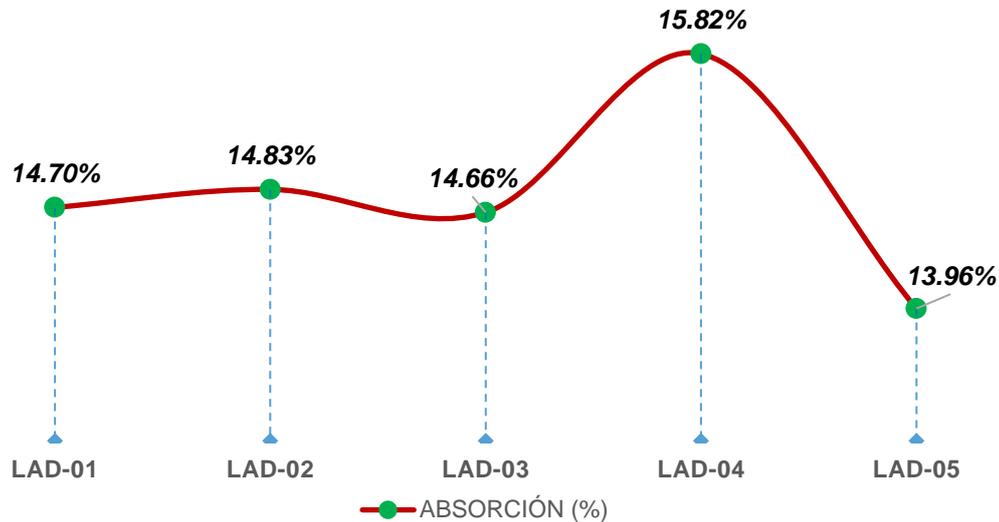
Tabla 24: Absorción – Ladrillo arcilla + Papel (5%)

UNIDAD	MASA SECO (gr)			MASA SATURADO (gr)	ABSORCIÓN (%)
	E-1	E-2	PROMEDIO		
LAD-01	3,885.00	3,885.00	3,885.00	4,456.00	14.70%
LAD-02	3,945.00	3,945.00	3945.00	4,530.00	14.83%
LAD-03	3,799.00	3,799.00	3799.00	4,356.00	14.66%
LAD-04	3,914.00	3,914.00	3914.00	4,533.00	15.82%
LAD-05	4,018.00	4,018.00	4018.00	4,579.00	13.96%
<b>ABSORCIÓN PROMEDIO (%)</b>					<b>14.79%</b>

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

Como se observa en la [Tabla 24](#) se desarrolló el ensayo de absorción del ladrillo con una adición de papel al 5% dando como resultado un valor de 14.79 %, la cual cumple como la norma 331.017, la cual especifica que el valor no debe ser mayor al 22%.

Gráfico 27: Absorción – Ladrillo arcilla + Papel (5%)



Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el [Gráfico 27](#), se puede observar que el valor mayor lo obtuvo la unidad denominada LAD-04 con un valor de 15.82%, por otro lado, el valor menor fue para la unidad denominado LAD-05 con un valor de 13.96%.

Tabla 25: Absorción – Ladrillo arcilla + Papel (10%)

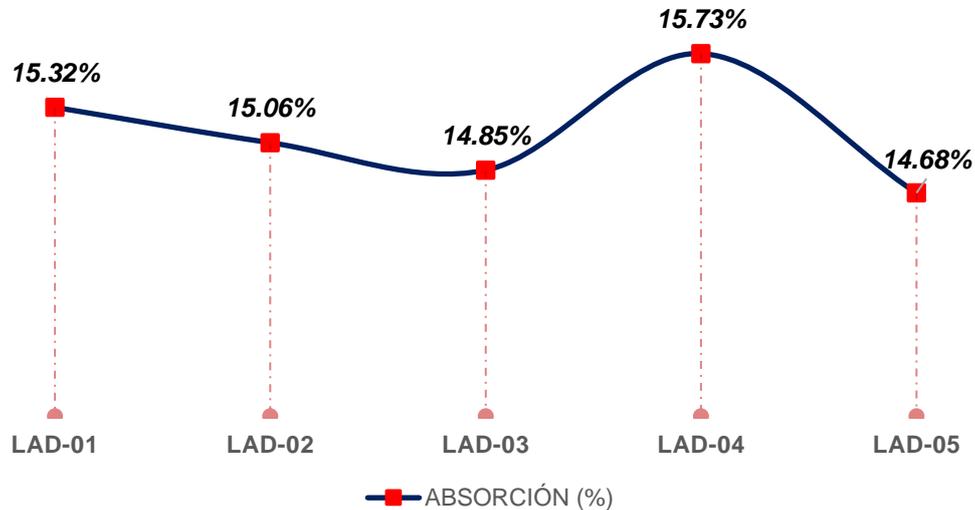
UNIDAD	MASA SECO (gr)			MASA SATURADO (gr)	ABSORCIÓN (%)
	E-1	E-2	PROMEDIO		
LAD-01	3,899.50	3,899.50	3,899.50	4,497.00	15.32%
LAD-02	3,955.00	3,955.00	3955.00	4,550.50	15.06%
LAD-03	3,872.00	3,872.00	3872.00	4,447.00	14.85%
LAD-04	3,936.00	3,936.00	3936.00	4,555.00	15.73%
LAD-05	3,852.50	3,852.50	3852.50	4,418.00	14.68%
<b>ABSORCIÓN PROMEDIO (%)</b>					<b>15.13%</b>

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

Como se observa en la [Tabla 25](#) se desarrolló el ensayo de absorción del ladrillo con una adición de papel al 10% dando como resultado un valor

de 15.13 %, la cual cumple como la norma 331.017, la cual especifica que el valor no debe ser mayor al 22%.

Gráfico 28: Absorción – Ladrillo arcilla + Papel (10%)



Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el [Gráfico 28](#), se puede observar que el valor mayor lo obtuvo la unidad denominada LAD-04 con un valor de 15.73%, por otro lado, el valor menor fue para la unidad denominado LAD-05 con un valor de 14.68%.

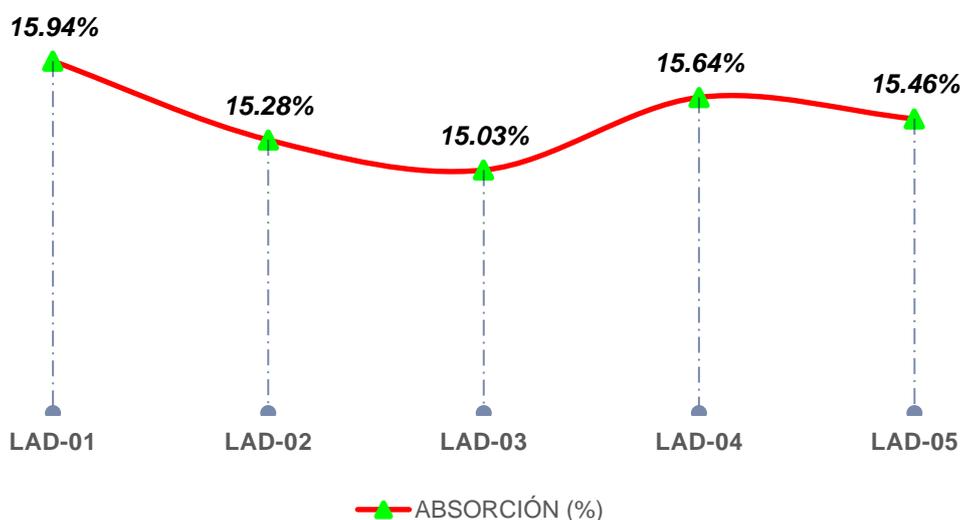
Tabla 26: Absorción – Ladrillo arcilla + Papel (15%)

UNIDAD	MASA SECO (gr)			MASA SATURADO (gr)	ABSORCIÓN (%)
	E-1	E-2	PROMEDIO		
LAD-01	3,914.00	3,914.00	3,914.00	4,538.00	15.94%
LAD-02	3,965.00	3,965.00	3965.00	4,571.00	15.28%
LAD-03	3,945.00	3,945.00	3945.00	4,538.00	15.03%
LAD-04	3,958.00	3,958.00	3958.00	4,577.00	15.64%
LAD-05	3,687.00	3,687.00	3687.00	4,257.00	15.46%
<b>ABSORCIÓN PROMEDIO (%)</b>					<b>15.47%</b>

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

Como se observa en la [Tabla 26](#) se desarrolló el ensayo de absorción del ladrillo con una adición de papel al 15% dando como resultado un valor de 15.47 %, la cual cumple como la norma 331.017, la cual especifica que el valor no debe ser mayor al 22%.

Gráfico 29: Absorción – Ladrillo arcilla + Papel (15%)



Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el [Gráfico 29](#), se puede observar que el valor mayor lo obtuvo la unidad denominada LAD-01 con un valor de 15.94%, por otro lado, el valor menor fue para la unidad denominado LAD-03 con un valor de 15.03%.

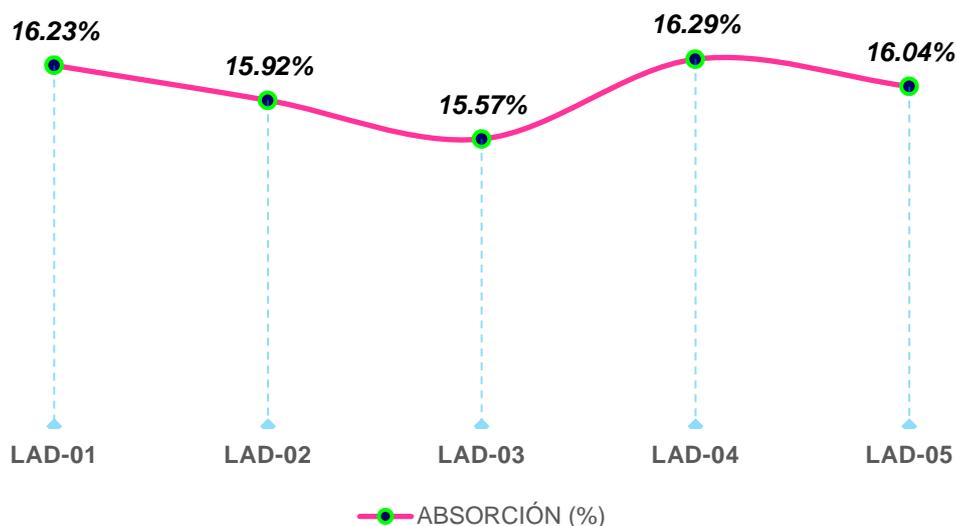
Tabla 27: Absorción – Ladrillo arcilla + Papel (20%)

UNIDAD	MASA SECO (gr)			MASA SATURADO (gr)	ABSORCIÓN (%)
	E-1	E-2	PROMEDIO		
LAD-01	3,968.00	3,968.00	3,968.00	4,612.00	16.23%
LAD-02	3,923.50	3,923.50	3923.50	4,548.00	15.92%
LAD-03	3,917.50	3,917.50	3917.50	4,527.50	15.57%
LAD-04	3,936.00	3,936.00	3936.00	4,577.00	16.29%
LAD-05	3,852.50	3,852.50	3852.50	4,470.50	16.04%
<b>ABSORCIÓN PROMEDIO (%)</b>					<b>16.01%</b>

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

Como se observa en la [Tabla 27](#) se desarrolló el ensayo de absorción del ladrillo con una adición de papel al 20% dando como resultado un valor de 16.01 %, la cual cumple como la norma 331.017, la cual especifica que el valor no debe ser mayor al 22%.

Gráfico 30: Absorción – Ladrillo arcilla + Papel (20%)



Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el Gráfico 30, se puede observar que el valor mayor lo obtuvo la unidad denominada LAD-04 con un valor de 16.29%, por otro lado, el valor menor fue para la unidad denominado LAD-03 con un valor de 15.57%.

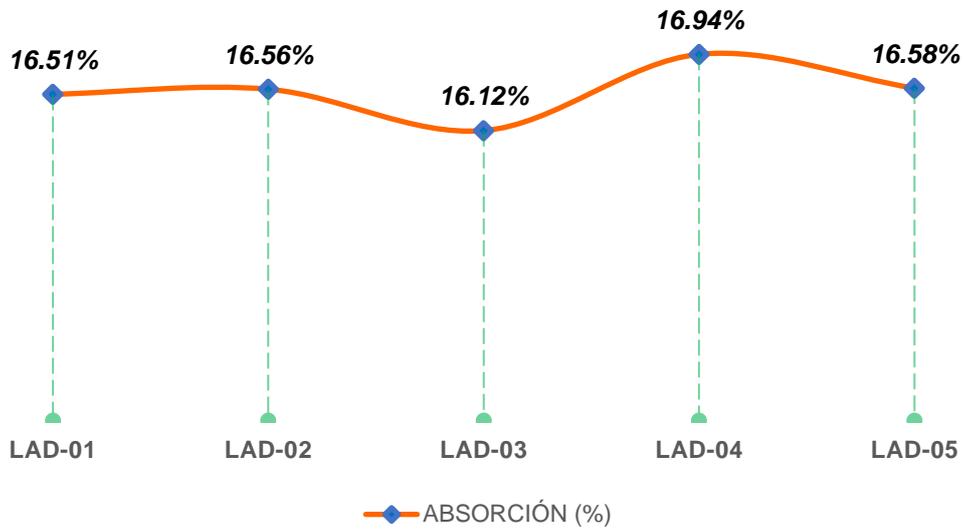
Tabla 28: Absorción – Ladrillo arcilla + Papel (25%)

UNIDAD	MASA SECO (gr)			MASA SATURADO (gr)	ABSORCIÓN (%)
	E-1	E-2	PROMEDIO		
LAD-01	4,022.00	4,022.00	4,022.00	4,686.00	16.51%
LAD-02	3,882.00	3,882.00	3882.00	4,525.00	16.56%
LAD-03	3,890.00	3,890.00	3890.00	4,517.00	16.12%
LAD-04	3,914.00	3,914.00	3914.00	4,577.00	16.94%
LAD-05	4,018.00	4,018.00	4018.00	4,684.00	16.58%
<b>ABSORCIÓN PROMEDIO (%)</b>					<b>16.54%</b>

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

Como se observa en la Tabla 28 se desarrolló el ensayo de absorción del ladrillo con una adición de papel al 25% dando como resultado un valor de 16.54 %, la cual cumple como la norma 331.017, la cual especifica que el valor no debe ser mayor al 22%.

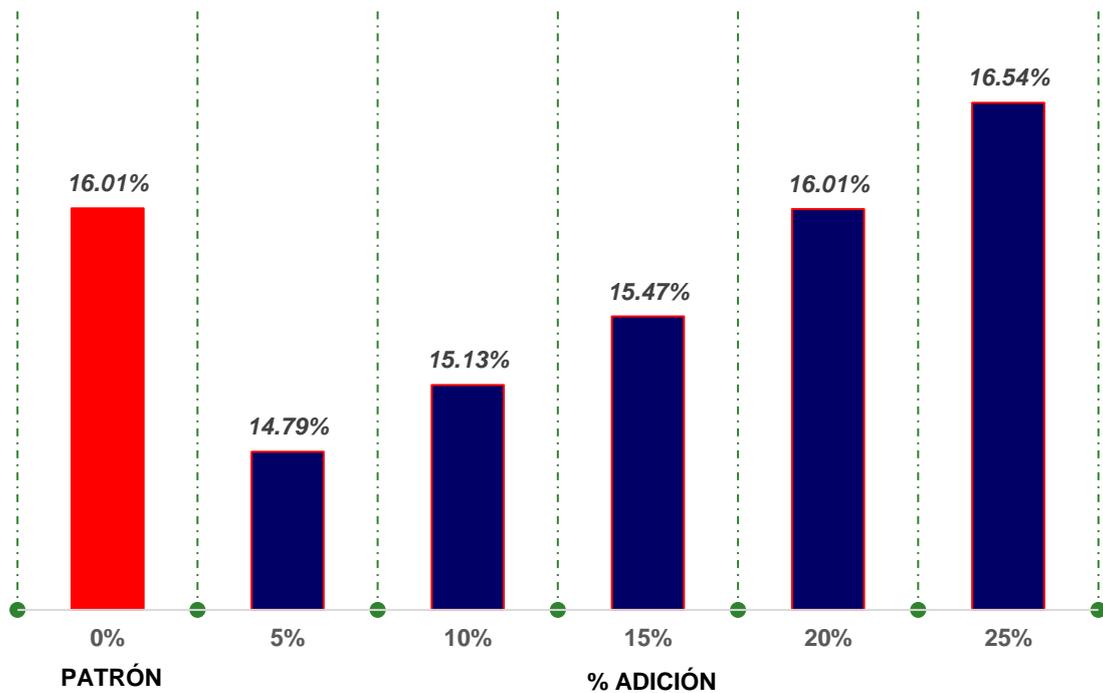
Gráfico 31: Absorción – Ladrillo arcilla + Papel (25%)



Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el [Gráfico 31](#), se puede observar que el valor mayor lo obtuvo la unidad denominada LAD-04 con un valor de 16.94%, por otro lado, el valor menor fue para la unidad denominado LAD-03 con un valor de 16.12%.

Gráfico 32: Resumen – Absorción (1° Objetivo específico)



Fuente: Elaboración propia – Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el [Gráfico 32](#), se observa que en los diferentes porcentajes de adición cumplen con lo establecido según la 331.017, en la cual, menciona que no debe exceder al 22%. Por otro lado, se puede apreciar que para una adición del 20% el valor se asemeja al del patrón, la cual, influye en el porcentaje de absorción. Asimismo, el valor mayor para las adiciones es para el 25% con un valor de 16.54% y el valor menor es para el 5% de 14.79%.

**4.4. Segundo objetivo específico: Determinar la influencia del porcentaje ideal del aditivo impermeabilizante que mejora las propiedades mecánicas y físicas del ladrillo de arcilla para edificaciones de la ciudad de Huaraz.**

**4.4.1. Propiedad mecánica**

**4.4.1.1. Resistencia a la compresión**

Tabla 29: Resistencia a la compresión – Ladrillo arcilla + Aditivo (5%)

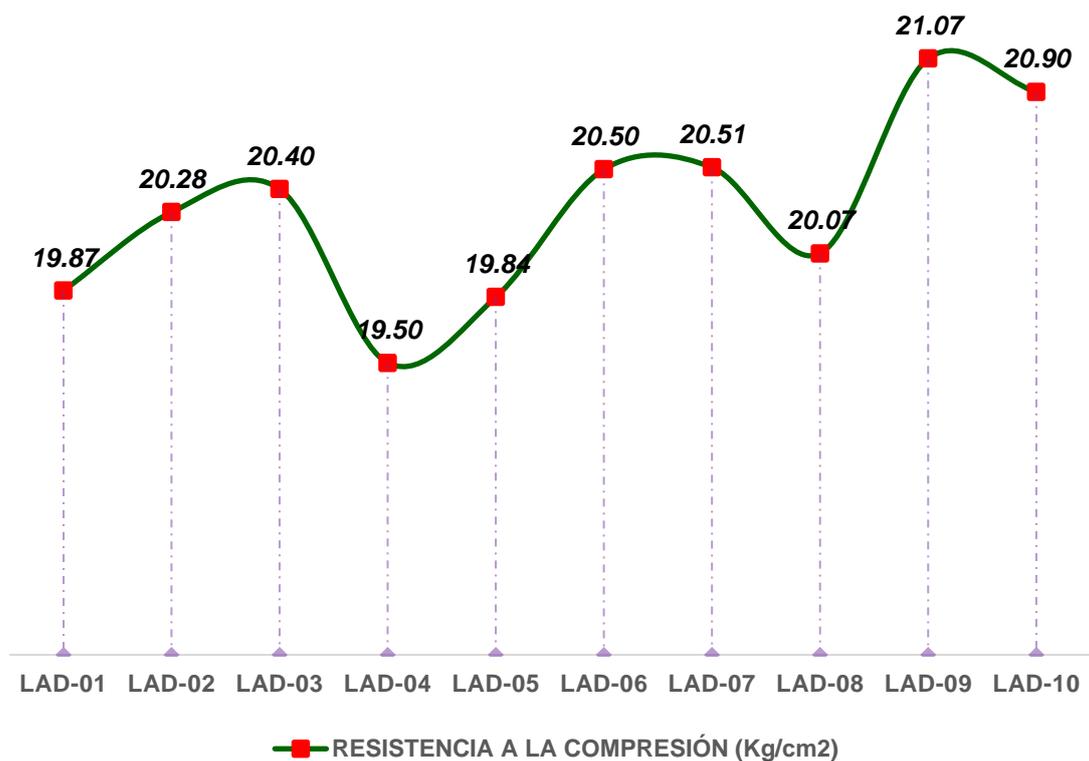
UNIDAD	LARGO PROM. (cm)	ANCHO PROM. (cm)	ALTO PROM. (cm)	AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (Kgf)	RESISTENCIA $f_b$	
						(kg/cm <sup>2</sup> )	(MPa)
LAD-01	23.75	13.80	7.85	327.75	6514.0	19.87	1.95
LAD-02	23.80	13.65	7.75	324.87	6588.0	20.28	1.99
LAD-03	23.70	13.75	7.70	325.88	6647.0	20.40	2.00
LAD-04	23.80	13.70	7.55	326.06	6359.0	19.50	1.91
LAD-05	23.70	13.65	7.65	323.51	6419.0	19.84	1.95
LAD-06	23.60	13.70	7.80	323.32	6628.0	20.50	2.01
LAD-07	23.72	13.75	7.80	326.15	6689.0	20.51	2.01
LAD-08	23.80	13.65	7.80	324.87	6519.0	20.07	1.97
LAD-09	23.80	13.75	7.60	327.25	6895.0	21.07	2.07
LAD-10	23.80	13.65	7.70	324.87	6789.0	20.90	2.05
<b>RESUMEN DE RESULTADOS</b>							
DESCRIP.	RESISTENCIA PROM. $f_b$		DESVIACIÓN ESTÁNDAR ( $\sigma$ )		RESISTENCIA CARACTERÍSTICAS A LA COMPRESIÓN ( $f'_b$ )		
	(kg/cm <sup>2</sup> )	MPa	(kg/cm <sup>2</sup> )	Mpa	$f'_b = f_b - \sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$f'_b = f_b - \sigma$ (MPa)	
<b>UND. ARCILLA MACIZO + 5% ADITIVO</b>	20.29	1.99	0.49	0.05	19.80	1.90	

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

Acuerdo a la norma RNE E. 0.70 se realizó el ensayo a la compresión, la cual, los resultados se muestran en la [Tabla 29](#). Siendo estos resultados para una adición del 5% del aditivo impermeabilizante y se realizó con 10 muestras para ello, la resistencia a la compresión promedio fue de 20.29 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la resistencia característica a la compresión ( $f'_b$ )

tuvo un valor de  $19.80 \text{ kg/cm}^2$ , siendo clasificado según la norma E. 0.70. como un ladrillo de tipo I.

Gráfico 33: Resistencia a la compresión – Ladrillo arcilla + Aditivo (5%)



Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

Según el [Gráfico 33](#), la muestra LAD-09 obtuvo una mayor resistencia a la compresión con  $21.07 \text{ kg/cm}^2$ , por otro lado, la muestra LAD-04 obtuvo una menor resistencia con un valor de  $19.50 \text{ kg/cm}^2$ .

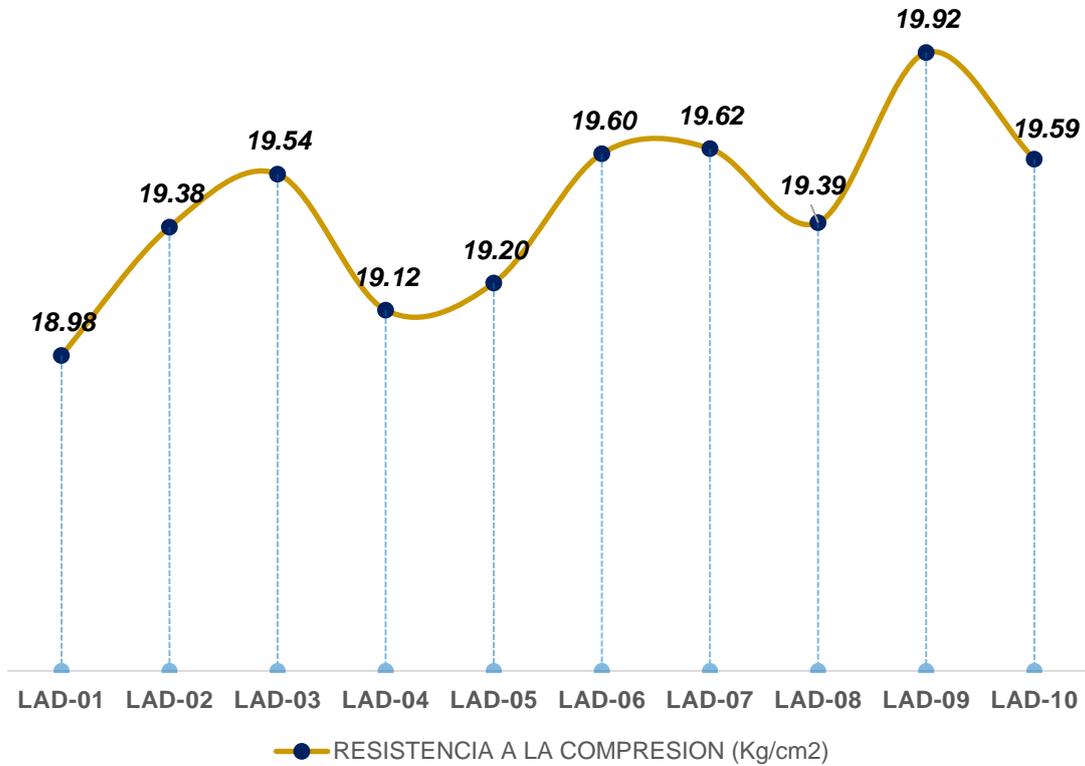
Tabla 30: Resistencia a la compresión – Ladrillo arcilla + Aditivo (10%)

UNIDAD	LARGO PROM. (cm)	ANCHO PROM. (cm)	ALTO PROM. (cm)	AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (Kgf)	RESISTENCIA $f_b$	
						(kg/cm <sup>2</sup> )	(MPa)
LAD-01	23.75	13.80	7.85	327.75	6220.0	18.98	1.86
LAD-02	23.80	13.65	7.75	324.87	6294.5	19.38	1.90
LAD-03	23.70	13.75	7.7	325.88	6367.5	19.54	1.92
LAD-04	23.80	13.70	7.55	326.06	6233.5	19.12	1.87
LAD-05	23.70	13.65	7.65	323.51	6212.0	19.20	1.88
LAD-06	23.60	13.70	7.8	323.32	6338.0	19.60	1.92
LAD-07	23.72	13.75	7.8	326.15	6398.5	19.62	1.92
LAD-08	23.80	13.65	7.8	324.87	6299.0	19.39	1.90
LAD-09	23.80	13.75	7.6	327.25	6517.5	19.92	1.95
LAD-10	23.80	13.65	7.7	324.87	6363.0	19.59	1.92
<b>RESUMEN DE RESULTADOS</b>							
DESCRIP.	RESISTENCIA PROM. $f_b$		DESVIACIÓN ESTÁNDAR ( $\sigma$ )		RESISTENCIA CARACTERÍSTICAS A LA COMPRESIÓN ( $f'_b$ )		
	(kg/cm <sup>2</sup> )	MPa	(kg/cm <sup>2</sup> )	Mpa	$f'_b = f_b - \sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$f'_b = f_b - \sigma$ (MPa)	
<b>UND. ARCILLA MACIZO + 10% ADITIVO</b>	19.43	1.91	0.27	0.02	19.20	1.90	

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

Acuerdo a la norma RNE E. 0.70 se realizó los ensayos de la compresión, obteniendo resultados que se muestran en la [Tabla 30](#). Se obtuvo los resultados para una adicción del 10% de aditivo impermeabilizante, con respecto a la arcilla, la cual, se realizó el ensayo con 10 muestras, obteniendo la resistencia promedio de 19.43 kg/cm<sup>2</sup>, por otro lado, la resistencia característica a la compresión ( $f'_b$ ) con un valor de 19.20 kg/cm<sup>2</sup>, siendo así, clasificado según la norma E. 0.70. como un ladrillo de tipo I, cada vez que se va adicionando un 5% de aditivo la resistencia disminuye.

Gráfico 34: Resistencia a la compresión – Ladrillo arcilla + Aditivo (10%)



Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

Según el [Gráfico 34](#), la muestra LAD-09 obtuvo una mayor resistencia a la compresión con  $19.92 \text{ kg/cm}^2$ , por otro lado, la muestra LAD-01 obtuvo una menor resistencia con un valor de  $18.98 \text{ kg/cm}^2$ .

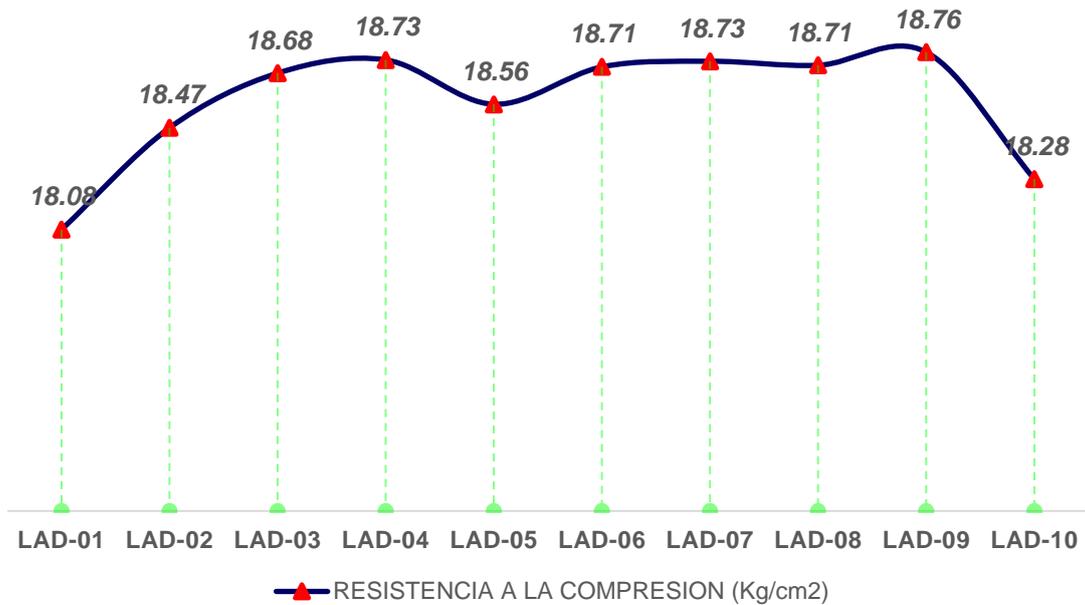
Tabla 31: Resistencia a la compresión – Ladrillo arcilla + Aditivo (15%)

UNIDAD	LARGO PROM. (cm)	ANCHO PROM. (cm)	ALTO PROM. (cm)	AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (Kgf)	RESISTENCIA $f_b$	
						(kg/cm <sup>2</sup> )	(MPa)
LAD-01	23.75	13.80	7.85	327.75	5926.0	18.08	1.77
LAD-02	23.80	13.65	7.75	324.87	6001.0	18.47	1.81
LAD-03	23.70	13.75	7.70	325.88	6088.0	18.68	1.83
LAD-04	23.80	13.70	7.55	326.06	6108.0	18.73	1.84
LAD-05	23.70	13.65	7.65	323.51	6005.0	18.56	1.82
LAD-06	23.60	13.70	7.80	323.32	6048.0	18.71	1.83
LAD-07	23.72	13.75	7.80	326.15	6108.0	18.73	1.84
LAD-08	23.80	13.65	7.80	324.87	6079.0	18.71	1.84
LAD-09	23.80	13.75	7.60	327.25	6140.0	18.76	1.84
LAD-10	23.80	13.65	7.70	324.87	5937.0	18.28	1.79
<b>RESUMEN DE RESULTADOS</b>							
DESCRIP.	RESISTENCIA PROM. $f_b$		DESVIACIÓN ESTÁNDAR ( $\sigma$ )		RESISTENCIA CARACTERÍSTICAS A LA COMPRESIÓN ( $f'_b$ )		
	(kg/cm <sup>2</sup> )	MPa	(kg/cm <sup>2</sup> )	Mpa	$f'_b = f_b - \sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$f'_b = f_b - \sigma$ (MPa)	
<b>UND. ARCILLA MACIZO + 15% ADITIVO</b>	18.57	1.82	0.23	0.02	18.30	1.80	

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

Acuerdo a la norma RNE E. 0.70 se realizó los ensayos de la compresión, obteniendo resultados que se muestran en la [Tabla 31](#). Se obtuvo los resultados para una adicción del 15% de aditivo impermeabilizante, con respecto a la arcilla, la cual, se realizó el ensayo con 10 muestras, obteniendo la resistencia promedio de 18.57 kg/cm<sup>2</sup>, por otro lado, la resistencia característica a la compresión ( $f'_b$ ) tuvo un valor de 18.30 kg/cm<sup>2</sup>, siendo así, clasificado según la norma E. 0.70. como un ladrillo de tipo I, cada vez que se va adicionando un 5% de aditivo la resistencia disminuye.

Gráfico 35: Resistencia a la compresión – Ladrillo arcilla + Aditivo (15%)



Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

Según el [Gráfico 35](#), la muestra LAD-09 obtuvo una mayor resistencia a la compresión con  $18.76 \text{ kg/cm}^2$ , por otro lado, la muestra LAD-01 obtuvo una menor resistencia con un valor de  $18.08 \text{ kg/cm}^2$ .

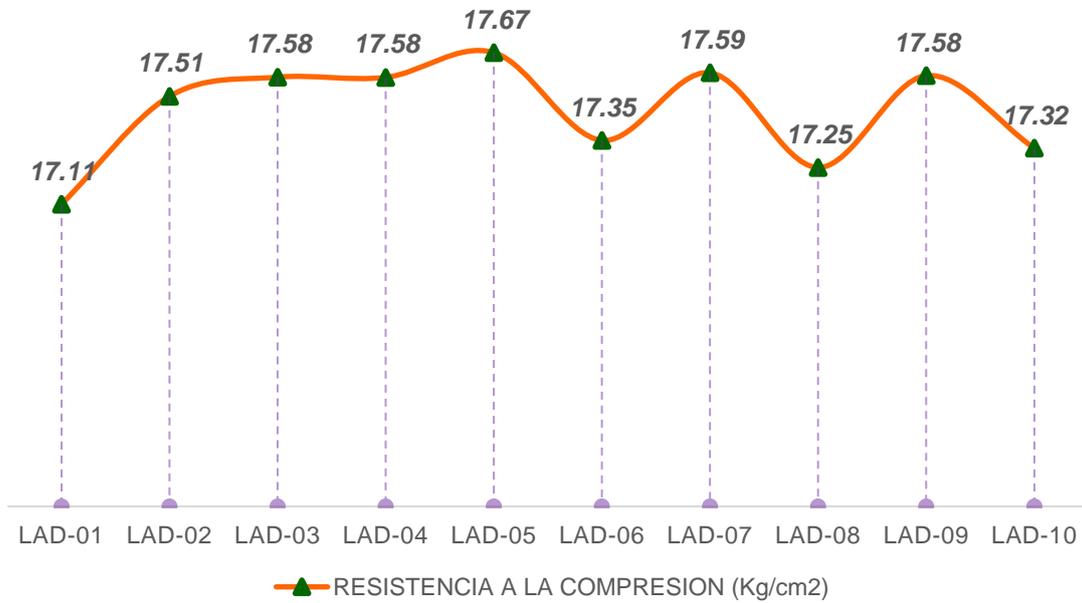
Tabla 32: Resistencia a la compresión – Ladrillo arcilla + Aditivo (20%)

UNIDAD	LARGO PROM. (cm)	ANCHO PROM. (cm)	ALTO PROM. (cm)	AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (Kgf)	RESISTENCIA $f_b$	
						(kg/cm <sup>2</sup> )	(MPa)
LAD-01	23.75	13.80	7.85	327.75	5608.0	17.11	1.68
LAD-02	23.80	13.65	7.75	324.87	5687.5	17.51	1.72
LAD-03	23.70	13.75	7.7	325.88	5728.0	17.58	1.72
LAD-04	23.80	13.70	7.55	326.06	5731.0	17.58	1.72
LAD-05	23.70	13.65	7.65	323.51	5715.5	17.67	1.73
LAD-06	23.60	13.70	7.8	323.32	5608.0	17.35	1.70
LAD-07	23.72	13.75	7.8	326.15	5738.0	17.59	1.73
LAD-08	23.80	13.65	7.8	324.87	5602.5	17.25	1.69
LAD-09	23.80	13.75	7.6	327.25	5754.0	17.58	1.72
LAD-10	23.80	13.65	7.7	324.87	5625.5	17.32	1.70
<b>RESUMEN DE RESULTADOS</b>							
DESCRIP.	RESISTENCIA PROM. $f_b$		DESVIACIÓN ESTÁNDAR ( $\sigma$ )		RESISTENCIA CARACTERÍSTICAS A LA COMPRESIÓN ( $f'_b$ )		
	(kg/cm <sup>2</sup> )	MPa	(kg/cm <sup>2</sup> )	Mpa	$f'_b = f_b - \sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$f'_b = f_b - \sigma$ (MPa)	
<b>UND. ARCILLA MACIZO + 20% ADITIVO</b>	17.45	1.71	0.19	0.01	17.30	1.70	

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

Acuerdo a la norma RNE E. 0.70 se realizó los ensayos de la compresión, obteniendo resultados que se muestran en la [Tabla 32](#). Se obtuvo los resultados para una adicción del 20% de aditivo impermeabilizante, con respecto a la arcilla, la cual, se realizó el ensayo con 10 muestras, obteniendo la resistencia promedio de 17.45 kg/cm<sup>2</sup>, por otro lado, la resistencia característica a la compresión ( $f'_b$ ) tuvo un valor de 17.30 kg/cm<sup>2</sup>, siendo así, clasificado según la norma E. 0.70. como un ladrillo de tipo I, cada vez que se va adicionando un 5% de aditivo la resistencia disminuye.

Gráfico 36: Resistencia a la compresión – Ladrillo arcilla + Aditivo (20%)



Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

Según el [Gráfico 36](#), la muestra LAD-05 obtuvo una mayor resistencia a la compresión con  $17.67 \text{ kg/cm}^2$ , por otro lado, la muestra LAD-01 obtuvo una menor resistencia con un valor de  $17.11 \text{ kg/cm}^2$ .

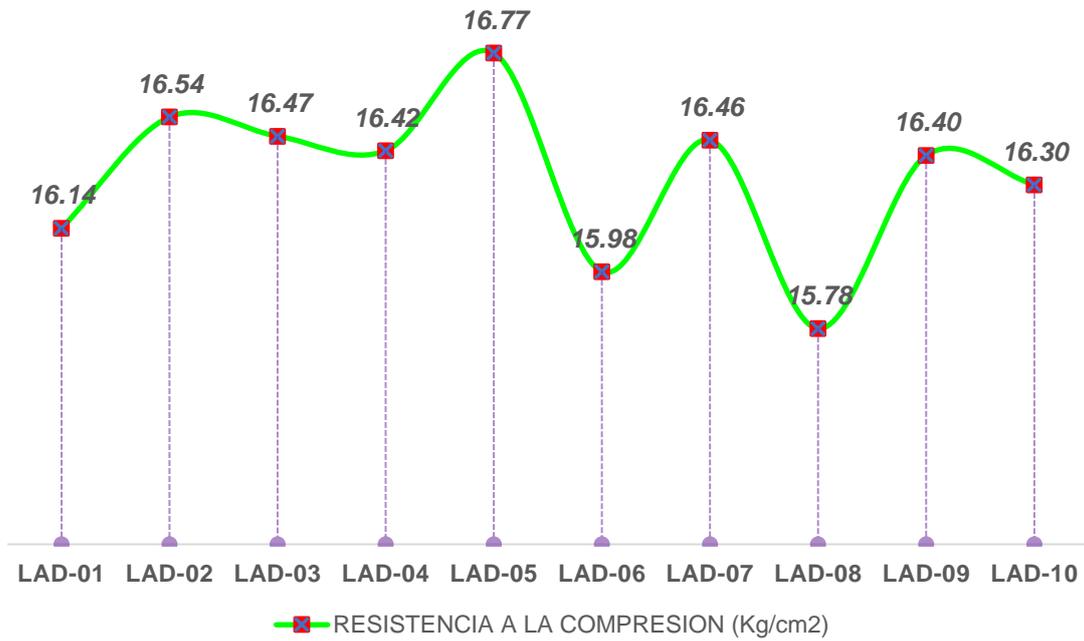
Tabla 33: Resistencia a la compresión – Ladrillo arcilla + Aditivo (25%)

UNIDAD	LARGO PROM. (cm)	ANCHO PROM. (cm)	ALTO PROM. (cm)	AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (Kgf)	RESISTENCIA $f_b$	
						(kg/cm <sup>2</sup> )	(MPa)
LAD-01	23.75	13.80	7.85	327.75	5290.0	16.14	1.58
LAD-02	23.80	13.65	7.75	324.87	5374.0	16.54	1.62
LAD-03	23.70	13.75	7.7	325.88	5368.0	16.47	1.62
LAD-04	23.80	13.70	7.55	326.06	5354.0	16.42	1.61
LAD-05	23.70	13.65	7.65	323.51	5426.0	16.77	1.64
LAD-06	23.60	13.70	7.8	323.32	5168.0	15.98	1.57
LAD-07	23.72	13.75	7.8	326.15	5368.0	16.46	1.61
LAD-08	23.80	13.65	7.8	324.87	5126.0	15.78	1.55
LAD-09	23.80	13.75	7.6	327.25	5368.0	16.40	1.61
LAD-10	23.80	13.70	7.7	326.06	5314.0	16.30	1.60
<b>RESUMEN DE RESULTADOS</b>							
DESCRIP.	RESISTENCIA PROM. $f_b$		DESVIACIÓN ESTÁNDAR ( $\sigma$ )		RESISTENCIA CARACTERÍSTICAS A LA COMPRESIÓN ( $f'_b$ )		
	(kg/cm <sup>2</sup> )	MPa	(kg/cm <sup>2</sup> )	Mpa	$f'_b = f_b - \sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$f'_b = f_b - \sigma$ (MPa)	
<b>UND. ARCILLA MACIZO + 25% ADITIVO</b>	16.33	1.60	0.29	0.03	16.00	1.60	

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

Acuerdo a la norma RNE E. 0.70 se realizó los ensayos de la compresión, obteniendo resultados que se muestran en la [Tabla 33](#). Se obtuvo los resultados para una adicción del 25% de aditivo impermeabilizante, con respecto a la arcilla, la cual, se realizó el ensayo con 10 muestras, obteniendo la resistencia promedio de 16.33 kg/cm<sup>2</sup>, por otro lado, la resistencia característica a la compresión ( $f'_b$ ) tuvo un valor de 16.00 kg/cm<sup>2</sup>, siendo así, clasificado según la norma E. 0.70. como un ladrillo de tipo I, cada vez que se va adicionando un 5% de aditivo la resistencia disminuye.

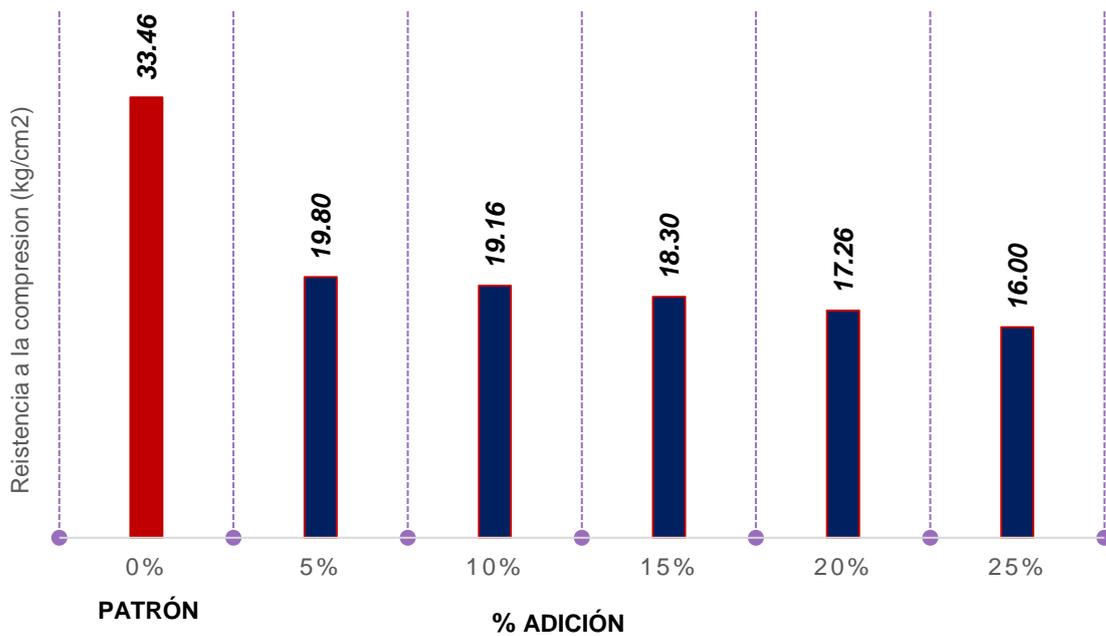
Gráfico 37: Resistencia a la compresión – Ladrillo arcilla + Aditivo (25%)



Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

Según el Gráfico 37, la muestra LAD-05 obtuvo una mayor resistencia a la compresión con  $17.67 \text{ kg/cm}^2$ , por otro lado, la muestra LAD-01 obtuvo una menor resistencia con un valor de  $17.11 \text{ kg/cm}^2$ .

Gráfico 38: Resumen – Resistencia a la compresión (2° Objetivo específico)



Fuente: Elaboración propia – Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

De acuerdo con el [Gráfico 38](#), del cuadro estadístico del resumen, se puede observar que el ladrillo patrón tiene una mayor resistencia de  $33.46 \text{ kg/cm}^2$ , para lo cual se realizó las pruebas de resistencia de la compresión adicionando el ladrillo de arcilla más el aditivo impermeabilizante en las proporciones (5%,10%,15%, 20% y 25%), donde lo cual, el 5% de aditivo tiene una mejor resistencia de compresión de  $19.80 \text{ kg/cm}^2$  y mientras que al llegar a un 25 % de aditivo tiene una menor resistencia de compresión de  $16.00 \text{ kg/cm}^2$ , que no es favorable para un muros portantes.

#### 4.4.2. Propiedad física

##### 4.4.2.1. Variación dimensional

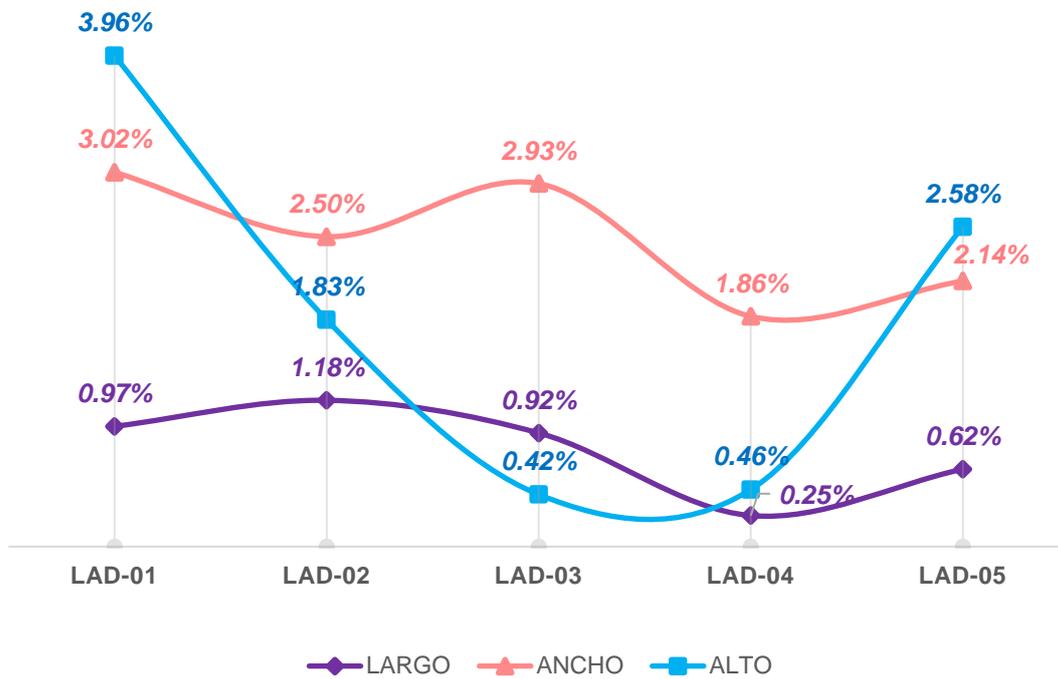
Tabla 34: Variación dimensional – Ladrillo arcilla + Aditivo (5%)

UNIDAD	LARGO			ANCHO			ALTO		
	PROM. (cm)	FCA. (cm)	VARI. (%)	PROM. (cm)	FCA. (cm)	VARI. (%)	PROM. (cm)	FCA. (cm)	VARI. (%)
LAD-01	24.23	24.00	0.97	13.58	14.00	3.02	7.68	8.00	3.96
LAD-02	23.72		1.18	13.65		2.50	7.85		1.83
LAD-03	23.78		0.92	13.59		2.93	7.97		0.42
LAD-04	24.06		0.25	13.74		1.86	7.96		0.46
LAD-05	23.85		0.62	13.7		2.14	7.79		2.58
<b>PROMEDIO (%)</b>			0.79		2.49		1.95		

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

De acuerdo con la [Tabla 34](#) y los datos obtenidos en el laboratorio ha demostrado que el ensayo de variación dimensional de ladrillo de arcilla adicionando con el 5% aditivo impermeabilizante dio como resultado un largo de 0.79 %, un ancho de 2.49 % y un alto de 1.95 %. Siendo clasificado como un ladrillo de tipo IV, según la norma E.070.

Gráfico 39: Variación dimensional – Ladrillo arcilla + Aditivo (5%)



Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el Gráfico 39 se puede observar, que el valor mayor para este ensayo se obtuvo para la unidad LAD-01 con valor de 3.96% de alto, para el ancho LAD-01 con un valor de 3.02% y para el largo el LAD-02 de 1.18% respectivamente. El valor menor se obtuvo para el LAD-04 con un valor de 0.25% para el largo, para el ancho el LAD-04 un valor de 1.86% y para el alto el LAD-03 con un valor de 0.42%.

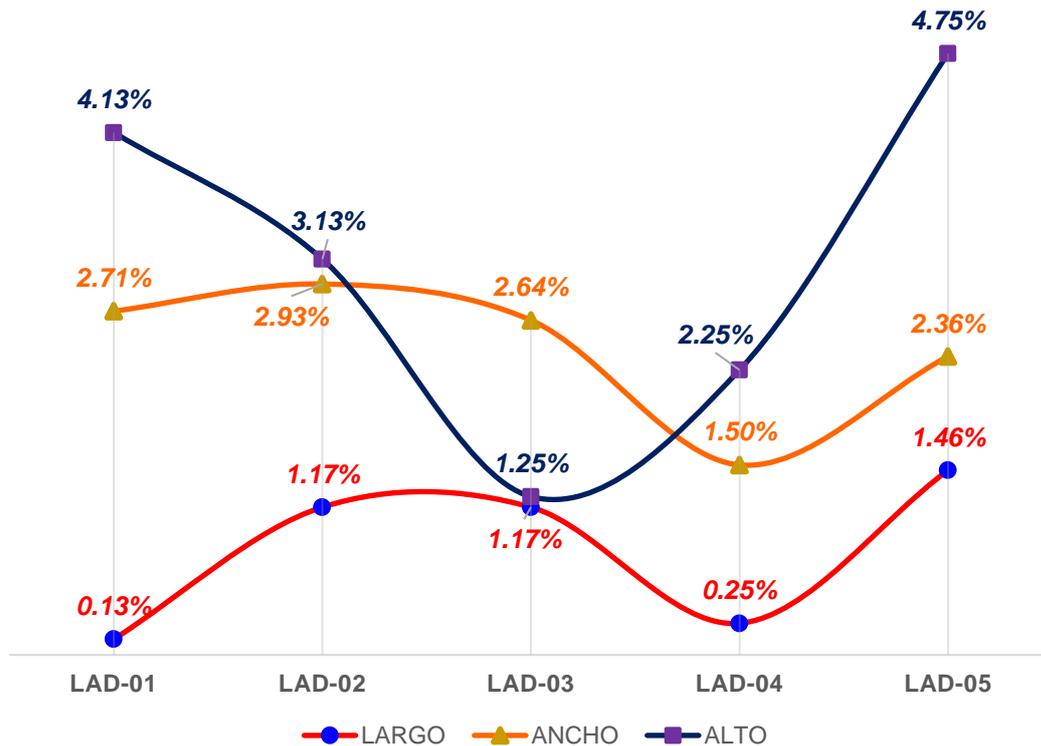
Tabla 35 :Variación dimensional – Ladrillo arcilla + Aditivo (10%)

UNIDAD	LARGO			ANCHO			ALTO		
	PROM. (cm)	FCA. (cm)	VARI. (%)	PROM. (cm)	FCA. (cm)	VARI. (%)	PROM. (cm)	FCA. (cm)	VARI. (%)
LAD-01	23.97	24.00	0.13	13.62	14.00	2.71	7.67	8.00	4.13
LAD-02	23.72		1.17	13.59		2.93	7.75		3.13
LAD-03	23.72		1.17	13.63		2.64	7.90		1.25
LAD-04	24.06		0.25	13.79		1.50	7.82		2.25
LAD-05	23.65		1.46	13.67		2.36	7.62		4.75
<b>PROMEDIO (%)</b>			0.83		2.43		3.10		

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

De acuerdo con la [Tabla 35](#) y los datos obtenidos en el laboratorio ha demostrado que el ensayo de variación dimensional de ladrillo de arcilla adicionando con el 10% aditivo impermeabilizante dio como resultado un largo de 0.83 %, un ancho de 2.43 % y un alto de 3.10 %. Siendo clasificado como un ladrillo de tipo IV, según la norma E.070.

Gráfico 40: Variación dimensional – Ladrillo arcilla + Aditivo (10%)



Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el [Gráfico 40](#) se puede observar, que el valor mayor para este ensayo se obtuvo para la unidad LAD-05 con valor de 4.75% de alto, para el ancho LAD-01 con un valor de 2.71% y para el largo el LAD-05 de 1.46% respectivamente. El valor menor se obtuvo para el LAD-01 con un valor de 0.13% para el largo, para el ancho el LAD-04 un valor de 1.50% y para el alto el LAD-03 con un valor de 1.25%.

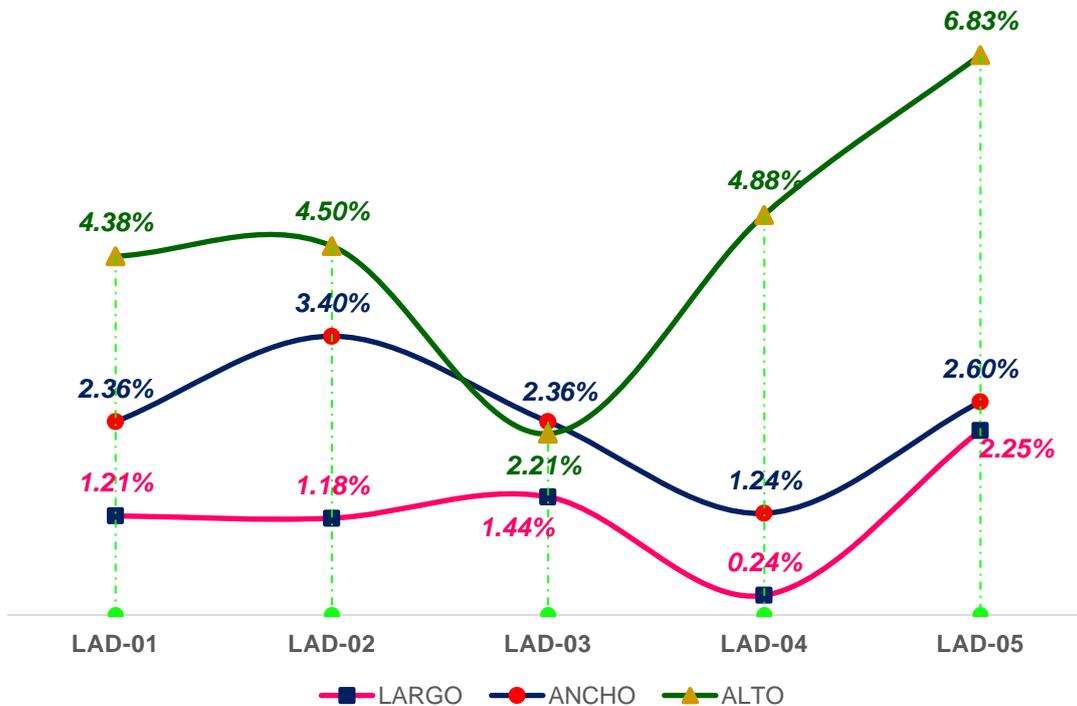
Tabla 36: Variación dimensional – Ladrillo arcilla + Aditivo (15%)

UNIDAD	LARGO			ANCHO			ALTO		
	PROM. (cm)	FCA. (cm)	VARI. (%)	PROM. (cm)	FCA. (cm)	VARI. (%)	PROM. (cm)	FCA. (cm)	VARI. (%)
LAD-01	23.71	24.00	1.21	13.67	14.00	2.36	7.65	8.00	4.38
LAD-02	23.72		1.18	13.52		3.40	7.64		4.50
LAD-03	23.65		1.44	13.67		2.36	7.82		2.21
LAD-04	24.06		0.24	13.83		1.24	7.68		4.88
LAD-05	23.46		2.25	13.64		2.60	7.45		6.83
<b>PROMEDIO (%)</b>			1.26		2.39			4.56	

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

De acuerdo con la [Tabla 36](#) y los datos obtenidos en el laboratorio ha demostrado que el ensayo de variación dimensional de ladrillo de arcilla adicionando con el 15% aditivo impermeabilizante dio como resultado un largo de 1.26 %, un ancho de 2.39 % y un alto de 4.56 %. Siendo clasificado como un ladrillo de tipo IV, según la norma E.070.

Gráfico 41: Variación dimensional – Ladrillo arcilla + Aditivo (15%)



Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el [Gráfico 41](#) se puede observar, que el valor mayor para este ensayo se obtuvo para la unidad LAD-05 con valor de 6.83% de alto, para el ancho LAD-02 con un valor de 3.40% y para el largo el LAD-05 de 2.25% respectivamente. El valor menor se obtuvo para el LAD-04 con un valor de 0.24% para el largo, para el ancho el LAD-04 un valor de 1.24% y para el alto el LAD-03 con un valor de 2.21%.

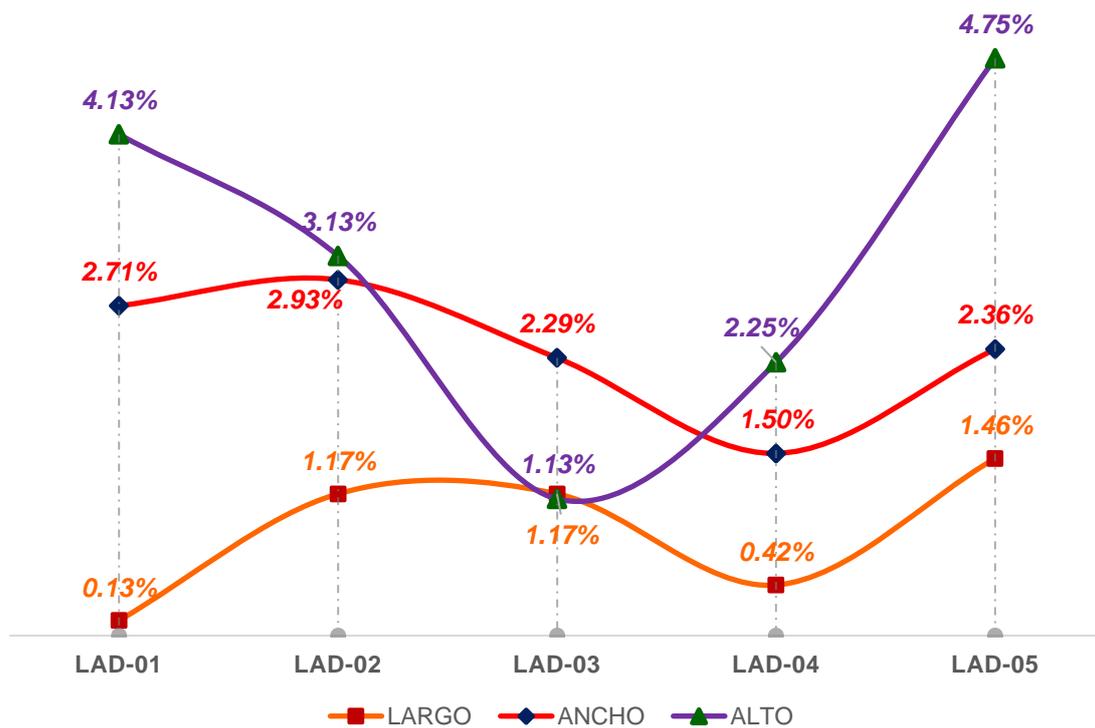
*Tabla 37: Variación dimensional – Ladrillo arcilla + Aditivo (20%)*

UNIDAD	LARGO			ANCHO			ALTO			
	PROM. (cm)	FCA. (cm)	VARI. (%)	PROM. (cm)	FCA. (cm)	VARI. (%)	PROM. (cm)	FCA. (cm)	VARI. (%)	
LAD-01	23.97	24.00	0.13	13.62	14.00	2.71	7.67	8.00	4.13	
LAD-02	23.72		1.17	13.59		2.93	7.75		3.13	
LAD-03	23.72		1.17	13.68		2.29	7.91		1.13	
LAD-04	24.1		0.42	13.79		1.50	7.82		2.25	
LAD-05	23.65		1.46	13.67		2.36	7.62		4.75	
<b>PROMEDIO (%)</b>			0.87				2.36			

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

De acuerdo con la [Tabla 37](#) y los datos obtenidos en el laboratorio ha demostrado que el ensayo de variación dimensional de ladrillo de arcilla adicionando con el 20% aditivo impermeabilizante dio como resultado un largo de 0.87 %, un ancho de 2.36 % y un alto de 3.08 %. Siendo clasificado como un ladrillo de tipo IV, según la norma E.070.

Gráfico 42: Variación dimensional – Ladrillo arcilla + Aditivo (20%)



Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el Gráfico 42 se puede observar, que el valor mayor para este ensayo se obtuvo para la unidad LAD-05 con valor de 4.75% de alto, para el ancho LAD-02 con un valor de 2.93% y para el largo el LAD-05 de 1.46% respectivamente. El valor menor se obtuvo para el LAD-01 con un valor de 0.13% para el largo, para el ancho el LAD-04 un valor de 1.50% y para el alto el LAD-03 con un valor de 1.13%.

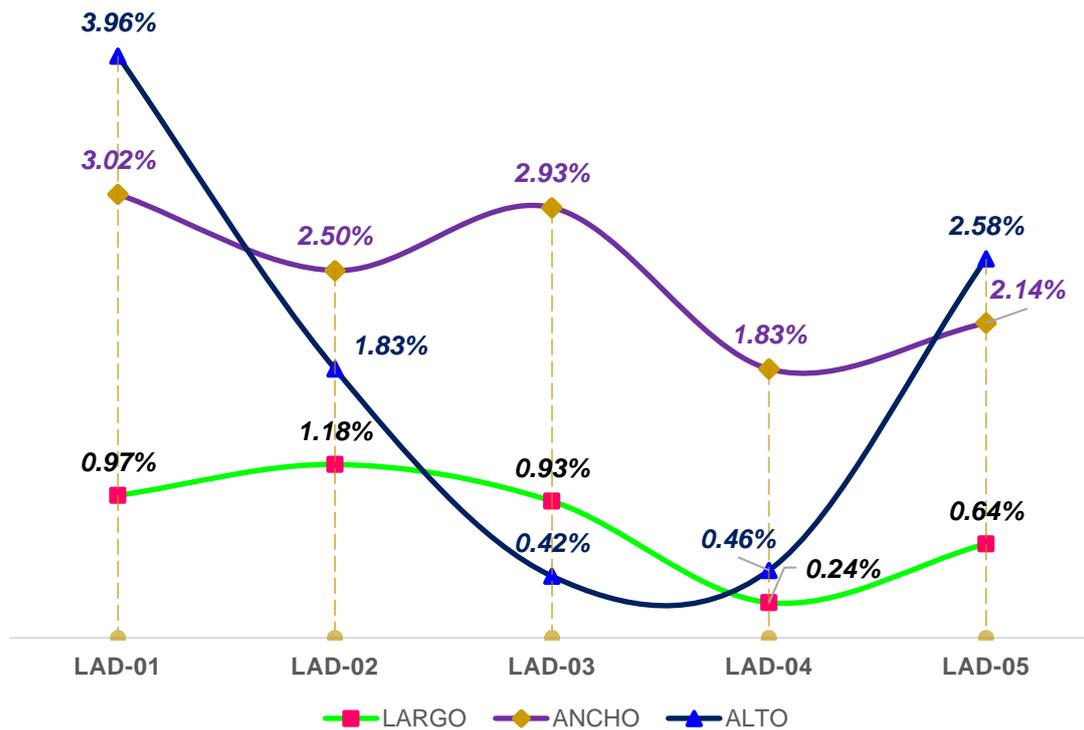
Tabla 38: Variación dimensional – Ladrillo arcilla + Aditivo (25%)

UNIDAD	LARGO			ANCHO			ALTO		
	PROM. (cm)	FCA. (cm)	VARI. (%)	PROM. (cm)	FCA. (cm)	VARI. (%)	PROM. (cm)	FCA. (cm)	VARI. (%)
LAD-01	24.23	24.00	0.97	13.58	14.00	3.02	7.68	8.00	3.96
LAD-02	23.72		1.18	13.65		2.50	7.85		1.83
LAD-03	23.78		0.93	13.59		2.93	7.97		0.42
LAD-04	24.06		0.24	13.74		1.83	7.96		0.46
LAD-05	23.85		0.64	13.70		2.14	7.79		2.58
<b>PROMEDIO (%)</b>			0.79		2.49		1.85		

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

De acuerdo con la [Tabla 38](#) y los datos obtenidos en el laboratorio ha demostrado que el ensayo de variación dimensional de ladrillo de arcilla adicionando con el 25% aditivo impermeabilizante dio como resultado un largo de 0.79%, un ancho de 2.49% y un alto de 1.85%. Siendo clasificado como un ladrillo de tipo IV, según la norma E.070.

