

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“LOS EFECTOS DE LA ADICIÓN DEL CARBONATO DE CALCIO EN EL MEJORAMIENTO DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS LADRILLOS ARTESANALES DEL DISTRITO DE CHILCA, AÑO 2018”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autores:

Br. Jyshenda Jaqueline Meza Huaman

Br. Mario Esly Wu Vega

Asesor:

Mg. Ing. Jorge Luis Canta Honores

Lima – Perú

2018



## **DEDICATORIA**

Esta TESIS está dedicado primero a Dios por iluminarnos en nuestro camino universitario y profesional. A nuestras familias por su apoyo incondicional durante este proceso de preparación académica.

Los autores

## AGRADECIMIENTO

Agradecemos a cada uno de nuestros  
Padres de familia por siempre forjarnos con  
todos los valores y conocimientos para ser  
grandes profesionales de bien, a nuestro asesor  
Mg. Ing. Jorge Canta por estar  
siempre asesorándonos y brindando todo su apoyo en la  
realización de este trabajo de  
investigación

## TABLA DE CONTENIDO

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>TABLA DE CONTENIDO .....</b>	<b>4</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>9</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>13</b>
<b>ÍNDICE DE IMAGEN .....</b>	<b>14</b>
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES.....</b>	<b>16</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS .....</b>	<b>17</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS .....</b>	<b>18</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>19</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>20</b>
<b>1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA .....</b>	<b>20</b>
<b>1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>25</b>
<b>1.3. OBJETIVOS.....</b>	<b>25</b>
1.3.1. OBJETIVO GENERAL .....	25
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	25
<b>1.4. HIPÓTESIS .....</b>	<b>26</b>
1.4.1. HIPÓTESIS GENERAL .....	26
1.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS .....	26
<b>1.5. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>26</b>
1.5.1. MARCO HISTÓRICO.....	26

1.5.2. INVESTIGACIONES ANTECEDENTES RELACIONADAS CON EL TEMA .....	30
1.5.3. ESTRUCTURA TEÓRICA Y CIENTÍFICA DEL ESTUDIO .....	48
1.5.3.1. Ladrillo.....	48
1.5.3.2. Ladrillos Artesanales.....	48
1.5.3.3. Componentes del Ladrillo Artesanal .....	49
1.5.3.4. La Arcilla .....	50
1.5.3.5. Composición De La Arcilla.....	50
1.5.3.6 Propiedades De La Arcilla.....	52
1.5.3.7. Tipos De Ladrillos Según Su Unidad De Albañilería.....	55
1.5.3.8. Unidad de albañilería hueca.....	55
1.5.3.9. Unidades de albañilería solida o maciza.....	56
1.5.3.10. Unidad de albañilería perforado.....	56
1.5.3.11. Unidad de albañilería Tubular.....	56
1.5.4. TIPOS DE LADRILLOS SEGÚN LA NORMA E070.....	57
1.5.5. CLASIFICACIÓN DE LADRILLOS SEGÚN LA NORMA 331.017:2013 (REVISADA EL 2015).....	58
1.5.6. PROPIEDADES DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA.....	59
1.5.6.1. Requisitos Obligatorios.....	59
1.5.6.2. Requisitos Complementarios no Obligatorios .....	60
1.5.7. ACEPTACIÓN DE LA UNIDAD SEGÚN LA N.T.P. E070-2019.....	62
1.5.8. LIMITACIONES DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA PARA SU APLICACIÓN ESTRUCTURAL....	63
1.5.9. CARBONATO DE CALCIO .....	64
1.5.9.1. Aragonita.....	65
1.5.9.2. Calcita.....	66
1.5.9.3. Vaterita.....	66
1.5.9.4. Propiedades físicas y químicas .....	66
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA .....</b>	<b>68</b>

<b>2.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>68</b>
2.1.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN .....	68
2.1.2. DISEÑO .....	68
2.1.4. DELIMITACIÓN .....	70
<b>2.2. POBLACIÓN Y MUESTRA (MATERIALES, INSTRUMENTOS Y MÉTODOS).....</b>	<b>70</b>
<b>2.2.1. POBLACIÓN.....</b>	<b>70</b>
2.2.2. MUESTRA.....	71
2.3. TÉCNICAS INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS .....	71
2.3.1. <i>Técnica de la recolección de datos.</i> .....	71
2.3.2. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	71
<b>2.4. PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS DE DATOS. ....</b>	<b>72</b>
<b>2.5. FABRICACIÓN DE LADRILLOS DE ARCILLA ARTESANAL .....</b>	<b>72</b>
2.5.1. EXTRACCIÓN .....	72
2.4.2. MEZCLADO.....	73
2.4.3. MOLDEO .....	74
2.4.4. SECADO .....	77
2.4.5. COCCIÓN.....	78
2.4.6. DESCARGA DE HORNO .....	79
<b>2.6. PROCEDIMIENTOS DE LOS ENSAYOS.....</b>	<b>80</b>
2.6.1. ENSAYOS A LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA.....	80
2.6.2. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN .....	94
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS.....</b>	<b>97</b>
<b>3.1. HIPÓTESIS GENERAL .....</b>	<b>97</b>
<b>3.2. RESULTADO ESPECÍFICO 1: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.....</b>	<b>98</b>

3.2.1. ESTADÍSTICA INFERENCIAL .....	100
3.2.1.1. T DE STUDENT .....	100
<b>3.3. RESULTADO ESPECÍFICO 2: VARIABILIDAD DIMENSIONAL .....</b>	<b>104</b>
<b>3.3.1. ESTADÍSTICA INFERENCIAL .....</b>	<b>108</b>
<b>3.3.1.1. T DE STUDENT .....</b>	<b>108</b>
<b>3.4. RESULTADO ESPECÍFICO 3: ALABEO .....</b>	<b>114</b>
3.4.1 ESTADÍSTICA INFERENCIAL .....	116
3.4.1.1. <i>T de Student</i> .....	116
<b>3.5. RESULTADO ESPECÍFICO 4: SUCCIÓN .....</b>	<b>120</b>
3.5.1. ESTADÍSTICA INFERENCIAL .....	122
3.5.1.1. <i>T de Student</i> .....	122
<b>3.6. RESULTADO ESPECÍFICO 5: ABSORCIÓN.....</b>	<b>126</b>
3.6.1. ESTADÍSTICA INFERENCIAL .....	127
3.6.1.1. <i>T de Student</i> .....	127
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>132</b>
<b>4.1. DISCUSIÓN DE RESULTADO GENERAL .....</b>	<b>132</b>
<b>4.2. DISCUSIÓN DE RESULTADO ESPECIFICO 1: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN .....</b>	<b>133</b>
<b>4.3. DISCUSIÓN DE RESULTADO ESPECIFICO 2: VARIABILIDAD DIMENSIONAL .</b>	<b>133</b>
<b>4.4. DISCUSIÓN DE RESULTADO ESPECIFICO 3: ALABEO .....</b>	<b>135</b>
<b>4.5. DISCUSIÓN DE RESULTADO ESPECIFICO 4: SUCCIÓN.....</b>	<b>136</b>
<b>4.6. DISCUSIÓN DE RESULTADO ESPECIFICO 5: ABSORCIÓN .....</b>	<b>136</b>

<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>138</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>143</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>144</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>148</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Comparación del contenido químico de la corteza terrestre y la arcilla roja</i>	51
Tabla 2	<i>Limitaciones de las unidades de albañilería en su uso estructural</i>	57
Tabla 3	<i>Clase de la unidad de albañilería para fines estructurales</i>	58
Tabla 4	<i>Requisitos Complementarios: Absorción Máxima y Coeficiente de saturación</i>	61
Tabla 5	<i>Tabla Limitaciones en el uso de las unidades de albañilería para fines estructurales</i>	64
Tabla 6	<i>Estadística de comprobación ANOVA</i>	98
Tabla 7	<i>ANOVA Carbonato de Calcio y características de los ladrillos</i>	98
Tabla 8	<i>Resistencia a la compresión antes de adicionar el carbonato de calcio</i>	99
Tabla 9	<i>Resistencia a la compresión después de adicionar el carbonato de calcio al 3%</i>	99
Tabla 10	<i>Resistencia a la compresión después de adicionar el carbonato de calcio al 5%</i>	100
Tabla 11	<i>Estadística. Prueba de normalidad de datos. Resistencia a la compresión</i>	101
Tabla 12	<i>Pruebas de normalidad – datos de la resistencia a la compresión</i>	102
Tabla 13	<i>Estadística T de Student. Prueba de muestras al 3% y 5% de adición de CaCO<sub>3</sub>, Resistencia a la compresión</i>	103
Tabla 14	<i>T de Student de la Resistencia a la compresión</i>	103

Tabla 15	<i>Resultado de las pruebas de la variabilidad dimensional de los ladrillos al 0% de carbonato de calcio.</i>	105
Tabla 16	<i>Resultado de las pruebas de la variabilidad dimensional de los ladrillos al 3% de carbonato de calcio.</i>	106
Tabla 17	<i>Resultado de las pruebas de la variabilidad dimensional de los ladrillos al 5% de carbonato de calcio.</i>	107
Tabla 18	<i>Prueba de Normalidad-Variación dimensional- Largo al 3% y 5% Ca CO<sub>3</sub></i>	109
Tabla 19	<i>Prueba de normalidad - datos de Largo en la Variación Dimensional</i>	109
Tabla 20	<i>Estadística en la Prueba de normalidad- Dimensión Ancho</i>	109
Tabla 21	<i>Prueba de normalidad - datos de ancho en la Variación Dimensional</i>	109
Tabla 22	<i>Estadística en la Prueba de normalidad- Dimensión Alto</i>	110
Tabla 23	<i>Prueba de normalidad - datos de alto en la Variación Dimensional</i>	110
Tabla 24	<i>Estadística T de Student para la Variación Dimensional de largo con 3% y 5% de Ca CO<sub>3</sub>.</i>	111
Tabla 25	<i>T de Student de los datos del largo en la Variación Dimensional</i>	111
Tabla 26	<i>Estadística T de Student para la Variación Dimensional de ancho con 3% y 5% de Ca CO<sub>3</sub></i>	112
Tabla 27	<i>T de Student de los datos del ancho en la Variación Dimensional</i>	112
Tabla 28	<i>Estadística T de Student para la Variación Dimensional de alto con 3% y 5% de Ca CO<sub>3</sub></i>	112

Tabla 29	<i>T de Student de los datos del alto en la Variación Dimensional</i> .....	112
Tabla 30	<i>Resultado del análisis de alabeo adicionando CaCO<sub>3</sub> al 0%</i> .....	115
Tabla 31	<i>Resultado del análisis de alabeo adicionando CaCO<sub>3</sub> al 3%</i> .....	115
Tabla 32	<i>Resultado del análisis de alabeo adicionando CaCO<sub>3</sub> al 5%</i> .....	116
Tabla 33	<i>Estadística Prueba de normalidad Alabeo</i> .....	117
Tabla 34	<i>Prueba de normalidad del alabeo de los ladrillos adicionados con 3% y 5% de Carbonato de Calcio</i> .....	118
Tabla 35	<i>Estadística T de Student Alabeo</i> .....	119
Tabla 36	<i>T de Student de Alabeo de ladrillos adicionando al 3% y al 5% de carbonato de calcio</i> .....	119
Tabla 37	<i>Succión al 0%</i> .....	121
Tabla 38	<i>Succión al 3%</i> .....	121
Tabla 39	<i>Succión al 5%</i> .....	121
Tabla 40	<i>Estadística Prueba de normalidad</i> .....	123
Tabla 41	<i>Prueba de normalidad para Succión al 3% y 5% de adición de carbonato de calcio</i> .....	123
Tabla 42	<i>Estadística T de Student Succión</i> .....	124
Tabla 43	<i>T de Student - Succión</i> .....	124
Tabla 44	<i>Absorción al 0%</i> .....	126
Tabla 45	<i>Absorción al 3%</i> .....	126

Tabla 46	<i>Absorción al 5%</i> .....	127
Tabla 47	<i>Prueba de normalidad</i> .....	128
Tabla 48	<i>Prueba de normalidad para la Absorción</i> .....	129
Tabla 49	<i>Estadísticas T de Student Absorción</i> .....	130
Tabla 50	<i>T Student - Absorción</i> .....	130

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Carbonato de calcio.....	65
<i>Figura 2.</i> Formas de cristales de aragonito.....	65

## ÍNDICE DE IMAGEN

<i>Imagen 1.</i> Cantera de extracción de materiales.....	72
<i>Imagen 2.</i> Extracción - material .....	73
<i>Imagen 3.</i> Mezcla de Agua .....	73
<i>Imagen 4.</i> Agregado de Agua y carbonato .....	73
<i>Imagen 5.</i> Carbonato de Calcio .....	74
<i>Imagen 6.</i> Molde de Ladrillo .....	74
<i>Imagen 7.</i> Arenado de Molde para evitar que se pegue la arcilla .....	75
<i>Imagen 8.</i> Moldeado de ladrillo y colocación en el molde .....	76
<i>Imagen 9.</i> Enrasado de arcilla al molde.....	76
<i>Imagen 10.</i> Ladrillos ya moldeados .....	77
<i>Imagen 11.</i> Secado del ladrillo al aire libre .....	78
<i>Imagen 12.</i> Hornos - Ladrillos Artesanales en Chilca.....	78
<i>Imagen 13.</i> Ladrillos horneados para la venta .....	79
<i>Imagen 14.</i> Recolección - Ladrillos Artesanales.....	80
<i>Imagen 15.</i> Medición de Ladrillo en Laboratorio .....	81
<i>Imagen 16.</i> Toma de medidas de ladrillos .....	82
<i>Imagen 17.</i> Taco de madera para ensayos .....	83
<i>Imagen 18.</i> Medidas de ladrillos.....	83

<i>Imagen 19.</i> Distancia entre puntos de ladrillos .....	83
<i>Imagen 20.</i> Ladrillo inclinado para su nivelación .....	84
<i>Imagen 21.</i> Ensayo con la máquina modelo Forney .....	85
<i>Imagen 22.</i> Carga de Rotura de Ladrillo .....	86
<i>Imagen 23.</i> Toma de datos para el análisis de Kg/cm <sup>2</sup> . .....	86
<i>Imagen 24.</i> Toma de datos para el análisis de Kg/cm <sup>2</sup> . .....	87
<i>Imagen 25.</i> Máquina de ensayo de resistencia a la compresión.....	87
<i>Imagen 26.</i> Toma de datos para el análisis de Kg/cm <sup>2</sup> . .....	88
<i>Imagen 27.</i> Colocación de Ladrillo en el Horno .....	89
<i>Imagen 28.</i> Colocación de Ladrillo en el Horno .....	90
<i>Imagen 29.</i> Ladrillos adicionados al 3% de carbonato de calcio .....	90
<i>Imagen 30.</i> Ladrillos adicionados al 5% de carbonato de calcio .....	91
<i>Imagen 31.</i> Retirado de Ladrillo del Horno .....	92
<i>Imagen 32.</i> Retirado de Ladrillo del Horno .....	93
<i>Imagen 33.</i> Ladrillo al 3% .....	93
<i>Imagen 34.</i> Ladrillo al 5% .....	94

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<i>Ecuación 1. Carbonato de calcio</i> .....	66
<i>Ecuación 2. Variación Dimensional de la Unidad</i> .....	81
<i>Ecuación 3. Resistencia a la Compresión</i> .....	85
<i>Ecuación 4. Absorción</i> .....	89
<i>Ecuación 5. Succión</i> .....	92



## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Resistencia a la Compresión.....	104
Gráfico 2 Variación Dimensional .....	113
Gráfico 3. Alabeo .....	120
Gráfico 4. Succión.....	125
Gráfico 5. Absorción .....	131

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A: Matriz de Consistencia .....	149
Anexo B: Cuadros estadísticos de diagramas .....	150
Anexo C: Declaración jurada para el desarrollo de trabajo de investigación. ....	171
Anexo D: Validación de Instrumentos .....	173
Anexo E: Certificado de ensayos de laboratorio Universidad Privada del Norte Sede Los Olivos.....	183
Anexo F: Ficha Técnica del Carbonato de Calcio.....	184
Anexo G: Plano de ubicación de la Ladrillera “Eterno” .....	186

## RESUMEN

El objetivo principal del presente trabajo de investigación es determinar de qué manera los efectos de la adición de carbonato de calcio mejoran las características físicas y geométricas de los ladrillos artesanales, para lo cual se fabricó 10 unidades de albañilería conteniendo con 0% de carbonato de calcio, 3% de carbonato de calcio y 5% de carbonato de calcio, en total se obtuvo 30 unidades de ladrillo. Siendo el diseño de investigación experimental, se sustituirá un porcentaje de arcilla por carbonato de calcio. Asimismo, la tesis se inicia con descripción teórica, clasificación de diferentes propiedades de los ladrillos, el cual se determinó de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones E.070 y las Normas Técnicas Peruanas. Los ensayos realizados demuestran que se obtuvo mayor resistencia de compresión del ladrillo al sustituir en un 3% de carbonato de calcio por la arcilla, siendo óptima la resistencia de compresión del ladrillo en un 55.37 Kg/cm<sup>2</sup>., y en el segundo ensayo se aumentó el carbonato de calcio en un 5% dando como resultado un 41.31 Kg/cm<sup>2</sup>, lo que significa que a más cantidad añadida de carbonato de calcio baja la resistencia de compresión del ladrillo. Llegando a la conclusión, que se obtiene un mejor efecto de la resistencia de la compresión del ladrillo en la sustitución de un 3% de carbonato de calcio por la arcilla, presentando mejores condiciones en sus propiedades y características que se evaluaron con resultados demostrados en esta tesis.

Palabras clave: Carbonato de Calcio, Resistencia a la Compresión.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

Arquiñigo (2011) en su tesis de Magister de la Pontificia Universidad Católica del Perú, titulada: “Propuesta para mejorar la calidad estructural de los Ladrillos Artesanales de Arcilla Cocida de Huánuco”, comenta que el pasar en los años, el ser humano ha ido modificando y a su vez mejorando su vivienda para tener mayor comodidad. Conforme la tecnología llegaba, el hombre iba dejando poco a poco las cuevas donde habitaba porque se daba cuenta que no cumplía con sus expectativas como una vivienda segura y funcional.

Según Barranzuela (2014) en su tesis de Pregrado de la Universidad de Piura, titulada: “Proceso productivo de los ladrillos de arcilla producidos en la Región Piura” en Piura, concluye que, Para poder elaborar los ladrillos artesanales se debe de analizar de que depósitos de arcilla se sacara el material, puesto que en algunos casos se retira de tierras agrícolas. Este proceso consiste en extraer el material del suelo excavando con maquinaria pesada o en algunos casos con equipos manuales. Una vez removido el suelo se procede a homogenizar todo el material y luego acopiarlo para así finalmente ser distribuido en todos los trabajadores. Una vez que se escoge el material y ya está preparado con agua y en forma de masa se procede al moldeado, este proceso consta en colocar primero material fino en el molde antes de vaciar la masa de arcilla, luego recién se procede a la colocación de la masa de arcilla en los moldes rectangulares de madera para así al momento de extraer los ladrillos estos no presenten fisuras, el preparado de los moldes son todos compactados con las manos y enrasándolo con una regla de madera. Todo este proceso es manual. Una vez que los

moldes están con la arcilla se le deja que agarre cuerpo y forma a la intemperie para que las características climáticas del distrito de Chilca del pre secado para así luego proceder a la colocación en pilas y en cantidad de millares en los hornos artesanales y este proceda con el secado de todas las unidades de mampostería “LADRILLOS” El secado en los hornos artesanales es un proceso de cocción muy delicado en toda preparación de los ladrillos, puesto que el secado es a temperaturas muy altas. Es por ello que el secado no debe de ser muy rápido porque en ocasiones ocurre que los ladrillos se llegan a fisurar (rajar) y si el secado no cubre con todos los millares de las pilas que se colocaron en el horno artesanal este impedirá el buen cocimiento de los ladrillos. Es por ello que a la hora del proceso de secado en los hornos se debe de llevar un control para así evaluar la temperatura adecuada y ver que lleve un ritmo adecuado constante para que tenga una buena resistencia, buen alabeo, buena apariencia.

En la República de Colombia, la revista Épsilon según (Afanador, Ibarra, y López, 2013), nos presenta los resultados de los diferentes análisis al material base y a su vez elaborando diversos diseños de arcilla, adicionándose la cal para mejorar la pasta y resistencia de estos ladrillos. Siendo las pruebas que se realizan para la resistencia a la compresión y flexión, así como absorción de agua a los ladrillos fabricados artesanalmente y sus propiedades físicas que se emplean en la elaboración de estas unidades de mamposterías. Para esto se utilizó de muestra cuatro suelos diferentes dentro del área de estudio las cuales son: M1, M2, M3 y M4. Teniendo una mejora de las propiedades mecánicas y físicas de las unidades de albañilería al sustituir caolín en un 30% del peso de la muestra, obteniendo un 88.20% en el ensayo de la resistencia a

la compresión y un 28.05% en la resistencia a la flexión, además presento un 23.2% de humedad en la arcilla y la característica de buena trabajabilidad.

Según Urbina (2015) en su tesis de Pregrado de la Universidad Nacional de Trujillo, titulada: “Influencia de la Temperatura de Cocción sobre la contracción, absorción y resistencia a la compresión en ladrillos de arcilla cocidos”, evalúa 16 ladrillos seleccionados de la empresa FORTES, elaborados de tierra, arcilla y agua, adicionando la sobra que se tiene de las unidades de albañilería dañados en otros procesos. En donde de haber realizado el análisis en la cocción, se determina que 850° de temperatura es la más adecuada presentando mejores propiedades como la absorción, contracción volumétrica y resistencia a la compresión para obtener mayores variaciones en la contracción volumétrica, con un valor de 6.77%, siendo esta dentro del rango permitido por la norma E-070, teniendo en cuenta que presento también mejor flujo de calor en el horno.

Según Urteaga (2013) en su tesis de Pregrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, titulada: “Evaluación de la calidad de Ladrillos Artesanales King Kong según Practicas de Fabricación en el sector Fila Alta de la Ciudad de Jaén”, nos dice que los hornos evaluados en un 100% no cumplen las buenas prácticas como son los procedimientos de:

- Un inadecuado tamizado.
- No existe un registro ni control de los rellenos.
- No usan ningún tipo de equipo mecánico
- Una inadecuada construcción de hornos.

Registrar y controlar el uso de materias primas adicionando otro relleno en el diseño de la muestra, asimismo tamizar este material para la elaboración de ladrillos artesanales King Kong. Para este estudio se realizó en ensayo de la resistencia a la compresión con una maquina mecánica, asimismo, se utilizó wincha, martillo y regla, dando como resultado más alto en cada ladrillera de 38.96 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual no podrá ser utilizado para uso estructural.

Tomando en cuenta estas investigaciones y la realidad problemática del distrito de Chilca, se considera que la fabricación de ladrillo se inicia con los primeros pobladores que comenzaron a vivir en espacios de forma circular utilizando materiales de junco, conocidas en la actualidad como esteras que a su vez estaban sujetadas estas viviendas con materiales de la caña gruesa.

Los pobladores buscaban recursos para construir sus viviendas y descubren que se puede utilizar la arcilla, que esta materia prima se extrae de la naturaleza, y así poder reemplazar la arcilla por el junco para mejorar y hacer más resistente sus viviendas.

En la actualidad se conoce como las “CANTERAS” de Agregado o Canteras de Arcillas – de donde se extrae la arcilla para elaborar el ladrillo artesanal con moldes de madera, el trabajador realizara el proceso de preparación comenzando por el amasado de la arcilla y posteriormente colocarlos en los moldes de madera que los trabajadores artesanalmente prepararon. Cada molde de madera cuenta con 4 separaciones, la colocación de la masa de arcilla en el molde siempre será acompañado de un material fino que se utiliza para que no se pegue con el molde al estar secado el ladrillo de arcilla para desmontarlo con facilidad del molde y no presentar ninguna fisura, luego el trabajador colocarlos los ladrillos secos en pilas, aproximadamente

cada pila cuenta con 1,000.00 (mil) ladrillos para así posteriormente colocarlos en los hornos artesanales, este ladrillo después de salir del horno artesanal va a ir adquiriendo la dureza que aumenta después de la cocción y que se vuelve en materiales indispensables en toda construcción de viviendas de materiales nobles. Esto nos indica la importancia que ha ido tomando en todos estos años la unidad de mampostería la que conocemos como LADRILLO.

En la actualidad estos ladrillos artesanales han sido fabricados sin considerar las Norma Técnica de Edificación (2019) y las Normas Técnicas Peruana 331.017 – Normas Técnicas Peruana 399.613, lo que ocasiona la mala calidad del ladrillo artesanal, por no cumplir las características exigidas por el Reglamento Nacional de Edificación, por tal razón la mala calidad generara riesgos en la construcción de viviendas, Por lo general estos ladrillos artesanales son elaborados en canteras informales ya que estos materiales no tienen un control riguroso de selección o estudios realizados en laboratorios.

Siendo por eso necesario que se realizarán ensayos de la resistencia a la compresión, variabilidad dimensional, alabeo, succión y absorción. verificando que se cumplan con lo establecido en las Norma Nacional de Edificaciones (2019) y las Normas Técnicas Peruanas (NTP 331.017) Asimismo, se adicionara para estos ensayos, un 3% y un 5% el carbonato de calcio, para la elaboración de estos ladrillos artesanales de arcilla.



## **1.2. Formulación del problema**

¿De qué manera los efectos de la adición del carbonato de calcio mejoran las características mecánicas y físicas de los ladrillos artesanales?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

Determinar de qué manera los efectos de la adición de carbonato de calcio mejoran las características mecánicas y físicas de los ladrillos artesanales.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

OB.1. Determinar de qué manera los efectos de la adición de carbonato de calcio mejoran la resistencia a la compresión de los ladrillos artesanales.

OB.2. Determinar cómo los efectos de la adición del carbonato de calcio disminuyen en la variación dimensional de los ladrillos artesanales.

OB.3. Determinar de qué manera los efectos de la adición del carbonato de calcio disminuyen el alabeo de los ladrillos artesanales.

OB.4. Determinar de qué manera los efectos de la adición del carbonato de calcio disminuyen en la succión de los ladrillos artesanales.

OB.5. Determinar de qué manera los efectos de la adición del carbonato de calcio disminuyen en la absorción de los ladrillos artesanales.

## **1.4. Hipótesis**

### **1.4.1. Hipótesis general**

Los efectos de la adición de carbonato de calcio mejoran las características mecánicas y físicas de los ladrillos artesanales.

### **1.4.2. Hipótesis específicas**

HE.1. Los efectos de la adición de carbonato de calcio mejoran la resistencia a la compresión de los ladrillos artesanales.

HE.2. Los efectos de la adición del carbonato de calcio disminuyen en la variación dimensional de los ladrillos artesanales.

HE.3. Los efectos de la adición del carbonato de calcio disminuyen el alabeo de los ladrillos artesanales.

HE.4. Los efectos de la adición del carbonato de calcio disminuyen en la succión de los ladrillos artesanales.

HE.5. Los efectos de la adición del carbonato de calcio disminuyen en la absorción de los ladrillos artesanales.

## **1.5. Marco Teórico**

### **1.5.1. Marco Histórico**

Según Bianucci (2009) en su libro denominado: “El Ladrillo Orígenes y Desarrollo”, describe que hace 15,000 años el humano en la antigüedad busco un lugar donde cuidarse de animales salvajes y fenómenos climáticos, por eso

su primer material fue la piedra y el barro como su mortero para unir estas, al pasar los años en una combinación de tierra, agua, aire (necesario para el secado) y fuego (necesario para la cocción) se elaboró el ladrillo, el cual vino desde Mesopotamia y Palestina, siendo hasta ahora un elemento importante y muy usado hasta la actualidad.

Se puede decir que el ladrillo es una “piedra artificial”, el cual es el resultado de la propiedad plástica de la materia prima “arcilla”, en forma geométrica, el cual al combinarse y usar como moldeador el agua, se deja secar y después de una cocción consigue una resistencia mayor y dureza.

Bajo la conquista del Imperio Romano por Alejandro Magno e influencia de Marco Polo, las diversas culturas empezaron a dar por uso el ladrillo.

Esta unidad de albañilería se hizo popular por los europeos en el mundo ya que resulto muy sencillo la forma de producción, así como también el proceso de la colocación de estas unidades en la construcción de viviendas.

En lo actual, el sistema de fabricación se mejoró de estos, siendo así industrialmente un negocio, claro que también hay provincias que todavía lo hacen manualmente y semi- industrial. Entre las unidades más usadas se encuentran ladrillos de acilla cocida, con concreto y de sílico - calcáreo, que se utilizan en las construcciones de muros de albañilería.

En Perú, el primer registro de ladrillos se dio en el año de 5,000 a.c. en la Costa Norte del Perú, se encontraron unidades de barro cónica en la Huaca

Prieta. Asimismo, año 3000 a.c. en Caral, Perú (considerada la ciudad más antigua del Perú), presentaron construcciones en forma de pirámides elaboradas con piedras, siendo esta una muestra de construcción en albañilería siendo la piedra como unidad.

Entre los años 1856 y 1862 en Lima, el ladrillo llega al país siendo traído por los españoles, mientras en estas épocas se utilizaba en las construcciones el adobe y caña hasta el siglo XX.

Siendo en el año 1938, que se abre la primera ladrillera por el Ing. Ignacio y Francisco Araneta, Consiguiente la empresa Rex empezó a surgir y sacar el ladrillo perforado en forma geométrica. Posteriormente, en el año 1970 se realizaron sobre los elementos de albañilería los primeros ensayos.

Además, en el año 1978, se obtienen después de un estudio de las Normas con respecto a la albañilería para controlar su calidad y resistencia, las cuales son:

- La N.T. P 331.017. Elementos de arcilla cocida, “Ladrillos de arcilla usados en albañilería, requisitos obligatorios”, de Oct. 1978.
- La N.T.P. 331.018. “Ladrillos de arcillas para albañilería, método de ensayo”, Oct. 1978.
- La N.T.P. 331.019. corresponde a “Ladrillos de arcilla para albañilería”, Jul.1978.

Según Gallegos y Casabonne, (2005), en su libro denominado: “Albañilería Estructural”, precisa que el hombre se las ingenió para buscar un refugio,

construyendo su casa donde apilo piedras para protegerse. Utilizando el mortero de barro, esto permitiría sentar con gran facilidad.

El hombre al pasar los años descubrió los principios cultivos de la tierra llamado agricultura y el de criar animales llamado ganadería, la cual fue considerada primera gran innovación sobre su existencia, al paso de uno mismo controlar su propia provisión de alimentos.

La primera construcción donde se utilizó las piedras que son asentadas con barro fue en las islas de Irlanda, pasando luego casi 10 mil años para ser utilizado este sistema en el valle de Urubamba, Cuzco, construyendo sus muros con piedras asentadas con mortero utilizando el barro y paja gruesa y madera para los techos, estando tan sólidas esas construcciones que hasta la fecha se pueden habitar.

Con el pasar de los años empezó a descubrirse la laja de piedra, en el Cuzco existe mucho material de laja.

El hombre fue descubriendo la forma de utilizar el barro, que después sustituiría a la piedra, encontrándose una muestra de 15 kg, y de forma cónica en Jericó, en el Medio Oriente. En Perú también se encontró evidencias con más o menos 5,000 años de antigüedad en Huaca Prieta del Valle de Chicama.

En revolución industrial, siglo XVIII, también se utilizó mucho los ladrillos de arcilla como albañilería. En Inglaterra las fábricas de ladrillo buscaban una mejor una mejor ubicación cerca de las minas de carbón, utilizando el carbón de combustible.

En el Perú, la unidad de albañilería fue el adobe hasta el siglo XX., luego se usó como albañilería al ladrillo de cerámica para la construcción en Lima.

### **1.5.2. Investigaciones antecedentes relacionadas con el tema**

#### **INTERNACIONALES:**

Según Soto y Sánchez (2017) en su artículo denominado: “Estudio comparativo de la resistencia a la compresión, absorción y dimensionamiento del ladrillo rafón producido en Quimistan, Chamelceon y Florida”, publicado en la Revista de ciencia y tecnología Vol. 6 n°1, en Honduras, plantea realizar ensayos comparativos, que luego se procesara con el SPSS.

En Su investigación se realizó las pruebas sobre la Resistencia a la Compresión, Absorción de Agua y la compresión del mortero.

El resultado presento una resistencia mayor a diferencia de los tres puntos de muestreo, verificándose con la norma, y la variación promedio están de acuerdo a las variaciones máximas permisibles cumpliendo la Norma.

En su investigación concluyó que los ladrillos de Quimistan resultaron con buenas características en relación a los ladrillos de Florida y Chamelecón.

Según lo señalado por la Revista del Instituto de Geo ciencias (IGEO) (Iglesias, Acosta & García, 2015, pág. 31-32), en su artículo denominado: “Mejora de las propiedades cerámicas de arcillas comunes por adición de ceniza volante gicc”, propone el introducir la ceniza volante como residuos de materiales en una combinación de 10% en peso y el 90% de material arcilloso;

aplicándolo a la provincia de Toledo y destinado a la producción industrial de esta.

Para ello se ha utilizado una muestra de 40 probetas, el cual al compararlo con la producción normal de la provincia en estudio se muestra similares en cuanto a color y aspecto extremo, no presentaron deformaciones, inclusiones ni eflorescencias.

Siendo así los valores en ambas mezclas dentro de los valores habituales para productos de arcilla roja. La contracción lineal es similar, pero se tiene en cuenta que la mezcla con la adición de ceniza volante tiende a aumentar la contracción. Así como para ensayos- absorción agua y el coeficiente de saturación que muestran los valores menores a los habituales: la mezcla habitual presento un 11.28% de absorción y un coeficiente de saturación de 0.88; mientras que las muestras con ceniza volante presento un 8.67% de absorción y un 0.71% de coeficiente de saturación. En su ensayo de la resistencia a la compresión se notó que la muestra de ladrillos habituales salió el valor de 9MPa, mientras que en las muestras con adición de ceniza volante llego a salir el valor de 12.33 MPa.

Según García et al. (2017) en su artículo denominado: “Conductividad Térmica de Polvos de Arcillas utilizadas en la industria Cerámica en Ocaña Norte de Santander y la Región”, publicado por la revista INGENIO UFPSO – Vol. 13, en Colombia, pretende demostrar la buena característica de conducción de calor.

Por la zona existe gran variedad de yacimientos naturales, a pesar de esto el país de Colombia no es una potencia de empresas industriales. Siendo así en

numero la exportación de materiales a base de arcilla no supera el 5.7% del total de las exportaciones.

Para este análisis se realizó 5 muestras de polvo de arcilla puras y 2 mezclas de arcillas, los ensayos se estudiaron en la Universidad Francisco de Paula Santander, se aplicó el modelo de cilindro infinito, el cual mide la transferencia de calor en la dirección radial, en el cual se compacta por vibración el material granulado determinando de forma más precisa el coeficiente de conductividad térmica presente nuestro material analizado.

Como resultado se obtuvo el coeficiente de conductividad térmica entre 0.09533 y 0.15974 W/mC. Al compararlo con diferentes materiales estas se pueden similar a la conductividad térmica parecida a la de las maderas y algunos polímeros. Sin embargo, se presenta que su densidad es mucho mayor.

Es importante ya que de esta manera podemos optimizar los recursos de la empresa y así los desperdicios generados.

Según Rincón, Gil, Lesmes y Caro, (2016) en su artículo denominado: “Evaluación de la Sostenibilidad de la Producción de Ladrillo en la Región de Boyacá”, publicado por la Revista L’ESPRIT INGENIUX, en Colombia, precisa como el ladrillo es un material el cual fue utilizado desde hace miles de años atrás, indica que en Colombia hay cerca de dos mil hornos que elaboran un promedio de 350,000 Tn. de ladrillos/mes, siendo una producción sostenible, con impactos social y económico.

Se realizó el estudio en la región de Boyacá, utilizando el “Método del Análisis del Flujo de Materiales”, que estudia la sobre la conservación de masa,



flujo de sustancia durante el proceso que son: explotación de la arcilla, humectación, extrudido, cortado y cocción.