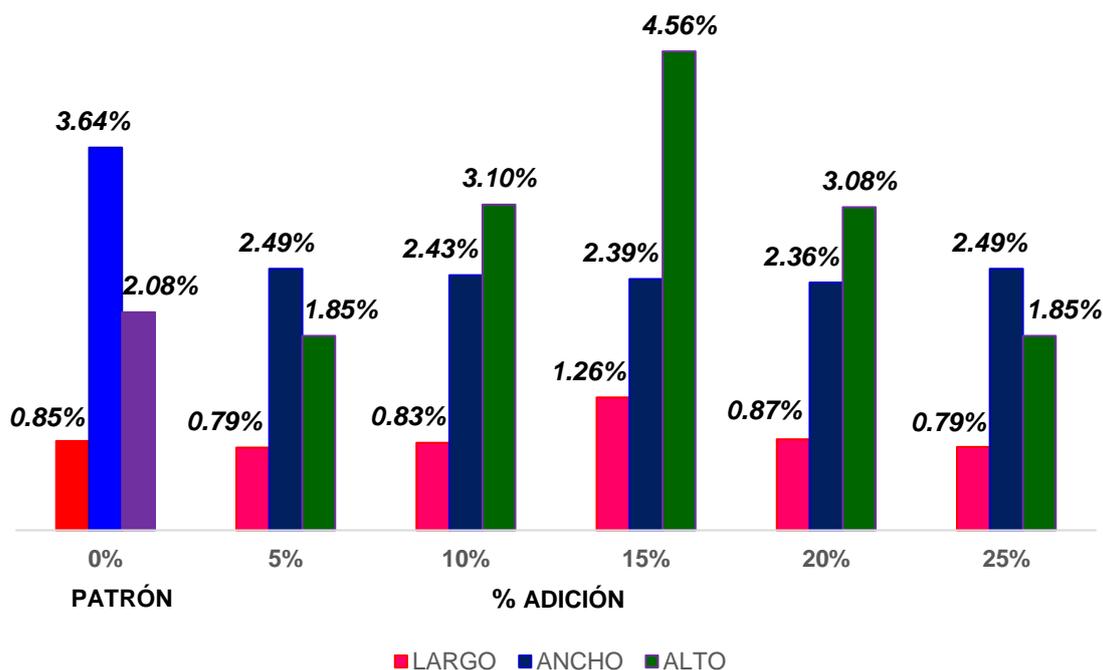
Gráfico 43: Variación dimensional – Ladrillo arcilla + Aditivo (25%)



Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el [Gráfico 43](#) se puede observar, que el valor mayor para este ensayo se obtuvo para la unidad LAD-01 para el alto y ancho con valor de 3.96% y 3.02% y para el largo el LAD-02 de 1.18% respectivamente. El valor menor se obtuvo para el LAD-04 con un valor de 0.24% y 1.83% para el largo y para el alto el LAD-03 con un valor de 0.42%.

Gráfico 44: Resumen – Variación dimensional (2° Objetivo específico)



Fuente: Elaboración propia – Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el Gráfico 44 se puede observar que, que el ancho tiende a disminuir con respecto al ancho del patrón, así mismo, el largo y ancho, tiende a variar los valores, haciendo que sean clasificados como ladrillos de clase IV de acuerdo con la norma técnica E. 0.70.

#### 4.4.2.2. Alabeo

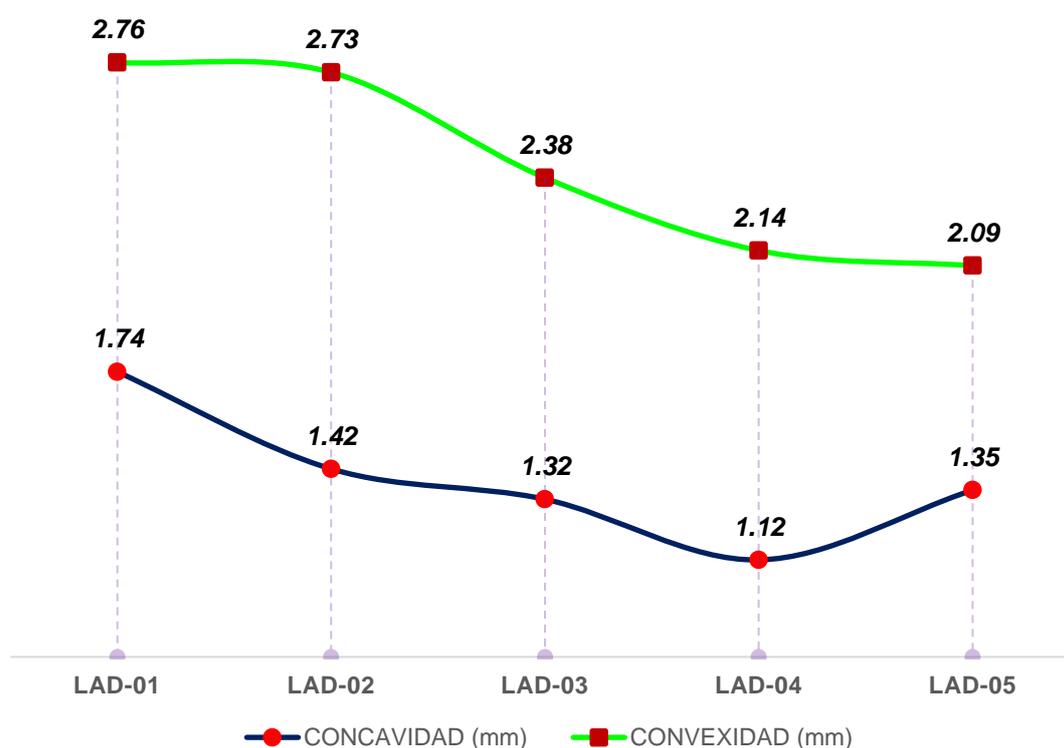
Tabla 39: Alabeo – Ladrillo arcilla + Aditivo (5%)

UNIDAD	CONCAVIDAD (mm)					CONVEXIDAD (mm)					
	CARA SUPERIOR R (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)	
	E-1	E-2	E-1	E-2		E-1	E-2	E-1	E-2		
LAD-01	1.14	0.12	3.60	2.10	1.74	2.36	3.14	3.10	2.44	2.76	
LAD-02	0.60	1.08	1.99	1.99	1.42	2.31	3.08	2.54	2.98	2.73	
LAD-03	2.16	1.00	0.46	1.65	1.32	3.12	2.68	2.16	1.56	2.38	
LAD-04	0.12	1.18	0.98	2.18	1.12	2.18	2.70	2.00	1.68	2.14	
LAD-05	1.20	1.14	1.14	1.90	1.35	2.56	2.44	1.52	1.84	2.09	
<b>PROMEDIO (mm)</b>					1.39						2.42

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

Acuerdo a la [Tabla 39](#), se le realizo el ensayo respectivo del alabeo acuerdo a la Norma ITINTEC 331.017 a 5 unidades de ladrillo de arcilla añadiendo al ladrillo patrón a un 5% de adición aditivo impermeabilizante. Dando como resultado una concavidad de 1.39 mm y una convexidad de 2.42 mm, cumplido acuerdo con la máxima 10 mm. Donde se clasifico aun ladrillo de Tipo IV.

Gráfico 45: Alabeo – Ladrillo arcilla + Aditivo (5%)



Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el [Gráfico 45](#) se puede observar, que el valor mayor para este ensayo con respecto a la concavidad y convexidad fue para el LAD-01 con un valor de 1.74 mm y 2.76 mm. Por lo tanto, el valor menor para la concavidad fue para el LAD-04 con un valor de 1.12 mm y para la convexidad fue para el LAD-05 con un valor de 2.14 mm respectivamente.

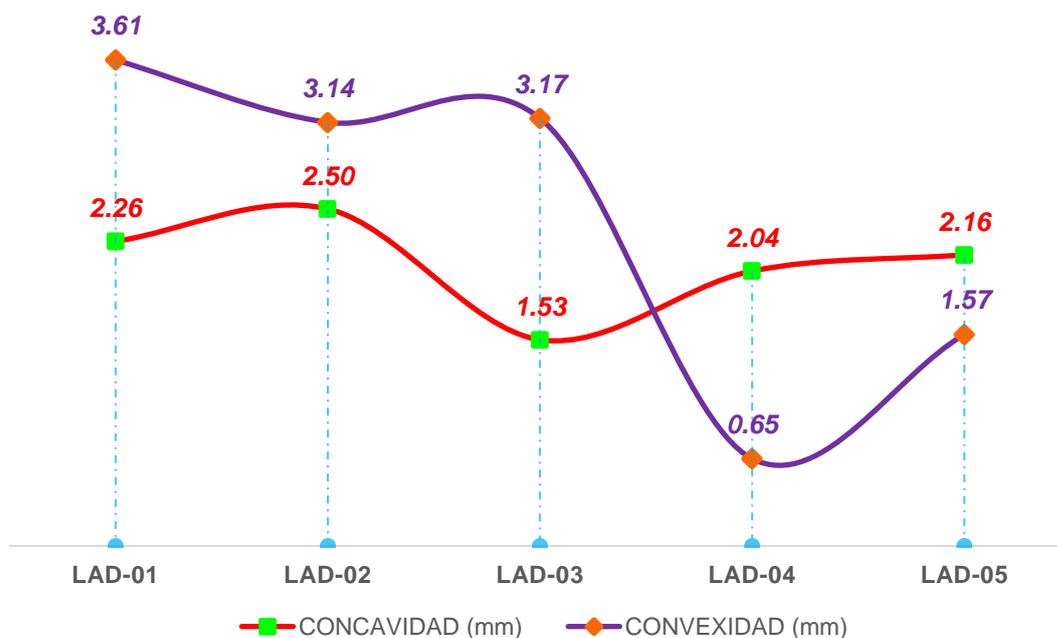
Tabla 40: Alabeo – Ladrillo arcilla + Aditivo (10%)

UNIDAD	CONCAVIDAD (mm)					CONVEXIDAD (mm)					
	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)	
	E-1	E-2	E-1	E-2		E-1	E-2	E-1	E-2		
LAD-01	3.89	1.84	2.33	0.97	2.26	3.90	3.54	3.88	3.10	3.61	
LAD-02	3.15	1.70	2.55	2.59	2.50	3.56	2.34	3.38	3.29	3.14	
LAD-03	1.45	1.45	1.59	1.64	1.53	2.94	3.45	3.01	3.29	3.17	
LAD-04	2.89	2.35	1.22	1.69	2.04	0.51	0.39	0.98	0.71	0.65	
LAD-05	1.26	2.36	2.56	2.45	2.16	1.55	1.37	2.14	1.22	1.57	
<b>PROMEDIO (mm)</b>					2.10						2.43

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

Acuerdo a la [Tabla 40](#), se le realizo el ensayo respectivo del alabeo acuerdo a la Norma ITINTEC 331.017 a 5 unidades de ladrillo de arcilla añadiendo al ladrillo patrón a un 10% de adición aditivo impermeabilizante. Dando como resultado una concavidad de 2.10 mm y una convexidad de 2.43 mm, cumplido acuerdo con la máxima 10 mm. Donde se clasifico aun ladrillo de Tipo IV.

Gráfico 46: Alabeo – Ladrillo arcilla + Aditivo (10%)



Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el [Gráfico 46](#) se puede observar, que el valor mayor para este ensayo con respecto a la concavidad el LAD-02 con un valor de 2.50 mm y para la convexidad fue para el LAD-01 con un valor de 3.61 mm. Por lo tanto, el valor menor para la concavidad fue para el LAD-03 con un valor de 1.53 mm y para la convexidad fue para el LAD-04 con un valor de 0.65 mm respectivamente.

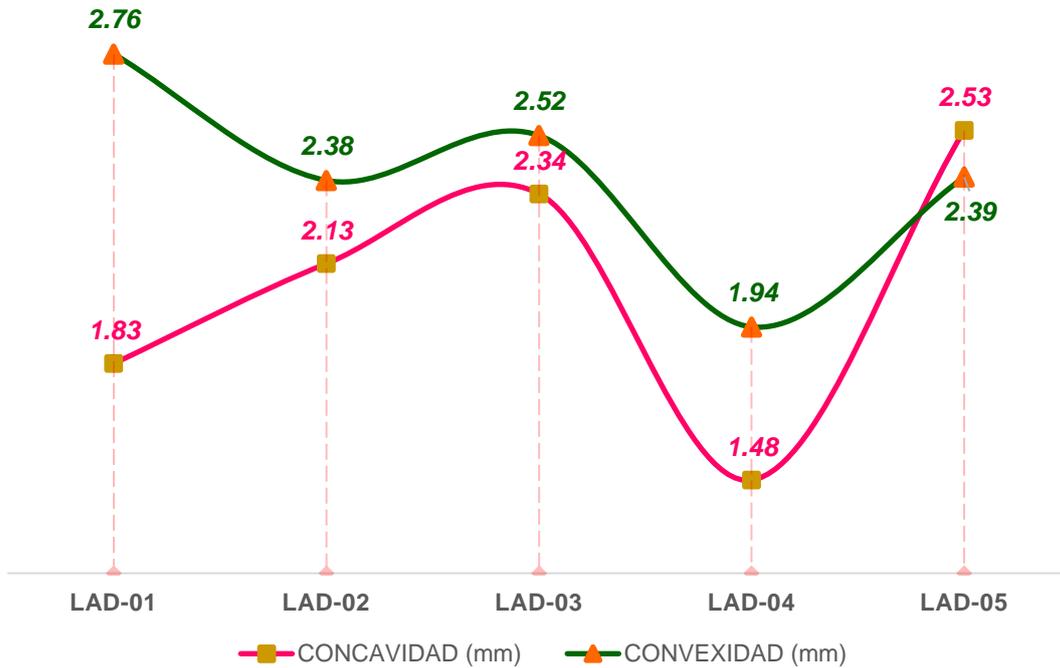
Tabla 41: Alabeo – Ladrillo arcilla + Aditivo (15%)

UNIDAD	CONCAVIDAD (mm)					CONVEXIDAD (mm)					
	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)	
	E-1	E-2	E-1	E-2		E-1	E-2	E-1	E-2		
LAD-01	1.10	0.19	3.60	2.41	1.83	2.36	3.14	3.10	2.44	2.76	
LAD-02	1.36	1.08	4.10	1.99	2.13	2.10	3.18	1.26	2.98	2.38	
LAD-03	1.00	3.88	2.40	2.08	2.34	3.12	2.68	2.16	2.10	2.52	
LAD-04	0.69	2.16	0.90	2.18	1.48	0.98	3.10	2.00	1.68	1.94	
LAD-05	2.36	2.66	3.18	1.90	2.53	2.56	0.90	4.26	1.84	2.39	
<b>PROMEDIO (mm)</b>					2.06						2.40

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

Acuerdo a la [Tabla 41](#), se le realizó el ensayo respectivo del alabeo acuerdo a la Norma ITINTEC 331.017 a 5 unidades de ladrillo de arcilla añadiendo al ladrillo patrón a un 15% de adición aditivo impermeabilizante. Dando como resultado una concavidad de 2.06 mm y una convexidad de 2.40 mm, cumplido acuerdo con la máxima 10 mm. Donde se clasifico aun ladrillo de Tipo IV.

Gráfico 47: Alabeo – Ladrillo arcilla + Aditivo (15%)



Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el [Gráfico 47](#), se puede observar, que el valor mayor para este ensayo con respecto a la concavidad el LAD-05 con un valor de 2.53 mm y para la convexidad fue para el LAD-01 con un valor de 2.76 mm. Por lo tanto, el valor menor para la concavidad y convexidad fue para el LAD-04 con un valor de 1.48 mm y 1.94 mm respectivamente.

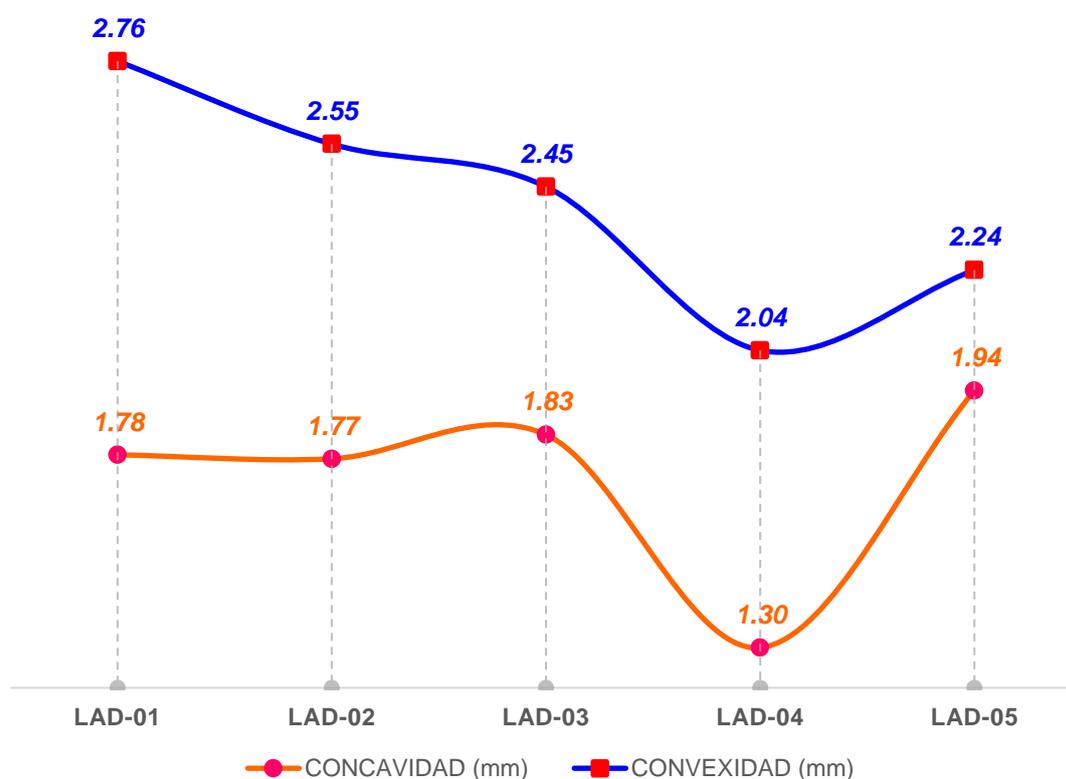
Tabla 42: Alabeo – Ladrillo arcilla + Aditivo (20%)

UNIDAD	CONCAVIDAD (mm)					CONVEXIDAD (mm)					
	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)	
	E-1	E-2	E-1	E-2		E-1	E-2	E-1	E-2		
LAD-01	1.12	0.16	3.60	2.26	1.78	2.36	3.14	3.10	2.44	2.76	
LAD-02	0.98	1.08	3.05	1.99	1.77	2.21	3.13	1.90	2.98	2.55	
LAD-03	1.58	2.44	1.43	1.87	1.83	3.12	2.68	2.16	1.83	2.45	
LAD-04	0.41	1.67	0.94	2.18	1.30	1.58	2.90	2.00	1.68	2.04	
LAD-05	1.78	1.90	2.16	1.90	1.94	2.56	1.67	2.89	1.84	2.24	
<b>PROMEDIO (mm)</b>					1.72						2.41

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

Acuerdo a la [Tabla 42](#), se le realizó el ensayo respectivo del alabeo acuerdo a la Norma ITINTEC 331.017 a 5 unidades de ladrillo de arcilla añadiendo al ladrillo patrón a un 20% de adición aditivo impermeabilizante. Dando como resultado una concavidad de 1.76 mm y una convexidad de 2.41 mm, cumplido acuerdo con la máxima 10 mm. Donde se clasifico aun ladrillo de Tipo IV.

Gráfico 48: Alabeo – Ladrillo arcilla + Aditivo (20%)



Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el [Gráfico 48](#), se puede observar, que el valor mayor para este ensayo con respecto a la concavidad el LAD-05 con un valor de 1.94 mm y para la convexidad fue para el LAD-01 con un valor de 2.76 mm. Por lo tanto, el valor menor para la concavidad y convexidad fue para el LAD-04 con un valor de 1.30mm y 2.04 mm respectivamente.

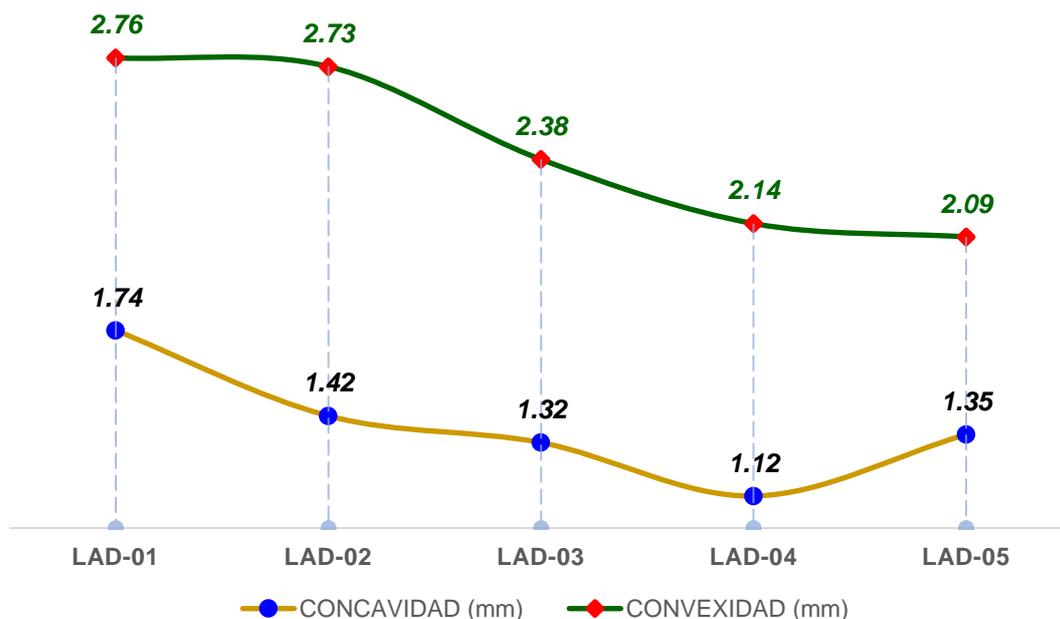
Tabla 43: Alabeo – Ladrillo arcilla + Aditivo (25%)

UNIDAD	CONCAVIDAD (mm)					CONVEXIDAD (mm)					
	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)	
	E-1	E-2	E-1	E-2		E-1	E-2	E-1	E-2		
LAD-01	1.14	0.12	3.60	2.10	1.74	2.36	3.14	3.10	2.44	2.76	
LAD-02	0.60	1.08	1.99	1.99	1.42	2.31	3.08	2.54	2.98	2.73	
LAD-03	2.16	1.00	0.46	1.65	1.32	3.12	2.68	2.16	1.56	2.38	
LAD-04	0.12	1.18	0.98	2.18	1.12	2.18	2.70	2.00	1.68	2.14	
LAD-05	1.20	1.14	1.14	1.90	1.35	2.56	2.44	1.52	1.84	2.09	
<b>PROMEDIO (mm)</b>					1.39						2.42

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

Acuerdo a la [Tabla 43](#), se le realizó el ensayo respectivo del alabeo acuerdo a la Norma ITINTEC 331.017 a 5 unidades de ladrillo de arcilla añadiendo al ladrillo patrón a un 20% de adición aditivo impermeabilizante. Dando como resultado una concavidad de 1.39 mm y una convexidad de 2.42 mm, cumplido acuerdo con la máxima 10 mm. Donde se clasifico aun ladrillo de Tipo IV.

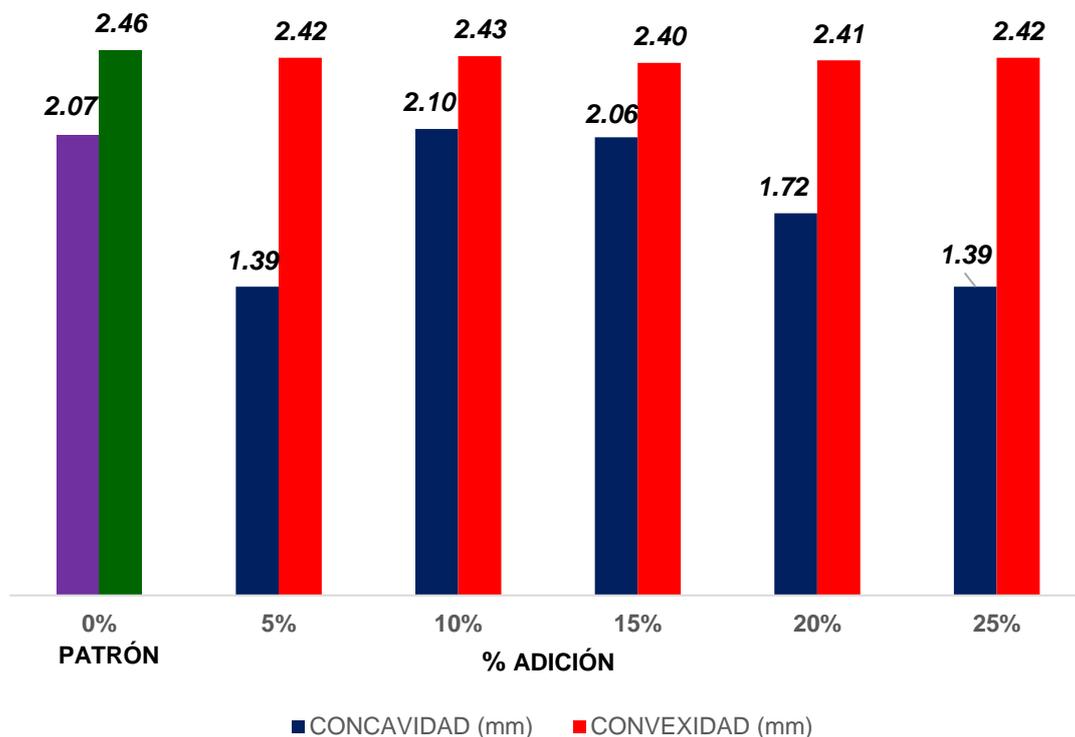
Gráfico 49: Alabeo – Ladrillo arcilla + Aditivo (25%)



Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el [Gráfico 49](#), se puede observar, que el valor mayor para este ensayo con respecto a la concavidad y convexidad fue para la unidad LAD-01 con un valor de 1.74 mm y 2.76 mm. Por lo tanto, el valor menor para la concavidad fue para el LAD-04 con un valor de 1.12mm y para la convexidad fue para la unidad LAD-05 con un valor 2.09 mm.

*Gráfico 50: Resumen – Alabeo (2° Objetivo específico)*



Fuente: Elaboración propia – Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el [Gráfico 50](#), se muestra el resumen del ensayo del alabeo en las diferentes adiciones, en la cual, se puede observar que, de acuerdo con la norma E.070, cumplen con lo máximo que exige la norma, así mismo se puede apreciar que tanto la concavidad y la convexidad no tiene una variación demasiado, siendo así, que se clasificó como unidades de clase IV.

#### 4.4.2.3. Absorción

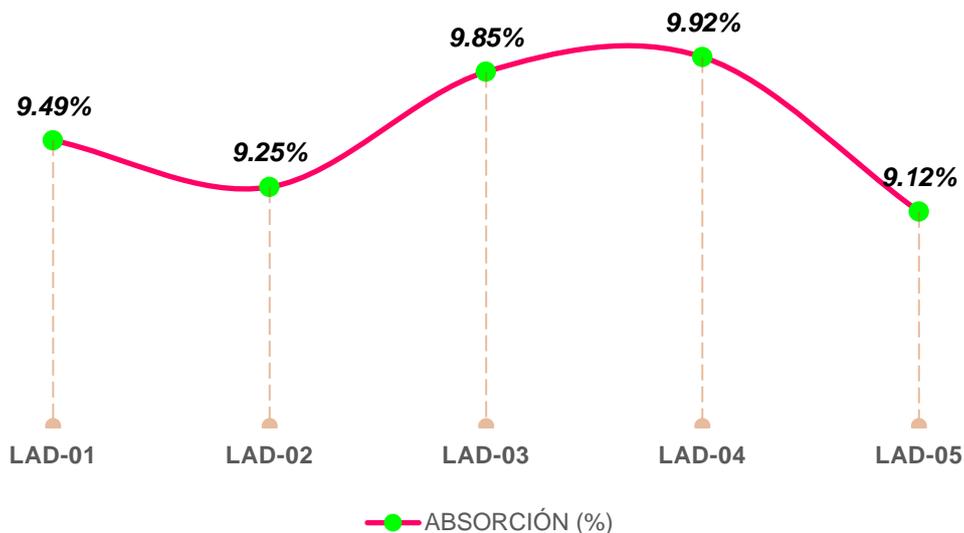
Tabla 44: Absorción – Ladrillo arcilla + Aditivo (5%)

UNIDAD	MASA SECO (gr)			MASA SATURADO (gr)	ABSORCIÓN (%)
	E-1	E-2	PROMEDIO		
LAD-01	3,962.00	3,962.00	3,962.00	4,338.00	9.49
LAD-02	3,926.00	3,926.00	3926.00	4,289.00	9.25
LAD-03	4,052.00	4,052.00	4052.00	4,451.00	9.85
LAD-04	4,081.00	4,081.00	4081.00	4,486.00	9.92
LAD-05	3,992.00	3,992.00	3992.00	4,356.00	9.12
<b>ABSORCIÓN PROMEDIO (%)</b>					<b>9.53%</b>

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

Como se observa en la [Tabla 44](#), se desarrolló el ensayo de absorción del ladrillo patrón a un 5% de adición aditivo impermeabilizante dando como resultado un valor de 9.53%, la cual cumple como la norma 331.017, la cual especifica que el valor no debe ser mayor al 22%.

Gráfico 51: Absorción – Ladrillo arcilla + Aditivo (5%)



Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el [Gráfico 51](#), con respecto al ensayo de la absorción con una adición de 5% de aditivo impermeabilizante, el valor mayor fue para el ladrillo

LAD-04 con un valor de 9.92% y mientras que el valor menor se obtuvo para el LAD-05 con un valor de 9.12%.

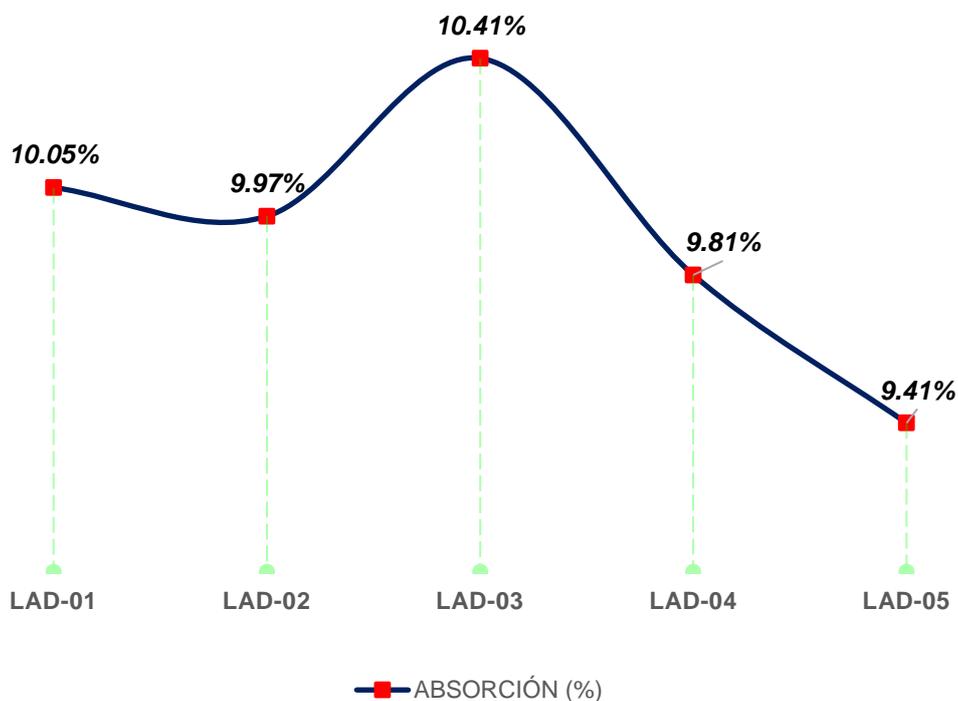
Tabla 45: Absorción – Ladrillo arcilla + Aditivo (10%)

UNIDAD	MASA SECO (gr)			MASA SATURADO (gr)	ABSORCIÓN (%)
	E-1	E-2	PROMEDIO		
LAD-01	3,929.00	3,929.00	3,929.00	4,324.00	10.05
LAD-02	3,925.00	3,925.00	3925.00	4,316.50	9.97
LAD-03	4,035.50	4,035.50	4035.50	4,455.50	10.41
LAD-04	4,050.50	4,050.50	4050.50	4,448.00	9.81
LAD-05	4,018.00	4,018.00	4018.00	4,396.00	9.41
<b>ABSORCIÓN PROMEDIO (%)</b>					<b>9.93 %</b>

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

Como se observa en la [Tabla 45](#), se desarrolló el ensayo de absorción del ladrillo patrón a un 10% de adición aditivo impermeabilizante dando como resultado un valor de 9.93%, la cual cumple como la norma 331.017, la cual especifica que el valor no debe ser mayor al 22%.

Gráfico 52: Absorción – Ladrillo arcilla + Aditivo (10%)



Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el [Gráfico 52](#), con respecto al ensayo de la absorción con una adición de 10% de aditivo impermeabilizante, el valor mayor fue para el ladrillo LAD-03 con un valor de 10.41% y mientras que el valor menor se obtuvo para el LAD-05 con un valor de 9.41%.

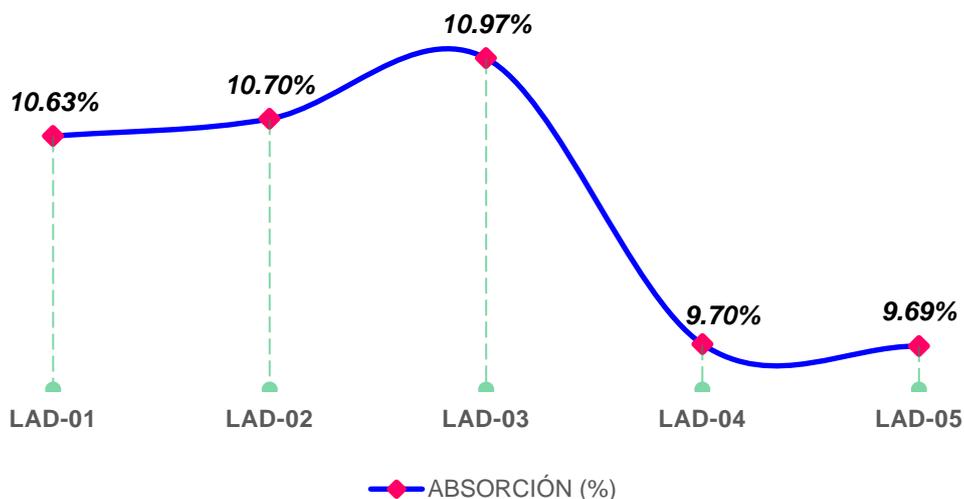
Tabla 46: Absorción – Ladrillo arcilla + Aditivo (15%)

UNIDAD	MASA SECO (gr)			MASA SATURADO (gr)	ABSORCIÓN (%)
	E-1	E-2	PROMEDIO		
LAD-01	3,896.00	3,896.00	3,896.00	4,310.00	10.63
LAD-02	3,924.00	3,924.00	3924.00	4,344.00	10.70
LAD-03	4,019.00	4,019.00	4019.00	4,460.00	10.97
LAD-04	4,020.00	4,020.00	4020.00	4,410.00	9.70
LAD-05	4,044.00	4,044.00	4044.00	4,436.00	9.69
<b>ABSORCIÓN PROMEDIO (%)</b>					<b>10.34%</b>

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

Como se observa en la [Tabla 46](#), se desarrolló el ensayo de absorción del ladrillo patrón a un 15% de adición aditivo impermeabilizante dando como resultado un valor de 10.34%, la cual cumple como la norma 331.017, la cual especifica que el valor no debe ser mayor al 22%.

Gráfico 53: Absorción – Ladrillo arcilla + Aditivo (15%)



Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el [Gráfico 53](#), con respecto al ensayo de la absorción con una adición de 15% de aditivo impermeabilizante, el valor mayor fue para el ladrillo LAD-03 con un valor de 10.97% y mientras que el valor menor se obtuvo para el LAD-05 con un valor de 9.69%.

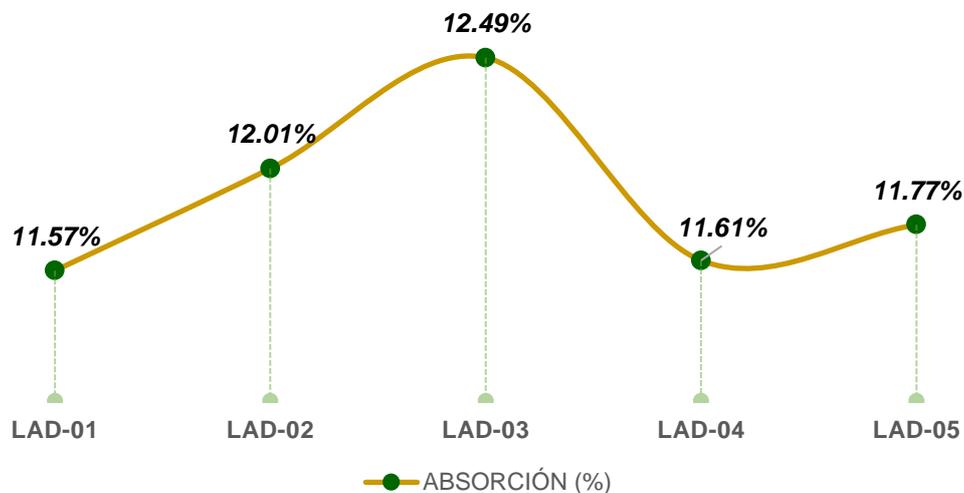
Tabla 47: Absorción – Ladrillo arcilla + Aditivo (20%)

UNIDAD	MASA SECO (gr)			MASA SATURADO (gr)	ABSORCIÓN (%)
	E-1	E-2	PROMEDIO		
LAD-01	3,947.00	3,947.00	3,947.00	4,403.50	11.57
LAD-02	3,984.50	3,984.50	3984.50	4,463.00	12.01
LAD-03	3,999.00	3,999.00	3999.00	4,498.50	12.49
LAD-04	4,009.50	4,009.50	4009.50	4,475.00	11.61
LAD-05	4,024.50	4,024.50	4024.50	4,498.00	11.77
<b>ABSORCIÓN PROMEDIO (%)</b>					<b>11.89 %</b>

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

Como se observa en la [Tabla 47](#), se desarrolló el ensayo de absorción del ladrillo patrón a un 20% de adición aditivo impermeabilizante dando como resultado un valor de 11.89%, la cual cumple como la norma 331.017, la cual especifica que el valor no debe ser mayor al 22%.

Gráfico 54: Absorción – Ladrillo arcilla + Aditivo (20%)



Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el [Gráfico 54](#), con respecto al ensayo de la absorción con una adición de 20% de aditivo impermeabilizante, el valor mayor fue para el ladrillo LAD-03 con un valor de 12.49% y mientras que el valor menor se obtuvo para el LAD-04 con un valor de 11.61%.

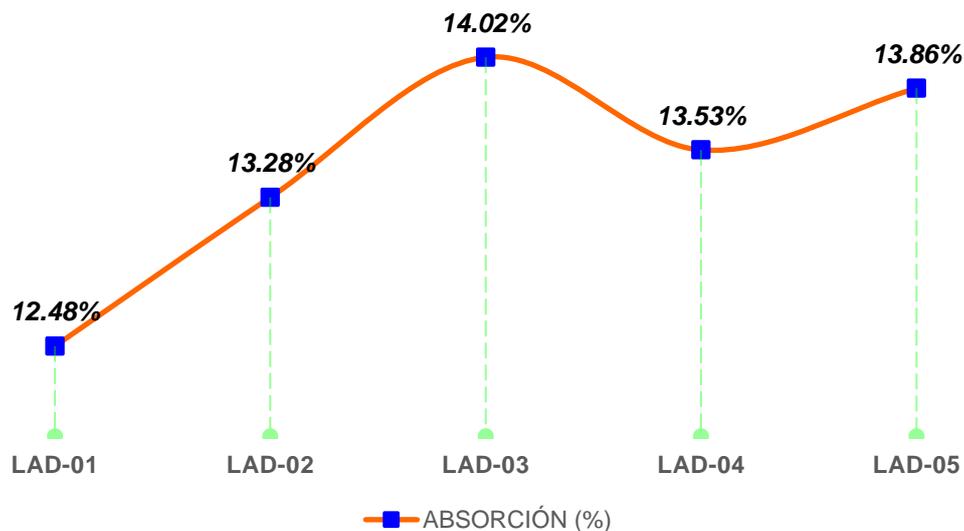
Tabla 48: Absorción – Ladrillo arcilla + Aditivo (25%)

UNIDAD	MASA SECO (gr)			MASA SATURADO (gr)	ABSORCIÓN (%)
	E-1	E-2	PROMEDIO		
LAD-01	3,998.00	3,998.00	3,998.00	4,497.00	12.48
LAD-02	4,045.00	4,045.00	4045.00	4,582.00	13.28
LAD-03	3,979.00	3,979.00	3979.00	4,537.00	14.02
LAD-04	3,999.00	3,999.00	3999.00	4,540.00	13.53
LAD-05	4,005.00	4,005.00	4005.00	4,560.00	13.86
<b>ABSORCIÓN PROMEDIO (%)</b>					<b>13.43 %</b>

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

Como se observa en la [Tabla 48](#), se desarrolló el ensayo de absorción del ladrillo patrón a un 20% de adición aditivo impermeabilizante dando como resultado un valor de 13.43%, la cual cumple como la norma 331.017, la cual especifica que el valor no debe ser mayor al 22%.

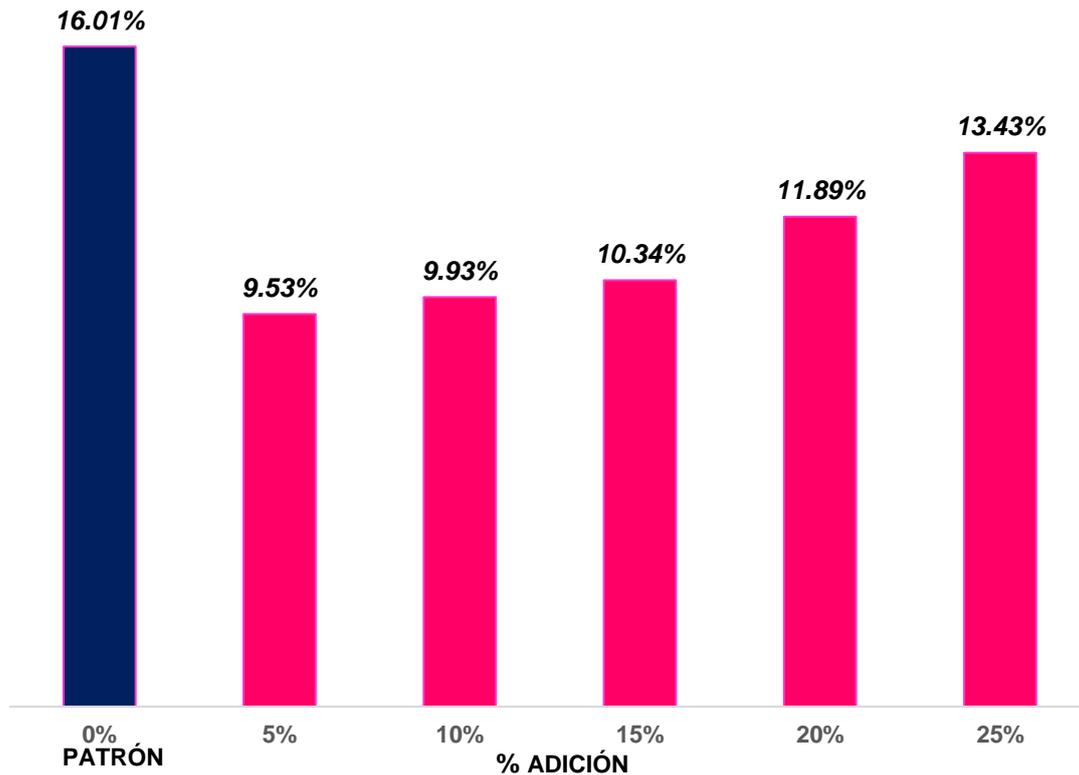
Gráfico 55: Absorción – Ladrillo arcilla + Aditivo (25%)



Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el [Gráfico 55](#), con respecto al ensayo de la absorción con una adición de 25% de aditivo impermeabilizante, el valor mayor fue para el ladrillo LAD-03 con un valor de 14.02% y mientras que el valor menor se obtuvo para el LAD-01 con un valor de 12.48%.

Gráfico 56: Resumen – Absorción (2° Objetivo específico)



Fuente: Elaboración propia – Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el [Gráfico 56](#), con respecto al ensayo de la absorción del ladrillo patrón tiene un 16.01%, mientras al adicionar una proporción menor de 5% de adición de aditivo impermeabilizante tiene solo un 9.53% que es menor, mientras el 25% de adición de aditivo impermeabilizante tiene 13.43% con una mayor de absorción.

**4.5. Tercer objetivo específico: Determinar la influencia del porcentaje ideal del papel y aditivo impermeabilizante que mejora las propiedades mecánicas y físicas del ladrillo de arcilla para edificaciones de la ciudad de Huaraz**

**4.5.1. Propiedad mecánica**

**4.5.1.1. Resistencia a la compresión**

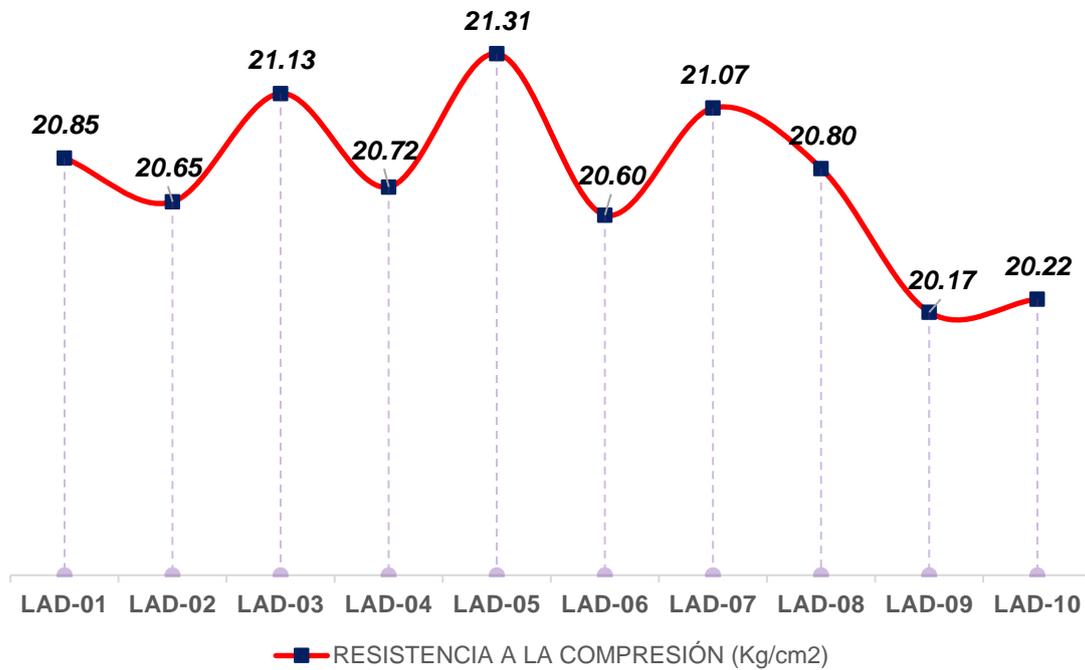
Tabla 49: Resistencia a la compresión – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (5%)

UNIDAD	LARGO PROM. (cm)	ANCHO PROM. (cm)	ALTO PROM. (cm)	AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (Kgf)	RESISTENCIA $f_b$	
						(kg/cm <sup>2</sup> )	(MPa)
LAD-01	23.75	13.80	7.85	327.75	6833.0	20.85	2.04
LAD-02	23.80	13.65	7.75	324.87	6710.0	20.65	2.03
LAD-03	23.70	13.75	7.70	325.88	6887.0	21.13	2.07
LAD-04	23.80	13.70	7.55	326.06	6756.0	20.72	2.03
LAD-05	23.70	13.65	7.65	323.51	6894.0	21.31	2.09
LAD-06	23.60	13.70	7.80	323.32	6659.0	20.60	2.02
LAD-07	23.72	13.75	7.90	326.15	6872.0	21.07	2.07
LAD-08	23.80	13.65	7.80	324.87	6758.0	20.80	2.04
LAD-09	23.80	13.75	7.60	327.25	6599.0	20.17	1.98
LAD-10	23.80	13.65	7.70	324.87	6570.0	20.22	1.98
DESCRIP.	RESISTENCIA PROM. $f_b$		DESVIACIÓN ESTÁNDAR ( $\sigma$ )		RESISTENCIA CARACTERÍSTICAS A LA COMPRESIÓN ( $f'_b$ )		
	(kg/cm <sup>2</sup> )	MPa	(kg/cm <sup>2</sup> )	Mpa	$f'_b = f_b - \sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$f'_b = f_b - \sigma$ (MPa)	
UND. ARCILLA MACIZO + 5% PAPEL - ADITIVO	20.75	2.04	0.37	0.03	20.40	2.00	

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En la [Tabla 49](#), se puede apreciar que para una adición del 5% entre papel y aditivo, se obtuvo una resistencia promedio de 20.75 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la resistencia característica a la compresión ( $f'_b$ ) tuvo un valor de 20.40 kg/cm<sup>2</sup>, siendo así, que según la norma E.070, se clasifico como una unidad de clase I, debido a que es inferior al valor mínimo.

Gráfico 57: Resistencia a la compresión – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (5%)



Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el [Gráfico 57](#), podemos mencionar que la unidad denominada LAD-05 obtuvo un valor de 21.31  $kg/cm^2$ , siendo mayor con respecto a las demás unidades, por otro lado, la unidad LAD-09 tuvo un valor de 20.17  $kg/cm^2$ , siendo el menor con respecto a las demás denominaciones.

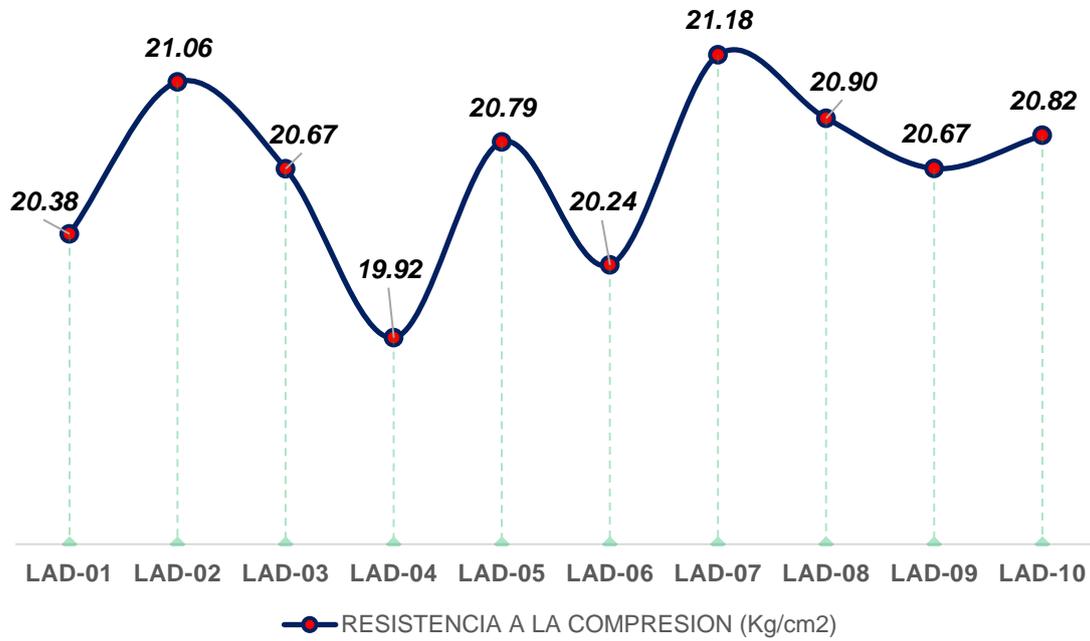
Tabla 50: Resistencia a la compresión – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (10%)

UNIDAD	LARGO PROM. (cm)	ANCHO PROM. (cm)	ALTO PROM. (cm)	AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (Kgf)	RESISTENCIA $f_b$	
						(kg/cm <sup>2</sup> )	(MPa)
LAD-01	23.70	13.80	7.75	327.06	6666.5	20.38	2.00
LAD-02	23.65	13.75	7.75	325.19	6848.5	21.06	2.07
LAD-03	23.70	13.75	7.6	325.88	6737.0	20.67	2.03
LAD-04	23.55	13.75	7.55	323.81	6450.5	19.92	1.95
LAD-05	23.55	13.70	7.75	322.64	6708.5	20.79	2.04
LAD-06	23.55	13.75	7.75	323.81	6555.5	20.24	1.99
LAD-07	23.55	13.75	7.6	323.81	6858.5	21.18	2.08
LAD-08	23.70	13.70	7.7	324.69	6785.5	20.90	2.05
LAD-09	23.55	13.80	7.7	324.99	6719.0	20.67	2.03
LAD-10	23.60	13.65	7.8	322.14	6707.5	20.82	2.04
<b>RESUMEN DE RESULTADOS</b>							
DESCRIP.	RESISTENCIA PROM. $f_b$		DESVIACIÓN ESTÁNDAR ( $\sigma$ )		RESISTENCIA CARACTERÍSTICAS A LA COMPRESIÓN ( $f'_b$ )		
	(kg/cm <sup>2</sup> )	MPa	(kg/cm <sup>2</sup> )	Mpa	$f'_b = f_b - \sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$f'_b = f_b - \sigma$ (MPa)	
<b>UND. ARCILLA MACIZO + 10% PAPEL – ADITIVO</b>	20.66	2.03	0.28	0.04	20.30	2.00	

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

Según la [Tabla 50](#), para las 10 unidades ensayadas para una adición del 10%, se obtuvo una resistencia promedio de 20.66 kg/cm<sup>2</sup>, y una resistencia característica a la compresión ( $f'_b$ ) de 20.30 kg/cm<sup>2</sup>.

Gráfico 58: Resistencia a la compresión – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (10%)



Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el [Gráfico 58](#), podemos mencionar que la unidad denominada LAD-07 tuvo el valor mayor con respecto a los demás con  $21.18 \text{ kg/cm}^2$ , así mismo el valor menor fue para la unidad LAD-04 con un valor de  $19.92 \text{ kg/cm}^2$ .

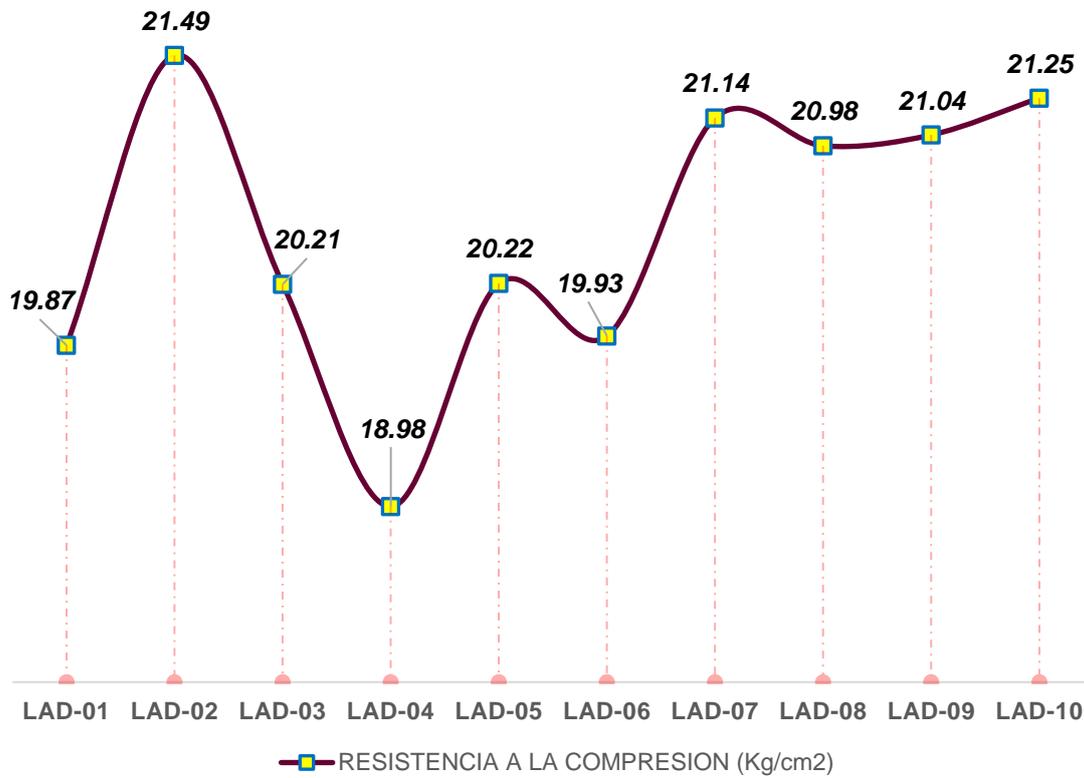
Tabla 51: Resistencia a la compresión – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (15%)

UNIDAD	LARGO PROM. (cm)	ANCHO PROM. (cm)	ALTO PROM. (cm)	AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (Kgf)	RESISTENCIA $f_b$	
						(kg/cm <sup>2</sup> )	(MPa)
LAD-01	23.70	13.80	7.75	327.06	6500.0	19.87	1.95
LAD-02	23.65	13.75	7.75	325.19	6987.0	21.49	2.11
LAD-03	23.70	13.75	7.60	325.88	6587.0	20.21	1.98
LAD-04	23.55	13.75	7.55	323.81	6145.0	18.98	1.86
LAD-05	23.55	13.70	7.75	322.64	6523.0	20.22	1.98
LAD-06	23.55	13.75	7.75	323.81	6452.0	19.93	1.95
LAD-07	23.55	13.75	7.60	323.81	6845.0	21.14	2.07
LAD-08	23.70	13.70	7.70	324.69	6813.0	20.98	2.06
LAD-09	23.55	13.80	7.70	324.99	6839.0	21.04	2.06
LAD-10	23.60	13.65	7.80	322.14	6845.0	21.25	2.08
<b>RESUMEN DE RESULTADOS</b>							
DESCRIP.	RESISTENCIA PROM. $f_b$		DESVIACIÓN ESTÁNDAR ( $\sigma$ )		RESISTENCIA CARACTERÍSTICAS A LA COMPRESIÓN ( $f'_b$ )		
	(kg/cm <sup>2</sup> )	MPa	(kg/cm <sup>2</sup> )	Mpa	$f'_b = f_b - \sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$f'_b = f_b - \sigma$ (MPa)	
<b>UND. ARCILLA MACIZO + 15% PAPEL – ADITIVO</b>	20.51	2.01	0.79	0.08	19.70	1.90	

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En la [Tabla 51](#), para una adición del 15%, la resistencia promedio de las 10 unidades tuvo un valor de 20.51 kg/cm<sup>2</sup>, asimismo, la resistencia característica la compresión ( $f'_b$ ) tuvo un valor de 19.70 kg/cm<sup>2</sup>.

Gráfico 59: Resistencia a la compresión – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (15%)



Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el [Gráfico 59](#), para las 10 unidades el valor mayor fue obtenido para la denominación LAD-02 con  $21.49 \text{ kg/cm}^2$ , del mismo modo el menor fue para la unidad LAD-04 con un valor de  $18.98 \text{ kg/cm}^2$ .

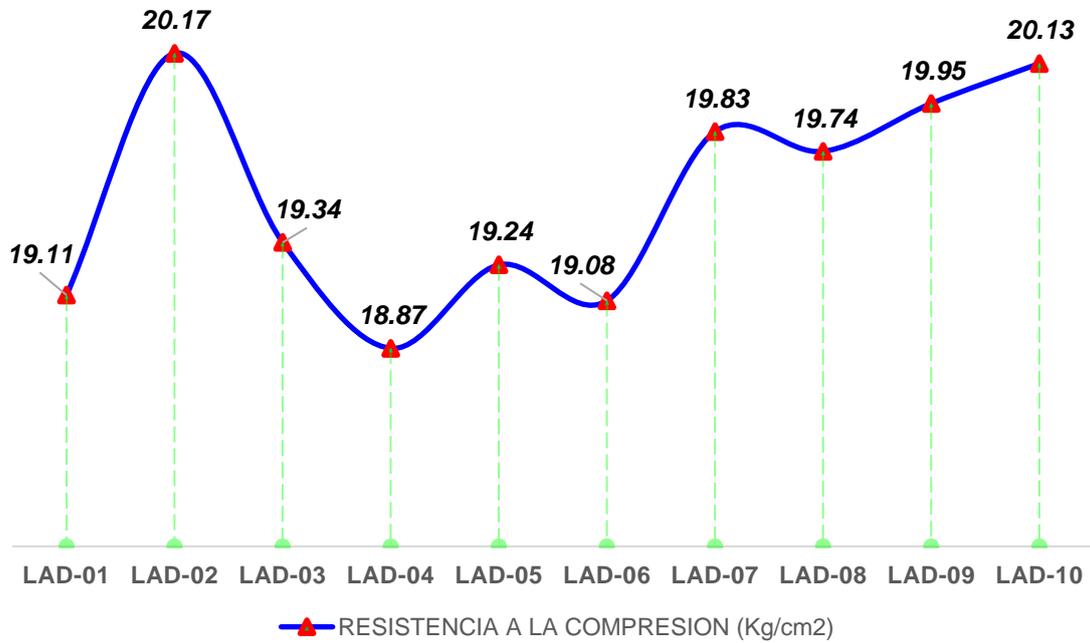
Tabla 52: Resistencia a la compresión – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (20%)

UNIDAD	LARGO PROM. (cm)	ANCHO PROM. (cm)	ALTO PROM. (cm)	AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (Kgf)	RESISTENCIA $f_b$	
						(kg/cm <sup>2</sup> )	(MPa)
LAD-01	23.70	13.80	7.75	327.06	6249.5	19.11	1.87
LAD-02	23.65	13.75	7.75	325.19	6560.5	20.17	1.98
LAD-03	23.70	13.75	7.6	325.88	6302.5	19.34	1.90
LAD-04	23.55	13.75	7.55	323.81	6111.5	18.87	1.85
LAD-05	23.55	13.70	7.75	322.64	6208.0	19.24	1.89
LAD-06	23.55	13.75	7.75	323.81	6179.5	19.08	1.87
LAD-07	23.55	13.75	7.6	323.81	6421.0	19.83	1.94
LAD-08	23.70	13.70	7.7	324.69	6410.0	19.74	1.94
LAD-09	23.55	13.80	7.7	324.99	6484.5	19.95	1.96
LAD-10	23.60	13.65	7.8	322.14	6484.5	20.13	1.97
<b>RESUMEN DE RESULTADOS</b>							
DESCRIP.	RESISTENCIA PROM. $f_b$		DESVIACIÓN ESTÁNDAR ( $\sigma$ )		RESISTENCIA CARACTERÍSTICAS A LA COMPRESIÓN ( $f'_b$ )		
	(kg/cm <sup>2</sup> )	MPa	(kg/cm <sup>2</sup> )	Mpa	$f'_b = f_b - \sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$f'_b = f_b - \sigma$ (MPa)	
<b>UND. ARCILLA MACIZO + 20% PAPEL – ADITIVO</b>	19.55	1.92	0.47	0.05	19.10	1.90	

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En la [Tabla 52](#), para una adición del 20%, la resistencia promedio de las 10 unidades tuvo un valor de 19.55 kg/cm<sup>2</sup>, asimismo, la resistencia característica la compresión ( $f'_b$ ) tuvo un valor de 19.10 kg/cm<sup>2</sup>.

Gráfico 60: Resistencia a la compresión – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (20%)



Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el [Gráfico 60](#), para las 10 unidades el valor mayor fue obtenido para la denominación LAD-02 con  $20.17 \text{ kg/cm}^2$ , del mismo modo el menor fue para la unidad LAD-04 con un valor de  $18.87 \text{ kg/cm}^2$ .

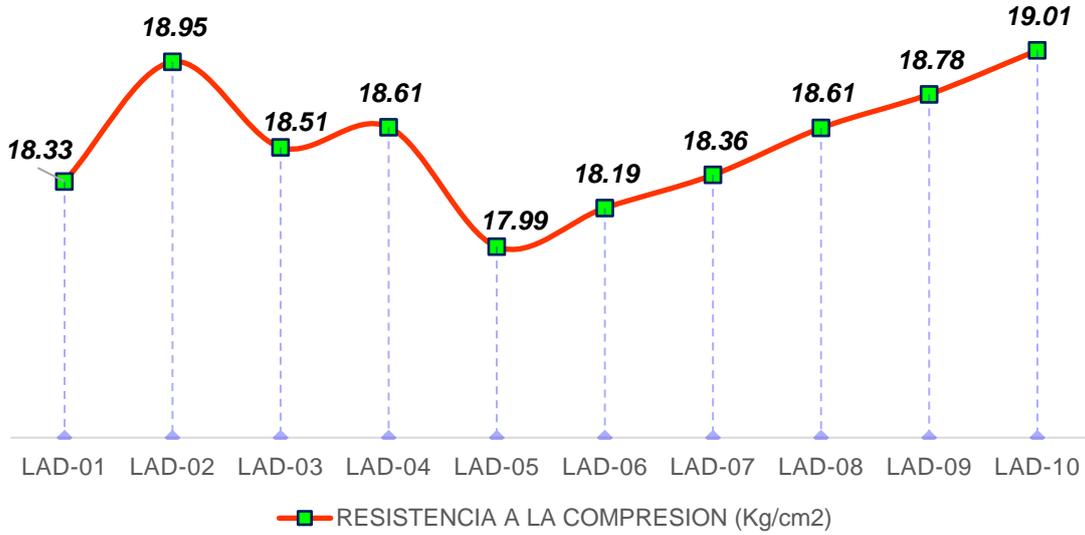
Tabla 53: Resistencia a la compresión – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (25%)

UNIDAD	LARGO PROM. (cm)	ANCHO PROM. (cm)	ALTO PROM. (cm)	AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (Kgf)	RESISTENCIA $f_b$	
						(kg/cm <sup>2</sup> )	(MPa)
LAD-01	23.75	13.78	7.75	327.28	5999.0	18.33	1.80
LAD-02	23.80	13.60	7.75	323.68	6134.0	18.95	1.86
LAD-03	23.65	13.75	7.60	325.19	6018.0	18.51	1.81
LAD-04	23.75	13.75	7.55	326.56	6078.0	18.61	1.83
LAD-05	23.65	13.85	7.75	327.55	5893.0	17.99	1.76
LAD-06	23.70	13.70	7.75	324.69	5907.0	18.19	1.78
LAD-07	23.75	13.75	7.60	326.56	5997.0	18.36	1.80
LAD-08	23.65	13.65	7.70	322.82	6007.0	18.61	1.82
LAD-09	23.65	13.80	7.70	326.37	6130.0	18.78	1.84
LAD-10	23.60	13.65	7.80	322.14	6124.0	19.01	1.86
<b>RESUMEN DE RESULTADOS</b>							
DESCRIP.	RESISTENCIA PROM. $f_b$		DESVIACIÓN ESTÁNDAR ( $\sigma$ )		RESISTENCIA CARACTERÍSTICAS A LA COMPRESIÓN ( $f'_b$ )		
	(kg/cm <sup>2</sup> )	MPa	(kg/cm <sup>2</sup> )	Mpa	$f'_b = f_b - \sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$f'_b = f_b - \sigma$ (MPa)	
<b>UND. ARCILLA MACIZO + 25% PAPEL – ADITIVO</b>	18.53	1.82	0.33	0.03	18.20	1.80	

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

Según la [Tabla 53](#), para las 10 unidades ensayadas para una adición del 25%, se obtuvo una resistencia promedio de 18.53 kg/cm<sup>2</sup>, y una resistencia característica a la compresión ( $f'_b$ ) de 18.20 kg/cm<sup>2</sup>.

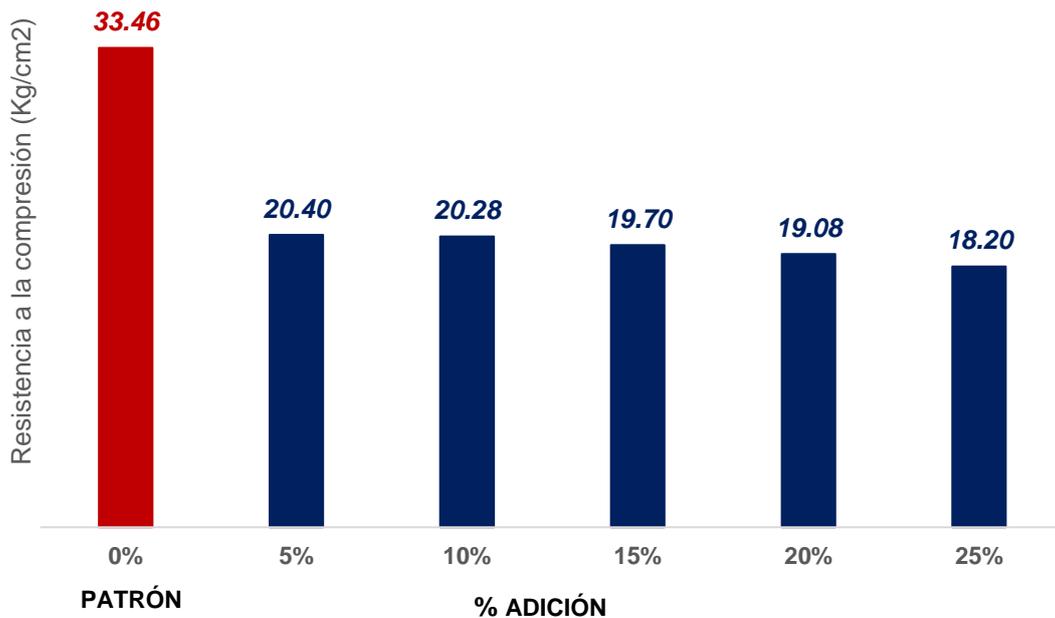
Gráfico 61: Resistencia a la compresión – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (25%)



Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el [Gráfico 61](#), para las 10 unidades el valor mayor fue obtenido para la denominación LAD-19.01 con  $19.01 \text{ kg/cm}^2$ , del mismo modo el menor fue para la unidad LAD-05 con un valor de  $17.99 \text{ kg/cm}^2$ .

Gráfico 62: Resumen – Resistencia a la compresión (3° Objetivo específico)



Fuente: Elaboración propia – Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el resumen del [Gráfico 62](#), para este objetivo con respecto a la resistencia a la compresión se puede mencionar que el ladrillo patrón obtuvo un valor de  $33.46 \text{ kg/cm}^2$ , al mismo tiempo, se puede apreciar que a medida que se va añadiendo el porcentaje la resistencia disminuye de  $20.40 \text{ kg/cm}^2$  (5%) a  $18.20 \text{ kg/cm}^2$  (25%).

## 4.5.2. Propiedad física

### 4.5.2.1. Variación dimensional

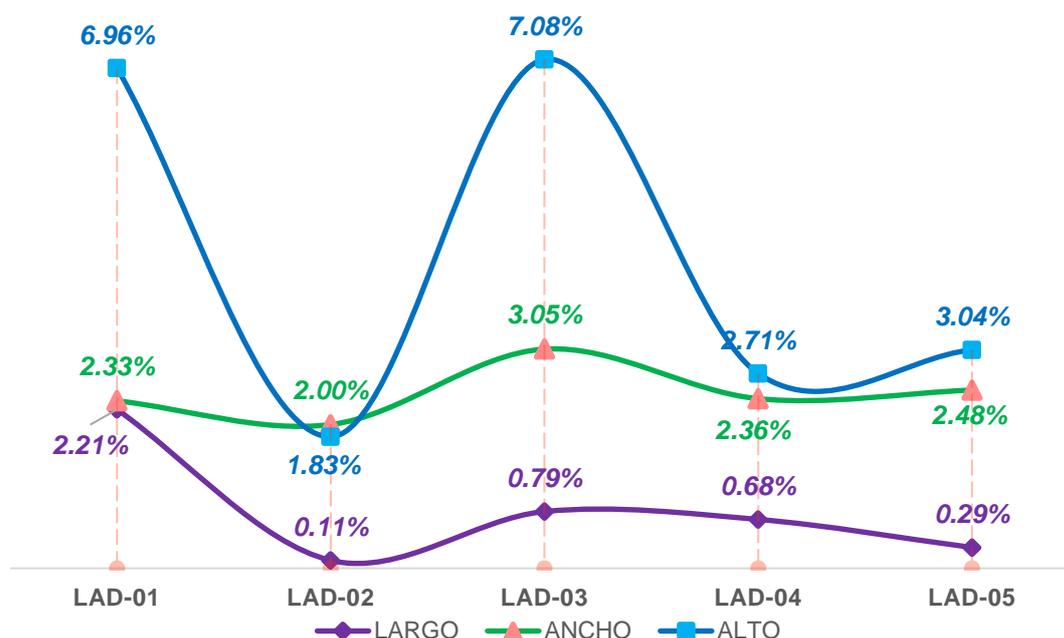
Tabla 54: Variación dimensional – Ladrillo arcillo + Papel – Aditivo (5%)

UNIDAD	LARGO			ANCHO			ALTO		
	PROM. (cm)	FCA. (cm)	VARI. (%)	PROM. (cm)	FCA. (cm)	VARI. (%)	PROM. (cm)	FCA. (cm)	VARI. (%)
LAD-01	24.53	24.00	2.21	13.67	14.00	2.33	7.44	8.00	6.96
LAD-02	23.97		0.11	13.72		2.00	7.85		1.83
LAD-03	23.81		0.79	13.57		3.05	7.43		7.08
LAD-04	24.16		0.68	13.67		2.36	7.78		2.71
LAD-05	23.93		0.29	13.65		2.48	7.76		3.04
<b>PROMEDIO (%)</b>			0.82		2.44		4.33		

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En la [Tabla 54](#), podemos apreciar que para una adición del 5% de papel y aditivo, tuvo como resultado, para el largo (0.82%), ancho (2.44%) y alto (4.33), que según la norma E.070., podemos clasificar como una unidad de clase IV.

Gráfico 63: Variación dimensional – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (5%)



Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el [Gráfico 63](#), podemos apreciar que para el largo: el valor mayor fue para el LAD-01 (2.21%) y el valor menor para el LAD-02 (0.11%); para el ancho: el valor mayor fue para el LAD-03 (3.05%) y el valor menor fue para el LAD-02 (2.00%), y para el alto: el valor mayor fue para el LAD-03 (7.08%) y el valor menor fue para el LAD-02 (1.83%).

Tabla 55: Variación dimensional – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (10%)

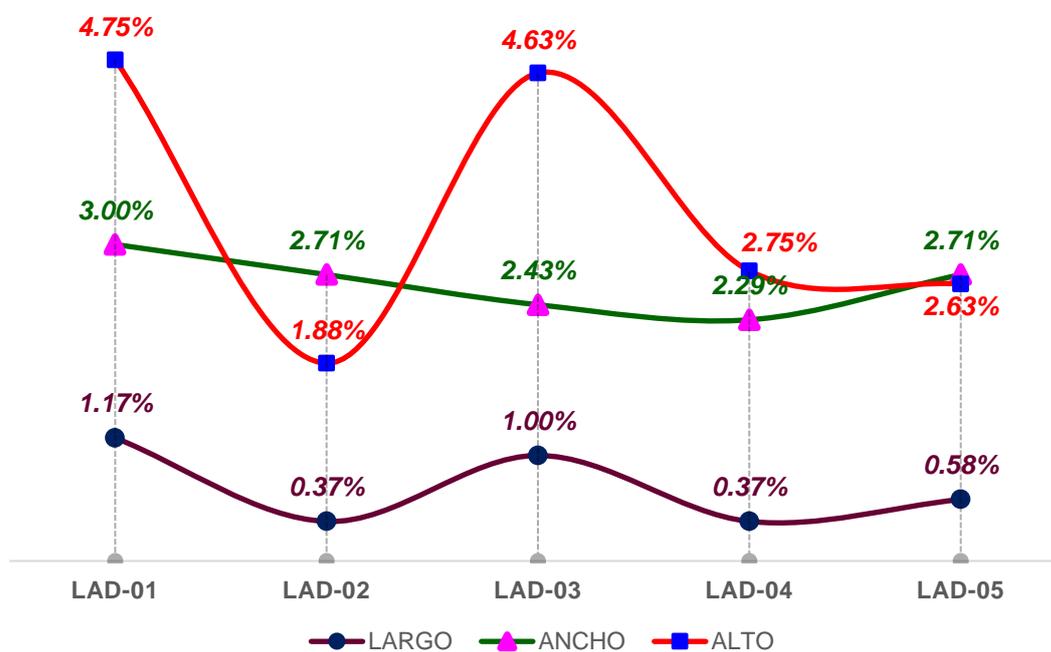
UNIDAD	LARGO			ANCHO			ALTO		
	PROM. (cm)	FCA. (cm)	VARI. (%)	PROM. (cm)	FCA. (cm)	VARI. (%)	PROM. (cm)	FCA. (cm)	VARI. (%)
LAD-01	24.28	24.00	1.17	13.58	14.00	3.00	7.62	8.00	4.75
LAD-02	23.91		0.37	13.62		2.71	7.85		1.88
LAD-03	23.76		1.00	13.66		2.43	7.63		4.63
LAD-04	24.09		0.37	13.68		2.29	7.78		2.75
LAD-05	24.14		0.58	13.62		2.71	7.79		2.63
<b>PROMEDIO (%)</b>			0.70		2.63		3.33		

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En la [Tabla 55](#), podemos apreciar que para una adición del 10% de papel y aditivo, tuvo como resultado, para el largo (0.70%), ancho (2.63%) y alto

(3.33), que según la norma E.070., podemos clasificar como una unidad de clase V.

Gráfico 64: Variación dimensional – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (10%)



Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el Gráfico 64, podemos apreciar que para el largo: el valor mayor fue para el LAD-01 (1.17%) y el valor menor para el LAD-02 y LAD-04 (0.37%); para el ancho: el valor mayor fue para el LAD-01 (3.00%) y el valor menor fue para el LAD-04 (2.29%), y para el alto: el valor mayor fue para el LAD-01 (4.75%) y el valor menor fue para el LAD-02 (1.88%).

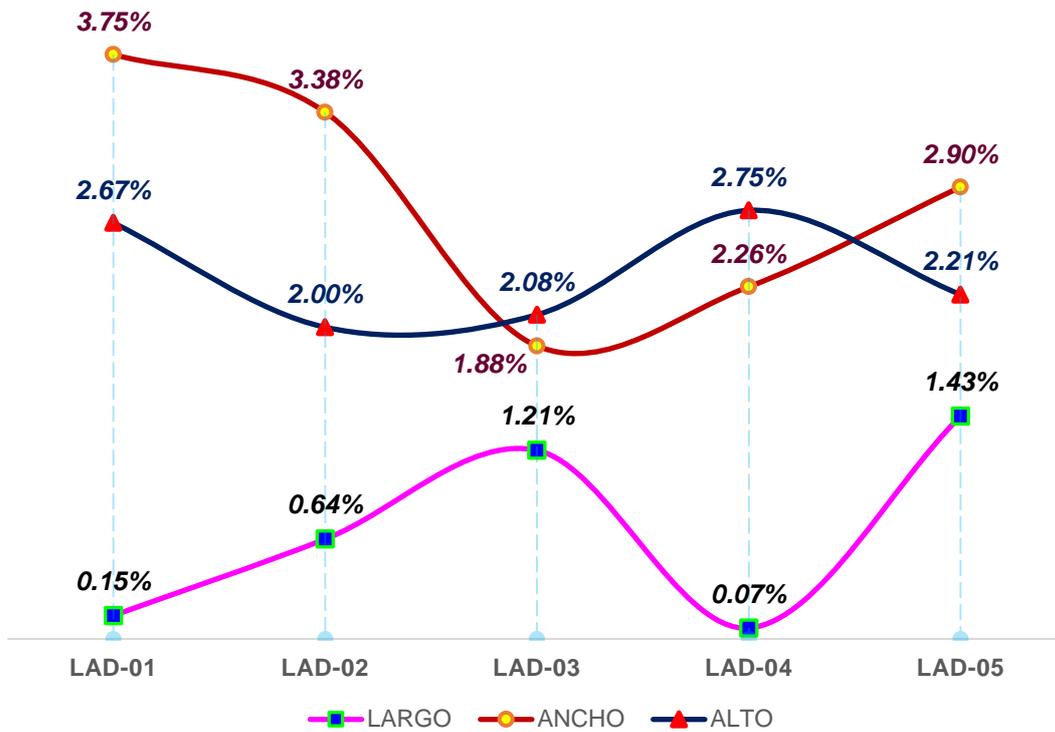
Tabla 56: Variación dimensional – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (15%)

UNIDAD	LARGO			ANCHO			ALTO		
	PROM. (cm)	FCA. (cm)	VARI. (%)	PROM. (cm)	FCA. (cm)	VARI. (%)	PROM. (cm)	FCA. (cm)	VARI. (%)
LAD-01	24.04	24.00	0.15	13.48	14.00	3.75	7.79	8.00	2.67
LAD-02	23.85		0.64	13.53		3.38	7.84		2.00
LAD-03	23.71		1.21	13.74		1.88	7.83		2.08
LAD-04	24.02		0.07	13.68		2.26	7.78		2.75
LAD-05	24.34		1.43	13.59		2.90	7.82		2.21
<b>PROMEDIO (%)</b>			0.70		2.84		2.34		

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En la [Tabla 56](#), podemos apreciar que para una adición del 15% de papel y aditivo, tuvo como resultado, para el largo (0.70%), ancho (2.83%) y alto (2.34), que según la norma E.070., podemos clasificar como una unidad de clase V.

Gráfico 65: Variación dimensional – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (15%)



Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el [Gráfico 65](#), podemos apreciar que para el largo: el valor mayor fue para el LAD-05 (1.43%) y el valor menor para el LAD-04 (0.07%); para el ancho: el valor mayor fue para el LAD-01 (3.75%) y el valor menor fue para el LAD-03 (1.88%), y para el alto: el valor mayor fue para el LAD-04 (2.75%) y el valor menor fue para el LAD-02 (2.00%).

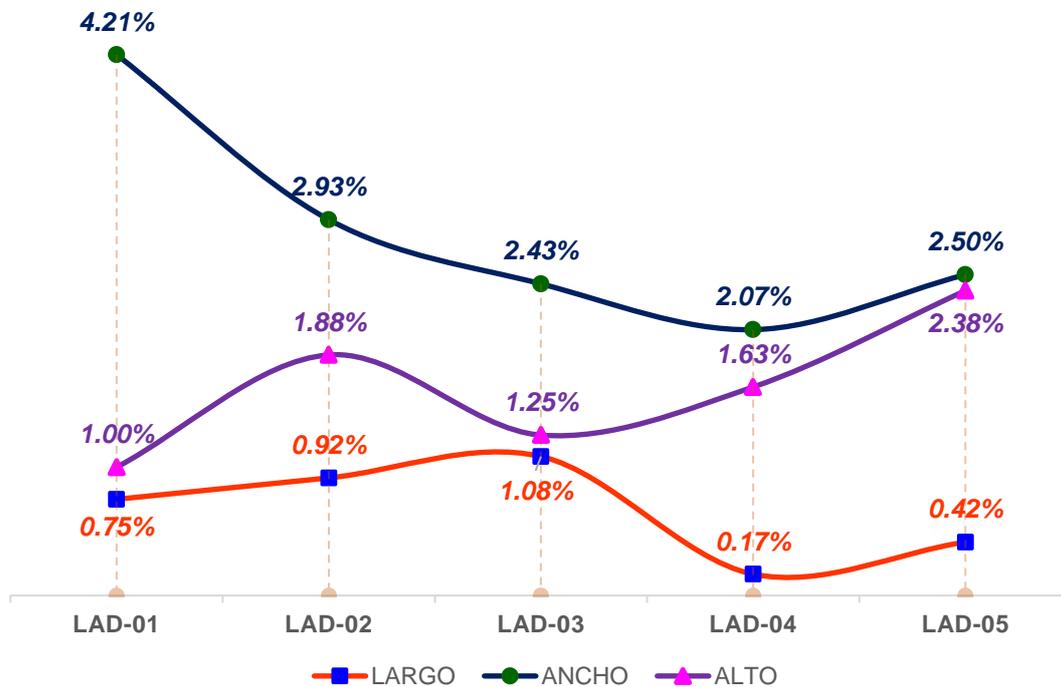
Tabla 57: Variación dimensional – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (20%)

UNIDAD	LARGO			ANCHO			ALTO		
	PROM. (cm)	FCA. (cm)	VARI. (%)	PROM. (cm)	FCA. (cm)	VARI. (%)	PROM. (cm)	FCA. (cm)	VARI. (%)
LAD-01	24.18	24.00	0.75	13.41	14.00	4.21	7.92	8.00	1.00
LAD-02	23.78		0.92	13.59		2.93	7.85		1.88
LAD-03	23.74		1.08	13.66		2.43	7.9		1.25
LAD-04	24.04		0.17	13.71		2.07	7.87		1.63
LAD-05	24.1		0.42	13.65		2.50	7.81		2.38
<b>PROMEDIO (%)</b>			0.67		2.83		1.63		

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En la [Tabla 57](#), podemos apreciar que para una adición del 20% de papel y aditivo, tuvo como resultado, para el largo (0.67%), ancho (2.83%) y alto (1.63), que según la norma E.070., podemos clasificar como una unidad de clase V.

Gráfico 66: Variación dimensional – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (20%)



Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el [Gráfico 66](#), podemos apreciar que para el largo: el valor mayor fue para el LAD-03 (1.08%) y el valor menor para el LAD-04 (0.17%); para el

ancho: el valor mayor fue para el LAD-01 (4.21%) y el valor menor fue para el LAD-04 (2.07%), y para el alto: el valor mayor fue para el LAD-05 (2.38%) y el valor menor fue para el LAD-01 (1.00%).

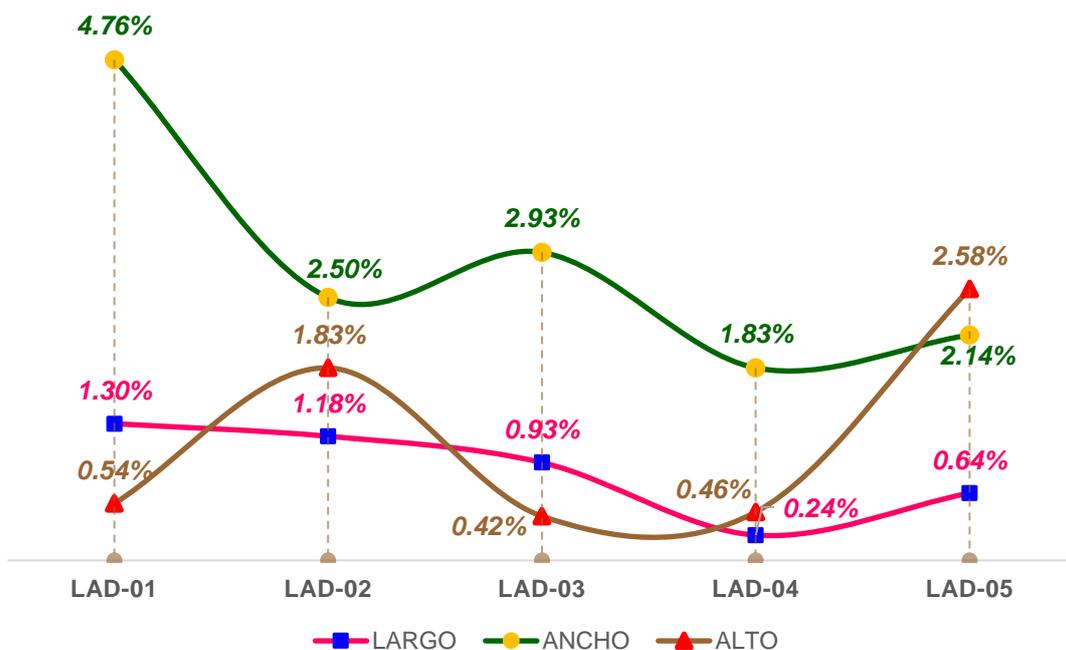
Tabla 58: Variación dimensional – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (25%)

UNIDAD	LARGO			ANCHO			ALTO		
	PROM. (cm)	FCA. (cm)	VARI. (%)	PROM. (cm)	FCA. (cm)	VARI. (%)	PROM. (cm)	FCA. (cm)	VARI. (%)
LAD-01	24.31	24.00	1.30	13.33	14.00	4.76	8.04	8.00	0.54
LAD-02	23.72		1.18	13.65		2.50	7.85		1.83
LAD-03	23.78		0.93	13.59		2.93	7.97		0.42
LAD-04	24.06		0.24	13.74		1.83	7.96		0.46
LAD-05	23.85		0.64	13.70		2.14	7.79		2.58
<b>PROMEDIO (%)</b>			0.86		2.83			1.17	

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En la [Tabla 58](#), podemos apreciar que para una adición del 25% de papel y aditivo, tuvo como resultado, para el largo (0.86%), ancho (2.83%) y alto (1.17), que según la norma E.070., podemos clasificar como una unidad de clase V.

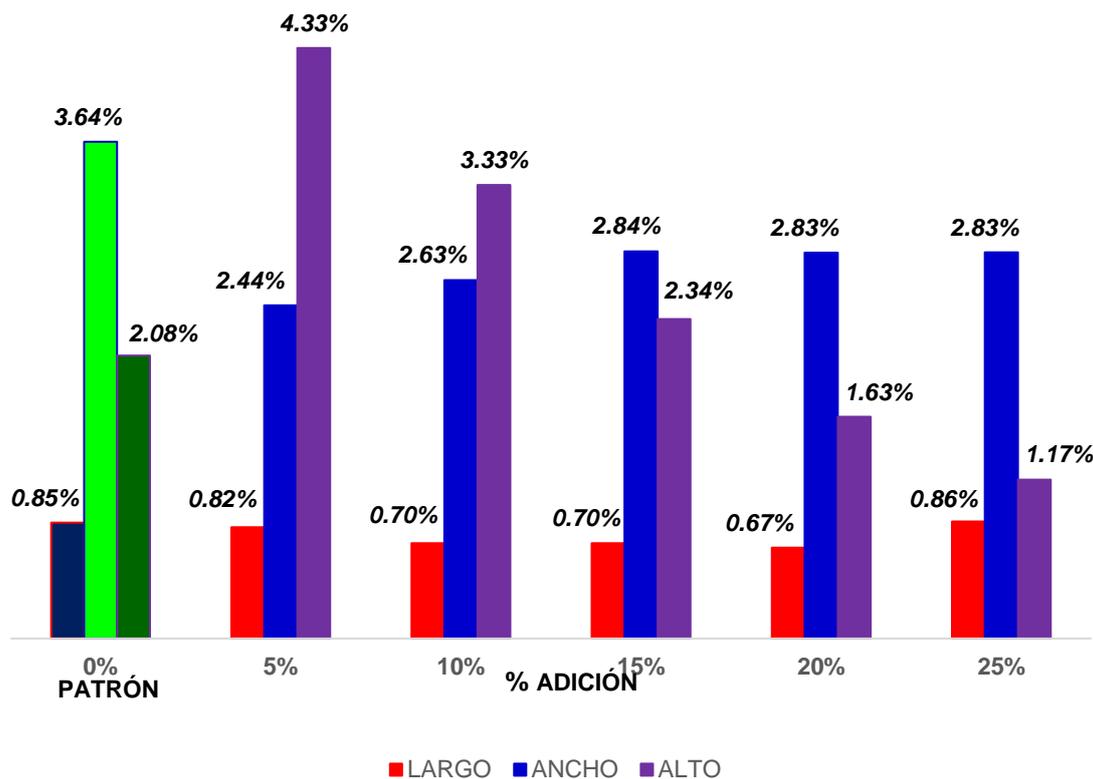
Gráfico 67: Variación dimensional – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (25%)



Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el [Gráfico 67](#), podemos apreciar que para el largo: el valor mayor fue para el LAD-01 (1.30%) y el valor menor para el LAD-04 (0.24%); para el ancho: el valor mayor fue para el LAD-01 (4.76%) y el valor menor fue para el LAD-04 (1.83%), y para el alto: el valor mayor fue para el LAD-05 (2.58%) y el valor menor fue para el LAD-03 (0.42%).

Gráfico 68: Resumen – Variación dimensional (3° Objetivo específico)



Fuente: Elaboración propia – Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

Para la variación dimensional para el tercer objetivo específico en el resumen del [Gráfico 68](#), se observa que para las adiciones el largo disminuye en sus valores, el ancho aumenta y el alto disminuye notablemente, todo esto, respecto a ladrillo patrón. Por ello, según la norma E.070., el ladrillo patrón lo clasificamos como una unidad de clase IV, ahora bien, para las adiciones del 5% al 25% como unidades de clase IV.

#### 4.5.2.2. Alabeo

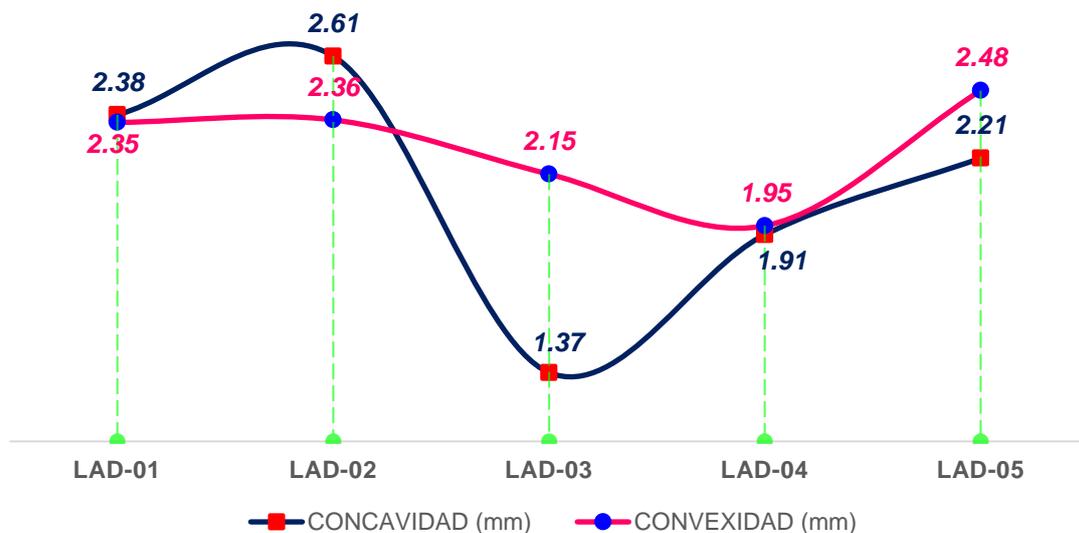
Tabla 59: Alabeo – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (5%)

UNIDAD	CONCAVIDAD (mm)					CONVEXIDAD (mm)					
	CARA SUPERIOR R (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)	
	E-1	E-2	E-1	E-2		E-1	E-2	E-1	E-2		
LAD-01	3.12	1.18	2.51	2.70	2.38	3.20	2.18	2.15	1.87	2.35	
LAD-02	2.14	2.70	2.61	3.00	2.61	3.00	2.10	1.36	2.98	2.36	
LAD-03	0.99	2.36	0.46	1.65	1.37	2.14	0.39	4.59	1.47	2.15	
LAD-04	2.13	2.31	1.48	1.70	1.91	2.70	1.40	2.00	1.68	1.95	
LAD-05	2.71	2.14	2.10	1.90	2.21	2.70	3.80	0.40	3.00	2.48	
<b>PROMEDIO (mm)</b>					2.09						2.26

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

Acuerdo a la [Tabla 59](#), se le realizó el ensayo respectivo del alabeo acuerdo a la Norma ITINTEC 331.017 a 5 unidades de ladrillo de arcilla añadiendo al ladrillo patrón a un 5% de papel y aditivo impermeabilizante. Dando como resultado una concavidad de 2.09 mm y una convexidad de 2.26 mm, cumplido acuerdo con la máxima 10 mm. Donde se clasificó para un ladrillo de Tipo IV.

Gráfico 69: Alabeo – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (5%)



Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el [Gráfico 69](#) se puede observar, que el valor mayor para el ensayo de concavidad fue para el LAD-02 con un valor de 2.61 mm y el valor menor fue para la unidad LAD-03 con un valor de 1.37 mm. Asimismo, para la convexidad el valor mayor fue para la unidad LAD-05 con un valor de 2.48 mm, y el valor menor fue para la unidad LAD-04 con un valor de 1.95 mm.

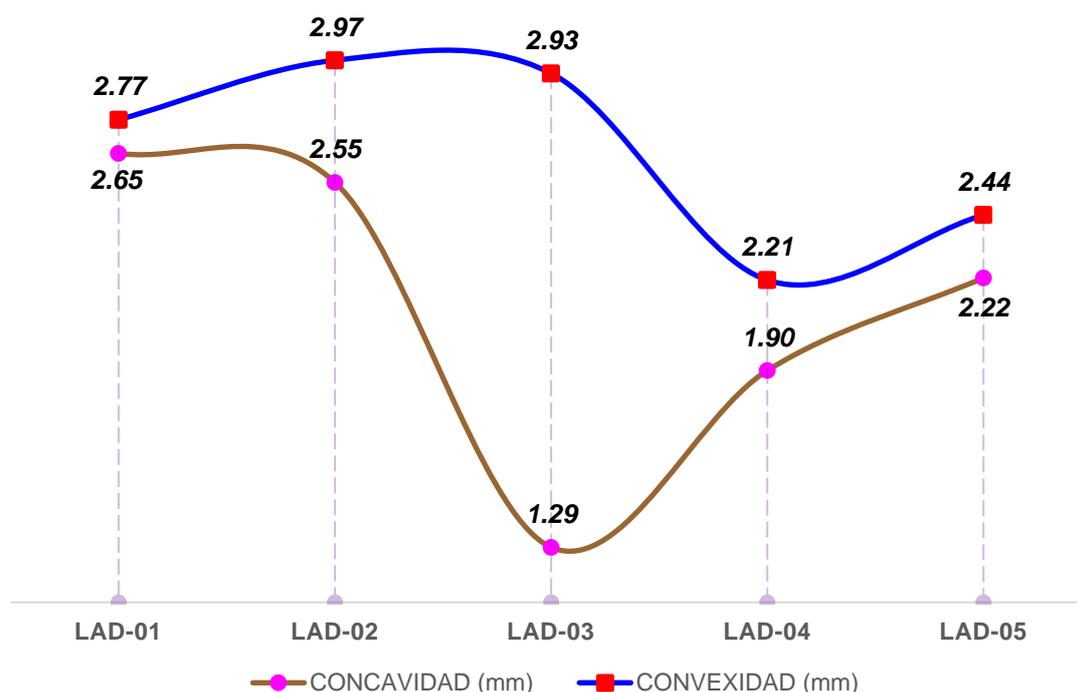
Tabla 60: Alabeo – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (10%)

UNIDAD	CONCAVIDAD (mm)					CONVEXIDAD (mm)				
	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)
	E-1	E-2	E-1	E-2		E-1	E-2	E-1	E-2	
LAD-01	2.75	2.48	2.51	2.87	2.65	3.00	2.06	3.68	2.33	2.77
LAD-02	2.30	1.72	2.61	3.58	2.55	3.47	2.22	3.22	2.98	2.97
LAD-03	0.97	2.27	0.46	1.48	1.29	2.78	2.48	4.59	1.86	2.93
LAD-04	1.78	2.32	1.48	2.01	1.90	2.56	2.26	2.35	1.68	2.21
LAD-05	1.72	2.02	2.10	3.03	2.22	1.95	3.80	0.40	3.60	2.44
<b>PROMEDIO (mm)</b>					2.12					2.66

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

Acuerdo a la [Tabla 60](#), se le realizó el ensayo respectivo del alabeo acuerdo a la Norma ITINTEC 331.017 a 5 unidades de ladrillo de arcilla añadiendo al ladrillo patrón a un 10% de papel y aditivo impermeabilizante. Dando como resultado una concavidad de 2.12 mm y una convexidad de 2.66 mm, cumplido acuerdo con la máxima 10 mm. Donde se clasificó para un ladrillo de Tipo IV.

Gráfico 70: Alabeo – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (10%)



Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el [Gráfico 70](#) se puede observar, que el valor mayor para el ensayo de concavidad fue para el LAD-01 con un valor de 2.65 mm y el valor menor fue para la unidad LAD-03 con un valor de 1.29 mm. Asimismo, para la convexidad el valor mayor fue para la unidad LAD-02 con un valor de 2.97 mm, y el valor menor fue para la unidad LAD-04 con un valor de 2.21 mm.

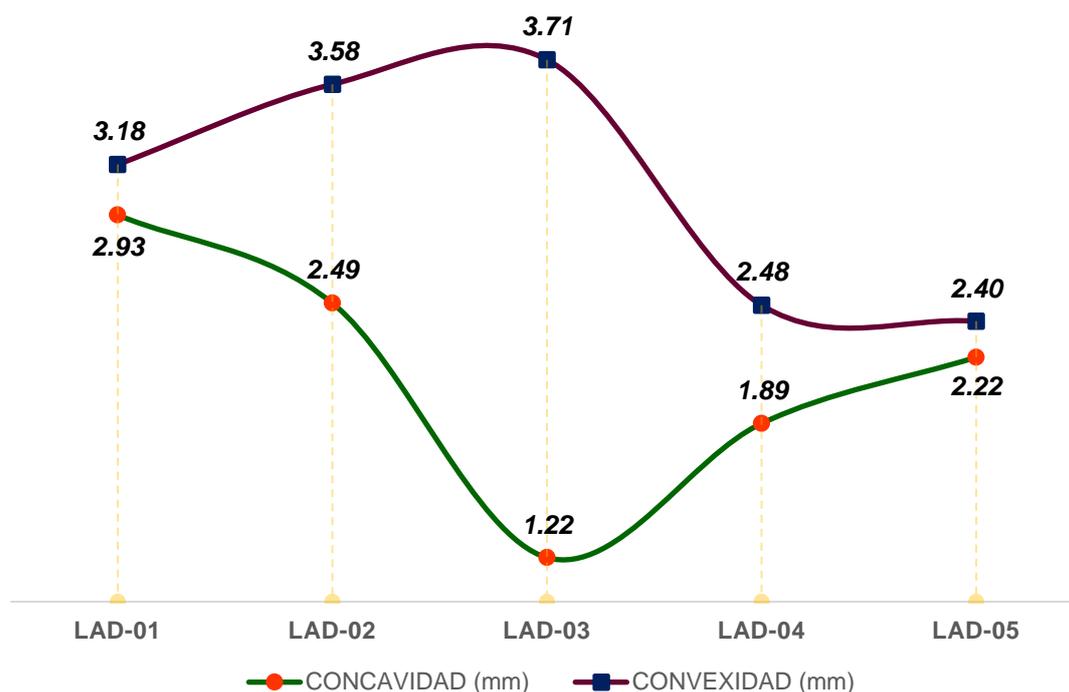
Tabla 61: Alabeo – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (15%)

UNIDAD	CONCAVIDAD (mm)					CONVEXIDAD (mm)				
	CARA SUPERIOR R (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)
	E-1	E-2	E-1	E-2		E-1	E-2	E-1	E-2	
LAD-01	2.37	3.78	2.51	3.04	2.93	2.80	1.94	5.20	2.79	3.18
LAD-02	2.46	0.74	2.61	4.15	2.49	3.94	2.33	5.08	2.98	3.58
LAD-03	0.94	2.18	0.46	1.31	1.22	3.41	4.57	4.59	2.25	3.71
LAD-04	1.42	2.32	1.48	2.32	1.89	2.42	3.12	2.70	1.68	2.48
LAD-05	0.72	1.90	2.10	4.16	2.22	1.20	3.80	0.40	4.20	2.40
<b>PROMEDIO (mm)</b>					2.15					3.07

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

Acuerdo a la [Tabla 61](#), se le realizó el ensayo respectivo del alabeo acuerdo a la Norma ITINTEC 331.017 a 5 unidades de ladrillo de arcilla añadiendo al ladrillo patrón a un 15% de papel y aditivo impermeabilizante. Dando como resultado una concavidad de 2.15 mm y una convexidad de 3.07 mm, cumplido acuerdo con la máxima 10 mm. Donde se clasificó para un ladrillo de Tipo IV.

Gráfico 71: Alabeo – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (15%)



Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el [Gráfico 71](#) se puede observar, que el valor mayor para el ensayo de concavidad fue para el LAD-01 con un valor de 2.93 mm y el valor menor fue para la unidad LAD-03 con un valor de 1.22 mm. Asimismo, para la convexidad el valor mayor fue para la unidad LAD-03 con un valor de 3.71 mm, y el valor menor fue para la unidad LAD-05 con un valor de 2.40 mm.

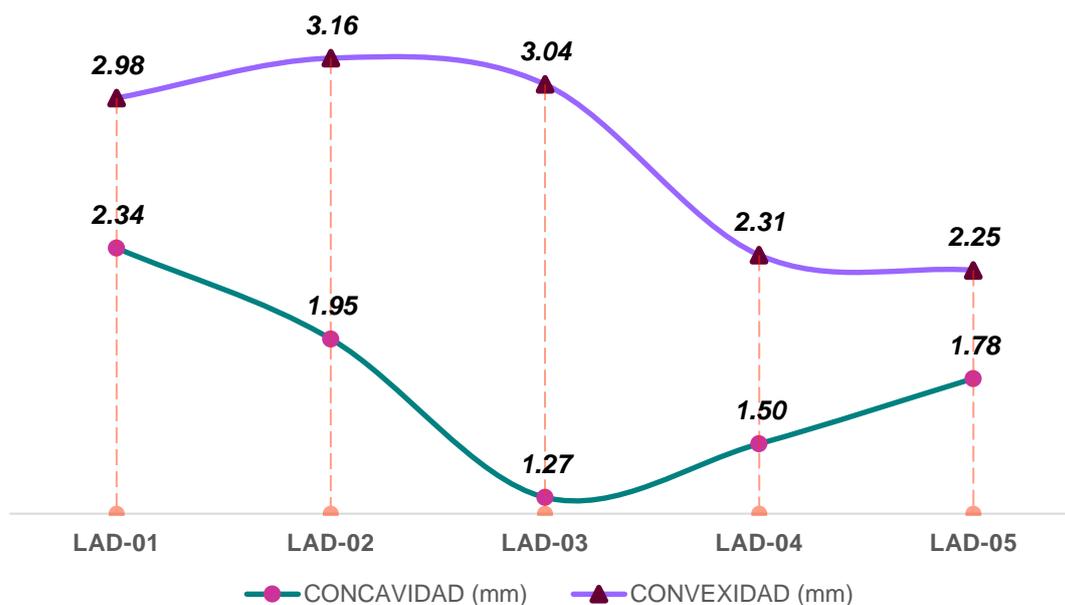
Tabla 62: Alabeo – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (20%)

UNIDAD	CONCAVIDAD (mm)					CONVEXIDAD (mm)					
	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)	
	E-1	E-2	E-1	E-2		E-1	E-2	E-1	E-2		
LAD-01	1.91	2.48	2.51	2.46	2.34	3.59	2.33	3.81	2.22	2.98	
LAD-02	1.53	0.91	2.30	3.07	1.95	3.13	2.71	3.81	2.98	3.16	
LAD-03	1.55	1.59	0.46	1.48	1.27	3.27	3.63	3.38	1.91	3.04	
LAD-04	0.77	1.75	1.23	2.25	1.50	2.30	2.91	2.35	1.68	2.31	
LAD-05	0.96	1.52	1.62	3.03	1.78	1.88	3.12	0.96	3.02	2.25	
<b>PROMEDIO (mm)</b>					1.77						2.75

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

Acuerdo a la [Tabla 62](#), se le realizó el ensayo respectivo del alabeo acuerdo a la Norma ITINTEC 331.017 a 5 unidades de ladrillo de arcilla añadiendo al ladrillo patrón a un 20% de papel y aditivo impermeabilizante. Dando como resultado una concavidad de 1.77 mm y una convexidad de 2.75 mm, cumplido acuerdo con la máxima 10 mm. Donde se clasificó para un ladrillo de Tipo IV.

Gráfico 72: Alabeo – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (20%)



Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el [Gráfico 72](#) se puede observar, que el valor mayor para el ensayo de concavidad fue para el LAD-01 con un valor de 2.34 mm y el valor menor fue para la unidad LAD-03 con un valor de 1.27 mm. Asimismo, para la convexidad el valor mayor fue para la unidad LAD-02 con un valor de 3.16 mm, y el valor menor fue para la unidad LAD-05 con un valor de 2.25 mm.

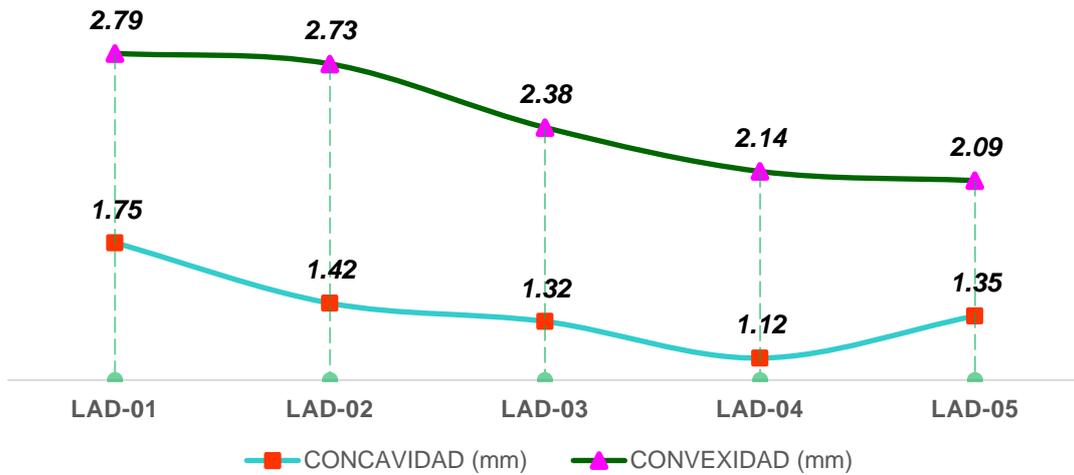
Tabla 63: Alabeo – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (25%)

UNIDAD	CONCAVIDAD (mm)					CONVEXIDAD (mm)				
	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)
	E-1	E-2	E-1	E-2		E-1	E-2	E-1	E-2	
LAD-01	1.44	1.18	2.51	1.87	1.75	4.37	2.71	2.41	1.65	2.79
LAD-02	0.60	1.08	1.99	1.99	1.42	2.31	3.08	2.54	2.98	2.73
LAD-03	2.16	1.00	0.46	1.65	1.32	3.12	2.68	2.16	1.56	2.38
LAD-04	0.12	1.18	0.98	2.18	1.12	2.18	2.70	2.00	1.68	2.14
LAD-05	1.20	1.14	1.14	1.90	1.35	2.56	2.44	1.52	1.84	2.09
<b>PROMEDIO (mm)</b>					1.39					2.42

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

Acuerdo a la [Tabla 63](#), se le realizó el ensayo respectivo del alabeo acuerdo a la Norma ITINTEC 331.017 a 5 unidades de ladrillo de arcilla añadiendo al ladrillo patrón a un 25% de papel y aditivo impermeabilizante. Dando como resultado una concavidad de 1.39 mm y una convexidad de 2.42 mm, cumplido acuerdo con la máxima 10 mm. Donde se clasificó para un ladrillo de Tipo IV.

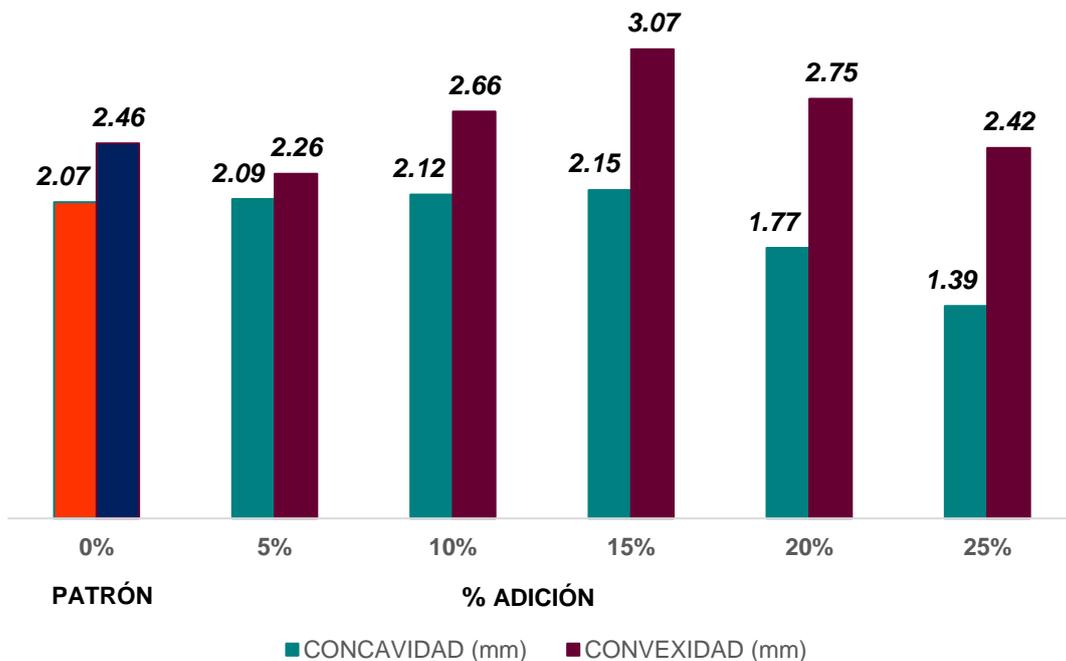
Gráfico 73: Alabeo – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (25%)



Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el [Gráfico 73](#) se puede observar, que el valor mayor para el ensayo de concavidad fue para el LAD-01 con un valor de 2.34 mm y el valor menor fue para la unidad LAD-03 con un valor de 1.27 mm. Asimismo, para la convexidad el valor mayor fue para la unidad LAD-02 con un valor de 3.16 mm, y el valor menor fue para la unidad LAD-05 con un valor de 2.25 mm.

Gráfico 74: Resumen – Alabeo (3° Objetivo específico)



Fuente: Elaboración propia – Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el [Gráfico 74](#) se puede observar, que el valor mayor para este ensayo se obtuvo mayor que concavidad de 15% 2.15 mm y mayor convexidad de 10% 3.07 mm y la clasificación de las todas las unidades es de tipo IV. De acuerdo con la norma E. 0.70.

#### 4.5.2.3. Absorción

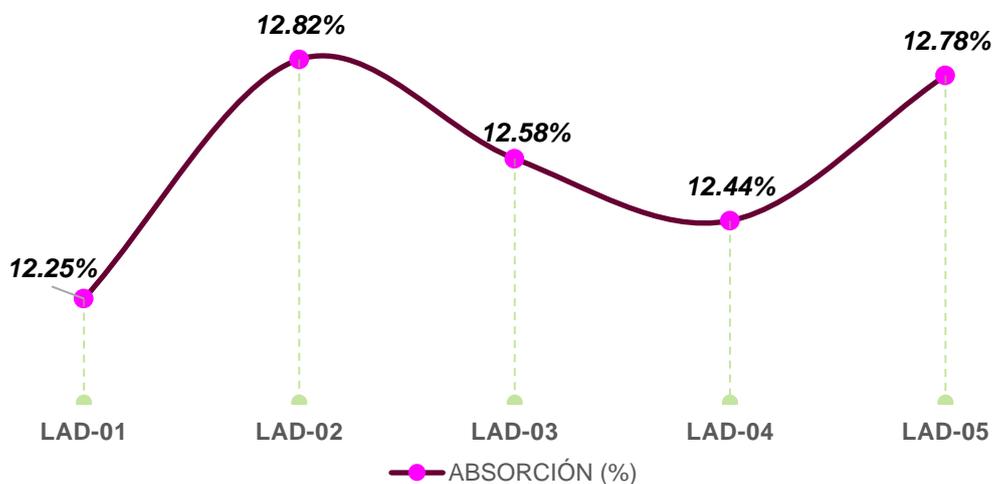
Tabla 64: Absorción – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (5%)

UNIDAD	MASA SECO (gr)			MASA SATURADO (gr)	ABSORCIÓN (%)
	E-1	E-2	PROMEDIO		
LAD-01	3,837.00	3,837.00	3,837.00	4,307.00	12.25
LAD-02	3,946.00	3,946.00	3946.00	4,452.00	12.82
LAD-03	3,830.00	3,830.00	3830.00	4,312.00	12.58
LAD-04	4,109.00	4,109.00	4109.00	4,620.00	12.44
LAD-05	3,997.00	3,997.00	3997.00	4,508.00	12.78
<b>ABSORCIÓN PROMEDIO (%)</b>					<b>12.58 %</b>

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

Como se observa en la [Tabla 64](#) se desarrolló el ensayo de ladrillo de arcilla añadiendo al ladrillo patrón a un 5% de papel y aditivo impermeabilizante dando como resultado un valor de 12.58%, la cual cumple como la norma 331.017, la cual especifica que el valor no debe ser mayor al 22%.

Gráfico 75: Absorción – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (5%)



Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el [Gráfico 75](#), con respecto al ensayo de la absorción del ladrillo patrón se tuvo, un valor mayor para el ladrillo LAD-02 con un valor de 12.82% y mientras que el valor menor se obtuvo para el LAD-01 con un valor de 12.25%.

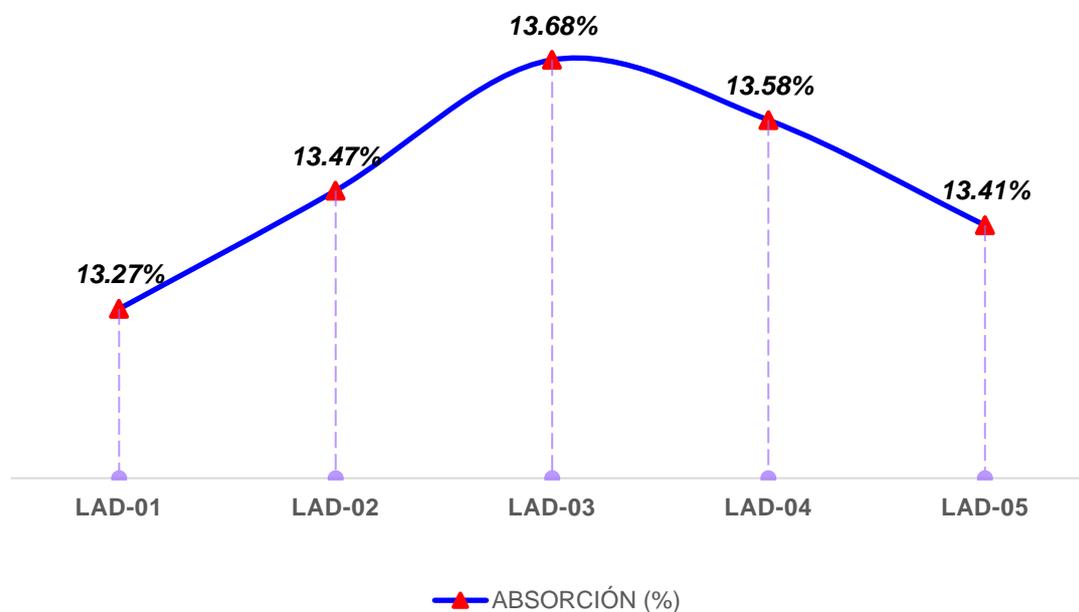
*Tabla 65: Absorción – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (10%)*

UNIDAD	MASA SECO (gr)			MASA SATURADO (gr)	ABSORCIÓN (%)
	E-1	E-2	PROMEDIO		
LAD-01	3,917.50	3,917.50	3,917.50	4,437.50	13.27
LAD-02	3,995.50	3,995.50	3995.50	4,533.50	13.47
LAD-03	3,904.50	3,904.50	3904.50	4,438.50	13.68
LAD-04	4,054.00	4,054.00	4054.00	4,604.50	13.58
LAD-05	4,001.00	4,001.00	4001.00	4,537.50	13.41
<b>ABSORCIÓN PROMEDIO (%)</b>					<b>13.48 %</b>

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

Como se observa en la [Tabla 65](#) se desarrolló el ensayo de ladrillo de arcilla añadiendo al ladrillo patrón a un 10% de papel y aditivo impermeabilizante dando como resultado un valor de 13.48%, la cual cumple como la norma 331.017, la cual especifica que el valor no debe ser mayor al 22%.

Gráfico 76: Absorción – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (10%)



Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el [Gráfico 76](#), con respecto al ensayo de la absorción del ladrillo patrón se tuvo, un valor mayor para el ladrillo LAD-03 con un valor de 13.68% y mientras que el valor menor se obtuvo para el LAD-01 con un valor de 13.27%.

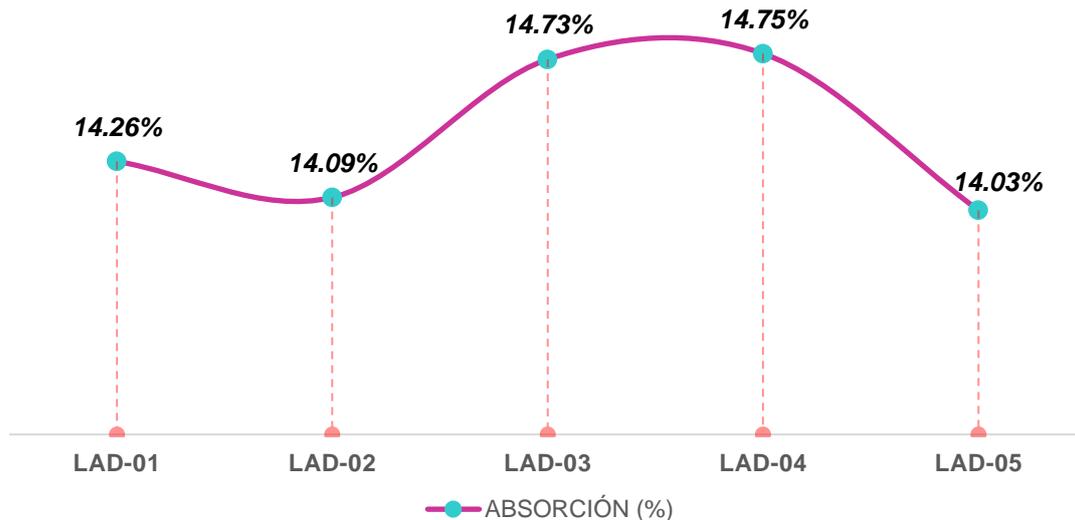
Tabla 66: Absorción – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (15%)

UNIDAD	MASA SECO (gr)			MASA SATURADO (gr)	ABSORCIÓN (%)
	E-1	E-2	PROMEDIO		
LAD-01	3,998.00	3,998.00	3,998.00	4,568.00	14.26
LAD-02	4,045.00	4,045.00	4045.00	4,615.00	14.09
LAD-03	3,979.00	3,979.00	3979.00	4,565.00	14.73
LAD-04	3,999.00	3,999.00	3999.00	4,589.00	14.75
LAD-05	4,005.00	4,005.00	4005.00	4,567.00	14.03
<b>ABSORCIÓN PROMEDIO (%)</b>					<b>14.37 %</b>

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

Como se observa en la [Tabla 66](#) se desarrolló el ensayo de ladrillo de arcilla añadiendo al ladrillo patrón a un 15% de papel y aditivo impermeabilizante dando como resultado un valor de 14.37%, la cual cumple como la norma 331.017, la cual especifica que el valor no debe ser mayor al 22%.

Gráfico 77: Absorción – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (15%)



Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el [Gráfico 77](#), con respecto al ensayo de la absorción del ladrillo patrón se tuvo, un valor mayor para el ladrillo LAD-04 con un valor de 14.75% y mientras que el valor menor se obtuvo para el LAD-05 con un valor de 14.03%.

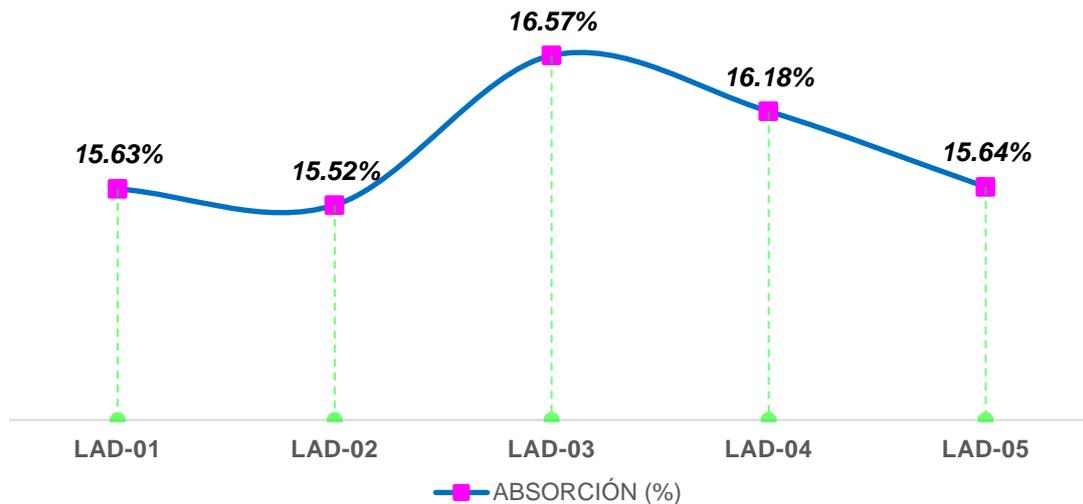
Tabla 67: Absorción – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (20%)

UNIDAD	MASA SECO (gr)			MASA SATURADO (gr)	ABSORCIÓN (%)
	E-1	E-2	PROMEDIO		
LAD-01	3,912.50	3,912.50	3,912.50	4,524.00	15.63
LAD-02	3,944.50	3,944.50	3944.50	4,556.50	15.52
LAD-03	3,874.50	3,874.50	3874.50	4,516.50	16.57
LAD-04	4,040.00	4,040.00	4040.00	4,693.50	16.18
LAD-05	3,998.50	3,998.50	3998.50	4,624.00	15.64
<b>ABSORCIÓN PROMEDIO (%)</b>					<b>15.91 %</b>

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

Como se observa en la [Tabla 67](#) se desarrolló el ensayo de ladrillo de arcilla añadiendo al ladrillo patrón a un 20% de papel y aditivo impermeabilizante dando como resultado un valor de 15.91%, la cual cumple como la norma 331.017, la cual especifica que el valor no debe ser mayor al 22%.

Gráfico 78: Absorción – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (20%)



Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el [Gráfico 78](#), con respecto al ensayo de la absorción del ladrillo patrón se tuvo, un valor mayor para el ladrillo LAD-03 con un valor de 16.57% y mientras que el valor menor se obtuvo para el LAD-02 con un valor de 15.52%.

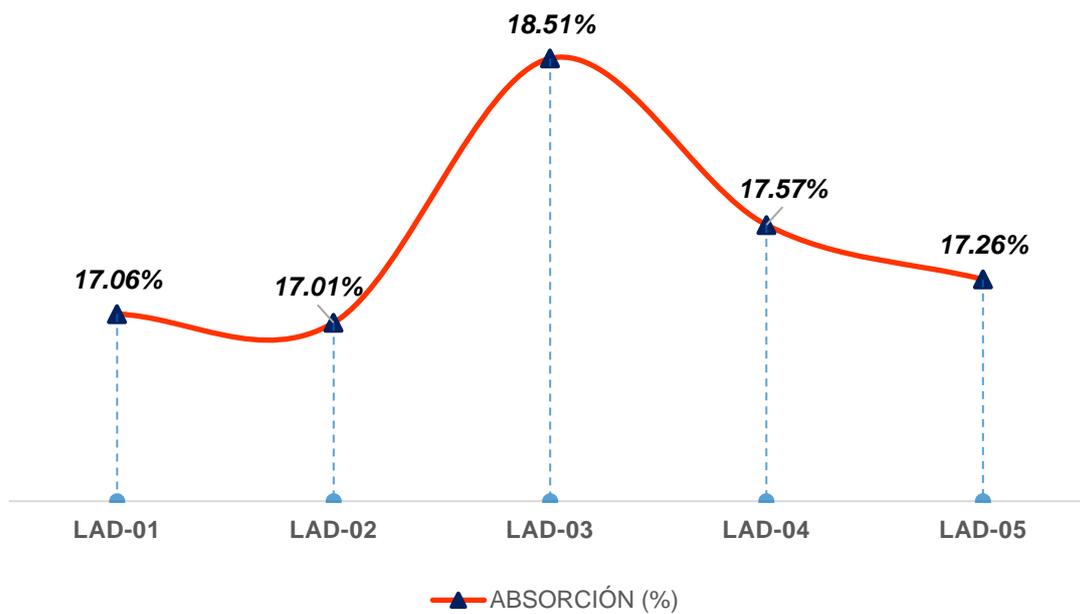
Tabla 68: Absorción – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (25%)

UNIDAD	MASA SECO (gr)			MASA SATURADO (gr)	ABSORCIÓN (%)
	E-1	E-2	PROMEDIO		
LAD-01	3,827.00	3,827.00	3,827.00	4,480.00	17.06
LAD-02	3,844.00	3,844.00	3844.00	4,498.00	17.01
LAD-03	3,770.00	3,770.00	3770.00	4,468.00	18.51
LAD-04	4,081.00	4,081.00	4081.00	4,798.00	17.57
LAD-05	3,992.00	3,992.00	3992.00	4,681.00	17.26
<b>ABSORCIÓN PROMEDIO (%)</b>					<b>17.78 %</b>

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

Como se observa en la [Tabla 68](#) se desarrolló el ensayo de ladrillo de arcilla añadiendo al ladrillo patrón a un 25% de papel y aditivo impermeabilizante dando como resultado un valor de 17.78%, la cual cumple como la norma 331.017, la cual especifica que el valor no debe ser mayor al 22%.

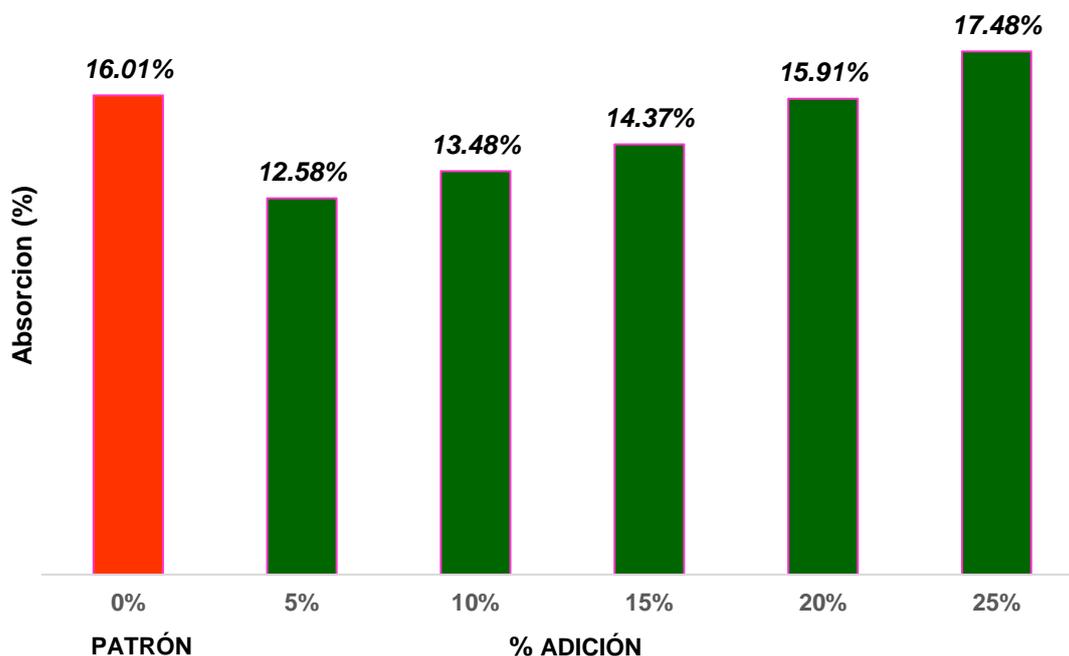
Gráfico 79: Absorción – Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo (25%)



Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el [Gráfico 79](#), con respecto al ensayo de la absorción del ladrillo patrón se tuvo, un valor mayor para el ladrillo LAD-03 con un valor de 18.51% y mientras que el valor menor se obtuvo para el LAD-02 con un valor de 17.01%.