La cuantificación de la explotación de la arcilla se calificó de acuerdo a encuestas dirigidas a los productores y donde se explota la arcilla.

Para las etapas en la producción del ladrillo a la gasolina se realizó mediante cuatro procesos: el primero a aire libre, en el segundo se implementa el uso de gasolina para el secado, en el tercero se pierde cerca del 40% del agua suministrada de acuerdo al secado al aire libre y el cuarto es donde se genera la mayor pérdida de agua. Asimismo, se estudia el impacto de medio ambiente.

Como resultado se requiere mayor cantidad de ladrilleras y la extrapolación de los ladrillos, en cuanto a la normativa ambiental se debe implementar combustibles o filtros que ayuden a disminuir la contaminación atmosférica.

Con lo encontrado en el estudio se obtiene para la definición de los indicadores del sistema de reducción de los ladrillos desde los ámbitos económico, sociocultural y ambiental.

Según Leiva y Reyes (2017) en su artículo denominado: “Ladrillos Ecológicos: Una estrategia didáctica”, publicado por la revista “Sevilla”, en Sevilla, aclara que debido a la gran contaminación se requiere incorporar una idea ecología y que el plástico sea reutilizable, ya que el tirar envases plásticos y empaque de productos alimenticios que se generan diariamente demora aproximadamente 30 años en deteriorarse, se fomentaran acciones concretas

encaminadas a la construcción de una cultura ambiental en el currículo de la región.

Para esto se realizó:

- a. La encuesta para establecer la clasificación y manejo de residuos sólidos.
- b. Búsqueda de estrategia de reciclaje.
- c. Taller de elaboración de ladrillo ecológico.

Los beneficios que traerá este ladrillo, fue basado en la reutilización de 445 millones de toneladas de cenizas aproximadamente procedentes de las centrales térmicas.

Asimismo, se considera también esta unidad de albañilería considerando el aislante para frío-calor exterior, siendo su elaboración económica, manteniendo sus mismas propiedades como mantenimiento térmico en viviendas, edificios lo que genera gastar menos energía. (págs. 933 – 938).

Como resultado al conseguir ladrillos que disminuyan la contaminación y el uso irresponsable e indiscriminado de recursos no renovables; da la disminución de la presencia de residuos en nuestra comunidad, debido a que materiales como vidrio, papel y plástico están siendo reutilizados para crear un nuevo producto; lo que evita que llegue a un relleno sanitario. Acompañado de capacitaciones, talleres, charlas sobre el impacto que esta nueva idea se da las actividades didácticas – imaginativas loran una mayor eficacia en la propuesta de educación ambiental.

Según Betancourt et al. (2013) en su artículo denominado: “Influencia de la adición de un 2% de carbonato de calcio en el proceso de fabricación de los ladrillos de cerámica roja: etapas de secado y cocción”, publicado por la “Revista Ingeniería de Construcción – Vol. 28”, en Cuba, pretende aplicar pequeños porcentajes de  $\text{CaCO}_3$  al 2%, con la finalidad de evaluar los resultados en el proceso de secado y el resultado en la mejora de la cocción de producción de ladrillos.

Se adiciono un 2% de  $\text{CaCO}_3$  para la cocción. En las cuales en los ladrillos con carbonato de calcio del volumen de cada ladrillo. Durante la cocción se utilizó un horno pequeño en el cual se colocaron 6800 unidades en cada quema, siendo dos rondas: la primera quemada fue de ladrillo sin adición de  $\text{CaCO}_3$  y la otra mitad de ladrillos con un 2% de  $\text{CaCO}_3$ , para ambos quemados se tomaron temperaturas en puntos ubicados en el horno.

Siendo así como conclusión que la adición del 2% de  $\text{CaCO}_3$  a los ladrillos reduciendo tiempo para que este seco de 35% con respecto a otro ladrillo fabricados sin  $\text{CaCO}_3$  sin adición. Por efecto, para el caso del consumo de combustible se disminuye en un 27% de la elaboración de ladrillos comunes, como menciona Betancourt et al. (2013)

En ensayos para la contracción y plasticidad indican sobre el  $\text{CaCO}_3$  funciona como un desgrasante, regularizando contracciones aportando en la perdida de humedad. (págs. 113 – 124).

Según Lozano & Gonzáles (2016) en su tesis de Pregrado de la Pontificia Universidad Javeriana, titulada: “Uso de Residuos Cerámicos en la Producción de Ladrillos de arcilla cocidos del sector Alfarero de Candelaria”, en Candelaria – Colombia; precisa que, en el municipio de Candelaria, en donde se producen ladrillos artesanales de acuerdo a sus costumbres genera un alto impacto ambiental.

De acuerdo a ensayos de calidad, nos damos cuenta que una gran cantidad tienen falta de esta, ya que falta la igualdad en la mezcla y falta de control en los procesos de elaboración, secado y quemado, dando pérdidas en las fábricas de ladrillos en cada producción.

Entre los métodos se empleó la recolección de datos y organización de información existente.

Asimismo se analizó la materia prima con ensayos sobre la humedad, tamiz N°200, consistencia, gravedad específica, granulometría, para determinar que material utiliza las ladrilleras en la producción, y para analizar la etapa de extrusión, se confeccionaron cilindros con la mezcla de cada ladrillera, realizando el ensayo de resistencia a la compresión y el de absorción de probetas, también agrego chamote a otras muestras y realizó el ensayo de resistencia a la compresión y el de absorción, para determinar la influencia del chamote a dichas pruebas., con las pruebas realizadas concluyó que la en referencia a la resistencia a compresión y absorción, no hubo variación y se observó que hay poca similitud en las ladrilleras, generando desperdicio de producto terminado por estar muy quemados y rotos.

Según Nelson, Gustavo, y Richard (2012) menciona en su trabajo de investigación “Propiedades Físicas y Mecánicas de Ladrillos Macizos cerámicos para mampostería”, publicado por la revista “Ciencia e Ingeniería Neogranadina Vol. 22-1”, en Bogotá – Colombia, aclara siendo los ladrillos de arcilla macizos muy usados en la construcción para viviendas y edificios, teniendo como objetivo determinar la resistencia a la compresión en ladrillos macizos, aplicando la resistencia a la compresión y la flexión, bajo normas técnicas colombianas, determinando su máximo y mínimo y la probabilidad de fallo del ladrillo. Para el muestreo se consideró un total de 512 ladrillos en el municipio de Ocaña.

De acuerdo a los análisis estudiados al hacer el granulométrico se afirma que pese una alta cantidad de fracción arenosa y limosa equivalentes al 81% y lo restante de arcilla siendo un 19%, de su composición en totalidad, es decir, presentan media plasticidad clasificándola como arcillas inorgánicas.

Asimismo, efectuando el ensayo de Atterberg, se establece un alto porcentaje de abrasión sobre el material arcilloso que lo causa la arena relacionado con su baja compactación.

Los ladrillos en estudio no alcanzan las resistencias que indica en la norma, siendo así el 17.41% apropiado para la construcción de muros.

Observando también que, alrededor de la Ciudad, hay paredes con grietas y fisuras ocasionadas por las sollicitaciones de la resistencia a la compresión y corte la cual presenta una falla dando por consecuencia una disminución de la capacidad de resistencia sísmica y hará necesario ubicar las zonas altamente de

riesgo y hacer posibles reforzamientos, mediante albañilería reforzada en su exterior según lo sugiere la Norma Sismo Resistente Colombiana.

Según Martínez y Cote (2014) en su artículo denominado: “Diseño y Fabricación de Ladrillo Reutilizando materiales a base de PET”, publicado por la revista “INGE CUC Vol. 10 N°2”, en Colombia, pretende aplicar un procedimiento al material plástico para que sea reutilizable; a esta materia se le conoce como PET (tereftalato de polietileno), el cual da buenas características a precio bajo de elaboración. Entre sus características más importantes son que actúan como barrera frente a los gases como el monóxido de carbono, la humedad y el oxígeno, siendo claro y translucido, aunque algunos admiten algunos colorantes.

En este análisis se reúnen y clasifican las botellas PET en diversos lugares de la Ciudad, siendo así triturados y reutilizados para la producción de ladrillos.

Para esto se elaboró 9 muestras de ladrillos, cada uno como un porcentaje diferentes en cuanto a cemento y al PET.

Como resultado se construye un diseño que tenga buenas propiedades mecánicas, de fabricación fácil y pueda ser competitivo. Siendo así entre las 9 muestras la más acorde, la diseñada por un 50% de cemento y un 50% de PET.

Las escamas de PET muestran un material con características solicitados en el rubro de la construcción; se da para elegir bien la mezcla del ladrillo, asimismo, no se descarta el uso de diferentes mezclas de acuerdo sea el requerimiento.

Asimismo, al usar residuos que se generan por la trituración y evitando la contaminación generamos un plan ambiental.

### **NACIONALES:**

Según Tamayo (2014) en su artículo denominado: “Efecto reforzante del vidrio reciclado en la elaboración de ladrillos artesanales”, publicado por la revista “Informe Científico Tecnológico Vol. 12”, en Lima, aclara que siendo el uso del vidrio es un material común, presentado en vasos, ventanas, envases de todo tipo, etc. Siendo así la producción nacional del vidrio en el año 2011 se registró un comportamiento de aumento de 41.41%.

Lo cual agregando distintos porcentajes de vidrio molido a las mezclas de arcilla para la elaboración del ladrillo se obtuvo el resultado máximo en el ensayo de resistencia a la compresión de 28 MPa, siendo considerado dentro del rango permitido en el Reglamento Nacional de Edificaciones como un ladrillo tipo V (considerada la mejor resistencia).

Para esta muestra se utilizaron arcillas obtenidas de la zona de Polobaya, con este material se hicieron los ensayos de granulometría, % humedad, límite de Aterberg, densidad y análisis de mineralogía.

Se pudo comprobar que usando el vidrio sodo – cálcico reciclado se obtuvieron los mejores resultados, utilizándolo como reforzante en la producción de ladrillos de arcilla cocidos con 30% en peso de vidrio sodo-calcico, 20% de greda y 50% de tierra de chacra, cocido en 900°C.

Como resultado se demuestra la resistencia máxima obtenida usando la adición de vidrio, cálcico de 28 MPa a 900°C, con mínima temperatura para la cocida es 800°C a una resistencia a la compresión de 17 MPa, siendo según el Reglamento Nacional de Edificaciones, específicamente en el E-070, como un ladrillo tipo V, siendo uno de los ladrillos con mejor resultado en la resistencia a la compresión.

Según Ruiz, (2015) en su trabajo de investigación, “Influencia de la adición de vidrio triturado en la resistencia a la compresión axial de un ladrillo de arcilla artesanal de Cajamarca, 2015” en Cajamarca – Lima, concluye que el vidrio es adicionado para aumentar en resistencia a la compresión axial, con proporciones a cinco, diez, veinticinco y cincuenta por ciento.

Por esto se realizó la elaboración de ladrillos de arcilla sin vidrio y también adicionándole porcentajes de vidrio en diferentes porcentajes como 5%, 10%, 15%, 25% y 50%.

Para este estudio se utilizó 50 ladrillos de arcilla adicionando por los porcentajes en mención de vidrio triturado. (págs. 45 – 58),

Asimismo, evaluó los ensayos sobre la resistencia a la compresión, absorción, succión, alabeo, la humedad de las muestras de los ladrillos de arcilla con vidrio y sin vidrio.

En su conclusión determina que tuvo mejor resultado el ladrillo con adición de 10% en su ensayo a la resistencia de compresión un 97.74 Kg/cm<sup>2</sup>, que lo



ubica como ladrillo del tipo III, de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones.

En los resultados de las propiedades físicas son: 42.38% de límite líquido, 2.54% límite plástico, 19.83% de índice de plasticidad, 9.614% de contenido de humedad. De acuerdo a la clasificación es un suelo CL.

Según Cerna (2018) en su trabajo de investigación “Influencia de la arcilla de caolín en la resistencia a compresión axial de pilas de albañilería fabricadas con ladrillo de arcilla artesanal king kong, Huamachuco 2018”, en La Libertad – Perú, que favorece en las característica de la resistencia a la compresión axial.

Para sus ensayos seleccionaron unidades albañilerías que sean representativas de diversos lotes. Teniendo en cuenta que los ladrillos seleccionados deben estar en el rango de diferentes colores, como su textura y los diferentes tamaños que puedan tener, libres de impurezas, limos u otras partículas no previstas en la etapa de la elaboración.

Asimismo, se realizaron ensayos en ladrillos elaborados con un porcentaje de sustitución de arcilla de Caolín al 0%, 5%, 10%, 15% y 20%

Los ensayos a realizar fueron los de Resistencia a la Compresión, Alabeo y Variación Dimensional.

En los ensayos que realizaron observaron que al adicionar arcilla de Caolín en los ladrillos por un 10% del volumen se da una mejora de 74.73% con respecto al patrón, clasificándose como un ladrillo tipo I según el R.N.E.

Obtuvieron también resultados al comparar los ladrillos de 0% y 20%, se clasifican como no aptos para fines estructurales y aquellas con 5%, 10% y 15% de arcilla de Caolín, se clasifica como ladrillos Tipo I.

Según Barranzuela (2014) en su tesis de Pregrado de la Universidad de Piura, titulada: “Proceso productivo de los ladrillos de arcilla producidos en la región de Piura”, en Piura – Perú, precisa que estando muy usado los ladrillos como material de construcción se produce las ladrilleras no manejan un estado de control industrial y no tiene un monitoreo de la calidad de los productos. Es por ello que se trata de solucionar las distintas dificultades en la producción para ver cómo se logran solucionar estas condiciones.

Para esta investigación sea más precisa se han visitado las ladrilleras con más comercio en la zona, recogiendo una cantidad de ladrillos como muestra y evaluarlas.

Este trabajo es exploratorio, la cual dará una idea general de cómo se elaboran la producción de ladrillos artesanal.

Determinaron la variación en la etapa de producción de manera artesanal el cual se puede observar que no es determinante para ensayos de la resistencia a la compresión, dado al analizar uno a uno tuvieron como resultados muy bajos. Al observar no se aprecia una diferencia bajo la influencia de los diferentes modos en la etapa de cocción.

Observaron también en el resultado de la compactación que incide el resultado de los ensayos de succión, el cual dependerá en el caso de artesanal o

semi-industrial. La cual sacamos como conclusión que la compactación no es suficientemente eficiente.

Consideran además tener un proceso de producción más controlado para tener mejores características físicas y químicas. Esta mejora se da en los ensayos de alabeo y variación dimensional, como consecuencia se mejora el moldeo y la resistencia a la compresión, asimismo la cocción. Se disminuye la temperatura en la mezcla y el desgaste de los equipos durante el moldeo, al agregar diatomita y tendrá una consecuencia de refractario de capacidad de los ladrillos.

Los ladrillos artesanales son más susceptibles a tener eflorescencia, los cuales se saturarán antes de su uso, así como también los semi-industriales.

Según Lulichac Saenz (2015) en su tesis de Pregrado de la Universidad Privada del Norte, titulada: “Determinación de las propiedades físico – mecánicas de las unidades de albañilería en la provincia de Cajamarca”, los materiales usados en su construcción es nula o baja calidad en gran parte de sus viviendas. Para lo cual tenemos como objetivo verificar que las unidades de albañilería no alcanzan los datos mínimos por norma E070 de Albañilería (2006), realizando los ensayos correspondientes en donde se establecen características mecánicas y físicas de los ladrillos.

Consideraron tomar muestras en ladrilleras de Cerrillo parte Baja, Cerrillo parte Alta, Santa Bárbara y Rumi pampa, dando un total de 236 ladrillos examinados de la localidad de Cajamarca.

Como resultado se observó que ninguna ladrillera cumple con las medidas indicadas, en este caso ninguna llega a los 8cm de altura, lo cual dificultará cuando se coloque la junta, sino se tendrá que aumentar su espesor y la característica de resistencia a la compresión y corte disminuye.

Para el caso del alabeo, presento un alabeo cóncavo significativo clasificándolo como ladrillo V.

Para pruebas de Resistencia a la Compresión la muestra no baja de 50 Kg/cm<sup>2</sup> resistencia y cumple con N.E-070 que para un ladrillo de tipo I. Así también alcanza una resistencia de 55Kg/cm<sup>2</sup> en ladrillos de arcilla King-Kong Artesanal.

Como conclusión se da que más del 10% de los valores de cada propiedad físico – mecánico de las ladrilleras en estudio no cumplen con los valores mínimas que establece la norma E070 de albañilería (2006).

Según Muñoz (2014) en su investigación “Determinación del comportamiento a compresión axial y el factor de corrección por esbeltez en prismas de albañilería con ladrillos artesanales de arcilla en la ciudad de Jaén – Cajamarca”, en Cajamarca – Perú, precisa que el espesor de las juntas y la delgadez en los ladrillos de arcilla de forma artesanal en los prismas de albañilería, influye en la compresión-axial.

Esta muestra para esta investigación fue de 170 muestras de cada ladrillera al azar, haciendo un total de 680 muestras de ladrillos.

Como resultado se mostró que al comparar la resistencia de los primas de albañilería con muestras de albañilería de forma artesanal ( $f_m$ ) con la Norma Nacional de Edificaciones E070, observan que no cumplen con el valor mínimo de 35 Kg/cm<sup>2</sup>, y se obtiene como resultado 22.21%, esto se debe a que hay muestra diferente en los resultados.

En su investigación confirma su hipótesis que la resistencia de las primas del ladrillo artesanal de arcilla se influye por el espesor de las juntas y esbeltez.

Al obtener como resultado una ecuación cuadrática en 1cm, 1.5cm y 2cm espesor - juntas; consiguiendo resultados mínimos y máximos. calcular el factor de corrección por esbeltez en primas de albañilería dan

En 2 hiladas de pilas en las ladrilleras debido a la tracción lateral o frontal se presentaron fisuras verticales y también fallo por aplastamiento o trituración siendo las fallas frágiles, quebrándose sólo un ladrillo, por tener una resistencia menor.

Se comprueba según Bonilla (2006) en su Tesis, que se usa una esbeltez de 3cm asentando 4 unidades de albañilería, siendo el coeficiente de corrección  $C_{ce}$  igual a 1.

Según Camino y Camino (2017) en su tesis de Pregrado, Universidad Andina del Cusco: “Evaluación de la Conductividad térmica, propiedades físico – mecánicas del ladrillo King – Kong 18 huecos adicionado con puzolana de la cantera Raqchi en diferentes porcentajes, con respecto a un ladrillo tradicional”, en Cuzco – Perú, aclara que siendo la conductividad térmica, propiedad física

del material que muestra capacidad que conduce al calor, propia e inherente en cada material, se realizó un equipo electrónico, guiado con la norma ASTM C177 – 13, que se somete las unidades de albañilería a estar frente una placa caliente de aluminio, transmitiendo el calor cara a cara en el ladrillo. (págs. 183 – 197), se toma como muestra 70 ladrillos con puzolana como adicional, que serán 100 ladrillos para cada porcentaje de combinación de puzolana.

Como resultado de su investigación determinaron sobre las características de la succión y absorción aumentan, y reduce en la resistencia a la compresión y resistencia de tracción, por tal razón es importante considerar cuando se agrega puzolana global y su tamizado adicionándose a la masa de la cerámica de los ladrillos.

Según Mamani, (2015) en su trabajo de investigación “Estudio y Evaluación de formulación de mezclas para la obtención de ladrillos de arcilla en la ciudad de Cusco”, en Cuzco – Perú, precisa que sabiendo que los últimos sismos tuvieron gran proporción en nuestro país, debemos de crear o utilizar innovaciones nuevas en el proceso de fabricación de ladrillos artesanales que esté al alcance de todos los ciudadanos.

El problema más notorio del ladrillo artesanal es el mal o ausente conocimiento sobre la materia prima. Como resultado obteniendo ladrillos que no logran alcanzar los estándares de calidad previstos. (págs. 55 – 83),

Obtuvo como resultado una mayor resistencia la mezcla con respecto a la arcilla de 32%, tierra de chacra 36%, arena 12%, la cocción con temperatura de 900°C en un tiempo de 120min, indicando rangos elevados de resistencias hasta

de 231 Kg/cm<sup>2</sup>, lo cual supera al valor que especifica la norma logrando así destacar la resistencia del ladrillo tipo V.

Con el diagrama ternario propuesto se obtendrá distintas mezclas de acuerdo a la resistencia que se solicite.

Según Olave (2017) en su trabajo de investigación “Influencia del aserrín en la resistencia a la compresión y variación dimensional de ladrillos de arcilla cocida elaborados artesanalmente”, en Nuevo Chimbote – Perú, aclara que al pasar los años se van encontrando nuevas técnicas de elaboración para mejorar un material, como comprobar mediante ensayos que es el aserrín que da la resistencia a la compresión, utilizando 20 unidades, donde agregó el aserrín de 0%, 3%, 5%, 7%, asimismo analizó la materia prima sobre la granulométrico (prueba de la botella), plasticidad y prueba de resistencia, finalizando con la cocción, luego hizo la resistencia a la compresión, que dio como resultado ladrillos con resistencia dentro del rango de la Norma Técnico Peruana.

Según Rivera (2018) en su trabajo de investigación “Tratamiento del Suelo Salino en el distrito de Chilca, usando cal agrícola y sangre de res-Lima, 2018”, en Chilca – Perú, indica para mejorar la calidad del suelo en salinidad, se evaluará la muestra en un área de 5000 m<sup>2</sup> de donde se extrae 12.5 kg de suelo, considerando para los ensayos tres tratamientos la cual será: con 50 g de cal agrícola, 50 g de cal agrícola + 100 ml de sangre de res y 50g de cal agrícola + 200ml de sangre de res. Al ensayar la salinidad del suelo nos da un valor de 7.08 dS/m , de ph un valor de 8.15, materia orgánica un 0.29% y capacidad de intercambio catiónico de 1.66. En esta investigación se concluyó que mejores

resultados se dieron cuando se le da el tratamiento con 50g de cal agrícola, dado que la salinidad bajo a un valor de 2.38ds/m, neutralizo el ph a 7.53, aumento en materia orgánica a 0.59% y como capacidad de intercambio catiónico a 8.33 meq/100g.

### **1.5.3. Estructura Teórica y Científica del estudio**

#### **1.5.3.1. Ladrillo**

Según lo manifestado por Gallegos y Casabonne (2005) afirma que, al ladrillo, se le conoce como la unidad de albañilería, siendo un elemento de construcción. Se distingue por su forma de prisma rectangular y por sus propiedades, la cual muestra una buena resistencia a la compresión. Asimismo, se distingue por sus cualidades de resistencia al fuego, al aislamiento térmico y al fuego. Este puede ser fabricado de manera artesanal o industrial, siendo para ambos el procedimiento de moldeo, secado y cocción a elevadas temperaturas. A través de los años el ladrillo ha tomado mayor importancia, ya que es un material indispensable para la construcción.

#### **1.5.3.2. Ladrillos Artesanales**

Según lo manifestado por Gallegos y Casabonne (2005) precisa que estos ladrillos son unidades de arcilla, teniendo el nombre de ladrillo de arcilla o ladrillo cerámico. Asimismo, se produce el bloque de cerámica, aunque en menor proporción.

Se elaboran ladrillos de arcilla de forma sólida, perforados y tubulares, a diferencia de los bloques que solo serán huecos. Para elaborar el ladrillo de



arcilla se usan todas las técnicas de medición, con la asistencia de presión y por extrusión.

En cuanto al color va relativamente del amarillo al rojo, su contextura de estos ladrillos es lisa después de se usa moldes metálicos y se ponen rugosos cuando se realiza con molde en madera arenada.

### **1.5.3.3. Componentes del Ladrillo Artesanal**

Según lo manifestado por Bianucci (2009) indica la importancia de conocer toda la materia prima, como su comportamiento y composición de este.

De acuerdo a las modificaciones del transcurso de la fabricación de la materia prima determinan si la arcilla, así como otros componentes naturales propios del lugar son adecuados para la obtención del ladrillo.

El ladrillo artesanal es un ladrillo hecho con barro que tiene tradicionalmente una medida de 25x30x10 cm. Estos materiales mezclados con agua, adquieren una mezcla más trabajable. A veces se le agrega paja porque se le considera importante para dar rigidez o evitar rajaduras al secarse.

Describe en su trabajo de investigación sobre los tipos de arcilla y diferentes procesos de fabricación de ladrillos, asimismo es posible cambiar las características mediante diversas combinaciones y mezclas.

Asimismo, la arcilla es muy rica en óxido de hierro la cual le da ese color rojizo, después de la etapa de cocción.

Después de la extracción, siendo gran influencia también los procesos de la preparación, trituración y la mezcla en el resultado del ladrillo en el secado.

Debiendo ser este conjunto de procesos llevado de manera correcta y con una correcta concordancia.

#### **1.5.3.4. La Arcilla**

Según lo manifestado por Rhodes, (1990) nos aclara que es un material que contiene un materiales y sustancias coloidales, siendo así un sedimento de partículas silicatos hidratados muy pequeñas de alúmina, además de otros minerales como el caolín y la illita. Debido a que el planeta se está envejeciendo, la arcilla se considera un material corriente y bastante abundante.

La arcilla se moldea fácilmente en una forma que se conserva cuando se seca.

#### **1.5.3.5. Composición De La Arcilla**

Según lo manifestado por Del Rio (1975) aclara que la estructura de la arcilla en su forma natural está preparada por varios minerales arcillosos como Si (silicio), Al (aluminio), O (oxígeno) e H (hidrógeno), derivada de degradación natural de las rocas ígneas. Así como los silicatos de aluminio en su mayoría, asimismo hay productos húmedos por la desintegración de rocas aluminosas y silicatadas, son recortes de roca, óxidos hidratados, álcalis y material de coloidales.

Tabla 1

*Comparación del contenido químico de la corteza terrestre y la arcilla roja*

COMPONENTE	De la corteza terrestre en %	Arcilla roja en %
Si O <sub>2</sub>	59.14	57.02
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.34	19.15
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.88	6.70
Mg O	3.49	3.08
CaO	5.08	4.26
Na <sub>2</sub> O	3.84	2.38
K <sub>2</sub> O	3.13	2.03
H <sub>2</sub> O	1.15	3.45
Ti O <sub>2</sub>	1.05	0.91

Fuente: Del Rio, 1975

Su estructura está relacionada con la geografía de la tierra siendo la arcilla formada a los mecanismos de:

- Por Herencia.
- Por neo – formación.
- Por transformación.

Según lo manifestado por Del Busto (1991) define que mientras tenga un alto porcentaje de sílice y alúmina, se considera más puro, teniendo de acuerdo a la cantidad de minerales las siguientes características.

- El cuarzo disminuye el porcentaje de plasticidad, la retracción y favorece a ser más refractaria.
- La sílice en forma coloidal aumenta la plasticidad.
- La alúmina aporta que sea más refractario.

- El óxido de hierro, como el feldespato, bajan la temperatura de fusión, actuando como fundente y siendo buen material para dar color. Si a la arcilla se aumenta un poco de óxido de hierro, esta se pinta fuertemente en un color rojo o blanco.
- Los filosilicatos de aluminio, manganeso y hierro aportan a la arcilla características plásticas.

Lo ideal en composición que presente la arcilla pura será 47% de sílice, 39% de alúmina y 14% de agua, esto represente por lo menos el 25% del material componente del barro. Lo que se busca es que la arcilla pura supere el 30% de la pasta para ser adecuada.

#### **1.5.3.6 Propiedades De La Arcilla**

Según lo manifestado por (Pablo, 1964), precisa que su estado físico y propiedades pueden modificarse con relativa facilidad, a continuación, se presentan las propiedades principales:

##### **Plasticidad**

Según lo manifestado por Del Rio (1975) menciona que es muy esencial esta propiedad de las arcillas, siendo importante para elaborar ladrillos, y para darle cualquier forma que se le dé.

La capacidad de retención del agua o que las partículas se adhieran al agua, es consecuencia del agua que se envuelve encima de las laminas partículas

causando un efecto lubricante y hacer más fácil el movimiento y adherencia entre las partículas.

El ensayo de índices de Atterberg es aquel en el cual se cuantifica la determinación de límite plástico, límite líquido y límite de retracción.

### **Contracción**

Es la propiedad de la arcilla la cual causa una baja en las dimensiones como una compactación al perder humedad. Siendo esta una de las causas de la rotura de ladrillos.

Es bueno trabajar con material que se contraiga menos del 7%, porque se corre el riesgo que los se rompan o se deformen cuando se sequen.

La contracción experimentada por arcillas se da en dos procesos, las cuales son:

- Contracción por aire, que se produce después de la formación de la unidad.
- Contracción por fuego, que se produce cuando se está procesando para el quemado.

Siendo los valores de contracción para el caolín crudo de 5-8% y el de la arcilla para ladrillo de 1-6%.

### **Refractariedad**

Es la propiedad de la arcilla, en la cual se debe al aumento de la temperatura. Todo tipo de arcilla presenta esta propiedad, dependiendo del contenido químico de alúmina y sílice.

### **Porosidad**

Es la propiedad en la cual depende del tamaño de las arcillas. Siendo al momento del moldeado la mezcla si presenta granos más pequeños estas se unirán unas con otras, evitando entre ellas la acumulación de agua y al momento de la cocción puedan disminuir las cavidades ocasionadas por el por el agua.

### **Versatilidad**

En esta propiedad se tendrá que los materiales elaborados de arcilla se usan para diversidad de aplicaciones.

### **Eficiencia Energética**

Los materiales permiten que se disminuya el consumo de energía de la construcción.

### **Durabilidad**

Es una propiedad del material es robusto, estable y como resultado durable.

### **Estética**

Por una amplia gama de colores, puede variar del blanco al rojo. Al variar aprecian superficies rugosas y lisas.

### **Economía**

Con este material se puede construir con rapidez y elasticidad, lo que permite a ahorra dinero y tiempo.

## **Sostenibilidad**

Este material de construcción es particularmente sostenible, ya que son libres de contaminación y alérgenos, siendo así compatible con la naturaleza.

### **1.5.3.7. Tipos De Ladrillos Según Su Unidad De Albañilería**

Según lo manifestado por Gallegos y Casabonne (2005) nos dice que esta clasificación es de acuerdo al área neta, dato tomado en cuanto al área cara de asiento y en las características de los alveolos. No teniendo que ser influyente con la materia prima que se realiza ni con la dimensión de los ladrillos con que se produjeron. Es decir, para el mismo tipo de albañilería puede ser ladrillo o bloques.

### **1.5.3.8. Unidad de albañilería hueca**

Es el ladrillo aquel que no tiene que aguantar cargas que no superan el propio peso los ladrillos, este se emplea para la construcción de paredes. Estos ladrillos presentan ciertas perforaciones tanto en el canto como en la testa, teniendo un área mínima al 70% del área bruta en el mismo plano, lo cual hacen disminuir el volumen y peso del material empleado.

#### **1.5.3.9. Unidades de albañilería sólida o maciza**

Resiste una carga mayor que su propio peso, presentando un área mayor o igual al 70% del área bruta.

Es un ladrillo que presenta un buen acabado por la forma en que es elaborado en los hornos y esto quiere decir que van a tener dimensiones exactas.

#### **1.5.3.10. Unidad de albañilería perforado**

Son todos aquellos ladrillos que presentaran perforaciones, superando el 10% de superficie. Esta unidad de albañilería es usada en muchas ocasiones para fachadas de vivienda. Si el porcentaje de la superficie es menor al 10% se le conoce como ladrillo macizo, este ladrillo también es conocido como ladrillo liviano. Durante la construcción a través de estos ladrillos el concreto o mortero puede ingresar fácilmente por todos los orificios que este posee, siendo ideal para paredes por tener una buena resistencia.

#### **1.5.3.11. Unidad de albañilería Tubular**

Es aquel ladrillo en el cual los alveolos no se parecen a los de los ladrillos sólidos, huecos o perforados, ya que estos son paralelos a la cara de asiento, las cuales son utilizadas para disminuir el peso de los muros.



Tabla 2

*Limitaciones de las unidades de albañilería en su uso estructural*

Tipo	PROBABILIDAD DE APLICACIÓN			
	Muro en Zona Sísmica		Muro en Zona no Sísmica	
	Portante	No Portante	Portante	No Portante
Sólida	Óptima	Aplicable, pero muy pesada y costosa	Óptima para cargas elevadas	Aplicable, pero muy costosa
Hueca	No aplicable tal cual, si se llenan alvéolos con concreto líquido	Óptima	Aplicable	Óptima
Perforada	No aplicable salvo que el área alveolar seca 30% o menos que el área bruta	Óptima	Aplicable	Óptima
Tubular	No aplicable	Óptima	No aplicable	Óptima

Fuente: RNE E.070

#### 1.5.4. Tipos De Ladrillos Según La Norma E070.

Según la NTP E070 “Albañilería” señala que la unidad de albañilería se clasifica en cinco tipos, mediante sus características de resistencia y durabilidad, son los siguientes:

Tipo I.- Se utiliza cuando la resistencia y durabilidad es muy baja. Es utilizable cuando las edificaciones de albañilería en condiciones de servicio tienen exigencias mínimas.

Tipo II.- Se utiliza cuando la resistencia y durabilidad es baja. Es considerado para construcciones de albañilería en condiciones de servicio de exigencias moderadas.

Tipo III.- Se utiliza cuando la resistencia y durabilidad es media. Es considerado apto para construcciones de albañilería de uso general.

Tipo IV.- Se utiliza cuando la resistencia y durabilidad es alta. Es considerado apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio rigurosas.

Tipo V.- Se utiliza cuando la resistencia y durabilidad es muy altas. Es considerado apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio particularmente rigurosas.

Tabla 3

*Clase de la unidad de albañilería para fines estructurales.*

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN f <sup>b</sup> mínimo en MPA (kg/cm <sup>2</sup> ) sobre área bruta
	Hasta 100mm	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 E.070

### 1.5.5. Clasificación De Ladrillos Según La Norma 331.017:2013 (revisada el 2015)

Los ladrillos serán clasificados en cuatro tipos:

TIPO 21.- Se usará para donde se requiera una mayor resistencia a la compresión, humedad y frío.

TIPO 17.- Se usará cuando se requiera moderada resistencia a la compresión, al frío y la humedad.

TIPO 14.- Se usará para uso general y de moderada resistencia a la compresión.

TIPO 10.- Se usará para uso general en donde se requiera moderada resistencia a la compresión.

### **1.5.6. Propiedades de las Unidades de Albañilería**

#### **1.5.6.1. Requisitos Obligatorios**

Según la NTP E070, hace una clasificación del ladrillo según al tipo que pertenece, debe cumplir tres ensayos: resistencia a la compresión, variabilidad dimensional y alabeo, como se menciona a continuación:

#### **Variabilidad dimensional**

Según la Norma NTP 331.018 las dimensiones se darán: largo x ancho x altura (L x b x h), expresado en centímetros(cm) y en porcentaje (%). Siendo así los datos del largo y el ancho la superficie de asiento.

#### **Alabeo**

Según la norma NTP 331.018 este alabeo puede presentar de dos formas medida como convexidad y concavidad a la unidad de albañilería, expresado en milímetros(mm).

### **Resistencia a la Compresión**

Según lo escrito en la norma NTP 331.018 y 331.019 se denominará así a la resistencia característica puesta a compresión axial de los ladrillos ( $f^b$ ), restándose la media de los ensayos individuales, es decir, la desviación estándar.

#### **1.5.6.2. Requisitos Complementarios no Obligatorios**

Estas características están relacionadas con el clima y las condiciones del terreno donde se utilizarán, como las que se muestran a continuación:

##### **Absorción, Absorción Máxima y Coeficiente de Saturación:**

La absorción. - Es la medida de permeabilidad en los ladrillos.

La absorción máxima. - Es la cantidad de agua que podrá tener una unidad de albañilería saturada.

El Coeficiente de Saturación. - Es la medida de la unidad de albañilería teniendo la facilidad en la que puede saturarse con agua. Este coeficiente si es menor a 0.80 será considerado poco absorbente, siendo así utilizable a diferentes climas o condición de intemperismo teniendo un coeficiente de 1 a más es muy absorbente, siendo así utilizable solo cuando se protegerá con recubrimientos de la intemperie.