Gráfico 80: Resumen – Absorción (3° Objetivo específico)



Fuente: Elaboración propia – Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

En el [Gráfico 80](#), con respecto al ensayo de la absorción del ladrillo patrón tiene un 16.01%, mientras al adicionar una proporción menor de 5% de adición de papel y de aditivo impermeabilizante tiene solo un 12.82% que es menor mientras el 25% de adición de papel y de aditivo impermeabilizante tiene 17.48% con una mayor de absorción.

## V. DISCUSIÓN

### 5.1. Objetivo general: Determinar la influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones de Huaraz

De acuerdo con los ensayos realizados y desarrollando cuadros comparativos, con respecto a la **propiedad mecánica** de la **resistencia a la compresión**, se obtuvo resultados que se revelan en el [Gráfico 5](#), dando como resultado: patrón ( $33.46 \text{ kg/cm}^2$ ), por ello, **Chávez y Millones** (2018), en su tesis de investigación obtuvo un valor para el ladrillo patrón de  $47.30 \text{ kg/cm}^2$ , por otro lado **Rojas** (2017), obtuvo un valor de  $87.93 \text{ kg/cm}^2$  la cual es superior al resultado obtenido en este estudio, por otro lado, para la combinación de arcilla + papel, para la adición del 5% de papel en la matriz de la arcilla el valor disminuyó un 24.39%, con respecto a los resultados del patrón, y para un 25% de adición, el valor disminuyó un 51.05%, asimismo, para la adición de arcilla + aditivo impermeabilizante, para un 5% el valor disminuyó un 40.81%, y para el 25% disminuyó un 52.18%, por otro lado, para la adición de arcilla + papel-aditivo impermeabilizante, el valor disminuyó un 39.03% para la adición del 5% y para el 25% se redujo un 45.59%, todo esto respecto al valor obtenido de la resistencia del patrón. Teniendo una disminución notable de estos valores, por ende, la norma **E.070**. hace mención que las unidades de ladrillos deben ser mayores al  $50 \text{ kg/cm}^2$ , por ello, los valores obtenidos, son inferiores a estas, de las cuales podemos clasificar como una unidad de tipo I, por ello, hacen que estas unidades no sean aptas para la elaboración de muros portantes. Con respecto a las **propiedades físicas**, la **variación dimensional**, tuvo valores que se muestran en la [Tabla 6](#), para la cual: patrón (0.85%, 3.64%, 2.08%), siendo clasificado como clase IV, asimismo, **Chávez y Millones** (2018), en su tesis obtuvo un valor para largo (4.27%), ancho (5.42%), alto (7.06%), y clasificaron como clase II, la cual, no se asemeja con los resultados obtenidos, por otro lado **Rojas** (2017), obtuvo valores para el largo (7.78%), ancho (9.09%) y alto (5.96%), siendo superior este último, con respecto a los dos valores mostrados, siendo así que estos valores son distintas, así mismo los valores de las adiciones de arcilla + papel,

arcilla + aditivo y arcilla + papel-aditivo impermeabilizante no superaron los valores de la norma **E.070**. siendo así que, todas estas unidades se clasificaron como ladrillo de clase IV. Con respecto al ensayo del **alabeo**, se muestran en el **Gráfico 7**, donde el patrón tuvo una concavidad de 2.07 mm y una convexidad de 2.46 mm para ello **Chávez y Millones** (2018), en su tesis determinó un valor para la concavidad de 1.4 mm. y una convexidad de 1.55 mm. las cuales, estos valores son inferiores a los valores obtenidos, por otro lado, **Rojas** (2017), en su tesis muestra un resultado para una concavidad con un valor de 0.60 mm y una convexidad de 0.00 mm, la cual es menor a los valores obtenidos en la presente investigación. Asimismo, los tres valores obtenidos cumplen con el valor mínimo de 10 mm que exige la norma **E.070** y la **ITINTEC 331.017**, del mismo modo, se clasificó las demás unidades como clase IV debido que no superaron los valores mínimos que es de 10 mm la cual pide la norma, siendo así que, la deformación de las unidades no es demasiado intensa. La **absorción**, tuvo valores que se exponen en el **Gráfico 8**: patrón (16.01%), de acuerdo a la tesis de **Chávez y Millones** (2018), este obtuvo una absorción de 13.22%, la cual es menor al resultado obtenido, por otro lado **Rojas** (2017), en su tesis, respecto a este ensayo obtuvo un valor de 14.74% la cual es menor con el resultado obtenido en la presente investigación, del mismo modo los tres valores cumplen con el requisito mínimo que exige la norma **E.070** y la **ITINTEC 331.017**, por la cual, para un 5% de adición de papel la absorción disminuye un 7.62%, y para la adición del 25% la absorción aumentó un 3.30% respecto al valor del patrón, para el 5% de adición de aditivo la absorción disminuye un 40.51% y para el 25% de aditivo disminuyó un 16.11% y para la adición de papel-aditivo impermeabilizante la absorción disminuye un 21.46% para el 5% de adición y aumentó un 9.19% para una adición de 25%. Siendo así que la adición de papel y aditivo en la matriz de arcilla influye negativamente en sus propiedades las cuales hacen que estas unidades no sean óptimas para su uso con fines estructurales.

**5.2. Primer objetivo específico: Determinar la influencia del porcentaje ideal del papel que mejora de las propiedades mecánicas y físicas del ladrillo de arcilla para edificaciones de la ciudad de Huaraz**

Según los ensayos realizados con relación a la **propiedad mecánica** de la **resistencia a la compresión** se alcanzó resultados que se muestran en el resumen del [Gráfico 14](#), facilitando resultados los sucesivos valores para: el patrón de 33.46 ( $kg/cm^2$ ), 5% de adición de papel de 25.30 ( $kg/cm^2$ ), 10% de adición de papel de 23.85 ( $kg/cm^2$ ), 15% de adición de papel de 21.80 ( $kg/cm^2$ ), 20% de adición de papel 19.34 ( $kg/cm^2$ ) y 25% de adición de 16.38 ( $kg/cm^2$ ), por ello, de acuerdo al [Gráfico 14](#), podemos mencionar que a medida que la adición va aumentando la resistencia disminuye, es importante mencionar, que los resultados obtenidos son inferiores al valor mínimo de la norma **E.070**, la cual, no cumplen con lo establecido según dicha norma, siendo así, clasificado como un ladrillo de clase I, para todas las unidades de adición y patrón. De acuerdo con el artículo desarrollado por **Muñoz [et al.]**, 2020, menciona que a medida que se va añadiendo un porcentaje en la matriz de la arcilla, la resistencia decae, siendo así, determinaron que el valor para el ladrillo patrón fue de 11.5 MPa ( $117 kg/cm^2$ ), mientras que para la adición del 5% y 10% el valor fue de 6.00 MPa ( $61 kg/cm^2$ ) y 7.2 MPa ( $73 kg/cm^2$ ), la cual, estos datos son mayores que los datos obtenidos de esta investigación, por otro lado, podemos mencionar que, a medida que se va añadiendo, los resultados de la resistencia disminuyen debido a las imperfecciones que existen, siendo así, que los resultados del artículo y de esta tesis concuerdan con lo mencionado. Por otro lado, **Muñoz [et al.]**, 2020, en su artículo establece que el resultado para el ladrillo patrón es de 11 MPa ( $112 kg/cm^2$ ), para una adición de 7.5, 12.5 y 17.5 tuvo como valor 6.15 MPa ( $63 kg/cm^2$ ), 4.89 MPa ( $50 kg/cm^2$ ) y 3.20 MPa ( $33 kg/cm^2$ ), aproximadamente reduciendo notablemente, debido a ello, podemos mencionar que, en nuestro estudio el ladrillo patrón obtuvo un valor de 3.28 MPa, la cual, se asemeja a la adición del 17.5%, la cual, la resistencia obtenido del patrón es inferior al valor obtenido por estos investigadores. Del mismo modo, **Goel y Kalamdhad** (2017) en su artículo de investigación menciona que la unidad de control obtuvo un valor de 33.17 MPa para el tipo de suelo de laterita y para el suelo aluvial un valor de 15.72 MPa, y para la adición del 10% tuvo un valor de 10.10

MPa, la cual, se produjo una disminución del 70% en suelo laterita y 64% en el suelo aluvial, la cual, estos valores son superior a los que se obteniendo para el ladrillo patrón y para la adición del 10%. Por otro lado, **Yaras, A.** (2020) en su artículo de investigación hace referencia que la unidad de control tuvo un valor de 33.20 MPa, la cual, tiene una diferencia porcentual de 90.12% con relación a esta investigación, por otro lado, la resistencia disminuyo de 26.20 MPa a 9.8 MPa a medida que se añadía un porcentaje, la cual, estos valores son superior a los obtenidos en esta presente exploración. Además, **Makni, H. [et al.]**, (2021) en su artículo muestra un valor de 8.78 MPa para la adición del 0% la cual, siendo comparando con el resultado tiene una diferencia porcentual de 5.50%, mientras que, para la adición del 10% obtuvo un resultado de 5.15 MPa, siendo así, que tiene una diferencia porcentual de 2.81% con respecto al presente resultado. Asimismo, **Vieira [et al.]** (2016) en su artículo, menciona que la resistencia a la compresión del ladrillo patrón es de 3.10 MPa y por otro lado menciona que para una adición del 10% tiene como resultado 2.60 MPa, siendo así, que iguala a nuestra investigación de 3.28 MPa (0%) y 2.30 MPa (10%) proporcionalmente. Por ello, los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión son inferidos a los estudios realizados, esto se debe mayormente al contenido de poros, y del mismo modo a la calidad de la arcilla. Asimismo, es importante recalcar, que las adiciones del papel en las diferentes proporciones influyen negativamente en las propiedades mecánicas, causando una disminución en su resistencia, convirtiendo a las unidades, no aptos para el uso en muros portantes. Por otro lado, con respecto a las **propiedades físicas**, como es el caso de la **variación dimensional**, se obtuvo los siguientes resultados que son resumidos en el **Gráfico 20**: patrón (0.85%, 3.64% y 2.08%), 5% de adición de papel (0.91%, 3.13% y 2.03%), 10% de adición de papel (0.88%, 3.60%, 2.08%), 15% de adición de papel (0.67%, 3.60% y 2.08%), 20% de adición de papel (0.92%, 3.49% y 1.95%) y 25% de adición (0.86%, 2.83% y 1.17%); la cual comparando con la norma **ITINTEC 331.07** y la **E.070**, podemos mencionar que cumplen con lo mínimo, siendo así, todas las unidades se clasificó como de tipo o clase IV, mientras que para la adición del 10% se tuvo una clase III. Del mismo

modo, para el **alabeo** los resultados fueron resumidos en el [Gráfico 26](#): patrón (concavidad, 2.07 mm : convexidad, 2.46 mm), 5% (concavidad, 2.15 mm : convexidad, 3.07 mm), 10% (concavidad, 2.13 mm : convexidad, 2.46 mm), 15% (concavidad, 2.09 mm : convexidad, 2.26 mm), 20% (concavidad, 2.04 mm : convexidad, 2.33 mm) y 25% (concavidad, 1.39 mm : convexidad, 2.42 mm); por la cual, la norma **ITINTEC 331.07** y la **NTP. E.070** menciona que no debe ser mayor que al 10 mm, siendo así, que las unidades en diferentes adiciones cumple con lo establecido. Finalmente, los resultados de la **absorción** se muestran en el [Gráfico 32](#): 16.01% (patrón), 14.79% (5%), 15.13% (10%), 15.47% (15%), 16.01% (20%) y 16.54% (25%), según la norma **ITINTEC 331.07** y la **NTP E.070**, hace mención que no debe ser mayor que 22%, las cuales, los resultados obtenidos cumplen con lo mencionado. De acuerdo con el artículo de **Muñoz [et al.]**, 2020, hace mención que el padrillo con adición del 0% de papel, la absorción es de aproximadamente 16% la cual, se asemeja a los resultados obtenidos, así mismo, para las demás adiciones menciona que las absorciones tienden un crecimiento, en la cual, para una adición del 20% resulta con un porcentaje del 25% aproximadamente, por la cual, supera los valores mínimos que menciona la **NTP E.070.**, asimismo, los resultados que se obtuvieron para esta investigación no superan el 22%, cumpliendo con lo establecido. Por otro lado, **Muñoz [et al.]**, 2020, en su artículo de investigación da como resultado que para la unidad de control (patrón) la absorción es de 16% aproximadamente, la cual, es igual a los datos obtenidos para este ensayo, por otro lado, para las demás adiciones el porcentaje de absorción aumenta a un 24% para una adición de 17.5% respectivamente, siendo así, que no son iguales a los datos obtenidos, pero si concuerdan que a medida que la adición aumenta los porcentajes de adición aumentan y crecen, debido a los poros que existen internamente. Asimismo, **Goel y Kalamdhad** (2017) en su artículo hace mención que el porcentaje de absorción del ladrillo control fue de 13.50% aproximadamente, la cual, es menor con el resultado obtenido en la presente investigación (16.01%), además, la absorción aumentó en un 41% en el suelo de laterita y aluvial, para una adición del 10% de papel, la cual no se asemeja a los resultados obtenidos. Además,

**Yaras, A.** (2020) en su artículo obtuvo un resultado para la unidad de control 23.70%, la cual tiene una diferencia porcentual de 7.69% con el resultado obtenido en la presente investigación, así mismo, para la adición del 15% la absorción aumentó al 31.30%, la cual hacen que no sean iguales a los resultados logrados en esta investigación. Finalmente, **Vieira [et al.]** (2016), en su artículo de investigación menciona que para una adición del 0% la absorción es de 21.2%, siendo ajeno a la proporción del 0% de adición, así mismo, para una adición del 10% aumentó al 22.8%, la cual, no es igual al resultado obtenido de 15.13% (10% de adición). Siendo así, que según la norma **ITINTEC 331.07** y **E.070.**, los valores obtenidos por estos autores superan lo que establece estas normas, estos valores superiores son a causa de los poros que se generan en el proceso de la mezcla, y así mismo en el proceso del quemado.

**5.3. Segundo objetivo específico: Determinar la influencia del porcentaje ideal del aditivo impermeabilizante que mejora las propiedades mecánicas y físicas del ladrillo de arcilla para edificaciones de la ciudad de Huaraz**

Los resultados obtenidos en la preparación del ensayo sobre la **propiedad mecánica** siendo el caso de la **resistencia a la compresión** de la adición de aditivo impermeabilizante en las proporciones de (5%,10%,15%,20%y 25%) respectivamente, nos dieron como resultado del 5% de adición de aditivo 19.80  $kg/cm^2$ , 10% adición de aditivo 19.16  $kg/cm^2$ , 15% adición de aditivo 18.30  $kg/cm^2$ , 20% adición de aditivo 17.26  $kg/cm^2$ , y 25% adición de aditivo 16.00  $kg/cm^2$ , acuerdo al [Gráfico 38](#), podemos señalar que en la adición del aditivo impermeabilizante del 5% es el más confiable ya que su resistencia es mejor con relación a las demás proporciones, donde se puede decir que cuando tenga una mayor adición de proporción de aditivo tendrá una menor resistencia para los muros portantes. De acuerdo con el artículo de **Adman, Iqbal y Muhammad** (2017), menciona que al realizar el aditivo con la incorporación de carbón y cascara de trigo incorporando del (5%, 10%, 15%, 20%, 30%, 40% y 50%) tuvo una resistencia de compresión de 15 a 4 MPa incorporando el carbón, mientras 14 a 3 MPa de la cascara de trigo,

donde para 5% tuvo como resultado una mejor resistencia a la compresión, ya que las demás proporciones disminuyen, para ser usados como muros portantes. Asimismo, **Gökçe, Akçaözoglu y Sinani (2018)** hace mención que para una adición del 10% y 20% de polvo de carbón tuvo una resistencia de 29.70 MPa y 23.50 MPa respectivamente, la cual, son valores mayores a los obtenidos, por otro lado, **Lawanwadeekul, Otsuru, Tomiku y Nishiguchi (2020)** hace mención que el resultado oscila entre 1.73 y 51.61 MPa, para adiciones del 0, 5, 15 y 30%, la cual, el resultado conseguido en la actual investigación es inferior a estos resultados. Del mismo modo, **Georgiev, Yoleva y Djambazov (2017)** hace referencia que para la adición del 5% de paja de trigo la resistencia fue de aproximadamente 13.01 MPa, siendo así que este valor es superior a lo obtenido, siendo así, que las adiciones influyen negativamente a la propiedad mecánica, debido a que, a mayor adición la resistencia será menor. Para los ensayos de las **propiedades físicas**, con respecto a la **variación dimensional** **Gráfico 44**, patrón (0.85, 3.64, 2.08%), para adición del 5% (0.79, 2.49, 1.85%), para el 10% (0.83, 2.43, 3.10%), para el 15% (1.26, 2.39, 4.56%), para el 20% (0.87, 2.36, 3.08%) y para el 25% (0.79, 2.49, 1.85%), la cual según la norma **E.070** y la **ITINTEC 331.017** se clasifican como unidades de tipo IV, ya que, están dentro de los parámetros establecidos, el **alabeo** **Gráfico 50**; patrón la concavidad (2.07 mm), convexidad (2.46 mm), para el 5% concavidad (1.39 mm), convexidad (2.42 mm), para el 10% concavidad (2.10 mm), convexidad (2.43 mm), para el 15% concavidad (2.06 mm), convexidad (2.40 mm), para el 20% concavidad (1.72 mm), convexidad (2.41 mm) y para el 25% concavidad (1.39 mm), convexidad (2.42 mm), siendo así, comparado con las normas se puede mencionar que estas unidades no superan los valores establecidos por estas, la cual hacen que sean clasificados en unidades de clase IV y la **absorción** **Gráfico 56** obtenida del (5%,10%,15%,20%y 25%) obtuvimos desde el 9.53% a 13.43% por ello el 5% de la adición del aditivo impermeabilizante es el más confiable ya que tiene una menor absorción, según la **Norma E. 0.70.** en el apartado 5.5 las unidades de arcilla no deben ser mayor que 22%, **Adman, Iqbal y Muhammad (2017)** menciona que el valor fue del 14 a 35%, la cual, el

14% siendo del 5% de la adición del aditivo, siendo así que estos valores son mayores a los conseguidos, asimismo, **Gökçe, Akçaözöğlü y Sinani** (2018) para la combinación del 10% y 20% tuvo un valor de 20.20 y 23.30% proporcionalmente, asimismo, **Lawanwadeekul, Otsuru, Tomiku y Nishiguchi** (2020), menciona que este valor ondeó entre 6.14 y 47.24%, para adiciones del 0, 5, 15 y 30%, siendo así, que este valor es superior a lo obtenido, siendo así, que las adiciones influyen negativamente en la propiedad de la absorción, ya que a medida que se añade el resultado será mayor. Es importante mencionar que el carbón y la cascara de trigo tiene la función de cumplir como un impermeabilizante, es decir, que en el proceso del quemado y mezclado no causan una porosidad en grandes cantidades, por ende, los resultados de la absorción tienden a disminuir notablemente con respecto al valor del patrón.

#### **5.4. Tercer objetivo específico: Determinar la influencia del porcentaje ideal del papel y aditivo impermeabilizante que mejora las propiedades mecánicas y físicas del ladrillo de arcilla para edificaciones de la ciudad de Huaraz**

De acuerdo con los ensayos en laboratorio, con respecto a las **propiedades mecánicas** como la **resistencia a la compresión** para las adiciones de porcentaje de papel y aditivo impermeabilizante, los resultados se muestran en el [Gráfico 62](#) de las cuales podemos resumir: ladrillo patrón 0% ( $33.46 \text{ kg/cm}^2$ ), 5% de adición de papel y aditivo impermeabilizante ( $20.40 \text{ kg/cm}^2$ ), 10% de adición de papel y aditivo impermeabilizante ( $20.28 \text{ kg/cm}^2$ ), 15% de adición de papel y aditivo impermeabilizante ( $19.70 \text{ kg/cm}^2$ ), 20% de adición de papel y aditivo impermeabilizante ( $19.08 \text{ kg/cm}^2$ ) y 25% de adición de papel y aditivo impermeabilizante ( $18.20 \text{ kg/cm}^2$ ), ahora bien, según lo comparado según la **norma E.070** y la **ITINTEC 331.017**, hace mención que la resistencia para su uso en estructuras no debe ser menor que  $50 \text{ kg/cm}^2$ , la cual, estos resultados no superan este valor mínimo, debido a ello se clasificó como unidades de clase I. Así mismo, con respecto a las **propiedades físicas**: los resultados de la **variación dimensional** se muestran en el [Gráfico 68](#), siendo así, que para el ladrillo patrón (0.85%,

3.64%, 2.08%), para 5% de adición de papel y aditivo impermeabilizante (0.82%, 2.44%, 4.33%), para 10% de adición de papel y aditivo impermeabilizante (0.70%, 2.63%, 3.33%), para 15% de adición de papel y aditivo impermeabilizante (0.70%, 2.84%, 2.34%), para 20% de adición de papel y aditivo impermeabilizante (0.67%, 2.83%, 1.63%) y para 25% de adición de papel y aditivo impermeabilizante (0.86%, 2.83%, 1.17%), siendo comparados con la **norma E.070** y la **ITINTEC 331.017**, y clasificados según ella como unidades de clase IV, debido a que no superaron los valores establecidos. Para el ensayo del **alabeo**, los resultados se muestran en el [Gráfico 74](#), las cuales para el 0% tuvo una concavidad de 2.07 mm y una convexidad de 2.46 mm, para el 5% resultó una concavidad de 2.09 mm y una convexidad 2.26 mm, para el 10% tuvo una concavidad 2.12 mm y convexidad 2.66 mm, para el 15% resultó una concavidad 2.15 mm y una convexidad de 3.07%, para el 20% tuvo una concavidad de 1.17 mm y una convexidad de 2.75% y para 25% resultó una concavidad de 1.39 mm y una convexidad de 2.42 mm. Por la cual, la **norma E.070** menciona que este tipo de ensayo no deberá exceder del 10%, por ello, en este presente ensayo, muestran que no superaron estos valores, debido a que se seleccionó unidades que están en las condiciones óptimas, por ello, según esta norma se clasificaron como unidades de clase IV. Para el ensayo de la **absorción**, los resultados se muestran en el [Gráfico 80](#), para el 0% (16.01%), 5% de adición (12.58%), 10% de adición (13.48%), 15% de adición (14.37%), 20% de adición (15.91%) y 25% de adición (17.48%). Mostrando que, el porcentaje de absorción con respecto a la unidad del patrón, aumentan, esto es debido a los porcentajes de adición, las cuales, influyen en el contenido de agua, para ello, para esta unidad en este porcentaje hay mayor presencia de poros, las que hacen que se rompan después de tener sumergido durante 24 horas. Por ello, hacemos mención que de acuerdo a la norma **ITINTEC 331.017**, cumplen con lo establecido por esto, ya que, estos valores no superaron el 22%, las cuales podemos mencionar que están en las condiciones óptimas para su uso.

## **VI. CONCLUSIONES**

### **Objetivo general**

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos se concluye que, la adición de papel y aditivo en las proporciones del 5% al 25% en peso, respecto a la matriz de la arcilla, influye negativamente en la propiedad mecánica, la cual, tiende a disminuir la resistencia a la compresión; y física siendo el caso de la absorción, tiende a crecer, todo esto a medida que se va añadiendo a mayor cantidad, pero con respecto a la propiedad física de la variación dimensional y el alabeo no tiene una influencia significativa debido a que se encuentra dentro de los parámetros establecido según la norma peruana.

### **Objetivo específico**

1. La adición de papel en la matriz de la arcilla influye negativamente en las propiedades mecánicas y físicas ya que la absorción y la resistencia a la compresión aumentan y disminuyen respectivamente, debido al contenido de porosidad. Siendo así, que la proporción ideal es del 5%, debido a que se encuentra dentro de la normatividad peruana.
2. La adición del aditivo impermeabilizante influye negativamente a la propiedad mecánica, disminuyendo en su resistencia, pero, influye positivamente en la absorción, ya que los valores son mucho menores, por ello la proporción adecuada es del 5%, ya que, se encuentra dentro de los parámetros de la norma E.070.
3. Se ha determinado que la combinación de papel y aditivo impermeabilizante en la matriz de la arcilla en las diversas adiciones influyen negativamente en su propiedad mecánica y física, debido a la porosidad, siendo así, que la absorción aumenta y la resistencia disminuye, las cuales, esta influencia tiende a generar ladrillos no convencionales.

## **VII. RECOMENDACIONES**

### **Objetivo general**

Se sugiere tomar la información obtenida para concientizar la fabricación de ladrillos con la adición del 5% de papel y aditivo, la cual, los resultados muestran una resistencia mayor y una absorción óptima con respecto a los ladrillos convencionales. Del mismo modo, debido a la influencia negativa en las propiedades se recomienda usar en muros no estructurales.

### **Objetivos específicos**

1. Se recomienda que el contenido máximo a usar de papel y del aditivo sea del 5% para la elaboración de ladrillos de arcilla artesanal, debido a los ensayos realizados es el valor más alto con respecto a las demás adiciones, asimismo, se recomienda usar en muros no portantes.
2. Se pide realizar una buena dosificación y un buen mezclado de los materiales, ya que, se ha observado que, en algunas unidades no contenían el papel y el aditivo impermeabilizante, la cual, influyó en el resultado de los ensayos.
3. Se recomienda a la población en general, utilizar materiales ecológicos e innovadores en la construcción de sus viviendas, siendo el caso, del ladrillo con adiciones de papel y aditivo impermeabilizante, usados en un 5% de adición y en muros divisores, debido a los resultados en esta investigación.
4. Se sugiere a las empresas productoras locales tener un plan estratégico para la producción de estas nuevas unidades, teniendo en cuenta la calidad de los insumos a usar, para así, poder cumplir con lo establecido en la norma E.070.
5. Se sugiere a los ingenieros civiles aplicar estas nuevas técnicas de innovación en el diseño y ejecución de viviendas, para poder tener un crecimiento económico de nuestro país y así mitigar la contaminación ambiental mediante el proceso del reciclaje.

## REFERENCIAS

1. ADMAN, Safeer, IQBAL, Yaseen y MUHAMMAD, Raz. Effects of coal and wheat husk additives on the physical, thermal and mechanical properties of clay bricks [en línea]. vol. 56, no. 3. 2017. [Fecha de consulta: 18 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.bsecv.2017.02.001>  
ISSN: 0366-3175
2. ALVA, Luis. Viabilidad del uso de poliestireno reciclado como impermeabilizante en adobes de construcción. Trabajo de investigación. Trujillo: Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI, 2019, 24 pp. Disponible en: <http://repositorio.uct.edu.pe/handle/123456789/533>
3. ARYA, Rohit y KANSAL, Rajeev. Utilization of waste papers to produce ecofriendly bricks [en línea]. vol. 5, no. 8. 2016. [Fecha de consulta: 18 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.21275/ART2016792>  
ISSN: 2319-7064
4. CALLEJO, Antonio. Conservación de forrajes (XIV): uso de aditivos en el ensilado [en línea]. no. 233. 2019. [Fecha de consulta: 28 de mayo de 2021]. Disponible en: <http://oa.upm.es/56898/>  
ISSN: 0211-3767
5. CHAVES, Cesar y MILLONES, Frank. Influencia de la adición del vidrio triturado reciclado en las propiedades del ladrillo de arcilla artesanal – distrito de santa - Áncash – 2018. Tesis: (Para obtener el título profesional de ingeniero civil). Áncash: Universidad Cesar Vallejo, 2018. 263 pp. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/31047>
6. DELCASSE, Myriam [et al.]. Papercrete bricks - An alternative sustainable building material [en línea]. vol. 7, no. 3. 2017. [Fecha de consulta: 05 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.9790/9622-0703060914>  
ISSN: 2248-9622
7. DIXIT, M., GUPTA, G., SHUKLA, P. Insights into the resources generation from pulp and paper industry wastes: Challenges, perspectives and innovations [en línea]. Vol. 297. 2020. [Fecha de consulta: 13 de junio de 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.122496>

ISSN: 0960-8524

8. GEORGIEV, Ángel, YOLEVA, Albena y DJAMBAZOV, Stoyan. Effect of wheat straw and sunflower seeds husks as pore forming agents on the properties of porous clay bricks [en línea]. vol. 52, no. 5. 2017. [Fecha de consulta: 1 de septiembre de 2021]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/318866737\\_Effect\\_of\\_wheat\\_straw\\_and\\_sunflower\\_seeds\\_husks\\_as\\_pore\\_forming\\_agents\\_on\\_the\\_properties\\_of\\_porous\\_clay\\_bricks](https://www.researchgate.net/publication/318866737_Effect_of_wheat_straw_and_sunflower_seeds_husks_as_pore_forming_agents_on_the_properties_of_porous_clay_bricks)
9. GOEL, Gaurav y KALAMDHAD, Ajay S. An investigation on use of paper mill sludge in brick manufacturing [en línea]. vol. 148. 2017. [Fecha de consulta: 06 de mayo de 2021]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.05.087>

ISSN: 0950-0618

10. GÖKÇE, M., AKÇAÖZOĞLU, S. y SINANI, B. Investigation of production of brick with waste coal powder additive [en línea]. 2018. [Fecha de consulta: 1 de septiembre de 2021]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.33107/ubt-ic.2018.56>
11. IBEREST. Máquina de ensayo para materiales de alta resistencia a la compresión serie MEH, 1970. Disponible en: <https://www.ibertest.es/products/maquina-de-ensayo-para-materiales-de-alta-resistencia-la-compresion-serie-meh/>
12. INSTITUTO de la construcción y gerencia (Perú). NTP. E.070: Albañilería. Lima: IGG, 2006. 15 pp.
13. INSTITUTO de la construcción y gerencia (Perú). NTP. G.040: Definiciones del reglamento nacional de edificaciones. Lima: IGG, 2021. 28 pp.
14. INSTITUTO de la construcción y gerencia (Perú). NTP. A.010: Condiciones generales de diseño. Lima: IGG, 2021. 24 pp.
15. INSTITUTO de la construcción y gerencia (Perú). NTP. A.020: Vivienda. Lima: IGG, 2021. 16 pp.
16. INSTITUTO Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (Perú). NTP. 331.017: Elementos de arcilla cocida. Ladrillos de arcilla usados en albañilería: Requisitos. Lima: INDECOPI, 1978. 07 pp.

17. INSTITUTO Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (Perú). NTP. 331.018: Elementos de arcilla cocida. Ladrillos de arcilla usados en albañilería: Métodos de ensayo. Lima: INDECOPI, 1978. 08 pp.
18. INSTITUTO Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (Perú). NTP. 331.019: Elementos de arcilla cocida. Ladrillos de arcilla usados en albañilería: Muestreo y recepción. Lima: INDECOPI, 1978. 05 pp.
19. INSTITUTO Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (Perú). NTP. 399.613: Unidades de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. Lima: INDECOPI, 2005. 41 pp.
20. JEYAKUMAR, Britto y RAJU, Kamala. Characteristics of Paperbrick with Inequitable Substitution of Cement [en línea]. vol. 8, 2019. [Fecha de consulta: 03 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.35940/ijitee.L1026.10812S19>  
ISSN: 2278-3075
21. KIZINIEVIČ, Olga, KIZINIEVIČ, Viktor y MALAIŠKIENĖ, Jurgita. Analysis of the effect of paper sludge on the properties, microstructure, and frost resistance of clay bricks [en línea]. vol. 169. 2018. [Fecha de consulta: 05 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.03.024>  
ISSN: 0950-0618
22. LAWANWADEEKUL, Siwat; OTSURU, Toru; TOMIKU, Reiji y NISHIGUCHI, Hiroyasu. Thermal-acoustic clay brick production with added charcoal for use in Thailand [en línea]. vol. 255, 2020. [Fecha de consulta: 1 de septiembre 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.11937>  
ISSN: 0950-0618
23. LAWANWADEEKUL, S. [et al.]. Applying the ensemble averaging method with a pressure–velocity sensor to measure sound absorption characteristics of porous clay bricks [en línea]. vol. 164. 2020. [Fecha de consulta: 2 de

septiembre de 2021]. Disponible en:  
<https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2020.107250>

ISSN: 0003-682X

24. MALDONADO, Jorge. Metodología de la investigación social: Paradigmas: Cuantitativo, sociocrítico, cualitativo, complementario [en línea]. Bogotá: Ediciones de la U, 2018. [Fecha de consulta: 28 de mayo de 2021]. Disponible en: <http://www.ebooks7-24.com/?il=8043&pg=4>

ISBN: 9789587628609

25. MAKNI, Hajer [et al.]. Leaching test for assessing compliance with environmental requirements of fired clay bricks incorporated by deinking paper sludge [en línea]. vol. 289. 2021. [Fecha de consulta: 15 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.123155>

ISSN: 0950-0618

26. MUÑOZ, P. Feasibility of using paper pulp residues into fired clay bricks [en línea]. vol. 262, 2020. [Fecha de consulta: 3 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121464>

ISSN: 0959-6526

27. MUÑOZ, P. Assessment of mechanical, thermal, mineral and physical properties of fired clay brick made by mixing kaolinitic red clay and paper pulp residues [en línea]. vol. 198, 2020. [Fecha de consulta: 03 de junio de 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.clay.2020.105847>

ISSN: 0169-1317

28. NIÑO, Víctor. Metodología de la investigación [en línea]. 2.<sup>a</sup> ed. Bogotá: Ediciones de la U, 2019. [Fecha de consulta: 29 de mayo de 2021]. Disponible en: <http://www.ebooks7-24.com/mobile/Viewer.aspx#home>

ISBN: 978-958-792-075-8

29. ÑAUPAS, Humberto. Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis [en línea]. 5.<sup>a</sup> ed. Bogotá: Ediciones de la U, 2018. [Fecha de consulta: 28 de mayo de 2021]. Disponible en: <http://www.ebooks7-24.com/?il=8046&pg=4>

ISBN: 9789587628760

30. PÁRAMO, Bernal. La investigación en ciencias sociales: Técnicas de recolección de la información [en línea]. Bogotá: Universidad Piloto de Colombia. 2018. [Fecha de consulta: 29 de mayo de 2021]. Disponible en: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=e000xww&AN=1944111&lang=es&site=ehost-live>  
ISBN: 9789589797648
31. PAREDES Gonzales de Gallardo, Laura. Proporción ideal para la elaboración de ladrillos en base a papel bond reciclado para muros no portantes. Tesis: (Para obtener el título profesional de ingeniero civil). Trujillo: Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2020. 135 pp.  
Disponible en: <http://repositorio.uct.edu.pe/handle/123456789/794>
32. QUISPE, Jhonatan. Resistencia mecánica de muros de albañilería con ladrillos ecológicos, para viviendas autoconstruidas, San Jerónimo, Cusco 2020. Tesis: (Para obtener el título profesional de ingeniero civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2020. 75 pp. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/58140>
33. QUISPE, Jhuston. Adición de residuos sólidos de construcción para la elaboración de ladrillo hueco de concreto. Tesis: (Para obtener el título profesional de ingeniero civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2018. 141 pp. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/35464>
34. REINOSO, Erika [et al]. Elaboración de ladrillos ecológicos a base de polietileno [en línea]. vol. 01, no. 01. 2017. [Fecha de consulta: 29 de mayo de 2021]. Disponible en: <http://investigacion.utc.edu.ec/revistasutc/index.php/ciya/article/view/74>  
ISSN: 2602-8255
35. REAL academia española: Diccionario de la lengua española, 23.<sup>a</sup> ed., [versión 23.4 en línea]. [Fecha de la consulta: 26 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://dle.rae.es>
36. ROJAS, Nayaret. Análisis comparativo de las propiedades del ladrillo artesanal de arcilla y el ladrillo adicionando escoria de horno eléctrico – Distrito de Santa – Ancash – 2017. Tesis: (Para obtener el título profesional de ingeniero civil). Ancash: Universidad Cesar Vallejo, 2017. 195 pp. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/12238>

37. RESTREPO, Gloria y CADAVID, Carlos. Mejora del desempeño ambiental y energético de la vivienda de interés prioritario en Medellín con el uso de ladrillos cerámicos modificados [en línea]. vol. 18, n. 35. 2019 [Fecha de consulta: 27 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.22395/rium.v18n35a3>

ISSN: 1692-3324

38. SUDARSAN, J [et al.]. Papercrete brick as an alternate building material to control environmental pollution [en línea]. vol. 80. 2017. [Fecha de consulta: 05 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/80/1/012017>

39. VIERA [et al.]. Clay bricks added with effluent sludge from paper industry: Technical, economical and environmental benefits [en línea], vol. 132-133. 2016. [Fecha de consulta: 14 de junio de 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.clay.2016.07.001>

ISSN: 0169-1317

40. YARAS, Ali. Combined effects of paper mill sludge and carbonation sludge on characteristics of fired clay bricks [en línea]. vol. 249. 2020. [Fecha de consulta: 07 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.118722>

ISSN: 0950-0618

41. YUGASINI, S. [et al.]. Comparative study of conventional bricks with Padobe [en línea]. vol. 989, no. 1. 2020. [Fecha de consulta: 05 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/989/1/012031>

ISSN: 1757-8981

# **ANEXOS**

## ANEXO 1: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

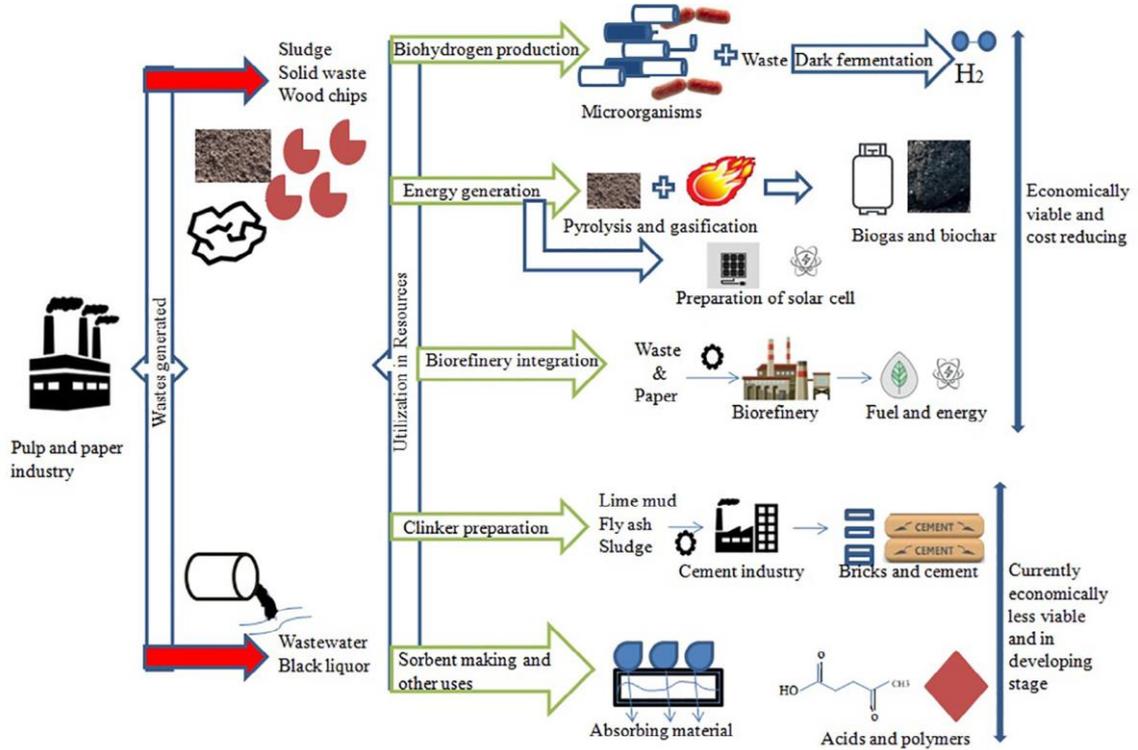
Variable independiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Escala
Incorporación de papel y aditivo	<p><b>Dixit, Gupta y Shukla (2020)</b>, mencionan que la elaboración del papel principalmente depende de la pulpa, blanqueo y acabado, este se produce especialmente de materias primas como las pulpas de madera, residuos agrícolas como paja de arroz y papel desecho, muy aparte de todo esto el uso y su valorización da una nueva idea mediante diferentes tecnologías.</p> <p><b>Callejo (2019)</b>, precisa al aditivo como insumos naturales o industriales que se adicionan en pequeñas o grandes proporciones a una mezcla, por ello, la elección de un aditivo debe ofrecer una eficacia, seguridad y uniformidad.</p>	Se llevó una dosificación, empleando la arcilla y agua para la elaboración del ladrillo artesanal, incorporando diversos porcentajes de papel y aditivo, por lo cual, se usó una ficha de observación directa, que estuvo conformado por una ficha de observación, en las que se detallaron la dosificación adecuada, del papel y aditivo.	Porcentaje de adicción de papel	5% de papel en el volumen de arcilla	Ficha de recolección de datos	Razón %
				10% de papel en el volumen de arcilla		
				15% de papel en el volumen de arcilla		
				20% de papel en el volumen de arcilla		
				25% de papel en el volumen de arcilla		
			Porcentaje de adicción de aditivo	5% de aditivo en el volumen de arcilla		
				10% de aditivo en el volumen de arcilla		
				15% de aditivo en el volumen de arcilla		
				20% de aditivo en el volumen de arcilla		
				25% de aditivo en el volumen de arcilla		
Variable dependiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Escala
Propiedades del ladrillo de arcilla	El reglamento nacional de edificaciones en la <b>NTP. E.070 (2006)</b> , llama ladrillo a aquella unidad cuya superficie y peso admite que sea manejable, pueden ser de arcilla, silicio-cal o concreto y ser compactas, huecas, alveolares o tubulares, siendo fabricados de manera artesanal o industrial.	Se procedió a desarrollar las características mecánicas y físicas, para lo cual, se usó una técnica del análisis documental, y una ficha de investigación para la resistencia a la compresión, variación dimensional, alabeo y absorción.	Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión ( $f'_b$ ) $kg/cm^2$	Ficha de recolección de datos	Razón
			Propiedades físicas	Variación dimensional $mm$		
				Alabeo $mm$		
				Absorción %		

## ANEXO 2: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Problema	Objetivo	Hipótesis general	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
¿De qué manera influye el porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones de la ciudad de Huaraz?	<b>Objetivo general</b>	El porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante influye significativamente en las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones de la ciudad de Huaraz.	<b>Variable independiente</b>	Porcentaje de adición de papel en el volumen de arcilla	5% de papel en el volumen de arcilla	Tipo: Aplicada
	Determinar la influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones de Huaraz.		Incorporación de papel y aditivo		10% de papel en el volumen de arcilla	Enfoque: Cuantitativa
	<b>Objetivo específico</b>				15% de papel en el volumen de arcilla	Nivel: Explicativa
	Determinar la influencia del porcentaje ideal del papel que mejora de las propiedades mecánicas y físicas del ladrillo de arcilla para edificaciones de la ciudad de Huaraz.				20% de papel en el volumen de arcilla	Diseño: Experimental puro
	Determinar la influencia del porcentaje ideal del aditivo impermeabilizante que mejora de las propiedades mecánicas y físicas del ladrillo de arcilla para edificaciones de la ciudad de Huaraz.				25% de papel en el volumen de arcilla	Población: 225 ladrillos con incorporación de papel y aditivo (5, 10, 15, 20 y 25%) y 15 ladrillos artesanales
	Determinar la influencia del porcentaje ideal del aditivo impermeabilizante que mejora de las propiedades mecánicas y físicas del ladrillo de arcilla para edificaciones de la ciudad de Huaraz.				Porcentaje de adición de aditivo en el volumen de arcilla	5% de aditivo en el volumen de arcilla
	Determinar la influencia del porcentaje ideal del papel y aditivo impermeabilizante para la mejora de las propiedades mecánicas y físicas del ladrillo de arcilla para edificaciones de la ciudad de Huaraz.		10% de aditivo en el volumen de arcilla	Muestreo: No probabilístico		
			15% de aditivo en el volumen de arcilla			
			20% de aditivo en el volumen de arcilla			
			25% de aditivo en el volumen de arcilla			
			<b>Variable dependiente</b>	Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión	
			Propiedades del ladrillo de arcilla	Propiedades físicas	Variación dimensional	
	Alabeo					
	Absorción					

### ANEXO 3: LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Técnicas de valorización de los residuos de la pulpa y el papel



Fuente: Dixit, Gupta Y Shukla, 2020

Figura 2: Ladrillera Chihuipampa



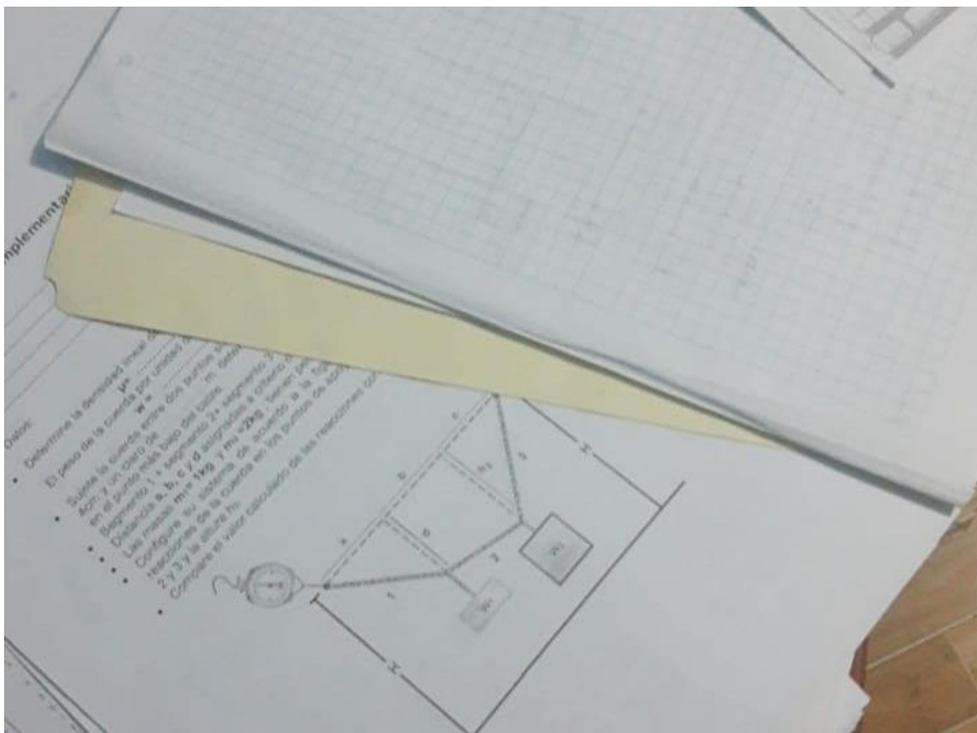
Fuente: Fotografía propia

Figura 3: Ubicación de la ladrillera Chihui pampa



Fuente: Google Maps

Figura 4: Papel reciclado a usar



Fuente: Fotografía propia

*Figura 5: Carbón*



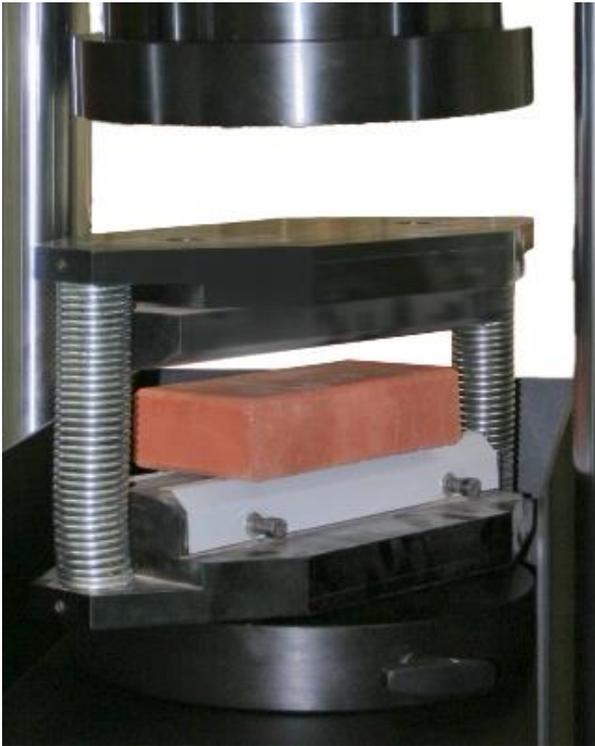
Fuente: Fotografía propia

*Figura 6: Cascara de trigo*



Fuente: Fotografía propia

*Figura 7: Equipo para el ensayo de resistencia a la compresión*



Fuente: Ibertest

*Figura 8: Preparación del material*



Fuente: Fotografía propia

*Figura 9: Proceso de mezclado*



Fuente: Fotografía propia

*Figura 10: Adición de cascara de trigo a la matriz de arcilla*



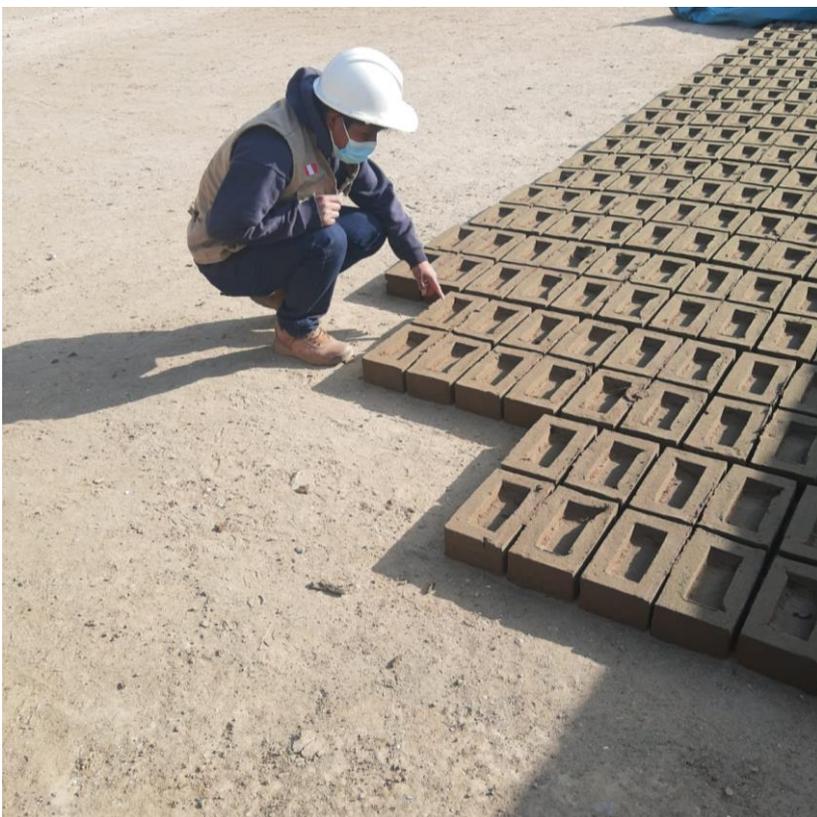
Fuente: Fotografía propia

Figura 11: Codificación de las unidades



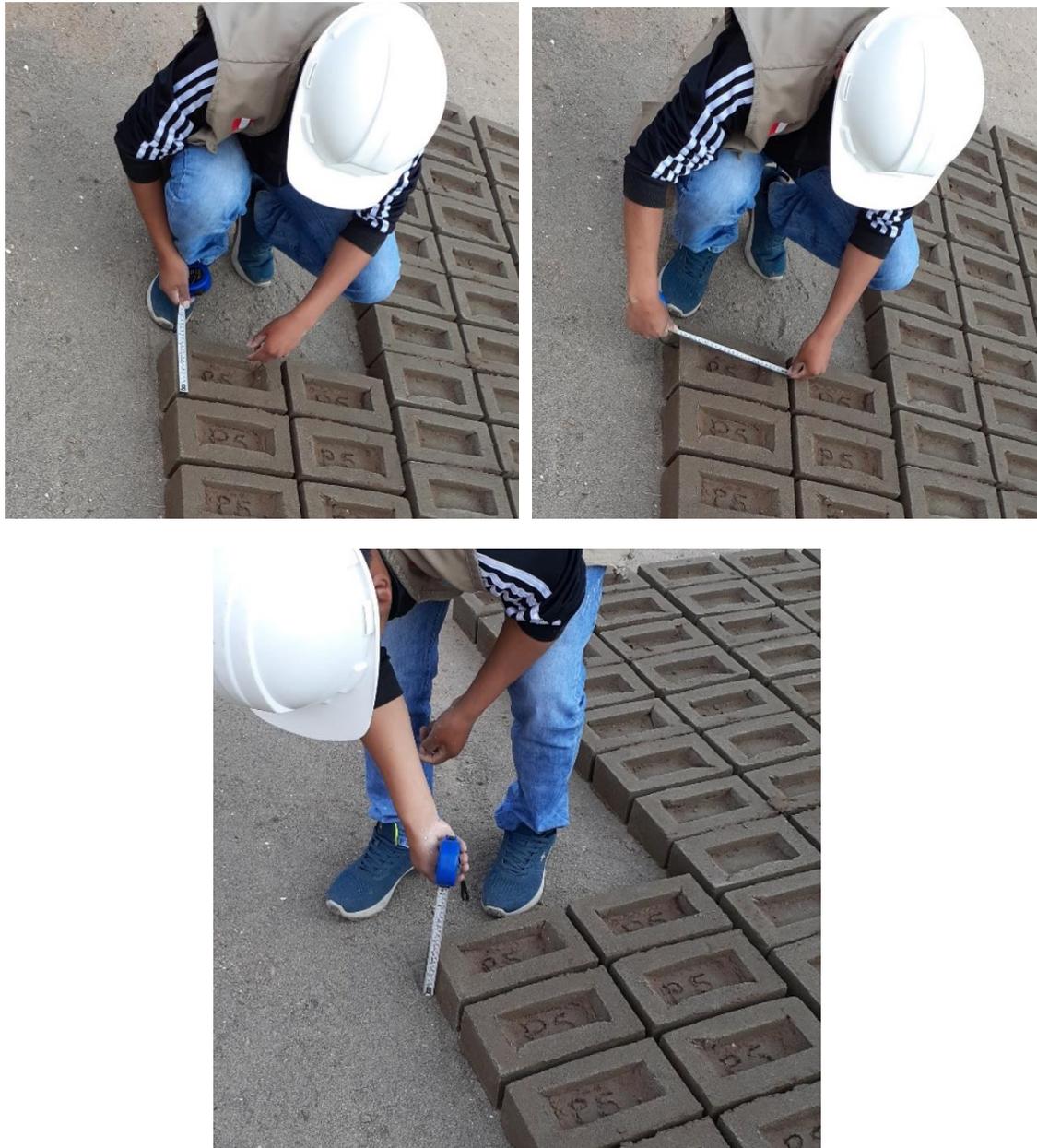
Fuente: Fotografía propia

Figura 12: Conjunto total de unidades



Fuente: Fotografía propia

Figura 13: Medición de las unidades



Fuente: Fotografía propia

*Figura 14: Retiro de las unidades del horno*



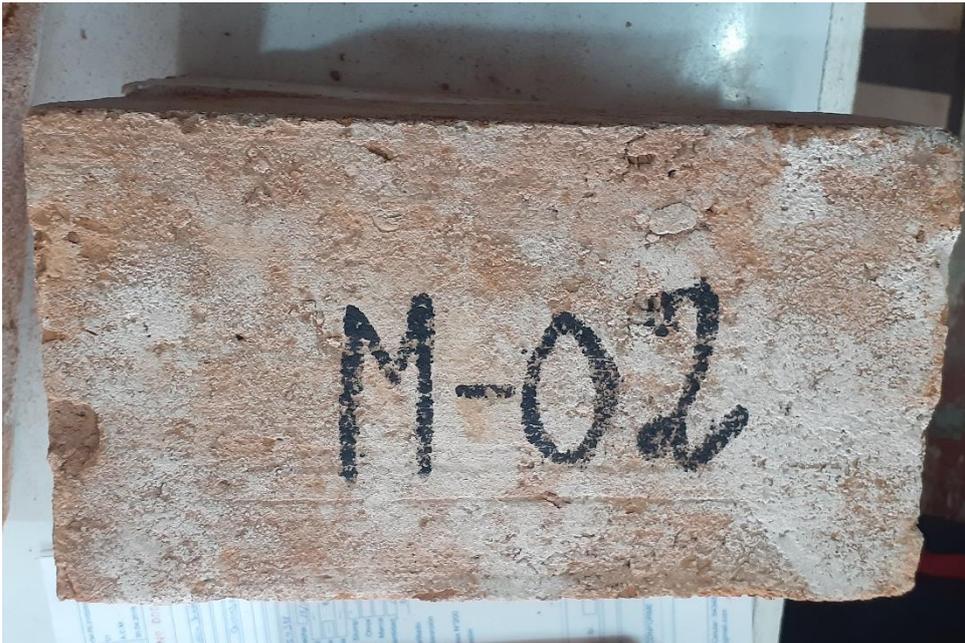
Fuente: Fotografía propia

*Figura 15: Unidades después del proceso del quemado*



Fuente: Fotografía propia

Figura 16: Codificación de las unidades para el ensayo respectivo



Fuente: Fotografía propia

Figura 17: Ensayo resistencia a la compresión de las unidades



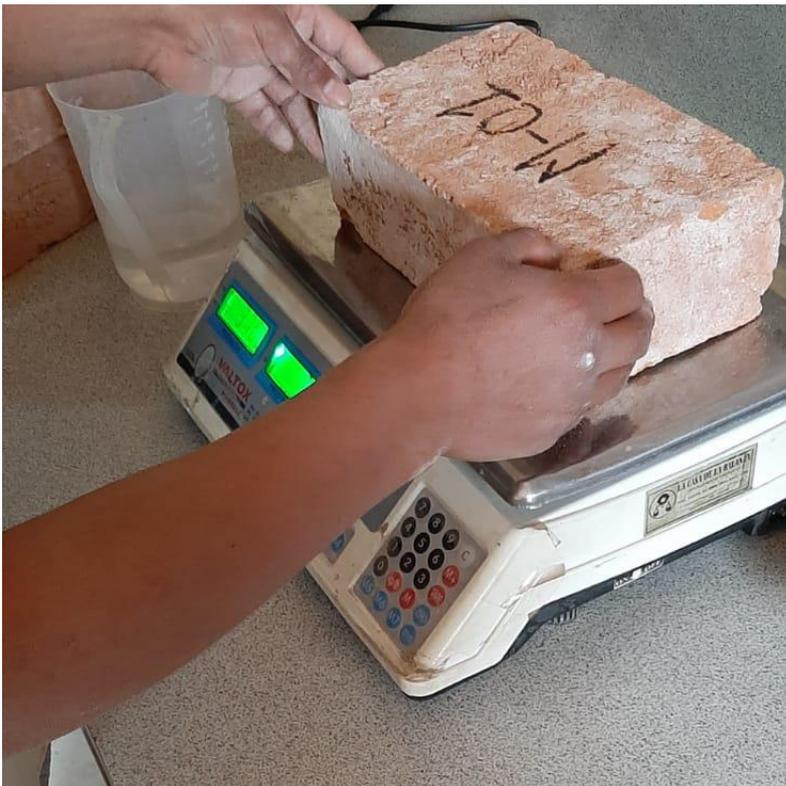
Fuente: Fotografía propia

*Figura 18: Unidades después del ensayo de compresión*



Fuente: Fotografía propia

Figura 19: Ensayo de absorción – Pesado de las unidades (Peso seco)



Fuente: Fotografía propia

Figura 20: Colocación al horno a las unidades para su secado (24 horas)



Fuente: Fotografía propia

*Figura 21: Retiro de las unidades del horno*



Fuente: Fotografía propia

*Figura 22: Proceso de sumergido al agua de las unidades (24 horas)*



Fuente: Fotografía propia

Figura 23: Retiro de las unidades del agua después de 24 horas



Fuente: Fotografía propia

Figura 24: Pesado de las unidades después de 24 horas



Fuente: Fotografía propia

*Figura 25: Ensayo de variación dimensional*



Fuente: Fotografía propia

*Figura 26: Medición de la cara superior (Largo) de las unidades*



Fuente: Fotografía propia

Figura 27: Medición del ancho de las unidades



Fuente: Fotografía propia

Figura 28: Medición del alto de las unidades



Fuente: Fotografía propia

## ANEXO 4: LISTA DE TABLAS

Tabla 69: Clasificación de la unidad de albañilería para fines estructurales

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máximo en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA A LA 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)

Fuente: RNE, NTP. E.070, 2006

Tabla 70: Limitación para la aplicación

TIPO	ZONA SÍSMICA 2 Y 3		ZONA SÍSMICA 1
	Muro portante en edificios de 4 pisos a más	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo edificio
Sólido artesanal	NO	Si, hasta dos pisos	SÍ
Sólido industrial	SÍ	SÍ	SÍ
Alveolar	SÍ Celdas totalmente rellenas con grout	SÍ Celdas parcialmente rellenas con grout	SÍ Celdas parcialmente rellenas con grout
Hueca	NO	NO	SÍ
Tubular	NO	NO	Sí, hasta dos pisos

Fuente: RNE, NTP. E.070, 2006

Tabla 71: Dosificación de muestras

	CODIGO	CLAY	PAPER	ADDITIVE	TOTAL
CLAY-PAPER	CP-0	100%	0%	0%	100%
	CP-5	95%	5%	0%	100%
	CP-10	90%	10%	0%	100%
	CP-15	85%	15%	0%	100%
	CP-20	80%	20%	0%	100%
	CP-25	75%	25%	0%	100%
CLAY-ADDITIVE	CA-0	100%	0%	0%	100%
	CA-5	95%	0%	5%	100%
	CA-10	90%	0%	10%	100%
	CA-15	85%	0%	15%	100%
	CA-20	80%	0%	20%	100%
	CA-25	75%	0%	25%	100%

<b>CLAY-PAPER- ADDITIVE</b>	CPA-0	100%	0%	0%	100%
	CPA-5	90%	5%	5%	100%
	CPA-10	80%	10%	10%	100%
	CPA-15	70%	15%	15%	100%
	CPA-20	60%	20%	20%	100%
	CPA-25	50%	25%	25%	100%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 72: Conjunto de muestra

Ensayos	Proporción						Estudio (Bloque)		
	M. Patrón (0%)	5%	10%	15%	20%	25%	Adición papel	Adición-aditivo	Papel + Aditivo
Variación Dimensional	5	5	5	5	5	5	1	1	1
Alabeo									
Resistencia a la compresión									
Absorción									
<b>Total, parcial</b>	15	15	15	15	15	15			
	15	45	45	45	45	45			
<i>Total</i>							240 ladrillos		

FUENTE: NTP. 331.019, 1982

# ANEXO 05: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

## Anexo 05.01: Ficha – Ladrillo de arcilla

### Propiedad mecánica



### C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

#### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES ASTM C67, NTP 399.604/613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel - aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para las edificaciones, Huaraz - 2021  
SOLICITANTE : Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya  
UBICACIÓN : Huaraz - Ancash TÉCNICO : D.C.M.  
FECHA : Septiembre 2021 N° de Registro : C.M.A.001-2021

#### IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tipo de Unidad: Ladrillo King Kong Artesanal Clase: Unidades de Arcilla Macizo Marca: Procedencia Chihuipampa - Huaraz

#### DIMENSIONES DE LAS UNIDADES DE LADRILLO

UNIDAD	LARGO (cm)			ANCHO (cm)			ALTURA (cm)		
	E-1	E-2	PROMEDIO	E-1	E-2	PROMEDIO	E-1	E-2	PROMEDIO
LAD-01	23.80	23.90	23.85	13.00	13.10	13.05	7.30	7.40	7.35
LAD-02	23.90	23.80	23.85	13.40	13.30	13.35	7.40	7.30	7.35
LAD-03	23.80	23.80	23.80	13.20	13.50	13.35	7.50	7.60	7.55
LAD-04	23.90	23.80	23.85	13.20	13.60	13.40	7.40	7.60	7.50
LAD-05	23.80	23.70	23.75	13.20	13.30	13.25	7.50	7.60	7.55
LAD-06	23.80	23.40	23.60	13.20	13.60	13.40	7.60	7.60	7.60
LAD-07	23.80	23.60	23.70	13.10	13.60	13.35	7.60	7.30	7.45
LAD-08	23.80	23.80	23.80	13.20	13.50	13.35	7.50	7.40	7.45
LAD-09	23.70	23.80	23.75	13.30	13.40	13.35	7.60	7.30	7.45
LAD-10	23.90	23.80	23.85	13.20	13.60	13.40	7.40	7.30	7.35

#### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

UNIDAD	LARGO PROMEDIO (cm)	ANCHO PROMEDIO (cm)	ALTO PROMEDIO (cm)	ÁREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (Kgf)	RESISTENCIA (f <sub>b</sub> ) (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (f <sub>b</sub> ) (MPa)
LAD-01	23.85	13.05	7.35	311.24	14433.0	46.37	4.55
LAD-02	23.85	13.35	7.35	318.40	12990.0	40.80	4.00
LAD-03	23.80	13.35	7.55	317.73	11314.0	35.61	3.49
LAD-04	23.85	13.40	7.50	319.59	12014.0	37.59	3.69
LAD-05	23.75	13.25	7.55	314.69	10088.0	32.06	3.14
LAD-06	23.60	13.40	7.60	316.24	11001.0	34.79	3.41
LAD-07	23.70	13.35	7.45	316.40	13130.0	41.50	4.07
LAD-08	23.80	13.35	7.45	317.73	11444.0	36.02	3.53
LAD-09	23.75	13.35	7.45	317.06	10813.0	34.10	3.34
LAD-10	23.85	13.40	7.35	319.59	12090.0	37.83	3.71

DESCRIPCIÓN	Resistencia Promedio (f <sub>b</sub> )		Desviación estándar (σ)		Resistencia Característica a la Compresión (f' <sub>b</sub> )	
	kg/cm <sup>2</sup>	Mpa	kg/cm <sup>2</sup>	Mpa	f' <sub>b</sub> = f <sub>b</sub> - σ (kg/cm <sup>2</sup> )	f' <sub>b</sub> = f <sub>b</sub> - σ (Mpa)
Unidades de Arcilla Macizo	37.67	3.69	4.21	0.41	33.50	3.30

Observación: \* Muestreo e identificación realizada por el interesado

Abreviatura: \* LAD: Ladrillo  
\* E: Ensayo



Pág. 4 de 4

Dirección: Av. Universitaria N° 947 - Shancayan - Independencia - Huaraz - Celular: 943484907 943477750  
E-mail: geotecasociados@gmail.com, acalvominaya@gmail.com

# Propiedades físicas



## C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

### ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA ASTM C67, NTP 399.604/613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel - aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para las edificaciones, Huaraz - 2021

SOLICITANTE: Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya

UBICACIÓN : Huaraz - Ancash

TÉCNICO : D.C.M.

FECHA : Septiembre 2021

N° de Registro : CMA.001-2021

#### IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tipo de Unidad:	Ladrillo King Kong Artesanal	Clase:	Unidades de Arcilla Macizo	Marca:	Procedencia Chihuipampa - Huaraz
-----------------	------------------------------	--------	----------------------------	--------	----------------------------------

#### DIMENSIONAMIENTO DE UNIDADES - VARIACIÓN DIMENSIONAL

Unidad	LARGO (cm)			ANCHO (cm)			ALTO (cm)		
	E-1	E-2	E-3	E-1	E-2	E-3	E-1	E-2	E-3
LAD-01	24.18	23.96	24.17	13.56	13.54	13.42	7.88	7.84	7.82
LAD-02	24.12	24.13	24.16	13.54	13.45	13.38	7.73	7.91	7.88
LAD-03	24.25	24.92	23.92	13.43	13.37	13.28	7.93	7.85	7.70
LAD-04	24.23	24.34	24.23	13.54	13.84	13.64	7.82	7.78	7.73
LAD-05	24.09	24.20	24.16	13.50	13.36	13.48	7.85	7.77	7.98

#### CÁLCULO DE LA VARIACIÓN DIMENSIONAL

Unidad	LARGO			ANCHO			ALTO		
	PROMEDIO (cm)	FABRICA (cm)	VARIA (%)	PROMEDIO (cm)	FABRICA (cm)	VARIA (%)	PROMEDIO (cm)	FABRICA (cm)	VARIA (%)
LAD-01	24.11	24.00	0.42	13.51	14.00	3.50	7.84	8.00	1.88
LAD-02	24.14	24.00	0.58	13.46	14.00	3.86	7.84	8.00	2.00
LAD-03	24.36	24.00	1.50	13.36	14.00	4.57	7.83	8.00	2.13
LAD-04	24.27	24.00	1.13	13.67	14.00	2.36	7.77	8.00	2.75
LAD-05	24.15	24.00	0.62	13.45	14.00	3.93	7.87	8.00	1.63

PROMEDIO (%) =	0.85	3.65	2.08
----------------	------	------	------

$$A = \frac{100x(Fabrica - promedio)}{Fabrica}$$

#### Observación:

- \* Muestreo e identificación realizada por el interesado
- \* Los resultados nos dan una variación de (Largo 0.85%, Ancho 3.65% y Alto 2.08%) y de acuerdo con la Norma Técnica E.070. en el apartado 5.5 las unidades producidas artesanalmente no será mayor que 40%.

#### Abreviatura:

- \* LAD: Ladrillo
- \* E: Ensayo

Pág. 1 de 4



ALFREDO HERNAN CALVO MINAYA  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 200844



## C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

### ENSAYO DE ALABEO DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA ASTM C67, NTP 399.613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel - aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para las edificaciones, Huaraz - 2021  
SOLICITANTE : Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya  
UBICACIÓN : Huaraz - Ancash TÉCNICO : D.C.M.  
FECHA : Septiembre 2021 N° de Registro : CMA.001-2021

#### IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tipo de Unidad:	Ladrillo King Kong Artesanal	Clase:	Unidades de Arcilla Macizo	Marca:	Procedencia Chihuipampa - Huaraz
-----------------	------------------------------	--------	----------------------------	--------	----------------------------------

#### ENSAYO DE ALABEO

Unidad	CONCAVIDAD					CONVEXIDAD				
	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)
	E-1	E-2	E-1	E-2		E-1	E-2	E-1	E-2	
LAD-01	4.13	1.74	2.33	0.97	2.29	3.90	4.01	3.88	3.10	3.72
LAD-02	3.21	1.70	2.75	3.08	2.69	3.56	2.34	3.38	3.29	3.14
LAD-03	2.13	1.03	1.59	1.64	1.60	2.94	3.45	3.01	3.29	3.17
LAD-04	2.71	2.31	1.22	1.69	1.98	0.51	0.39	0.98	0.71	0.65
LAD-05	0.99	2.14	2.10	1.90	1.78	1.55	1.37	2.14	1.30	1.59

PROMEDIO (mm) =	2.07	2.46
-----------------	------	------

#### Observación:

\* Muestreo e identificación realizada por el interesado

#### Abreviatura:

\* LAD: Ladrillo

\* E: Ensayo





## C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERIA

### ENSAYO DE ABSORCIÓN DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA ASTM C67, NTP 399.604/613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel - aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para las edificaciones, Huaraz - 2021  
SOLICITANTE : Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya  
UBICACIÓN : Huaraz - Ancash TÉCNICO : D.C.M.  
FECHA : Septiembre 2021 N° de Registro : CMA.001-2021

#### IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tipo de Unidad:	Ladrillo King Kong Artesanal	Clase:	Unidades de Arcilla Macizo	Marca:	Procedencia Chihuipampa - Huaraz
-----------------	------------------------------	--------	----------------------------	--------	----------------------------------

#### ENSAYO DE ABSORCIÓN

Unidad	MASA SECO (gr)			MASA SATURADO (gr)	ABSORCION (%)
	E-1	E-2	PROMEDIO		
LAD-01	3685.0	3685.0	3685.00	4275.00	16.01
LAD-02	3645.0	3645.0	3645.00	4275.00	17.28
LAD-03	3770.0	3770.0	3770.00	4300.00	14.06
LAD-04	3670.0	3670.0	3670.00	4285.00	16.76
LAD-05	3730.0	3730.0	3730.00	4325.00	15.95

Absorción Promedio (%) : 16.01

$$Abs = \frac{100x(Peso Sat - Peso Seco)}{Peso Seco}$$

Abs = Contenido de agua absorbida  
Peso Seco = Peso del espécimen seco, en gramos  
Peso Sat = Peso saturado del espécimen, en gramos

#### Observación:

- \* Muestreo e identificación realizada por el interesado
- \* Los resultados nos dan un absorción de 16.01 % y de acuerdo con la Norma Técnica E.070. en el apartado 5.5 las unidades de arcilla no será mayor que 22%.

#### Abreviatura:

- \* LAD: Ladrillo
- \* E: Ensayo



## Anexo 05.02. Ficha – Ladrillo arcilla + Papel

### Propiedad mecánica



### C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

#### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES ASTM C67, NTP 399.604/613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones, Huaraz - 2021  
SOLICITANTE : Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya  
UBICACIÓN : Huaraz - Ancash TÉCNICO : D.C.M.  
FECHA : Septiembre 2021 N° de Registro : CMA.001-2021

#### IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tipo de Unidad: Ladrillo King Kong Artesanal + 5% Papel Clase: Unidades de Arcilla Macizo Marca: Procedencia Chihuipampa - Huaraz

#### DIMENSIONES DE LAS UNIDADES DE LADRILLO

UNIDAD	LARGO (cm)			ANCHO (cm)			ALTURA (cm)		
	E-1	E-2	PROMEDIO	E-1	E-2	PROMEDIO	E-1	E-2	PROMEDIO
LAD-01	23.70	23.80	23.75	13.80	13.80	13.80	7.90	7.80	7.85
LAD-02	23.90	23.70	23.80	13.70	13.60	13.65	7.80	7.70	7.75
LAD-03	23.70	23.70	23.70	13.80	13.70	13.75	7.80	7.60	7.70
LAD-04	23.80	23.80	23.80	13.70	13.70	13.70	7.60	7.50	7.55
LAD-05	23.80	23.60	23.70	13.70	13.60	13.65	7.70	7.60	7.65
LAD-06	23.60	23.60	23.60	13.70	13.70	13.70	7.80	7.80	7.80
LAD-07	23.70	23.74	23.72	13.90	13.60	13.75	7.80	7.80	42.90
LAD-08	23.80	23.80	23.80	13.70	13.60	13.65	7.80	7.80	7.80
LAD-09	23.80	23.80	23.80	13.80	13.70	13.75	7.70	7.50	7.60
LAD-10	23.80	23.80	23.80	13.70	13.60	13.65	7.60	7.80	7.70

#### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

UNIDAD	LARGO PROMEDIO (cm)	ANCHO PROMEDIO (cm)	ALTO PROMEDIO (cm)	ÁREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (Kgf)	RESISTENCIA (f <sub>b</sub> ) (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (f <sub>b</sub> ) (MPa)
LAD-01	23.75	13.80	7.85	327.75	8362.0	25.51	2.50
LAD-02	23.80	13.65	7.75	324.87	8356.0	25.72	2.52
LAD-03	23.70	13.75	7.70	325.88	8451.0	25.93	2.54
LAD-04	23.80	13.70	7.55	326.06	8412.0	25.80	2.53
LAD-05	23.70	13.65	7.65	323.51	8432.0	26.06	2.56
LAD-06	23.60	13.70	7.80	323.32	8316.0	25.72	2.52
LAD-07	23.72	13.75	42.90	326.15	8256.0	25.31	2.48
LAD-08	23.80	13.65	7.80	324.87	8235.0	25.35	2.49
LAD-09	23.80	13.75	7.60	327.25	8235.0	25.16	2.47
LAD-10	23.80	13.65	7.70	324.87	8245.0	25.38	2.49

DESCRIPCIÓN	Resistencia Promedio (f <sub>b</sub> )		Desviación estándar (σ)		Resistencia Característica a la Compresión (f' <sub>b</sub> )	
	kg/cm <sup>2</sup>	Mpa	kg/cm <sup>2</sup>	Mpa	f' <sub>b</sub> = f <sub>b</sub> - σ (kg/cm <sup>2</sup> )	f' <sub>b</sub> = f <sub>b</sub> - σ (Mpa)
Unidades de Arcilla Macizo	25.60	2.51	0.30	0.03	25.30	2.50

#### Observación:

\* Muestreo e identificación realizada por el interesado

#### Abreviatura:

\* LAD: Ladrillo  
\* E: Ensayo

Pág. 4 de 4



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ  
ALFREDO HERNAN OALVO MINAYA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 200844



## C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS, ESTUDIO EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES ASTM C67, NTP 399.604/613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones, Huaraz - 2021

SOLICITANTE : Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya

UBICACIÓN : Huaraz - Ancash

TÉCNICO: D.C.M.

FECHA : Octubre 2021

N° de Registro: CMA.001-2021

#### IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tipo de Unidad:	Ladrillo King Kong Artesanal + 10% Papel	Clase:	Unidades de Arcilla Macizo	Marca:	Procedencia Chihuipampa - Huaraz
-----------------	---	--------	-------------------------------	--------	----------------------------------

#### DIMENSIONES DE LAS UNIDADES DE LADRILLO

Unidad	LARGO (cm)			ANCHO (cm)			ALTURA (cm)		
	E-1	E-2	PROMEDIO	E-1	E-2	PROMEDIO	E-1	E-2	PROMEDIO
LAD-01	23.70	23.70	23.70	13.80	13.80	13.80	7.90	7.60	7.75
LAD-02	23.80	23.50	23.65	13.70	13.80	13.75	7.70	7.80	7.75
LAD-03	23.80	23.60	23.70	13.70	13.80	13.75	7.60	7.60	7.60
LAD-04	23.60	23.50	23.55	13.70	13.80	13.75	7.60	7.50	7.55
LAD-05	23.50	23.60	23.55	13.70	13.70	13.70	7.80	7.70	7.75
LAD-06	23.60	23.50	23.55	13.80	13.70	13.75	7.70	7.80	7.75
LAD-07	23.70	23.40	23.55	13.70	13.80	13.75	7.60	7.60	7.60
LAD-08	23.80	23.60	23.70	13.70	13.70	13.70	7.80	7.60	7.70
LAD-09	23.70	23.40	23.55	13.80	13.80	13.80	7.90	7.50	7.70
LAD-10	23.60	23.60	23.60	13.70	13.60	13.65	7.80	7.80	7.80

#### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

UNIDAD	LARGO PROMEDIO (cm)	ANCHO PROMEDIO (cm)	ALTO PROMEDIO (cm)	ÁREA BRUTA	CARGA MÁXIMA	RESISTENCIA	
				(cm <sup>2</sup> )	(Kgf)	(kg/cm <sup>2</sup> )	(MPa)
LAD-01	23.70	13.80	7.75	327.06	7815.5	23.90	2.34
LAD-02	23.65	13.75	7.75	325.19	7782.0	23.93	2.35
LAD-03	23.70	13.75	7.6	325.88	7793.5	23.92	2.35
LAD-04	23.55	13.75	7.55	323.81	7710.0	23.81	2.33
LAD-05	23.55	13.70	7.75	322.64	7777.5	24.11	2.36
LAD-06	23.55	13.75	7.75	323.81	7835.0	24.20	2.37
LAD-07	23.55	13.75	7.6	323.81	7745.0	23.92	2.35
LAD-08	23.70	13.70	7.7	324.69	7766.5	23.92	2.35
LAD-09	23.55	13.80	7.7	324.99	7794.5	23.98	2.35
LAD-10	23.60	13.65	7.8	322.14	7700.5	23.90	2.34

DESCRIPCIÓN	Resistencia Promedio ( $f_b$ )		Desviación estándar ( $\sigma$ )		Resistencia Características a la Compresión ( $f'_b$ )	
	kg/cm <sup>2</sup>	MPa	kg/cm <sup>2</sup>	MPa	$f'_b = f_b - \sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$f'_b = f_b - \sigma$ (MPa)
Unidades de Arcilla Macizo	23.96	2.35	0.11	0.01	23.8	2.3

Observación:

\* Muestro e identificación realizada por el interesado

Abreviatura:

\* LAD: Ladrillo

\* E: Ensayo





## C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA  
CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCION DE  
PROYECTOS DE INGENIERIA

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA PARA FINES ESTRUCTURALES ASTM C67, NTP 399.604/613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del  
ladrillo de arcilla para edificaciones, Huaraz - 2021  
SOLICITANTE : Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya  
UBICACION : Huaraz - Ancash TECNICO : D.C.M.  
FECHA : Octubre 2021 N° de Registro : CMA.001-2021

#### IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

Tipo de Unidad: Ladrillo King Kong  
Artesanal + 15% Papel Clase: Unidades de Arcilla  
Macizo Marca: Procedencia Chihuipampa - Huaraz

#### DIMENSIONES DE LAS UNIDADES DE LADRILLO

UNIDAD	LARGO (cm)			ANCHO (cm)			ALTURA (cm)		
	E-1	E-2	PROMEDIO	E-1	E-2	PROMEDIO	E-1	E-2	PROMEDIO
LAD-01	23.80	23.70	23.75	13.76	13.80	13.78	7.90	7.60	7.75
LAD-02	23.90	23.70	23.80	13.60	13.60	13.60	7.70	7.80	7.75
LAD-03	23.60	23.70	23.65	13.80	13.70	13.75	7.60	7.60	7.60
LAD-04	23.70	23.80	23.75	13.70	13.80	13.75	7.60	7.50	7.55
LAD-05	23.70	23.60	23.65	13.90	13.80	13.85	7.80	7.70	7.75
LAD-06	23.70	23.70	23.70	13.70	13.70	13.70	7.70	7.80	7.75
LAD-07	23.80	23.70	23.75	13.70	13.80	13.75	7.60	7.60	7.60
LAD-08	23.80	23.50	23.65	13.70	13.60	13.65	7.80	7.60	7.70
LAD-09	23.70	23.60	23.65	13.80	13.80	13.80	7.90	7.50	7.70
LAD-10	23.60	23.60	23.60	13.70	13.60	13.65	7.80	7.80	7.80

#### RESISTENCIA A LA COMPRESION

UNIDAD	LARGO PROMEDIO (cm)	ANCHO PROMEDIO (cm)	ALTO PROMEDIO (cm)	ÁREA BRUTA	CARGA MÁXIMA	RESISTENCIA ( $f_b$ )	
				( $cm^2$ )	(Kgf)	( $kg/cm^2$ )	(MPa)
LAD-01	23.75	13.78	7.75	327.28	7269.0	22.21	2.18
LAD-02	23.80	13.60	7.75	323.68	7208.0	22.27	2.18
LAD-03	23.65	13.75	7.60	325.19	7136.0	21.94	2.15
LAD-04	23.75	13.75	7.55	326.56	7008.0	21.46	2.10
LAD-05	23.65	13.85	7.75	327.55	7123.0	21.75	2.13
LAD-06	23.70	13.70	7.75	324.69	7354.0	22.65	2.22
LAD-07	23.75	13.75	7.60	326.56	7234.0	22.15	2.17
LAD-08	23.65	13.65	7.70	322.82	7298.0	22.61	2.22
LAD-09	23.65	13.80	7.70	326.37	7354.0	22.53	2.21
LAD-10	23.60	13.65	7.80	322.14	7156.0	22.21	2.18

DESCRIPCIÓN	Resistencia Promedio ( $f_b$ )		Desviación estándar ( $\sigma$ )		Resistencia Característica a la Compresión ( $f'_b$ )	
	$kg/cm^2$	Mpa	$kg/cm^2$	Mpa	$f'_b = f_b - \sigma$ ( $kg/cm^2$ )	$f'_b = f_b - \sigma$ (Mpa)
Unidades de Arcilla Macizo	22.18	2.17	0.38	0.04	21.80	2.10

Observación:

\* Muestreo e identificación realizada por el interesado

Abreviatura:

\* LAD: Ladrillo

\* E: Ensayo

Pág. 4 de 4



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ

ALFREDO HERNAN CALVO MINAYA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 200844



## C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS, ESTUDIO EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES ASTM C67, NTP 399.604/613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones, Huaraz - 2021  
 SOLICITANTE : Alexander Roberto Berrosipi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya  
 UBICACIÓN : Huaraz - Ancash  
 FECHA : Octubre 2021  
 TÉCNICO: D.C.M.  
 N° de Registro: CMA.001-2021

#### IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tipo de Unidad: Ladrillo King Kong Artesanal + 20% Papel  
 Clase: Unidades de Arcilla Macizo  
 Marca: Procedencia Chihuipampa - Huaraz

#### DIMENSIONES DE LAS UNIDADES DE LADRILLO

Unidad	LARGO (cm)			ANCHO (cm)			ALTURA (cm)		
	E-1	E-2	PROMEDIO	E-1	E-2	PROMEDIO	E-1	E-2	PROMEDIO
LAD-01	23.70	23.70	23.70	13.80	13.80	13.80	7.90	7.60	7.75
LAD-02	23.80	23.50	23.65	13.70	13.80	13.75	7.70	7.80	7.75
LAD-03	23.80	23.60	23.70	13.70	13.80	13.75	7.60	7.60	7.60
LAD-04	23.60	23.50	23.55	13.70	13.80	13.75	7.60	7.50	7.55
LAD-05	23.50	23.60	23.55	13.70	13.70	13.70	7.80	7.70	7.75
LAD-06	23.60	23.50	23.55	13.80	13.70	13.75	7.70	7.80	7.75
LAD-07	23.70	23.40	23.55	13.70	13.80	13.75	7.60	7.60	7.60
LAD-08	23.80	23.60	23.70	13.70	13.70	13.70	7.80	7.60	7.70
LAD-09	23.70	23.40	23.55	13.80	13.80	13.80	7.90	7.50	7.70
LAD-10	23.60	23.60	23.60	13.70	13.60	13.65	7.80	7.80	7.80

#### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

UNIDAD	LARGO PROMEDIO (cm)	ANCHO PROMEDIO (cm)	ALTO PROMEDIO (cm)	ÁREA BRUTA	CARGA MÁXIMA (Kgf)	RESISTENCIA	
				(cm <sup>2</sup> )		(kg/cm <sup>2</sup> )	(MPa)
LAD-01	23.70	13.80	7.75	327.06	6429.0	19.66	1.93
LAD-02	23.65	13.75	7.75	325.19	6539.0	20.11	1.97
LAD-03	23.70	13.75	7.60	325.88	6456.0	19.81	1.94
LAD-04	23.55	13.75	7.55	323.81	6496.0	20.06	1.97
LAD-05	23.55	13.70	7.75	322.64	6432.5	19.94	1.96
LAD-06	23.55	13.75	7.75	323.81	6628.0	20.47	2.01
LAD-07	23.55	13.75	7.60	323.81	6178.5	19.08	1.87
LAD-08	23.70	13.70	7.70	324.69	6331.5	19.50	1.91
LAD-09	23.55	13.80	7.70	324.99	6469.0	19.91	1.95
LAD-10	23.60	13.65	7.80	322.14	6167.0	19.14	1.88

DESCRIPCIÓN	Resistencia Promedio ( $f_b$ )		Desviación estándar ( $\sigma$ )		Resistencia Características a la Compresión ( $f'_b$ )	
	kg/cm <sup>2</sup>	MPa	kg/cm <sup>2</sup>	MPa	$f'_b = f_b - \sigma$	$f'_b = f_b - \sigma$
					(kg/cm <sup>2</sup> )	(MPa)
Unidades de Arcilla Macizo	19.77	1.94	0.43	0.04	19.3	1.9

Observación:

\* Muestro e identificación realizada por el interesado

Abreviatura:

\* LAD: Ladrillo

\* E: Ensayo





## C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCION DE PROYECTOS DE INGENIERIA

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES ASTM C67, NTP 399.604/613

PROYECTO :	Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones, Huaraz - 2021
SOLICITANTE :	Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya
UBICACIÓN :	Huaraz - Ancash
FECHA :	Octubre 2021
	TÉCNICO : D.C.M. N° de Registro : C.M.A.001-2021

#### IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tipo de Unidad:	Ladrillo King Kong Artesanal + 25%Papel	Clase:	Unidades de Arcilla Macizo	Marca:	Procedencia Chihuipampa - Huaraz
-----------------	---	--------	----------------------------	--------	----------------------------------

#### DIMENSIONES DE LAS UNIDADES DE LADRILLO

UNIDAD	LARGO (cm)			ANCHO (cm)			ALTURA (cm)		
	E-1	E-2	PROMEDIO	E-1	E-2	PROMEDIO	E-1	E-2	PROMEDIO
LAD-01	23.70	23.70	23.70	13.80	13.80	13.80	7.90	7.60	7.75
LAD-02	23.80	23.50	23.65	13.70	13.80	13.75	7.70	7.80	7.75
LAD-03	23.80	23.60	23.70	13.70	13.80	13.75	7.60	7.60	7.60
LAD-04	23.60	23.50	23.55	13.70	13.80	13.75	7.60	7.50	7.55
LAD-05	23.50	23.60	23.55	13.70	13.70	13.70	7.80	7.70	7.75
LAD-06	23.60	23.50	23.55	13.80	13.70	13.75	7.70	7.80	7.75
LAD-07	23.70	23.40	23.55	13.70	13.80	13.75	7.60	7.60	7.60
LAD-08	23.80	23.60	23.70	13.70	13.70	13.70	7.80	7.60	7.70
LAD-09	23.70	23.40	23.55	13.80	13.80	13.80	7.90	7.50	7.70
LAD-10	23.60	23.60	23.60	13.70	13.60	13.65	7.80	7.80	7.80

#### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

UNIDAD	LARGO PROMEDIO (cm)	ANCHO PROMEDIO (cm)	ALTO PROMEDIO (cm)	ÁREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (Kgf)	RESISTENCIA (f <sub>b</sub> )	
						(kg/cm <sup>2</sup> )	(MPa)
LAD-01	23.70	13.80	7.75	327.06	5589.0	17.09	1.68
LAD-02	23.65	13.75	7.75	325.19	5870.0	18.05	1.77
LAD-03	23.70	13.75	7.60	325.88	5776.0	17.72	1.74
LAD-04	23.55	13.75	7.55	323.81	5984.0	18.48	1.81
LAD-05	23.55	13.70	7.75	322.64	5742.0	17.80	1.75
LAD-06	23.55	13.75	7.75	323.81	5902.0	18.23	1.79
LAD-07	23.55	13.75	7.60	323.81	5123.0	15.82	1.55
LAD-08	23.70	13.70	7.70	324.69	5365.0	16.52	1.62
LAD-09	23.55	13.80	7.70	324.99	5584.0	17.18	1.69
LAD-10	23.60	13.65	7.80	322.14	5178.0	16.07	1.58

DESCRIPCIÓN	Resistencia Promedio (f <sub>b</sub> )		Desviación estándar (σ)		Resistencia Característica a la Compresión (f' <sub>b</sub> )	
	kg/cm <sup>2</sup>	Mpa	kg/cm <sup>2</sup>	Mpa	f' <sub>b</sub> = f <sub>b</sub> - σ (kg/cm <sup>2</sup> )	f' <sub>b</sub> = f <sub>b</sub> - σ (Mpa)
<b>Unidades de Arcilla Macizo</b>	<b>17.30</b>	<b>1.70</b>	<b>0.92</b>	<b>0.09</b>	<b>16.40</b>	<b>1.60</b>

#### Observación:

\* Muestreo e identificación realizada por el interesado

#### Abreviatura:

\* LAD: Ladrillo

\* E: Ensayo

Pág. 4 de 4



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCAH - HUARAZ

ALFREDO HERMAN CALVO MINAYA  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 200844

## Propiedades físicas



### C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERIA

#### ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA ASTM C67, NTP 399.604/613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones, Huaraz - 2021  
SOLICITANTE : Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya  
UBICACIÓN : Huaraz - Ancash  
FECHA : Octubre 2021  
TÉCNICO : D.C.M.  
N° de Registro : CMA.001-2021

#### IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tipo de Unidad:	Ladrillo King Kong Artesanal + 5% Papel	Clase:	Unidades de Arcilla Macizo	Marca:	Procedencia Chihuipampa - Huaraz
-----------------	---	--------	----------------------------	--------	----------------------------------

#### DIMENSIONAMIENTO DE UNIDADES - VARIACIÓN DIMENSIONAL

Unidad	LARGO (cm)			ANCHO (cm)			ALTO (cm)		
	E-1	E-2	E-3	E-1	E-2	E-3	E-1	E-2	E-3
LAD-01	23.56	24.60	23.96	13.56	13.70	13.42	7.71	7.69	7.72
LAD-02	23.73	23.86	23.90	13.70	13.50	13.38	7.91	7.89	7.92
LAD-03	23.66	23.86	23.72	13.56	13.80	13.28	7.81	7.83	7.86
LAD-04	24.13	24.18	24.56	13.76	13.65	13.64	7.69	7.85	7.80
LAD-05	23.87	24.36	24.80	13.56	13.45	13.48	7.97	7.96	7.95

#### CÁLCULO DE LA VARIACIÓN DIMENSIONAL

Unidad	LARGO			ANCHO			ALTO		
	PROMEDIO (cm)	FABRICA (cm)	VARIA (%)	PROMEDIO (cm)	FABRICA (cm)	VARIA (%)	PROMEDIO (cm)	FABRICA (cm)	VARIA (%)
LAD-01	24.04	24.00	0.17	13.56	14.00	3.15	7.71	8.00	3.67
LAD-02	23.83	24.00	0.71	13.53	14.00	3.38	7.91	8.00	1.17
LAD-03	23.75	24.00	1.06	13.55	14.00	3.24	7.83	8.00	2.08
LAD-04	24.29	24.00	1.21	13.68	14.00	2.26	7.78	8.00	2.75
LAD-05	24.34	24.00	1.43	13.50	14.00	3.60	7.96	8.00	0.50

PROMEDIO (%) =	0.91	3.13	2.03
----------------	------	------	------

$$A = \frac{100x(\text{Fabrica} - \text{promedio})}{\text{Fabrica}}$$

#### Observación:

- \* Muestreo e identificación realizada por el interesado
- \* Los resultados nos dan una variación de (Largo 0.91 %, Ancho 3.13% y Alto 2.03%) y de acuerdo con la Norma Técnica E.070. en el apartado 5.5 las unidades producidas artesanalmente no será mayor que 40%

#### Abreviatura:

- \* LAD: Ladrillo
- \* E: Ensayo





### C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS, ESTUDIO EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

#### ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA ASTM C67, NTP 399.604/613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones, Huaraz - 2021  
 SOLICITANTE : Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya  
 UBICACIÓN : Huaraz - Ancash  
 FECHA : Octubre 2021

TÉCNICO: D.C.M.  
N° de Registro: CMA.001-2021

#### IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tipo de Unidad:	Ladrillo King Kong Artesanal + 10% Papel	Clase:	Unidades de Arcilla Macizo	Marca:	Procedencia Chihuipampa - Huaraz
-----------------	--	--------	----------------------------	--------	----------------------------------

#### DIMENSIONES DE UNIDADES - VARIACIÓN DIMENSIONAL

Unidad	LARGO (cm)			ANCHO (cm)			ALTURA (cm)		
	E-1	E-2	E-3	E-1	E-2	E-3	E-1	E-2	E-3
LAD-01	24.21	23.98	24.18	13.58	13.56	13.42	7.88	7.86	7.84
LAD-02	24.24	24.18	24.21	13.56	13.46	13.39	7.85	7.85	7.88
LAD-03	24.27	23.89	24.56	13.44	13.45	13.31	7.85	7.88	7.74
LAD-04	24.26	24.36	24.25	13.56	13.84	13.55	7.82	7.89	7.85
LAD-05	24.21	24.21	24.18	13.51	13.36	13.45	7.78	7.81	7.75

#### CÁLCULO DE LA VARIACIÓN DIMENSIONAL

UNIDAD	LARGO			ANCHO			ALTO		
	PROMEDIO (cm)	FABRICA (cm)	VARIA (%)	PROMEDIO (cm)	FABRICA (cm)	VARIA (%)	PROMEDIO (cm)	FABRICA (cm)	VARI (%)
LAD-01	24.12	24.00	0.50	13.52	14.00	3.43	7.86	8.00	1.75
LAD-02	24.21	24.00	0.88	13.47	14.00	3.79	7.86	8.00	1.75
LAD-03	24.24	24.00	1.00	13.40	14.00	4.29	7.82	8.00	2.25
LAD-04	24.29	24.00	1.21	13.65	14.00	2.50	7.85	8.00	1.88
LAD-05	24.20	24.00	0.83	13.44	14.00	4.00	7.78	8.00	2.75

PROMEDIO (%) =	0.88	3.60	2.08
----------------	------	------	------

$$A = \frac{100 \times (\text{Fabrica} - \text{promedio})}{\text{Fabrica}}$$

#### Observación:

- \* Muestro e identificación realizada por el interesado
- \* Los resultados nos dan una variación de (Largo 0.88 %, Ancho 3.60 % y Alto 2.08%) y de acuerdo con la Norma Técnica E.070, en el apartado 5.5 las unidades producidas artesanalmente no será mayor que 40%

#### Abreviatura:

- \* LAD: Ladrillo
- \* E: Ensayo



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ

*Alfredo Hernán Calvo Minaya*

ALFREDO HERNÁN CALVO MINAYA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 200844



## C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA  
CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE  
PROYECTOS DE INGENIERÍA

### ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA

ASTM C67, NTP 399.604/613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del  
ladrillo de arcilla para edificaciones, Huaraz - 2021  
SOLICITANTE : Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya  
UBICACIÓN : Huaraz - Ancash TÉCNICO : D.C.M.  
FECHA : Octubre 2021 N° de Registro : CMA.001-2021

#### IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tipo de Unidad:	Ladrillo King Kong Artesanal + 15%Papel	Clase:	Unidades de Arcilla Macizo	Marca:	Procedencia Chihuipampa - Huaraz
-----------------	--	--------	-------------------------------	--------	-------------------------------------

#### DIMENSIONAMIENTO DE UNIDADES - VARIACIÓN DIMENSIONAL

Unidad	LARGO (cm)			ANCHO (cm)			ALTO (cm)		
	E-1	E-2	E-3	E-1	E-2	E-3	E-1	E-2	E-3
LAD-01	24.40	24.54	24.13	13.56	13.60	13.65	7.20	7.44	7.30
LAD-02	23.87	23.54	24.51	13.84	13.66	13.66	7.88	7.88	7.80
LAD-03	24.05	23.87	23.51	13.56	13.56	13.60	7.40	7.40	7.50
LAD-04	23.87	24.56	24.06	13.76	13.65	13.60	7.79	7.80	7.76
LAD-05	23.83	24.51	23.45	13.56	13.74	13.66	7.69	7.80	7.78

#### CÁLCULO DE LA VARIACIÓN DIMENSIONAL

Unidad	LARGO			ANCHO			ALTO		
	PROMEDIO (cm)	FABRICA (cm)	VARIA (%)	PROMEDIO (cm)	FABRICA (cm)	VARIA (%)	PROMEDIO (cm)	FABRICA (cm)	VARIA (%)
LAD-01	24.36	24.00	1.49	13.60	14.00	2.83	7.31	8.00	8.58
LAD-02	23.97	24.00	0.11	13.72	14.00	2.00	7.85	8.00	1.83
LAD-03	23.81	24.00	0.79	13.57	14.00	3.05	7.43	8.00	7.08
LAD-04	24.16	24.00	0.68	13.67	14.00	2.36	7.78	8.00	2.71
LAD-05	23.93	24.00	0.29	13.65	14.00	2.48	7.76	8.00	3.04

PROMEDIO (%) = 0.67 2.54 4.65

$$A = \frac{100x(\text{Fabrica} - \text{promedio})}{\text{Fabrica}}$$

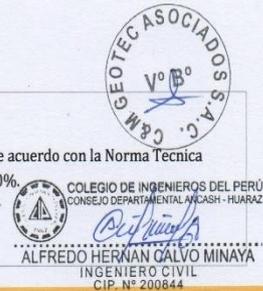
#### Observación:

- \* Muestreo e identificación realizada por el interesado
- \* Los resultados nos dan una variación de (Largo 0.67 %, Ancho 2.54% y Alto 4.65%) y de acuerdo con la Norma Técnica E.070. en el apartado 5.5 las unidades producidas artesanalmente no será mayor que 40%.

#### Abreviatura:

- \* LAD: Ladrillo
- \* E: Ensayo

Pág. 1 de 4





## C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS, ESTUDIO EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

### ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA ASTM C67, NTP 399.604/613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones, Huaraz - 2021  
SOLICITANTE : Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya  
UBICACIÓN : Huaraz - Ancash  
FECHA : Octubre 2021  
TÉCNICO: D.C.M.  
N° de Registro: CMA.001-2021

#### IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tipo de Unidad: Ladrillo King Kong Artesanal + 20% Papel  
Clase: Unidades de Arcilla Macizo  
Marca: Procedencia Chihuipampa - Huaraz

#### DIMENSIONES DE UNIDADES - VARIACIÓN DIMENSIONAL

Unidad	LARGO (cm)			ANCHO (cm)			ALTURA (cm)		
	E-1	E-2	E-3	E-1	E-2	E-3	E-1	E-2	E-3
LAD-01	24.14	24.04	24.22	13.56	13.48	13.44	7.90	7.84	7.85
LAD-02	24.26	24.20	24.26	13.58	13.50	13.40	7.85	7.85	7.90
LAD-03	24.51	24.12	24.26	13.47	13.51	13.32	7.86	7.76	7.86
LAD-04	24.27	24.06	24.28	13.57	13.87	13.65	7.82	7.88	7.75
LAD-05	24.24	24.26	24.20	13.50	13.37	13.48	7.85	7.82	7.86

#### CÁLCULO DE LA VARIACIÓN DIMENSIONAL

UNIDAD	LARGO			ANCHO			ALTO		
	PROMEDIO (cm)	FABRICA (cm)	VARIA (%)	PROMEDIO (cm)	FABRICA (cm)	VARIA (%)	PROMEDIO (cm)	FABRICA (cm)	VARIA (%)
LAD-01	24.13	24.00	0.54	13.49	14.00	3.64	7.86	8.00	1.75
LAD-02	24.24	24.00	1.00	13.49	14.00	3.64	7.87	8.00	1.63
LAD-03	24.30	24.00	1.25	13.43	14.00	4.07	7.83	8.00	2.13
LAD-04	24.20	24.00	0.83	13.70	14.00	2.14	7.82	8.00	2.25
LAD-05	24.23	24.00	0.96	13.45	14.00	3.93	7.84	8.00	2.00

PROMEDIO (%) = 0.92      3.49      1.95

$$A = \frac{100x(\text{Fabrica} - \text{promedio})}{\text{Fabrica}}$$

#### Observación:

- \* Muestro e identificación realizada por el interesado
- \* Los resultados nos dan una variación de (Largo 0.92 %, Ancho 3.49 % y Alto 1.95%) y de acuerdo con la Norma Técnica E.070. en el apartado 5.5 las unidades producidas artesanalmente no será mayor que 40%

#### Abreviatura:

- \* LAD: Ladrillo
- \* E: Ensayo



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ  
ALFREDO HERNAN CALVO MINAYA  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 200644



## C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

### ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA

ASTM C67, NTP 399.604/613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones, Huaraz - 2021  
SOLICITANTE : Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya  
UBICACIÓN : Huaraz - Ancash  
FECHA : Septiembre 2021  
TÉCNICO : D.C.M.  
N° de Registro : CMA.001-2021

#### IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tipo de Unidad:	Ladrillo King Kong Artesanal + 25%Papel	Clase:	Unidades de Arcilla Macizo	Marca:	Procedencia Chihuipampa - Huaraz
-----------------	---	--------	----------------------------	--------	----------------------------------

#### DIMENSIONAMIENTO DE UNIDADES - VARIACIÓN DIMENSIONAL

Unidad	LARGO (cm)			ANCHO (cm)			ALTO (cm)		
	E-1	E-2	E-3	E-1	E-2	E-3	E-1	E-2	E-3
LAD-01	24.07	24.17	24.70	13.31	13.13	13.56	7.87	8.21	8.05
LAD-02	23.78	23.54	23.83	13.56	13.66	13.73	7.88	7.88	7.80
LAD-03	24.05	23.77	23.51	13.44	13.73	13.60	7.92	7.92	8.06
LAD-04	23.63	24.56	23.98	13.76	13.65	13.82	7.93	7.80	8.16
LAD-05	23.83	23.95	23.76	13.70	13.74	13.66	7.69	7.78	7.91

#### CÁLCULO DE LA VARIACIÓN DIMENSIONAL

Unidad	LARGO			ANCHO			ALTO		
	PROMEDIO (cm)	FABRICA (cm)	VARIA (%)	PROMEDIO (cm)	FABRICA (cm)	VARIA (%)	PROMEDIO (cm)	FABRICA (cm)	VARIA (%)
LAD-01	24.31	24.00	1.30	13.33	14.00	4.76	8.04	8.00	0.54
LAD-02	23.72	24.00	1.18	13.65	14.00	2.50	7.85	8.00	1.83
LAD-03	23.78	24.00	0.93	13.59	14.00	2.93	7.97	8.00	0.42
LAD-04	24.06	24.00	0.24	13.74	14.00	1.83	7.96	8.00	0.46
LAD-05	23.85	24.00	0.64	13.70	14.00	2.14	7.79	8.00	2.58

PROMEDIO (%) =                      0.86    2.83    1.17

$$A = \frac{100 \times (\text{Fabrica} - \text{promedio})}{\text{Fabrica}}$$



#### Observación:

- \* Muestreo e identificación realizada por el interesado
- \* Los resultados nos dan una variación de (Largo 0.86 %, Ancho 2.83% y Alto 1.17%) y de acuerdo con la Norma Técnica E.070. en el apartado 5.5 las unidades producidas artesanalmente no será mayor que 40%.

#### Abreviatura:

- \* LAD: Ladrillo
- \* E: Ensayo

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ  
  
ALFREDO HERNÁN CALVO MINAYA  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 200844



## C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCION DE PROYECTOS DE INGENIERIA

### ENSAYO DE ALABEO DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA ASTM C67, NTP 399.613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones, Huaraz - 2021  
SOLICITANTE : Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya  
UBICACIÓN : Huaraz - Ancash TÉCNICO : D.C.M.  
FECHA : Octubre 2021 N° de Registro : CMA.001-2021

#### IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tipo de Unidad:	Ladrillo King Kong Artesanal + 5% Papel	Clase:	Unidades de Arcilla Macizo	Marca:	Procedencia Chihuipampa - Huaraz
-----------------	---	--------	----------------------------	--------	----------------------------------

#### ENSAYO DE ALABEO

Unidad	CONCAVIDAD					CONVEXIDAD				
	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)
	E-1	E-2	E-1	E-2		E-1	E-2	E-1	E-2	
LAD-01	2.37	3.78	2.51	3.04	2.93	2.80	1.94	5.20	2.79	3.18
LAD-02	2.46	0.74	2.61	4.15	2.49	3.94	2.33	5.08	2.98	3.58
LAD-03	0.94	2.18	0.46	1.31	1.22	3.41	4.57	4.59	2.25	3.71
LAD-04	1.42	2.32	1.48	2.32	1.89	2.42	3.12	2.70	1.68	2.48
LAD-05	0.72	1.90	2.10	4.16	2.22	1.20	3.80	0.40	4.20	2.40

PROMEDIO (mm) = 2.15 3.07

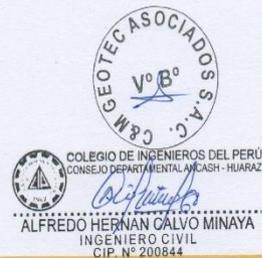
#### Observación:

\* Muestreo e identificación realizada por el interesado

#### Abreviatura:

\* LAD: Ladrillo

\* E: Ensayo





## C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS, ESTUDIO EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

### ENSAYO DE ALABEO DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA ASTM C67, NTP 399.604/613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones, Huaraz - 2021  
SOLICITANTE : Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya  
UBICACIÓN : Huaraz - Ancash  
FECHA : Octubre 2021  
TÉCNICO: D.C.M.  
N° de Registro: CMA.001-2021

### IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tipo de Unidad:	Ladrillo King Kong Artesanal + 10% Papel	Clase:	Unidades de Arcilla Macizo	Marca:	Procedencia Chihuipampa - Huaraz
-----------------	--	--------	----------------------------	--------	----------------------------------

### ENSAYO DE ALABEO

Unidad	CONCAVIDAD					CONVEXIDAD				
	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)
	E-1	E-2	E-1	E-2		E-1	E-2	E-1	E-2	
LAD-01	3.89	1.84	2.33	0.97	2.26	3.90	4.01	3.88	3.10	3.72
LAD-02	3.15	1.70	2.75	3.08	2.67	3.56	2.34	3.38	3.29	3.14
LAD-03	1.45	1.45	1.59	1.64	1.53	2.94	3.45	3.01	3.29	3.17
LAD-04	2.89	2.35	1.22	1.69	2.04	0.51	0.39	0.98	0.71	0.65
LAD-05	1.26	2.36	2.56	2.45	2.16	1.55	1.37	2.14	1.30	1.59

PROMEDIO (mm) =		2.13		2.46
-----------------	--	------	--	------

Observación:  
\* Muestreo e identificación realizada por el interesado  
Abreviatura:  
\* LAD: Ladrillo  
\* E: Ensayo





## C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

### ENSAYO DE ALABEO DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA ASTM C67, NTP 399.613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones, Huaraz - 2021

SOLICITANTE : Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya

UBICACIÓN : Huaraz - Ancash

TÉCNICO : D.C.M.

FECHA : Octubre 2021

N° de Registro : CMA.001-2021

#### IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tipo de Unidad:	Ladrillo King Kong Artesanal + 15% Papel	Clase:	Unidades de Arcilla Macizo	Marca:	Procedencia Chihuipampa - Huaraz
-----------------	--	--------	----------------------------	--------	----------------------------------

#### ENSAYO DE ALABEO

Unidad	CONCAVIDAD					CONVEXIDAD				
	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)
	E-1	E-2	E-1	E-2		E-1	E-2	E-1	E-2	
LAD-01	3.12	1.18	2.51	2.70	2.38	3.20	2.18	2.15	1.87	2.35
LAD-02	2.14	2.70	2.61	3.00	2.61	3.00	2.10	1.36	2.98	2.36
LAD-03	0.99	2.36	0.46	1.65	1.37	2.14	0.39	4.59	1.47	2.15
LAD-04	2.13	2.31	1.48	1.70	1.91	2.70	1.40	2.00	1.68	1.95
LAD-05	2.71	2.14	2.10	1.90	2.21	2.70	3.80	0.40	3.00	2.48
<b>PROMEDIO (mm) =</b>					<b>2.09</b>	<b>2.26</b>				

Observación:

\* Muestreo e identificación realizada por el interesado

Abreviatura:

\* LAD: Ladrillo

\* E: Ensayo



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ

ALFREDO HERNAN CALVO MINAYA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 200844



## C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS, ESTUDIO EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

### ENSAYO DE ALABEO DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA ASTM C67, NTP 399.604/613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones, Huaraz - 2021  
SOLICITANTE : Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya  
UBICACIÓN : Huaraz - Ancash  
FECHA : Octubre 2021

TÉCNICO: D.C.M.  
N° de Registro: CMA.001-2021

### IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tipo de Unidad: Ladrillo King Kong Artesanal + 20% Papel  
Clase: Unidades de Arcilla Macizo  
Marca: Procedencia Chihuipampa - Huaraz

### ENSAYO DE ALABEO

Unidad	CONCAVIDAD					CONVEXIDAD				
	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)
	E-1	E-2	E-1	E-2	(mm)	E-1	E-2	E-1	E-2	(mm)
LAD-01	2.99	3.05	2.26	1.25	2.39	2.45	2.48	1.21	1.89	2.01
LAD-02	2.22	1.89	0.55	2.31	1.74	3.48	2.64	2.78	2.69	2.90
LAD-03	1.68	2.16	1.59	1.64	1.77	2.94	3.45	3.01	3.29	3.17
LAD-04	1.89	2.31	2.46	2.38	2.26	2.49	2.38	2.47	1.00	2.09
LAD-05	1.99	2.14	1.90	2.15	2.05	1.55	1.00	2.47	1.00	1.51

PROMEDIO (mm) = 2.04 2.33

Observación:  
\* Muestreo e identificación realizada por el interesado  
Abreviatura:  
\* LAD: Ladrillo  
\* E: Ensayo





## C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA  
CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE  
PROYECTOS DE INGENIERÍA

### ENSAYO DE ALABEO DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA ASTM C67, NTP 399.613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del  
ladrillo de arcilla para edificaciones, Huaraz - 2021  
SOLICITANTE : Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya  
UBICACIÓN : Huaraz - Ancash TÉCNICO : D.C.M.  
FECHA : Septiembre 2021 N° de Registro : CMA.001-2021

#### IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tipo de Unidad:	Ladrillo King Kong Artesanal + 25%Papel	Clase:	Unidades de Arcilla Macizo	Marca:	Procedencia Chihuipampa - Huaraz
-----------------	--	--------	-------------------------------	--------	-------------------------------------

#### ENSAYO DE ALABEO

Unidad	CONCAVIDAD					CONVEXIDAD				
	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)
	E-1	E-2	E-1	E-2		E-1	E-2	E-1	E-2	
LAD-01	1.44	1.18	2.51	1.87	1.75	4.37	2.71	2.41	1.65	2.79
LAD-02	0.60	1.08	1.99	1.99	1.42	2.31	3.08	2.54	2.98	2.73
LAD-03	2.16	1.00	0.46	1.65	1.32	3.12	2.68	2.16	1.56	2.38
LAD-04	0.12	1.18	0.98	2.18	1.12	2.18	2.70	2.00	1.68	2.14
LAD-05	1.20	1.14	1.14	1.90	1.35	2.56	2.44	1.52	1.84	2.09

PROMEDIO (mm) =	1.39	2.42
-----------------	------	------

#### Observación:

\* Muestreo e identificación realizada por el interesado

#### Abreviatura:

\* LAD: Ladrillo

\* E: Ensayo





## C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA  
CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE  
PROYECTOS DE INGENIERÍA

### ENSAYO DE ABSORCIÓN DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA ASTM C67, NTP 399.604/613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del  
ladrillo de arcilla para edificaciones, Huaraz - 2021  
SOLICITANTE : Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya  
UBICACIÓN : Huaraz - Ancash TÉCNICO : D.C.M.  
FECHA : Octubre 2021 N° de Registro : CMA.001-2021

#### IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tipo de Unidad: Ladrillo King Kong Artesanal + 5% Papel Clase: Unidades de Arcilla Macizo Marca: Procedencia Chihuipampa - Huaraz

#### ENSAYO DE ABSORCIÓN

Unidad	MASA SECO (gr)			MASA SATURADO (gr)	ABSORCION (%)
	E-1	E-2	PROMEDIO		
LAD-01	3885.0	3885.0	3885.00	4456.00	14.70
LAD-02	3945.0	3945.0	3945.00	4530.00	14.83
LAD-03	3799.0	3799.0	3799.00	4356.00	14.66
LAD-04	3914.0	3914.0	3914.00	4533.00	15.82
LAD-05	4018.0	4018.0	4018.00	4579.00	13.96

Absorción Promedio (%) : 14.79

$$Abs = \frac{100x(Peso Sat - Peso Seco)}{PesoSeco}$$

Abs = Contenido de agua absorbida  
Peso Seco = Peso del espécimen seco, en gramos  
Peso Sat = Peso saturado del espécimen, en gramos

#### Observación:

- \* Muestreo e identificación realizada por el interesado
- \* Los resultados nos dan un absorción de 14.79% y de acuerdo con la Norma Técnica E.070. en el apartado 5.5 las unidades de arcilla no será mayor que 22%.

#### Abreviatura:

- \* LAD: Ladrillo
- \* E: Ensayo



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ  
ALFREDO HERNAN CALVO MINAYA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 200844



## C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS, ESTUDIO EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

### ENSAYO DE ABSORCIÓN DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA ASTM C67, NTP 399.604/613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones, Huaraz - 2021  
SOLICITANTE : Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya  
UBICACIÓN : Huaraz - Ancash  
FECHA : Octubre 2021

TÉCNICO: D.C.M.  
N° de Registro: CMA.001-2021

#### IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tipo de Unidad: Ladrillo King Kong Artesanal + 10% Papel  
Clase: Unidades de Arcilla Macizo  
Marca: Procedencia Chihuipampa - Huaraz

#### ENSAYO DE ABSORCIÓN

Unidad	MASA SECO (gr)			MASA SATURADO (gr)	ABSORCIÓN (%)
	E-1	E-2	PROMEDIO		
LAD-01	3899.50	3899.50	3899.50	4497.00	15.32
LAD-02	3955.00	3955.00	3955.00	4550.00	15.06
LAD-03	3872.00	3872.00	3872.00	4447.00	14.85
LAD-04	3936.00	3936.00	3936.00	4555.00	15.73
LAD-05	3852.50	3852.50	3852.50	4418.00	14.68

Absorción Promedio (%): **14.13**

$$Abs = \frac{100 \times (\text{Peso Sat} - \text{Peso Seco})}{\text{Peso Seco}}$$

Abs = Contenido de agua absorbida  
Peso Sec = Peso del espécimen seco, en gramos  
Peso Sat = Peso satirado del espécimen, en gramos

#### Observación:

- \* Muestro e identificación realizada por el interesado
- \* Los resultados nos dan un absorción y de acuerdo con la Norma Técnica E.070, en el apartado 5.5 las unidades de arcilla no será mayor que 22%

#### Abreviatura:

- \* LAD: Ladrillo
- \* E: Ensayo



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ  
ALFREDO HERNAN CALVO MINAYA  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 209844



## C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERIA

### ENSAYO DE ABSORCIÓN DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA ASTM C67, NTP 399.604/613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones, Huaraz - 2021  
SOLICITANTE : Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya  
UBICACIÓN : Huaraz - Ancash TÉCNICO : D.C.M.  
FECHA : Octubre 2021 N° de Registro : CMA.001-2021

#### IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tipo de Unidad:	Ladrillo King Kong Artesanal + 15%Papel	Clase:	Unidades de Arcilla Macizo	Marca:	Procedencia Chihuipampa - Huaraz
-----------------	---	--------	----------------------------	--------	----------------------------------

#### ENSAYO DE ABSORCIÓN

Unidad	MASA SECO (gr)			MASA SATURADO (gr)	ABSORCION (%)
	E-1	E-2	PROMEDIO		
LAD-01	3914.0	3914.0	3914.00	4538.00	15.94
LAD-02	3965.0	3965.0	3965.00	4571.00	15.28
LAD-03	3945.0	3945.0	3945.00	4538.00	15.03
LAD-04	3958.0	3958.0	3958.00	4577.00	15.64
LAD-05	3687.0	3687.0	3687.00	4257.00	15.46

Absorción Promedio (%) : 15.47

$$Abs = \frac{100x(Peso Sat - Peso Seco)}{PesoSeco}$$

Abs = Contenido de agua absorbida  
Peso Seco = Peso del espécimen seco, en gramos  
Peso Sat = Peso saturado del espécimen, en gramos

#### Observación:

- \* Muestreo e identificación realizada por el interesado
- \* Los resultados nos dan un absorción de 15.47% y de acuerdo con la Norma Técnica E.070. en el apartado 5.5 las unidades de arcilla no será mayor que 22%.

#### Abreviatura:

- \* LAD: Ladrillo
- \* E: Ensayo





## C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS, ESTUDIO EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

### ENSAYO DE ABSORCIÓN DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA ASTM C67, NTP 399.604/613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones, Huaraz - 2021  
SOLICITANTE : Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya  
UBICACIÓN : Huaraz - Ancash  
FECHA : Octubre 2021  
TÉCNICO: D.C.M.  
N° de Registro: C.M.A.001-2021

#### IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tipo de Unidad: Ladrillo King Kong Artesanal + 20% Papel  
Clase: Unidades de Arcilla Macizo  
Marca: Procedencia Chihuipampa - Huaraz

#### ENSAYO DE ABSORCIÓN

Unidad	MASA SECO (gr)			MASA SATURADO (gr)	ABSORCION (%)
	E-1	E-2	PROMEDIO		
LAD-01	3968.00	3968.00	3968.00	4612.00	16.23
LAD-02	3923.50	3923.50	3923.50	4548.00	15.92
LAD-03	3917.50	3917.50	3917.50	4527.00	15.57
LAD-04	3936.00	3936.00	3936.00	4577.00	16.29
LAD-05	3852.50	3852.00	3852.50	4470.50	16.04

Absorción Promedio (%): **16.01**

$$Abs = \frac{100 \times (\text{Peso Sat} - \text{Peso Seco})}{\text{Peso Seco}}$$

Abs = Contenido de agua absorbida  
Peso Sec = Peso del espécimen seco, en gramos  
Peso Sat = Peso saturado del espécimen, en gramos

#### Observación:

- \* Muestro e identificación realizada por el interesado
- \* Los resultados nos dan un absorcion y de acuerdo con la Norma Tecnica E.070. en el apartado 5.5 las unidades de arcilla no será mayor que 22%

#### Abreviatura:

- \* LAD: Ladrillo
- \* E: Ensayo



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ  
ALFREDO HERNÁN CALVO MINAYA  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 200644



## C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA  
CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE  
PROYECTOS DE INGENIERÍA

### ENSAYO DE ABSORCIÓN DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA ASTM C67, NTP 399.604/613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del  
ladrillo de arcilla para edificaciones, Huaraz - 2021  
SOLICITANTE : Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya  
UBICACIÓN : Huaraz - Ancash TÉCNICO : D.C.M.  
FECHA : Octubre 2021 N° de Registro : CMA.001-2021

#### IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tipo de Unidad:	Ladrillo King Kong Artesanal + 25%Papel	Clase:	Unidades de Arcilla Macizo	Marca:	Procedencia Chihuipampa - Huaraz
-----------------	--	--------	-------------------------------	--------	-------------------------------------

#### ENSAYO DE ABSORCIÓN

Unidad	MASA SECO (gr)			MASA SATURADO (gr)	ABSORCION (%)
	E-1	E-2	PROMEDIO		
LAD-01	4022.0	4022.0	4022.00	4686.00	16.51
LAD-02	3882.0	3882.0	3882.00	4525.00	16.56
LAD-03	3890.0	3890.0	3890.00	4517.00	16.12
LAD-04	3914.0	3914.0	3914.00	4577.00	16.94
LAD-05	4018.0	4018.0	4018.00	4684.00	16.58

Absorción Promedio (%) : 16.54

$$Abs = \frac{100x(Peso Sat - Peso Seco)}{PesoSeco}$$

Abs = Contenido de agua absorbida  
Peso Seco = Peso del espécimen seco, en gramos  
Peso Sat = Peso saturado del espécimen, en gramos

#### Observación:

- \* Muestreo e identificación realizada por el interesado
- \* Los resultados nos dan un absorción de 16.54% y de acuerdo con la Norma Tecnica E.070. en el apartado 5.5 las unidades de arcilla no será mayor que 22%.