Tabla 4

*Requisitos Complementarios: Absorción Máxima y Coeficiente de saturación*

TIPO DE LADRILLO	ABSORCIÓN MÁXIMA EN (%)	COEFICIENTE DE SATURACIÓN (MÁXIMA EN %)
I	Sin limite	Sin limite
II	Sin limite	Sin limite
III	25	0, 90
IV	22	0, 88
V	22	0, 88

NOTA 1: El ensayo de absorción máxima solo es exigible cuando el ladrillo estará en contacto directo con lluvia intensa, terreno o agua

NOTA 2: El ensayo de coeficiente de saturación solo es exigible para condición de intemperie severo

Fuente: N.T.P. 331.017

### **Módulo de ruptura, succión y eflorescencia**

Módulo de Ruptura. - Medida de la resistencia a la tracción del ladrillo, necesitando los mínimos valores referenciales que se obtienen de la tracción para cada tipo de ladrillo.

Succión. - Es el dato cuantitativo inicial de la velocidad de absorción para la cara de asiento; ya que esta característica es la que se da en el ladrillo – mortero, dado a que el mortero pierde muy rápido el agua, por la absorción del ladrillo. Para una succión de valores altos, en consecuencia, el mortero se endurece y deforma no completando el contacto con toda la cara de asiento del ladrillo, por no tener una buena adhesión, dando como resultado uniones de resistencia baja y permeable al agua. Para succiones altas de 200 gr/min en un área de 200cm<sup>2</sup> será necesario que los ladrillos se saturen (se humedezcan en agua) antes de ser asentadas en la construcción.

Eflorescencia. - Es la medida en sales solubles del afloramiento y cristalización contenidos en la unidad de albañilería cuando el ladrillo es humedecido. Este dato se manifiesta cuando se halla cantidades grandes, ya que

la presión que se ejerce al aumentar causa rajaduras y desintegración en la albañilería.

### **1.5.7. Aceptación De La Unidad según la N.T.P. E070-2019**

Según la N.T.P. E070-2019, la norma indica que la aceptación de los ladrillos se da por su aspecto y por condiciones de variabilidad, siendo medidos por ensayos.

- a) Si la muestra se presenta con más de 20% de dispersión en los valores de resultados (coeficiente de variación), para unidades producidas de manera industrial, o 40 % para unidades producidas de manera artesanal, se ensayará otros ladrillos y de persistir esa dispersión de valores en el resultado, se rechazará el lote de ladrillos
- b) El valor de la absorción no será mayor que 22% en las unidades de arcilla y sílico calcáreas. El bloque de concreto tipo clase, presenta una absorción no mayor que 12% de absorción. La absorción del bloque de concreto NP, no será mayor que 15%.
- c) En cuanto al espesor mínimo de las caras laterales, están son correspondientes a la superficie de asentado será 25 mm para el Bloque clase P y 12 mm para el Bloque clase NP.
- d) Las unidades de albañilería no presentaran materias extrañas en su interior o superficies, tales como conchuelas, guijarros o nódulos de naturaleza calcárea.

- e) Las unidades de albañilería de arcilla estarán bien cocidas, presentaran un color uniforme y no presentará vitrificaciones. Ya que, al ser golpeada con un martillo, u objeto similar, debe producir un sonido metálico.
- f) Las unidades de albañilería no tendrán fracturas, grietas, resquebrajaduras, hendiduras u otros defectos parecidos que disminuyan su resistencia o durabilidad.
- g) Las unidades de albañilería no tendrán manchas ni indicios de origen salitroso o tipo similares u otros.

#### **1.5.8. Limitaciones de las unidades de albañilería para su aplicación estructural**

Según lo manifestado por Gallegos y Casabonne (2005) nos precisa que el margen del resultado en el ensayo de la resistencia a la compresión de las diversas unidades de albañilería en estudio, siendo el comportamiento la característica de la fragilidad en la falla. Los únicos ladrillos que demostraron un comportamiento dúctil son las unidades sólidas, mientras que otras presentaron fallas frágiles o explosivas pudiendo ser usadas como unidades individuales o como componentes de un muro.

Es por esta razón que los ladrillos tubulares no son admitidos para la elaboración de muros portantes, a diferencia de los ladrillos huecos y perforados que son aceptados con condiciones, particularmente dependiendo de la zona sísmica.

Cuando estas unidades huecas y perforadas se rellenan con grout (concreto líquido) cambiando su comportamiento, teniendo más ductilidad, como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 5

*Tabla Limitaciones en el uso de las unidades de albañilería para fines estructurales*

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

Fuente: RNE E070:2019

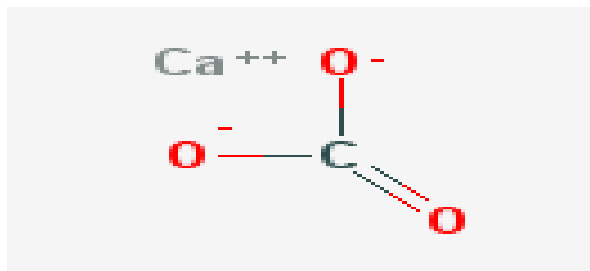
### 1.5.9. Carbonato De Calcio

Según lo manifestado por Wolfgang (2012) nos comenta que la familia de las sales, es un compuesto químico derivado del ácido carbónico (anión carbonato), su fórmula es  $\text{CaCO}_3$ , conformado por un átomo de Calcio (Ca), un átomo de carbono (C) y tres átomos de oxígeno (O).

De acuerdo a sus tres nomenclaturas de este compuesto son: bajo la nomenclatura sistemática es nombrado trioxcarbonato (IV) de calcio, bajo la nomenclatura stock es nombrado carbonato de calcio y bajo la nomenclatura tradicional es nombrado carbonato cálcico.



En la corteza terrestre está constituida del 4% por Ca, que se pueden encontrar en minerales, rocas y algunos casos en esqueletos invertebrados como corales, moluscos; así como espículas de esponjas y también en la parte de la cascara del huevo de animales vertebrados. En si está compuesto por tres polimorfos, los cuales se describen a continuación:

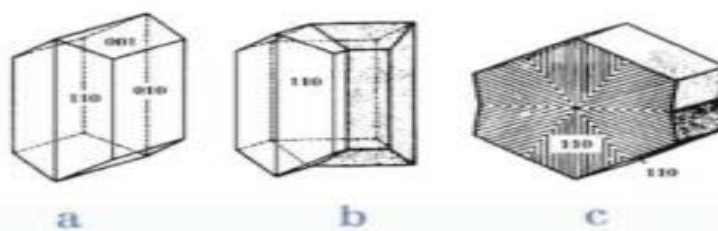


*Figura 1.* Carbonato de calcio  
Fuente. Del Rio, 1975

#### 1.5.9.1. Aragonita

Es un mineral en el cual su nombre procede debido a que se encontró por primera vez en el río Gallo de Molina de Aragón, es de color blanco un carbonato con fórmula Ca igual que la calcita. Este mineral presenta una densidad y dureza mayor que la calcita, siendo menos estable y menos usual.

Este mineral representa un constituyente de lodos calcáreos marinos que están poco profundos, estando presente también en las conchas de los invertebrados, en los exoesqueletos de bivalvos y perlas que estos producen.



*Figura 2.* Formas de cristales de aragonita  
Fuente: Wolfgang Tegethoff, 2012

En la figura 2 el cristal a representa la forma más rara de cristales aragonita y la figura b y c son los cristales más comunes.

### 1.5.9.2. Calcita

Este mineral es uno de los más conocidos por la sociedad. Es de color blanco, puede ser transparente, pálido o ser de distinta escala de grises, rara vez puede presentarse de color azul o amarillo.

La calcita es el principal constituyente de rocas como la caliza y en algunas margas, se encuentra presente en los exoesqueletos de diversos grupos de invertebrados tales como esponjas, corales, etc.

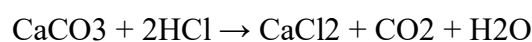
### 1.5.9.3. Vaterita

Es un mineral muy raro, puede ser de color blanco o a veces es incoloro, tiene una forma hexagonal, es más soluble que la calcita y el aragonito.

### 1.5.9.4. Propiedades físicas y químicas

El carbonato de calcio (Ca.) es un mineral que tiene una reacción efervescente cuando se pone en contacto con ácidos diluidos desprendiendo CO<sub>2</sub>.

Ecuación n° 1



*Ecuación 1. Carbonato de calcio*

Este mineral al calentarlo en un límite de temperatura que varían entre 825 y 1 339 °C se descompone formando óxido de calcio o cal viva. El CaCO<sub>3</sub> es incoloro constituido por un polvo blanco o incoloro, inodoros e insípidos, insoluble en alcohol, con baja solubilidad en agua (1-2 mg/100 ml); es muy alto

soluble en ácidos diluidos y cloruro de amonio. Su densidad varía entre 2,6 y 2,95 g/cm<sup>3</sup>, una dureza de 3 a 4 en la escala de Mohs, presentando una humedad máxima de 0,09 %.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

#### 2.1.1. Tipo y nivel de investigación

El presente trabajo es una **investigación de tipo aplicada**, porque conocemos y determinamos el problema, asimismo daremos respuestas a los problemas específicos, teniendo como objetivo predecir el comportamiento específico en una situación definida utilizando conocimientos prácticos para determinar las consecuencias prácticas.

Según Hernández, Fernández y Baptista (2006) el nivel de investigación es descriptiva, por que busca especificar propiedades, características y rasgos de cualquier fenómeno que se analice, permitiendo analizar como es y cómo se manifiesta un fenómeno y sus componentes, asimismo es correlacional porque asocia variables mediante un patrón predecible para un grupo o , a fin de determinar cómo se relacionan o vinculan diversas características ente sí; y es una investigación cuantitativa porque da una solución a un problema de carácter práctico a partir de una composición nueva del crudo, permitiendo elaborar un ladrillo mejorando sus características a la compresión, variación dimensional, alabeo, absorción y succión, adicionándose carbonato de calcio en un 3% y un 5% .

#### 2.1.2. Diseño

Carrasco (2009) El diseño de la investigación es experimental, porque responde a la pregunta ¿Qué cambios y modificaciones se han producido?,

siendo para esta investigación que realizamos para conocer las características o fenómenos que se está investigando con respecto al carbonato de calcio con respecto a las características del ladrillo, teniendo en cuenta los análisis realizados en laboratorio aplicados con el nuevo componente que se adiciona al ladrillo obteniendo nuevas características, con respecto a la resistencia entre otros.

En nuestra investigación experimental, se hará ensayos necesarios para la información teórica, sobre las variables materia de la investigación: Adición del carbonato de calcio y Características de los ladrillos artesanales, siendo que a partir de una idea se trazarán los objetivos, estableciéndose la hipótesis y las variables, las cuales se medirá utilizando métodos estadísticos con el software SPSS, para posteriormente analizarlos.

Y para Hernández, Fernández, Baptista el diseño, plan o estrategia que se desarrolla para obtener la información que se requiere en una investigación. (2006, p. 158), donde la investigación experimental es una situación de control, que se manipulan de forma intencional una o más variables independientes (causa) para analizar las consecuencias sobre la variable dependientes (efecto).

Según Fideas Arias (2006) la investigación experimental es un proceso que consiste someter a un objeto a determinadas condiciones o tratamientos (variable independiente), a fin de observar los efectos que se producen en la otra variable (variable dependiente).

#### **2.1.4. Delimitación**

Se realizaron las pruebas de la adición de Carbonato de Calcio al 3% y al 5% en sustitución de la arcilla para la elaboración de ladrillos artesanales, considerando sobre todo la resistencia a la compresión del ladrillo, se determinó estos porcentajes al tener como referencia el trabajo de investigación presentado en el artículo científico titulado “Influencia de la adición de un 2% de carbonato de calcio en el proceso de fabricación de los ladrillos de cerámica roja: etapas de secado y cocción”, presentado por los autores Dania Betancourt<sup>1</sup>, Yosvany Díaz, Fernando Martirena, del Centro de Investigación y Desarrollo de las Estructuras y los Materiales de Construcción (CIDEM) de la Universidad Central de Las Villas. CUBA

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

### **2.2.1. Población**

Según Arias (2006) precisa sobre población de conjuntos finitos o infinitos de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas conclusiones de la investigación. Esta queda determinada por el problema y por los objetivos del estudio (p. 81)

La población está constituida por la producción de unidades de albañilería de la “Ladrillera artesanal Eterno”, de los cuales serán evaluadas en ensayos para saber sus características mediante pruebas de laboratorio a fin de ser calificados según la NTP 399.613 los ladrillos solidos fabricados con arcilla de Chilca en porcentajes del 0%, 3% y 5%.

### **2.2.2. Muestra**

El número de muestra que se utilizó para esta tesis fue de acuerdo a la norma E070 de albañilería. Se utilizó 30 ladrillos de arcilla adicionados por porcentajes del 0%, 3% y 5% de carbonato de calcio.

## **2.3. Técnicas Instrumentos de recolección y análisis de datos**

### **2.3.1. Técnica de la recolección de datos.**

La técnica empleada para la recolección de datos es la observación directa, ya que, durante los ensayos, es fundamental la observación y registro de información, Según Zapata (2006, p.145) menciona que las técnicas de observación son procedimientos que utiliza el investigador para presenciar directamente el fenómeno que estudia.

La Revisión documentaria que realizaremos será en textos, libros, artículos, revistas, tesis, acervo documentario en portales de internet nacionales y extranjeros. Asimismo, utilizamos la técnica de la encuesta y la entrevista.

### **2.3.2. Instrumento de recolección de datos.**

Se visitó la ladrillera ubicado en la provincia de Chilca y se recolectó información de las muestras de unidades de albañilería que se utilizaran en la investigación en los diferentes ensayos y pruebas de laboratorio.

## 2.4. Procedimiento de análisis de datos.

Según lo manifestado Canta (2017) comenta que se recurrirá a la estadística, utilizando el software SPSS, recogiendo datos para su contratación de la hipótesis respectiva en base a la medición numérica y el análisis estadístico.

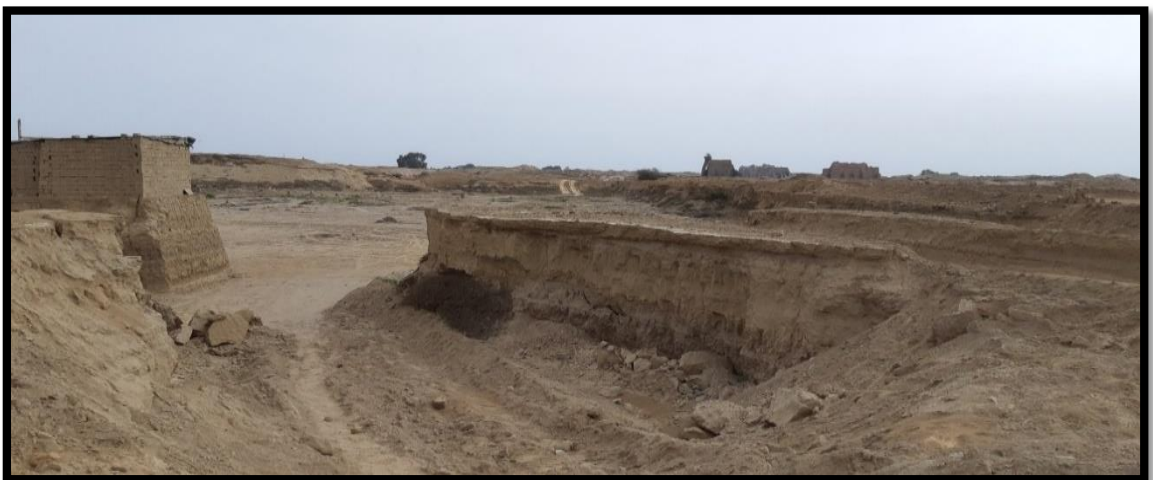
El procesamiento de datos se realizará mediante el software SPSS en su versión 22, siendo con el apoyo de la estadística inferencial, se establecerá mediante el método Td student la comparación de las dimensiones de la variable independiente con la variable dependiente, mediante el análisis de la varianza ANOVA.

## 2.5. Fabricación de ladrillos de arcilla artesanal

Fabricación de ladrillos de arcilla Artesanal

### 2.5.1. Extracción

Se pica el material arcilloso – arenoso in situ en el yacimiento, disgregándolo hasta dejarlo sin grumos, eliminando todo tipo de piedras y todo material grueso, se realiza el proceso manualmente.



*Imagen 1.* Cantera de extracción de materiales.  
Fuente: Elaboración propia.





Imagen 2. Extracción - material  
Fuente: Elaboración propia

#### 2.4.2. Mezclado

Este material, se mezcla abriendo un orificio en la central superior central de unos 20cm, para poder agregar el agua, permaneciendo así 24 horas.



Imagen 3. Mezcla de Agua

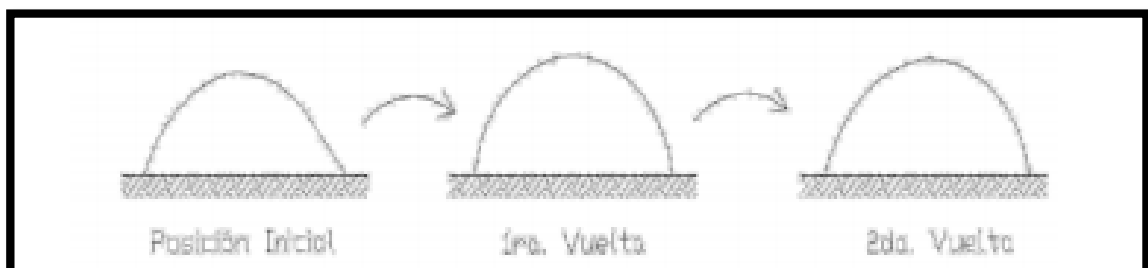


Imagen 4. Agregado de Agua y carbonato

Se le agrega el carbonato de calcio a la mezcla, de acuerdo al porcentaje en estudio.

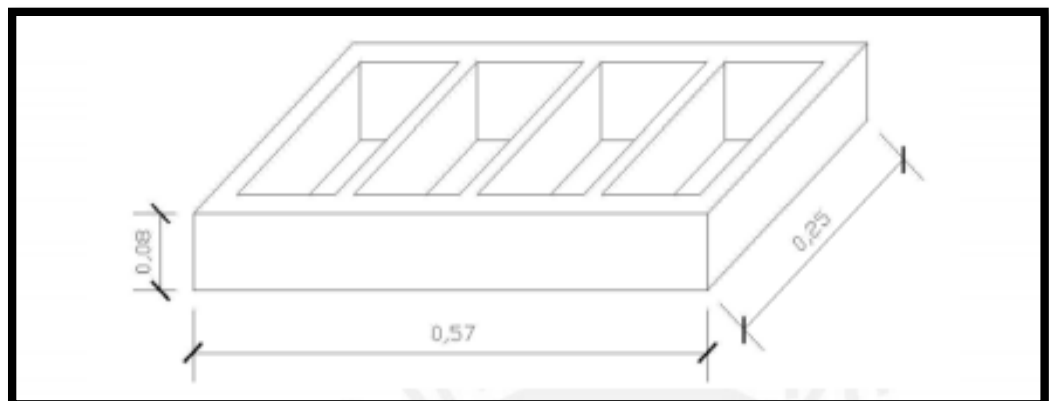
La Primera muestra será con 3% y la segunda muestra con 5%.



*Imagen 5.* Carbonato de Calcio  
Fuente: Elaboración propia

### 2.4.3. Moldeo

En este proceso productivo se hace el moldeo manualmente, ya que es artesanal, se forma moldes con las gaberzas, (los moldes son de madera tratada cepillado liso), los moldes son para 4 ladrillos de dimensiones de 8x11x 20.4 cm, según se muestra en la imagen N°6:



*Imagen 6.* Molde de Ladrillo

**a. Pasos en el Moldeo:**

El molde se sumergirá en agua hasta dejarla húmeda completamente, después se le hecha arena, impregnándose esta en el molde. Esto es como un lubricante para el molde y facilita el desprendimiento del material con el molde.

Se colocará el material ya mezclado en el molde, lanzándolo por porciones ya que necesitamos la fuerza para que llene bien. Enrasando la parte superior con una regla de madera previamente impregnada de arena.

Una vez llenado el molde, colocar en un lugar para el secado, luego sacar los ladrillos del molde, cuidando que no rompan los ladrillos que todavía están húmedos.

Este proceso se vuelve a realizar de acuerdo a la cantidad de ladrillos, ya que se armará de 4 en 4, teniendo en cuenta que la impregnación de arena es cada vez que se use el molde.



*Imagen 7.* Arenado de Molde para evitar que se pegue la arcilla  
Fuente: Elaboración propia



*Imagen 8.* Moldeado de ladrillo y colocación en el molde  
Fuente: Elaboración propia



*Imagen 9.* Enrasado de arcilla al molde  
Fuente. Elaboración propia 2018

#### 2.4.4. Secado

El secado de los ladrillos es al aire libre, en el siguiente orden:

- Se le dejara secar 2 días aproximadamente si se encuentra en un clima caluroso y 4 a 5 días en invierno.
- Después de una jornada de trabajo estos ladrillos se colocarán de costado.
- Durante el intercambio de posición del ladrillo, se perfilan las caras, sacando los materiales excedentes o deformes que están impregnados, utilizando una herramienta llamada azada.
- Se colocarán los ladrillos en filas considerando 12 unidades o de lo contrario 10 unidades. Estas unidades se disponen dejando un espacio entre ellas de 10 cm., como se muestra en la imagen N°11.



*Imagen 10.* Ladrillos ya moldeados  
Fuente: Elaboración propia



*Imagen 11.* Secado del ladrillo al aire libre  
Fuente: Elaboración propia



*Imagen 12.* Hornos - Ladrillos Artesanales en Chilca  
Fuente: Elaboración propia.

#### **2.4.5. Cocción**

- a. Como combustible se echa leña, caucho y aserrín, en el horno de forma de chimenea entraran 25 mll. de ladrillos artesanales de 8x11x20.4 cm. El procedimiento es de la siguiente manera:

- b. Se empezará a colocar los ladrillos más secos en la parte inferior del horno y en la parte superior los más húmedos; a fin de que el secado sea proporcional, antes de la cocción.
- c. Se dejará el acceso para el combustible, bóvedas hechos del mismo ladrillo artesanal del lugar Chilca.
- d. Una vez que se enciende el combustible, se observa que en el techo no debe salir el fuego, para proceder a tapar las salidas con barro.
- e. El tiempo de cocción es de 50 a 60 horas, luego se destapa el techo y por 2 a 3 días debe enfriar el horno.
- f. Luego se saca el ladrillo y se almacena en filas de 30 ladrillos de altura, quedando listo para la venta.

#### **2.4.6. Descarga de Horno**

Para descargar el horno se debe tener en cuenta que el carbón este totalmente extinguido, luego se abre el horno para que se enfríen los ladrillos, siendo de 4 a 7 días, procediéndose a descargar por aproximadamente 7 horas.



*Imagen 13.* Ladrillos horneados para la venta  
Fuente: Elaboración propia



*Imagen 14.* Recolección - Ladrillos Artesanales  
Fuente: Elaboración propia

## 2.6. Procedimientos de los ensayos

### 2.6.1. Ensayos A La Unidad De Albañilería

#### a. Variación Dimensional de la Unidad

Para este ensayo se eligieron 30 ladrillos como muestra, es importante tener en cuenta que los ladrillos para este estudio deben estar secos procediendo con lo siguiente:

Se coloca treinta unidades de albañilería (secos y enteros) en una zona limpia, removiendo el polvo con una brocha, para tener una mayor precisión en la toma de medidas, del largo, ancho y alto, utilizando una regla metálica milimetrada.

Las dimensiones son medidas en cuatro puntos, siendo cada cuatro aristas del ladrillo. Asimismo, se registran esta medida en cm. con aproximación de 1mm. y el promedio de cada dimensión con una aproximación de 0.5mm.



Ecuación n° 2

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

*Ecuación 2. Variación Dimensional de la Unidad*

Significado de la fórmula:

V: Diferencia de medidas dado en porcentaje (%).

DE: Medida real del ladrillo dado en milímetros (cm).

MP: Medida promedio en los lados de los ladrillos dado en milímetros (mm).



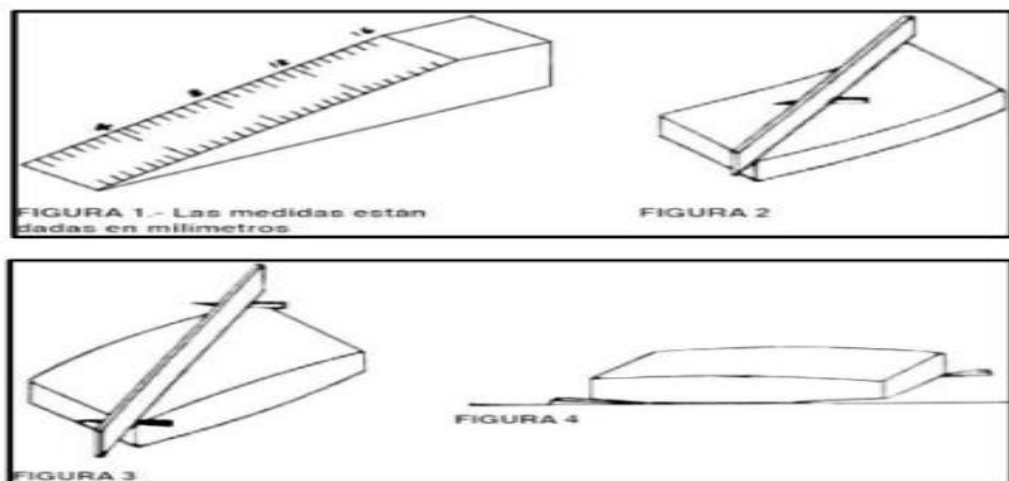
*Imagen 15. Medición de Ladrillo en Laboratorio*  
Fuente. Elaboración propia 2018.

### **b. Alabeo De La Unidad**

En este ensayo se usó como muestra 30 ladrillos enteros y secos para su estudio, en el cual se puede presentar el alabeo como concavidad o convexidad.

Procediendo a lo siguiente:

- Se limpian los ladrillos de toda impureza, en especial en la cara de asiento.
- Preparar y cortar dos cuñas de madera considerando las siguientes medidas de largo de 60 mm, de ancho 12.5 mm y de espesor de 12.5mm.
- Para medir la concavidad, colocar la regla sobre el ladrillo de forma diagonal. Se coloca la cuña. Luego se realiza la lectura con precisión de un milímetro, registrar en los datos de la medición.
- La convexidad se mide colocando la regla sobre el ladrillo de forma diagonal en el lado mayor de forma diagonal, a continuación, se colocan cuñas en los vértices buscando puntos de apoyo en la regla, buscando nivelar las medidas para registrar los datos.



*Imagen 16.* Toma de medidas de ladrillos  
Fuente. Elaboración propia 2018.



*Imagen 17. Taco de madera para ensayos*  
Fuente. Elaboración propia 2018.



*Imagen 18. Medidas de ladrillos*  
Fuente. Elaboración propia 2018.



*Imagen 19. Distancia entre puntos de ladrillos*  
Fuente. Elaboración propia 2018.



*Imagen 20.* Ladrillo inclinado para su nivelación  
Fuente. Elaboración propia 2018.

### **c. Resistencia a la Compresión de la Unidad**

Para realizar estas pruebas se usó como muestra 5 ladrillos enteros y secos para su estudio. Por lo cual se hizo el siguiente procedimiento:

Se prepara una capa de base para cada muestra, a través de un mortero de yeso, de un espesor máximo de cuatro milímetros.

Determinamos los promedios de las dimensiones de los ladrillos, registrando la lectura de los tres valores, los resultados de las tres dimensiones, dará como resultado el valor más probable del área resistente, y también se determinará las dimensiones que se van a deformar.

Llevamos al laboratorio los ladrillos tomados como muestra centrando debajo del apoyo esférico superior dos milímetros como margen.

La compresión del ladrillo ( $F'b$ ) lo mostramos en la siguiente Ecuación:

Ecuación N° 3:

$$F'b = \frac{P}{A}$$

*Ecuación 3. Resistencia a la Compresión*

Significado:

F'b: Resistencia a la Compresión del Ladrillo Kg/cm<sup>2</sup>.

P: Carga de rotura en Kg., estos datos lo obtenemos de la máquina

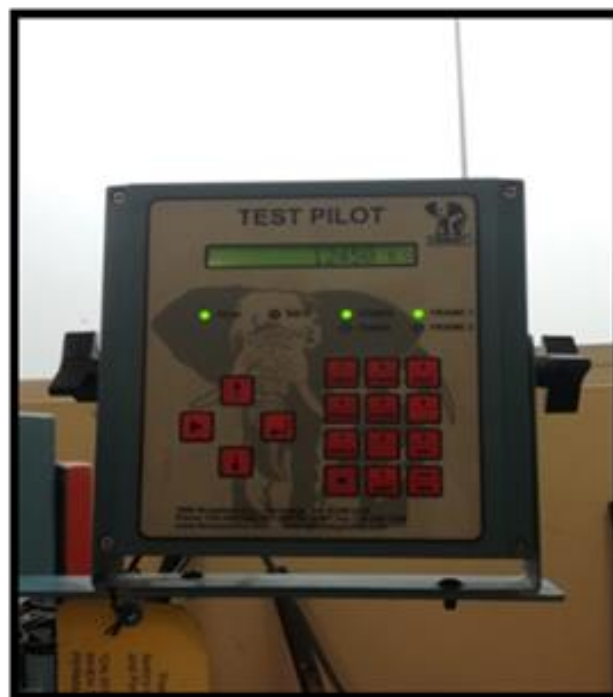
A: Promedio de áreas en cm<sup>2</sup>, muestra de ladrillos lado superior e inferior.



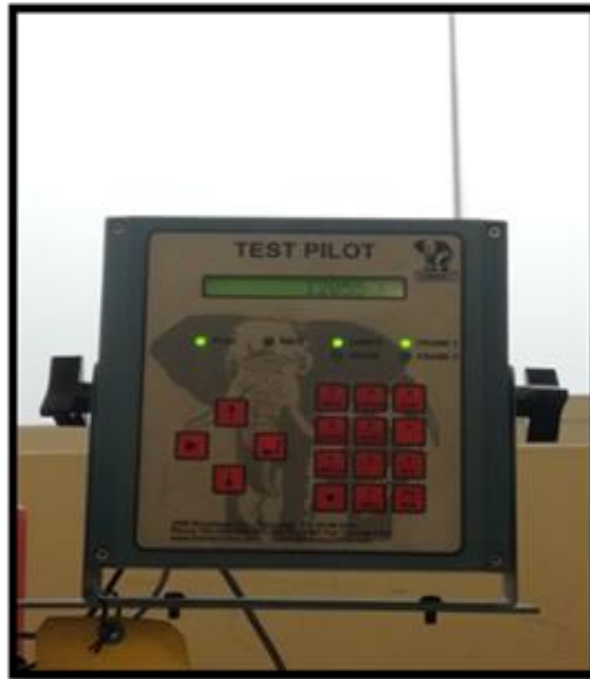
*Imagen 21. Ensayo con la máquina modelo Forney*  
Fuente. Elaboración propia 2018.



*Imagen 22.* Carga de Rotura de Ladrillo  
Fuente. Elaboración propia 2018.



*Imagen 23.* Toma de datos para el análisis de Kg/cm<sup>2</sup>.  
Fuente. Elaboración propia 2018.



*Imagen 24.* Toma de datos para el análisis de Kg/cm<sup>2</sup>.  
Fuente. Elaboración propia 2018.



*Imagen 25.* Máquina de ensayo de resistencia a la compresión.  
Fuente. Elaboración propia 2018.



*Imagen 26.* Toma de datos para el análisis de Kg/cm<sup>2</sup>.  
Fuente. Elaboración propia 2018.

#### **d. Absorción de la Unidad**

Para nuestro ensayo se realizó con 15 ladrillos secos como muestra de la siguiente forma:

La muestra entrara 24 horas al horno a 110 °C - 115 °C de temperatura para su secado.

Luego sacamos para su enfriamiento en una zona de libre circulación de aire por espacio de 4 horas.

Se procede a pesar las muestras con una aproximación de 1 gr.

En el siguiente paso se sumerge las muestras en agua limpia, por un periodo de 24 horas tomando lectura entre 15°C y 30°C.



Las muestras se retiran del depósito absorbiéndose con un paño el agua superficial, en seguida tomamos su peso, estas pruebas se realizarán en un lapso de 5 min desde que se extrajeron las muestras.

Ecuación N° 4

$$A = \frac{(G4-G3)}{G3} \times 100$$

*Ecuación 4. Absorción*

Significado:

A: Contenido de agua absorbida (en porcentaje)

G3: Muestra seca en gramos de la masa

G4: Muestra saturada por espacio de 24 h sumergida en agua en gramos de la masa



*Imagen 27. Colocación de Ladrillo en el Horno*  
Fuente. Elaboración propia 2018.



*Imagen 28.* Colocación de Ladrillo en el Horno  
Fuente. Elaboración propia 2018.



*Imagen 29.* Ladrillos adicionados al 3% de carbonato de calcio para ser evaluados en su absorción  
Fuente. Elaboración propia 2018.



*Imagen 30.* Ladrillos adicionados al 5% de carbonato de calcio para ser evaluados en su absorción  
Fuente. Elaboración propia 2018.

#### **e. Succión De La Unidad**

Para esta prueba tomaremos como muestra 15 ladrillos enteros y secos.

Procedimiento:

Pesamos cada ladrillo con exactitud de 0,1 g.

El secado alcanzara 110 °C - 115 °C logrando un peso constante.

Calculamos la superficie de la cara del ladrillo que está en contacto con el agua, luego descontamos el área de las perforaciones, de la cara del asiento si lo tuviera.

En un recipiente previamente nivelada echamos agua cubriendo todas las muestras de ladrillos unos 10 mm. desde la base de cada muestra, en todo el proceso se mantendrá el nivel constante.

La muestra lo ubicamos en forma de asiento encima de los apoyos por espacio de un minuto, luego con un paño secamos la muestra en forma superficial indicando su peso en gramos.

La succión de una muestra se define en gramos por centímetro cuadrado y minuto, con exactitud de 0.01 g/cm<sup>2</sup> /min.

La Succión de la Muestra está dada por la siguiente Ecuación:

Ecuación N° 5

$$\text{Succión} = \frac{W_h - W_s}{A} \times 200$$

*Ecuación 5. Succión*

Significado:

Wh: Peso húmedo (en gramos)

Ws: Peso seco (en gramos)

A: Área bruta (en cm<sup>2</sup>)



*Imagen 31. Retirado de Ladrillo del Horno*  
Fuente. Elaboración propia 2018.



*Imagen 32.* Retirado de Ladrillo del Horno  
Fuente. Elaboración propia 2018.



*Imagen 33.* Ladrillo al 3%  
Fuente. Elaboración propia 2018.



Imagen 34. Ladrillo al 5%  
Fuente. Elaboración propia 2018

### 2.6.2. Desarrollo de la Investigación

Entre la provincia de Chilca, se eligió a la ladrillera “ETERNO”, la cual es la más demandante por los pobladores y aquella que nos dio el acceso a sus instalaciones, obtuvimos información precisa de sus actividades, así como observación en todo su proceso de producción. Luego nos enfocamos en la adición del carbonato de calcio para verificar que puede ser utilizado en la construcción y ver su calidad.

Se procedió a extraer la arcilla común, con ayuda y guía de una persona en el cual hicimos la extracción del material a usar, al cual se le adiciona dos porcentajes para observar y verificar su comportamiento de la resistencia de compresión.

Se realizó una mezcla por cada porcentaje de sustitución con carbonato de calcio en un 3% y 5%, siendo esta por porción de volumen.

Se elaboraron 20 ladrillos: 10 ladrillos con adición del 3% de carbonato de calcio y 10 ladrillos con adición del 5% de carbonato de calcio, de las cuales fueron utilizadas todas en los ensayos necesarios, especificados en la Norma Técnica de Edificaciones E.070 (2019), NTP 399.613 y por la norma NTP 331.017.2003 (revisada el 2015).

En el procedimiento se deja secar los ladrillos elaborados aproximadamente una semana, se procede a ponerlo al horno, en donde se usa carbón mezclado con arcilla roja en forma de ladrillos, para un quemado más parejo y uniforme.

Se dejó en la etapa de cocción durante 7 días, después fueron separados, de acuerdo a su porcentaje de arcilla, realizando la prueba de muestreo, sacando nuestros 20 ladrillos, los cual fueron llevados a Lima para ser ensayados en el Laboratorio de la Universidad Privada del Norte – Sede Norte.

Los ladrillos se colocaron por separado de acuerdo a su porcentaje de adición de carbonato de calcio, en donde se observó características básicas como que estén bien cocidas, con un color uniforme, que no tenga materias extrañas en su superficie.

Nuestro objetivo es demostrar los efectos que tiene la adición del  $\text{Ca CO}_3$  en el mejoramiento de las características de los ladrillos artesanales del distrito de Chilca.

Demostramos los efectos que tiene la adición del carbonato de calcio en la resistencia a la compresión, dado que al sustituir un 3% de arcilla por el

carbonato de calcio se da un valor de 55.37 Kg/cm<sup>2</sup> y al aumentar la dosificación de sustitución al 5% este presenta un valor de 41.31 Kg/cm<sup>2</sup>.

Asimismo, en la demostración de los efectos que tiene el Ca CO<sub>3</sub> disminuye el porcentaje de variación dimensional del ladrillo artesanal del distrito de Chilca.

En el siguiente ensayo de alabeo nos damos cuenta que el ladrillo artesanal sin adición presenta una concavidad de 2.9mm y una convexidad de 0.6mm a comparación de los ladrillos sustituidos al 3% con carbonato de calcio el cual presenta un 2.4mm de concavidad y 0.9 de convexidad y la muestra al 5% de sustituir carbonato de calcio presenta 3.1mm de concavidad y 1.2mm de convexidad; clasificándolo según la Norma Nacional de Edificaciones E070 en un ladrillo Tipo IV.

Se observó en el ensayo de absorción que las muestras normales presentan un 16.40% de absorción, las muestras con 3% de carbonato de calcio da un valor de 16.36% y las muestras al 5% de carbonato de calcio da un valor de 17.34%, los cuales los tres valores por ser menores al valor de 22% que indica la norma es aceptable la unidad.

Se verifico en el ensayo de succión que la muestra normal sin adición presenta un valor de 131.27 g/min, mientras las unidades de albañilería con adición de 3% presenta un valor de 70.47% y las muestras con adición de 5% presenta un valor 82.28%



## CAPÍTULO III. RESULTADOS

### 3.1. Hipótesis General

#### 1. Planteo de Hipótesis

**Ho:** Los efectos de la adición de carbonato de calcio no mejoran las características mecánicas y físicas de los ladrillos artesanales.

**Ha:** Los efectos de la adición de carbonato de calcio mejoran las características mecánicas y físicas de los ladrillos artesanales.

**LEYENDA:**

**Ho:** Hipótesis nula

**Ha:** Hipótesis Alterna

**$\alpha=0.05$  nivel de significancia**

#### 2. Regla Teórica para la Toma de Decisiones

Se compara el Valor p calculado de los datos de la data, con el Valor p teórico de tabla = 0.05. Si el Valor p calculado  $\geq 0.05$ , se acepta la Ho., y si el Valor p calculado  $< 0.05$ , se Aceptará Ha.

**Si p- sig  $< 0.05$  se rechaza la Ho.**

**Si p- sig  $> 0.05$  se acepta la Ho.**

#### 3. Estadística de Contraste de Hipótesis

Se halló, mediante el modelo de ANOVA, donde se determinó la comparación conjunta de las variables carbonato de calcio y características de los ladrillos artesanales.

Tabla 6  
*Estadística de comprobación ANOVA.*

ANOVA					
Carbonato	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	135323,547	6	22553,924	155,384	,000
Dentro de grupos	22933,684	158	145,150		
Total	158257,231	164			

Tabla 7  
*ANOVA Carbonato de Calcio y características de los ladrillos*

Prueba Anova		
P-Valor = 0.000	<	$\alpha = 0.05$

**Conclusión:**

Mediante el análisis de varianza, se determinó la comparación conjunta, de las variables Carbonato de Calcio y Características de los ladrillos. Se halló un Valor  $p = 0.000$

**4. Interpretación**

Como el valor  $p = 0.000 < 0.05$ , se rechaza la  $H_0$ , por lo tanto, se acepta que el  $\text{Ca CO}_3$  contribuye en el mejoramiento de las características de los ladrillos artesanales, del distrito de Chilca, año 2018.

**3.2. Resultado Específico 1: Resistencia a la compresión.**

**Hipótesis Específica 1.**

En el ensayo se usó 15 unidades elaboradas de ladrillos adicionando a cada muestra de 5 ladrillos carbonato de calcio en 0%, 3% y 5%, los cuales son evaluados mediante el procedimiento de la norma NTP 399.613. Las unidades fueron elegidas aleatoriamente de una muestra representativa.

Tabla 8

*Resistencia a la compresión antes de adicionar el carbonato de calcio*

MUESTRA	ESPECIMEN	CARGA MÁXIMA (Kg)	ÁREA (Cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
Unidades con 0% de Carbonato de Calcio	M1 - 0%	7850	219,35	35,79
	M2 - 0%	8260	224,22	36,84
	M3 - 0%	7945	229,14	34,67
	M4 - 0%	8196	219,24	37,38
	M5 - 0%	8520	224,54	37,94
Resistencia Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )				36,53
Desviación Estándar				1,31
Resistencia características a compresión f' b (Kg/cm <sup>2</sup> )				35,22

Fuente. Elaboración Propia, 2018.

Tabla N° 5 indica sobre las 5 muestras de ladrillos artesanales de Chilca con 0% de adición de carbonato de calcio presentan una resistencia a la compresión de 35.22 Kg/cm<sup>2</sup>.

Tabla 9

*Resistencia a la compresión después de adicionar el carbonato de calcio al 3%*

MUESTRA	ESPECIMEN	CARGA MÁXIMA (Kg)	ÁREA (Cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
Unidades con 3 % de Carbonato de Calcio	M1 - 3%	12450	224,4	55,48
	M2 - 3%	12305	217,08	56,68
	M3 - 3%	12055	211,89	56,89
	M4 - 3%	12890	224	57,54
	M5 - 3%	13430	219,09	61,30
Resistencia Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )				57,58
Desviación Estándar				2,21
Resistencia características a compresión f' b (Kg/cm <sup>2</sup> )				55,37

Fuente. Elaboración Propia, 2018.

En la tabla N° 5 nos indica que las 5 muestras de ladrillos artesanales de Chilca con 3% de carbonato de calcio presentan una resistencia a la compresión de 55.37 Kg/cm<sup>2</sup>.

Tabla 10

*Resistencia a la compresión después de adicionar el carbonato de calcio al 5%*

MUESTRA	ESPECIMEN	CARGA MÁXIMA (Kg)	ÁREA (Cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
Unidades con 5 % de Carbonato de Calcio	M1 - 5 %	9955	220,18	45,21
	M2 - 5 %	8200	217,8	37,65
	M3 - 5 %	11860	220,89	53,69
	M4 - 5 %	10940	217,08	50,40
	M5 - 5 %	11420	216	52,87
Resistencia Promedio (Kg/Cm <sup>2</sup> )				47,96
Desviación Estándar				6,65
Resistencia características a compresión f'b (Kg/cm <sup>2</sup> )				41,31

Fuente. Elaboración Propia, 2018.

Tabla N<sup>a</sup> 6 indica que las 5 muestras de ladrillos artesanales de Chilca con 5% de carbonato de calcio presentan una resistencia a la compresión de 41.31 Kg/cm<sup>2</sup>.

### 3.2.1. Estadística Inferencial

#### 3.2.1.1. T de Student

##### Hipótesis Específica 1: Resistencia a la Compresión

##### 1. Planteo de Hipótesis

Ho: Los efectos de la adición de carbonato de calcio no mejoran la resistencia a la compresión de los ladrillos artesanales.

Ha: Los efectos de la adición de carbonato de calcio mejoran la resistencia a la compresión de los ladrillos artesanales.

##### Normalidad

En el experimento se realizó con 2 medidas, sustituyendo la arcilla con el 3% carbonato de calcio y después sustituyendo la arcilla con el 5% de carbonato de calcio.

Se va a verificar, si existe normalidad en la muestra al 3% de carbonato de calcio y la adición del 5% del carbonato de calcio, si provienen de una población que se distribuye normalmente.

En el programa de SPSS, analizaremos la prueba- normalidad de Shapiro-Wilk, que muestra el nivel de significancia de la adición del carbonato de calcio al 3% es 0,196 y al 5% es 0,334.

El promedio del carbonato de calcio del 3% es 55.37 Kg/cm<sup>2</sup> y del 5% es 41.31 Kg/cm<sup>2</sup>, es decir que después que se adiciono el 3% de carbonato de calcio hubo un incremento del 55.37 Kg/cm<sup>2</sup> y al adicionar el carbonato de calcio al 5% hubo una disminución del 41.31 Kg/cm<sup>2</sup> en la resistencia a la compresión del ladrillo, teniendo que resolver si esta disminución es significativa, habiendo comprobado la prueba de normalidad con Shapiro-Wilk para muestras  $\leq$  a 30, y obteniendo como resultado las pruebas de normalidad con el SPSS.

Tabla 11  
*Estadística. Prueba de normalidad de datos. Resistencia a la compresión*

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia3	,307	5	,140	,850	5	,196
Resistencia5	,243	5	,200 <sup>*</sup>	,885	5	,334

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.  
a. Corrección de significación de Lilliefors

Tabla 12  
*Pruebas de normalidad – datos de la resistencia a la compresión*

<b>NORMALIDAD</b>		
P-Valor (3% de carbonato de calcio)= 0.196	>	a=0.05
P-Valor (5% de carbonato de calcio)= 0.334	>	a=0.05

**Conclusión:**

Los datos de la variable resistencia a la compresión con carbonato de calcio, al 0%, al 3%, al 5% se comportan normalmente por lo que podemos corroborar que la variable resistencia a la compresión es dato normal.

Al comparar las significancias obtenidas de SPSS de la variable resistencia a la compresión de carbonato de calcio al 3% es de 0.196 y al 5% es de 0.334 contra el nivel alfa de 0.05 y como pvalor es mayor que el nivel alfa de 0.05, entonces se acepta hipótesis nula, con lo que se puede afirmar que los datos de la variable resistencia a la compresión provienen de una población que se distribución normalmente.

**2. Regla Teórica para la Toma de Decisiones**

Se compara el Valor p calculado de los datos de la data, con el Valor p teórico de tabla = 0.05. Si el Valor p calculado  $\geq 0.05$ , se acepta la  $H_0$ , y si el Valor p calculado  $< 0.05$ , se Aceptará  $H_a$ .

**Si p- sig  $< 0.05$  se rechaza la  $H_0$ .**

**Si p- sig  $> 0.05$  se acepta la  $H_0$ .**

**3. Estadística de Contraste de Hipótesis**

Se utilizó la comparación de T de Student en la dimensión de Resistencia a la Compresión y las características de los ladrillos. Se halló un Valor p = 0.002

**Comprobación de la Hipótesis**

$$H_0: \bar{x}_{3\%} = \bar{x}_{5\%}$$

$$H_a: \bar{x}_{3\%} \neq \bar{x}_{5\%}$$

**$\alpha=0.05$  nivel de significancia**

Tabla 13

*Estadística T de Student. Prueba de muestras al 3% y 5% de adición de CaCO<sub>3</sub>, Resistencia a la compresión.*

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Resistencia3 - Resistencia5	9,61400	5,86842	2,62444	2,32740	16,90060	3,663	4	,022

Tabla 14

*T de Student de la Resistencia a la compresión*

Prueba T de Student		
P-Valor = 0.022	<	$\alpha = 0.05$

### Conclusión:

Tenemos el p valor o significancia obtenida del SPSS es del 0.022, siendo menor que el nivel alfa de 0.05, por tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Existe una diferencia significativa en las medias de la resistencia a la compresión con carbonato de calcio al 3% y al 5%, es decir que al adicionar el carbonato de calcio si tuvo un efecto significativo sobre la variable resistencia de la compresión.

## PRUEBA T DE STUDENT

Prueba T para dos muestras, prueba con carbonato de calcio y prueba sin carbonato de calcio, se van a comparar dos variables: adición de CaCo<sub>3</sub> al 3% y adición de CaCo<sub>3</sub> al 5%, asumiendo un 5% error.

Con los resultados que SPSS arroja para las pruebas de muestras independientes, en la estadística de muestras independientes se observa la media del CaCo<sub>3</sub> al 3% y media del CaCo<sub>3</sub> al 5%, luego de haber realizado las pruebas, la media disminuye de 55.37 Kg/cm<sup>2</sup> para carbonato de calcio al 3% y al 41.31 Kg/cm<sup>2</sup> para carbonato de calcio al 5%, resultando una diferencia significativa por la adición del carbonato de calcio.

Asimismo, quiere decir que a medida que se le aplique mayor porcentaje de carbonato de calcio, menor es la resistencia a la compresión los ladrillos, tal como se muestra en el Gráfico 1.

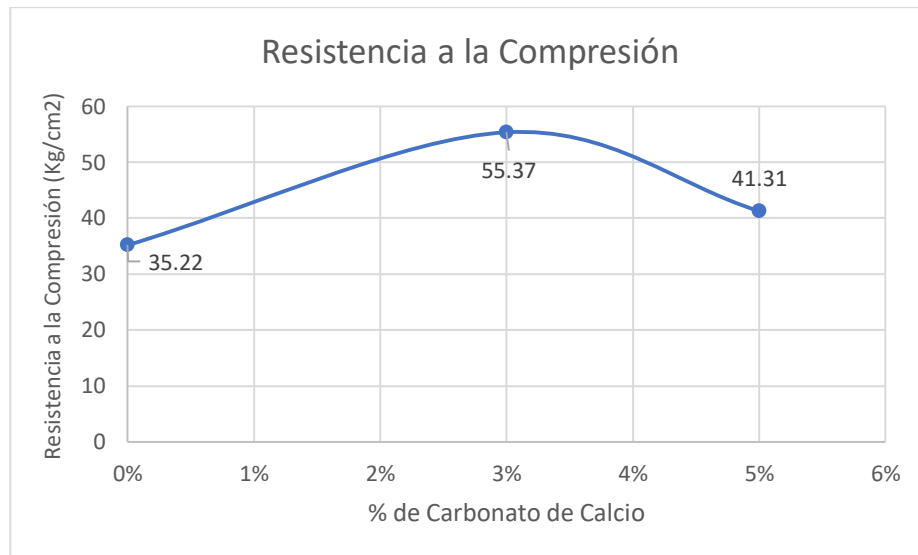


Gráfico 1. Resistencia a la Compresión  
Fuente. Elaboración propia 2018.

#### 4. Interpretación

Se obtiene como resultado un valor  $p=0.022 < 0.05$ , se acepta que la resistencia a la compresión mejora las características de los ladrillos artesanales del distrito de chilca, año 2018.

### 3.3. Resultado Específico 2: Variabilidad Dimensional

#### Hipótesis Específica 2.

Para una menor variación dimensional de los ladrillos artesanales, la adición de carbonato de calcio beneficia. Este ensayo nos da el valor de variación porcentual de largo, ancho y alto de las dimensiones de diez muestras de ladrillos artesanales con la adición de  $\text{CaCo}_3$  al 0%, 3% y 5%. Este proceso fue sacado de la NTP 399.613.



Tabla 15

*Resultado de las pruebas de la variabilidad dimensional de los ladrillos al 0% de carbonato de calcio.*

MUE.	C.C	LARGO (Cm)					VAR. DIM. (%)	ANCHO (Cm)					VAR. DIM. (%)	ALTO (Cm)					VAR. DIM. (%)						
		DIM. NOM. (Cm)	L1	L2	L3	L4		L P	DIM. NOM. (Cm)	L1	L2	L3		L4	LP	DIM. NOM. (Cm)	L1	L2		L3	L4	L P			
M - 1	0%	20,40	20,40	20,50	20,30	20,50	20,43	-0,12	11,00	10,80	10,90	11,00	10,90	10,90	0,91	8,00	8,20	8,00	8,10	8,10	8,10	-1,25			
M - 2	0%	20,40	20,30	20,20	20,30	20,20	20,25	0,74	11,00	10,60	10,50	10,60	10,70	10,60	3,65	8,00	8,10	7,80	8,00	8,00	7,98	0,31			
M - 3	0%	20,40	20,40	20,20	20,30	20,40	20,33	0,37	11,00	11,00	11,00	11,10	11,20	11,08	-0,68	8,00	8,00	8,20	8,10	8,10	8,10	-1,25			
M - 4	0%	20,40	20,20	20,30	20,20	20,30	20,25	0,74	11,00	10,80	11,00	10,90	11,00	10,93	0,68	8,00	8,00	7,80	7,90	7,80	7,88	1,57			
M - 5	0%	20,40	20,30	20,40	20,30	20,30	20,33	0,37	11,00	10,90	10,80	11,00	11,00	10,93	0,68	8,00	8,00	8,20	8,10	8,20	8,13	-1,57			
M - 6	0%	20,40	20,40	20,40	20,40	20,50	20,43	-0,12	11,00	10,90	10,90	11,00	10,80	10,90	0,91	8,00	7,80	7,90	8,00	7,80	7,88	1,57			
M - 7	0%	20,40	20,40	20,40	20,40	20,50	20,43	-0,12	11,00	11,00	10,90	11,00	10,90	10,95	0,46	8,00	8,00	8,10	7,80	7,70	7,90	1,25			
M - 8	0%	20,40	20,30	20,30	20,20	20,30	20,28	0,61	11,00	11,00	11,00	11,10	10,90	11,03	-0,23	8,00	7,50	7,60	8,00	8,10	7,80	2,51			
M - 9	0%	20,40	20,20	20,30	20,20	20,30	20,25	0,74	11,00	11,00	10,80	11,10	11,00	10,98	0,23	8,00	8,10	8,00	7,90	7,80	7,95	0,63			
M - 10	0%	20,40	20,10	20,20	20,20	20,20	20,18	1,10	11,00	10,90	11,10	11,00	11,00	11,00	0,00	8,00	8,00	7,90	8,00	8,00	7,98	0,31			
			<b>PROMEDIO</b>					<b>20,31</b>	<b>0,43</b>		<b>PROMEDIO</b>					<b>10,93</b>	<b>0,66</b>		<b>PROMEDIO</b>					<b>7,97</b>	<b>0,41</b>
			s					<b>0,09</b>		s					<b>0,13</b>		s					<b>0,11</b>			
			<b>CV (%)</b>					<b>0,47</b>		<b>CV (%)</b>					<b>1,17</b>		<b>CV (%)</b>					<b>1,39</b>			

Fuente. Elaboración Propia, 2018.

**Discusión:** En estos resultados podemos observar que el porcentaje de variabilidad dimensional al aumentarle el 0% de carbonato de calcio es de largo 0.43%, de ancho 0.66% y de alto 0.41%, clasificándolo como ladrillo de tipo I, pudiendo ser considerado hasta un ladrillo Tipo V, según norma NTE E.070. Además, para la aceptación del lote de ladrillos fabricados se acepta ya que tiene porcentajes en el largo 0.47%, de ancho 1.17% y de alto 1.39%, por lo cual se encuentra por debajo del 40% exigido según la NTE E.070 (2019).

Tabla 16

*Resultado de las pruebas de la variabilidad dimensional de los ladrillos al 3% de carbonato de calcio.*

MUE.	C. C.	LARGO (Cm)					VAR. DIM. (%)	DIM. NOM. (Cm)	ANCHO (Cm)					VAR. DIM. (%)	DIM. NOM. (Cm)	ALTO (Cm)					VAR. DIM. (%)	
		L1	L2	L3	L4	LP			L1	L2	L3	L4	LP			L1	L2	L3	L4	LP		
M - 1	3%	20,40	20,40	20,50	20,50	20,45	-0,25	11,00	10,80	11,00	11,20	11,00	11,00	0,00	8,00	8,30	8,00	8,20	8,00	8,13	-1,57	
M - 2	3%	20,40	20,10	20,20	20,10	20,20	20,15	1,23	11,00	10,60	10,50	10,60	10,70	10,60	3,65	8,00	8,10	7,80	8,00	7,90	7,95	0,63
M - 3	3%	20,40	20,40	20,20	20,20	20,40	20,30	0,49	11,00	11,10	11,00	11,20	11,20	11,13	-1,14	8,00	8,00	8,20	8,00	8,00	8,05	-0,63
M - 4	3%	20,40	20,20	20,30	20,10	20,30	20,23	0,86	11,00	10,80	11,00	11,20	11,00	11,00	0,000	8,00	8,10	7,90	7,70	7,80	7,88	1,57
M - 5	3%	20,40	20,30	20,40	20,40	20,30	20,35	0,25	11,00	10,90	10,80	11,00	11,00	10,93	0,68	8,00	8,00	8,30	8,2	8,20	8,18	-2,19
M - 6	3%	20,40	20,00	20,20	20,20	20,10	20,13	1,36	11,00	11,20	11,00	11,10	11,20	11,13	-1,14	8,00	7,80	8,00	8,1	7,80	7,93	0,94
M - 7	3%	20,40	20,60	20,40	20,40	20,60	20,50	-0,49	11,00	11,00	10,90	11,00	10,80	10,93	0,68	8,00	8,00	8,10	7,6	7,70	7,85	1,88
M - 8	3%	20,40	20,30	20,20	20,20	20,30	20,25	0,74	11,00	10,90	11,20	11,10	10,90	11,03	-0,23	8,00	7,50	7,60	8,1	8,20	7,85	1,88
M - 9	3%	20,40	20,20	20,30	20,20	20,20	20,23	0,86	11,00	11,00	10,80	10,80	10,90	10,88	1,14	8,00	8,10	8,20	7,90	7,80	8,00	0,00
M - 10	3%	20,40	20,30	20,20	20,20	20,10	20,20	0,99	11,00	10,80	11,10	10,80	10,90	10,90	0,91	8,00	8,00	7,80	8,00	8,00	7,95	0,63
		PROMEDIO					20,28	0,60	PROMEDIO					10,95	0,46	PROMEDIO					7,98	0,31
							δ	0,12						0,15		δ					0,11	
		CV (%)					0,61		CV (%)					1,37		CV (%)					1,41	

Fuente. Elaboración Propia, 2018.

**Discusión:** En estos resultados podemos observar que el porcentaje de variabilidad dimensional al aumentarle el 3% de carbonato de calcio es de largo 0.60%, de ancho 0.46% y de alto 0.31%, clasificándolo como ladrillo de tipo I, pudiendo ser considerado hasta un ladrillo Tipo V, según norma NTE E.070. Además, para la aceptación del lote de ladrillos fabricados se acepta ya que tiene porcentajes en el largo 0.61%, de ancho 1.37% y de alto 1.41%, por lo cual se encuentra por debajo del 40% exigido según la NTE E.070 (2019).

Tabla 17

Resultado de las pruebas de la variabilidad dimensional de los ladrillos al 5% de carbonato de calcio.

MUE.	C. C.	LARGO (Cm)					VAR. DIM. (%)	ANCHO (Cm)					VAR. DIM. (%)	ALTO (Cm)					VAR. DIM. (%)				
		DIM. NOM. (Cm)	L1	L2	L3	L4		L P	DIM. NOM. (Cm)	L1	L2	L3		L4	L P	DIM. NOM. (Cm)	L1	L2		L3	L4	L P.	
M - 1	5%	20,40	20,20	20,00	20,20	20,10	20,13	1,36	11,00	10,90	11,00	11,10	10,80	10,95	0,46	8,00	7,90	8,00	8,10	8,00	8,00	0,00	
M - 2	5%	20,40	20,30	20,00	20,20	20,00	20,13	1,36	11,00	11,00	10,70	11,30	11,20	11,05	-0,46	8,00	8,00	8,10	8,00	8,10	8,05	-0,63	
M - 3	5%	20,40	20,40	20,50	20,50	20,40	20,45	-0,25	11,00	11,20	10,70	11,10	10,80	10,95	0,46	8,00	7,90	8,10	7,80	7,90	7,93	0,94	
M - 4	5%	20,40	20,40	20,30	20,20	20,40	20,33	0,37	11,00	10,30	10,80	11,00	11,20	10,83	1,60	8,00	7,80	7,70	8,00	8,10	7,90	1,26	
M - 5	5%	20,40	20,40	20,30	20,20	20,20	20,28	0,62	11,00	10,80	10,90	11,10	11,00	10,95	0,46	8,00	8,00	8,10	7,80	7,90	7,95	0,63	
M - 6	5%	20,40	20,10	20,30	20,50	20,30	20,30	0,49	11,00	11,00	10,90	10,90	10,30	10,78	2,06	8,00	8,10	8,20	8,10	7,90	8,08	-0,94	
M - 7	5%	20,40	19,90	20,00	20,10	19,80	19,95	2,22	11,00	10,80	10,90	11,00	11,20	10,98	0,23	8,00	7,90	7,80	8,00	7,90	7,90	1,26	
M - 8	5%	20,40	20,00	20,10	20,20	20,20	20,13	1,36	11,00	10,70	10,80	11,00	11,10	10,90	0,91	8,00	7,70	7,90	8,00	7,90	7,88	1,57	
M - 9	5%	20,40	20,20	20,10	20,30	20,10	20,18	1,11	11,00	10,80	10,70	11,10	11,20	10,95	0,46	8,00	8,00	8,10	7,90	8,00	8,00	0,00	
M - 10	5%	20,40	20,50	20,30	20,20	20,30	20,33	0,37	11,00	11,30	11,10	10,90	11,00	11,08	-0,69	8,00	7,90	8,00	8,00	7,90	7,95	0,63	
PROMEDIO						20,22	0,90	PROMEDIO						10,94	0,55	PROMEDIO						7,96	0,47
						δ	0,14							δ	0,08							δ	0,07
CV (%)						0,71	CV (%)						0,83	CV (%)						0,84			

Fuente. Elaboración Propia, 2018.

**Discusión:** En estos resultados podemos observar que el porcentaje de variabilidad dimensional al aumentarle el 5% de carbonato de calcio es de largo 0.90%, de ancho 0.55% y de alto 0.47%, clasificándolo como ladrillo de tipo I, pudiendo ser considerado hasta un ladrillo Tipo V, de acuerdo a la Norma NTE-E.070. Además, para la aceptación del lote de ladrillos fabricados se acepta ya que tiene porcentajes en el largo 0.71%, de ancho 0.83% y de alto 0.84%, por lo cual se encuentra por debajo del 40% exigido según la NTE E.070 (2019).

### 3.3.1. Estadística Inferencial

#### 3.3.1.1. T de Student

##### Hipótesis Específica 2: Variabilidad Dimensional

###### 1. Planteo de Hipótesis

Ho: Los efectos de la adición del carbonato de calcio no disminuyen en la variación dimensional de los ladrillos artesanales

Ha: Los efectos de la adición del carbonato de calcio disminuyen en la variación dimensional de los ladrillos artesanales.

###### Normalidad

En el experimento se realizó con 2 medidas, sustituyendo la arcilla con el 3% carbonato de calcio y después sustituyendo la arcilla con el 5% de carbonato de calcio.

Se va a verificar, si existe una diferencia significativa entre la adición del 3% de carbonato de calcio y la adición del 5% del carbonato de calcio para corroborar si al agregar el 3% de carbonato de calcio tuvo un impacto en la variable Variación Dimensional, realizando primero la prueba de normalidad para las variables.

Para este ensayo se analizó en el SPSS tres datos, las cuales son el largo, el ancho y el alto.

Prueba de Normalidad, Shapiro-Wilk, donde se muestra el nivel de significancia por la adición del carbonato de calcio al 3% es 0.430 de largo, 0.116 de ancho y 0.36 de alto y al 5% es 0.689 de largo, 0.440 de ancho y 0.555 de alto.

Tabla 18

*Prueba de Normalidad-Variación dimensional- Largo al 3% y 5% Ca CO<sub>3</sub>*

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Variación dimensional de largo 3%	,189	10	,200 <sup>*</sup>	,928	10	,430
Variación dimensional de largo 5%	,159	10	,200 <sup>*</sup>	,952	10	,689

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.  
a. Corrección de significación de Lilliefors

Tabla 19

*Prueba de normalidad - datos de Largo en la Variación Dimensional*

NORMALIDAD		
P-Valor (3% de carbonato de calcio)= 0.430	>	$\alpha = 0.05$
P-Valor (5% de carbonato de calcio)= 0.689	>	$\alpha = 0.05$

**Conclusión:**

Los datos de la variable carbonato de calcio, al 0%, al 3%, al 5% se comportan normalmente por lo que podemos corroborar que la variable variación dimensional son datos normales.

Tabla 20

*Estadística den la Prueba de normalidad- Dimensión Ancho*

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Variación dimensional de ancho 3%	,209	10	,200 <sup>*</sup>	,876	10	,116
Variación dimensional de ancho 5%	,243	10	,098	,929	10	,440

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.  
a. Corrección de significación de Lilliefors

Tabla 21

*Prueba de normalidad - datos de ancho en la Variación Dimensional*

NORMALIDAD		
P-Valor (3% de carbonato de calcio)= 0.116	>	$\alpha = 0.05$
P-Valor (5% de carbonato de calcio)= 0.440	>	$\alpha = 0.05$

**Conclusión:**

Los datos de la variable carbonato de calcio, al 0%, al 3%, al 5% se comportan normalmente por lo que podemos corroborar que la variable variación dimensional son datos normales.

Tabla 22  
*Estadística en la Prueba de normalidad- Dimensión Alto*

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Variación dimensional de alto 3%	,189	10	,200 <sup>*</sup>	,920	10	,360
Variación dimensional de alto 5%	,174	10	,200 <sup>*</sup>	,940	10	,555

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.  
a. Corrección de significación de Lilliefors

Tabla 23  
*Prueba de normalidad - datos de alto en la Variación Dimensional*

NORMALIDAD		
P-Valor (3% de carbonato de calcio)= 0.360	>	$\alpha=0.05$
P-Valor (5% de carbonato de calcio)= 0.555	>	$\alpha=0.05$

### **Conclusión:**

Los datos de la variable carbonato de calcio, al 0%, al 3%, al 5% se comportan normalmente por lo que podemos corroborar que la variable variación dimensional son datos normales.

Al comparar las significancias obtenidas de SPSS de la variable 3% de carbonato de calcio es 0.430 de largo, 0.116 de ancho y 0.36 de alto y en 5% de carbonato de calcio es 0.689 de largo, 0.440 de ancho y 0.555 de alto contra el nivel alfa de 0.05 y como pvalor es mayor que el nivel alfa de 0.05, se acepta la hipótesis nula, con lo que se afirmar que los datos de la variable carbonato de calcio provienen de una distribución normal.

## **2. Regla Teórica para la Toma de Decisiones**

Se compara el Valor p calculado de los datos de la data, con el Valor p teórico de tabla = 0.05. Si el Valor p calculado  $\geq 0.05$ , se acepta la  $H_0$ , y si el Valor p calculado  $< 0.05$ , se Aceptará  $H_a$ .

**Si p- sig <0.05 se rechaza la  $H_0$ .**

**Si p- sig >0.05 se acepta la  $H_0$ .**

### 3. Estadística de Contraste de Hipótesis

Se utilizó la comparación de T de Student en la dimensión Variación Dimensional y las características de los ladrillos. Se halló un Valor  $p = 0.429$ , para la variación dimensional del largo del ladrillo con adición del 3% y del 5% de  $\text{CaCO}_3$ .

Se halló un Valor  $p=0.887$  para la variación dimensional de ancho del ladrillo con adición del 3% y del 5% de  $\text{CaCO}_3$  y se halló un Valor  $p=0.734$  para la variación dimensional de alto del ladrillo con adición del 3% y del 5% de  $\text{CaCO}_3$ .

#### Comprobación de la Hipótesis

$$H_0: \bar{x}_{3\%} = \bar{x}_{5\%}$$

$$H_a: \bar{x}_{3\%} \neq \bar{x}_{5\%}$$

$\alpha=0.05$  nivel de significancia

Tabla 24

*Estadística T de Student para la Variación Dimensional de largo con 3% y 5% de Ca CO3.*

		Prueba de muestras emparejadas							
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Variación dimensional de largo 3% - Variación dimensional de largo 5%	-,29700	1,13450	,35876	-1,10857	,51457	-,828	9	,429

Tabla 25

*T de Student de los datos del largo en la Variación Dimensional*

#### Prueba T de Student

P-Valor = 0.429

>

$\alpha = 0.05$

#### Conclusión:

Tenemos el p valor o significancia obtenida del SPSS que es del 0.429, siendo mayor que el nivel alfa de 0.05, por tanto, se acepta la hipótesis nula.

No existe diferencia significativa en las medias de la variación dimensional al adicionar el carbonato de calcio al 3% y al 5%, es decir no tuvo un efecto significativo sobre la Variación Dimensional.

Tabla 26  
Estadística T de Student para la Variación Dimensional de ancho con 3% y 5% de Ca CO<sub>3</sub>

Prueba de muestras emparejadas									
Diferencias emparejadas									
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	Variación dimensional de ancho 3% - Variación dimensional de ancho 5%	-.09400	2,02617	,64073	-1,54343	1,35543	-,147	9	,887

Tabla 27  
T de Student de los datos del ancho en la Variación Dimensional

### Prueba T de Student

$$P\text{-Valor} = 0.887 > \alpha = 0.05$$

#### Conclusión:

Tenemos el p valor o significancia obtenida del SPSS que es del 0.887, siendo mayor que el nivel alfa de 0.05, por tanto, se acepta la hipótesis nula.

No existe diferencia significativa en las medias de la Variación Dimensional de la adición del carbonato de calcio al 3% y al 5%, es decir que al adicionar el carbonato de calcio no tuvo un efecto significativo sobre la Variación Dimensional.

Tabla 28  
Estadística T de Student para la Variación Dimensional de alto con 3% y 5% de Ca CO<sub>3</sub>

Prueba de muestras emparejadas									
Diferencias emparejadas									
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	Variación dimensional de alto 3% - Variación dimensional de alto 5%	-,15800	1,42716	,45131	-1,17893	,86293	-,350	9	,734

Tabla 29  
T de Student de los datos del alto en la Variación Dimensional

### Prueba T de Student

$$P\text{-Valor} = 0.734 > \alpha = 0.05$$

#### Conclusión:

Tenemos el p valor o significancia obtenida del SPSS que es del 0.734, siendo mayor que el nivel alfa de 0.05, por tanto, se acepta la hipótesis nula.

No existe diferencia significativa en las medias de la Variación Dimensional de la adición del carbonato de calcio al 3% y al 5%, es decir que al adicionar el carbonato de calcio no tuvo un efecto significativo sobre la Variación Dimensional.



## PRUEBA T DE STUDENT

Prueba T de student para dos muestras la cual tendrá carbonato de calcio y muestras sin carbonato de calcio, se van a comparar dos variables: adición de  $\text{CaCO}_3$  al 3% y adición de  $\text{CaCO}_3$  al 5%, asumiendo un 5% de error.

Con los resultados que SPSS arroja para las pruebas de muestras independientes, en la estadística se observa que la media de la Variación Dimensional del carbonato de calcio al 3% respecto al Largo de 0.60, ancho de 0.46 y alto de 0.31, y las medidas del ladrillo cuando se agrega el carbonato de calcio al 5%, son respecto al Largo de 0.90, ancho de 0.55 y alto de 0.47, no tuvo un efecto significativo con respecto a la adición del carbonato de calcio al 3%.