#### Abreviatura:

- \* LAD: Ladrillo
- \* E: Ensayo



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ  
ALFREDO HERMAN CALVO MINAYA  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 200844

# Anexo 05.03. Instrumento – Ladrillo arcilla + aditivo impermeabilizante

## Propiedad mecánica



### C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

#### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES ASTM C67, NTP 399.604/613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones, Huaraz - 2021  
 SOLICITANTE : Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya  
 UBICACIÓN : Huaraz - Ancash TÉCNICO : D.C.M.  
 FECHA : Octubre 2021 N° de Registro : CM.A.001-2021

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA			
Tipo de Unidad:	Ladrillo King Kong Artesanal + 5% Aditivo	Clase:	Unidades de Arcilla Macizo
		Marca:	Procedencia Chihuipampa - Huaraz

DIMENSIONES DE LAS UNIDADES DE LADRILLO									
UNIDAD	LARGO (cm)			ANCHO (cm)			ALTURA (cm)		
	E-1	E-2	PROMEDIO	E-1	E-2	PROMEDIO	E-1	E-2	PROMEDIO
LAD-01	23.70	23.80	23.75	13.80	13.80	13.80	7.90	7.80	7.85
LAD-02	23.90	23.70	23.80	13.70	13.60	13.65	7.80	7.70	7.75
LAD-03	23.70	23.70	23.70	13.80	13.70	13.75	7.80	7.60	7.70
LAD-04	23.80	23.80	23.80	13.70	13.70	13.70	7.60	7.50	7.55
LAD-05	23.80	23.60	23.70	13.70	13.60	13.65	7.70	7.60	7.65
LAD-06	23.60	23.60	23.60	13.70	13.70	13.70	7.80	7.80	7.80
LAD-07	23.70	23.74	23.72	13.90	13.60	13.75	7.80	78.00	42.90
LAD-08	23.80	23.80	23.80	13.70	13.60	13.65	7.80	7.80	7.80
LAD-09	23.80	23.80	23.80	13.80	13.70	13.75	7.70	7.50	7.60
LAD-10	23.80	23.80	23.80	13.70	13.60	13.65	7.60	7.80	7.70

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN							
UNIDAD	LARGO PROMEDIO (cm)	ANCHO PROMEDIO (cm)	ALTO PROMEDIO (cm)	ÁREA BRUTA	CARGA MÁXIMA	RESISTENCIA ( $f'_b$ )	
				(cm <sup>2</sup> )	(Kgf)	(kg/cm <sup>2</sup> )	(MPa)
LAD-01	23.75	13.80	7.85	327.75	6514.0	19.87	1.95
LAD-02	23.80	13.65	7.75	324.87	6588.0	20.28	1.99
LAD-03	23.70	13.75	7.70	325.88	6647.0	20.40	2.00
LAD-04	23.80	13.70	7.55	326.06	6359.0	19.50	1.91
LAD-05	23.70	13.65	7.65	323.51	6419.0	19.84	1.95
LAD-06	23.60	13.70	7.80	323.32	6628.0	20.50	2.01
LAD-07	23.72	13.75	42.90	326.15	6689.0	20.51	2.01
LAD-08	23.80	13.65	7.80	324.87	6519.0	20.07	1.97
LAD-09	23.80	13.75	7.60	327.25	6895.0	21.07	2.07
LAD-10	23.80	13.65	7.70	324.87	6789.0	20.90	2.05

DESCRIPCIÓN	Resistencia Promedio ( $f'_b$ )		Desviación estándar ( $\sigma$ )		Resistencia Característica a la Compresión ( $f'_b$ )	
	kg/cm <sup>2</sup>	Mpa	kg/cm <sup>2</sup>	Mpa	$f'_b = f_b - \sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$f'_b = f_b - \sigma$ (Mpa)
Unidades de Arcilla Macizo	20.29	1.99	0.49	0.05	19.80	1.90

Observación:  
 \* Muestreo e identificación realizada por el interesado  
 Abreviatura:  
 \* LAD: Ladrillo  
 \* E: Ensayo



Pág. 4 de 4



## C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS, ESTUDIO EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES ASTM C67, NTP 399.604/613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones, Huaraz - 2021  
 SOLICITANTE : Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya  
 UBICACIÓN : Huaraz - Ancash  
 FECHA : Octubre 2021

TÉCNICO: D.C.M.  
 N° de Registro: CMA.001-2021

#### IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tipo de Unidad:	Ladrillo King Kong Artesanal + 10% Aditivo	Clase:	Unidades de Arcilla Macizo	Marca:	Procedencia Chihuipampa - Huaraz
-----------------	---	--------	-------------------------------	--------	----------------------------------

#### DIMENSIONES DE LAS UNIDADES DE LADRILLO

Unidad	LARGO (cm)			ANCHO (cm)			ALTURA (cm)		
	E-1	E-2	PROMEDIO	E-1	E-2	PROMEDIO	E-1	E-2	PROMEDIO
LAD-01	23.75	23.75	23.75	13.80	13.80	13.80	7.90	7.80	7.85
LAD-02	23.90	23.70	23.80	13.70	13.60	13.65	7.80	7.70	7.75
LAD-03	23.70	23.70	23.70	13.80	13.70	13.75	7.80	7.60	7.70
LAD-04	23.80	23.80	23.80	13.70	13.70	13.70	7.60	7.50	7.55
LAD-05	23.80	23.60	23.70	13.70	13.60	13.65	7.70	7.60	7.65
LAD-06	23.60	23.60	23.60	13.70	13.70	13.70	7.80	7.80	7.80
LAD-07	23.70	23.74	23.72	13.90	13.60	13.75	7.80	7.80	7.80
LAD-08	23.80	23.80	23.80	13.70	13.60	13.65	7.80	7.80	7.80
LAD-09	23.80	23.80	23.80	13.80	13.70	13.75	7.70	7.50	7.60
LAD-10	23.80	23.80	23.80	13.70	13.60	13.65	7.60	7.80	7.70

#### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

UNIDAD	LARGO PROMEDIO (cm)	ANCHO PROMEDIO (cm)	ALTO PROMEDIO (cm)	ÁREA BRUTA	CARGA MÁXIMA	RESISTENCIA	
				(cm <sup>2</sup> )	(Kgf)	(kg/cm <sup>2</sup> )	(MPa)
LAD-01	23.75	13.80	7.85	327.75	6220.0	18.98	1.86
LAD-02	23.80	13.65	7.75	324.87	6294.5	19.38	1.90
LAD-03	23.70	13.75	7.70	325.88	6367.5	19.54	1.92
LAD-04	23.80	13.70	7.55	326.06	6233.5	19.12	1.87
LAD-05	23.70	13.65	7.65	323.51	6212.0	19.20	1.88
LAD-06	23.60	13.70	7.80	323.32	6338.0	19.60	1.92
LAD-07	23.72	13.75	7.80	326.15	6398.5	19.62	1.92
LAD-08	23.80	13.65	7.80	324.87	6299.0	19.39	1.90
LAD-09	23.80	13.75	7.60	327.25	6517.5	19.92	1.95
LAD-10	23.80	13.65	7.70	324.87	6363.0	19.59	1.92

DESCRIPCIÓN	Resistencia Promedio ( $f_b$ )		Desviación estándar ( $\sigma$ )		Resistencia Características a la Compresión ( $f'_b$ )	
	kg/cm <sup>2</sup>	MPa	kg/cm <sup>2</sup>	MPa	$f'_b = f_b - \sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$f'_b = f_b - \sigma$ (MPa)
					19.43	1.91
Unidades de Arcilla Macizo						

Observación:

\* Muestro e identificación realizada por el interesado

Abreviatura:

\* LAD: Ladrillo

\* E: Ensayo





## C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES ASTM C67, NTP 399.604/613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones, Huaraz - 2021  
SOLICITANTE : Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya  
UBICACIÓN : Huaraz - Ancash TÉCNICO : D.C.M.  
FECHA : Octubre 2021 N° de Registro : CMA.001-2021

#### IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tipo de Unidad: Ladrillo King Kong Artesanal + 15% Aditivo Clase: Unidades de Arcilla Macizo Marca: Procedencia Chihuipampa - Huaraz

#### DIMENSIONES DE LAS UNIDADES DE LADRILLO

UNIDAD	LARGO (cm)			ANCHO (cm)			ALTURA (cm)		
	E-1	E-2	PROMEDIO	E-1	E-2	PROMEDIO	E-1	E-2	PROMEDIO
LAD-01	23.70	23.80	23.75	13.80	13.80	13.80	7.90	7.80	7.85
LAD-02	23.90	23.70	23.80	13.70	13.60	13.65	7.80	7.70	7.75
LAD-03	23.70	23.70	23.70	13.80	13.70	13.75	7.80	7.60	7.70
LAD-04	23.80	23.80	23.80	13.70	13.70	13.70	7.60	7.50	7.55
LAD-05	23.80	23.60	23.70	13.70	13.60	13.65	7.70	7.60	7.65
LAD-06	23.60	23.60	23.60	13.70	13.70	13.70	7.80	7.80	7.80
LAD-07	23.70	23.74	23.72	13.90	13.60	13.75	7.80	7.80	42.90
LAD-08	23.80	23.80	23.80	13.70	13.60	13.65	7.80	7.80	7.80
LAD-09	23.80	23.80	23.80	13.80	13.70	13.75	7.70	7.50	7.60
LAD-10	23.80	23.80	23.80	13.70	13.60	13.65	7.60	7.80	7.70

#### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

UNIDAD	LARGO PROMEDIO (cm)	ANCHO PROMEDIO (cm)	ALTO PROMEDIO (cm)	ÁREA BRUTA	CARGA MÁXIMA	RESISTENCIA ( $f_b$ )	
				(cm <sup>2</sup> )	(Kgf)	(kg/cm <sup>2</sup> )	(MPa)
LAD-01	23.75	13.80	7.85	327.75	5926.0	18.08	1.77
LAD-02	23.80	13.65	7.75	324.87	6001.0	18.47	1.81
LAD-03	23.70	13.75	7.70	325.88	6088.0	18.68	1.83
LAD-04	23.80	13.70	7.55	326.06	6108.0	18.73	1.84
LAD-05	23.70	13.65	7.65	323.51	6005.0	18.56	1.82
LAD-06	23.60	13.70	7.80	323.32	6048.0	18.71	1.83
LAD-07	23.72	13.75	42.90	326.15	6108.0	18.73	1.84
LAD-08	23.80	13.65	7.80	324.87	6079.0	18.71	1.84
LAD-09	23.80	13.75	7.60	327.25	6140.0	18.76	1.84
LAD-10	23.80	13.65	7.70	324.87	5937.0	18.28	1.79

DESCRIPCIÓN	Resistencia Promedio ( $f_b$ )		Desviación estándar ( $\sigma$ )		Resistencia Característica a la Compresión ( $f'_b$ )	
	kg/cm <sup>2</sup>	Mpa	kg/cm <sup>2</sup>	Mpa	$f'_b = f_b - \sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$f'_b = f_b - \sigma$ (Mpa)
Unidades de Arcilla Macizo	18.57	1.82	0.23	0.02	18.30	1.80

Observación:

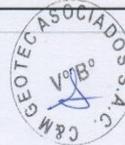
\* Muestreo e identificación realizada por el interesado

Abreviatura:

\* LAD: Ladrillo

\* E: Ensayo

Pág. 4 de 4



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ  
ALFREDO HERNÁN CALVO MINAYA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 200844



## C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS, ESTUDIO EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES ASTM C67, NTP 399.604/613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones, Huaraz – 2021  
 SOLICITANTE : Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya  
 UBICACIÓN : Huaraz - Ancash  
 FECHA : Octubre 2021

TÉCNICO: D.C.M.  
 N° de Registro: CMA.001-2021

#### IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tipo de Unidad: Ladrillo King Kong Artesanal + 20% Aditivo  
 Clase: Unidades de Arcilla Macizo  
 Marca: Procedencia Chihuipampa - Huaraz

#### DIMENSIONES DE LAS UNIDADES DE LADRILLO

Unidad	LARGO (cm)			ANCHO (cm)			ALTURA (cm)		
	E-1	E-2	PROMEDIO	E-1	E-2	PROMEDIO	E-1	E-2	PROMEDIO
LAD-01	23.75	23.75	23.75	13.80	13.80	13.80	7.90	7.80	7.85
LAD-02	23.90	23.70	23.80	13.70	13.60	13.65	7.80	7.70	7.75
LAD-03	23.70	23.70	23.70	13.80	13.70	13.75	7.80	7.60	7.70
LAD-04	23.80	23.80	23.80	13.70	13.70	13.70	7.60	7.50	7.55
LAD-05	23.80	23.60	23.70	13.70	13.60	13.65	7.70	7.60	7.65
LAD-06	23.60	23.60	23.60	13.70	13.70	13.70	7.80	7.80	7.80
LAD-07	23.70	23.74	23.72	13.90	13.60	13.75	7.80	7.80	7.80
LAD-08	23.80	23.80	23.80	13.70	13.60	13.65	7.80	7.80	7.80
LAD-09	23.80	23.80	23.80	13.80	13.70	13.75	7.70	7.50	7.60
LAD-10	23.80	23.80	23.80	13.70	13.60	13.65	7.60	7.80	7.70

#### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

UNIDAD	LARGO PROMEDIO (cm)	ANCHO PROMEDIO (cm)	ALTO PROMEDIO (cm)	ÁREA BRUTA	CARGA MÁXIMA (Kgf)	RESISTENCIA	
				(cm <sup>2</sup> )		(kg/cm <sup>2</sup> )	(MPa)
LAD-01	23.75	13.80	7.85	327.75	5608.0	17.11	1.68
LAD-02	23.80	13.65	7.75	324.87	5687.5	17.51	1.72
LAD-03	23.70	13.75	7.70	325.88	5728.0	17.58	1.72
LAD-04	23.80	13.70	7.55	326.06	5731.0	17.58	1.72
LAD-05	23.70	13.65	7.65	323.51	5715.5	17.67	1.73
LAD-06	23.60	13.70	7.80	323.32	5608.0	17.35	1.70
LAD-07	23.72	13.75	7.80	326.15	5738.0	17.59	1.73
LAD-08	23.80	13.65	7.80	324.87	5602.5	17.25	1.69
LAD-09	23.80	13.75	7.60	327.25	5754.0	17.58	1.72
LAD-10	23.80	13.65	7.70	324.87	5625.5	17.32	1.70

DESCRIPCIÓN	Resistencia Promedio ( $f_b$ )		Desviación estándar ( $\sigma$ )		Resistencia Características a la Compresión ( $f'_b$ )	
	kg/cm <sup>2</sup>	MPa	kg/cm <sup>2</sup>	MPa	$f'_b = f_b - \sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$f'_b = f_b - \sigma$ (MPa)
Unidades de Arcilla Macizo	17.45	1.71	0.19	0.02	17.3	1.7

Observación:  
 \* Muestro e identificación realizada por el interesado

Abreviatura:  
 \* LAD: Ladrillo  
 \* E: Ensayo





## C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES ASTM C67, NTP 399.604/613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones, Huaraz - 2021  
 SOLICITANTE : Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya  
 UBICACIÓN : Huaraz - Ancash TÉCNICO : D.C.M.  
 FECHA : Octubre 2021 N° de Registro : CMA.001-2021

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA			
Tipo de Unidad:	Ladrillo King Kong Artesanal + 25% Aditivo	Clase:	Unidades de Arcilla Macizo
		Marca:	Procedencia Chihuipampa - Huaraz

DIMENSIONES DE LAS UNIDADES DE LADRILLO									
UNIDAD	LARGO (cm)			ANCHO (cm)			ALTURA (cm)		
	E-1	E-2	PROMEDIO	E-1	E-2	PROMEDIO	E-1	E-2	PROMEDIO
LAD-01	23.70	23.80	23.75	13.80	13.80	13.80	7.90	7.80	7.85
LAD-02	23.90	23.70	23.80	13.70	13.60	13.65	7.80	7.70	7.75
LAD-03	23.70	23.70	23.70	13.80	13.70	13.75	7.80	7.60	7.70
LAD-04	23.80	23.80	23.80	13.70	13.70	13.70	7.60	7.50	7.55
LAD-05	23.80	23.60	23.70	13.70	13.60	13.65	7.70	7.60	7.65
LAD-06	23.60	23.60	23.60	13.70	13.70	13.70	7.80	7.80	7.80
LAD-07	23.70	23.74	23.72	13.90	13.60	13.75	7.80	78.00	42.90
LAD-08	23.80	23.80	23.80	13.70	13.60	13.65	7.80	7.80	7.80
LAD-09	23.80	23.80	23.80	13.80	13.70	13.75	7.70	7.50	7.60
LAD-10	23.80	23.80	23.80	13.70	13.60	13.65	7.60	7.80	7.70

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN							
UNIDAD	LARGO PROMEDIO (cm)	ANCHO PROMEDIO (cm)	ALTO PROMEDIO (cm)	ÁREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (Kgf)	RESISTENCIA (f <sub>b</sub> ) (kg/cm <sup>2</sup> ) (MPa)	
LAD-01	23.75	13.80	7.85	327.75	5290.0	16.14	1.58
LAD-02	23.80	13.65	7.75	324.87	5374.0	16.54	1.62
LAD-03	23.70	13.75	7.70	325.88	5368.0	16.47	1.62
LAD-04	23.80	13.70	7.55	326.06	5354.0	16.42	1.61
LAD-05	23.70	13.65	7.65	323.51	5426.0	16.77	1.64
LAD-06	23.60	13.70	7.80	323.32	5168.0	15.98	1.57
LAD-07	23.72	13.75	42.90	326.15	5368.0	16.46	1.61
LAD-08	23.80	13.65	7.80	324.87	5126.0	15.78	1.55
LAD-09	23.80	13.75	7.60	327.25	5368.0	16.40	1.61
LAD-10	23.80	13.65	7.70	324.87	5314.0	16.36	1.60

DESCRIPCIÓN	Resistencia Promedio (f <sub>b</sub> )		Desviación estándar (σ)		Resistencia Característica a la Compresión (f' <sub>b</sub> )	
	kg/cm <sup>2</sup>	Mpa	kg/cm <sup>2</sup>	Mpa	f' <sub>b</sub> = f <sub>b</sub> - σ (kg/cm <sup>2</sup> )	f' <sub>b</sub> = f <sub>b</sub> - σ (Mpa)
Unidades de Arcilla Macizo	16.33	1.60	0.29	0.03	16.00	1.60

Observación: \* Muestreo e identificación realizada por el interesado

Abreviatura:  
 \* LAD: Ladrillo  
 \* E: Ensayo



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
 CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ  
 ALFREDO HERMAN CALVO MINAYA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 200844

## Propiedades físicas



### C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERIA

#### ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA ASTM C67, NTP 399.604/613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones, Huaraz - 2021  
SOLICITANTE : Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya  
UBICACIÓN : Huaraz - Ancash  
FECHA : Octubre 2021  
TÉCNICO : D.C.M.  
N° de Registro : CMA.001-2021

#### IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tipo de Unidad:	Ladrillo King Kong Artesanal + 5% Aditivo	Clase:	Unidades de Arcilla Macizo	Marca:	Procedencia Chihuipampa - Huaraz
-----------------	--	--------	-------------------------------	--------	-------------------------------------

#### DIMENSIONAMIENTO DE UNIDADES - VARIACIÓN DIMENSIONAL

Unidad	LARGO (cm)			ANCHO (cm)			ALTO (cm)		
	E-1	E-2	E-3	E-1	E-2	E-3	E-1	E-2	E-3
LAD-01	24.58	24.56	23.56	13.59	13.67	13.47	7.84	7.65	7.56
LAD-02	23.78	23.54	23.83	13.56	13.66	13.73	7.88	7.88	7.80
LAD-03	24.05	23.77	23.51	13.44	13.73	13.60	7.92	7.92	8.06
LAD-04	23.63	24.56	23.98	13.76	13.65	13.82	7.93	7.80	8.16
LAD-05	23.83	23.95	23.76	13.70	13.74	13.66	7.69	7.78	7.91

#### CÁLCULO DE LA VARIACIÓN DIMENSIONAL

Unidad	LARGO			ANCHO			ALTO		
	PROMEDIO (cm)	FABRICA (cm)	VARIA (%)	PROMEDIO (cm)	FABRICA (cm)	VARIA (%)	PROMEDIO (cm)	FABRICA (cm)	VARIA (%)
LAD-01	24.23	24.00	0.97	13.58	14.00	3.02	7.68	8.00	3.96
LAD-02	23.72	24.00	1.18	13.65	14.00	2.50	7.85	8.00	1.83
LAD-03	23.78	24.00	0.93	13.59	14.00	2.93	7.97	8.00	0.42
LAD-04	24.06	24.00	0.24	13.74	14.00	1.83	7.96	8.00	0.46
LAD-05	23.85	24.00	0.64	13.70	14.00	2.14	7.79	8.00	2.58

PROMEDIO (%) =	0.79	2.49	1.85
----------------	------	------	------

$$A = \frac{100x(\text{Fabrica} - \text{promedio})}{\text{Fabrica}}$$

#### Observación:

- \* Muestreo e identificación realizada por el interesado
- \* Los resultados nos dan una variación de (Largo 0.79 %, Ancho 2.49% y Alto 1.85%) y de acuerdo con la Norma Tecnica E.070. en el apartado 5.5 las unidades producidas artesanalmente no será mayor que 40%.

#### Abreviatura:

- \* LAD: Ladrillo
- \* E: Ensayo



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ  
ALFREDO HERMAN CALVO MINAYA  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 200844



### C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS, ESTUDIO EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

#### ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA ASTM C67, NTP 399.604/613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones, Huaraz - 2021

SOLICITANTE : Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya

UBICACIÓN : Huaraz - Ancash

FECHA : Octubre 2021

TÉCNICO: D.C.M.  
N° de Registro: C.M.A.001-2021

#### IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tipo de Unidad: Ladrillo King Kong Artesanal + 10% Aditivo

Clase: Unidades de Arcilla Macizo

Marca: Procedencia Chihuipampa - Huaraz

#### DIMENSIONES DE UNIDADES - VARIACIÓN DIMENSIONAL

Unidad	LARGO (cm)			ANCHO (cm)			ALTURA (cm)		
	E-1	E-2	E-3	E-1	E-2	E-3	E-1	E-2	E-3
LAD-01	24.27	24.07	23.59	13.55	13.79	13.54	7.70	7.75	7.56
LAD-02	23.78	23.54	23.83	13.56	13.55	13.65	7.56	7.88	7.80
LAD-03	23.81	23.67	23.68	13.56	13.73	13.60	7.92	7.77	8.00
LAD-04	23.63	24.56	23.98	13.76	13.78	13.82	7.87	7.80	7.79
LAD-05	23.60	23.76	23.60	13.61	13.74	13.66	7.69	7.56	7.62

#### CÁLCULO DE LA VARIACIÓN DIMENSIONAL

UNIDAD	LARGO			ANCHO			ALTO		
	PROMEDIO (cm)	FABRICA (cm)	VARIA (%)	PROMEDIO (cm)	FABRICA (cm)	VARIA (%)	PROMEDIO (cm)	FABRICA (cm)	VARIA (%)
LAD-01	23.97	24.00	0.13	13.62	14.00	2.71	7.67	8.00	4.13
LAD-02	23.72	24.00	1.17	13.59	14.00	2.93	7.75	8.00	3.13
LAD-03	23.72	24.00	1.17	13.63	14.00	2.64	7.90	8.00	1.25
LAD-04	24.06	24.00	0.25	13.79	14.00	1.50	7.82	8.00	2.25
LAD-05	23.65	24.00	1.46	13.67	14.00	2.36	7.62	8.00	4.75

PROMEDIO (%) = 0.83      2.43      3.10

$$A = \frac{100x(\text{Fabrica} - \text{promedio})}{\text{Fabrica}}$$

#### Observación:

- \* Muestro e identificación realizada por el interesado
- \* Los resultados nos dan una variación de (Largo 0.83 %, Ancho 2.43 % y Alto 3.10%) y de acuerdo con la Norma Técnica E.070. en el apartado 5.5 las unidades producidas artesanalmente no será mayor que 40%

#### Abreviatura:

- \* LAD: Ladrillo
- \* E: Ensayo



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
FORSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ

ALFREDO HERNAN CALVO MINAYA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.F. N° 205844



## C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

### ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA ASTM C67, NTP 399.604/613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones, Huaraz - 2021  
SOLICITANTE : Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya  
UBICACIÓN : Huaraz - Ancash  
FECHA : Octubre 2021  
TÉCNICO : D.C.M.  
N° de Registro : CMA.001-2021

#### IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tipo de Unidad:	Ladrillo King Kong Artesanal + 15% Aditivo	Clase:	Unidades de Arcilla Macizo	Marca:	Procedencia Chihuipampa - Huaraz
-----------------	--	--------	----------------------------	--------	----------------------------------

#### DIMENSIONAMIENTO DE UNIDADES - VARIACIÓN DIMENSIONAL

Unidad	LARGO (cm)			ANCHO (cm)			ALTO (cm)		
	E-1	E-2	E-3	E-1	E-2	E-3	E-1	E-2	E-3
LAD-01	23.95	23.57	23.61	13.50	13.91	13.60	7.56	7.84	7.55
LAD-02	23.78	23.54	23.83	13.56	13.44	13.57	7.24	7.88	7.80
LAD-03	23.56	23.56	23.84	13.68	13.73	13.60	7.92	7.61	7.94
LAD-04	23.63	24.56	23.98	13.76	13.91	13.81	2.81	7.80	7.42
LAD-05	23.37	23.57	23.44	13.51	13.74	13.66	7.69	7.34	7.33

#### CÁLCULO DE LA VARIACIÓN DIMENSIONAL

Unidad	LARGO			ANCHO			ALTO		
	PROMEDIO (cm)	FABRICA (cm)	VARIA (%)	PROMEDIO (cm)	FABRICA (cm)	VARIA (%)	PROMEDIO (cm)	FABRICA (cm)	VARIA (%)
LAD-01	23.71	24.00	1.21	13.67	14.00	2.36	7.65	8.00	4.38
LAD-02	23.72	24.00	1.18	13.52	14.00	3.40	7.64	8.00	4.50
LAD-03	23.65	24.00	1.44	13.67	14.00	2.36	7.82	8.00	2.21
LAD-04	24.06	24.00	0.24	13.83	14.00	1.24	6.01	8.00	24.88
LAD-05	23.46	24.00	2.25	13.64	14.00	2.60	7.45	8.00	6.83

PROMEDIO (%) =	1.26		2.39		8.56
----------------	------	--	------	--	------

$$A = \frac{100 \times (\text{Fabrica} - \text{promedio})}{\text{Fabrica}}$$

#### Observación:

- \* Muestreo e identificación realizada por el interesado
- \* Los resultados nos dan una variación de (Largo 1.26%, Ancho 2.39% y Alto 8.56%) y de acuerdo con la Norma Técnica E.070. en el apartado 5.5 las unidades producidas artesanalmente no será mayor que 40%.

#### Abreviatura:

- \* LAD: Ladrillo
- \* E: Ensayo

Pág. 1 de 4



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ  
ALFREDO HERNÁN CALVO MINAYA  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 200844



## C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS, ESTUDIO EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

### ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA ASTM C67, NTP 399.604/613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones, Huaraz - 2021  
SOLICITANTE : Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya  
UBICACIÓN : Huaraz - Ancash  
FECHA : Octubre 2021  
TÉCNICO: D.C.M.  
N° de Registro: C.M.A.001-2021

#### IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tipo de Unidad:	Ladrillo King Kong Artesanal + 20% Aditivo	Clase:	Unidades de Arcilla Macizo	Marca:	Procedencia Chihuipampa - Huaraz
-----------------	--	--------	----------------------------	--------	----------------------------------

#### DIMENSIONES DE UNIDADES - VARIACIÓN DIMENSIONAL

Unidad	LARGO (cm)			ANCHO (cm)			ALTURA (cm)		
	E-1	E-2	E-3	E-1	E-2	E-3	E-1	E-2	E-3
LAD-01	24.27	24.07	23.59	13.55	13.79	13.54	7.70	7.75	7.56
LAD-02	23.78	23.54	23.83	13.56	13.55	13.65	7.56	7.88	7.80
LAD-03	23.81	23.67	23.68	13.56	13.73	13.75	7.92	7.81	8.00
LAD-04	23.63	24.68	23.98	13.76	13.78	13.82	7.87	7.80	7.79
LAD-05	23.60	23.76	23.60	13.61	13.74	13.66	7.69	7.56	7.62

#### CÁLCULO DE LA VARIACIÓN DIMENSIONAL

UNIDAD	LARGO			ANCHO			ALTO		
	PROMEDIO (cm)	FABRICA (cm)	VARIA (%)	PROMEDIO (cm)	FABRICA (cm)	VARIA (%)	PROMEDIO (cm)	FABRICA (cm)	VARIA (%)
LAD-01	23.97	24.00	0.13	13.62	14.00	2.71	7.67	8.00	4.13
LAD-02	23.72	24.00	1.17	13.59	14.00	2.93	7.75	8.00	3.13
LAD-03	23.72	24.00	1.17	13.68	14.00	2.29	7.91	8.00	1.13
LAD-04	24.10	24.00	0.42	13.79	14.00	1.50	7.82	8.00	2.25
LAD-05	23.65	24.00	1.46	13.67	14.00	2.36	7.62	8.00	4.75

PROMEDIO (%) =	0.87	2.36	3.08
----------------	------	------	------

$$A = \frac{100x(\text{Fabrica} - \text{promedio})}{\text{Fabrica}}$$

#### Observación:

- \* Muestro e identificación realizada por el interesado
- \* Los resultados nos dan una variación de (Largo 0.87 %, Ancho 2.36 % y Alto 3.08%) y de acuerdo con la Norma Técnica E.070, en el apartado 5.5 las unidades producidas artesanalmente no será mayor que 40%

#### Abreviatura:

- \* LAD: Ladrillo
- \* E: Ensayo



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ  
ALFREDO HERNAN CALVO MINAYA  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 200844



## C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

### ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA

ASTM C67, NTP 399.604/613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones, Huaraz - 2021

SOLICITANTE : Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya

UBICACIÓN : Huaraz - Ancash

FECHA : Octubre 2021

TÉCNICO : D.C.M.

N° de Registro : CMA.001-2021

#### IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tipo de Unidad:	Ladrillo King Kong Artesanal + 25% Aditivo	Clase:	Unidades de Arcilla Macizo	Marca:	Procedencia Chihuipampa - Huaraz
-----------------	--	--------	----------------------------	--------	----------------------------------

#### DIMENSIONAMIENTO DE UNIDADES - VARIACIÓN DIMENSIONAL

Unidad	LARGO (cm)			ANCHO (cm)			ALTO (cm)		
	E-1	E-2	E-3	E-1	E-2	E-3	E-1	E-2	E-3
LAD-01	24.58	24.56	23.56	13.59	13.67	13.47	7.84	7.65	7.56
LAD-02	23.78	23.54	23.83	13.56	13.66	13.73	7.88	7.88	7.80
LAD-03	24.05	23.77	23.51	13.44	13.73	13.60	7.92	7.92	8.06
LAD-04	23.63	24.56	23.98	13.76	13.65	13.82	7.93	7.80	8.16
LAD-05	23.83	23.95	23.76	13.70	13.74	13.66	7.69	7.78	7.91

#### CÁLCULO DE LA VARIACIÓN DIMENSIONAL

Unidad	LARGO			ANCHO			ALTO		
	PROMEDIO (cm)	FABRICA (cm)	VARIA (%)	PROMEDIO (cm)	FABRICA (cm)	VARIA (%)	PROMEDIO (cm)	FABRICA (cm)	VARIA (%)
LAD-01	24.23	24.00	0.97	13.58	14.00	3.02	7.68	8.00	3.96
LAD-02	23.72	24.00	1.18	13.65	14.00	2.50	7.85	8.00	1.83
LAD-03	23.78	24.00	0.93	13.59	14.00	2.93	7.97	8.00	0.42
LAD-04	24.06	24.00	0.24	13.74	14.00	1.83	7.96	8.00	0.46
LAD-05	23.85	24.00	0.64	13.70	14.00	2.14	7.79	8.00	2.58

PROMEDIO (%) = 0.79      2.49      1.85

$$A = \frac{100 \times (\text{Fabrica} - \text{promedio})}{\text{Fabrica}}$$

#### Observación:

- \* Muestreo e identificación realizada por el interesado
- \* Los resultados nos dan una variación de (Largo 0.79%, Ancho 2.49% y Alto 1.85%) y de acuerdo con la Norma Técnica E.070. en el apartado 5.5 las unidades producidas artesanalmente no será mayor que 40%.

#### Abreviatura:

- \* LAD: Ladrillo
- \* E: Ensayo

Pág. 1 de 4



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ  
ALFREDO HERNÁN CALVO MINAYA  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 200844



## C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

### ENSAYO DE ALABEO DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA ASTM C67, NTP 399.613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones, Huaraz - 2021  
SOLICITANTE : Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya  
UBICACIÓN : Huaraz - Ancash TÉCNICO : D.C.M.  
FECHA : Octubre 2021 N° de Registro : CMA.001-2021

#### IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tipo de Unidad:	Ladrillo King Kong Artesanal + 5% Aditivo	Clase:	Unidades de Arcilla Macizo	Marca:	Procedencia Chihuipampa - Huaraz
-----------------	---	--------	----------------------------	--------	----------------------------------

#### ENSAYO DE ALABEO

Unidad	CONCAVIDAD					CONVEXIDAD				
	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)
	E-1	E-2	E-1	E-2		E-1	E-2	E-1	E-2	
LAD-01	1.14	0.12	3.60	2.10	1.74	2.36	3.14	3.10	2.44	2.76
LAD-02	0.60	1.08	1.99	1.99	1.42	2.31	3.08	2.54	2.98	2.73
LAD-03	2.16	1.00	0.46	1.65	1.32	3.12	2.68	2.16	1.56	2.38
LAD-04	0.12	1.18	0.98	2.18	1.12	2.18	2.70	2.00	1.68	2.14
LAD-05	1.20	1.14	1.14	1.90	1.35	2.56	2.44	1.52	1.84	2.09
<b>PROMEDIO (mm) =</b>					<b>1.39</b>	<b>2.42</b>				

#### Observación:

\* Muestreo e identificación realizada por el interesado

#### Abreviatura:

\* LAD: Ladrillo  
\* E: Ensayo





## C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS, ESTUDIO EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

### ENSAYO DE ALABEO DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA ASTM C67, NTP 399.604/613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones, Huaraz - 2021  
SOLICITANTE : Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya  
UBICACIÓN : Huaraz - Ancash  
FECHA : Octubre 2021  
TÉCNICO: D.C.M.  
N° de Registro: CMA.001-2021

### IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tipo de Unidad: Ladrillo King Kong Artesanal + 10% Aditivo  
Clase: Unidades de Arcilla Macizo  
Marca: Procedencia Chihuipampa - Huaraz

### ENSAYO DE ALABEO

Unidad	CONCAVIDAD					CONVEXIDAD				
	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)
	E-1	E-2	E-1	E-2		E-1	E-2	E-1	E-2	
LAD-01	3.89	1.84	2.33	0.97	2.26	3.90	3.54	3.88	3.10	3.61
LAD-02	3.15	1.70	2.55	2.59	2.50	3.56	2.34	3.38	3.29	3.14
LAD-03	1.45	1.45	1.59	1.64	1.53	2.94	3.45	3.01	3.29	3.17
LAD-04	2.89	2.35	1.22	1.69	2.04	0.51	0.39	0.98	0.71	0.65
LAD-05	1.26	2.36	2.56	2.45	2.16	1.55	1.37	2.14	1.22	1.57

PROMEDIO (mm) = 2.10 2.43

#### Observación:

\* Muestreo e identificación realizada por el interesado

#### Abreviatura:

\* LAD: Ladrillo  
\* E: Ensayo





## C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

### ENSAYO DE ALABEO DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA ASTM C67, NTP 399.613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones, Huaraz - 2021  
SOLICITANTE : Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya  
UBICACIÓN : Huaraz - Ancash TÉCNICO : D.C.M.  
FECHA : Octubre 2021 N° de Registro : CMA.001-2021

#### IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tipo de Unidad:	Ladrillo King Kong Artesanal + 15% Aditivo	Clase:	Unidades de Arcilla Macizo	Marca:	Procedencia Chihuipampa - Huaraz
-----------------	--	--------	----------------------------	--------	----------------------------------

#### ENSAYO DE ALABEO

Unidad	CONCAVIDAD					CONVEXIDAD				
	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)
	E-1	E-2	E-1	E-2		E-1	E-2	E-1	E-2	
LAD-01	1.10	0.19	3.60	2.41	1.83	2.36	3.14	3.10	2.44	2.76
LAD-02	1.36	1.08	4.10	1.99	2.13	2.10	3.18	1.26	2.98	2.38
LAD-03	1.00	3.88	2.40	2.08	2.34	3.12	2.68	2.16	2.10	2.52
LAD-04	0.69	2.16	0.90	2.18	1.48	0.98	3.10	2.00	1.68	1.94
LAD-05	2.36	2.66	3.18	1.90	2.53	2.56	0.90	4.26	1.84	2.39

PROMEDIO (mm) = 2.06 2.40

#### Observación:

\* Muestreo e identificación realizada por el interesado

#### Abreviatura:

\* LAD: Ladrillo

\* E: Ensayo



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ  
ALFREDO HERNAN CALVO MINAYA  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 200844



## C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS, ESTUDIO EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

### ENSAYO DE ALABEO DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA ASTM C67, NTP 399.604/613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones, Huaraz - 2021  
SOLICITANTE : Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya  
UBICACIÓN : Huaraz - Ancash  
FECHA : Octubre 2021  
TÉCNICO: D.C.M.  
N° de Registro: C.M.A.001-2021

### IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tipo de Unidad: Ladrillo King Kong Artesanal + 20% Aditivo  
Clase: Unidades de Arcilla Macizo  
Marca: Procedencia Chihuipampa - Huaraz

### ENSAYO DE ALABEO

Unidad	CONCAVIDAD					CONVEXIDAD				
	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)
	E-1	E-2	E-1	E-2		E-1	E-2	E-1	E-2	
LAD-01	1.12	0.16	3.60	2.26	1.78	2.36	3.14	3.10	2.44	2.76
LAD-02	0.98	1.08	3.05	1.99	1.77	2.21	3.13	1.90	2.98	2.55
LAD-03	1.58	2.44	1.43	1.87	1.83	3.12	2.68	2.16	1.83	2.45
LAD-04	0.41	1.67	0.94	2.18	1.30	1.58	2.90	2.00	1.68	2.04
LAD-05	1.78	1.90	2.16	1.90	1.94	2.56	1.67	2.89	1.84	2.24

PROMEDIO (mm) = 1.72 2.41

#### Observación:

\* Muestreo e identificación realizada por el interesado

#### Abreviatura:

\* LAD: Ladrillo

\* E: Ensayo





## C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA  
CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE  
PROYECTOS DE INGENIERÍA

### ENSAYO DE ALABEO DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA ASTM C67, NTP 399.613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del  
ladrillo de arcilla para edificaciones, Huaraz - 2021  
SOLICITANTE : Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya  
UBICACIÓN : Huaraz - Ancash TÉCNICO : D.C.M.  
FECHA : Octubre 2021 N° de Registro : C.M.A.001-2021

#### IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tipo de Unidad:	Ladrillo King Kong Artesanal + 25% Aditivo	Clase:	Unidades de Arcilla Macizo	Marca:	Procedencia Chihuipampa - Huaraz
-----------------	---	--------	-------------------------------	--------	-------------------------------------

#### ENSAYO DE ALABEO

Unidad	CONCAVIDAD					CONVEXIDAD				
	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)
	E-1	E-2	E-1	E-2		E-1	E-2	E-1	E-2	
LAD-01	1.14	0.12	3.60	2.10	1.74	2.36	3.14	3.10	2.44	2.76
LAD-02	0.60	1.08	1.99	1.99	1.42	2.31	3.08	2.54	2.98	2.73
LAD-03	2.16	1.00	0.46	1.65	1.32	3.12	2.68	2.16	1.56	2.38
LAD-04	0.12	1.18	0.98	2.18	1.12	2.18	2.70	2.00	1.68	2.14
LAD-05	1.20	1.14	1.14	1.90	1.35	2.56	2.44	1.52	1.84	2.09

PROMEDIO (mm) =	1.39	2.42
-----------------	------	------

#### Observación:

\* Muestreo e identificación realizada por el interesado

#### Abreviatura:

\* LAD: Ladrillo

\* E: Ensayo





## C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

### ENSAYO DE ABSORCIÓN DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA ASTM C67, NTP 399.604/613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones, Huaraz - 2021  
SOLICITANTE : Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya  
UBICACIÓN : Huaraz - Ancash TÉCNICO : D.C.M.  
FECHA : Septiembre 2021 N° de Registro : CMA.001-2021

#### IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tipo de Unidad: Ladrillo King Kong Artesanal + 5% Aditivo Clase: Unidades de Arcilla Macizo Marca: Procedencia Chihuipampa - Huaraz

#### ENSAYO DE ABSORCIÓN

Unidad	MASA SECO (gr)			MASA SATURADO (gr)	ABSORCION (%)
	E-1	E-2	PROMEDIO		
LAD-01	3962.0	3962.0	3962.00	4338.00	9.49
LAD-02	3926.0	3926.0	3926.00	4289.00	9.25
LAD-03	4052.0	4052.0	4052.00	4451.00	9.85
LAD-04	4081.0	4081.0	4081.00	4486.00	9.92
LAD-05	3992.0	3992.0	3992.00	4356.00	9.12

Absorción Promedio (%) : 9.53

$$Abs = \frac{100 \times (\text{Peso Sat} - \text{Peso Seco})}{\text{Peso Seco}}$$

Abs = Contenido de agua absorbida

Peso Seco = Peso del espécimen seco, en gramos

Peso Sat = Peso saturado del espécimen, en gramos

#### Observación:

- \* Muestreo e identificación realizada por el interesado
- \* Los resultados nos dan un absorción de 9.53% y de acuerdo con la Norma Técnica E.070. en el apartado 5.5 las unidades de arcilla no será mayor que 22%.

#### Abreviatura:

- \* LAD: Ladrillo
- \* E: Ensayo



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO DEPARTAMENTAL HUANCAJANOS - HUARAZ  
ALFREDO HERNAN CALVO MINAYA  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 200544



## C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS, ESTUDIO EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

### ENSAYO DE ABSORCIÓN DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA ASTM C67, NTP 399.604/613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones, Huaraz - 2021  
SOLICITANTE : Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya  
UBICACIÓN : Huaraz - Ancash  
FECHA : Octubre 2021  
TÉCNICO: D.C.M.  
N° de Registro: C.M.A.001-2021

#### IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tipo de Unidad: Ladrillo King Kong Artesanal + 10% Aditivo  
Clase: Unidades de Arcilla Macizo  
Marca: Procedencia Chihuipampa - Huaraz

#### ENSAYO DE ABSORCIÓN

Unidad	MASA SECO (gr)			MASA SATURADO (gr)	ABSORCIÓN (%)
	E-1	E-2	PROMEDIO		
LAD-01	3929.00	3929.00	3929.00	4324.00	10.05
LAD-02	3925.00	3925.00	3925.00	4316.50	9.97
LAD-03	4035.50	4035.50	4035.50	4455.50	10.41
LAD-04	4050.50	4050.50	4050.50	4448.00	9.81
LAD-05	4018.00	4018.00	4018.00	4396.00	9.41

Absorción Promedio (%): **9.93**

$$Abs = \frac{100 \times (\text{Peso Sat} - \text{Peso Seco})}{\text{Peso Seco}}$$

Abs = Contenido de agua absorbida  
Peso Sec = Peso del espécimen seco, en gramos  
Peso Sat = Peso saturado del espécimen, en gramos

#### Observación:

- \* Muestro e identificación realizada por el interesado
- \* Los resultados nos dan un absorción y de acuerdo con la Norma Técnica E.070, en el apartado 5.5 las unidades de arcilla no será mayor que 22%

#### Abreviatura:

- \* LAD: Ladrillo
- \* E: Ensayo



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ  
ALFREDO HERNÁN CALVO MINAYA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 200644



## C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCION DE PROYECTOS DE INGENIERIA

### ENSAYO DE ABSORCIÓN DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA ASTM C67, NTP 399.604/613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones, Huaraz - 2021  
SOLICITANTE : Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya  
UBICACIÓN : Huaraz - Ancash  
FECHA : Octubre 2021  
TÉCNICO : D.C.M.  
N° de Registro : C.M.A.001-2021

#### IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tipo de Unidad:	Ladrillo King Kong Artesanal + 15% Aditivo	Clase:	Unidades de Arcilla Macizo	Marca:	Procedencia Chihuipampa - Huaraz
-----------------	--	--------	----------------------------	--------	----------------------------------

#### ENSAYO DE ABSORCIÓN

Unidad	MASA SECO (gr)			MASA SATURADO (gr)	ABSORCION (%)
	E-1	E-2	PROMEDIO		
LAD-01	3896.0	3896.0	3896.00	4310.00	10.63
LAD-02	3924.0	3924.0	3924.00	4344.00	10.70
LAD-03	4019.0	4019.0	4019.00	4460.00	10.97
LAD-04	4020.0	4020.0	4020.00	4410.00	9.70
LAD-05	4044.0	4044.0	4044.00	4436.00	9.69

Absorción Promedio (%) : **10.34**

$$Abs = \frac{100x(Peso Sat - Peso Seco)}{PesoSeco}$$

Abs = Contenido de agua absorbida  
Peso Seco = Peso del espécimen seco, en gramos  
Peso Sat = Peso saturado del espécimen, en gramos

#### Observación:

- \* Muestreo e identificación realizada por el interesado
- \* Los resultados nos dan un absorción de 10.34 % y de acuerdo con la Norma Tecnica E.070. en el apartado 5.5 las unidades de arcilla no será mayor que 22%.

#### Abreviatura:

- \* LAD: Ladrillo
- \* E: Ensayo



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ

ALFREDO HERNAN CALVO MINAYA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 200844



## C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS, ESTUDIO EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERIA

### ENSAYO DE ABSORCIÓN DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA ASTM C67, NTP 399.604/613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones, Huaraz - 2021

SOLICITANTE : Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya

UBICACIÓN : Huaraz - Ancash

FECHA : Octubre 2021

TÉCNICO: D.C.M.

N° de Registro: C.M.A.001-2021

#### IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tipo de Unidad: Ladrillo King Kong Artesanal + 20% Aditivo Clase: Unidades de Arcilla Macizo Marca: Procedencia Chihuipampa - Huaraz

#### ENSAYO DE ABSORCIÓN

Unidad	MASA SECO (gr)			MASA SATURADO (gr)	ABSORCION (%)
	E-1	E-2	PROMEDIO		
LAD-01	3947.00	3947.00	3947.00	4403.50	11.57
LAD-02	3984.50	3984.50	3984.50	4463.00	12.01
LAD-03	3999.00	3999.00	3999.00	4498.50	12.49
LAD-04	4009.50	4009.50	4009.50	4475.00	11.61
LAD-05	4024.50	4024.50	4024.50	4498.00	11.77

Absorción Promedio (%): **11.89**

$$Abs = \frac{100 \times (\text{Peso Sat} - \text{Peso Seco})}{\text{Peso Seco}}$$

Abs = Contenido de agua absorbida

Peso Sec = Peso del espécimen seco, en gramos

Peso Sat = Peso saturado del espécimen, en gramos

#### Observación:

- \* Muestro e identificación realizada por el interesado
- \* Los resultados nos dan un absorcion y de acuerdo con la Norma Tecnica E.070, en el apartado 5.5 las unidades de arcilla no será mayor que 22%

#### Abreviatura:

- \* LAD: Ladrillo
- \* E: Ensayo



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ  
ALFREDO HERNAN CALVO MINAYA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 205844



## C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

### ENSAYO DE ABSORCIÓN DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA ASTM C67, NTP 399.604/613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones, Huaraz - 2021  
SOLICITANTE : Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya  
UBICACIÓN : Huaraz - Ancash  
FECHA : Octubre 2021  
TÉCNICO : D.C.M.  
N° de Registro : CMA.001-2021

#### IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tipo de Unidad: Ladrillo King Kong Artesanal + 25% Aditivo  
Clase: Unidades de Arcilla Macizo  
Marca: Procedencia Chihuipampa - Huaraz

#### ENSAYO DE ABSORCIÓN

Unidad	MASA SECO (gr)			MASA SATURADO (gr)	ABSORCION (%)
	E-1	E-2	PROMEDIO		
LAD-01	3998.0	3998.0	3998.00	4497.00	12.48
LAD-02	4045.0	4045.0	4045.00	4582.00	13.28
LAD-03	3979.0	3979.0	3979.00	4537.00	14.02
LAD-04	3999.0	3999.0	3999.00	4540.00	13.53
LAD-05	4005.0	4005.0	4005.00	4560.00	13.86

Absorción Promedio (%) : 13.43

$$Abs = \frac{100x(Peso Sat - Peso Seco)}{PesoSeco}$$

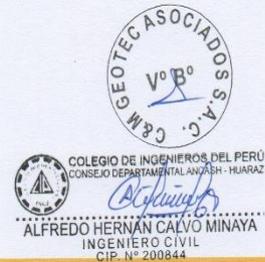
Abs = Contenido de agua absorbida  
Peso Seco = Peso del espécimen seco, en gramos  
Peso Sat = Peso saturado del espécimen, en gramos

#### Observación:

- \* Muestreo e identificación realizada por el interesado
- \* Los resultados nos dan un absorción de 13.43 % y de acuerdo con la Norma Técnica E.070. en el apartado 5.5 las unidades de arcilla no será mayor que 22%.

#### Abreviatura:

- \* LAD: Ladrillo
- \* E: Ensayo



# Anexo 05.04. Ladrillo arcilla + Papel – Aditivo impermeabilizante

## Propiedad mecánica



### C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCION DE PROYECTOS DE INGENIERIA

#### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES ASTM C67, NTP 399.604/613

PROYECTO :	Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones, Huaraz - 2021
SOLICITANTE :	Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya
UBICACIÓN :	Huaraz - Ancash
FECHA :	Octubre 2021
TÉCNICO :	D.C.M.
N° de Registro :	CM.A.001-2021

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA			
Tipo de Unidad:	Ladrillo King Kong Artesanal + 5%(Papel +	Clase:	Unidades de Arcilla Macizo
		Marca:	Procedencia Chihuipampa - Huaraz

DIMENSIONES DE LAS UNIDADES DE LADRILLO									
UNIDAD	LARGO (cm)			ANCHO (cm)			ALTURA (cm)		
	E-1	E-2	PROMEDIO	E-1	E-2	PROMEDIO	E-1	E-2	PROMEDIO
LAD-01	23.70	23.80	23.75	13.80	13.80	13.80	7.90	7.80	7.85
LAD-02	23.90	23.70	23.80	13.70	13.60	13.65	7.80	7.70	7.75
LAD-03	23.70	23.70	23.70	13.80	13.70	13.75	7.80	7.60	7.70
LAD-04	23.80	23.80	23.80	13.70	13.70	13.70	7.60	7.50	7.55
LAD-05	23.80	23.60	23.70	13.70	13.60	13.65	7.70	7.60	7.65
LAD-06	23.60	23.60	23.60	13.70	13.70	13.70	7.80	7.80	7.80
LAD-07	23.70	23.74	23.72	13.90	13.60	13.75	7.80	7.80	42.90
LAD-08	23.80	23.80	23.80	13.70	13.60	13.65	7.80	7.80	7.80
LAD-09	23.80	23.80	23.80	13.80	13.70	13.75	7.70	7.50	7.60
LAD-10	23.80	23.80	23.80	13.70	13.60	13.65	7.60	7.80	7.70

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN						
UNIDAD	LARGO PROMEDIO (cm)	ANCHO PROMEDIO (cm)	ALTO PROMEDIO (cm)	ÁREA BRUTA	CARGA MÁXIMA	RESISTENCIA ( $f_b$ )
				( $cm^2$ )	(Kgf)	( $kg/cm^2$ ) (MPa)
LAD-01	23.75	13.80	7.85	327.75	6833.0	20.85 2.04
LAD-02	23.80	13.65	7.75	324.87	6710.0	20.65 2.03
LAD-03	23.70	13.75	7.70	325.88	6887.0	21.13 2.07
LAD-04	23.80	13.70	7.55	326.06	6756.0	20.72 2.03
LAD-05	23.70	13.65	7.65	323.51	6894.0	21.31 2.09
LAD-06	23.60	13.70	7.80	323.32	6659.0	20.60 2.02
LAD-07	23.72	13.75	42.90	326.15	6872.0	21.07 2.07
LAD-08	23.80	13.65	7.80	324.87	6758.0	20.80 2.04
LAD-09	23.80	13.75	7.60	327.25	6599.0	20.17 1.98
LAD-10	23.80	13.65	7.70	324.87	6570.0	20.22 1.98

DESCRIPCIÓN	Resistencia Promedio ( $f_b$ )		Desviación estándar ( $\sigma$ )		Resistencia Característica a la Compresión ( $f'_b$ )	
	$kg/cm^2$	Mpa	$kg/cm^2$	Mpa	$f'_b = f_b - \sigma$ ( $kg/cm^2$ )	$f'_b = f_b - \sigma$ (Mpa)
Unidades de Arcilla Macizo	20.75	2.04	0.37	0.04	20.40	2.00

Observación: \* Muestreo e identificación realizada por el interesado

Abreviatura: \* LAD: Ladrillo  
\* E: Ensayo



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ  
*Alfredo Hernán Calvo Minaya*  
ALFREDO HERNÁN CALVO MINAYA  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 200844



## C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS, ESTUDIO EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES ASTM C67, NTP 399.604/613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones, Huaraz - 2021

SOLICITANTE : Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya

UBICACIÓN : Huaraz - Ancash

FECHA : Octubre 2021

TÉCNICO: D.C.M.

N° de Registro: CMA.001-2021

#### IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tipo de Unidad:	Ladrillo King Kong Artesanal + 10% (Papel+Aditivo)	Clase:	Unidades de Arcilla Macizo	Marca:	Procedencia Chihuiupampa - Huaraz
-----------------	--	--------	----------------------------	--------	-----------------------------------

#### DIMENSIONES DE LAS UNIDADES DE LADRILLO

Unidad	LARGO (cm)			ANCHO (cm)			ALTURA (cm)		
	E-1	E-2	PROMEDIO	E-1	E-2	PROMEDIO	E-1	E-2	PROMEDIO
LAD-01	23.70	23.70	23.70	13.80	13.80	13.80	7.90	7.60	7.75
LAD-02	23.80	23.50	23.65	13.70	13.80	13.75	7.70	7.80	7.75
LAD-03	23.80	23.60	23.70	13.70	13.80	13.75	7.60	7.60	7.60
LAD-04	23.60	23.50	23.55	13.70	13.80	13.75	7.60	7.50	7.55
LAD-05	23.50	23.60	23.55	13.70	13.70	13.70	7.80	7.70	7.75
LAD-06	23.60	23.50	23.55	13.80	13.70	13.75	7.70	7.80	7.75
LAD-07	23.70	23.40	23.55	13.70	13.80	13.75	7.60	7.60	7.60
LAD-08	23.80	23.60	23.70	13.70	13.70	13.70	7.80	7.60	7.70
LAD-09	23.70	23.40	23.55	13.80	13.80	13.80	7.90	7.50	7.70
LAD-10	23.60	23.60	23.60	13.70	13.60	13.65	7.80	7.80	7.80

#### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

UNIDAD	LARGO PROMEDIO (cm)	ANCHO PROMEDIO (cm)	ALTO PROMEDIO (cm)	ÁREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (Kgf)	RESISTENCIA	
						(kg/cm <sup>2</sup> )	(MPa)
LAD-01	23.70	13.80	7.75	327.06	6666.5	20.38	2.00
LAD-02	23.65	13.75	7.75	325.19	6848.5	21.06	2.07
LAD-03	23.70	13.75	7.60	325.88	6737.0	20.67	2.03
LAD-04	23.55	13.75	7.55	323.81	6450.5	19.92	1.95
LAD-05	23.55	13.70	7.75	322.64	6708.5	20.79	2.04
LAD-06	23.55	13.75	7.75	323.81	6555.5	20.24	1.99
LAD-07	23.55	13.75	7.60	323.81	6858.5	21.18	2.08
LAD-08	23.70	13.70	7.70	324.69	6785.5	20.90	2.05
LAD-09	23.55	13.80	7.70	324.99	6719.0	20.67	2.03
LAD-10	23.60	13.65	7.80	322.14	6707.5	20.82	2.04

DESCRIPCIÓN	Resistencia Promedio ( $f_b$ )		Desviación estándar ( $\sigma$ )		Resistencia Características a la Compresión ( $f'_b$ )	
	kg/cm <sup>2</sup>	MPa	kg/cm <sup>2</sup>	MPa	$f'_b = f_b \cdot \sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$f'_b = f_b \cdot \sigma$ (MPa)
					20.3	2.0
Unidades de Arcilla Macizo	20.66	2.03	0.38	0.04		

Observación:

\* Muestro e identificación realizada por el interesado

Abreviatura:

\* LAD: Ladrillo

\* E: Ensayo





## C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES ASTM C67, NTP 399.604/613

PROYECTO :	Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones, Huaraz - 2021		
SOLICITANTE :	Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya		
UBICACIÓN :	Huaraz - Ancash	TÉCNICO :	D.C.M.
FECHA :	Octubre 2021	N° de Registro :	CMA.001-2021

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA			
Tipo de Unidad:	Ladrillo King Kong Artesanal + 15%(Papel +	Clase:	Unidades de Arcilla Macizo
		Marca:	Procedencia Chihuipampa - Huaraz

DIMENSIONES DE LAS UNIDADES DE LADRILLO									
UNIDAD	LARGO (cm)			ANCHO (cm)			ALTURA (cm)		
	E-1	E-2	PROMEDIO	E-1	E-2	PROMEDIO	E-1	E-2	PROMEDIO
LAD-01	23.70	23.70	23.70	13.80	13.80	13.80	7.90	7.60	7.75
LAD-02	23.80	23.50	23.65	13.70	13.80	13.75	7.70	7.80	7.75
LAD-03	23.80	23.60	23.70	13.70	13.80	13.75	7.60	7.60	7.60
LAD-04	23.60	23.50	23.55	13.70	13.80	13.75	7.60	7.50	7.55
LAD-05	23.50	23.60	23.55	13.70	13.70	13.70	7.80	7.70	7.75
LAD-06	23.60	23.50	23.55	13.80	13.70	13.75	7.70	7.80	7.75
LAD-07	23.70	23.40	23.55	13.70	13.80	13.75	7.60	7.60	7.60
LAD-08	23.80	23.60	23.70	13.70	13.70	13.70	7.80	7.60	7.70
LAD-09	23.70	23.40	23.55	13.80	13.80	13.80	7.90	7.50	7.70
LAD-10	23.60	23.60	23.60	13.70	13.60	13.65	7.80	7.80	7.80

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN						
UNIDAD	LARGO PROMEDIO (cm)	ANCHO PROMEDIO (cm)	ALTO PROMEDIO (cm)	ÁREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (Kgf)	RESISTENCIA (f <sub>b</sub> ) (kg/cm <sup>2</sup> ) (MPa)
LAD-01	23.70	13.80	7.75	327.06	6500.0	19.87 1.95
LAD-02	23.65	13.75	7.75	325.19	6987.0	21.49 2.11
LAD-03	23.70	13.75	7.60	325.88	6587.0	20.21 1.98
LAD-04	23.55	13.75	7.55	323.81	6145.0	18.98 1.86
LAD-05	23.55	13.70	7.75	322.64	6523.0	20.22 1.98
LAD-06	23.55	13.75	7.75	323.81	6452.0	19.93 1.95
LAD-07	23.55	13.75	7.60	323.81	6845.0	21.14 2.07
LAD-08	23.70	13.70	7.70	324.69	6813.0	20.98 2.06
LAD-09	23.55	13.80	7.70	324.99	6839.0	21.04 2.06
LAD-10	23.60	13.65	7.80	322.14	6845.0	21.25 2.08

DESCRIPCIÓN	Resistencia Promedio (f <sub>b</sub> )		Desviación estándar (σ)		Resistencia Característica a la Compresión (f' <sub>b</sub> )	
	kg/cm <sup>2</sup>	Mpa	kg/cm <sup>2</sup>	Mpa	f' <sub>b</sub> = f <sub>b</sub> - σ (kg/cm <sup>2</sup> )	f' <sub>b</sub> = f <sub>b</sub> - σ (Mpa)
Unidades de Arcilla Macizo	20.51	2.01	0.79	0.08	19.70	1.90

Observación:

\* Muestreo e identificación realizada por el interesado

Abreviatura:

\* LAD: Ladrillo

\* E: Ensayo

Pág. 4 de 4



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ  
ALFREDO HERNAN CALVO MINAYA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 200844



## C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS, ESTUDIO EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES ASTM C67, NTP 399.604/613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones, Huaraz - 2021

SOLICITANTE : Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya

UBICACIÓN : Huaraz - Ancash

FECHA : Octubre 2021

TÉCNICO: D.C.M.

Nº de Registro: CMA.001-2021

#### IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tipo de Unidad:	Ladrillo King Kong Artesanal + 20% (Papel+Aditivo)	Clase:	Unidades de Arcilla Macizo	Marca:	Procedencia Chihuipampa - Huaraz
-----------------	--	--------	----------------------------	--------	----------------------------------

#### DIMENSIONES DE LAS UNIDADES DE LADRILLO

Unidad	LARGO (cm)			ANCHO (cm)			ALTURA (cm)		
	E-1	E-2	PROMEDIO	E-1	E-2	PROMEDIO	E-1	E-2	PROMEDIO
LAD-01	23.70	23.70	23.70	13.80	13.80	13.80	7.90	7.60	7.75
LAD-02	23.80	23.50	23.65	13.70	13.80	13.75	7.70	7.80	7.75
LAD-03	23.80	23.60	23.70	13.70	13.80	13.75	7.60	7.60	7.60
LAD-04	23.60	23.50	23.55	13.70	13.80	13.75	7.60	7.50	7.55
LAD-05	23.50	23.60	23.55	13.70	13.70	13.70	7.80	7.70	7.75
LAD-06	23.60	23.50	23.55	13.80	13.70	13.75	7.70	7.80	7.75
LAD-07	23.70	23.40	23.55	13.70	13.80	13.75	7.60	7.60	7.60
LAD-08	23.80	23.60	23.70	13.70	13.70	13.70	7.80	7.60	7.70
LAD-09	23.70	23.40	23.55	13.80	13.80	13.80	7.90	7.50	7.70
LAD-10	23.60	23.60	23.60	13.70	13.60	13.65	7.80	7.80	7.80

#### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

UNIDAD	LARGO PROMEDIO (cm)	ANCHO PROMEDIO (cm)	ALTO PROMEDIO (cm)	ÁREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (Kgf)	RESISTENCIA	
						(kg/cm <sup>2</sup> )	(MPa)
LAD-01	23.70	13.80	7.75	327.06	6249.5	19.11	1.87
LAD-02	23.65	13.75	7.75	325.19	6560.5	20.17	1.98
LAD-03	23.70	13.75	7.60	325.88	6302.5	19.34	1.90
LAD-04	23.55	13.75	7.55	323.81	6111.5	18.87	1.85
LAD-05	23.55	13.70	7.75	322.64	6208.0	19.24	1.89
LAD-06	23.55	13.75	7.75	323.81	6179.5	19.08	1.87
LAD-07	23.55	13.75	7.60	323.81	6421.0	19.83	1.94
LAD-08	23.70	13.70	7.70	324.69	6410.0	19.74	1.94
LAD-09	23.55	13.80	7.70	324.99	6484.5	19.95	1.96
LAD-10	23.60	13.65	7.80	322.14	6484.5	20.13	1.97

DESCRIPCIÓN	Resistencia Promedio ( $f_b$ )		Desviación estándar ( $\sigma$ )		Resistencia Características a la Compresión ( $f'_b$ )	
	kg/cm <sup>2</sup>	MPa	kg/cm <sup>2</sup>	MPa	$f'_b = f_b - \sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$f'_b = f_b - \sigma$ (MPa)
	19.55	1.92	0.47	0.05	19.1	1.9

Observación:

\* Muestro e identificación realizada por el interesado

Abreviatura:

\* LAD: Ladrillo

\* E: Ensayo



Pág. 4 de 4

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
BOLETA DE INGENIEROS DEL PERÚ - 1154192  
ALFREDO HERNAN CALVO MINAYA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. Nº 209844

Dirección: Av. Universitaria N° 947 - Shancayan - Independencia - Huaraz - Celular: 943484907 943477750

E-mail: geotecasociados@gmail.com, acalvominaya@gmail.com



## C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES ASTM C67, NTP 399.604/613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones, Huaraz - 2021  
SOLICITANTE : Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya  
UBICACIÓN : Huaraz - Ancash TÉCNICO : D.C.M.  
FECHA : Octubre 2021 N° de Registro : CMA.001-2021

#### IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tipo de Unidad: Ladrillo King Kong Artesanal + 25%(Papel + Aditivo) Clase: Unidades de Arcilla Macizo Marca: Procedencia Chihuipampa - Huaraz

#### DIMENSIONES DE LAS UNIDADES DE LADRILLO

UNIDAD	LARGO (cm)			ANCHO (cm)			ALTURA (cm)		
	E-1	E-2	PROMEDIO	E-1	E-2	PROMEDIO	E-1	E-2	PROMEDIO
LAD-01	23.80	23.70	23.75	13.76	13.80	13.78	7.90	7.60	7.75
LAD-02	23.90	23.70	23.80	13.60	13.60	13.60	7.70	7.80	7.75
LAD-03	23.60	23.70	23.65	13.80	13.70	13.75	7.60	7.60	7.60
LAD-04	23.70	23.80	23.75	13.70	13.80	13.75	7.60	7.50	7.55
LAD-05	23.70	23.60	23.65	13.90	13.80	13.85	7.80	7.70	7.75
LAD-06	23.70	23.70	23.70	13.70	13.70	13.70	7.70	7.80	7.75
LAD-07	23.80	23.70	23.75	13.70	13.80	13.75	7.60	7.60	7.60
LAD-08	23.80	23.50	23.65	13.70	13.60	13.65	7.80	7.60	7.70
LAD-09	23.70	23.60	23.65	13.80	13.80	13.80	7.90	7.50	7.70
LAD-10	23.60	23.60	23.60	13.70	13.60	13.65	7.80	7.80	7.80

#### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

UNIDAD	LARGO PROMEDIO (cm)	ANCHO PROMEDIO (cm)	ALTO PROMEDIO (cm)	ÁREA BRUTA	CARGA MÁXIMA	RESISTENCIA ( $f'_b$ )	
				(cm <sup>2</sup> )	(Kgf)	(kg/cm <sup>2</sup> )	(MPa)
LAD-01	23.75	13.78	7.75	327.28	5999.0	18.33	1.80
LAD-02	23.80	13.60	7.75	323.68	6134.0	18.95	1.86
LAD-03	23.65	13.75	7.60	325.19	6018.0	18.51	1.81
LAD-04	23.75	13.75	7.55	326.56	6078.0	18.61	1.83
LAD-05	23.65	13.85	7.75	327.55	5893.0	17.99	1.76
LAD-06	23.70	13.70	7.75	324.69	5907.0	18.19	1.78
LAD-07	23.75	13.75	7.60	326.56	5997.0	18.36	1.80
LAD-08	23.65	13.65	7.70	322.82	6007.0	18.61	1.82
LAD-09	23.65	13.80	7.70	326.37	6130.0	18.78	1.84
LAD-10	23.60	13.65	7.80	322.14	6124.0	19.01	1.86

DESCRIPCIÓN	Resistencia Promedio ( $f'_b$ )		Desviación estándar ( $\sigma$ )		Resistencia Característica a la Compresión ( $f'_b$ )	
	kg/cm <sup>2</sup>	Mpa	kg/cm <sup>2</sup>	Mpa	$f'_b = f_b - \sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$f'_b = f_b - \sigma$ (Mpa)
Unidades de Arcilla Mactzo	18.53	1.82	0.33	0.03	18.20	1.80

#### Observación:

\* Muestreo e identificación realizada por el interesado

#### Abreviatura:

\* LAD: Ladrillo

\* E: Ensayo



## Propiedades físicas



### C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCION DE PROYECTOS DE INGENIERIA

#### ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA ASTM C67, NTP 399.604/613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones, Huaraz - 2021  
SOLICITANTE : Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya  
UBICACIÓN : Huaraz - Ancash  
FECHA : Octubre 2021  
TÉCNICO : D.C.M.  
N° de Registro : CMA.001-2021

#### IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tipo de Unidad:	Ladrillo King Kong Artesanal + 5%(Papel + Aditivo)	Clase:	Unidades de Arcilla Macizo	Marca:	Procedencia Chihuiyampa - Huaraz
-----------------	--	--------	----------------------------	--------	----------------------------------

#### DIMENSIONAMIENTO DE UNIDADES - VARIACIÓN DIMENSIONAL

Unidad	LARGO (cm)			ANCHO (cm)			ALTO (cm)		
	E-1	E-2	E-3	E-1	E-2	E-3	E-1	E-2	E-3
LAD-01	24.65	24.38	24.56	13.81	13.57	13.64	7.23	7.26	7.84
LAD-02	23.87	23.54	24.51	13.84	13.66	13.66	7.88	7.88	7.80
LAD-03	24.05	23.87	23.51	13.56	13.56	13.60	7.40	7.40	7.50
LAD-04	23.87	24.56	24.06	13.76	13.65	13.60	7.79	7.80	7.76
LAD-05	23.83	24.51	23.45	13.56	13.74	13.66	7.69	7.80	7.78

#### CÁLCULO DE LA VARIACIÓN DIMENSIONAL

Unidad	LARGO			ANCHO			ALTO		
	PROMEDIO (cm)	FABRICA (cm)	VARIA (%)	PROMEDIO (cm)	FABRICA (cm)	VARIA (%)	PROMEDIO (cm)	FABRICA (cm)	VARIA (%)
LAD-01	24.53	24.00	2.21	13.67	14.00	2.33	7.44	8.00	6.96
LAD-02	23.97	24.00	0.11	13.72	14.00	2.00	7.85	8.00	1.83
LAD-03	23.81	24.00	0.79	13.57	14.00	3.05	7.43	8.00	7.08
LAD-04	24.16	24.00	0.68	13.67	14.00	2.36	7.78	8.00	2.71
LAD-05	23.93	24.00	0.29	13.65	14.00	2.48	7.76	8.00	3.04

PROMEDIO (%) = **0.82**      **2.44**      **4.33**

$$A = \frac{100x(\text{Fabrica} - \text{promedio})}{\text{Fabrica}}$$

#### Observación:

- \* Muestreo e identificación realizada por el interesado
- \* Los resultados nos dan una variación de (Largo 0.82%, Ancho 2.44% y Alto 4.33%) y de acuerdo con la Norma Tecnica E.070. en el apartado 5.5 las unidades producidas artesanalmente no será mayor que 40%.

#### Abreviatura:

- \* LAD: Ladrillo
- \* E: Ensayo



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ  
**ALFREDO HERNAN CALVO MINAYA**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 200844



### C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS, ESTUDIO EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

#### ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA ASTM C67, NTP 399.604/613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones, Huaraz - 2021

SOLICITANTE : Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya

UBICACIÓN : Huaraz - Ancash

FECHA : Octubre 2021

TÉCNICO: D.C.M.  
N° de Registro: C.M.A.001-2021

#### IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tipo de Unidad: Ladrillo King Kong Artesanal + 10% (Papel+Aditivo)

Clase: Unidades de Arcilla Macizo

Marca: Procedencia Chihuipampa - Huaraz

#### DIMENSIONES DE UNIDADES - VARIACIÓN DIMENSIONAL

Unidad	LARGO (cm)			ANCHO (cm)			ALTURA (cm)		
	E-1	E-2	E-3	E-1	E-2	E-3	E-1	E-2	E-3
LAD-01	24.10	24.49	24.26	13.69	13.51	13.53	7.54	7.55	7.76
LAD-02	23.83	23.70	24.21	13.77	13.58	13.52	7.90	7.79	7.86
LAD-03	23.86	23.81	23.62	13.56	13.68	13.73	7.61	7.62	7.68
LAD-04	24.00	24.37	23.90	13.76	13.65	13.62	7.74	7.83	7.78
LAD-05	23.85	24.44	24.13	13.56	13.74	13.57	7.63	7.88	7.87

#### CÁLCULO DE LA VARIACIÓN DIMENSIONAL

UNIDAD	LARGO			ANCHO			ALTO		
	PROMEDIO (cm)	FABRICA (cm)	VARIA (%)	PROMEDIO (cm)	FABRICA (cm)	VARIA (%)	PROMEDIO (cm)	FABRICA (cm)	VARIA (%)
LAD-01	24.28	24.00	1.17	13.58	14.00	3.00	7.62	8.00	4.75
LAD-02	23.91	24.00	0.37	13.62	14.00	2.71	7.85	8.00	1.88
LAD-03	23.76	24.00	1.00	13.66	14.00	2.43	7.63	8.00	4.63
LAD-04	24.09	24.00	0.37	13.68	14.00	2.29	7.78	8.00	2.75
LAD-05	24.14	24.00	0.57	13.62	14.00	2.71	7.79	8.00	2.63

PROMEDIO (%) = 0.70      2.63      3.33

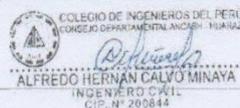
$$A = \frac{100x(\text{Fabrica} - \text{promedio})}{\text{Fabrica}}$$

#### Observación:

- \* Muestro e identificación realizada por el interesado
- \* Los resultados nos dan una variación de (Largo 0.70 %, Ancho 2.63 % y Alto 3.33%) y de acuerdo con la Norma Técnica E.070, en el apartado 5.5 las unidades producidas artesanalmente no será mayor que 40%

#### Abreviatura:

- \* LAD: Ladrillo
- \* E: Ensayo





## C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERIA

### ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA

ASTM C67, NTP 399.604/613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones, Huaraz - 2021  
SOLICITANTE : Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya  
UBICACIÓN : Huaraz - Ancash  
FECHA : Octubre 2021  
TÉCNICO : D.C.M.  
N° de Registro : CMA.001-2021

#### IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tipo de Unidad:	Ladrillo King Kong Artesanal + 15%(Papel + Aditivo)	Clase:	Unidades de Arcilla Macizo	Marca:	Procedencia Chihuipampa - Huaraz
-----------------	---	--------	----------------------------	--------	----------------------------------

#### DIMENSIONAMIENTO DE UNIDADES - VARIACIÓN DIMENSIONAL

Unidad	LARGO (cm)			ANCHO (cm)			ALTO (cm)		
	E-1	E-2	E-3	E-1	E-2	E-3	E-1	E-2	E-3
LAD-01	23.55	24.60	23.96	13.56	13.45	13.42	7.84	7.84	7.68
LAD-02	23.78	23.86	23.90	13.70	13.50	13.38	7.91	7.69	7.92
LAD-03	23.66	23.75	23.72	13.56	13.80	13.85	7.81	7.83	7.86
LAD-04	24.13	24.18	23.74	13.76	13.65	13.64	7.69	7.85	7.80
LAD-05	23.87	24.36	24.80	13.56	13.74	13.48	7.56	7.96	7.95

#### CÁLCULO DE LA VARIACIÓN DIMENSIONAL

Unidad	LARGO			ANCHO			ALTO		
	PROMEDIO (cm)	FABRICA (cm)	VARIA (%)	PROMEDIO (cm)	FABRICA (cm)	VARIA (%)	PROMEDIO (cm)	FABRICA (cm)	VARIA (%)
LAD-01	24.04	24.00	0.15	13.48	14.00	3.75	7.79	8.00	2.67
LAD-02	23.85	24.00	0.64	13.53	14.00	3.38	7.84	8.00	2.00
LAD-03	23.71	24.00	1.21	13.74	14.00	1.88	7.83	8.00	2.08
LAD-04	24.02	24.00	0.07	13.68	14.00	2.26	7.78	8.00	2.75
LAD-05	24.34	24.00	1.43	13.59	14.00	2.90	7.82	8.00	2.21

PROMEDIO (%) =	0.70	2.84	2.34
----------------	------	------	------

$$A = \frac{100x(\text{Fabrica} - \text{promedio})}{\text{Fabrica}}$$

#### Observación:

- \* Muestreo e identificación realizada por el interesado
- \* Los resultados nos dan una variación de (Largo 0.70%, Ancho 2.84% y Alto 2.34%) y de acuerdo con la Norma Técnica E.070. en el apartado 5.5 las unidades producidas artesanalmente no será mayor que 40%.