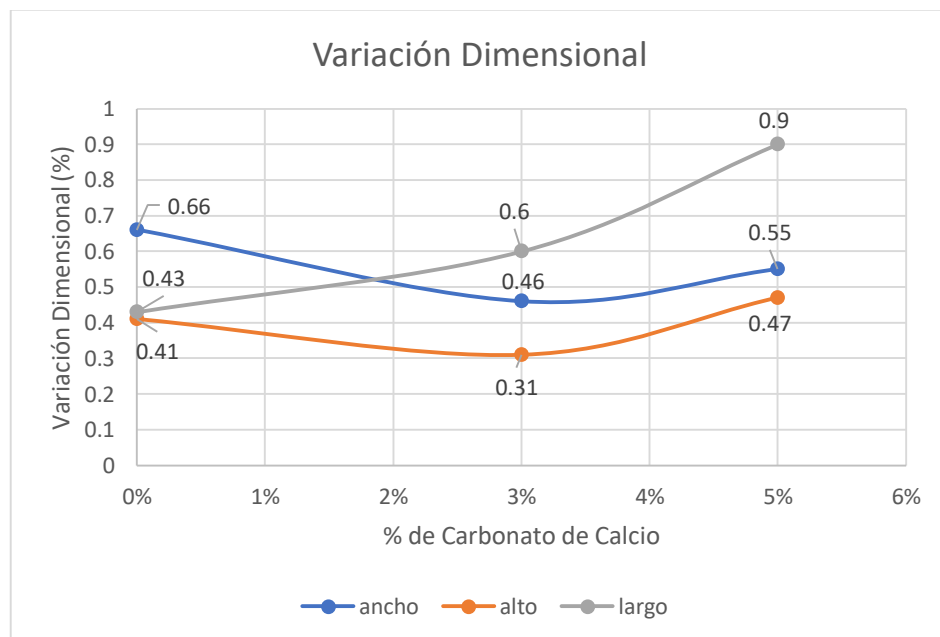


Gráfico 2 Variación Dimensional  
Fuente. Elaboración propia 2018

#### 4. Interpretación

Se obtiene como resultado un valor  $p=0.429 < 0.05$ , se rechaza que la adición de carbonato de calcio disminuye en la variación dimensional largo, se obtiene como resultado un valor  $p=0.887 < 0.05$ , se rechaza que la adición de carbonato de calcio disminuye en la variación dimensional ancho y se obtiene como resultado un valor  $p=0.734 < 0.05$ , se rechaza que la adición de carbonato de calcio disminuye en la variación dimensional Alto, como resultado se concluye que no hubo variación dimensional en las características de los ladrillos artesanales del distrito de chilca, año 2018.

#### 3.4. Resultado Específico 3: Alabeo

Según la Norma NTP 399.613, mediante este ensayo permite ver la concavidad y convexidad del ladrillo. Para esto se utilizaron treinta unidades de ladrillos artesanales por cada sustitución el cual fue en un 0%, 3% y un 5% con carbonato de calcio.

Se escogió aleatoriamente una muestra de 10 unidades, dándonos cuenta su concavidad y convexidad, obtenidos en la siguiente tabla:

Tabla 30

*Resultado del análisis de alabeo adicionando CaCO<sub>3</sub> al 0%*

Especímen	Cara Superior				Cara Inferior				Alabeo	
	A (mm)		B(mm)		A(mm)		B(mm)		Cara Superior	Cara inferior
0% - 1	CV	0,00	CV	0,00	CV	1,00	CV	2,00	0,50	1,00
0% - 2	CC	1,00	CV	0,00	CV	3,00	CV	2,50	2,00	1,25
0% - 3	CV	0,00	CV	0,00	CV	1,00	CV	2,00	0,50	1,00
0% - 4	CV	0,00	CC	1,00	CV	1,50	CV	3,00	0,75	2,00
0% - 5	CV	0,00	CV	0,00	CV	2,00	CV	3,00	1,00	1,50
0% - 6	CC	1,00	CV	0,30	CV	3,00	CV	4,00	2,00	2,15
0% - 7	CV	0,00	CV	0,00	CV	1,00	CV	3,00	0,50	1,50
0% - 8	CV	0,00	CV	0,50	CV	1,50	CV	2,00	0,75	1,25
0% - 9	CC	1,00	CV	0,00	CV	2,00	CV	3,00	1,50	1,50
0% - 10	CC	0,50	CV	0,00	CV	1,50	CV	3,00	1,00	1,50
<b>Promedio (mm)</b>									<b>1,05</b>	<b>1,465</b>

Fuente: Elaboración propia, 2018

En esta tabla se muestra que el alabeo promedio de las unidades de albañilería sin adición es de 1.05 mm para la cara superior y un valor de 1,465mm para la cara inferior.

Tabla 31

*Resultado del análisis de alabeo adicionando CaCO<sub>3</sub> al 3%*

Especímen	Cara Superior				Cara Inferior				Alabeo	
	A (mm)		B(mm)		A(mm)		B(mm)		Cara Superior	Cara inferior
3% - 1	CV	0,50	CC	0,00	CV	2,00	CV	1,50	1,25	0,75
3% - 2	CC	0,00	CC	0,00	CV	2,50	CV	2,00	1,25	1,00
3% - 3	CV	1,00	CC	0,00	CV	2,00	CC	1,00	1,50	0,50
3% - 4	CC	0,00	CV	1,00	CV	2,50	CV	3,00	1,25	2,00
3% - 5	CC	0,00	CC	0,00	CV	2,00	CV	3,00	1,00	1,50
3% - 6	CV	1,00	CC	0,30	CV	3,00	CV	2,50	2,00	1,40
3% - 7	C	0,00	CV	0,00	CV	2,00	CV	3,00	1,00	1,50
3% - 8	CC	0,00	CV	0,50	CV	2,50	CV	2,00	1,25	1,25
3% - 9	CC	0,00	CC	0,00	CV	2,00	CC	1,50	1,00	0,75
3% - 10	CV	1,00	CC	0,00	CV	2,00	CV	2,50	1,50	1,25
<b>Promedio (mm)</b>									<b>1,30</b>	<b>1,19</b>

Fuente: Elaboración propia, 2018

En esta tabla se muestra que el alabeo promedio de las unidades de albañilería con adición de 3% es de 1.30 mm para la cara superior y un valor de 1.19mm para la cara inferior.

Tabla 32  
Resultado del análisis de alabeo adicionando CaCO<sub>3</sub> al 5%

Especimen	Cara Superior				Cara Inferior				Alabeo	
	A (mm)	B(mm)	A(mm)	B(mm)	A(mm)	B(mm)	A(mm)	B(mm)	Cara Superior	Cara inferior
5% - 1	CV	1,00	CC	0,50	CV	3,00	CV	3,00	2,00	1,75
5% - 2	CV	0,50	CV	1,00	CV	4,00	CC	2,00	2,25	1,50
5% - 3	CC	0,00	CC	0,50	CV	3,00	CV	4,00	1,50	2,25
5% - 4	CV	1,00	CC	0,00	CC	2,00	CV	3,00	1,50	1,50
5% - 5	CC	0,00	CC	0,00	CC	2,00	CV	3,00	1,00	1,50
5% - 6	CV	0,50	CC	0,00	CV	3,00	CC	2,00	1,75	1,00
5% - 7	CC	0,00	CV	1,00	CV	3,00	CV	4,00	1,50	2,50
5% - 8	CV	1,00	CV	1,00	CC	2,00	CV	3,00	1,50	2,00
5% - 9	CC	0,00	CC	0,00	CC	2,00	CV	3,00	1,00	1,50
5% - 10	CC	0,50	CC	0,00	CV	3,00	CC	2,00	1,75	1,00
<b>Promedio (mm)</b>									<b>1,575</b>	<b>1,65</b>

Fuente: Elaboración propia, 2018

Asimismo, en esta tabla se muestra que el alabeo promedio de las unidades de albañilería con adición de 5% es de 1.575 mm. para la cara superior y un valor de 1.65mm. para la cara inferior.

### 3.4.1 Estadística Inferencial

#### 3.4.1.1. T de Student

##### 1. Planteo de Hipótesis

##### Dimensión 3: Alabeo

Ho. Los efectos de la adición del carbonato de calcio no disminuyen el alabeo de los ladrillos artesanales.

Ha. Los efectos de la adición del carbonato de calcio disminuyen el alabeo de los ladrillos artesanales.

### Normalidad

En el experimento se realizó con 2 medidas, sustituyendo la arcilla con el 3% carbonato de calcio y después sustituyendo la arcilla con el 5% de carbonato de calcio.

Se va a verificar, si existe una diferencia significativa entre la adición del 3% de carbonato de calcio y la adición del 5% del carbonato de calcio para corroborar si al agregar el 3% de carbonato de calcio tuvo un impacto en la variable Alabeo, realizando primero la prueba de normalidad para las variables.

En el programa de SPSS, se obtuvo el pvalor es 0,293 al 3% y al 5% el pvalor es 0,067, habiendo comprobado la prueba de normalidad con Shapiro-Wilk para muestras  $\leq$  a 30, donde se concluye que los datos provienen de datos normales.

Tabla 33  
*Estadística Prueba de normalidad Alabeo*

<b>Pruebas de normalidad</b>						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Alabeo3	,155	20	,200*	,945	20	,293
Alabeo5	,203	20	,031	,911	20	,067

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.  
a. Corrección de significación de Lilliefors

Tabla 34

*Prueba de normalidad del alabeo de los ladrillos adicionados con 3% y 5% de Carbonato de Calcio.*

NORMALIDAD		
P-Valor (3% carbonato de calcio) = 0.293	>	$\alpha=0.05$
P-Valor (5% carbonato de calcio) = 0.067	>	$\alpha=0.05$

**Conclusión:**

Los datos de la variable carbonato de calcio, al 0%, al 3%, al 5% se comportan normalmente por lo que podemos corroborar que la variable Alabeo son datos normales.

Al comparar las significancias obtenidas del SPSS de la variable 3% de carbonato de calcio es 0.293 y al 5% es 0.067 contra el nivel alfa de 0.05 y observando que en estos casos el p valor o significancia es mayor que el nivel alfa de 0.05; por tanto, se acepta la hipótesis nula, se puede afirmar que los datos de la variable Alabeo provienen de una distribución normal.

**2. Regla Teórica para la Toma de Decisiones**

Se compara el Valor p calculado de los datos de la data, con el Valor p teórico de tabla = 0.05. Si el Valor p calculado  $\geq 0.05$ , se acepta la  $H_0$ , y si el Valor p calculado  $< 0.05$ , se Aceptará  $H_a$ .

**Si p- sig  $< 0.05$  se rechaza la  $H_0$ .**

**Si p- sig  $> 0.05$  se acepta la  $H_0$ .**

**3. Estadística de Contraste de Hipótesis**

Se utilizó la comparación de T de Student en la dimensión de Resistencia a la Compresión y las características de los ladrillos. Se halló un Valor p = 0.002

**Comprobación de la Hipótesis**

$$H_0: \bar{x}_{3\%} = \bar{x}_{5\%}$$

$$H_a: \bar{x}_{3\%} \neq \bar{x}_{5\%}$$

**$\alpha=0.05$  nivel de significancia**

Tabla 35  
*Estadística T de Student Alabeo*

		Prueba de muestras emparejadas							
		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	Alabeo3 - Alabeo5	-,36750	,57452	,12847	-,63638	-,09862	-2,861	19	,010

Tabla 36  
*T de Student de Alabeo de ladrillos adicionando al 3% y al 5% de carbonato de calcio*

### Prueba T de Student

P-Valor = 0.010 <  $\alpha = 0.05$

Conclusión:

Tenemos el p valor o significancia obtenida del SPSS que es del 0.010, siendo menor que el nivel alfa de 0.05, por tanto, se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la Ha.

Existe diferencia significativa en las medias de la adición del carbonato de calcio al 3% con respecto a los datos medidos en la cara superior e inferior del Ladrillo.

### PRUEBA T DE STUDENT

Prueba T para dos muestras, prueba con carbonato de calcio y prueba sin carbonato de calcio, se van a comparar dos variables: adición de CaCO<sub>3</sub> al 3% y adición de CaCO<sub>3</sub> al 5%, asumiendo un 5% de error.

Con los resultados que SPSS arroja para las pruebas de muestras independientes, en la estadística se observa que la media del Alabeo al 3% es de 1,2450 y la media del Alabeo al 5% es de 1.6125, después de haber realizado las pruebas podemos ver que la media aumenta, por tanto, existe diferencia significativa en relación a la variable Alabeo.

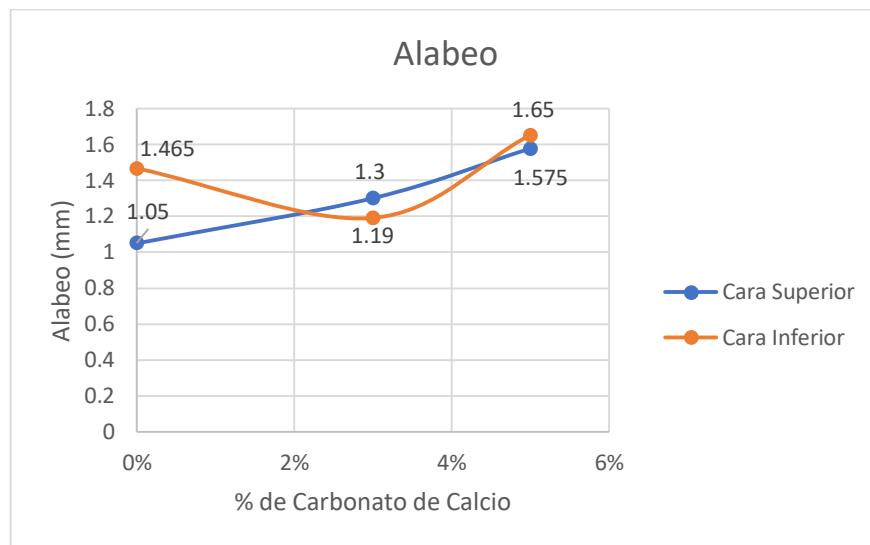


Gráfico 3. Alabeo  
Fuente. Elaboración propia 2018.

#### 4. Interpretación

Se obtiene como resultado un valor  $p=0.010 < 0.05$ , se acepta que la adición de carbonato de calcio disminuye el alabeo de los ladrillos artesanales.

#### 3.5. Resultado Específico 4: Succión

Para una buena succión de los ladrillos artesanales, la adición de carbonato de calcio en 0%, 3% y 5% influirá significativamente.

Este valor nos ayudará en saber cómo será su comportamiento frente al concreto, ya que si excede los 10 y 20g/200cm<sup>2</sup>/min será necesario regar los ladrillos antes de ser asentados.



Tabla 37  
*Succión al 0%*

ESPECIMEN	PESO SECO (g)	PESO HUMEDO (g)	ÁREA BRUTA (Cm <sup>2</sup> )	SUCCIÓN (g/200cm <sup>2</sup> /min)
0 % - 1	3100,61	3224,68	225,33	110,12
0 % - 2	2984,33	3124,96	224,4	125,34
0 % - 3	2960,64	3119,74	219,24	145,14
0 % - 4	2836,76	3011,02	222,36	156,74
0 % - 5	2875,83	3008,69	223,3	119,00
<b>PROMEDIO</b>				<b>131,27</b>

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Tabla 38  
*Succión al 3%*

ESPECIMEN	PESO SECO (g)	PESO HUMEDO (g)	ÁREA BRUTA (Cm <sup>2</sup> )	SUCCIÓN (g/200cm <sup>2</sup> /min)
3 % - 1	3100,61	3178,25	224,4	69,20
3 % - 2	2984,33	3064,57	223,3	71,87
3 % - 3	2960,64	3040,12	228,48	69,57
3 % - 4	2836,76	2912,36	225,33	67,10
3 % - 5	2875,83	2959,56	224,4	74,63
<b>PROMEDIO</b>				<b>70,47</b>

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 39  
*Succión al 5%*

ESPECIMEN	PESO SECO (g)	PESO HUMEDO (g)	ÁREA BRUTA (Cm <sup>2</sup> )	SUCCIÓN (g/200cm <sup>2</sup> /min)
5 % - 1	2944,05	3026,71	226,44	73,01
5 % - 2	2866,37	3048,14	223,3	162,80
5 % - 3	2992,55	3079,25	222,36	77,98
5 % - 4	2993,34	3071,02	226,24	68,67
5 % - 5	2976,81	3008,69	220,32	28,94
<b>PROMEDIO</b>				<b>82,28</b>

Fuente: Elaboración propia, 2018

### **3.5.1. Estadística Inferencial**

#### **3.5.1.1. T de Student**

##### **1. Planteo de Hipótesis**

###### **Dimensión 4: Succión**

Ho. Los efectos de la adición del carbonato de calcio no disminuyen en la succión de los ladrillos artesanales.

Ha. Los efectos de la adición del carbonato de calcio disminuyen en la succión de los ladrillos artesanales.

###### **Normalidad**

En el experimento se realizó con 2 medidas, sustituyendo la arcilla con el 3% carbonato de calcio y después sustituyendo la arcilla con el 5% de carbonato de calcio.

Se va a verificar, si existe una diferencia significativa entre la adición del 3% de carbonato de calcio y la adición del 5% del carbonato de calcio para corroborar si al agregar el 3% de carbonato de calcio tuvo un impacto en la variable Succión, realizando primero la prueba de normalidad para la variable carbonato de calcio de 3% y 5%.

En el programa de SPSS, analizaremos la Prueba de Normalidad de Shapiro-Wilk, donde se muestra el nivel de significancia de la adición del carbonato de calcio al 3% es 0,847 y 5% es 0,247.

El promedio del carbonato de calcio del 3% es 70.4740 g/200cm<sup>2</sup>/min y del 5% es 82.2800 g/200cm<sup>2</sup>/min, es decir que después que se adiciono el 3% de carbonato de calcio hubo un valor de 70,4740 g/200cm<sup>2</sup>/min y al adicionar el carbonato de calcio

al 5% hubo un aumento del 82,2800 g/200cm<sup>2</sup>/min en la succión del ladrillo, teniendo que resolver si esta disminución es significativa, habiendo comprobado la prueba de normalidad con Shapiro-Wilk para muestras  $\leq$  a 30, y obteniendo como resultado las pruebas de normalidad con el SPSS.

Tabla 40  
*Estadística Prueba de normalidad*

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Succión3	,223	5	,200 <sup>*</sup>	,966	5	,847
Succión5	,335	5	,069	,865	5	,247

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.  
a. Corrección de significación de Lilliefors

Tabla 41  
*Prueba de normalidad para Succión al 3% y 5% de adición de carbonato de calcio*

NORMALIDAD		
P-Valor (3% de carbonato de calcio)= 0.847	>	$\alpha = 0.05$
P-Valor (5% de carbonato de calcio)= 0.247	>	$\alpha = 0.05$

### **Conclusión:**

Los datos de la variable carbonato de calcio, al 0%, al 3%, al 5% se comportan normalmente por lo que podemos corroborar que la variable carbonato de calcio son datos normales.

Al comparar las significancias obtenidas de SPSS de la variable carbonato de calcio al 3% de 0.847 y al 5% de 0.247 contra el nivel alfa de 0.05 y como p valor es mayor que el nivel alfa de 0.05, por tanto, se acepta la hipótesis nula, con lo que se puede afirmar que los datos de la variable carbonato de calcio provienen de una distribución normal.

## 2. Regla Teórica para la Toma de Decisiones

Se compara el Valor p calculado de los datos de la data, con el Valor p teórico de tabla = 0.05. Si el Valor p calculado  $\geq 0.05$ , se acepta la  $H_0$ , y si el Valor p calculado  $< 0.05$ , se Aceptará  $H_a$ .

**Si p- sig  $< 0.05$  se rechaza la  $H_0$ .**

**Si p- sig  $> 0.05$  se acepta la  $H_0$ .**

## 3. Estadística de Contraste de Hipótesis

Se utilizó la comparación de T de Student en la dimensión de Resistencia a la Compresión y las características de los ladrillos. Se halló un Valor p = 0.002

### Comprobación de la Hipótesis

$$H_0: \bar{x}_{3\%} = \bar{x}_{5\%}$$

$$H_a: \bar{x}_{3\%} \neq \bar{x}_{5\%}$$

$\alpha = 0.05$  nivel de significancia

Tabla 42  
Estadística T de Student Succión

Prueba de muestras emparejadas									
Diferencias emparejadas									
95% de intervalo de confianza de la diferencia									
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	Inferior	Superior	t	gl	Sig. (bilateral)
Par 1	Succión3 - Succión5	-11,80600	49,36254	22,07560	-73,09769	49,48569	-,535	4	,621

Tabla 43  
*T de Student - Succión*

Prueba T de Student	
P-Valor = 0.621	$>$ $\alpha = 0.05$

### Conclusión:

Tenemos el p valor o significancia obtenida del SPSS que es del 0.621, siendo mayor que el nivel alfa de 0.05, por tanto, se acepta la hipótesis nula.

No existe una diferencia significativa en las medias de la variable Succión con carbonato de calcio al 3% y al 5%, es decir que al adicionar el carbonato de calcio no tuvo un efecto significativo sobre la variable Succión.

## PRUEBA T DE STUDENT

Prueba T para dos muestras, prueba con carbonato de calcio y prueba sin carbonato de calcio, se van a comparar dos variables: adición de carbonato de calcio al 3% y adición de carbonato de calcio al 5%, asumiendo un 5% de error.

Con los resultados que SPSS arroja para las pruebas de muestras independientes, en la estadística de muestras independientes se observa la media del carbonato de calcio al 3% y la media del carbonato de calcio al 5%, se puede observar que después de haber realizado las pruebas podemos ver que la media de un valor de 70.4740 para carbonato de calcio del 3% aumenta a 82.2800 para carbonato de calcio del 5%, no existe una diferencia significativa en relación al carbonato de calcio.

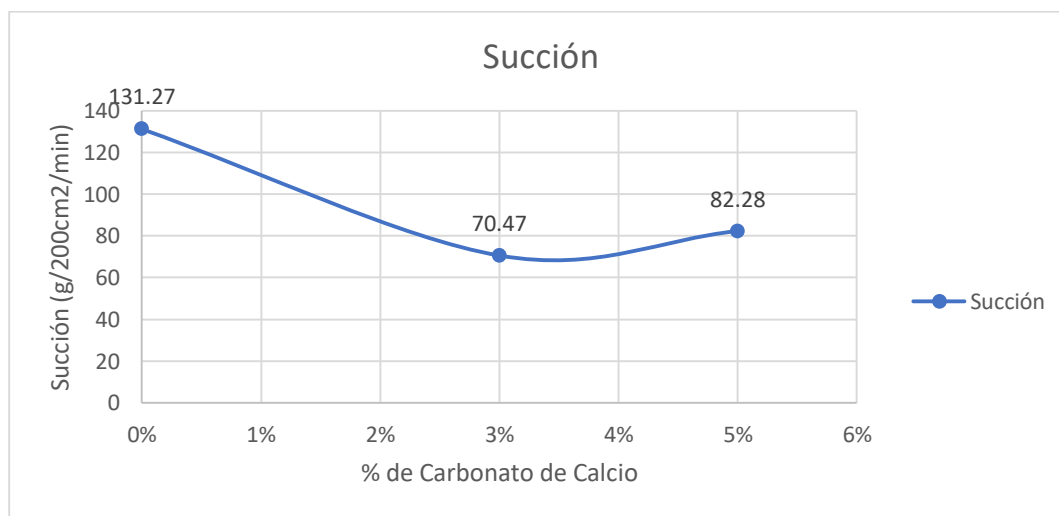


Gráfico 4. Succión  
Fuente. Elaboración propia 2018.

## 4. Interpretación

Se obtiene como resultado un valor  $p=0.621 < 0.05$ , no es significativa la disminuye de la adición de carbonato de calcio en la succión de los ladrillos artesanales. Siendo que la Norma RNE 070 indica que por procesos productivos que, si excede el valor

entre los 10 y 20g/200cm<sup>2</sup>/1000, será necesario humedecer los ladrillos antes de ser asentados en la construcción.

### 3.6. Resultado Específico 5: Absorción

En este ensayo se utilizaron cinco muestras de ladrillos artesanalmente en un 0%, 3% y 5% de adición de carbonato de calcio, en el cual se pesó en su estado seco y se le compara con su peso saturado por horas en el agua.

Tabla 44  
*Absorción al 0%*

ESPECIMEN	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (g)	ABSORCIÓN %
0 % - 1	2955,5	3446,5	16,61
0 % - 2	2965	3461,5	16,75
0 % - 3	2938	3426,5	16,63
0 % - 4	2969	3412,5	14,94
0 % - 5	2986,5	3496,5	17,08
<b>ABSORCIÓN PROMEDIO (%)</b>			<b>16,40</b>

Fuente. Elaboración propia, 2018

Tabla 45  
*Absorción al 3%*

ESPECIMEN	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (g)	ABSORCIÓN %
3 % - 1	2959,5	3454,5	16,73
3 % - 2	2945	3424,5	16,28
3 % - 3	2965,5	3455	16,51
3 % - 4	2960	3441,5	16,27
3 % - 5	2963,5	3438,5	16,03
<b>ABSORCIÓN PROMEDIO (%)</b>			<b>16,36</b>

Fuente. Elaboración propia, 2018

Tabla 46  
*Absorción al 5%*

ESPECIMEN	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (g)	ABSORCIÓN %
5 % - 1	2943,5	3467	17,78
5 % - 2	2983,5	3511	17,68
5 % - 3	2977	3509,5	17,89
5 % - 4	2950	3439	16,58
5 % - 5	2979,5	3479	16,76
<b>ABSORCIÓN PROMEDIO (%)</b>			<b>17,34</b>

Fuente. Elaboración propia, 2018

### 3.6.1. Estadística Inferencial

#### 3.6.1.1. T de Student

##### 1. Planteo de Hipótesis

##### Dimensión 5: Absorción

Ho. Los efectos de la adición del carbonato de calcio no disminuyen en la absorción de los ladrillos artesanales.

Ha. Los efectos de la adición del carbonato de calcio disminuyen en la absorción de los ladrillos artesanales.

##### Normalidad

En el experimento se realizó con 2 medidas, sustituyendo la arcilla con el 3% carbonato de calcio y después sustituyendo la arcilla con el 5% de carbonato de calcio.

Se va a verificar, si existe una diferencia significativa entre la adición del 3% de carbonato de calcio y la adición del 5% del carbonato de calcio para corroborar si al agregar el 3% de carbonato de calcio tuvo un impacto en la variable Absorción,

realizando primero la prueba de normalidad para la variable carbonato de calcio de 3% y 5%.

En el programa de SPSS, analizaremos la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, donde se muestra el nivel de significancia de la adición del carbonato de calcio al 3% es 0,863 y 5% es 0,112.

El promedio del carbonato de calcio del 3% es 16,3640 % y del 5% es 17,3380%, es decir que después que se adiciono el 3% de carbonato de calcio hubo una disminución del 16,3640% y al adicionar el carbonato de calcio al 5% hubo un aumento del 17,3380% en la absorción del ladrillo, teniendo que resolver si esta disminución es significativa, habiendo comprobado la prueba de normalidad con Shapiro Wilk para muestras  $\leq$  a 30, y obteniendo como resultado las pruebas de normalidad con el SPSS.

Tabla 47  
*Prueba de normalidad*

<b>Pruebas de normalidad</b>						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Absorción3	,224	5	,200 <sup>*</sup>	,968	5	,863
Absorción5	,310	5	,131	,818	5	,112

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.  
a. Corrección de significación de Lilliefors



Tabla 48  
*Prueba de normalidad para la Absorción*

<b>NORMALIDAD</b>		
P-Valor (3% de carbonato de calcio) = 0.863	>	$\alpha=0.05$
P-Valor (5% de carbonato de calcio) = 0.112	>	$\alpha=0.05$

**Conclusión:**

Los datos de la variable carbonato de calcio, al 0%, al 3%, al 5% se comportan normalmente por lo que podemos corroborar que la variable carbonato de calcio son datos normales.

Al comparar las significancias obtenidas de SPSS de la variable carbonato de calcio al 3% de 0,863 y al 5% de 0, 112 contra el nivel alfa de 0. 05 y como p valor es mayor que el nivel alfa de 0.05, por tanto, se acepta la hipótesis nula, con lo que se puede afirmar que los datos de la variable carbonato de calcio provienen de una distribución normal.

**2. Regla Teórica para la Toma de Decisiones**

Se compara el Valor p calculado de los datos de la data, con el Valor p teórico de tabla = 0.05. Si el Valor p calculado  $\geq 0.05$ , se acepta la  $H_0$ , y si el Valor p calculado  $< 0.05$ , se Aceptará  $H_a$ .

**Si p- sig <0.05 se rechaza la  $H_0$ .**

**Si p- sig >0.05 se acepta la  $H_0$ .**

**3. Estadística de Contraste de Hipótesis**

Se utilizó la comparación de T de Student en la dimensión de Resistencia a la Compresión y las características de los ladrillos. Se halló un Valor p = 0.002

**Comprobación de la Hipótesis**

$$H_0: \bar{x}_{3\%} = \bar{x}_{5\%}$$

$$H_a: \bar{x}_{3\%} \neq \bar{x}_{5\%}$$

**$\alpha=0.05$  nivel de significancia**

Tabla 49  
*Estadísticas T de Student Absorción*

Prueba de muestras emparejadas									
Diferencias emparejadas									
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	Absorción3 - Absorción5	-,97400	,46166	,20646	-1,54723	-,40077	-4,718	4	,009

Tabla 50  
*T Student - Absorción*

Prueba T de Student		
P-Valor = 0.009	<	$\alpha = 0.05$

Conclusión:

Tenemos el p valor o significancia obtenida del SPSS que es del 0.009, siendo menor que el nivel alfa de 0.05, por tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Existe una pequeña diferencia significativa en las medias de la adición del carbonato de calcio al 3% y al 5%, es decir que al adicionar el carbonato de calcio si tuvo un efecto significativo sobre la variable absorción.

## PRUEBA T DE STUDENT

Prueba T para dos muestras, prueba con carbonato de calcio y prueba sin carbonato de calcio, se van a comparar dos variables: adición de carbonato de calcio al 3% y adición de carbonato de calcio al 5%, asumiendo un 5% de error.

Con los resultados que SPSS arroja para las pruebas de muestras independientes, en la estadística de muestras independientes se observa la media del carbonato de calcio al 3% y la media del carbonato de calcio al 5%, se puede observar que después de haber realizado las pruebas podemos ver que la media aumenta de 16,3640% para carbonato de calcio del 3% y del 17,3380% para carbonato de calcio al 5%, lo que representa una diferencia significativa en relación a la adición del carbonato de calcio.

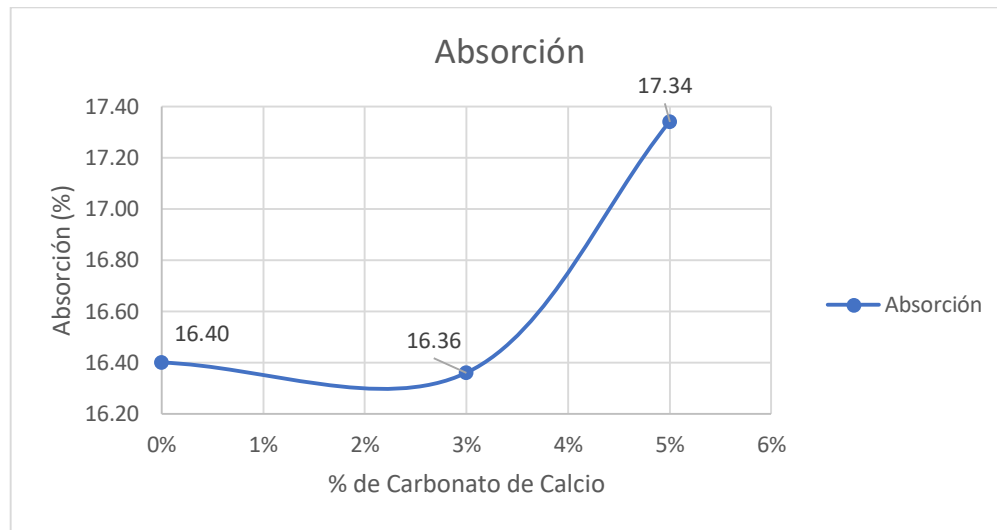


Gráfico 5. Absorción  
Fuente: Elaboración propia 2018

#### 4. Interpretación

Se obtiene como resultado un valor  $p=0.009 < 0.05$ , se acepta que la adición de carbonato de calcio disminuye en la absorción de los ladrillos artesanales.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusión de Resultado General

Wolfgang (2012) menciona que la familia de las sales, es un compuesto químico derivado del ácido carbónico, bajo la nomenclatura tradicional es nombrado carbonato cálcico, teniendo como componentes el Ca, que toda roca y minerales que se extraen de la tierra, e incluso en los corales moluscos, y cáscaras de huevo. Según estos componentes que contiene el carbonato de calcio se ha considerado un aditivo importante para obtener la resistencia de los ladrillos, tal como se ha demostrado en las pruebas realizadas en los laboratorios, y como se muestra en las tablas, una resistencia promedio a la compresión  $f'm$  (Kg/Cm<sup>2</sup>) de 35.22% del ladrillo antes de agregar el aditivo Ca. Al agregar el 3% de Ca, la Resistencia características a compresión  $f'm$  (Kg/Cm<sup>2</sup>) es de 55.37%.

En la investigación se utilizó método del contraste de hipótesis con Anova, obteniendo el nivel de significancia del Análisis de comparación del promedio de medias. Para evaluar los resultados de la investigación, se halló el Valor  $p = 0.000$  y se determinó la comparación conjunta de las variables Carbonato de Calcio y Características de los ladrillos como el valor  $p = 0.000 < 0.05$ , se acepta que el Carbonato de Calcio contribuyen en el mejoramiento de las características de los ladrillos artesanales, del distrito de Chilca, año 2018.

Se halló un Valor  $p = 0.000 < 0.05$ , que significa, según el ANOVA, que la mejora de las características mecánicas y física de los ladrillos artesanales, es de carácter significativa.

ANOVA					
Carbonato	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	135323,547	6	22553,924	155,384	,000
Dentro de grupos	22933,684	158	145,150		
Total	158257,231	164			

#### 4.2. Discusión de Resultado Especifico 1: Resistencia a la compresión

Según Gallegos y Casabonne (2005) menciona que la unidad de albañilería cuya sección transversal, su resistencia debe ser una carga mayor que el de su propio peso. En los resultados obtenidos se muestra que al sustituir la arcilla en un 3% por el carbonato de calcio presenta un promedio de 55.37 Kg/cm<sup>2</sup> en la Resistencia a la compresión del ladrillo y al sustituir la arcilla por un 5% de carbonato de calcio presenta un promedio de 41.31% kg/cm<sup>2</sup> en la resistencia a la compresión del ladrillo.

Se obtiene como resultado que al adicionar el carbonato de calcio en un 3% se observa que la Resistencia a la Compresión del ladrillo llega a su máximo valor; y al sustituir la arcilla por el carbonato de calcio en un 5% empieza a disminuir la Resistencia a la Compresión del ladrillo, dando como mejor resultado el adicionar el carbonato de calcio en un 3% para obtener una mejor resistencia a la compresión del ladrillo, clasificándolo como Ladrillo Tipo I para fines estructurales, como se considera en el Reglamento Nacional de Edificaciones (Norma E.070).

#### 4.3. Discusión de Resultado Especifico 2: Variabilidad Dimensional

Según lo manifestado por Bianucci (2009) menciona que el ladrillo artesanal con medidas tradicionales de 25x30x10 cm. De acuerdo a los resultados los ladrillos del

distrito de Chilca sin adición de carbonato de calcio presentan un coeficiente de Variación Dimensional en su largo de 0.47%, en su ancho 1.17% y en el alto un 1.39%, se acepta el lote por estar por debajo del 40% exigido por la RNE E.070 (2019).

Además, presentan una variación dimensional de 0.43% en su largo, 0.66% en su ancho y 0.41% de alto, clasificándolo como ladrillo de Tipo I hasta pudiendo ser considerado como Ladrillo tipo V, de acuerdo con la RNE E.070 (2019).

De acuerdo a los resultados los ladrillos del distrito de Chilca con un 3% de adición de carbonato de calcio presentan un coeficiente de Variación Dimensional en su largo de 0.61%, en su ancho 1.37% y en el alto un 1.41%, se acepta el lote por estar por debajo del 40% exigido por la RNE E.070 (2019).

Además, presentan una variación dimensional de 0.60% en su largo, 0.46% en su ancho y 0.31% de alto, clasificándolo como ladrillo de Tipo I hasta pudiendo ser considerado como Ladrillo V, de acuerdo con la RNE E.070 (2019).

De acuerdo a los resultados los ladrillos del distrito de Chilca con un 5% de adición de carbonato de calcio presentan un coeficiente de Variación Dimensional en su largo de 0.71%, en su ancho 0.83% y en el alto un 0.84%, se acepta el lote por estar por debajo del 40% exigido por la RNE E.070 (2019).

Además, presentan una variación dimensional de 0.90% en su largo, 0.55% en su ancho y 0.47% de alto, clasificándolo como ladrillo de Tipo I hasta pudiendo ser considerado como Ladrillo V, de acuerdo con la RNE E.070 (2019).

	largo	V.D (%)	ancho	V.D (%)	alto	V.D (%)
0%	203.1	0.43	109.3	0.66	79.7	0.41
3%	202.8	0.6	109.5	0.46	79.8	0.31
5%	202.2	0.9	109.4	0.55	79.6	0.47

#### 4.4. Discusión de Resultado Especifico 3: Alabeo

Como menciona Gallegos y Casabonne (2005) esta clasificación se da de acuerdo al área neta, considerando las medidas en referencia a la cara de asiento y las características de los alveolos, no teniendo influencia con la adición a la materia prima ni con el tamaño. En este ensayo se analizará el alabeo en mm en la Cara Superior y Cara Inferior de los ladrillos artesanales sin adición y con adición al 3% y 5% de carbonato de Calcio.

El alabeo en los ladrillos artesanales sin adición es en la Cara Inferior 1.05mm y en la Cara Superior un 1.465mm; en los ladrillos artesanales con adición de 3% de carbonato de calcio observamos un alabeo en la Cara Superior de 1.30 mm y en la Cara Inferior un 1.19mm. A su vez, en los ladrillos artesanales con adición de 5% de carbonato de calcio observamos un alabeo en la Cara Superior de 1.575mm y en la Cara Inferior un 1.65mm.

Según la Norma E.070 estos ladrillos pueden ser considerados desde un Ladrillo Tipo I hasta un Ladrillo tipo V, ya que estos deben estar los datos entre 2mm y 4mm como lo dice la Norma E.070 y en los resultados los promedios tienen un máximo de 2mm, por la cual la incorporación del carbonato de calcio disminuye el alabeo, teniendo como mejor resultado la adición al 3% de carbonato de calcio por ser menor el resultado de alabeo.

#### **4.5. Discusión de Resultado Especifico 4: Succión**

Según la Norma NTP 331.018 y 331.019 del año 2015 (modificada), es la medida de la velocidad inicial de absorción para la cara de asiento; ya que esta característica es la que se da en ladrillo – mortero, dado a que el mortero pierde rápidamente agua. De acuerdo con los resultados, se analizó la succión para los ladrillos artesanales al 0% teniendo un promedio de 131.27 (g/200cm<sup>2</sup>/min), con adición al 3% un promedio de 70.47 (g/200cm<sup>2</sup>/min) y con adición al 5% un promedio de 82.28 (g/200cm<sup>2</sup>/min).

Estos datos según la Norma E.070 sobrepasan el límite establecido para el procedimiento de construcción, por lo cual se tendrá que regar las unidades de albañilería antes de ser asentadas.

#### **4.6. Discusión de Resultado Especifico 5: Absorción**

Según la Norma NTP 331.017 año 2015 (modificada) de acuerdo con las características y requisitos complementarios no obligatorios se considera la absorción, que es la medida de permeabilidad (cantidad de agua) en la unidad de albañilería. Para este ensayo se utilizó ladrillos artesanales en Chilca con 0% de adición de carbonato de calcio el cual presento un 16.40%, este resultado por ser menor que el 22% exigido por la Norma E.070 se acepta las unidades de albañilería.

Para este ensayo se utilizó ladrillos artesanales en Chilca con 3% de adición de carbonato de calcio el cual presento un 16.36%, este resultado por ser menor que el 22% exigido por la Norma E.070 se acepta las unidades de albañilería.



Para este ensayo se utilizó ladrillos artesanales en Chilca con 5% de adición de carbonato de calcio el cual presento un 17.34%, este resultado por ser menor que el 22% exigido por la Norma E.070 se acepta las unidades de albañilería.

## CONCLUSIONES

### Conclusión General:

Se obtuvo un valor  $p$  calculado =  $0.000 < 0.05$ , por tanto, se acepta que el carbonato de calcio mejora las características de los ladrillos artesanales.

Se concluye que la adición de carbonato de calcio contribuye significativamente en el mejoramiento de las características de los ladrillos artesanales, del distrito de Chilca, año 2018.

### Prueba Estadística General:

#### Estadística de Contraste de Hipótesis

Se halló, mediante el Modelo de Anova, donde se determinó la comparación conjunta, de las variables: **Carbonato de Calcio** y **Características de los ladrillos**.

Se halló un Valor  $p = 0.000$ , por lo tanto, se rechaza la  $H_0$ , y se **acepta  $H_a$** .

### Interpretación

Como el valor  $p = 0.000 < 0.05$ , se acepta que el Carbonato de Calcio contribuye significativamente en el mejoramiento de las características de los ladrillos artesanales, del distrito de Chilca, año 2018.

La adición del carbonato de calcio al 3% es significativa en la mejora de la resistencia a la compresión, que es una de las características de los ladrillos.

### **Conclusión Específica 1:**

Se determinó que el carbonato de calcio contribuye en la resistencia a compresión de los ladrillos fabricados artesanalmente, mejorando esta propiedad en un 57.62% al adicionar al 3% de carbonato de calcio al sustituir la arcilla en la fabricación de ladrillos artesanales.

En conclusión el ladrillo adquiere más resistencia a la compresión por contener el 3% de  $\text{CaCO}_3$ , y sin adicionar el  $\text{CaCO}_3$  de calcio es de 35.22%, observándose una diferencia de un 21.09% de mejora en la resistencia a la compresión, al sustituir la arcilla de la localidad de Chilca.

#### **Prueba Estadística 1:**

Asimismo, se comprueba que las medias al 3% y al 5% de adición de  $\text{CaCO}_3$ , existe una diferencia significativa entre ellas, teniendo como resultado un  $p$ valor = 0.022, siendo menor que  $\alpha=0.05$ , por tanto se acepta que el carbonato de calcio contribuye significativamente en la resistencia a la compresión de los ladrillos artesanales, del distrito de Chilca, año 2018.

### **Conclusión Específica 2:**

Respecto al ensayo de variación dimensional, se comprueba que al sustituirle al 3% y al 5% de carbonato de calcio los resultados son aceptables según la Norma E.070 considerándolos como un Ladrillo Tipo I hasta un Ladrillo tipo V.

#### Prueba Estadística 2:

Asimismo, se comprueba que las medias del largo, ancho y alto del 3% y 5% de ladrillos adicionados con carbonato de calcio existe una diferencia significativa entre ellos, teniendo como resultado el P valor = 0.429 (para el largo), 0.887 (para el ancho) y 0.734 (para el alto), siendo mayor que  $\alpha = 0.05$  o 5% de error, se acepta la  $H_0$ ., y se rechaza la  $H_a$ ., es decir que el carbonato de calcio no disminuye la variación dimensional.

Se concluye que sin adicionar el  $\text{CaCO}_3$  y con adición de  $\text{CaCO}_3$  al 3% no disminuye la variación dimensional, por tanto, no altera las medidas de los ladrillos artesanales, manteniendo su variación dimensión, cumpliendo con el RNE E070 y siguiendo el procedimiento de la NT 339.61.

#### Conclusión Específica 3:

Respecto al ensayo de alabeo se observa que al sustituirle en un 3% y en un 5% de carbonato de calcio, los resultados obtenidos con respecto a la concavidad y convexidad en el alabeo de la cara superior y cara inferior son menores a 2 mm., de acuerdo a la tabla 1 “clase de unidad de albañilería para fines estructurales” de alabeo (máximo en mm) y según la Norma E.070 lo considera como un Ladrillo Tipo I hasta un Ladrillo tipo V.

#### Prueba Estadística 3:

Asimismo, se comprueba que las medias de los datos al 3% y al 5% de adición de carbonato de calcio existe una diferencia significativa, teniendo como resultado el

P valor = 0.0293 y 0.067 al 3% y al 5% respectivamente al adicionar carbonato de calcio, siendo el pvalor mayor que  $\alpha = 0.05$  ó 5% de error, por tanto, se acepta la  $H_0$ .

Se concluye que al adicionar el  $\text{CaCO}_3$  al 3% disminuye el alabeo, que en este caso el ladrillo no tendrá rajaduras estructurales y el RNE indica: “para la determinación del alabeo de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicada en la Norma NTP 399.613”.

#### **Conclusión Especifica 4:**

Respecto al ensayo de succión la muestra de ladrillo de Chilca sin adición de carbonato de calcio presenta un promedio de 131.27 (g/200cm<sup>2</sup>/min), mientras que la muestra con 3% de carbonato de calcio nos da un valor de 70.47 (g/200cm<sup>2</sup>/min) y la muestra con 5% de carbonato de calcio nos da un valor de 82.28 (g/200cm<sup>2</sup>/min). Siendo el valor más bajo el mejor a considerar, asimismo se tendrá que regar los ladrillos, ya que según la Norma E.070 para el procedimiento de construcción se debe tener una succión comprendida entre 10 a 20 (g/cm<sup>2</sup>/min).

#### **Prueba Estadística 4:**

Asimismo, se comprueba que el promedio de las medias de 3% y 5% de adición con carbonato de calcio existe una diferencia significativa entre ellas y siendo el Pvalor = 0.621, el cual es mayor que  $\alpha = 0.05$  o 5% de error, se acepta la  $H_0$ .

Se concluye al adicionar el  $\text{CaCO}_3$  al 3% no disminuye la succión de los ladrillos artesanales.

### **Conclusión Especifica 5:**

Respecto al ensayo de absorción la muestra de ladrillo de Chilca sin adición de carbonato de calcio nos da un valor de 16.40%, mientras que en la muestra con 3% de sustitución de carbonato de calcio nos da un valor de 16.36% y la muestra con 5% de carbonato de calcio nos da un valor de 17.34%.

Siendo estos valores menores a 22% que es lo que se pide como máximo en la Norma E.070, los tres valores son aptos, siendo el valor de 16.36% el valor más bajo el considerar el ladrillo con 3% de carbonato de calcio.

### **Prueba Estadística 5:**

Asimismo, se comprueba que en el promedio de las medias de 3% y 5% de ladrillos adicionados con carbonato de calcio existe una diferencia significativa entre ellas, teniendo como resultado el P valor = 0.009, el cual es menor que  $\alpha = 0.05$  o 5% de error, por tanto, se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_a$ .

Se concluye que al adicionar  $\text{CaCO}_3$  al 3% disminuye la absorción.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda tener en consideración la adición de carbonato de calcio porque aporta en el mejoramiento de los ladrillos artesanales, incrementando la propiedad de resistencia a la compresión en un 57.21%
- Se recomienda la adición de 3% de carbonato de calcio, ya que presento mejores resultados.
- Se recomienda tener en cuenta la variación de dimensiones y el alabeo en la fabricación de los ladrillos artesanales, siendo que a mayor dimensión y a mayor alabeo en ladrillos artesanales, conlleva a que las juntas de los morteros tengan mayor grosor (mayor a 10 mm), y esto conduce a que la resistencia a la compresión disminuya y por ende la fuerza cortante en la albañilería.
- Se recomienda investigar otros ladrillos que también se fabrica como el ladrillo de techo y pandereta; para examinar la influencia del carbonato de calcio en estas unidades.
- Se recomienda que este ladrillo sea utilizado como no estructural en las construcciones de vivienda.
- Se recomienda a las personas que trabajan en este rubro de la fabricación de ladrillos artesanales considerar un control de calidad durante la elaboración, para dar un producto de calidad a sus clientes.
- Se recomienda a futuros tesisistas investigar el tema de la adición de carbonato de calcio en distintos porcentajes para así evaluar su efecto en las características mecánicas y físicas de los ladrillos artesanales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Afanador, N., Ibarra, A. C., y López, C. A. (2013). Propiedades físicas y mecánicas de ladrillos macizos cerámicos para mampostería. *Revista Épsilon*, (20), 101–119. <https://doi.org/10.18359/rcin.248>
- Ángeles, P. D. (2008). Comparación del comportamiento a carga lateral cíclica de un muro confinado con ladrillos de concreto y otro con ladrillos de arcilla.
- Arquínigo, W. N. (2011). Propuesta para mejorar la calidad estructural de los ladrillos artesanales de arcilla cocida de Huánuco (Tesis en magister en ingeniería civil).
- Ayala, C. A. (2016). Comportamiento cíclico de albañilería armada de bloques de hormigón parcialmente relleno: análisis experimental y numérico (Tesis de maestría) (Pontificia Universidad Católica De Chile Escuela De Ingeniería). Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/301357833>. Comportamiento ciclico de Albanileria armada de bloques de hormigón parcialmente relleno análisis experimental
- Barranzuela, J. E. (2014). Proceso productivo de los ladrillos de arcilla producidos en la Región Piura (Tesis de ingeniero civil). Recuperado de <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/1755>
- Betancourt, D., Díaz, Y., & Martirena, F. (2013). Influencia de la adición de un 2% de carbonato de calcio en el proceso de fabricación de los ladrillos de cerámica roja: etapas de secado y cocción. *Revista Ingeniería de Construcción RIC*, 28(3), 113–124. Recuperado de <https://www.ricuc.cl/index.php/ric/article/download/489/pdf>
- Bianucci, M. (2009). El ladrillo orígenes y desarrollo.



- Canta, J. (2017). *Gestión De Proyectos Bajo El Enfoque Pmi-Pmbok Y Los Plazos De Liquidación De Los Proyectos Cash Qali Warma Promovidos Por Foncodes, (Tesis Mg. Arquitectura)*. (Universidad Ricardo Palma).
- Cerna, J. M. (2018). Influencia de la arcilla de caolín en la resistencia a compresión axial de pilas de albañilería fabricadas con ladrillo de arcilla artesanal king kong, Huamachuco 2018.
- Faber, K. T., Asefa, T., Backhaus-Ricoult, M., Brow, R., Chan, J. Y., Dillon, S., ... Yildiz, B. (2017). The role of ceramic and glass science research in meeting societal challenges: Report from an NSF-sponsored workshop. *Journal of the American Ceramic Society*, 100(5), 1777–1803. <https://doi.org/10.1111/jace.14881>
- Gallegos, H., y Casabonne, C. (2005). *Albañilería Estructural* (3ra edición; P. U. C. del P.-F. Editorial, Ed.). Lima: 2005.
- García, R. A., Florez, E. N., y Espinel, E. (2017). Conductividad térmica de polvos de arcillas utilizadas en la industria cerámica de Ocaña Norte de Santander y la región. *Revista Ingenio*, 13(1), 29–37. Recuperado de <http://revistas.ufps.edu.co/index.php/ringenio/article/view/399>
- Leiva, D. E., y Reyes, J. D. (2017). Ladrillos ecológicos y Estrategias didácticas. X Congreso Internacional Sobre Investigación En Didáctica de Las Ciencias, 933–938. Sevilla, España: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- López-Muñoz, J., Espinosa-Pérez, L., y Guevara-Arróliga, R. (2014). Estudio de la resistencia mecánica a la compresión de ladrillos elaborados a partir de mezclas arcilla roja-cemento Portland. *Universidad Nacional de Ingeniería*, 27(2), 90–98. Recuperado de <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:> -

9FS2f7V9YJ:<https://www.lamjol.info/index.php/NEXO/article/view/1945/1741+&cd=20&hl=es&ct=clnk&gl=pe>

Lulichac Saenz, F. (n.d.). Determinación de las propiedades físico - mecánicas de las unidades de albañilería en la provincia de Cajamarca.

Martínez, A. D., y Cote, M. L. (2014). Diseño y fabricación de ladrillo reutilizando materiales a base de PET. *Revista Inge CUC*, 10(2), 76–80. Recuperado de <https://revistascientificas.cuc.edu.co/ingecuc/article/view/493>

Muñoz, Y. (2014). Determinación del comportamiento a compresión axial y el factor de corrección por esbeltez en prismas de albañería con ladrillos artesanales de arcilla en la ciudad de Jaén - Cajamarca. (Tesis Ingeniería) (UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERIA). Recuperado de <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/623>

Nelson, A., Gustavo, G., y Richard, M. (2012). Propiedades físicas y mecánicas de ladrillos macizos cerámicos para mampostería. *Revista Unimilitar*, 22(1), 43–58. <https://doi.org/https://doi.org/10.18359/rcin.248>

Perú-Ministerio de la Producción. (2010). La guía de buenas prácticas para ladrilleras artesanales. Lima.

Rincón, C. D., Gil, J. C., Lesmes, C. A., y Caro, C. A. (2016). Evaluación de la Sostenibilidad de la Producción de Ladrillo en la Región de Boyacá, Colombia. 35–45.

Soto, S., y Sánchez, L. (2017). Estudio comparativo de la resistencia a la compresión, absorción y dimensionamiento del ladrillo rafón producido en Quimistán, Chamelecón y Florida, Honduras. *Innovare Ciencia y Tecnología*, 6(1), 97–116.

Tamayo, R. (2014). Efecto reforzante del vidrio reciclado en la elaboración de ladrillos artesanales.

Urbina, C. J. (2015). influencia de la temperatura de cocción sobre la contracción, absorción y resistencia a la compresión en ladrillos de arcilla cocidos (Tesis de ingeniero de materiales).

“Los efectos de la Adición del Carbonato de Calcio en el Mejoramiento de las Características de los Ladrillos Artesanales, del Distrito de Chilca, año 2018”

## **ANEXOS**

Anexo A: Matriz de Consistencia

**“LOS EFECTOS DE LA ADICIÓN DEL CARBONATO DE CALCIO EN EL MEJORAMIENTO DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS LADRILLOS ARTESANALES, DEL DISTRITO DE CHILCA, AÑO 2018.”**

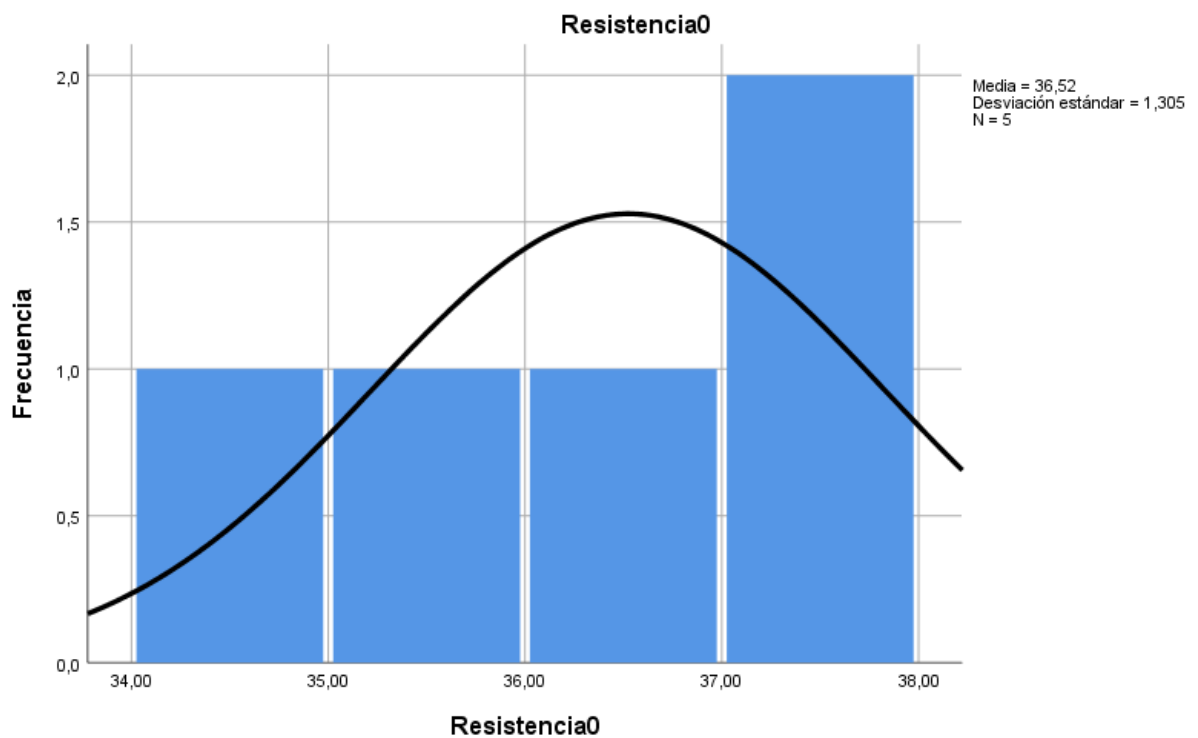
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES - INDICADORES																									
<p><b>Problema general:</b> ¿De qué manera los efectos de la adición del carbonato de calcio mejoran las características mecánicas y físicas de los ladrillos artesanales?</p> <p><b>Problemas específicos:</b> 1. ¿De qué manera los efectos de la adición del carbonato de calcio mejoran la resistencia a la compresión de los ladrillos artesanales? 2. ¿De qué manera la adición del carbonato de calcio disminuye en la variación dimensional de los ladrillos artesanales? 3. ¿De qué manera los efectos de la adición del carbonato de calcio disminuyen el alabeo de los ladrillos artesanales? 4. ¿De qué manera los efectos de la adición del carbonato de calcio disminuyen en la succión de los ladrillos artesanales? 5. ¿De qué manera los efectos de la adición del carbonato de calcio disminuyen en la absorción de los ladrillos artesanales?</p>	<p><b>Objetivo general</b> Determinar de qué manera los efectos de la adición de carbonato de calcio mejora las características mecánicas y físicas de los ladrillos artesanales.</p> <p><b>Objetivos Específicos</b> 1. Determinar de qué manera los efectos de la adición de carbonato de calcio mejora la resistencia a la compresión de los ladrillos artesanales. 2. Determinar cómo los efectos de la adición del carbonato de calcio disminuyen en la variación dimensional de los ladrillos artesanales. 3. Determinar de qué manera los efectos de la adición del carbonato de calcio disminuyen el alabeo de los ladrillos artesanales. 4. Determinar de qué manera los efectos de la adición del carbonato de calcio disminuyen en la succión de los ladrillos artesanales. 5. Determinar de qué manera los efectos de la adición del carbonato de calcio disminuyen en la absorción de los ladrillos artesanales.</p>	<p><b>Hipótesis principal:</b> Los efectos de la adición de carbonato de calcio mejoran las características mecánicas y físicas de los ladrillos artesanales.</p> <p><b>Hipótesis Secundarias:</b> 1. Los efectos de la adición de carbonato de calcio mejora la resistencia a la compresión de los ladrillos artesanales. 2. Los efectos de la adición del carbonato de calcio disminuyen en la variación dimensional de los ladrillos artesanales. 3. Los efectos de la adición del carbonato de calcio disminuyen el alabeo de los ladrillos artesanales. 4. Los efectos de la adición del carbonato de calcio disminuyen en la succión de los ladrillos artesanales. 5. Los efectos de la adición del carbonato de calcio disminuyen en la absorción de los ladrillos artesanales.</p>	<p><b>V. INDEPENDIENTE:</b> <b>(X): Carbonato de calcio</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Dimensiones</th> <th>Indicador</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">Carbonato de Calcio</td> <td>Adición al 0%</td> </tr> <tr> <td>Adición al 3%</td> </tr> <tr> <td>Adición al 5%</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>V. DEPENDIENTE:</b> <b>(Y) Características de los ladrillos artesanales</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Dimensión</th> <th>Indicador</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Resistencia f<sup>b</sup></td> <td>resistencia</td> </tr> <tr> <td>promedio</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Variación Dimensional</td> <td>medidas</td> </tr> <tr> <td>uniformidad</td> </tr> <tr> <td>irregularidad</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Alabeo</td> <td>concavidad</td> </tr> <tr> <td>convexidad</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Succión</td> <td>Peso seco</td> </tr> <tr> <td>Peso húmedo</td> </tr> <tr> <td>Área Bruta</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Absorción</td> <td>Peso seco</td> </tr> <tr> <td>Peso saturado</td> </tr> </tbody> </table>	Dimensiones	Indicador	Carbonato de Calcio	Adición al 0%	Adición al 3%	Adición al 5%	Dimensión	Indicador	Resistencia f <sup>b</sup>	resistencia	promedio	Variación Dimensional	medidas	uniformidad	irregularidad	Alabeo	concavidad	convexidad	Succión	Peso seco	Peso húmedo	Área Bruta	Absorción	Peso seco	Peso saturado
Dimensiones	Indicador																											
Carbonato de Calcio	Adición al 0%																											
	Adición al 3%																											
	Adición al 5%																											
Dimensión	Indicador																											
Resistencia f <sup>b</sup>	resistencia																											
	promedio																											
Variación Dimensional	medidas																											
	uniformidad																											
	irregularidad																											
Alabeo	concavidad																											
	convexidad																											
Succión	Peso seco																											
	Peso húmedo																											
	Área Bruta																											
Absorción	Peso seco																											
	Peso saturado																											

Anexo B: Cuadros estadísticos de diagramas

**HIPOTESIS ESPECIFICA 1: RESISTENCIA A LA COMPRESION**

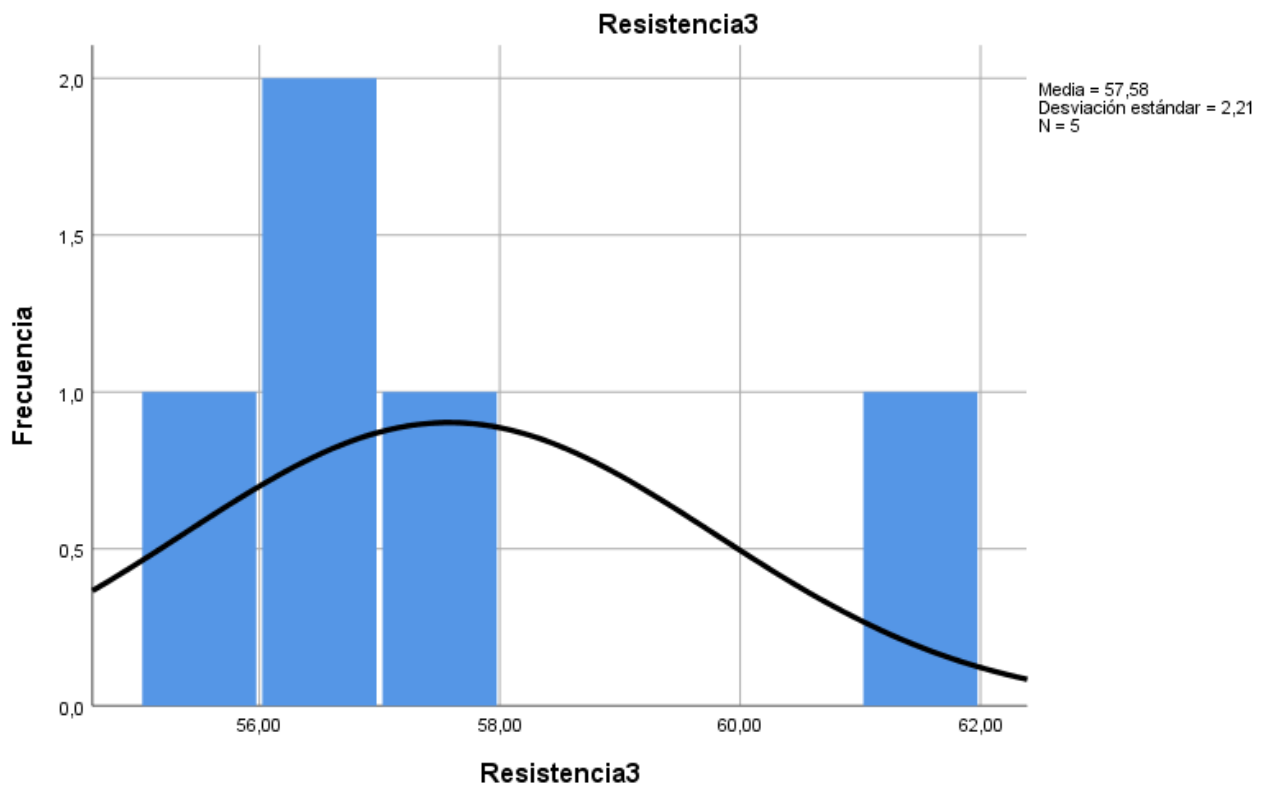
**Resistencia0**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	34,67	1	5,0	20,0	20,0
	35,79	1	5,0	20,0	40,0
	36,84	1	5,0	20,0	60,0
	37,38	1	5,0	20,0	80,0
	37,94	1	5,0	20,0	100,0
	Total		5	25,0	100,0
Perdidos	Sistema	15	75,0		
Total		20	100,0		



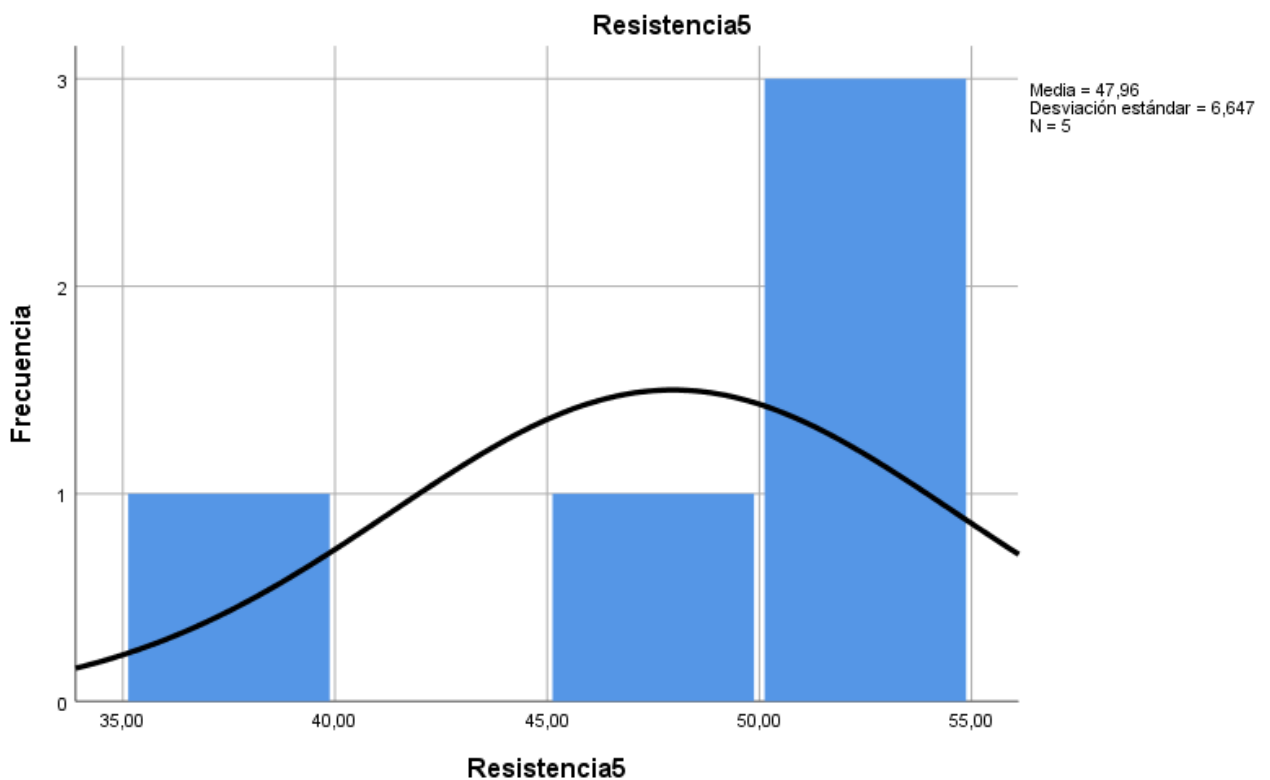
### Resistencia3

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	55,48	1	5,0	20,0	20,0
	56,68	1	5,0	20,0	40,0
	56,89	1	5,0	20,0	60,0
	57,54	1	5,0	20,0	80,0
	61,30	1	5,0	20,0	100,0
	Total	5	25,0	100,0	
Perdidos	Sistema	15	75,0		
Total		20	100,0		



### Resistencia5

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	37,65	1	5,0	20,0	20,0
	45,21	1	5,0	20,0	40,0
	50,40	1	5,0	20,0	60,0
	52,87	1	5,0	20,0	80,0
	53,69	1	5,0	20,0	100,0
	Total		5	25,0	100,0
Perdidos	Sistema	15	75,0		
Total		20	100,0		