#### Abreviatura:

- \* LAD: Ladrillo
- \* E: Ensayo

Pág. 1 de 4



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCAH - HUARAZ  
ALFREDO HERNÁN CALVO MINAYA  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 200844



### C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS, ESTUDIO EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

#### ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA ASTM C67, NTP 399.604/613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones, Huaraz - 2021  
 SOLICITANTE : Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya  
 UBICACIÓN : Huaraz - Ancash  
 FECHA : Octubre 2021

TÉCNICO: D.C.M.  
 N° de Registro: CM.A.001-2021

#### IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tipo de Unidad: Ladrillo King Kong Artesanal + 20% (Papel+Aditivo) Clase: Unidades de Arcilla Macizo Marca: Procedencia Chihuipampa - Huaraz

#### DIMENSIONES DE UNIDADES - VARIACIÓN DIMENSIONAL

Unidad	LARGO (cm)			ANCHO (cm)			ALTURA (cm)		
	E-1	E-2	E-3	E-1	E-2	E-3	E-1	E-2	E-3
LAD-01	23.81	24.39	24.33	13.44	13.29	13.49	7.86	8.03	7.87
LAD-02	23.78	23.70	23.87	13.63	13.58	13.56	7.90	7.79	7.86
LAD-03	23.86	23.76	23.62	13.50	13.77	13.73	7.87	7.88	7.96
LAD-04	23.88	24.37	23.86	13.76	13.65	13.73	7.81	7.83	7.98
LAD-05	23.85	24.16	24.28	13.63	13.74	13.57	7.63	7.87	7.93

#### CÁLCULO DE LA VARIACIÓN DIMENSIONAL

UNIDAD	LARGO			ANCHO			ALTO		
	PROMEDIO (cm)	FABRICA (cm)	VARIA (%)	PROMEDIO (cm)	FABRICA (cm)	VARIA (%)	PROMEDIO (cm)	FABRICA (cm)	VARIA (%)
LAD-01	24.18	24.00	0.75	13.41	14.00	4.21	7.92	8.00	1.00
LAD-02	23.78	24.00	0.92	13.59	14.00	2.93	7.85	8.00	1.88
LAD-03	23.74	24.00	1.08	13.66	14.00	2.43	7.90	8.00	1.25
LAD-04	24.04	24.00	0.17	13.71	14.00	2.07	7.87	8.00	1.63
LAD-05	24.10	24.00	0.42	13.65	14.00	2.50	7.81	8.00	2.38

PROMEDIO (%) = 0.67      2.83      1.63

$$A = \frac{100 \times (\text{Fabrica} - \text{promedio})}{\text{Fabrica}}$$

#### Observación:

- \* Muestro e identificación realizada por el interesado
- \* Los resultados nos dan una variación de (Largo 0.67 %, Ancho 2.83 % y Alto 1.63%) y de acuerdo con la Norma Técnica E.070, en el apartado 5.5 las unidades producidas artesanalmente no será mayor que 40%

#### Abreviatura:

- \* LAD: Ladrillo
- \* E: Ensayo





## C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

### ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA ASTM C67, NTP 399.604/613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones, Huaraz - 2021  
 SOLICITANTE : Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya  
 UBICACIÓN : Huaraz - Ancash TÉCNICO : D.C.M.  
 FECHA : Octubre 2021 N° de Registro : CMA.001-2021

#### IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tipo de Unidad:	Ladrillo King Kong Artesanal + 25%(Papel + Aditivo)	Clase:	Unidades de Arcilla Macizo	Marca:	Procedencia Chihuipampa - Huaraz
-----------------	---	--------	----------------------------	--------	----------------------------------

#### DIMENSIONAMIENTO DE UNIDADES - VARIACIÓN DIMENSIONAL

Unidad	LARGO (cm)			ANCHO (cm)			ALTO (cm)		
	E-1	E-2	E-3	E-1	E-2	E-3	E-1	E-2	E-3
LAD-01	24.07	24.17	24.70	13.31	13.13	13.56	7.87	8.21	8.05
LAD-02	23.78	23.54	23.83	13.56	13.66	13.73	7.88	7.88	7.80
LAD-03	24.05	23.77	23.51	13.44	13.73	13.60	7.92	7.92	8.06
LAD-04	23.63	24.56	23.98	13.76	13.65	13.82	7.93	7.80	8.16
LAD-05	23.83	23.95	23.76	13.70	13.74	13.66	7.69	7.78	7.91

#### CÁLCULO DE LA VARIACIÓN DIMENSIONAL

Unidad	LARGO			ANCHO			ALTO		
	PROMEDIO (cm)	FABRICA (cm)	VARIA (%)	PROMEDIO (cm)	FABRICA (cm)	VARIA (%)	PROMEDIO (cm)	FABRICA (cm)	VARIA (%)
LAD-01	24.31	24.00	1.30	13.33	14.00	4.76	8.04	8.00	0.54
LAD-02	23.72	24.00	1.18	13.65	14.00	2.50	7.85	8.00	1.83
LAD-03	23.78	24.00	0.93	13.59	14.00	2.93	7.97	8.00	0.42
LAD-04	24.06	24.00	0.24	13.74	14.00	1.83	7.96	8.00	0.46
LAD-05	23.85	24.00	0.64	13.70	14.00	2.14	7.79	8.00	2.58

PROMEDIO (%) = 0.86      2.83      1.17

$$A = \frac{100x(\text{Fabrica} - \text{promedio})}{\text{Fabrica}}$$



#### Observación:

- \* Muestreo e identificación realizada por el interesado
- \* Los resultados nos dan una variación de (Largo 0.86%, Ancho 2.83% y Alto 1.17%) y de acuerdo con la Norma Técnica E.070. en el apartado 5.5 las unidades producidas artesanalmente no será mayor que 40%.

#### Abreviatura:

- \* LAD: Ladrillo
- \* E: Ensayo





## C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

### ENSAYO DE ALABEO DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA ASTM C67, NTP 399.613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones, Huaraz - 2021

SOLICITANTE : Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya

UBICACIÓN : Huaraz - Ancash

TÉCNICO : D.C.M.

FECHA : Octubre 2021

N° de Registro : CMA.001-2021

#### IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tipo de Unidad:	Ladrillo King Kong Artesanal + 5%(Papel + Aditivo)	Clase:	Unidades de Arcilla Macizo	Marca:	Procedencia Chihuipampa - Huaraz
-----------------	--	--------	----------------------------	--------	----------------------------------

#### ENSAYO DE ALABEO

Unidad	CONCAVIDAD					CONVEXIDAD				
	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)
	E-1	E-2	E-1	E-2		E-1	E-2	E-1	E-2	
LAD-01	3.12	1.18	2.51	2.70	2.38	3.20	2.18	2.15	1.87	2.35
LAD-02	2.14	2.70	2.61	3.00	2.61	3.00	2.10	1.36	2.98	2.36
LAD-03	0.99	2.36	0.46	1.65	1.37	2.14	0.39	4.59	1.47	2.15
LAD-04	2.13	2.31	1.48	1.70	1.91	2.70	1.40	2.00	1.68	1.95
LAD-05	2.71	2.14	2.10	1.90	2.21	2.70	3.80	0.40	3.00	2.48

PROMEDIO (mm) =

2.09

2.26

Observación:

\* Muestreo e identificación realizada por el interesado

Abreviatura:

\* LAD: Ladrillo

\* E: Ensayo





## C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS, ESTUDIO EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

### ENSAYO DE ALABEO DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA ASTM C67, NTP 399.604/613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones, Huaraz - 2021  
SOLICITANTE : Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya  
UBICACIÓN : Huaraz - Ancash  
FECHA : Octubre 2021  
TÉCNICO: D.C.M.  
N° de Registro: CMA.001-2021

### IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tipo de Unidad: Ladrillo King Kong Artesanal + 10% (Papel+Aditivo)      Clase: Unidades de Arcilla Macizo      Marca: Procedencia Chihuipampa - Huaraz

### ENSAYO DE ALABEO

Unidad	CONCAVIDAD					CONVEXIDAD				
	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)
	E-1	E-2	E-1	E-2	(mm)	E-1	E-2	E-1	E-2	(mm)
LAD-01	2.75	2.48	2.51	2.87	2.65	3.00	2.06	3.68	2.33	2.77
LAD-02	2.30	1.72	2.61	3.58	2.55	3.47	2.22	3.22	2.98	2.97
LAD-03	0.97	2.27	0.46	1.48	1.29	2.78	2.48	4.59	1.86	2.93
LAD-04	1.78	2.32	1.48	2.01	1.90	2.56	2.26	2.35	1.68	2.21
LAD-05	1.72	2.02	2.10	3.03	2.22	1.95	3.80	0.40	3.60	2.44

PROMEDIO (mm) =      2.12      2.66

#### Observación:

\* Muestreo e identificación realizada por el interesado

#### Abreviatura:

\* LAD: Ladrillo

\* E: Ensayo





## C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA  
CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE  
PROYECTOS DE INGENIERÍA

### ENSAYO DE ALABEO DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA ASTM C67, NTP 399.613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del  
ladrillo de arcilla para edificaciones, Huaraz - 2021  
SOLICITANTE : Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya  
UBICACIÓN : Huaraz - Ancash TÉCNICO : D.C.M.  
FECHA : Octubre 2021 N° de Registro : C.M.A.001-2021

#### IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tipo de Unidad:	Ladrillo King Kong Artesanal + 15%(Papel + Aditivo)	Clase:	Unidades de Arcilla Macizo	Marca:	Procedencia Chihuipampa - Huaraz
-----------------	--	--------	-------------------------------	--------	-------------------------------------

#### ENSAYO DE ALABEO

Unidad	CONCAVIDAD					CONVEXIDAD				
	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)
	E-1	E-2	E-1	E-2		E-1	E-2	E-1	E-2	
LAD-01	2.37	3.78	2.51	3.04	2.93	2.80	1.94	5.20	2.79	3.18
LAD-02	2.46	0.74	2.61	4.15	2.49	3.94	2.33	5.08	2.98	3.58
LAD-03	0.94	2.18	0.46	1.31	1.22	3.41	4.57	4.59	2.25	3.71
LAD-04	1.42	2.32	1.48	2.32	1.89	2.42	3.12	2.70	1.68	2.48
LAD-05	0.72	1.90	2.10	4.16	2.22	1.20	3.80	0.40	4.20	2.40

PROMEDIO (mm) =	2.15	3.07
-----------------	------	------

#### Observación:

\* Muestreo e identificación realizada por el interesado

#### Abreviatura:

\* LAD: Ladrillo

\* E: Ensayo



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ

ALFREDO HERNAN CALVO MINAYA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 200844



## C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS, ESTUDIO EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

### ENSAYO DE ALABEO DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA ASTM C67, NTP 399.604/613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones, Huaraz - 2021  
SOLICITANTE : Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya  
UBICACIÓN : Huaraz - Ancash  
FECHA : Octubre 2021

TÉCNICO: D.C.M.  
N° de Registro: CMA.001-2021

### IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tipo de Unidad: Ladrillo King Kong Artesanal + 20% (Papel+Aditivo)      Clase: Unidades de Arcilla Macizo      Marca: Procedencia Chihuiyampa - Huaraz

### ENSAYO DE ALABEO

Unidad	CONCAVIDAD					CONVEXIDAD				
	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO
	E-1	E-2	E-1	E-2	(mm)	E-1	E-2	E-1	E-2	(mm)
LAD-01	1.91	2.48	2.51	2.46	2.34	3.59	2.33	3.81	2.22	2.98
LAD-02	1.53	0.91	2.30	3.07	1.95	3.13	2.71	3.81	2.98	3.16
LAD-03	1.55	1.59	0.46	1.48	1.27	3.27	3.63	3.38	1.91	3.04
LAD-04	0.77	1.75	1.23	2.25	1.50	2.30	2.91	2.35	1.68	2.31
LAD-05	0.96	1.52	1.62	3.03	1.78	1.88	3.12	0.96	3.02	2.25

PROMEDIO (mm) =      1.77      2.75

Observación:  
\* Muestreo e identificación realizada por el interesado

Abreviatura:  
\* LAD: Ladrillo  
\* E: Ensayo



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ  
ALFREDO HERNAN CALVO MINAYA  
INGENIERO CIVIL  
CIP: N° 200644



## C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

### ENSAYO DE ALABEO DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA ASTM C67, NTP 399.613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones, Huaraz - 2021  
SOLICITANTE : Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya  
UBICACIÓN : Huaraz - Ancash TÉCNICO : D.C.M.  
FECHA : Octubre 2021 N° de Registro : CMA.001-2021

#### IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tipo de Unidad:	Ladrillo King Kong Artesanal + 25%(Papel + Aditivo)	Clase:	Unidades de Arcilla Macizo	Marca:	Procedencia Chihuipampa - Huaraz
-----------------	---	--------	----------------------------	--------	----------------------------------

#### ENSAYO DE ALABEO

Unidad	CONCAVIDAD					CONVEXIDAD				
	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)
	E-1	E-2	E-1	E-2		E-1	E-2	E-1	E-2	
LAD-01	1.44	1.18	2.51	1.87	1.75	4.37	2.71	2.41	1.65	2.79
LAD-02	0.60	1.08	1.99	1.99	1.42	2.31	3.08	2.54	2.98	2.73
LAD-03	2.16	1.00	0.46	1.65	1.32	3.12	2.68	2.16	1.56	2.38
LAD-04	0.12	1.18	0.98	2.18	1.12	2.18	2.70	2.00	1.68	2.14
LAD-05	1.20	1.14	1.14	1.90	1.35	2.56	2.44	1.52	1.84	2.09

PROMEDIO (mm) =	1.39	2.42
-----------------	------	------

#### Observación:

\* Muestreo e identificación realizada por el interesado

#### Abreviatura:

\* LAD: Ladrillo

\* E: Ensayo





## C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA  
CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE  
PROYECTOS DE INGENIERÍA

### ENSAYO DE ABSORCIÓN DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA

ASTM C67, NTP 399.604/613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del  
ladrillo de arcilla para edificaciones, Huaraz - 2021  
SOLICITANTE : Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya  
UBICACIÓN : Huaraz - Ancash TÉCNICO : D.C.M.  
FECHA : Octubre 2021 N° de Registro : CMA.001-2021

#### IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tipo de Unidad: Ladrillo King Kong Artesanal + 5%(Papel + Aditivo) Clase: Unidades de Arcilla Macizo Marca: Procedencia Chihuipampa - Huaraz

#### ENSAYO DE ABSORCIÓN

Unidad	MASA SECO (gr)			MASA SATURADO (gr)	ABSORCION (%)
	E-1	E-2	PROMEDIO		
LAD-01	3837.0	3837.0	3837.00	4307.00	12.25
LAD-02	3946.0	3946.0	3946.00	4452.00	12.82
LAD-03	3830.0	3830.0	3830.00	4312.00	12.58
LAD-04	4109.0	4109.0	4109.00	4620.00	12.44
LAD-05	3997.0	3997.0	3997.00	4508.00	12.78

Absorción Promedio (%) : 12.58

$$Abs = \frac{100x(Peso Sat - Peso Seco)}{PesoSeco}$$

Abs = Contenido de agua absorbida  
Peso Seco = Peso del espécimen seco, en gramos  
Peso Sat = Peso saturado del espécimen, en gramos

#### Observación:

- \* Muestreo e identificación realizada por el interesado
- \* Los resultados nos dan un absorción de 12.58% y de acuerdo con la Norma Técnica E.070. en el apartado 5.5 las unidades de arcilla no será mayor que 22%.

#### Abreviatura:

- \* LAD: Ladrillo
- \* E: Ensayo



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ  
ALFREDO HERNAN CALVO MINAYA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 200844



### C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS, ESTUDIO EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

#### ENSAYO DE ABSORCIÓN DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA ASTM C67, NTP 399.604/613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones, Huaraz - 2021

SOLICITANTE : Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya

UBICACIÓN : Huaraz - Ancash

FECHA : Octubre 2021

TÉCNICO: D.C.M.  
N° de Registro: CMA.001-2021

#### IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tipo de Unidad:	Ladrillo King Kong Artesanal + 10% (Papel+Aditivo)	Clase:	Unidades de Arcilla Macizo	Marca:	Procedencia Chihuipampa - Huaraz
-----------------	--	--------	----------------------------	--------	----------------------------------

#### ENSAYO DE ABSORCIÓN

Unidad	MASA SECO (gr)			MASA SATURADO (gr)	ABSORCION (%)
	E-1	E-2	PROMEDIO		
LAD-01	3917.50	3917.50	3917.50	4437.50	13.27
LAD-02	3995.50	3995.50	3995.50	4533.50	13.47
LAD-03	3904.50	3904.50	3904.50	4438.50	13.68
LAD-04	4054.00	4054.00	4054.00	4604.00	13.57
LAD-05	4001.00	4001.00	4001.00	4537.50	13.41

Absorción Promedio (%): **13.48**

$$Abs = \frac{100x(Peso\ Sat - Peso\ Seco)}{Peso\ Seco}$$

Abs = Contenido de agua absorbida  
 Peso Sec = Peso del espécimen seco, en gramos  
 Peso Sat = Peso saturado del espécimen, en gramos

#### Observación:

- \* Muestro e identificación realizada por el interesado
- \* Los resultados nos dan un absorción y de acuerdo con la Norma Técnica E.070, en el apartado 5.5 las unidades de arcilla no será mayor que 22%

#### Abreviatura:

- \* LAD: Ladrillo
- \* E: Ensayo



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
 CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ  
**ALFREDO HERNAN CALVO MINAYA**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 200844



## C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

### ENSAYO DE ABSORCIÓN DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA ASTM C67, NTP 399.604/613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones, Huaraz - 2021  
SOLICITANTE : Alexander Roberto Berrosipi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya  
UBICACIÓN : Huaraz - Ancash TÉCNICO : D.C.M.  
FECHA : Octubre 2021 N° de Registro : CMA.001-2021

#### IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tipo de Unidad: Ladrillo King Kong Artesanal + 15%(Papel + Aditivo) Clase: Unidades de Arcilla Macizo Marca: Procedencia Chihuiupampa - Huaraz

#### ENSAYO DE ABSORCIÓN

Unidad	MASA SECO (gr)			MASA SATURADO (gr)	ABSORCION (%)
	E-1	E-2	PROMEDIO		
LAD-01	3998.0	3998.0	3998.00	4568.00	14.26
LAD-02	4045.0	4045.0	4045.00	4615.00	14.09
LAD-03	3979.0	3979.0	3979.00	4565.00	14.73
LAD-04	3999.0	3999.0	3999.00	4589.00	14.75
LAD-05	4005.0	4005.0	4005.00	4567.00	14.03

Absorción Promedio (%) : 14.37

$$Abs = \frac{100x(Peso Sat - Peso Seco)}{PesoSeco}$$

Abs = Contenido de agua absorbida  
Peso Seco = Peso del espécimen seco, en gramos  
Peso Sat = Peso saturado del espécimen, en gramos

#### Observación:

- \* Muestreo e identificación realizada por el interesado
- \* Los resultados nos dan un absorción de 14.37% y de acuerdo con la Norma Técnica E.070. en el apartado 5.5 las unidades de arcilla no será mayor que 22%.

#### Abreviatura:

- \* LAD: Ladrillo
- \* E: Ensayo



## C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS, ESTUDIO EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

### ENSAYO DE ABSORCIÓN DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA ASTM C67, NTP 399.604/613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones, Huaraz - 2021  
SOLICITANTE : Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya  
UBICACIÓN : Huafaz - Ancash  
FECHA : Octubre 2021  
TÉCNICO: D.C.M.  
N° de Registro: CMA.001-2021

#### IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tipo de Unidad: Ladrillo King Kong Artesanal + 20% (Papel+Aditivo) Clase: Unidades de Arcilla Macizo Marca: Procedencia Chihuipampa - Huaraz

#### ENSAYO DE ABSORCIÓN

Unidad	MASA SECO (gr)			MASA SATURADO (gr)	ABSORCIÓN (%)
	E-1	E-2	PROMEDIO		
LAD-01	3912.50	3912.50	3912.50	4524.00	15.63
LAD-02	3944.50	3944.50	3944.50	4556.50	15.52
LAD-03	3874.50	3874.50	3874.50	4516.50	16.57
LAD-04	4040.00	4040.00	4040.00	4693.50	16.18
LAD-05	3998.50	3998.50	3998.50	4624.00	15.64

Absorción Promedio (%): **15.91**

$$Abs = \frac{100 \times (\text{Peso Sat} - \text{Peso Seco})}{\text{Peso Seco}}$$

Abs = Contenido de agua absorbida  
Peso Sec = Peso del espécimen seco, en gramos  
Peso Sat = Peso saturado del espécimen, en gramos

#### Observación:

- \* Muestro e identificación realizada por el interesado
- \* Los resultados nos dan un absorción y de acuerdo con la Norma Técnica E.070, en el apartado 5.5 las unidades de arcilla no será mayor que 22%

#### Abreviatura:

- \* LAD: Ladrillo
- \* E: Ensayo



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ  
ALFREDO HERNAN CALVO MINAYA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 200844



## C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

### ENSAYO DE ABSORCIÓN DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA ASTM C67, NTP 399.604/613

PROYECTO : Influencia del porcentaje del papel y aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del ladrillo de arcilla para edificaciones, Huaraz - 2021  
SOLICITANTE : Alexander Roberto Berrospi Luna - Roberto Eugenio Flores Minaya  
UBICACIÓN : Huaraz - Ancash TÉCNICO : D.C.M.  
FECHA : Octubre 2021 N° de Registro : CMA.001-2021

#### IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tipo de Unidad: Ladrillo King Kong Artesanal + 25%(Papel + Aditivo) Clase: Unidades de Arcilla Macizo Marca: Procedencia Chihuipampa - Huaraz

#### ENSAYO DE ABSORCIÓN

Unidad	MASA SECO (gr)			MASA SATURADO (gr)	ABSORCION (%)
	E-1	E-2	PROMEDIO		
LAD-01	3827.0	3827.0	3827.00	4480.00	17.06
LAD-02	3844.0	3844.0	3844.00	4498.00	17.01
LAD-03	3770.0	3770.0	3770.00	4468.00	18.51
LAD-04	4081.0	4081.0	4081.00	4798.00	17.57
LAD-05	3992.0	3992.0	3992.00	4681.00	17.26

Absorción Promedio (%) : 17.48

$$Abs = \frac{100x(Peso Sat - Peso Seco)}{PesoSeco}$$

Abs = Contenido de agua absorbida  
Peso Seco = Peso del espécimen seco, en gramos  
Peso Sat = Peso saturado del espécimen, en gramos

#### Observación:

- \* Muestreo e identificación realizada por el interesado
- \* Los resultados nos dan un absorción de 17.48% y de acuerdo con la Norma Técnica E.070. en el apartado 5.5 las unidades de arcilla no será mayor que 22%.

#### Abreviatura:

- \* LAD: Ladrillo
- \* E: Ensayo



## ANEXO 06: NORMAS APLICADAS EN LA PRESENTA INVESTIGACIÓN



### NORMA E.070

#### ALBAÑILERÍA

##### ÍNDICE DE FÓRMULAS Y VALORES DE DISEÑO

FÓRMULA o VALOR DE DISEÑO	Artículo
Resistencia característica de la albañilería ( $f_{ck}, v_{ck}$ )	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 ( $E_c$ )	24.7
Fuerza cortante admisible en los muros ante el sismo moderado	26.2
Fuerza cortante de agrietamiento diagonal o resistencia al corte ( $V_{cd}$ )	26.3
Resistencia al corte mínima del edificio ante sismos severos	26.4
Reforzo 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. sólo 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 alvéolos 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 arriostrado 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 Arriostrado.** 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 sólo 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 alvéolos 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 mayor que el 70% del área bruta en el mismo plano.

3.27. **Unidad de Albañilería Tubular (o Pandereta).** 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 descontando los recubrimientos.
- $A_s$  = área del acero vertical u horizontal.
- $A_{sf}$  = área del acero vertical por corte fricción en una columna de confinamiento.
- $A_{st}$  = área del acero vertical por tracción en una columna de confinamiento.
- $A_v$  = 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.
- $f_b^m$  = 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.
- $f_m^c$  = resistencia característica a compresión axial de la albañilería.
- $f_t^c$  = esfuerzo admisible a tracción por flexión de la albañilería.
- $f_y$  = 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, ó  $0,5 L$ ; 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, medida 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.

- $v_m^c$  = 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 =  $A_s / (s.t)$ .
- $\sigma$  = 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 $f_b^c$ mínimo en MPa ( $\text{kg/cm}^2$ ) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4,9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6,9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12,7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17,6 (180)
Bloque P <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

### 5.3. LIMITACIONES EN SU APLICACIÓN

El uso o aplicación de las unidades de albañilería estará condicionado a lo indicado en la Tabla 2. Las zonas sísmicas son las indicadas en la NTE E.030 Diseño Sísmorresistente.

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

\*Las limitaciones indicadas establecen condiciones mínimas que pueden ser exceptuadas con el respaldo de un informe y memoria de cálculo sustentada por un ingeniero civil.

### 5.4. PRUEBAS

a) **Muestreo.**- El muestreo será efectuado a pie de obra. Por cada lote compuesto por hasta 50 millares de unidades se seleccionará al azar una muestra de 10 unidades, sobre las que se efectuarán las pruebas de variación de dimensiones y de alabeo. Cinco de estas unidades se ensayarán a compresión y las otras cinco a absorción.

b) **Resistencia a la Compresión.**- Para la determinación de la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería, se efectuará los ensayos de laboratorio correspondientes, de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.613 y 399.604.

La resistencia característica a compresión axial de la unidad de albañilería ( $f_p$ ) se obtendrá restando una desviación estándar al valor promedio de la muestra.

c) **Variación Dimensional.**- Para la determinación de la variación dimensional de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicado en las Normas NTP 399.613 y 399.604.

d) **Alabeo.**- Para la determinación del alabeo de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicada en la Norma NTP 399.613.

e) **Absorción.**- Los ensayos de absorción se harán de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.604 y 399.613.

### 5.5. ACEPTACIÓN DE LA UNIDAD

a) Si la muestra presentase más de 20% de dispersión en los resultados (coeficiente de variación), para unidades producidas industrialmente, o 40 % para unidades producidas artesanalmente, se ensayará otra muestra y de persistir esa dispersión de resultados, se rechazará el lote.

b) La absorción de las unidades de arcilla y sílico calcáreas no será mayor que 22%. El bloque de concreto clase, tendrá una absorción no mayor que 12% de absorción. La absorción del bloque de concreto NP, no será mayor que 15%.

c) El espesor mínimo de las caras laterales correspondientes a la superficie de asentado será 25 mm para el Bloque clase P y 12 mm para el Bloque clase NP.

d) La unidad de albañilería no tendrá materias extrañas en sus superficies o en su interior, tales como guijarros, conchuelas o nódulos de naturaleza calcárea.

e) La unidad de albañilería de arcilla estará bien cocida, tendrá un color uniforme y no presentará vitrificaciones. Al ser golpeada con un martillo, u objeto similar, producirá un sonido metálico.

f) La unidad de albañilería no tendrá resquebraaduras, fracturas, hendiduras grietas u otros defectos similares que degraden su durabilidad o resistencia.

g) La unidad de albañilería no tendrá manchas o vetas blanquecinas de origen salitroso o de otro tipo.

### Artículo 6.- MORTERO

**6.1. DEFINICIÓN.** El mortero estará constituido por una mezcla de aglomerantes y agregado fino a los cuales se

añadirá la máxima cantidad de agua que proporcione una mezcla trabajable, adhesiva y sin segregación del agregado. Para la elaboración del mortero destinado a obras de albañilería, se tendrá en cuenta lo indicado en las Normas NTP 399.607 y 399.610.

### 6.2. COMPONENTES

a) Los materiales aglomerantes del mortero pueden ser:

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

b) El agregado fino será arena gruesa natural, libre de materia orgánica y sales, con las características indicadas en la Tabla 3. Se aceptarán otras granulometrías siempre que los ensayos de pilas y muretes (Capítulo 5) proporcionen resistencias según lo especificado en los planos.

MALLA ASTM	% QUE PASA
N° 4 (4,75 mm)	100
N° 8 (2,36 mm)	95 a 100
N° 16 (1,18 mm)	70 a 100
N° 30 (0,60 mm)	40 a 75
N° 50 (0,30 mm)	10 a 35
N° 100 (0,15 mm)	2 a 15
N° 200 (0,075 mm)	Menos de 2

●No deberá quedar retenido más del 50% de arena entre dos mallas consecutivas.

●El módulo de fineza estará comprendido entre 1,6 y 2,5.

●El porcentaje máximo de partículas quebradizas será: 1% en peso.

●No deberá emplearse arena de mar.

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

**6.3. CLASIFICACIÓN PARA FINES ESTRUCTURALES.** Los morteros se clasifican en: tipo P, empleado en la construcción de los muros portantes; y NP, utilizado en los muros no portantes (ver la Tabla 4).

**6.4. PROPORCIONES.** Los componentes del mortero tendrán las proporciones volumétricas (en estado suelto) indicadas en la Tabla 4

TIPO	COMPONENTES			USOS
	CEMENTO	CAL	ARENA	
P1	1	0 a 1/4	3 a 3 ½	Muros Portantes
P2	1	0 a 1/2	4 a 5	Muros Portantes
NP	1	-	Hasta 6	Muros No Portantes

a) Se podrán emplear otras composiciones de morteros, morteros con cementos de albañilería, o morteros industriales (embolsado o pre-mezclado), siempre y cuando los ensayos de pilas y muretes (Capítulo 5) proporcionen resistencias iguales o mayores a las especificadas en los planos y se asegure la durabilidad de la albañilería.

b) De no contar con cal hidratada normalizada, especificada en el Artículo 6 (6.2<sup>a</sup>), se podrá utilizar mortero sin cal respetando las proporciones cemento-arena indicadas en la Tabla 4.

### Artículo 7.- CONCRETO LÍQUIDO O GROUT

**7.1. DEFINICIÓN.** El concreto líquido o Grout es un material de consistencia fluida que resulta de mezclar cemento, agregados y agua, pudiéndose adicionar cal hidratada normalizada en una proporción que no exceda de 1/10 del volumen de cemento u otros aditivos que no disminuyan la resistencia o que originen corrosión del acero de refuerzo. El concreto líquido o grout se emplea para

el espaciamiento de los escalones deberá estar modulado de manera que coincidan con la junta vertical o con la pared transversal intermedia del bloque, de manera que siempre queden protegidas por mortero. Las escalerillas podrán usarse como confinamiento del muro sólo cuando el espaciamiento de los escalones coincidan con la mitad de la longitud nominal de la unidad.

**CAPÍTULO 5  
RESISTENCIA DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA**

**Artículo 13.- ESPECIFICACIONES GENERALES**

13.1. La resistencia de la albañilería a compresión axial ( $f_m$ ) y a corte ( $v_m$ ) se determinará de manera empírica (recurriendo a tablas o registros históricos de resistencia de las unidades) o mediante ensayos de prismas, de acuerdo a la importancia de la edificación y a la zona sísmica donde se encuentre, según se indica en la Tabla 7.

RESISTENCIA CARACTERÍSTICA	EDIFICIOS DE 1 A 2 PISOS			EDIFICIOS DE 3 A 5 PISOS			EDIFICIOS DE MÁS DE 5 PISOS		
	Zona Sísmica			Zona Sísmica			Zona Sísmica		
	3	2	1	3	2	1	3	2	1
( $f_m$ )	A	A	A	B	B	A	B	B	B
( $v_m$ )	A	A	A	B	A	A	B	B	A

A: Obtenida de manera empírica conociendo la calidad del ladrillo y del mortero.

B: Determinadas de los ensayos de compresión axial de pilas y de compresión diagonal de muretes mediante ensayos de laboratorio de acuerdo a lo indicado en las NTP 399.605 y 399.621

13.2. Cuando se construyan conjuntos de edificios, la resistencia de la albañilería  $f_m$  y  $v_m$  deberá comprobar-

se mediante ensayos de laboratorio previos a la obra y durante la obra. Los ensayos previos a la obra se harán sobre cinco especímenes. Durante la construcción la resistencia será comprobada mediante ensayos con los criterios siguientes:

a) Cuando se construyan conjuntos de hasta dos pisos en las zonas sísmicas 3 y 2,  $f_m$  será verificado con ensayos de tres pilas por cada 500 m<sup>2</sup> de área techada y  $v_m$  con tres muretes por cada 1000 m<sup>2</sup> de área techada.

b) Cuando se construyan conjuntos de tres o más pisos en las zonas sísmicas 3 y 2,  $f_m$  será verificado con ensayos de tres pilas por cada 500 m<sup>2</sup> de área techada y  $v_m$  con tres muretes por cada 500 m<sup>2</sup> de área techada.

13.3. Los prismas serán elaborados en obra, utilizando el mismo contenido de humedad de las unidades de albañilería, la misma consistencia del mortero, el mismo espesor de juntas y la misma calidad de la mano de obra que se empleará en la construcción definitiva.

13.4. Cuando se trate de albañilería con unidades alveolares que irán llenas con concreto líquido, los alvéolos de las unidades de los prismas y muretes se llenarán con concreto líquido. Cuando se trate de albañilería con unidades alveolares sin relleno, los alvéolos de las unidades de los prismas y muretes quedarán vacíos.

13.5. Los prismas tendrán un refrentado de cemento-yeso con un espesor que permita corregir la irregularidad superficial de la albañilería.

13.6. Los prismas serán almacenados a una temperatura no menor de 10°C durante 28 días. Los prismas podrán ensayarse a menor edad que la nominal de 28 días pero no menor de 14 días; en este caso, la resistencia característica se obtendrá incrementándola por los factores mostrados en la Tabla 8.

	Edad	14 días	21 días
		Muretes	Ladrillos de arcilla
	Bloques de concreto	1,25	1,05
Pilas	Ladrillos de arcilla y Bloques de concreto	1,10	1,00

13.7. La resistencia característica  $f_m$  en pilas y  $v_m$  en muretes (ver Artículo 13 (13.2)) se obtendrá como el valor promedio de la muestra ensayada menos una vez la desviación estándar.

13.8. El valor de  $v_m$  para diseño no será mayor de 0,319

$$\frac{f_m \text{ MPa}}{\sqrt{\frac{f_m \text{ Kg cm}}{1^2}}}$$

13.9. En el caso de no realizarse ensayos de prismas, podrá emplearse los valores mostrados en la Tabla 9, correspondientes a pilas y muretes construidos con mortero 1:4 (cuando la unidad es de arcilla) y 1: ½ : 4 (cuando la materia prima es sílice-cal o concreto), para otras unidades u otro tipo de mortero se tendrá que realizar los ensayos respectivos.

Materia Prima	Denominación	UNIDAD $f_b$	PILAS $f_m$	MURETES $v_m$
Arcilla	King Kong Artesanal	5,4 (55)	3,4 (35)	0,5 (5,1)
	King Kong Industrial	14,2 (145)	6,4 (65)	0,8 (8,1)
	Rejilla Industrial	21,1 (215)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
Sílice-cal	King Kong Normal	15,7 (160)	10,8 (110)	1,0 (9,7)
	Dédalo	14,2 (145)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
Concreto	Bloque Tipo P (*)	14,2 (145)	10,8 (110)	0,9 (9,2)
		4,9 (50)	7,3 (74)	0,8 (8,6)
		6,4 (65)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
		7,4 (75)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
		8,3 (85)	11,8 (120)	1,1 (10,9)

(\*) Utilizados para la construcción de Muros Armados.

(\*\*) El valor  $f_b$  se proporciona sobre área bruta en unidades vacías (sin grout), mientras que las celdas de las pilas y muretes están totalmente rellenas con grout de  $f_c = 3,72 \text{ MPa}$  (140 kg/cm<sup>2</sup>).

El valor

$f_m$  ha sido obtenido contemplando los coeficientes de corrección por esbeltez del prisma que aparece en la Tabla 10.

Esbeltez	2,0	2,5	3,0	4,0	4,5	5,0
Factor	0,73	0,80	0,91	0,95	0,98	1,00

**CAPÍTULO 6  
ESTRUCTURACIÓN**

Las especificaciones de este Capítulo se aplicarán tanto a la albañilería confinada como a la albañilería armada.

**Artículo 14.- ESTRUCTURA CON DIAFRAGMA RÍGIDO**

14.1. Debe preferirse edificaciones con diafragma rígido y continuo, es decir, edificaciones en los que las losas de piso, el techo y la cimentación, actúen como elementos que integran a los muros portantes y compatibilicen sus desplazamientos laterales.

14.2. Podrá considerarse que el diafragma es rígido cuando la relación entre sus lados no excede de 4. Se deberá considerar y evaluar el efecto que sobre la rigidez del diafragma tienen las aberturas y discontinuidades en la losa.

14.3. Los diafragmas deben tener una conexión firme y permanente con todos los muros para asegurar que cumplan con la función de distribuir las fuerzas laterales en proporción a la rigidez de los muros y servirles, además, como arriostres horizontales.

14.4. Los diafragmas deben distribuir la carga de gravedad sobre todos los muros que componen a la edificación, con los objetivos principales de incrementarles su ductilidad y su resistencia al corte, en consecuencia, es recomendable el uso de losas macizas o aligeradas armadas en dos direcciones. Es posible el uso de losas unidireccionales siempre y cuando los esfuerzos axiales en los muros no excedan del valor indicado en el Artículo 19 (19.1.b).



# El Peruano

FUNDADO EL 22 DE OCTUBRE DE 1825 POR EL LIBERTADOR SIMÓN BOLÍVAR

"AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA"

**Viernes 29 de enero de 2021**



PERÚ

Ministerio  
de Vivienda, Construcción  
y Saneamiento

**RESOLUCIÓN MINISTERIAL  
Nº 029-2021-VIVIENDA**

## **MODIFICACIÓN DE LA NORMA TÉCNICA G.040, DEFINICIONES DEL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES**

### **NORMAS LEGALES**

**SEPARATA ESPECIAL**

## NORMA TÉCNICA G.040, DEFINICIONES DEL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

### NORMA TÉCNICA G.040, DEFINICIONES

**Artículo Único.-** Las definiciones señaladas en la presente Norma Técnica son únicas y de aplicación obligatoria a nivel nacional:

**Acabados:** Materiales que se instalan o forman parte del recubrimiento final en una infraestructura y que se encuentran integradas a ella.

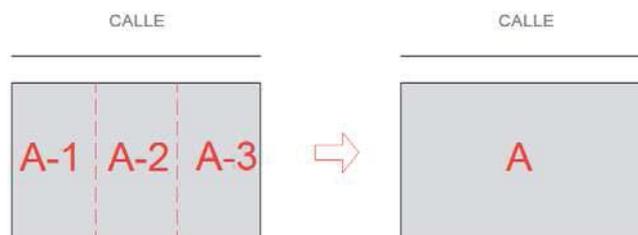


**Accesibilidad:** Condición que permite el acceso y uso de toda persona a la infraestructura urbana y edificatoria en condiciones de seguridad y funcionalidad, sin importar sus limitaciones físicas.

**Accesibilidad Universal:** Condición que deben cumplir los entornos, procesos, bienes, productos y servicios, así como los objetos o instrumentos, herramientas y dispositivos, para ser comprensibles, utilizables y practicables por todas las personas en condiciones de seguridad y comodidad y de la forma más autónoma y natural posible.

**Acondicionamiento:** Trabajos de adecuación a las necesidades del usuario, de ambientes en un edificio preexistente mediante elementos removibles, sin modificar el área techada, ni alterar sus estructuras y condiciones de seguridad.

**Acumulación de lotes:** Proceso de unificar predios habilitados en una sola partida registral.

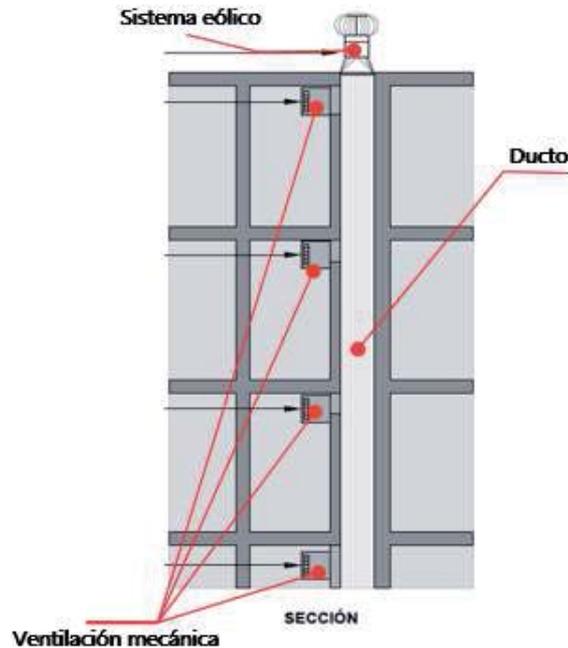


**Aforo:** Capacidad de personas que puede albergar una edificación, piso, nivel o ambiente en relación a su funcionalidad y uso. Se determina en base a coeficientes estandarizados y se emplea para el diseño de los medios de evacuación de una edificación.

**Aislamiento acústico:** Conjunto de materiales, elementos, técnicas y tecnologías desarrolladas para regular, aislar o atenuar el nivel sonoro en un determinado espacio.

**Alero:** Elemento que sobresale de un muro o soporte estructural o decorativo que forman parte del techo de una edificación.

**Ducto de ventilación:** Conducto vertical u horizontal destinado a la renovación de aire de los ambientes de servicio de una edificación, por medios naturales o mecanizados.



**Duplex, Triplex, otros:** Unidad inmobiliaria de uso residencial de dos, tres o más pisos, que forman parte de una edificación multifamiliar.

**Edificación:** Proceso edificatorio de una obra de carácter permanente sobre un predio, cuyo destino es albergar a la persona en el desarrollo de sus actividades. Comprende las instalaciones fijas y complementarias adscritas a ella.

**Edificación Nueva:** Edificación que se ejecuta totalmente o por etapas sobre uno o más lotes resultantes de una habilitación urbana.

**Edificio:** Obra ejecutada que resulta de un proceso edificatorio, que cuenta con declaratoria de fábrica o conformidad de obra y declaratoria de edificación.

**Edificio preexistente:** Obra ejecutada conforme la normativa vigente a su ejecución, cuyo tratamiento o intervención debe realizarse con dicha normativa o, en caso sea más favorable, con la normativa actual.

**Edificio de estacionamientos:** Destinado exclusivamente al parqueo de vehículos.

**Edificio de oficinas:** Comprende una o varias unidades inmobiliarias, destinada a albergar actividades de tipo intelectual.

**Edificio de uso mixto:** Alberga diversos usos compatibles, según lo permitido en el Índice de usos para la ubicación de actividades urbanas.

**Edificio de uso público:** Aquel de propiedad pública o privada, cuya función principal es la prestación de servicios al público.

**Elemento prefabricado:** Componente de la edificación fabricado fuera de la obra.

**Equipamiento básico:** Conjunto de construcciones y edificaciones que se destinan a los servicios de saneamiento y de electrificación.

**Equipamiento de la edificación:** Conjunto de componentes mecánicos y electromecánicos necesarios para el funcionamiento de una edificación.

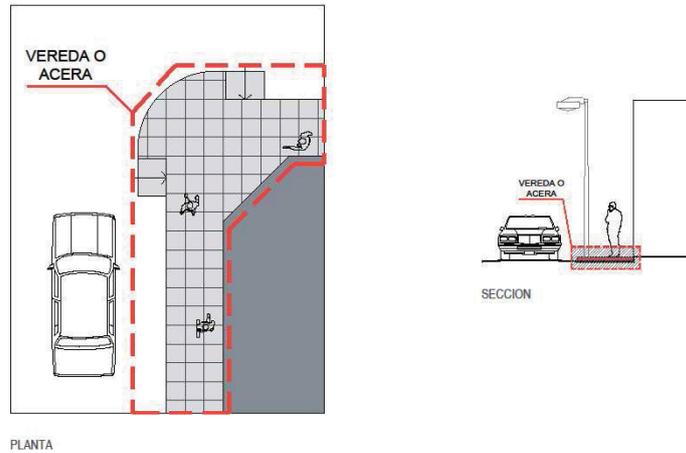
**Equipamiento social:** Edificación destinada a educación, salud y/o servicios sociales.

**Equipamiento urbano:** Edificación y/o espacio de uso público destinado a brindar servicios de recreación, salud, educación, cultura, transporte, comunicaciones, seguridad, administración local, gobierno y/o servicios básicos.

**Escalera:** Elemento de la edificación constituida por gradas, pasos y contrapasos, que permite la circulación de las personas entre los diferentes niveles o pisos. Sus dimensiones se establecen sobre la base del flujo de personas que transitarán por ella y el traslado del mobiliario.

**Escalera integrada:** Escalera cuyos espacios de entrega en cada nivel forman parte de los pasajes o vestíbulos de circulación horizontal, sin elementos de cierre.

**Vereda o acera:** Parte pavimentada de una vía o espacio público, destinada a la circulación de personas.



**Vía:** Espacio destinado al tránsito de vehículos y/o personas.

**Vía arterial:** Vía de un sistema urbano que tiene prelación de circulación de tránsito sobre las demás vías.

**Vía colector:** Vía que permite la integración entre las vías locales, las vías arteriales o las vías auxiliares de las vías expresas.

**Vía expresa:** Autopista para el tráfico de alta velocidad con controles de acceso.

**Vía local:** Vía cuya función es proveer acceso a los predios o lotes adyacentes.

**Vivienda:** Edificación independiente o parte de una edificación multifamiliar, compuesta por ambientes para el uso de una o varias personas, capaz de satisfacer sus necesidades de dormir, comer, cocinar, asear, entre otras. El estacionamiento de vehículos, cuando existe, forma parte de la vivienda.

**Vivienda bifamiliar:** Edificación de uso residencial constituida por dos unidades de vivienda con acceso independiente, cuyo predio es de propiedad común.

**Vivienda de uso colectivo:** Edificación constituida por habitaciones y espacios individuales para descanso, aseo personal, y áreas compartidas para actividades de lavado, alimentación y reunión. Las actividades de lavado, almacenamiento y recreación, pueden ser o no parte de las áreas comunes.

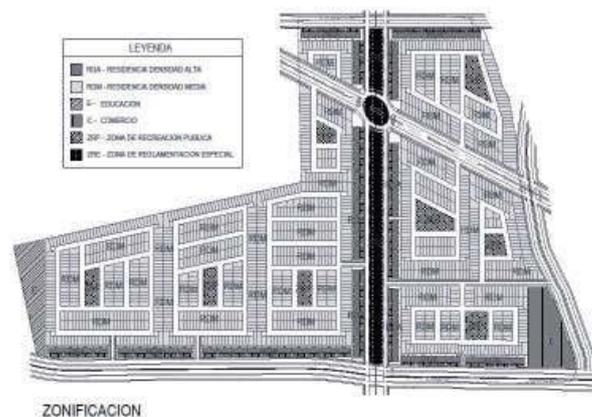
**Vivienda multifamiliar:** Edificación de dos a más unidades de vivienda en un edificio, cuyos bienes y servicios comunes que comparten son de propiedad común, así como comparten un solo acceso en común.

**Vivienda taller:** Edificación de uso principal residencial, constituida por una vivienda unifamiliar y por un espacio en el que se desarrolla una actividad comercial o artesanal.

**Vivienda unifamiliar:** Unidad de vivienda sobre un lote único, destinado a la residencia de un solo grupo familiar.

**Volado:** Parte habitable que sobresale de un paramento exterior o fachada de la edificación.

**Zonificación:** Conjunto de normas técnicas urbanísticas que regulan el uso y ocupación del suelo en función de las demandas físicas, económicas y sociales de la población, permitiendo la localización compatible, equilibrada y armónica de sus actividades.



DIARIO OFICIAL DEL BICENTENARIO

  
**El Peruano**

FUNDADO EL 22 DE OCTUBRE DE 1825 POR EL LIBERTADOR SIMÓN BOLÍVAR

"AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA"

Jueves 8 de julio de 2021



PERÚ

Ministerio  
de Vivienda, Construcción  
y SaneamientoRESOLUCIÓN MINISTERIAL  
N° 191-2021-VIVIENDA**NORMA TÉCNICA A.010,  
CONDICIONES GENERALES  
DE DISEÑO DEL REGLAMENTO  
NACIONAL DE EDIFICACIONES****NORMAS LEGALES****SEPARATA ESPECIAL**

Modificar la Norma Técnica A.010, Condiciones Generales de Diseño, contenida en el Numeral III.1 Arquitectura del Título III Edificaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones, aprobada por el Decreto Supremo N° 011-2006-VIVIENDA, modificada por el Decreto Supremo N° 005-2014-VIVIENDA, cuyo texto forma parte integrante de la presente Resolución Ministerial.

**Artículo 2.- Publicación y Difusión**

Publicar la presente Resolución Ministerial y la Norma Técnica a que se refiere el artículo precedente, en el Portal Institucional del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento ([www.gob.pe/vivienda](http://www.gob.pe/vivienda)), el mismo día de la publicación de la Resolución Ministerial y la citada Norma Técnica en el diario oficial El Peruano.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

SOLANGEL FERNÁNDEZ HUANQUI  
Ministra de Vivienda,  
Construcción y Saneamiento

**NORMA TÉCNICA A.010,  
CONDICIONES GENERALES DE DISEÑO DEL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES**

**CAPÍTULO I**

**ASPECTOS GENERALES**

**Artículo 1.- Objeto**

La presente Norma Técnica tiene por objeto establecer los criterios y requisitos mínimos que debe cumplir el diseño arquitectónico de toda edificación, para garantizar el desarrollo de las actividades de las personas otorgándoles condiciones de habitabilidad, seguridad y la protección del medio ambiente.

**Artículo 2.- Ámbito de aplicación**

Es aplicable para las edificaciones contempladas en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) y se complementa con las disposiciones vigentes emitidas por los sectores correspondientes.

**Artículo 3.- Criterios Básicos**

Los proyectos de edificación cumplen con los siguientes criterios básicos:

- a) Tener condiciones mínimas de funcionalidad, seguridad y accesibilidad.
- b) Considerar, de acuerdo a las actividades que se realizan en ellos, las dimensiones de los ambientes, relaciones entre espacios, circulaciones y condiciones de uso requeridos.
- c) Emplear sistemas constructivos con materiales normados, componentes y equipos de calidad que garanticen la seguridad, resistencia estructural y durabilidad de las edificaciones.
- d) Proponer soluciones técnicas acorde a las características del clima, del paisaje, del suelo y del medio ambiente general.

**CAPÍTULO II**

**NORMATIVA EDIFICATORIA**

**Artículo 4.- Parámetros urbanísticos y edificatorios**

- 4.1 Los parámetros urbanísticos y edificatorios aplicables a los predios urbanos corresponden a la zonificación aprobada según el Plan de Desarrollo Urbano de la jurisdicción correspondiente, cuya información debe ser de acceso público.
- 4.2 Los Gobiernos Locales son responsables de facilitar a los administrados la información referida a los parámetros urbanísticos y edificatorios.

**Artículo 5.- Propuestas alternativas**

- 5.1 Los proyectistas pueden proponer soluciones alternativas y/o innovadoras que satisfagan los criterios básicos establecidos en el artículo 3 de la presente Norma Técnica, debiendo alcanzar los objetivos de forma equivalente o superior a lo establecido en el presente RNE, para tal fin, se puede emplear la NFPA 101, Código de Seguridad Humana, así como toda norma o códigos internacionales aplicables.
- 5.2 En el caso de elementos de la edificación que ameriten la resistencia al fuego, no se requiere de la homologación si el elemento o sistema cuenta con informe de ensayo emitido por un laboratorio acreditado por un organismo miembro de la Cooperación Internacional de Acreditación de Laboratorios (ILAC), de la cual forma parte el Instituto Nacional de Calidad (INACAL).

**Artículo 6.- Normativa en usos mixtos**

En los casos que se permitan y se propongan edificaciones con usos mixtos compatibles, cada uso propuesto debe cumplir con la normativa correspondiente, pudiendo compartir las áreas de ingreso peatonal y vehicular, rutas de circulación y evacuación, así como el acceso a los estacionamientos, primando las consideraciones de diseño del uso más restrictivo para las áreas comunes.

**CAPÍTULO III**

**RELACIÓN DE LA EDIFICACIÓN CON EL ENTORNO**

**Artículo 7.- Accesos**

- 7.1 Las edificaciones deben contar, por lo menos, con un acceso desde la vía pública. El número de accesos y sus dimensiones se definen de acuerdo con el uso de la edificación. Los accesos pueden ser peatonales y/o

DIARIO OFICIAL DEL BICENTENARIO

  
**El Peruano**

FUNDADO EL 22 DE OCTUBRE DE 1825 POR EL LIBERTADOR SIMÓN BOLÍVAR

"AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA"

Miércoles 7 de julio de 2021



PERÚ

Ministerio  
de Vivienda, Construcción  
y Saneamiento

RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 188-2021-VIVIENDA

**NORMA TÉCNICA  
A.020 VIVIENDA DEL  
REGLAMENTO NACIONAL  
DE EDIFICACIONES****NORMAS LEGALES****SEPARATA ESPECIAL**



N° 015-2004-VIVIENDA, que aprueba el Índice del Reglamento Nacional de Edificaciones; el Decreto Supremo N° 011-2006-VIVIENDA, que aprueba sesenta y seis (66) Normas Técnicas del Reglamento Nacional de Edificaciones;

**SE RESUELVE:**

**Artículo 1.- Modificación de la Norma Técnica A.020 “Vivienda” del Reglamento Nacional de Edificaciones**

Modificar la Norma Técnica A.020 “Vivienda”, contenida en el Numeral III.1 Arquitectura del Título III Edificaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones, aprobada por el Decreto Supremo N° 011-2006-VIVIENDA, cuyo texto forma parte integrante de la presente Resolución Ministerial.

**Artículo 2.- Publicación y Difusión**

Publicar la presente Resolución Ministerial y la Norma Técnica a que se refiere el artículo precedente, en el Portal Institucional del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento ([www.gob.pe/vivienda](http://www.gob.pe/vivienda)), el mismo día de la publicación de la Resolución Ministerial y la Norma Técnica en el diario oficial El Peruano.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

**SOLANGEL FERNÁNDEZ HUANQUI**  
 Ministra de Vivienda, Construcción y Saneamiento

## NORMA TÉCNICA A.020 VIVIENDA DEL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

### CAPÍTULO I

#### ASPECTOS GENERALES

**Artículo 1.- Objeto y finalidad**

La presente Norma Técnica tiene por objeto regular las condiciones mínimas de diseño que deben cumplir las edificaciones residenciales, con la finalidad de cubrir las necesidades básicas de habitabilidad, funcionalidad y seguridad.

**Artículo 2.- Ámbito de aplicación**

La presente Norma Técnica es de aplicación obligatoria a nivel nacional, para todas aquellas edificaciones residenciales, que tienen como uso principal o exclusivo la residencia.

**Artículo 3.- Definición de edificación residencial**

- 3.1. Edificación destinada a albergar a personas o grupos familiares, en espacios cuyas características y dimensiones son suficientes para satisfacer las necesidades y funciones de aseo, descanso, alimentación y reunión, en condiciones seguras y saludables.
- 3.2. Las edificaciones pueden contar con espacios adicionales para su uso en actividades complementarias, y para las funciones de almacenamiento de objetos domésticos y estacionamiento de vehículos. Los espacios incluyen áreas techadas y no techadas y pueden ser provistos de manera aislada de la edificación principal dentro del predio.

**Artículo 4.- Tipologías**

- 4.1. Las edificaciones residenciales pueden desarrollarse según la siguiente clasificación:

**Cuadro N° 01. Clasificación de edificaciones residenciales**

Clasificación	Tipología
Edificación para grupos familiares	Vivienda unifamiliar
	Vivienda bifamiliar
	Quinta
	Vivienda taller
	Vivienda multifamiliar
	Conjunto habitacional / residencial
Edificación para grupos de individuos	Vivienda de uso colectivo

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

**3.5.7 Area 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 (Uruguay), 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) * N (newton) *	1 Pa = 1 N/m <sup>2</sup> 1 N = 1 kg m/s <sup>2</sup>	0,10 kgf/m <sup>2</sup> 0,10 kgf
100 Pa 10 000 Pa	1 N/dm <sup>2</sup> 1 N/cm <sup>2</sup>	0,10 kgf/dm <sup>2</sup> 0,10 kgf/cm <sup>2</sup>
1 000 000 Pa 1 MPa	1 daN/cm <sup>2</sup> = 10 N/cm <sup>2</sup> 1 000 000 Pa	1 kgf/cm <sup>2</sup>
1 MPa 0,1 MPa	100 N/cm <sup>2</sup> 10 N/cm <sup>2</sup>	10 kgf/cm <sup>2</sup> 1 kgf/cm <sup>2</sup>

\* Unidades Derivadas SI aprobadas

# NORMAS TÉCNICAS

## ITINTEC 331.018

### 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 331.018 Octubre, 1978.</b>
--	--	---

### 1. NORMAS A CONSULTAR

- ITINTEC 331.017** Elementos de arcilla cocida. Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Requisitos.  
**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 los métodos de ensayo para determinar la variación de dimensiones, alabeo, resistencia a la compresión, densidad, módulo de rotura, absorción, absorción máxima, coeficiente de saturación, succión y eflorescencia de los ladrillos de arcilla usados en albañilería.

### 3. METODOS DE ENSAYO

**3.1.1 Aparato.-** Una regla graduada al milímetro, de preferencia de acero inoxidable, de 300 mm de longitud o un calibrador de mordazas paralelas provistas de una escala graduada entre 10 mm y 300 mm y con divisiones correspondientes a 1 mm.

**3.1.2 Muestra.-** Estará constituida por ladrillos secos enteros, obtenidos según la Norma ITINTEC 331.019.

**3.1.3 Procedimiento.-** Se mide en cada espécimen el largo, ancho y alto, con la precisión de 1 mm. Cada medida se obtiene como promedio de las cuatro medidas entre los puntos medios de los bordes terminales de cada cara.

**3.1.4 Expresión de resultados.-** Se calcula la variación en porcentaje de cada dimensión restante de cada dimensión especificada en valor obtenido de promediar la dimensión de todas las muestras, dividiendo este valor por la dimensión especificada y multiplicando por 100.

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

en donde:

- V** Variación de dimensión, en porcentaje.  
**DE** Dimensión especificada, en milímetros.  
**MP** Medida promedio en cada dimensión, en milímetros.

**3.1.5 Informe.-** Se indica como variación de dimensión del lote de ladrillos de porcentaje de variación de todas y cada una de las dimensiones sin decimales.

## **3.2 Alabeo**

**3.2.1 Aparatos.-** Dos cuñas de acero graduadas a medio milímetro de las características que indica la **Figura 1**.

**3.2.2 Muestra.-** Estará constituida por ladrillos secos enteros obtenidos según la Norma ITINTEC 331.019. Pueden usarse los mismos ladrillos usados en la determinación de dimensiones.

**3.2.3 Procedimiento.-** Según el alabeo se presenta como concavidad o convexidad, seguir el procedimiento que para cada caso se detalla a continuación en las dos caras mayores del ladrillo.

**3.2.3.1 Medición de concavidad.-** Se coloca el borde recto de la regla ya sea longitudinalmente o sobre una diagonal de una de las caras mayores del ladrillo.

Se introduce la cuña en el punto correspondiente a la flecha máxima.

Se efectúa la lectura con la precisión de 1 mm y se registra el valor obtenido (ver **Figura 2**).

**3.2.3.2 Medición de convexidad.-** Se emplea alternativamente uno de los procedimientos siguientes:

**a)** Se coloca al borde recto de la regla sea sobre una diagonal o bien sobre dos aristas opuestas de una de las caras mayores de ladrillo. Se introduce en cada vértice una cuña y se busca el punto de apoyo de la regla sobre la diagonal, para el cual en ambas cuñas se obtenga la misma medida (ver **Figura 3**).

**b)** Se apoya el ladrillo por la cara a medir sobre una superficie plana, se introduce cada una de las cuñas en dos vértices opuestos diagonalmente o en dos aristas, buscando el punto para el cual en ambas cuñas se obtenga la misma medida (ver **Figura 4**).

**3.2.4 Expresión de resultados.-** Se indica el promedio de los valores correspondientes a concavidad y/o convexidad obtenidos en milímetros enteros.

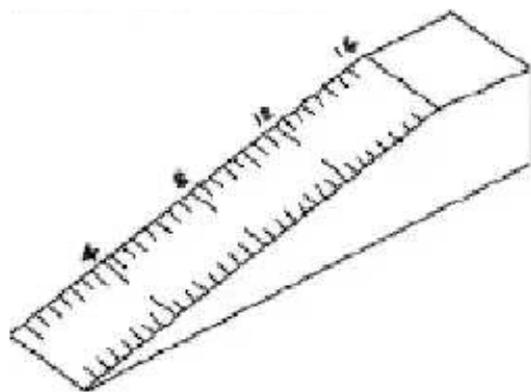
## **3.3 Resistencia a la compresión**

**3.3.1 Aparatos.-** Cualquier máquina de las empleadas en el laboratorio para ensayos de compresión, debiendo estar provista para la aplicación de la carga de un rodillo de metal endurecido de asiento esférico y solidario con el cabezal superior de la máquina.

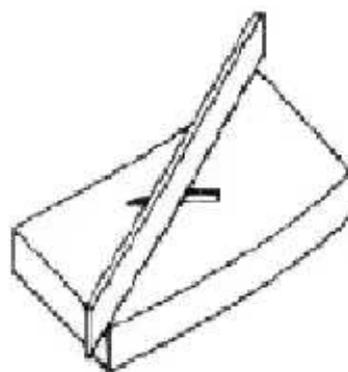
El centro de la superficie del casquete esférico debe coincidir con el centro de la superficie del bloque que se pone en contacto con el espécimen. Dicho bloque se mantiene inmóvil en su asiento esférico, pero puede girar libremente en cualquier dirección. El diámetro de la superficie del bloque de apoyo debe ser como mínimo de 12,5 cm.

Sobre la mordaza inferior, bajo el espécimen, se coloca una plancha metálica de una dureza Rockwell C 60 (número Brinell 620) cuya desviación con respecto a un plano horizontal no sea mayor de 0,03 mm.

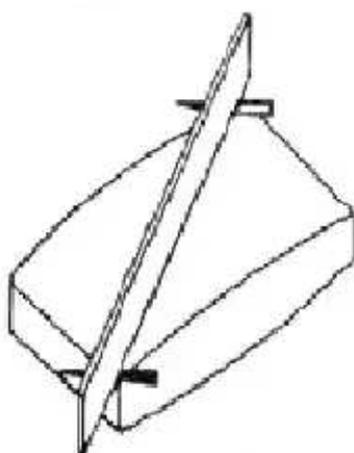
Si el área del bloque de apoyo es menor que la cara del espécimen que debe estar en contacto con él, debe intercalarse una plancha de acero que cumpla iguales condiciones de horizontabilidad que la descrita en el párrafo anterior y cuyo espesor sea por lo menos igual a un tercio de la distancia entre el punto de contacto del rodillo y la arista más alejada del espécimen.



**FIGURA 1.- Las medidas están dadas en milímetros**



**FIGURA 2**



**FIGURA 3**



**FIGURA 4**

**3.3.2 Muestra.-** Estará constituida por medios ladrillos secos, obtenidos por corte perpendicular al largo del espécimen. El corte se hará por cualquier método que no los destroce y que dé superficies planas y paralelas.

Puede usarse para esta prueba los medios ladrillos remanentes del ensayo de módulo de ruptura (ver 3.5). La forma de muestreo está especificada en la Norma ITINTEC 331.019.

**3.3.2.1 Recubrimiento de la muestra.-** Si las caras del espécimen presentan irregularidades se rellenan con una capa de cemento Portland, que se dejará fraguar 24 horas, antes de aplicar el recubrimiento, por medio de uno de los dos procedimientos que se detallan a continuación.

**a) Recubrimiento de yeso.**

Se cubre ambas caras opuestas del espécimen con solución alcohólica de goma laca, dejándolas secar perfectamente.

Se aplica una capa delgada de pasta de yeso cocido extendiéndola hasta obtener una superficie plana y uniforme.

Se repite el procedimiento en la otra cara del espécimen.

Se comprueba de que ambas caras sean aproximadamente paralelas y se espera por lo menos 2 h, antes de efectuar el ensayo.

## b) Recubrimiento con azufre.

Se usa una mezcla que contenga 40% a 60% de azufre en polvo (en masa) completándose con arcilla refractaria cocida u otro material inerte apropiado que pasa por el tamiz ITINTEC N° 100 (149 m)

Se usa un recipiente de aproximadamente la misma medida del ladrillo y de 1,25 cm de profundidad.

Se aceita ligeramente el molde y se vierte 0,5 cm de azufre calentado y fluido.

Se coloca inmediatamente sobre el líquido la superficie del ladrillo que se va a recubrir, sosteniendo el espécimen de tal manera que el recubrimiento sea uniforme.

**3.3.3 Procedimiento.-** Se coloca el espécimen con una de sus caras mayores sobre el apoyo de la máquina y se hace descender el vástago solidario al cabezal, maniobrando suavemente la rótula hasta obtener un contacto perfecto sobre la cara superior del espécimen, asegurando que el eje de la misma coincida con el eje longitudinal del espécimen.

Se aplica la carga cuidando que la velocidad del cabezal de la máquina no sea mayor de 1,27 mm/min.

**3.3.4 Expresión de resultados.-** Se calcula la resistencia a compresión con la siguiente ecuación:

$$f' b = \frac{P}{A}$$

en donde:

**f' b** es la resistencia a la compresión del ladrillo en daN/cm<sup>2</sup>.  
es la carga de rotura aplicada indicada por la máquina en daN.  
**A** es el promedio de las áreas brutas superior e inferior del espécimen en cm<sup>2</sup>.

**NOTA 1.-** Para la determinación del área en el caso de ladrillos perforados, será necesario calcular el volumen del espécimen tal como se realiza en el ensayo de densidad (3.4) y aplicar la siguiente ecuación:

$$A = \frac{V}{h}$$

en donde:

**A** es el área del ladrillo dado en centímetros cuadrados.  
**V** es el volumen del ladrillo en centímetros cúbicos.  
**h** es la altura del ladrillo en centímetros.

**NOTA 2.- Ladrillos tubulares.-** Se tratarán como ladrillos macizos para todos los efectos de la prueba y clasificación.

**3.3.5 Informe.-** Se indica como resistencia a la compresión del lote de ladrillos el promedio de los valores obtenidos para cada muestra en daN/cm<sup>2</sup> enteros.

## 3.4 Densidad

### 3.4.1 Aparatos

**3.4.1.1** Balanza con capacidad no menor de 2 kg y que permita efectuar pesadas con una precisión de 0,5 g.

**3.4.1.2** Recipiente de agua que pueda contener las muestras completamente sumergidas.

**3.4.1.3** Horno con libre circulación de aire que permita mantener una temperatura comprendida entre 110°C y 115°C.

**3.4.2 Muestra.-** Estará constituida por ladrillos secos enteros, obtenidos según Norma ITINTEC 331.019.

### **3.4.3 Procedimiento**

**3.4.3.1** Se calientan los especímenes en el horno entre 110°C y 115°C y se pesan luego de enfriarlos a temperatura ambiente. Se repite el tratamiento hasta que no se tenga variaciones en el peso obteniéndose (G 3).

**NOTA.-** Para enfriar los especímenes se recomienda colocarlos sin amontonarlos en un espacio abierto con libre circulación de aire, manteniéndolos a temperatura ambiente durante 4 horas.

**3.4.3.2** Se coloca el espécimen en un recipiente lleno de agua destilada hirviendo, disponiéndolo de modo que el líquido pueda circular libremente por los costados, manteniéndolo durante 3 h en ebullición.

**3.4.3.3** Se pesa el espécimen sumergido (G 2), equilibrando previamente la balanza con el dispositivo de suspensión y el espécimen sumergido.

**3.4.3.4** Se retira el espécimen del recipiente secando el agua superficial con un trapo húmedo y se pesa (G 1).

### **3.4.4 Expresión de resultados**

**3.4.4.1** El volumen del espécimen será:

$$V = G1 - G2$$

en donde:

**V** es el volumen en centímetros cúbicos.

**G 1** es la masa del espécimen saturado (3 horas de ebullición), en gramos.

**G 2** es la masa del espécimen saturado sumergido, en gramos.

**G 3** es la masa del espécimen seco, en gramos.

**3.4.4.2** La densidad será:

$$D = \frac{G3}{V}$$

en donde:

**D** es la densidad del espécimen en gramos por centímetros cúbicos.

**3.4.5 Informe.-** Se indica como densidad al lote de ladrillos del promedio de los valores obtenidos para cada espécimen en g/cm<sup>3</sup> con dos decimales.

### **3.5 Módulo de rotura**

**3.5.1 Aparatos.-** Cualquier máquina de las empleadas en laboratorio para ensayo de flexión, pero cuyos apoyos tengan una longitud no menor que el ancho del espécimen con el que deben tener un contacto permanente y completo. Los apoyos se deben ajustar de modo que puedan girar libremente sin ejercer fuerzas en las direcciones longitudinal y transversal a la muestra.

**3.5.2 Muestra.-** Ladrillos enteros secos, obtenidos según la Norma ITINTEC 331.019.

### **3.5.3 Procedimiento**

**3.5.3.1** Se coloca el espécimen con la cara mayor más plana sobre los soportes asegurando que la luz entre estos sea de 18 cm.

**3.5.3.2** Se hace descender la placa de acero hasta obtener un contacto sobre la otra cara mayor del espécimen entre soportes y se aplica la carga. La rapidez en el incremento de la carga no debe ser mayor de 10 daN/cm<sup>2</sup> (1 000 kg/min) y se considera cumplida dicha condición si la velocidad del cabezal móvil de la máquina no es mayor de 1,25 mm / min. la carga se aplicará en el centro de la luz, por medio de una placa de acero de aproximadamente 6,5 mm de espesor, 40 mm de ancho y la longitud no menor que el ancho del espécimen.

**3.5.4 Expresión de resultados.-** El módulo de rotura se calcula de la ecuación siguiente:

$$f_r = \frac{3 P_1}{2 b d^2}$$

en donde:

- f<sub>r</sub>** es el módulo de rotura, en daN/cm<sup>2</sup>.
- P** es la carga de rotura, en daN.  
es la distancia entre apoyos, en centímetros.
- b** es el ancho promedio del espécimen cara a cara, en centímetros.
- d** es el espesor promedio del espécimen cara a cara, en centímetros.

**3.5.5 Informe.-** Se indica como módulo de rotura del lote de ladrillos el promedio de los valores obtenidos para cada espécimen en daN/cm<sup>2</sup> con un decimal.

### 3.6 Absorción

**3.6.1 Aparatos.-** Similares a los indicados en 3.4.1.

**3.6.2 Muestra.-** Medios ladrillos que están de acuerdo a lo indicado en 3.3.2.

#### 3.6.3 Procedimiento

**3.6.3.1** Se calientan los especímenes en el horno entre 110°C y 115°C y se pesan luego de enfriarlos a temperatura ambiente. Se repite el tratamiento hasta que no se tenga variaciones en el peso obteniéndose G 3.

**NOTA.-** Para enfriar los especímenes se recomienda colocarlos sin amontonarlos en un espacio abierto con libre circulación de aire manteniéndolos a temperatura ambiente durante 4 horas.

**3.6.3.2** Se introducen los especímenes secos en un recipiente lleno de agua destilada, manteniéndolos completamente sumergidos durante 24 h, asegurando que la temperatura del baño esté comprendida entre 15°C y 30°C. Transcurrido el lapso indicado, se retiran los especímenes del baño, secando el agua superficial con un trapo húmedo y se pesan (G 4).

Los especímenes deben pesarse dentro de los 5 min a partir del instante en que se extraen del recipiente.

**3.6.4 Expresión de resultados.-** El contenido de agua absorbida se calcula con la ecuación siguiente:

$$A = \frac{G 4 - G 3}{G 3} \times 100$$

en donde:

- A** es el contenido agua absorbida, en porcentaje.
- G 3** es la masa del espécimen seco, en gramos.
- G 4** es la masa del espécimen saturado luego de 24 h de inmersión en agua fría, en gramos.

**3.6.5 Informe.-** Se indica como absorción del lote de ladrillos el promedio de los porcentajes individualmente calculados para cada uno de los especímenes, sin decimales.

### 3.7 Absorción máxima

**3.7.1 Aparatos.-** Similares a los indicados en 3.4.1.

**3.7.2 Muestra.-** Medios ladrillos que están de acuerdo a lo indicado en 3.3.2.

#### 3.7.3 Procedimiento

**3.7.3.1** Se calientan los especímenes en el horno entre 110°C y 115°C y se pesan luego de enfriarlos a temperatura ambiente. Se repite el tratamiento hasta que no se tenga variaciones en el peso obteniéndose G 3.

**NOTA.-** Para enfriar los especímenes se recomienda colocarlos sin amontonarlos en un espacio abierto durante 4 horas.

**3.7.3.2** Se sumergen los especímenes en un recipiente lleno de agua destilada a una temperatura comprendida entre 15°C y 30°C disponiéndolo de modo que el líquido pueda circular libremente por los costados.

Se calienta gradualmente el agua hasta alcanzar el punto de ebullición en 1 h y se deja hervir a partir de ese momento durante 5 h.

**3.7.3.3** Al término del lapso indicado, se enfría el recipiente hasta una temperatura comprendida entre 15°C y 30°C por pérdida natural de calor.

**3.7.3.4** Se retira el espécimen del recipiente y se seca el agua superficial con un trapo húmedo y luego se pesa (G 5).

El espécimen debe pesarse dentro de los 5 min a partir del instante en que se extrae del recipiente.

**3.7.4 Expresión de resultados.-** El contenido de agua absorbida se calcula con la ecuación siguiente:

$$B = \frac{G5 - G3}{G3} \times 100$$

en donde:

**B** es el contenido agua absorbida, en porcentaje.

**G 3** es la masa del espécimen seco, en gramos según 3.6.3.1.

**G 5** es la masa del espécimen saturado luego de 5 horas de ebullición, en gramos.

**3.7.5 Informe.-** Se indica como absorción máxima del lote de ladrillos el promedio de los porcentajes individuales calculados para cada uno de los especímenes, sin decimales.

### 3.8 Coeficiente de saturación

**3.8.1 Expresión de resultados.-** El coeficiente de saturación por cada espécimen se calcula con la ecuación siguiente:

$$C = \frac{G4 - G3}{G5 - G3}$$

en donde:

**C** es el coeficiente de saturación (sin unidades).

**G 3** es la masa del espécimen seco según 3.6.3.1.

**G 4** es la masa del espécimen saturado luego de 24 h de inmersión en agua fría según 3.6.4.

**G 5** es la masa del espécimen saturado por ebullición 5 h según 3.7.4.

**3.8.2 Informe.-** Se indica como coeficiente de saturación del lote de ladrillos el promedio de los coeficientes obtenidos para cada espécimen.

### **3.9 Succión**

#### **3.9.1 Aparatos**

**3.9.1.1 Bandeja o recipiente para agua,** con una profundidad interior de no mayor de 12,5 mm y de un largo y ancho tales que resulte un área de no menor de 2 000 cm<sup>2</sup>.

La base de la bandeja debe ser plana y horizontal. Se debe incorporar a la bandeja un dispositivo que permita mantener el nivel de agua 6,25 mm por encima de los soportes.

**3.9.1.2 Soporte para los ladrillos.-** Se usará dos barras idénticas de metal no corrosible, con sección rectangular de 5 mm de altura y de un ancho no mayor de 10 mm.

**3.9.1.3 Balanza.-** Similar a la indicada en 3.4.1.1.

**3.9.1.4 Horno.-** Similar al indicado en 3.4.1.3.

**3.9.1.5 Sala de temperatura constante.-** Cuarto que mantenga una temperatura de 24°C ± 2,0°C.

**3.9.1.6 Cronómetro.-** Calibrado en segundos, que indique un período de 1 minuto.

**3.9.2 Muestra.-** Ladrillos enteros o mitades de ladrillos que están de acuerdo a lo indicado en 3.3.2.

#### **3.9.3 Procedimiento**

**3.9.3.1** Se secan los especímenes según el procedimiento descrito en 3.6.3.1.

**3.9.3.2** Se miden con una precisión de 1 mm, el largo y ancho de la superficie del espécimen que estará en contacto con el agua. Se pesa el espécimen con una aproximación de 0,5 g.

**3.9.3.3** Se monta la bandeja para la prueba, en la Sala de Temperatura Constante. Se horizontaliza el fondo de la bandeja mediante un nivel de burbuja. Se coloca el espécimen encima de los soportes contando como tiempo cero el momento de contacto del ladrillo con el agua. Durante el período de contacto, 1 min ± 1 s se mantiene el nivel de agua en el nivel agregando agua según sea necesario.

Al final del tiempo de contacto, se saca el espécimen y se seca el agua superficial con un trapo húmedo.

**3.9.3.4** Se pesa el espécimen con una precisión de 0,5 g. La pesada se realiza en un lapso no mayor de 2 min después de su retiro del contacto con el agua.

**3.9.4 Expresión de resultados.-** La diferencia en peso en gramos entre la pesada final y la inicial, es el peso de agua absorbida por el ladrillo durante un minuto de contacto con el agua. Si el área de contacto del ladrillo no difiere en ± 2,5% de 200 cm<sup>2</sup>, se dará como resultado el aumento de peso en gramos.

Si el área del espécimen difiere en más de 2,5% de 200 cm<sup>2</sup> se corregirá el peso mediante la fórmula siguiente:

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

en donde:

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

**3.9.5 Informe.-** Se indica como succión del lote de ladrillos el promedio del peso de agua absorbida por los especímenes individualmente obtenidas, en gramos sin decimales.

### 3.10 Eflorescencia

#### 3.10.1 Aparatos

**3.10.1.1 Bandeja metálica,** que permita operar con una profundidad de agua de por lo menos 25 mm.

**3.10.1.2 Cámara de humedad,** que permita operar con una humedad relativa comprendida entre el 30% y 70%, estando exenta de corrientes de aire y que mantenga una temperatura de 24°C ± 5,5°C.

**3.10.1.3 Homo,** provisto de libre circulación de aire y que permita mantener constante una temperatura comprendida entre 110°C y 115°C.

**3.10.2 Muestra.-** Estará constituida por ladrillos enteros, obtenidos según la Norma ITINTEC 331.019 Elementos de arcilla cocida. Ladrillos de arcilla usados en albañilería, Muestreo y Recepción.

**3.10.3 Procedimiento.-** Se ensayan los especímenes en series de 6 a 10 ladrillos separados en dos grupos de 3 ladrillos o 5 ladrillos, que se acondicionarán y ensayarán del modo siguiente:

**3.10.3.1** Se colocan los especímenes de canto dentro de una bandeja en grupos de ladrillos espaciados entre sí, con intervalos no menores de 5 cm.

**3.10.3.2** Se coloca en forma similar el otro grupo de especímenes dentro de la bandeja y se agrega agua destilada por los bordes del recipiente, asegurando que la profundidad del líquido sea aproximadamente 2,5 cm.

**3.10.3.3** Se llevan ambas series de especímenes en sus respectivas bandejas a la cámara de humedad y se mantienen durante 7 días.

**3.10.3.4** Se retiran ambos recipientes de la cámara al cabo del lapso indicado y se hace escurrir los especímenes. Se llevan ambas series de especímenes al horno dejándolas secar entre 110°C y 115°C durante 24 h.

**NOTA.-** Se vacía y se limpia los recipientes luego de cada prueba. Con un período de 72 horas de secado se preparan los especímenes para otros ensayos (compresión, módulo de rotura o absorción) que pueden ejecutarse posteriormente.

No se recomienda ensayar simultáneamente ladrillos de diferentes fuentes por la contaminación de sales entre ellos.

**3.10.4 Informe.-** Después de secar y enfriar los especímenes a la temperatura ambiente se reúnen formando

cada pareja original y se comparan entre sí, examinando principalmente el aspecto de las caras y de los vértices.

Si no hubieren diferencias apreciables a simple vista se clasifica cada espécimen como "Sin eflorescencia".

Si hay diferencias se observa los especímenes a una distancia de 3 m con una iluminación no menor de 150 lúmenes por metro. Si en estas condiciones no se aprecian diferencias, se clasifica el espécimen como "Ligeramente eflorescida" y si por el contrario, hay diferencias perceptibles, se clasificarán como "Eflorescida".

Se indica como eflorescencia del lote de ladrillos, el calificativo aplicado al espécimen.

#### **4. ANTECEDENTES**

- \* **4.1** Proyecto de investigación 3120  
"Investigación del ladrillo de arcilla fabricado en el Perú para la elaboración de la Norma Técnica Nacional".
- \* **4.2** Proyecto de Norma Técnica, resultado de la investigación.
- \* **4.3** ANSI/ASTM C 67-66 Standard methods of sampling and testing brick (Estados Unidos).
- \* **4.4** NF P 13-301-74 Briques creuses de terre cuite (Francia).
- \* **4.5** Nch 169.Of.73 Ladrillos cerámicos. Clasificación y Requisitos (Chile).
- \* **4.6** INEN 292-1977 Ladrillos cerámicos. Muestreo.
- \* **4.7** IRAM 12518/55 Ladrillos cerámicos comunes (Argentina).
- \* **4.8** IRAM 12532/60 Ladrillos cerámicos huecos (Argentina).
- \* **4.9** ABNT 648-75 Ladrillos cerámicos no esmaltados (Brasil).
- \* **4.10** ICONTEC 451 Ladrillos cerámicos (Colombia).
- \* **4.11** BSI 3921-74 Clay bricks and blocks.
- \* **4.12** SABS 589-1971 Hollow clay building blocks.
- \* **4.13** SABS 227-1970 Burn clay masonry units.

# 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</b> <b>NORMA TECNICA</b> <b>NACIONAL</b>	<b>ELEMENTOS DE ARCILLA COCIDA</b> <b>Ladrillos de Arcilla usados en Albañilería</b> <b>Requisitos</b>	<b>ITINTEC</b> <b>331.019</b> <b>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.

## **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

**2017-12-27**  
**2ª Edición**

R.D. N° 057-2017-INACAL/DN. Publicada el 2018-01-03

Precio basado en 34 páginas

I.C.S.: 81.080

**ESTA NORMA ES RECOMENDABLE**

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

© INACAL 2017

Todos los derechos son reservados. A menos que se especifique lo contrario, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada por cualquier medio, electrónico o mecánico, incluyendo fotocopia o publicándolo en el internet o intranet, sin permiso por escrito del INACAL.

INACAL

Calle Las Camelias 817, San Isidro

Lima - Perú

Tel.: +51 1 640-8820

[administracion@inacal.gob.pe](mailto:administracion@inacal.gob.pe)

[www.inacal.gob.pe](http://www.inacal.gob.pe)

## ÍNDICE

		<b>página</b>
	ÍNDICE	ii
	PRÓLOGO	iv
1	Objeto y campo de aplicación	1
2	Referencias normativas	1
3	Términos y definiciones	2
4	Muestreo	2
5	Preparación de especímenes	3
6	Módulo de rotura (ensayo de flexión)	4
7	Resistencia a la compresión	5
8	Absorción	8
9	Congelamiento y descongelamiento	11
10	Rapidez inicial de absorción (succión) – ensayo de laboratorio	14
11	Eflorescencia	18
12	Medida del tamaño	20
13	Medida del alabeo	21
14	Medida del cambio de longitud	23
15	Rapidez inicial de absorción (succión) – ensayo de campo	24
16	Medida del área de vacíos en unidades perforadas	28
17	Medida de descuadres	30
18	Módulo de rotura	32

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

## 1 Objeto y campo de aplicación

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

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

### 2.1 Normas Técnicas Peruanas

- |       |                  |   |
|-------|------------------|---|
| 2.1.1 | NTP 334.009:2016 | CEMENTOS. Cemento Pórtland. Requisitos                  |
| 2.1.2 | NTP 399.633:2017 | UNIDADES DE ALBAÑILERÍA.<br>Terminología y definiciones |

## 2.2 Norma técnica de asociación

- 2.2.1 ASTM E4 - 16 Práctica estándar para la verificación de la fuerza de máquinas de ensayo

## 3 Términos y definiciones

Para los propósitos de esta Norma Técnica Peruana se aplican las definiciones dadas en la NTP 399.633.

## 4 Muestreo

**4.1 Selección de los especímenes de ensayo:** 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.

### 4.2 Número de especímenes:

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

**4.3 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 unidad.

## 5 Preparación de especímenes

### 5.1 Secado y enfriamiento

5.1.1 **Secado:** Secar los especímenes en un horno ventilado de 105 °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 % del último peso previamente determinado del espécimen.

5.1.2 **Enfriamiento:** Después del secado se enfriarán los especímenes en una cámara a 24 °C ± 8 °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 no más de 2,8 °C de la temperatura de la cámara de enfriamiento. No se deberá usar especímenes muy calientes para cualquier ensayo que requiera unidades secas. Los especímenes deben permanecer en la cámara de secado, con las condiciones de humedad y temperatura indicadas, hasta que sean ensayados.

5.1.2.1 Un método alternativo permitido para enfriamiento de los especímenes es el siguiente: almacenar las unidades separadas, no apiladas, en un ambiente ventilado a temperatura de 24 °C ± 8 °C, con una humedad relativa entre 30 % y 70 %, por un periodo de 4 horas hasta que la temperatura de la superficie difiera en no más de 2,8 °C de la temperatura del ambiente, con una corriente de aire generada por un ventilador eléctrico, por un periodo no menor de 2 horas. Los especímenes deben permanecer en el ambiente ventilado, con las condiciones de temperatura y humedad indicadas, hasta que sean ensayados.

### 5.2 Determinación del peso

5.2.1 Pesar cinco especímenes enteros secos y enfriados (véase 5.1). La balanza a utilizar tendrá una capacidad no menor de 3000 g y una aproximación de 0,5 g.

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

NOTA 1: En los métodos de ensayo se indican requisitos adicionales de preparación de los especímenes, específicos para el ensayo.

## 6 Módulo de rotura (Ensayo de flexión)

**6.1 Especímenes de ensayo:** Las muestras de espécimen deben ser unidades enteras de tamaño que se hayan secado y enfriado. Se ensayarán cinco unidades enteras secas y enfriadas (véase 5.1).

### 6.2 Procedimiento

6.2.1 Apoyar el espécimen de ensayo en su mayor dimensión, salvo que se indique otra forma, de manera tal que la carga se aplique en la dirección del espesor de la unidad, sobre un tramo aproximadamente menor a la longitud de la unidad menos 25,4 mm y cargado en el centro del tramo. Si el espécimen tiene imperfecciones (desniveles o depresiones), se debe colocar de tal manera que éstas queden del lado de la compresión. Aplicar la carga en la superficie superior del espécimen a través de una plancha de acero de 6 mm de espesor y 40 mm de ancho, y de una longitud por lo menos igual al ancho del espécimen.

6.2.2 Los apoyos del espécimen de ensayo deberán estar libres para rotar en las direcciones longitudinales y transversales y ajustadas de manera tal que no ejerzan fuerza alguna en esas direcciones.

6.2.3 **Velocidad de ensayo:** La velocidad de carga no debe exceder los 8900 N/m. Se considera que se cumple con este requerimiento si la velocidad del cabezal móvil de la máquina de ensayos, inmediatamente antes de aplicarse la carga, no es mayor a 1,3 mm/ min

### 6.3 Cálculo e informe

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

$$S = 3W(l/2 - x)/bd^2 \quad (1)$$

Donde:

$S$	=	Módulo de rotura del espécimen en el plano de falla, Pa.
$W$	=	Máxima carga aplicada con la máquina de ensayo, N.
$l$	=	Distancia entre apoyos, mm.
$b$	=	Ancho neto (entre caras, restando 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 hasta el plano de falla, medida en la dirección entre apoyos, a lo largo de la línea central de la superficie sujeta a tracción, mm.

6.3.2 Calcular y reportar el promedio de los módulos de rotura de los especímenes ensayados, con aproximación a 0,01 MPa.

## 7 Resistencia a la compresión

### 7.1 Espécimen de ensayo

7.1.1 **Ladrillo:** Se ensayarán medias unidades secas y enfriadas (véase 5.1), con la altura y el ancho total de la unidad original, y longitud igual a la mitad de la longitud total de la unidad  $\pm 25$  mm. Si la capacidad de resistencia del espécimen excede la capacidad de la máquina, se debe ensayar piezas menores, con la altura y el ancho de la unidad original, longitud no menor a un cuarto de la longitud total de la unidad, y con un área bruta de sección transversal no menor de 90 cm<sup>2</sup>. Las unidades de ensayo se obtendrán por cualquier método de corte que produzca un espécimen con extremos aproximadamente planos y paralelos, sin astillas ni rajaduras. Se deben ensayar cinco especímenes.

7.1.2 Eventualmente se podrán utilizar unidades enteras, en cuyo caso se deberá efectuar la corrección en el valor promedio de la resistencia, mediante un coeficiente que responde a la correlación obtenida en investigaciones de laboratorio (véase el anexo A).

### 7.2 Refrentado del espécimen

7.2.1 Todos los especímenes deberán ser secados y enfriados (véase 5.1), antes de proceder al refrentado de los mismos.

7.2.2 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 Pórtland, NTP 334.009, y dos partes, en peso, de arena. 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. Refrentar los especímenes aplicando uno de los dos procedimientos descritos en los apartados 8.2.3 y 8.2.4.

**7.3 Refrentado con yeso:** Cubrir las dos caras opuestas de contacto del espécimen con goma laca y dejar secar completamente. Apoyar una de las superficies laqueadas del espécimen sobre una capa delgada de yeso calcinado (yeso hemihidrato), que ha sido esparcida sobre una placa no absorbente y aceitada, tal como vidrio o metal procesado. La placa para la superficie de refrentado debe ser plana, con tolerancia de 0,08 mm en 400 mm, suficientemente rígida y apoyada de tal manera que no tenga deformación detectable durante el proceso. Cubrir ligeramente con una capa de aceite u otro material apropiado. Repítase esta operación con la otra superficie laqueada. 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 refren 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 2: El yeso usado para refrentado es frecuentemente del tipo industrial de fraguado rápido.

**7.4 Refrentado con azufre:** Usar una mezcla que contenga de 40 % a 60 % de azufre, y el resto de tierra de arcilla refractaria u otro material inerte apropiado que pase el tamiz normalizado N° 100 (150  $\mu\text{m}$ ), con o sin plastificante. Los requerimientos para las placas de la superficie de refrentado deben ser como los descritos en 8.2.3. Colocar cuatro barras de acero cuadradas de 25 mm sobre la placa de superficie para formar un molde rectangular con dimensiones interiores 13 mm mayores a las dimensiones del espécimen. Calentar la mezcla de azufre en un recipiente termostáticamente controlado, hasta llegar a una temperatura suficiente para mantener la mezcla fluida por un periodo de tiempo razonable después del contacto con la superficie del espécimen a ser refrentada. Tener cuidado de prevenir el sobrecalentamiento, y revolver el líquido del recipiente justo antes de usarse. Llenar el molde hasta la profundidad de 6 mm con el material de azufre derretido. Colocar la superficie del espécimen a ser refrentado rápidamente en el líquido, y sostenerlo de tal manera que su eje vertical esté en ángulo recto respecto de la superficie de refrentado. El espesor de las cubiertas debe ser aproximadamente el mismo. Dejar el espécimen sin perturbar hasta que se complete la solidificación. Permitir que las cubiertas se enfríen durante un mínimo de dos horas antes de ensayar los especímenes.

### 7.3 Procedimiento

7.3.1 Ensayar los especímenes de ladrillo sobre su mayor dimensión (es decir, la carga deberá ser aplicada en la dirección perpendicular a la superficie de asiento del ladrillo). Centrar los especímenes debajo del apoyo esférico superior con un margen de 1.6 mm.

7.3.2 La máquina de ensayo debe satisfacer los requerimientos habituales de práctica que se especifican en la norma ASTM E4.

7.3.3 El apoyo superior debe ser un bloque metálico endurecido, asentado esféricamente y fijado firmemente en el centro del cabezal superior de la máquina (rótula). El centro de la esfera debe alinearse con el centro de la superficie del bloque en contacto con el espécimen. El bloque debe estar sostenida en su asentamiento esférico, pero teniendo la libertad de girar en cualquier dirección, y su perímetro debe tener por lo menos 6,35 mm libres desde el cabezal para permitir su uso con especímenes cuyas superficies de contacto no sean exactamente paralelas a la placa. El diámetro de la superficie de contacto debe ser al menos de 127 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 destinado a tener contacto con los especímenes deben tener una dureza no menor de 60 HRC (HB 620). 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 una superficie maquinada para ser plana con tolerancia de 0,03 mm, y con un espesor igual al menos a 1/3 de la distancia del extremo del apoyo esférico hasta la esquina más distante entre el bloque apoyado esféricamente y el espécimen refrentado.

7.3.4 **Velocidad de ensayo:** Aplicar la carga hasta la mitad de la máxima esperada, con cualquier velocidad adecuada. Después de ello, 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.

### 7.4 Cálculo y reporte

7.4.1 Calcúlese y repórtese la resistencia a la compresión de cada espécimen con la ecuación que se indica a continuación, debiendo darse los resultados con aproximación a 69 kPa:

$$C = W/A$$

Donde:

- $C$  = Resistencia a la compresión del espécimen, (kg/cm<sup>2</sup>) (o Pa.10<sup>4</sup>).  
 $W$  = Máxima carga indicada por la máquina de ensayo, kgf o N.  
 $A$  = Promedio del área bruta de las superficies de contacto superior e inferior del espécimen, cm<sup>2</sup>.

7.4.2 Calcular y reportar el promedio de la resistencia a la compresión determinado con aproximación a 69 kPa.

## 8 Absorción

**8.1 Exactitud del peso:** La balanza a utilizar deber tener una capacidad no menor a 2000 g y una aproximación de 0,5 g.

**8.2 Especímenes de ensayo:** El espécimen de ensayo consistirá en medias unidades, según los requerimientos indicados en 8.1.1. Se debe ensayar 5 especímenes.

### 8.3 Ensayo de sumersión de 5 y 24 horas

#### 8.3.1 Procedimiento

8.3.1.1 Secar y enfriar los especímenes de ensayo de acuerdo con lo indicado en 5.1, y pesar cada uno de ellos según se indica 5.2 .

8.3.1.2 **Saturación:** Sumergir el espécimen seco y enfriado, sin inmersión parcial previa, en agua limpia (potable, destilada o agua de lluvia) a temperatura de entre 15,5 °C a 30 °C durante el tiempo especificado. Retirar el espécimen, limpiar el agua superficial con un paño y pesarlo. Pesar todos los especímenes dentro de los cinco minutos siguientes luego de ser retirados del agua.

### 8.3.2 Cálculo e informe

8.3.2.1 Calcular y reportar la absorción de cada espécimen con la siguiente expresión, con una aproximación al 0,1 %:

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

Donde:

$W_d$  = Peso seco del espécimen.

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

8.3.2.2 Calcular y reportar el promedio de absorción de agua fría de todos los especímenes ensayados, con una aproximación a 0,1 %.

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

8.4.1 **Especimen de ensayo:** Los especímenes deben ser los mismos cinco utilizados en la ensayo de 5 horas y 24 horas de sumersión en agua fría, y se deben utilizar en el estado de saturación en que se encuentren luego de esa ensayo.

8.4.1.1 Secar y enfriar los especímenes de ensayo según lo indicado en 6.1 si se realiza el ensayo de absorción en agua caliente sin llevar a cabo previamente el ensayo de absorción en agua fría.

### 8.4.2 Procedimiento

8.4.2.1 Regresar al baño el espécimen utilizado en el ensayo de sumersión en agua fría, y someterlo al ensayo de sumersión en agua caliente descrito en 9.4.2.2.

8.4.2.2 Sumergir el espécimen en agua limpia (potable, agua destilada o agua de lluvia), a una temperatura entre 15,5 °C y 30,0 °C, de tal manera que el agua circule libremente en todo el espécimen. Calentar hasta el punto de ebullición por una hora, hervir continuamente durante el tiempo especificado, y luego enfriar a una temperatura entre 15,5 °C y 30 °C por pérdida natural de calor. Retirar el espécimen, limpiar el agua superficial con un paño húmedo y pesarlo. Pesar todos los especímenes dentro de los 5 minutos después de retirarlos del agua.

8.4.2.3 Si el tanque está equipado con un vertedero y el agua pasa continuamente a través del depósito, a una temperatura entre 15,5 °C y 30 °C, de tal manera que una circulación completa del agua no toma más de dos minutos, pesar los especímenes después de una hora.

### 8.4.3 Cálculo y reporte

8.4.3.1 Calcular y reportar la absorción en agua caliente de cada espécimen con la expresión que se indica a continuación, con una 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.

8.4.3.2 Calcular y reportar el promedio de la absorción en agua caliente de todos los especímenes ensayados con una aproximación de 0,1 %.

### 8.5 Coeficiente de saturación

8.5.1 Calcular y reportar el coeficiente de saturación de cada espécimen con la expresión que se indica a continuación, con una aproximación a 0,01:

$$\text{Coeficiente de saturación} = \frac{W_s^{24} - W_d}{W_b^5 - W_d}$$

Donde:

$W_d$  = Peso seco del espécimen.

$W_s^{24}$  = Peso del espécimen saturado después de 24 horas de sumersión en agua fría.

$W_b^5$  = Peso del espécimen saturado después de 5 horas de sumersión en agua caliente.

8.5.2 Calcular y reportar el promedio del coeficiente de saturación de todos los especímenes ensayados con una aproximación de 0,01 %.

## 9 Congelamiento y descongelamiento

### 9.1 Equipos

9.1.1 **Compresora, cámara congeladora y circulador:** De un diseño y capacidad tal que la temperatura del aire en la cámara de congelamiento no excederá los  $-9\text{ }^{\circ}\text{C}$  después de una hora de haber introducido la máxima carga de ladrillos, inicialmente a una temperatura no mayor de  $32\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

9.1.2 **Bandejas y recipientes:** De metal, no muy hondos, con una profundidad de  $38,1\text{ mm} \pm 12,7\text{ mm}$  y resistencia y tamaño adecuados, de tal modo que, conteniendo los especímenes, la bandeja pueda ser transportada por un operador.

9.1.3 **Balanza:** Con una capacidad no menor de 2000 g y una aproximación de al menos 0,5 g.

9.1.4 **Horno de secado:** Que proporcione libre circulación de aire, y que sea capaz de mantener una temperatura entre  $105\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $115\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

9.1.5 **Tanque de descongelamiento:** De dimensiones tales que permitan la inmersión completa de los especímenes en sus bandejas. Deben tomarse las medidas necesarias para que el agua en el tanque se mantenga a una temperatura de  $24\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

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

9.2 **Especímenes de ensayo:** Los especímenes deben ser de media unidad de ladrillos con caras en lo posible planas y paralelas. Si es necesario, pulir las caras de los especímenes con una sierra de albañilería. Los especímenes deberán estar libres de roturas o defectos visualmente observables, que sean resultado de los ensayos de flexión o de absorción. Adicionalmente, retirar cualquier partícula suelta de la superficie o de las perforaciones, ya sea arena o fragmentos del borde. Ensayar cinco especímenes.

### 9.3 Procedimiento

9.3.1 Secar y enfriar los especímenes de ensayo de acuerdo con lo indicado en el apartado 6.1. Pesar y registrar el peso seco de cada uno según se indica en el apartado 6.2.

9.3.2 Examinar cuidadosamente cada espécimen para determinar si hay presencia de rajaduras. Una rajadura se define como una fisura o una separación visible por una persona con visión normal a una distancia de 30 cm bajo una iluminación de no menos de 50 fc. Marcar cada rajadura con tinta indeleble en toda su longitud.

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

9.3.4 Retirar los especímenes del tanque de descongelamiento y colocarlos en la bandeja de congelamiento con una de sus caras de menor área hacia abajo (Nota 3). Un espacio de al menos 13 mm deberá separar a los especímenes en la bandeja. Poner suficiente agua en la bandeja de tal manera que cada espécimen tenga por lo menos 13 mm de altura de agua, y luego colocar las bandejas con los especímenes en la cámara de congelamiento durante  $20\text{ h} \pm 1\text{ h}$ .

NOTA 3: La dimensión de algunos ladrillos podría no dejar que los especímenes se mantengan parados sin apoyo en su cara de menor área. En dicho caso, bastará con cualquier repisa o soporte que logre la separación de 13 mm entre especímenes, y que estos se mantengan parados en una profundidad de 13 mm de agua.

9.3.5 Retirar las bandejas del congelador después de  $20 \text{ h} \pm 1 \text{ h}$  y sumergirlas totalmente, incluyendo los especímenes, en el tanque de descongelamiento por  $4 \text{ h} \pm 0,5 \text{ h}$ .

9.3.6 Realizar lo indicado en el apartado 10.3.4, un ciclo cada día, durante una semana de trabajo. Luego del tiempo de  $4 \text{ h} \pm 0,5 \text{ h}$  del ciclo de congelamiento-descongelamiento en un día normal de trabajo, retirar los especímenes de las bandejas y almacenarlos en el cuarto de secado durante  $44 \text{ h} \pm 1 \text{ h}$ . No apilar o amontonar los especímenes. Proveer de un espaciado de al menos 25,4 mm entre ellos. 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 durante una semana de trabajo, de acuerdo al procedimiento indicado en 10.3.4 y 10.3.5. Si la semana normal de trabajo de cinco días es interrumpida, poner los especímenes dentro del ciclo de secado, pudiendo extenderse el tiempo de secado de  $44 \text{ h} \pm 1 \text{ h}$  más allá de lo establecido en esta sección.

9.3.7 Continuar alternadamente el secado e inmersión en agua durante  $4 \text{ h} \pm 0,5 \text{ h}$ , luego de los cinco ciclos de congelamiento y descongelamiento, o el número de ciclos necesarios para completar una semana normal de trabajo, hasta completar 50 ciclos de congelamiento y descongelamiento. Detener la ejecución del ensayo si el espécimen se ha quebrado, como se define en 10.4.3, 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.

## 9.4 Cálculo, análisis, apreciación e informe

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

9.4.2 **Análisis:** Volver a examinar la superficie del espécimen para detectar rajaduras (véase 9.3.2) y registrar la presencia de nuevas grietas desarrolladas durante el procedimiento del ensayo de congelamiento y descongelamiento. Medir y registrar la longitud de las nuevas grietas. Examinar si el espécimen muestra desintegración durante el procedimiento de congelamiento y descongelamiento.

9.4.3 **Apreciación:** Se considera que un espécimen ha fallado en el ensayo de congelamiento y descongelamiento si ocurre alguna de las siguientes circunstancias:

9.4.3.1 **Rotura y pérdida de peso:** Una separación o desintegración que resulta en una pérdida de peso mayor a la permitida en las especificaciones para una apropiada clasificación de la unidad.

9.4.3.2 **Fractura:** El espécimen se ha quebrado en varias fracciones.

9.4.3.3 **Agrietamiento:** Un espécimen desarrolla una rajadura durante el procedimiento de congelamiento y descongelamiento que excede la longitud permitida a la señalada en la especificación para una apropiada clasificación de la unidad.

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

10.4.4 El reporte debe indicar si la muestra falló o pasó el ensayo. En el caso de cualquier falla, debe incluirse la apreciación y la razón de su clasificación como falla, así como el número de ciclo en que ésta se produjo.

## 10 Rapidez inicial de absorción (succión) – ensayo de laboratorio

### 10.1 Equipos

10.1.1 **Bandejas o recipientes:** Las bandejas y recipientes para agua tendrán una profundidad no menor de 13 mm, y ser de un largo y ancho tales que la superficie de agua no sea menor de 2000 cm<sup>2</sup>. La base de la bandeja deberá ser plana cuando está apoyada apropiadamente, de tal manera que un área de no menos de 200 mm de largo y 150 mm de ancho esté nivelada cuando se ensaye con nivel de burbuja.

10.1.2 **Soportes para ladrillos:** Se usarán dos barras de acero no corrosibles, de entre 125 mm y 150 mm de longitud, de secciones transversales triangulares, semicirculares o rectangulares tales que el espesor sea aproximadamente de 6 mm. El espesor de las dos barras debe estar dentro de los 0,03 mm y, si las barras tienen sección transversal rectangular, su ancho no excederá de 8 mm.

10.1.3 **Dispositivos para mantener el nivel de agua constante:** Medios adecuados para controlar que el nivel de agua esté sobre la superficie superior de los apoyos del ladrillo dentro de los 0,25 mm (véase la Nota 4), lo que incluye los dispositivos para agregar el agua a la bandeja con la rapidez correspondiente a la velocidad de remoción por el ladrillo que está siendo ensayado (véase la Nota 5). Un método adecuado para controlar el agua que se agrega, consiste en utilizar un ladrillo o medio ladrillo de referencia, cuyo desplazamiento de 3 mm de agua corresponda al ladrillo o medio ladrillo a ser ensayado dentro de  $\pm 2,5 \%$ . Sumergir completamente el ladrillo de referencia durante no más de tres horas antes de su uso.

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 dos puntos; uno de ellos debe ser de 3 mm - 0,25 mm y el otro de 3,18 mm + 0,25 mm sobre la superficie superior o el borde de la barra. Esta precisión es posible con el uso de placas de fondo o de un microscopio micrómetro. Cuando el nivel de agua con respecto de la superficie superior o el borde de la barra se ajusta de modo que el punto más bajo crea burbujas en la superficie del agua al ser vista con reflectores de luz, y el punto más alto no está en contacto con el agua, entonces el nivel de agua está dentro de los límites especificados. Cualquier otro método adecuado para fijar y mantener una profundidad constante de inmersión puede ser usado siempre y cuando se obtenga 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 que va desde un sifón o una alimentación por gravedad, y que es cerrado por un clip de resorte, funcionará como un control manual adecuado. Los dispositivos de poco costo, como regla, carecen de sensibilidad y no operan en base a los pequeños cambios del nivel del agua permitido en este ensayo.

10.1.4 **Balanza:** Con una capacidad no menor a 3000 g y una aproximación a 0,5 g.

10.1.5 **Horno de secado:** Conforme a los requerimientos indicados en el apartado 9.1.4.

10.1.6 **Dispositivo de sincronización:** Un dispositivo adecuado, preferiblemente un reloj o un cronómetro, el cual indicará un tiempo de un minuto con una aproximación a 1 s.

**10.2**            **Espécimen de ensayo:** Se deben ensayar cinco ladrillos enteros.

**10.3**            **Procedimiento**

10.3.1           El período inicial de absorción debe determinarse mediante el ensayo especificado, ya sea por secado al horno o secado al aire. Si no se especifica, el tiempo inicial de absorción deber determinarse por un ensayo de secado al horno. Secar y enfriar los especímenes de ensayo de acuerdo a los procedimientos indicados en los apartados 10.3.1.1 u 10.3.1.2. Completar el procedimiento de ensayo en concordancia con los apartados 10.3.2, 10.3.3 y 10.3.4.

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

10.3.1.1        **Procedimiento de secado al horno:** Secar y enfriar los especímenes de ensayo según lo indicado en el apartado 6.1.

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

10.3.2           Medir con una aproximación a 1,3 mm la longitud y el ancho de la superficie plana del espécimen de ensayo en el caso de unidades rectangulares, o bien 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 a 0,5 g.

10.3.3           Ajustar la posición de la bandeja de la ensayo de absorción de tal manera que el fondo de la misma esté nivelado cuando se ensaye, comprobado con nivel de burbuja, y fijar el ladrillo referencial saturado encima de los soportes (10.1.3). Agregar agua hasta que el nivel de la misma sea de  $3,18\text{ mm} \pm 0,25\text{ mm}$  sobre los soportes.

10.3.4 Cuando el espécimen de referencia sea retirado, colocar el ladrillo de ensayo en una superficie plana, contando como tiempo cero el momento en que el ladrillo haga contacto con el agua. Durante el periodo de contacto,  $1 \text{ min} \pm 1 \text{ s}$ , se mantendrá el nivel de agua dentro de los límites prescritos agregando agua si se requiere. Al final del tiempo de  $1 \text{ min} \pm 1 \text{ s}$ , retirar el espécimen, secar el agua superficial con un paño húmedo, y volver a pesarlo con aproximación a 0,5 g. El secado del agua superficial se debe hacer 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 coloque los ladrillos con cavidades o depresiones en una superficie plana con la cavidad o depresión hacia arriba. Los ladrillos moldeados colocarlos con la cara rugosa hacia abajo.

## 10.4 Cálculo e informe

10.4.1 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) de la superficie plana no difiere en 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, denominándolo como el índice inicial de absorción en un minuto.

10.4.2 Si el área del espécimen difiere en más de  $\pm 2,5 \%$  de  $200 \text{ cm}^2$ , calcular el peso equivalente a  $200 \text{ cm}^2$ , 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.

10.4.3 Reportar la diferencia de pesos corregida,  $X$ , de cada espécimen con aproximación a 0,1 g, y con la absorción inicial en 1 min.

10.4.4 Si el espécimen de ensayo 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, con aproximación a 0,1 g, con la velocidad inicial de absorción en 1 min.

10.4.5 Si el espécimen no es prismático, calcular el área neta mediante el método geométrico adecuado y sustituir LB en la ecuación dada en 11.4.2.

10.5 Calcular y reportar el promedio de la absorción inicial de todos los especímenes ensayados, con aproximación a 0,1 g/min/200 cm<sup>2</sup>.

10.6 Incluir en el informe si para secar los especímenes se utilizó el horno de secado (en concordancia con lo indicado en 10.3.1.1) o secado al aire (en concordancia con lo indicado en el apartado 10.3.1.2).

## 11 Eflorescencia

### 11.1 Aparatos

11.1.1 **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 deben ser de dimensiones tal que proporcione no menos de 25,4 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.

11.1.2 **Cámara de secado:** De acuerdo con los requisitos estipulados en el apartado 10.1.6.

11.1.3 **Horno de secado:** Conforme con lo estipulado en el apartado 10.1.4.

11.1.4        **Escobilla:** una escobilla de cerdas suaves.

## 11.2        **Especímenes de ensayo**

11.2.1        Los especímenes deben de consistir de en diez ladrillos enteros.

11.2.2        Los diez especímenes se distribuirán en cinco pares, de tal manera que los especímenes de cada par tengan la misma apariencia tanto como sea posible.

**11.3        Preparación de los especímenes:** Remover con una escobilla todo polvo que esté adherido y que puede ser erróneamente considerado como eflorescencia. Secar los especímenes y enfriarlos como se prescribe en el apartado 6.1.

## 11.4        **Procedimiento**

11.4.1        Colocar un espécimen de cada uno de los cinco pares, con un extremo parcialmente sumergido en agua destilada en aproximadamente 25,4 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 50,8 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.

11.4.2        Almacenar el segundo espécimen de cada uno de los cinco pares en el cuarto de secado, sin contacto con el agua.

11.4.3        Al terminar los siete días inspeccionar el primer conjunto de especímenes y luego secar ambos conjuntos en el horno de secado por 24 horas.

**11.5 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 Medida del tamaño

**12.1 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.

**12.2 Procedimiento:** Medir diez unidades enteras y secas. Estas unidades deben ser representativas de cada lote, y deben incluir 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).

**12.3 Medidas individuales ancho, longitud y altura:** Medir el ancho y largo 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.

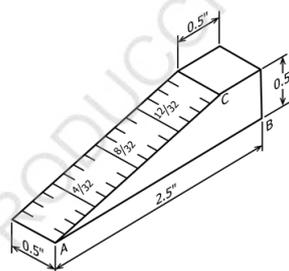
**12.4** Reportar el promedio del ancho, largo y alto de cada espécimen ensayado, con aproximación a 1 mm.

## 13 Medida del alabeo

### 13.1 Aparatos

#### 13.1.1 Varilla de acero con borde recto.

13.1.2 **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 y 12,5 mm de espesor en un extremo, el que va reduciéndose a partir de una línea a 12,5 mm de ese extremo, hasta llegar a cero en el otro extremo. La cuña debe estar graduada y numerada en divisiones de 1 mm para mostrar su espesor entre la base AB y el plano inclinado AC. Véase la Figura 1.



Dimensiones en mm

**FIGURA 1 – Cuña para medir el alabeo**

13.1.3 **Superficie plana,** de acero o vidrio, no menor de 300 mm x 300 mm y planitud dentro del rango de 0,025 mm.

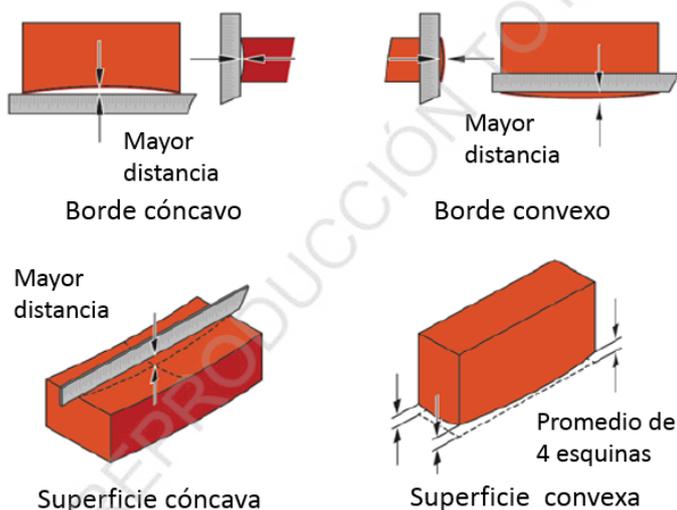
13.1.4 **Escobilla:** Una escobilla de cerdas suaves.

**13.2 Especímenes:** Usar como especímenes diez unidades seleccionadas para determinar el tamaño.

**14.3 Preparación de los especímenes:** Los especímenes se ensayarán tal cual se los recibe. Únicamente se eliminará con una escobilla el polvo adherido a las superficies.

## 13.4 Procedimiento

13.4.1 **Superficies cóncavas:** En los casos en que la distorsión a ser medida corresponda a una superficie cóncava, colocar la varilla de borde recto longitudinal o diagonalmente a lo largo de la superficie a ser medida, adoptándose la ubicación que se desvíe en mayor medida de una línea recta. Escoger la distancia mayor desde la superficie del espécimen hasta la varilla de borde recto. Usando la regla de acero o la cuña, medir esta distancia con aproximación a 1 mm, y registrarla como la distorsión cóncava de la superficie. Véase la Figura 2.



**FIGURA 2 – Medidas del alabeo**

13.4.2 **Bordes cóncavos:** Cuando la distorsión a ser medida es la de un borde cóncavo, colocar la varilla de borde recto entre los extremos del borde cóncavo a ser medido. Seleccionar la mayor distancia desde el borde del espécimen hasta la varilla con borde recto. Usando la regla de acero o la cuña, medir esta distancia con aproximación a 1 mm, y registrarla como la distorsión cóncava del borde.

13.4.3 **Superficies convexas:** Cuando 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 plana. Usando la regla de acero o la cuña, medir la distancia con aproximación a 1 mm de cada una de las cuatro esquinas desde la superficie plana. Registrar el promedio de las cuatro medidas como la distorsión convexa del espécimen.

13.4.4 **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 mayor distancia entre el borde del espécimen y la varilla. Usando la regla de acero o la cuña, medir esta distancia con una aproximación a 1 mm y registrarla como la distorsión convexa del borde.

13.5 **Informe:** Reportar todas las medidas de distorsión de cada espécimen ensayado con aproximación a 1 mm.

## 14 Medida del cambio de longitud

14.1 **Aparatos:** Para medir la longitud del espécimen se usará un micrómetro u otro dispositivo de medida apropiado, graduado para leer incrementos de 0,001 mm, y fijado sobre un apoyo adecuado para sostener el espécimen de tal manera que se puedan obtener resultados reproducibles. Deben tomarse provisiones 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 deben tener una depresión cónica que acepte una bola de acero de 6,35 mm. Se debe proporcionar un instrumento de referencia adecuado para verificar el dispositivo de medida.

14.2 **Preparación del espécimen:** Retirar los extremos de los especímenes con texturas profundas hasta llegar al fondo de ellas, con cortes perpendiculares a la longitud del espécimen y paralelos entre sí. Perforar en cada extremo del espécimen con un perforador carbonado de 6,35mm. Perforar en la intersección de las dos diagonales de la respectiva cara. Colocar bolas 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.

14.3 **Procedimiento:** Marcar el espécimen para su identificación y medirlo con aproximación a 0,001 mm en un ambiente controlado, hacer las medidas subsecuentes en el mismo ambiente controlado, a  $\pm 1$  °C y  $\pm 5$  % de humedad relativa. Registrar la temperatura y la humedad relativa. Colocar una marca referencial al espécimen para su orientación en el dispositivo de medida. Verificar el dispositivo de medida con respecto al instrumento de referencia antes de cada serie de mediciones.

**14.4 Reportar:** Cuando se haya ensayado más de un espécimen, calcular y reportar el promedio del cambio de longitud de todos los especímenes ensayados, con aproximación de 0,001 mm. El reporte debe incluir todos los registros individuales, así como el registro de la temperatura y la humedad relativa del laboratorio.

## 15 Rapidez inicial de absorción (Succión) – Ensayo de campo

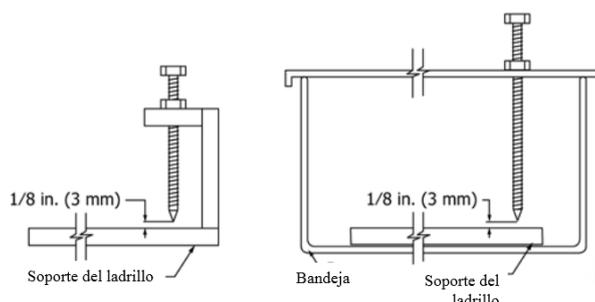
**15.1 Alcances:** Este método de ensayo está orientado a servir como un medio volumétrico para la determinación del cambio inicial de absorción (IRA) de cualquier tamaño de ladrillo cuando la determinación por peso, descrita en el capítulo 11 de esta NTP, no es viable. Este método de ensayo se aplica para evaluar la necesidad de humedecer el ladrillo. 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 descrito en el capítulo 11, el cual requiere secar los especímenes.

### 15.2 Aparatos

**15.2.1 Bandeja de ensayo de absorción:** Una bandeja rectangular, impermeable, construida de material no corrosible, con una base rígida y plana, y una profundidad interna de aproximadamente 38,1 mm. El largo y el ancho interior de la bandeja debe exceder el largo y el ancho del ladrillo ensayado por un mínimo de 76,2 mm, pero no más de 127,0 mm.

**15.2.2 Soportes para el ladrillo:** Dos barras rectangulares no corrosibles, de 6,4 mm de altura y ancho, y con una longitud igual al ancho interno de la bandeja menos 25,4 mm. Los soportes para el ladrillo se deben colocar en la base de la bandeja justo antes del ensayo, o bien deben fijarse permanentemente en dicha base. El espacio entre los soportes debe ser del orden de 101,6 mm menos que la longitud del ladrillo ensayado. Debe anexarse de forma permanente un dispositivo que indique el nivel de agua requerido en el extremo de los apoyos para el ladrillo, o bien debe suspenderse desde la parte superior de la bandeja. Véase la Figura 3 (a) y (b). Cualquier otro 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 3.

**15.2.3 Dispositivo de tiempo:** Un dispositivo adecuado que indique el tiempo de 1 minuto con aproximación de 1 segundo.



**FIGURA 3 – Indicadores del nivel de agua**

15.2.4 **Botella deformable:** Una botella de plástico deformable, con una capacidad de 100 ml.

15.2.5 **Un cilindro graduado:** Un cilindro graduado de medición, de plástico o vidrio, con capacidad de 100 ml.

### 15.3 Especímenes de ensayo

Seleccionar seis ladrillos enteros, de acuerdo a lo indicado en el apartado 5.1.

### 15.4 Procedimiento

15.4.1 Sumergir completamente un espécimen de ladrillo en un contenedor con agua durante dos horas.

15.4.2 Medir con aproximación de 1.6 mm el largo y el ancho de los cinco especímenes remanentes en la superficie que estará en contacto con el agua. Si los especímenes de ensayo son perforados, determinar el área de las perforaciones en la misma superficie.

15.4.3 Prehumedecer y dejar secar la bandeja de absorción, y colocarla sobre una superficie plana y nivelada.

15.4.4 Retirar el espécimen prehumedecido del contenedor, removiendo el agua de la superficie y colocarlo sobre los apoyos para ladrillo de la bandeja. Agregar el agua en la bandeja hasta que alcance un nivel de 3 mm sobre los apoyos para ladrillo. (En el caso de estar usándose un indicador de punta del nivel de agua, verter agua en la bandeja hasta que el agua haga un contacto mínimo). Retirar el ladrillo prehumedecido e inclinarlo suficientemente de manera que una de las esquinas sirva como punto de goteo del agua que escurra de su superficie para retornar a la bandeja. Sacudir ligeramente el ladrillo para hacer que caiga la última gota. Colocar el ladrillo prehumedecido nuevamente en el contenedor de agua.

15.4.5 Utilizando el cilindro graduado llenar la botella deformable con exactamente 100 ml de agua.

15.4.6 Colocar el primer espécimen de ensayo cuadrándolo sobre los apoyos para ladrillo, y contando como tiempo cero el momento en 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 escurra de su superficie para retornar a la bandeja. Sacudir ligeramente el ladrillo para hacer que caiga la última gota.

15.4.6.1 Continuar colocando los especímenes de ensayo remanentes dentro de la bandeja de la misma manera, hasta que los cinco especímenes hayan sido ensayados. Durante el ensayo agregar agua a la bandeja, utilizando la botella deformable, para mantener el nivel de agua aproximadamente constante a 3 mm de profundidad. Volver a llenar la botella deformable con 100 ml de agua cuando esté vacía, registrando cada llenada.

15.4.6.2 Después de que el último espécimen haya sido ensayado, colocar el ladrillo prehumedecido nuevamente en la bandeja, restaurando el nivel original 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 entrapado de aire bajo su superficie. Si el ladrillo es moldeado, ensayar con la cara rugosa hacia abajo.

15.4.7 Utilizando el cilindro graduado medir el volumen de agua remanente en la botella deformable.

## 15.5 Cálculo y reporte

15.5.1 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 cinco 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.

15.5.2 Cuando el promedio del área de la superficie neta en contacto con el agua de un espécimen individual (suma de áreas de superficie neta dividida entre el número de especímenes) difiera 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 cinco (número de especímenes de ensayo).

$$IRA(Field) = \frac{V_t}{5}$$

15.5.3 Cuando el promedio de la superficie neta en contacto con el agua difiera 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:

- $V_c$  : 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,  $\text{cm}^2$ .

15.5.4 **Informe:** Reportar el volumen corregido ( $V_c$ ) como el IRA (campo) en g/min/195 cm<sup>2</sup>.

## 16 Medidas del área de vacíos en unidades perforadas

### 16.1 Aparatos

16.1.1 **Regla de acero o calibradores:** Según lo dispuesto en el apartado 14.1.

16.1.2 **Cilindro graduado:** Un cilindro de vidrio con capacidad de 500 ml.

16.1.3 **Papel:** Una hoja de papel con superficie lisa y dura de no menos de 610 mm x 610 mm.

16.1.4 **Arena:** 500 ml de arena limpia y seca.

16.1.5 **Varilla de acero con borde recto.**

16.1.6 **Superficie plana:** Una superficie limpia, seca, plana, lisa y nivelada.

16.1.7 **Escobilla:** Una escobilla de cerdas suaves.

16.1.8 **Felpudo de neopreno:** Una esponja de neopreno celulada de 610 mm x 610 mm y 6,4 mm de espesor.

16.1.9 **Balanza:** Véase el apartado 10.1.4.

16.2 **Especímenes de ensayo:** Se usará una muestra de diez unidades seleccionada según lo descrito para la determinación del tamaño. (Pueden utilizarse las mismas muestras tomadas para la determinación del tamaño).

16.3           **Preparación de las muestras:** Ensayar los especímenes tal cual se reciben. Únicamente se eliminará con la escobilla cualquier partícula adherida a las superficies.

#### 16.4           **Procedimiento**

16.4.1           Medir y registrar la longitud, el ancho y la altura del espécimen tal como se describe en el procedimiento para la determinación del tamaño.

16.4.2           Sobre la superficie plana apoyar la esponja de neopreno y sobre ella extender la hoja de papel. Sobre el papel colocar el espécimen a ser ensayado (las perforaciones en dirección vertical).

16.4.3           Rellenar las perforaciones con arena, permitiendo que ésta caiga libremente. No forzar la arena dentro de las perforaciones. Utilizando la varilla de acero con borde recto nivelar la arena de las perforaciones con la parte superior del espécimen. Con la escobilla remover todo exceso de arena de la parte superior del espécimen y de la hoja de papel.

16.4.4           Levantar el espécimen de manera de permitir que la arena de las perforaciones caiga sobre las hojas de papel.

16.4.5           Transferir la arena de la hoja de papel a la balanza, pesando y registrando con aproximación de 0,5 g.

16.4.6           Con una porción separada de arena, llenar un cilindro de 500 ml hasta la graduación de 500 ml, permitiendo 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.

#### 16.5           **Cálculo e informe**

16.5.1           Determinar el volumen de arena contenido en el espécimen de ensayo como se indica:

$$V_s = \frac{500ml}{S_c} \times S_u$$

Donde:

- $V_s$  : Volumen de arena contenida en el espécimen de ensayo.  
 $S_c$  : Peso de 500 ml de arena contenida en el cilindro graduado, g.  
 $S_u$  : Peso de la arena contenido en el espécimen de ensayo, g.

16.5.2 Determinar el porcentaje de vacíos como se indica:

$$\% \text{Área vacíos} = \frac{V_s}{V_u} \times \frac{1}{16,4} \times 100$$

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<sup>3</sup>.

16.5.3 Reportar los resultados de la ecuación dada en 18.5.2 para cada espécimen como el porcentaje de área de vacíos, con una aproximación a 1 %.

## 17 Medidas de descuadres

### 17.1 Aparatos

17.1.1 **Regla de acero o calibrador:** Según se describe en el apartado 14.1.

17.1.2 **Escuadra de carpintero de acero.**

17.2 **Especímenes de ensayo:** Se utilizará una muestra de diez especímenes seleccionada según lo descrito para la determinación del tamaño (véase el apartado 13.2). (Pueden utilizarse las mismas muestras tomadas para la determinación del tamaño, en el estado en que han sido recibidas).

### 17.3 Procedimiento

17.3.1 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 6,4 mm de ella. Véase la Figura 5.

17.3.2 Medir la desviación del ángulo de 90° en cada esquina de la cara expuesta del espécimen. Registrar la medida con aproximación de 1,0 mm para cada esquina. Véase la Figura 4.

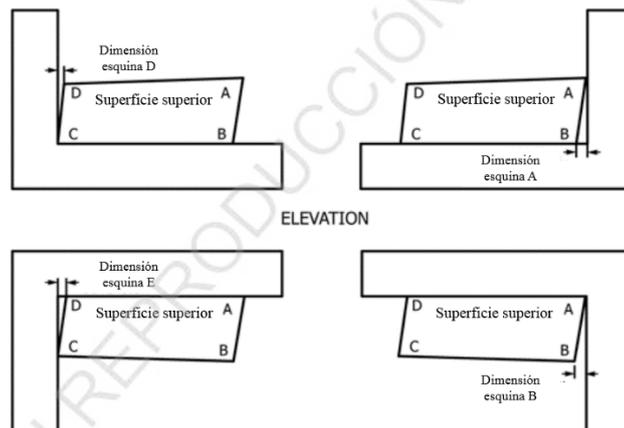


FIGURA 4 – Medida de descuadres

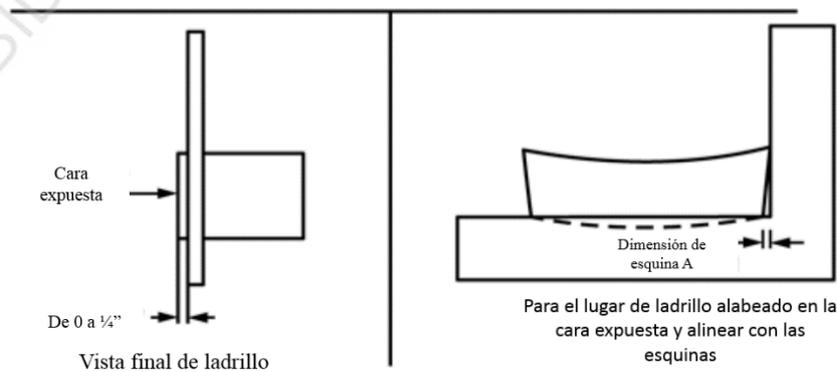


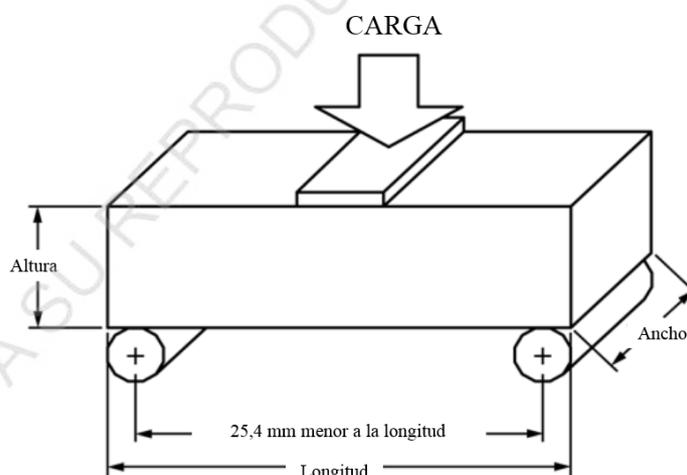
FIGURA 5 – Ubicación de la escuadra

## 18 Módulo de rotura

**18.1 Especímenes de ensayo:** Los especímenes de ensayo consistirán de unidades enteras que han sido secadas y enfriadas (véase 5.1). Se deben ensayar cinco especímenes.

### 18.2 Procedimiento

18.2.1 A menos que se especifique y se informe de otra manera, apoyar el espécimen de ensayo sobre su base (es decir, aplicar la carga en dirección de la altura del espécimen). La carga debe colocarse en el centro del tramo, con aproximación de 2 mm de dicho centro. Si el espécimen tiene cavidades o depresiones, colocarlo de manera tal que las cavidades o depresiones estén en la cara inferior. Los apoyos para el espécimen serán barras de acero sólido de  $25,4 \text{ mm} \pm 10 \text{ mm}$  de diámetro, colocadas a  $12,7 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$  de distancia de cada extremo. La longitud de cada apoyo será por lo menos igual al ancho del espécimen. Véase la Figura 6.



**FIGURA 6 - Aplicación de la carga**

18.2.2 Aplicar la carga sobre la superficie superior del espécimen a través de una plancha de soporte de acero de 6,4 mm de espesor y 38,1 mm de ancho y con una longitud por lo menos igual al ancho del espécimen.

18.2.3 **Velocidad de ensayo:** La velocidad de carga no debe exceder los 8 896 N/min. Se considera que se cumple con este requerimiento si la velocidad del cabezal móvil de la máquina de ensayos, inmediatamente antes de aplicarse la carga, no es mayor a 1,27 mm/ min.

### 18.3 Informe

18.3.1 Registrar las dimensiones del espécimen y la longitud del tramo de carga.

18.3.2 Registrar la carga de rotura transversal  $P$  para cada espécimen con aproximación a 1 N.

18.3.3 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.

## 19 Antecedente

ASTM C67 - 17

Standard Test Methods for Sampling and Testing Brick and Structural Clay Tile

## ANEXO A (INFORMATIVO)

### Coefficiente de relación entre la resistencia a la compresión de unidades de albañilería enteras y medias unidades

De acuerdo a resultados de investigaciones experimentales realizadas en el Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de la Pontificia Universidad Católica del Perú, a partir de unidades provenientes de diversas fábricas ubicadas en el área de Lima Metropolitana, se corregirá la resistencia a la compresión obtenida del ensayo en unidades enteras mediante la siguiente relación:

$$R_{ue} = 0,92 \times R_{mu}$$

Donde:

$R_{ue}$  = resistencia a la compresión en unidad entera.

$R_{mu}$  = resistencia a la compresión en media unidad.