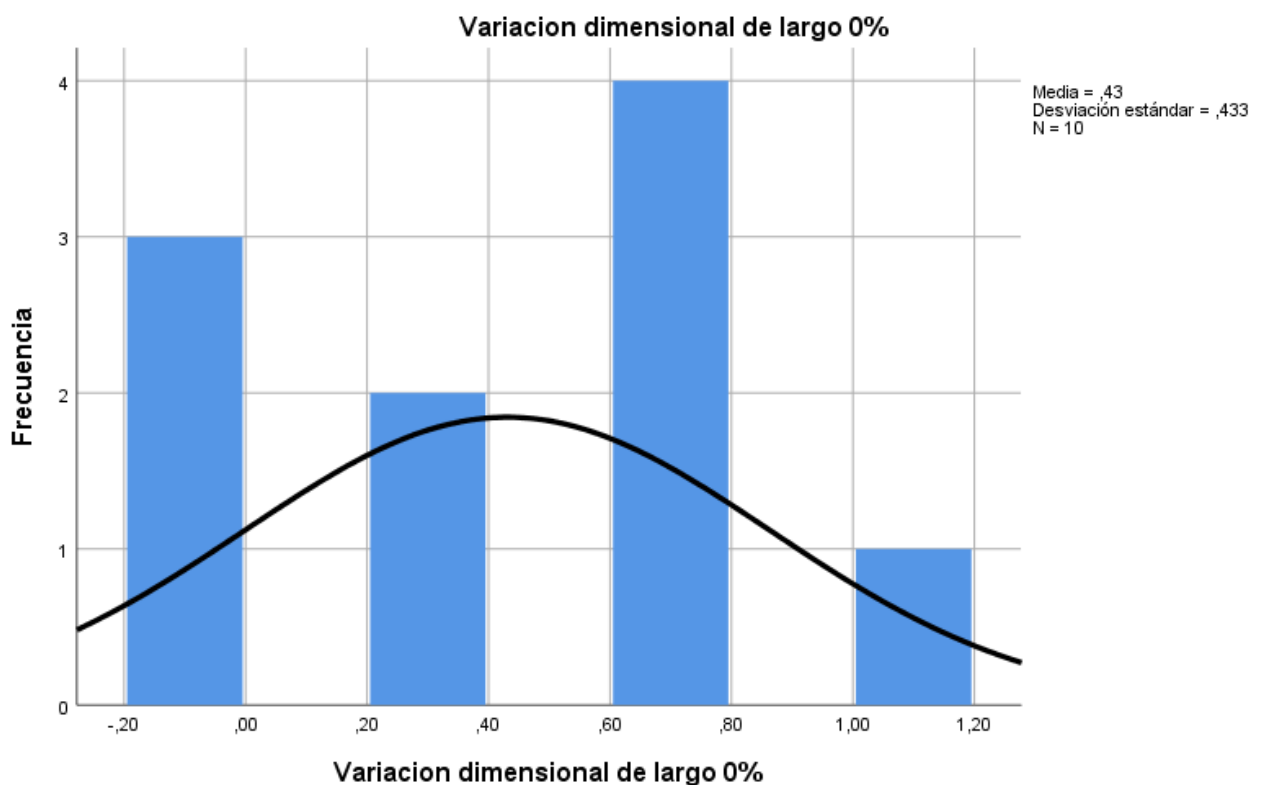
\*



**HIPOTESIS ESPECÍFICA 2: VARIACION DIMENSIONAL**

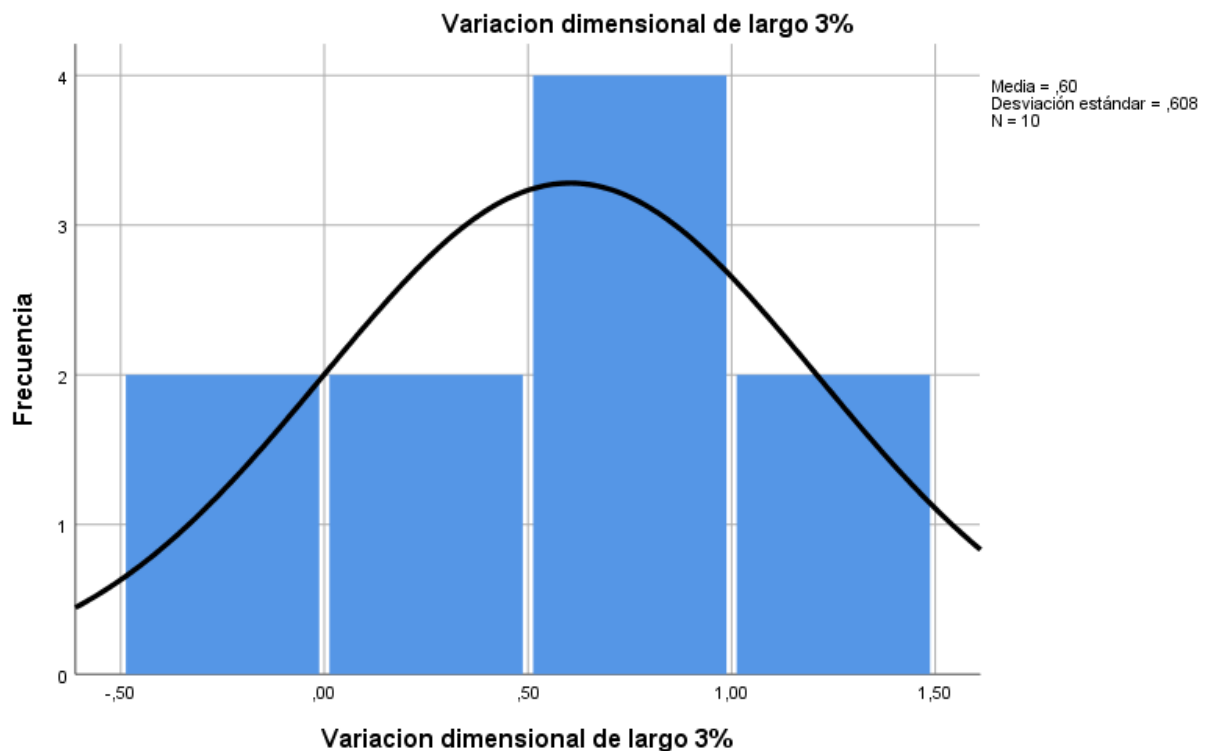
**Variacion dimensional de largo 0%**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	-,12	3	30,0	30,0	30,0
	,37	2	20,0	20,0	50,0
	,61	1	10,0	10,0	60,0
	,74	3	30,0	30,0	90,0
	1,10	1	10,0	10,0	100,0
	Total	10	100,0	100,0	



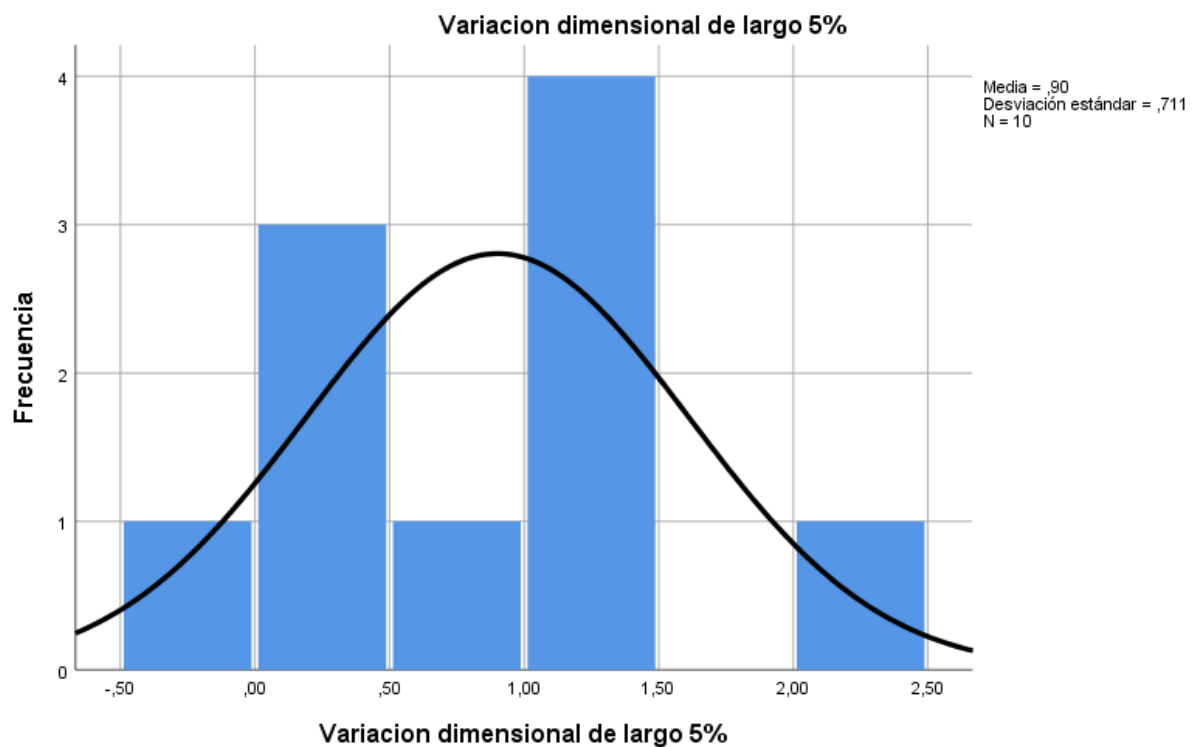
### Variación dimensional de largo 3%

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	-,49	1	10,0	10,0	10,0
	-,25	1	10,0	10,0	20,0
	,25	1	10,0	10,0	30,0
	,49	1	10,0	10,0	40,0
	,74	1	10,0	10,0	50,0
	,86	2	20,0	20,0	70,0
	,99	1	10,0	10,0	80,0
	1,23	1	10,0	10,0	90,0
	1,36	1	10,0	10,0	100,0
	Total		10	100,0	100,0



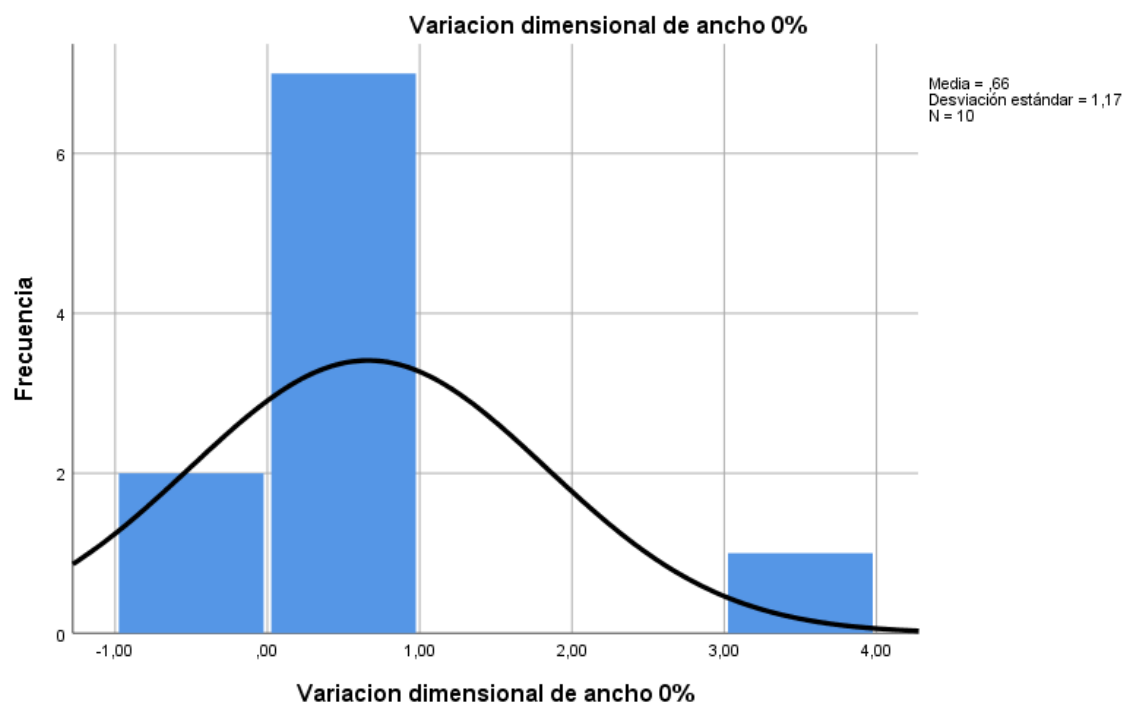
### Variacion dimensional de largo 5%

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	-,25	1	10,0	10,0	10,0
	,37	2	20,0	20,0	30,0
	,49	1	10,0	10,0	40,0
	,62	1	10,0	10,0	50,0
	1,11	1	10,0	10,0	60,0
	1,36	3	30,0	30,0	90,0
	2,22	1	10,0	10,0	100,0
	Total	10	100,0	100,0	



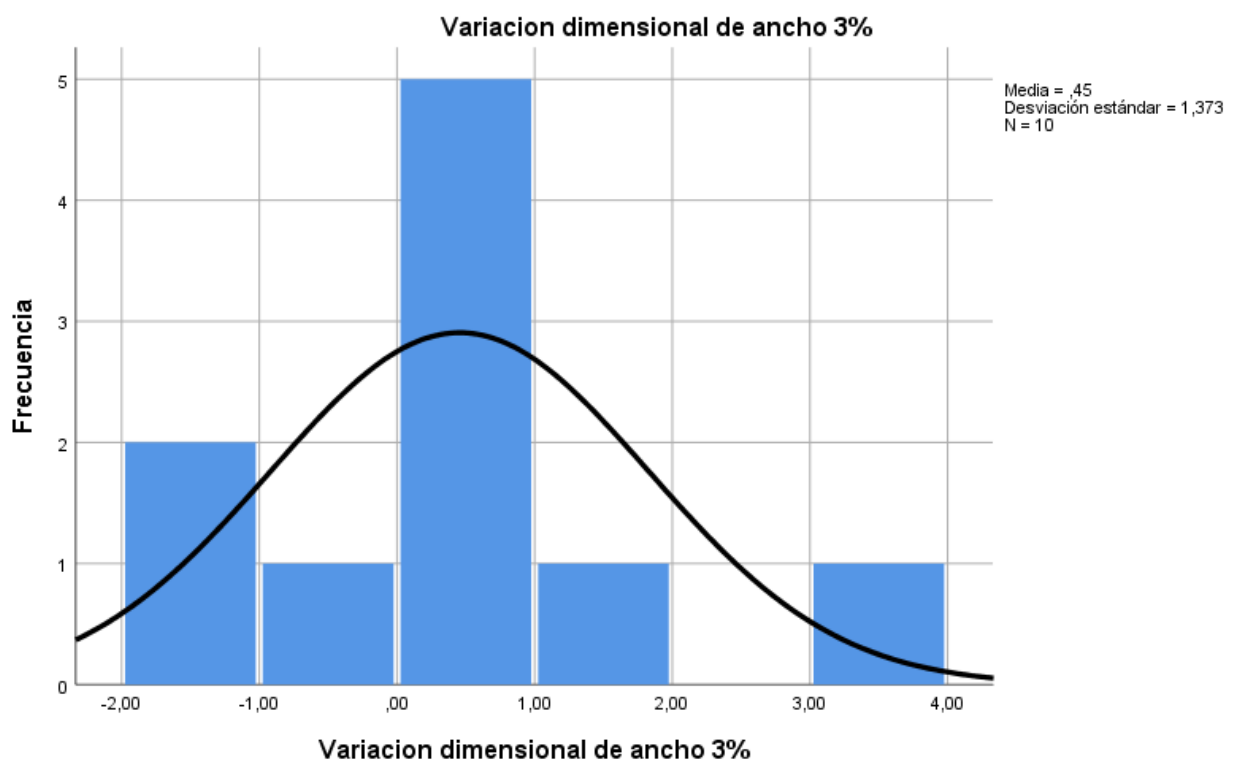
### Variacion dimensional de ancho 0%

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	-,68	1	10,0	10,0	10,0
	-,23	1	10,0	10,0	20,0
	,00	1	10,0	10,0	30,0
	,23	1	10,0	10,0	40,0
	,46	1	10,0	10,0	50,0
	,68	2	20,0	20,0	70,0
	,91	2	20,0	20,0	90,0
	3,65	1	10,0	10,0	100,0
	Total	10	100,0	100,0	



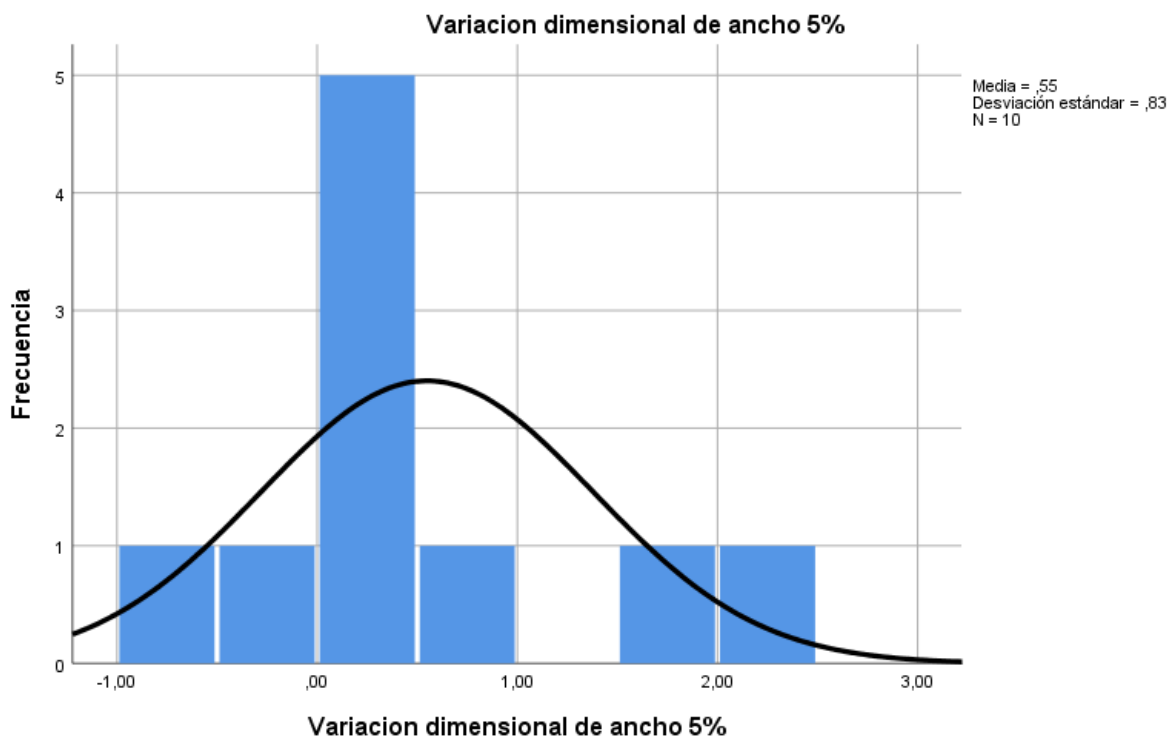
### Variación dimensional de ancho 3%

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	-1,14	2	20,0	20,0	20,0
	-,23	1	10,0	10,0	30,0
	,00	2	20,0	20,0	50,0
	,68	2	20,0	20,0	70,0
	,91	1	10,0	10,0	80,0
	1,14	1	10,0	10,0	90,0
	3,65	1	10,0	10,0	100,0
	Total	10	100,0	100,0	



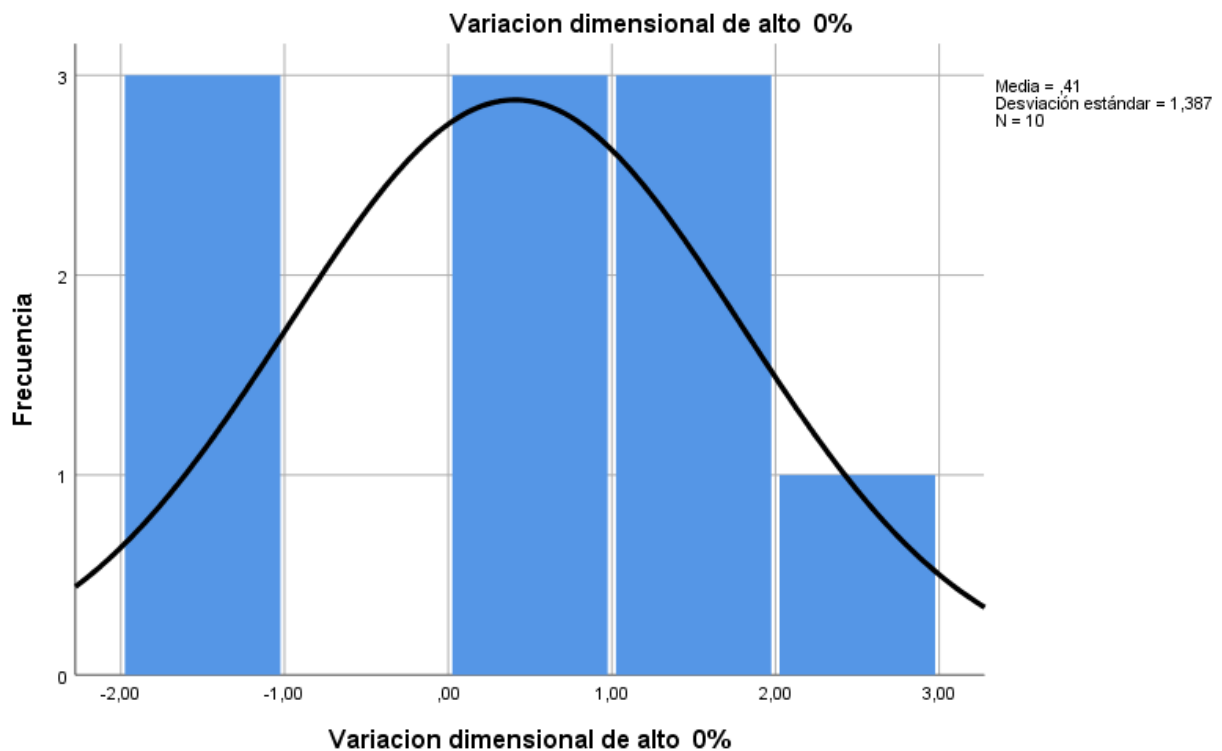
### Variacion dimensional de ancho 5%

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	-,69	1	10,0	10,0	10,0
	-,46	1	10,0	10,0	20,0
	,23	1	10,0	10,0	30,0
	,46	4	40,0	40,0	70,0
	,91	1	10,0	10,0	80,0
	1,60	1	10,0	10,0	90,0
	2,06	1	10,0	10,0	100,0
	<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	



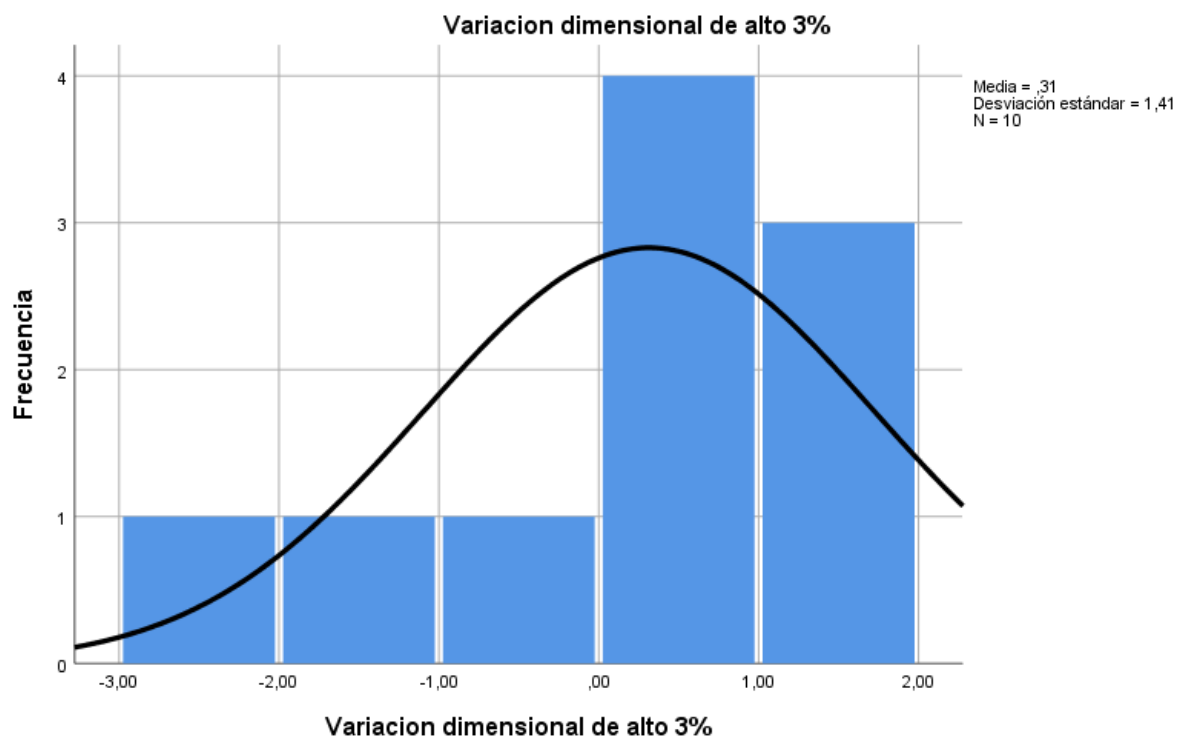
### Variacion dimensional de alto 0%

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	-1,57	1	10,0	10,0	10,0
	-1,25	2	20,0	20,0	30,0
	,31	2	20,0	20,0	50,0
	,63	1	10,0	10,0	60,0
	1,25	1	10,0	10,0	70,0
	1,57	2	20,0	20,0	90,0
	2,51	1	10,0	10,0	100,0
	Total	10	100,0	100,0	



### Variacion dimensional de alto 3%

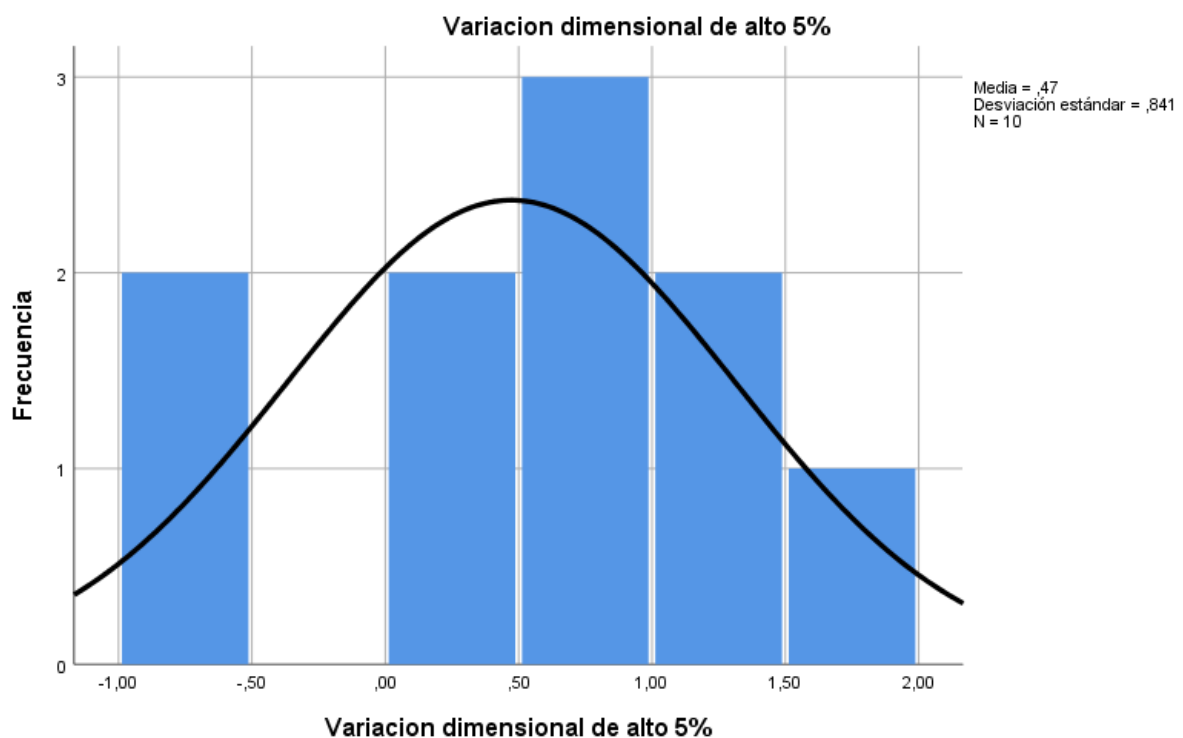
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	-2,19	1	10,0	10,0	10,0
	-1,57	1	10,0	10,0	20,0
	-,63	1	10,0	10,0	30,0
	,00	1	10,0	10,0	40,0
	,63	2	20,0	20,0	60,0
	,94	1	10,0	10,0	70,0
	1,57	1	10,0	10,0	80,0
	1,88	2	20,0	20,0	100,0
	Total	10	100,0	100,0	





### Variacion dimensional de alto 5%

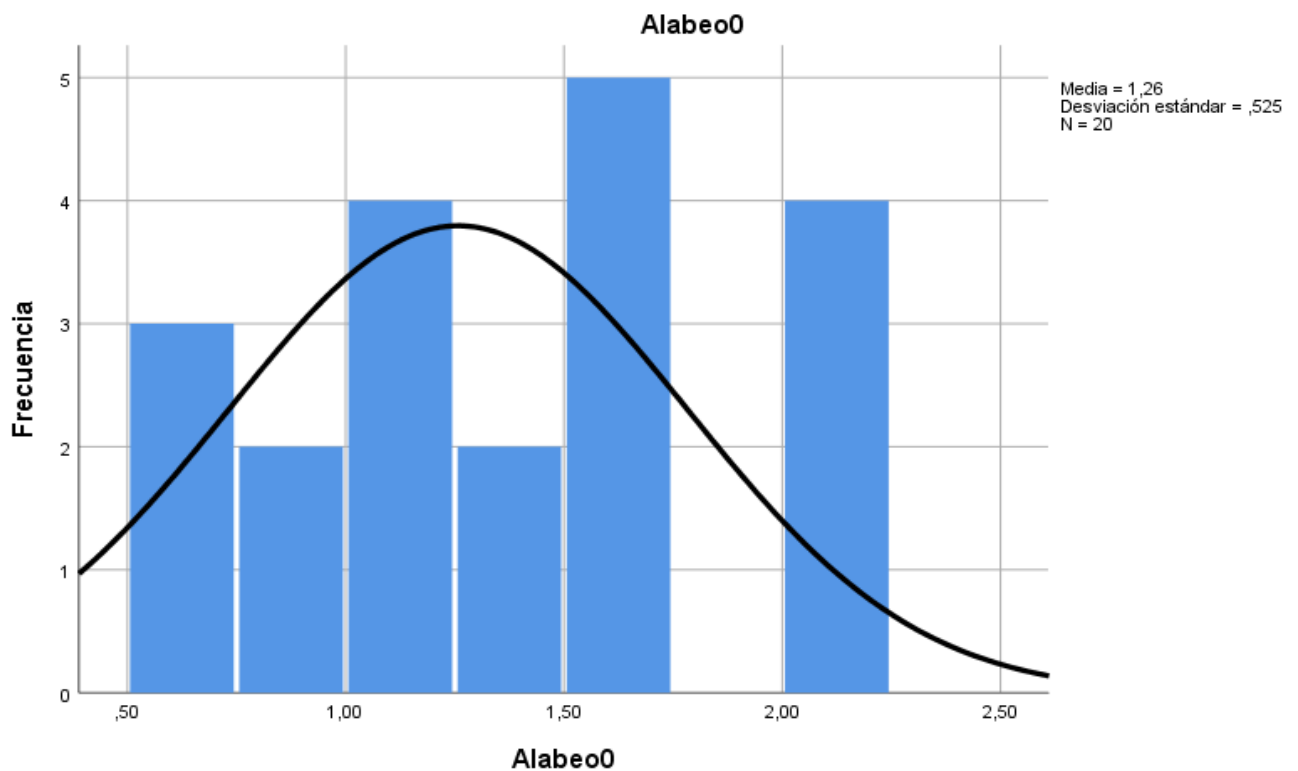
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	-,94	1	10,0	10,0	10,0
	-,63	1	10,0	10,0	20,0
	,00	2	20,0	20,0	40,0
	,63	2	20,0	20,0	60,0
	,94	1	10,0	10,0	70,0
	1,26	2	20,0	20,0	90,0
	1,57	1	10,0	10,0	100,0
	Total	10	100,0	100,0	



**HIPOTESIS ESPECIFICA 3: ALABEO**

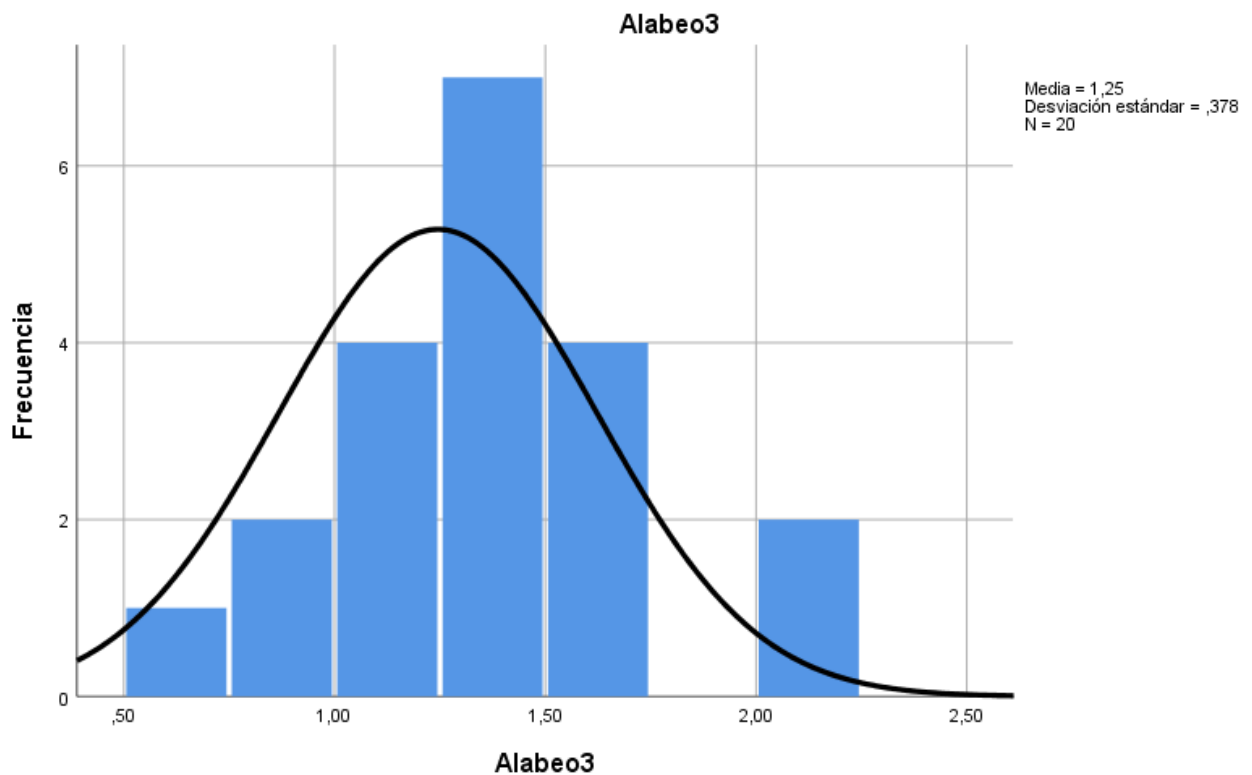
**Alabeo0**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	,50	3	15,0	15,0	15,0
	,75	2	10,0	10,0	25,0
	1,00	4	20,0	20,0	45,0
	1,25	2	10,0	10,0	55,0
	1,50	5	25,0	25,0	80,0
	2,00	3	15,0	15,0	95,0
	2,15	1	5,0	5,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	



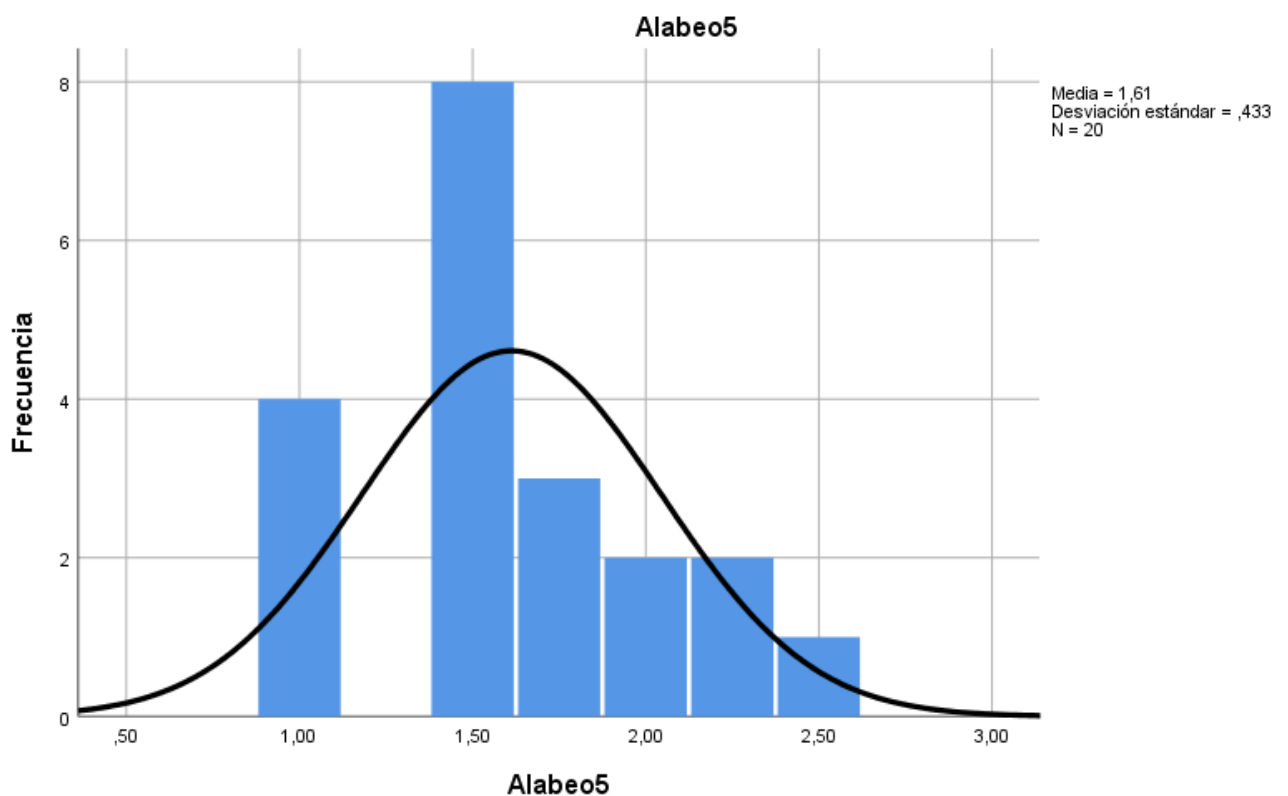
**Alabeo3**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	,50	1	5,0	5,0
	,75	2	10,0	15,0
	1,00	4	20,0	35,0
	1,25	6	30,0	65,0
	1,40	1	5,0	70,0
	1,50	4	20,0	90,0
	2,00	2	10,0	100,0
Total	20	100,0	100,0	



### Alabeo5

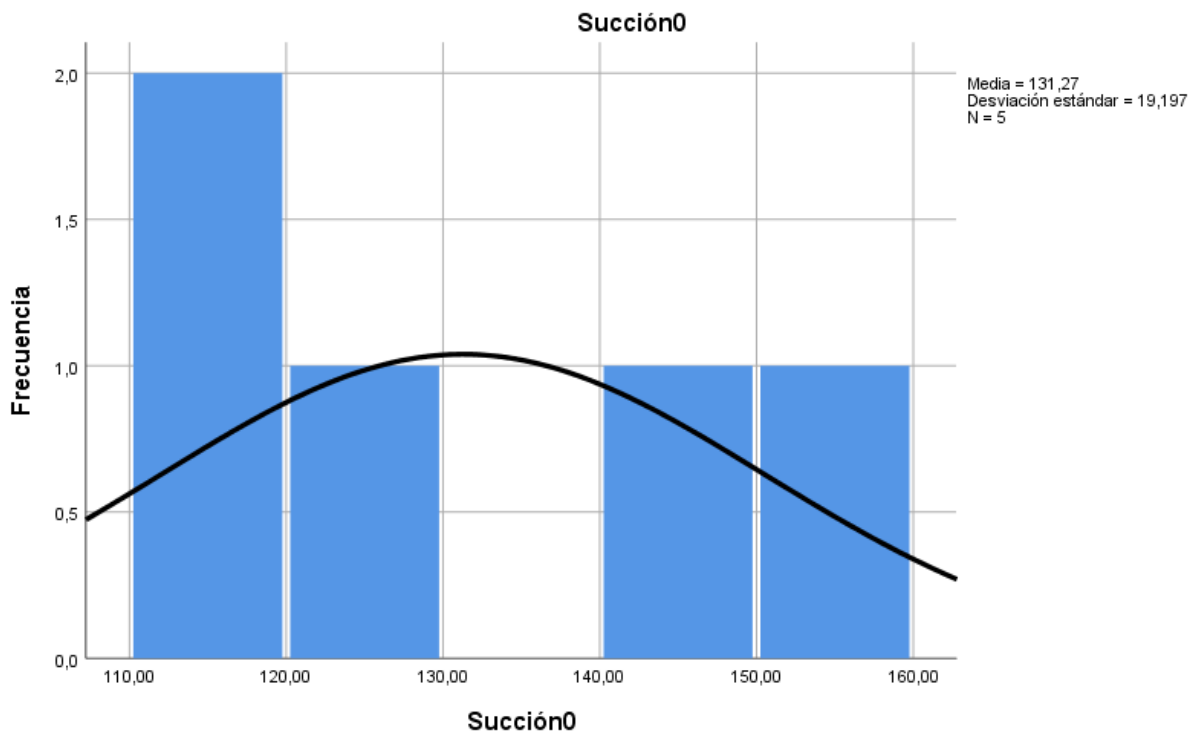
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	1,00	4	20,0	20,0	20,0
	1,50	8	40,0	40,0	60,0
	1,75	3	15,0	15,0	75,0
	2,00	2	10,0	10,0	85,0
	2,25	2	10,0	10,0	95,0
	2,50	1	5,0	5,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	



**HIPOTESIS ESPECIFICA 4: SUCCION**

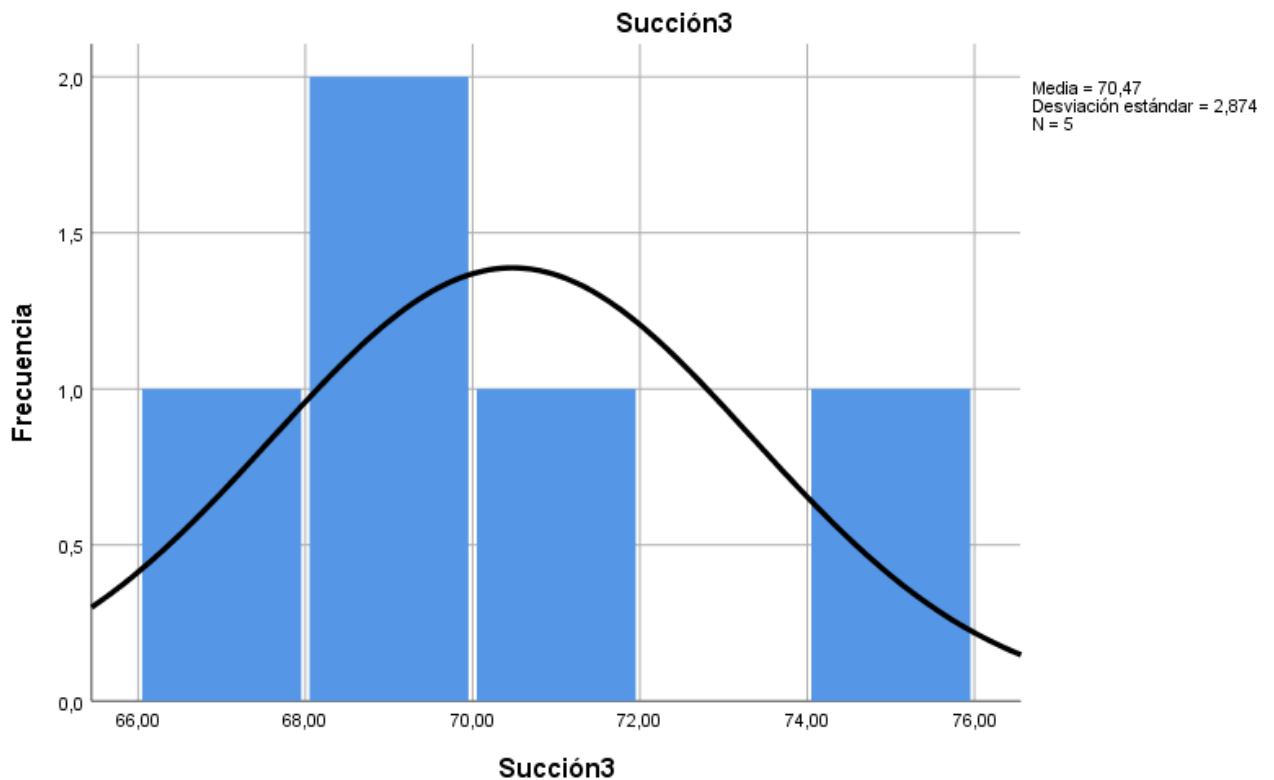
**Succión0**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	110,12	1	5,0	20,0	20,0
	119,00	1	5,0	20,0	40,0
	125,34	1	5,0	20,0	60,0
	145,14	1	5,0	20,0	80,0
	156,74	1	5,0	20,0	100,0
	Total	5	25,0	100,0	
Perdidos	Sistema	15	75,0		
	Total	20	100,0		



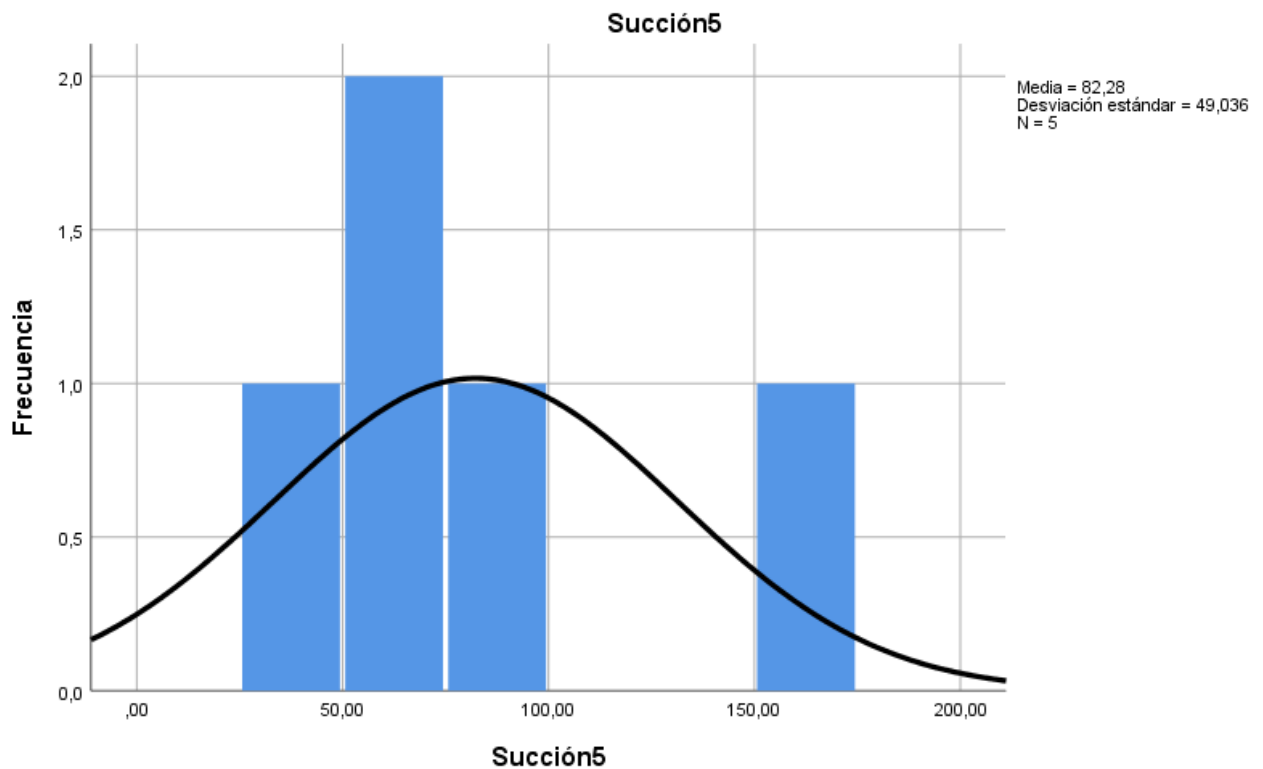
### Succión3

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	67,10	1	5,0	20,0	20,0
	69,20	1	5,0	20,0	40,0
	69,57	1	5,0	20,0	60,0
	71,87	1	5,0	20,0	80,0
	74,63	1	5,0	20,0	100,0
	Total		5	25,0	100,0
Perdidos	Sistema	15	75,0		
Total		20	100,0		



**Succión5**

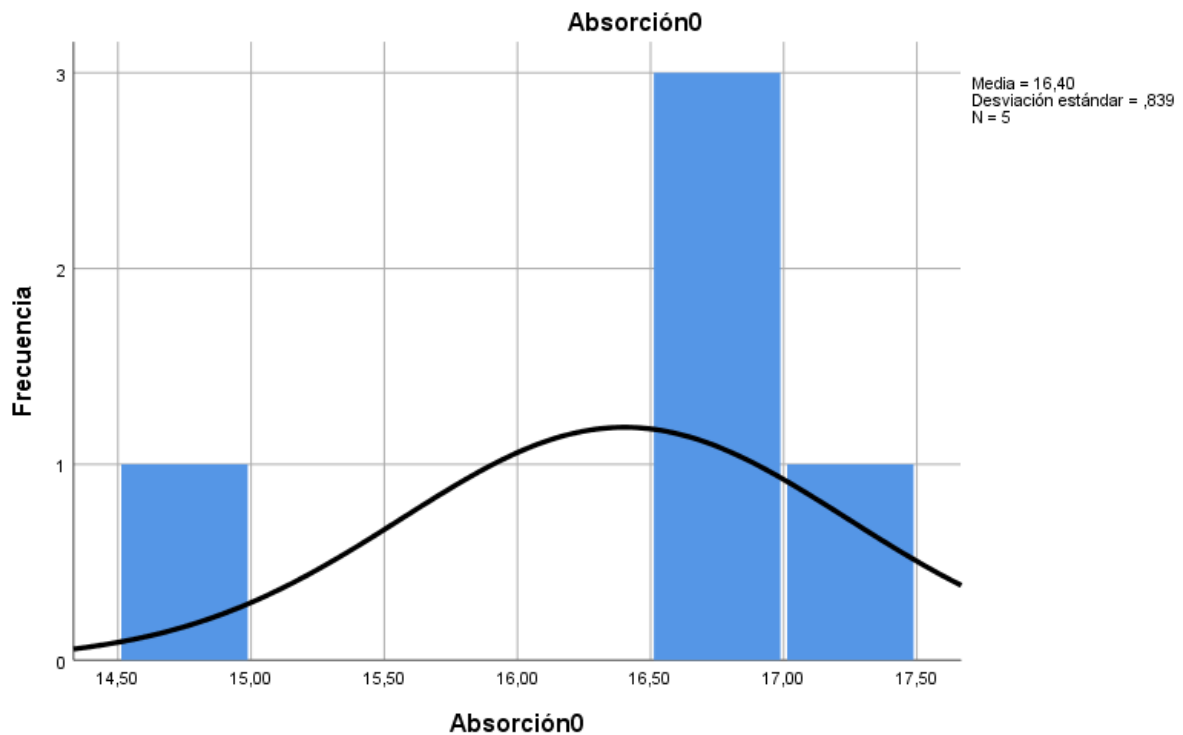
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	28,94	1	5,0	20,0	20,0
	68,67	1	5,0	20,0	40,0
	73,01	1	5,0	20,0	60,0
	77,98	1	5,0	20,0	80,0
	162,80	1	5,0	20,0	100,0
	Total	5	25,0	100,0	
Perdidos	Sistema	15	75,0		
Total		20	100,0		



HIPOTESIS ESPECIFICA 5: ABSORCION

**Absorción0**

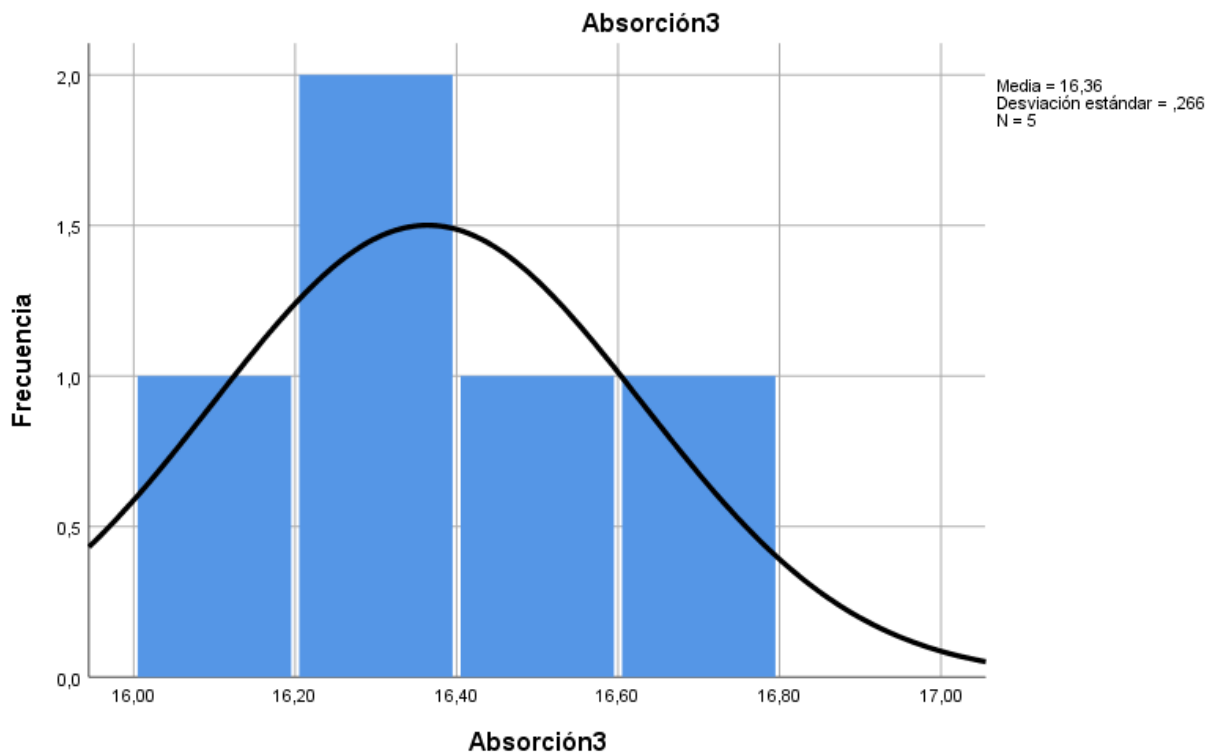
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	14,94	1	5,0	20,0	20,0
	16,61	1	5,0	20,0	40,0
	16,63	1	5,0	20,0	60,0
	16,75	1	5,0	20,0	80,0
	17,08	1	5,0	20,0	100,0
	Total		5	25,0	100,0
Perdidos	Sistema	15	75,0		
Total		20	100,0		





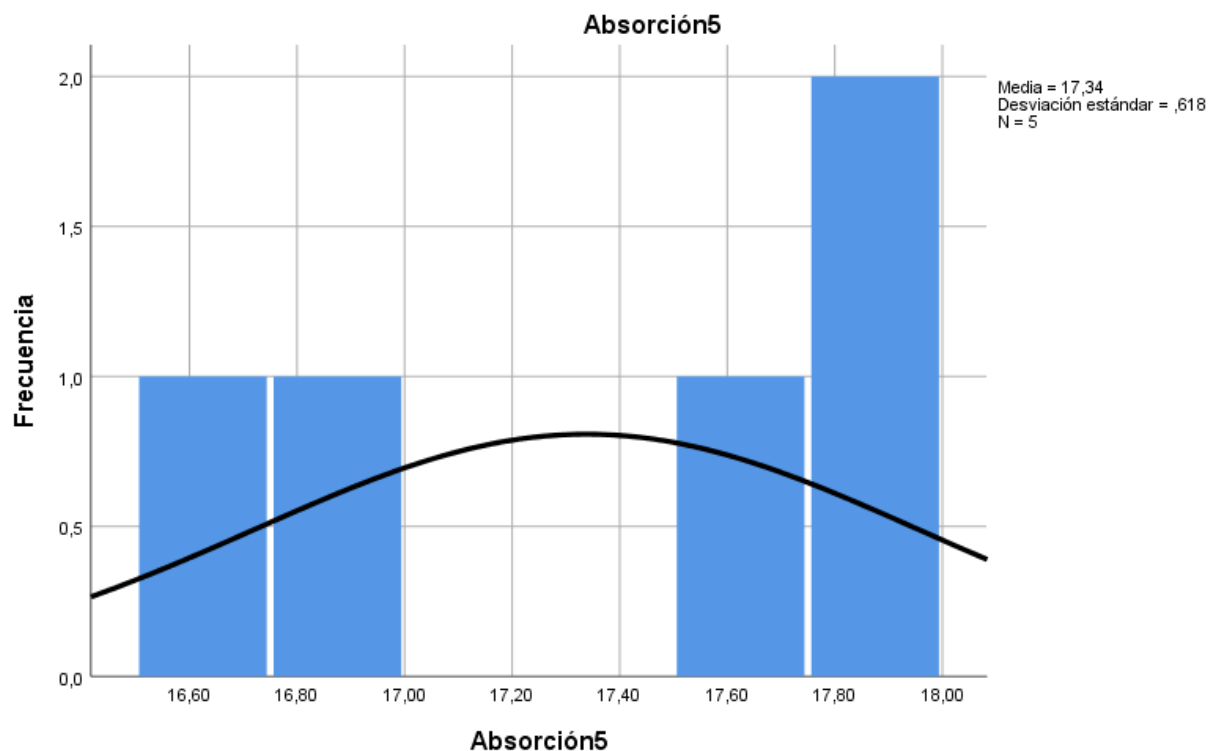
**Absorción3**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	16,03	1	5,0	20,0	20,0
	16,27	1	5,0	20,0	40,0
	16,28	1	5,0	20,0	60,0
	16,51	1	5,0	20,0	80,0
	16,73	1	5,0	20,0	100,0
	Total		5	25,0	100,0
Perdidos	Sistema	15	75,0		
Total		20	100,0		



### Absorción5

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	16,58	1	5,0	20,0	20,0
	16,76	1	5,0	20,0	40,0
	17,68	1	5,0	20,0	60,0
	17,78	1	5,0	20,0	80,0
	17,89	1	5,0	20,0	100,0
	Total		5	25,0	100,0
Perdidos	Sistema	15	75,0		
Total		20	100,0		



Anexo C: Declaración jurada para el desarrollo de trabajo de investigación.



**DECLARACIÓN JURADA PARA EL DESARROLLO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN –  
PARA OBTENCIÓN DE BACHILLER**

Yo, **MEZA HUAMÁN JYSHENDA JAQUELINE / WU VEGA MARIO ESLY**, estudiante (X) del ciclo 10 o egresado ( ) de la carrera de INGENIERÍA, de la Facultad de INGENIERÍA CIVIL, del campus ubicado en LIMA – LOS OLIVOS; con DNI 73073057 / 44243793 y con código de estudiante N00109828 / N00162140, y el coautor<sup>[1]</sup> o los coautores:

APELLIDOS Y NOMBRES	ESTUDIANTE O EGRESADO	CICLO	CARRERA	FACULTAD	DNI	CÓDIGO
MEZA HUAMÁN JYSHENDA JAQUELINE	ESTUDIANTE	10	INGENIERÍA	INGENIERÍA CIVIL	73073057	N00109828
WU VEGA MARIO ESLY	ESTUDIANTE	10	INGENIERÍA	INGENIERÍA CIVIL	44243793	N00162140

Declaramos que hemos sido informados sobre las condiciones para el desarrollo del trabajo de investigación en grupo que conducen al grado de bachiller, las cuales comprenden lo siguiente:

1. El trabajo de investigación se desarrollará de forma equitativa, participando por igual en cada una de las fases de la investigación.
2. El proceso de la solicitud del grado de bachiller debe ser en conjunto. Si uno de los autores está ausente, no se podrá iniciar el proceso.
3. Se podrá generar algunas excepciones, en las cuales el coautor o coautores que está(n) imposibilitado(s) en desarrollar el proceso de bachiller podrá ceder los derechos de autor patrimoniales de forma permanente al otro(s) coautor(es). Estos casos se darán como se expresa en la siguiente tabla:

CASO	ACTIVACIÓN DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR PATRIMONIAL
Muerte del coautor	Cesión de derechos de autor patrimonial permanente de forma automática.
Mudanza de un coautor a otra ciudad o país	Presentar el formato de cesión de derecho patrimonial explícito en el que el autor/coautor manifieste que no retornará a la ciudad y que cede sus derechos de autor patrimonial a su coautor de forma permanente.
Desistió de usar la tesis para la obtención de su título profesional	Presentar el formato de cesión de derecho patrimonial explícito en el que el autor/coautor manifieste que no utilizará la tesis y que cede sus derechos de autor patrimonial a su coautor de forma permanente.

Lima., 23 de Noviembre del 2018  
Eupri (04) (000) (000)



Firma de autor 1



Firma de autor 2

[1] Coautor: Persona que participa en la creación de una obra o en el logro de un trabajo conjuntamente con otra persona.

DECLARACIÓN JURADA

Yo MEZA HUAMÁN JYSHENDA JAQUELINE / WU VEGA MARIO ESLY, con código de estudiante N° N00109828 / N00162140, en pleno uso de mis facultades, declaro que tengo conocimiento del Artículo 12° del Reglamento de Grados y Títulos de la SUNEDU, que dispone que se consigne en el diploma de grado y/o título profesional los nombres y apellidos, tal y como consta en mi Documento Nacional de Identidad.

Nombres completos: JYSHENDA JAQUELINE / MARIO ESLY

Apellido Paterno: MEZA / WU

Apellido Materno: HUAMÁN / VEGA

Lima, 23 de Noviembre del 2018



Firma del Bachiller

DNI: 73073057



Firma del Bachiller

DNI: 44243793

**NOTA: PARA UNA NUEVA EMISIÓN DE DIPLOMA POR CORRECCIÓN DE NOMBRE Y  
APELLIDOS, EL ESTUDIANTE TENDRÁ QUE CUMPLIR CON EL TRÁMITE Y  
PAGO CORRESPONDIENTE.**

Anexo D: Validación de Instrumentos

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN** **TECHNOLOGY**  
**MEDICAL IMPORT** E. I. R. L.

N.º 355-19

OTORGADO A : UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE SAC

**CERTIFICA QUE :** El instrumento de medición con el modelo y Nro. de serie indicados líneas abajo, ha sido calibrado, probado y verificado utilizando patrones certificados con trazabilidad en el Instituto Nacional de Calidad INACAL

Instrumento de medición	Balanza Digital. 150 kg.
Capacidad	150 kg.
Marca	OHAUS
Modelo	T5IP
Nro. de Serie Pantalla	B317259286 25.03.2019
Fecha de Calibración	25.03.2019
Próxima Calibración	25.03.2020

ORION LABORATORIOS E. I. R. L.  
*Luis Taboada Pelacios*  
Ing. Luis Taboada Pelacios  
C.I.F. 56151

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**  
CALIBRACIÓN EFECTUADA SEGÚN NORMA METROLÓGICA NMP 003-1996 Y  
PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE BALANZAS DE FUNCIONAMIENTO NO  
AUTOMÁTICO PARA BALANZAS DE CLASE I Y CLASE II

**INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN**  
U = 1 gr.+ 0.00020

**PATRONES**  
01 Pesa de 100 kg, 01 Pesa de 50 kg, CERTIFICADOS LM-129-2019, LM-126- 2019

**TRAZABILIDAD**  
Las pesas tienen trazabilidad a los Patrones Nacionales del Instituto Nacional de la  
Calidad-INACAL.

**CONDICIONES DE CALIBRACIÓN**  
Temperatura inicial 26. 1º C Final 26.4ºC  
Humedad Relativa 76%

**RESULTADO DE LA MEDICION**  
Los errores encontrados son menores a los errores máximos permitidos por la norma  
metrológica consultada.

**OBSERVACIONES**  
Con fines de identificación se ha colocado en la balanza una etiqueta con el Nro. del  
certificado.

• Psaje Ideal N° 171 Int. 102, Jesús María - Lima  
• Telf.: 01 - 284 5355 RPM: #932 768 992  
• E-mail: ventas@techmedicaleirl.com  
• [www.techmedicaleirl.com](http://www.techmedicaleirl.com)



**TECHNOLOGY**  
**MEDICAL IMPORT** E.I.R.L.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
Nro.: 355-19

Medición Nro.	Carga L1 = 50 kg		
	I (kg)	Al (kg)	E (kg)
1	50.00	1	-0.5
2	50.00	1	-0.5
3	50.00	1	-0.5
4	50.00	1	-0.5
5	50.00	1	-0.5
6	50.00	1	-0.5
7	50.00	1	-0.5
8	50.00	1	-0.5
9	50.00	1	-0.5
10	50.00	1	-0.5

Medición Nro.	Carga L1 = 100 kg		
	I (kg)	Al (kg)	E (kg)
1	100.00	1	-0.5
2	100.00	1	-0.5
3	100.00	1	-0.5
4	100.00	1	-0.5
5	100.00	1	-0.5
6	100.00	1	-0.5
7	100.00	1	-0.5
8	100.00	1	-0.5
9	100.00	1	-0.5
10	100.00	1	-0.5

CARGA	DIFERENCIA MAXIMA ENCONTRADA	ERRORES MAXIMOS PERMISIBLES
50 kg	0 gr.	2 g.
100 kg	0 gr.	2.5 g.

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

Posición de Carga	Determinación de error corregido Eo			
	Carga Min	I (kg)	Al (kg)	E (kg)
1	50 kg	50.00	1	-0.5
2		50.00	1	-0.5
3		50.00	1	-0.5
4		50.00	1	-0.5
5		50.00	1	-0.5

Posición de Carga	Determinación de error corregido Eo				e.m.p. + (kg)
	Carga Min	I (kg)	Al (kg)	E (kg)	
1	100 kg	100.00	1	-0.5	0.5
2		100.00	1	-0.5	0.5
3		100.00	1	-0.5	0.5
4		100.00	1	-0.5	0.5
5		100.00	1	-0.5	0.5

**ENSAYO DE PESAJE**

Carga L (kg)	CRECIENTES			
	I (kg)	Al (kg)	E (kg)	Ec (kg)
50.00	50.00	0	0	0
100.00	100.00	0	0	0
150.00	150.00	0	0	0

DECRECIENTES			
I (kg)	Al (kg)	E (kg)	Ec (kg)
150.00	0	0	0
100.00	0	0	0
50.00	0	0	0

e.m.p. + (kg)
0.5
0.5
0.5

Fecha : 25/03/2019  
Caduca : 25/03/2020

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.  
*Luis Taboada Palacios*  
Ing. Luis Taboada Palacios  
INTE DE LABORATORIO  
CIP. 56651

- Psaje Ideal N° 171 Int. 102, Jesús María - Lima
- Telf.: 01 - 284 5355 RPM: #932 768 992
- E-mail: ventas@techmedicaleirl.com
- [www.techmedicaleirl.com](http://www.techmedicaleirl.com)



**TECHNOLOGY**  
MEDICAL IMPORT E. P. S.

**INFORME DE MANTENIMIENTO N°525 – 19**

Mediante el presente documento se dará a conocer el estado y los detalles del mantenimiento realizado por nuestro departamento de servicio técnico, dicho servicio se realizó en las instalaciones de **UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE SAC**

<b>CLIENTE</b>	:	<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE SAC</b>
<b>EQUIPO</b>	:	<b>BALANZA DIGITAL</b>
<b>MARCA</b>	:	<b>OHAUS</b>
<b>MODELO</b>	:	<b>T51P</b>
<b>CAPACIDAD</b>	:	<b>150 Kg</b>
<b>SERIE</b>	:	<b>B317259286</b>
<b>TIPO</b>	:	<b>DIGITAL</b>

**DETALLES DEL SERVICIO REALIZADO**

- Revisión y limpieza de la tarjeta electrónica
- Revisión de la celda de carga
- Limpieza interna y externa de la carcasa de la balanza
- Se realizó el ajuste de la balanza
- Ajuste de soporte del plato de pesaje
- La balanza queda operativa

**RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES**

- Se recomienda mantener el equipo limpio
- Se recomienda cambiar el prisionero para fijar la plataforma
- Se recomienda realizar el mantenimiento preventivo y calibración periódicamente

Lima, 25 de marzo del 2019

  
TECHNOLOGY  
MEDICAL IMPORT  
Top Sales M. Tardales Eustermane  
E. P. S.

- Psaje Ideal N° 171 Int. 102, Jesús María - Lima
- Telf.: 01 - 284 5355 RPM: #932 768 992
- E-mail: ventas@techmedicaleirl.com
- [www.techmedicaleirl.com](http://www.techmedicaleirl.com)



**TECHNOLOGY**  
**MEDICAL IMPORT** E.I.R.L.

**CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 366-19**

Mediante el presente documento se dará a conocer el estado y los detalles del mantenimiento realizado por nuestro departamento de servicio técnico, dicho servicio se realizó en las instalaciones de **TECHNOLOGY MEDICAL IMPORT E.I.R.L.**, ubicado en Psje. Ideal 171 int 102 de Lima

**Cliente** : **UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE SAC**  
**Equipo** : **HORNO DE MESA**  
**Marca** : **QUINCY LAB INC**  
**Modelo** : **21-250-1**  
**Serie** : **B221-00110**  
**Código UPN** : **3-014607**

**Motivos de Ingreso:**

- Mantenimiento Correctivo/Preventivo, Calibraciones de Temperatura

**Motivo de ingreso:**

- Motor no funciona  
- Requiere mantenimiento Preventivo  
- Calibración y verificación de temperaturas de esterilización

**Diagnostico:**

- Equipo caliente, pero no funciona motor de aire Forzado 220 ac  
- Requiere mantenimiento Preventivo  
- Calibración y verificación de temperaturas de esterilización

**Servicio Realizado**

- Reparación de motor de 220 ac funcional
- Mantenimiento preventivo interno realizado
- Verificación de controlador de temperatura 1ra subida de pico +/- 10° grados
- Estabilidad de temperatura a los 50 minutos DS +/- 1 grados centígrados
- Controlador de temperatura funcional dentro de los parámetros
- Sensor de temperatura pt 100 funcional
- Sensibilidad +/- 0.1°C
- Variabilidad +/- control interno vs control externo. +/- 0.5°C
- Temperatura programada de medición en equipo 120°C

- Psaje Ideal N° 171 Int. 102, Jesús María - Lima
- Telf.: 01 - 284 5355 RPM: #932 768 992
- E-mail: [ventas@techmedicaleirl.com](mailto:ventas@techmedicaleirl.com)

• [www.techmedicaleirl.com](http://www.techmedicaleirl.com)





**TECHNOLOGY**  
**MEDICAL IMPORT** E.I.R.L.

N° 366-19

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° T-1864-2019 CERTIFICADO ACREDITADO POR  
INACAL – INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD.

NRO DE PRUEBA	GRADOS CENTIGRADOS PROGRAMADOS	TIEMPO DE CONTROL DE MEDIDA MINUTOS	MEDICION POR CONTROLADOR PROGRAMACION VS TEMP INTERNA	MEDICION POR PATRON VERSUS TEMPERATURA INTERNA	VARIACION DIFERENCIA TEMP INTERNA VS PATRON
1	120,0	50	120 - 121.3	121 - 121.31	-0.01
2	120,0	50	120 - 120.1	120 - 120.27	-0.17
3	120,0	50	120 - 119.9	119 - 119.97	0.07
4	200,0	50	200 - 200.1	200.1 - 200.48	0.38
5	200,0	50	200 - 201.0	201.1 - 201.31	0.31
6	200,0	50	201 - 199.9	199.9 - 199.60	-0.30

Mantenimiento Preventivo y calibración : 05 de junio del 2019  
Próximo Mantenimiento Preventivo y calibración : 05 de junio del 2020

**Conclusión:**  
- Se realizaron pruebas de funcionamiento  
- EQUIPO OPERATIVO

Lima, 05 de junio del 2019

  
TECHNOLOGY  
MEDICAL IMPORT  
Instituto Nacional de Calidad  
Instituto de Normalización y Control Industrial

Dpto. de Servicio Técnico

- Psaje Ideal N° 171 Int. 102, Jesús María - Lima
- Telf.: 01 - 284 5355 RPM: #932 768 992
- E-mail: ventas@techmedicaleirl.com

• [www.techmedicaleirl.com](http://www.techmedicaleirl.com)



# TECHNOLOGY MEDICAL IMPORT

INFORME DE MANTENIMIENTO 519 - 19

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE SAC  
SEDE : LOS OLIVOS  
EQUIPO : HORNO DE MESA  
MARCA : QUINCY LAB INC  
MODELO : 21-250-1  
SERIE : B221-001100  
CÓDIGO UPN : 3-014607

#### Detalles del servicio:

- Reparación de motor de 200 ac funcional
- Mantenimiento preventivo interno realizado
- Verificación de controlador de temperatura 1ra subida de pico +/- 10 grados
- Estabilidad de temperatura a los 50 minutos DS +/- 1 grado centígrado
- Controlador de temperatura funcional dentro de los parámetros
- Sensor de temperatura pt 100 funcional
- Sensibilidad +/- 0.1°C
- Variabilidad +/- control interno vs control externo +/- 0.5°C
- Temperatura programada de medición en equipo 120°C

#### RECOMENDACIONES:

- Se recomienda mantener el equipo limpio.
- Se recomienda el uso adecuado.
- Se recomienda mantener la distancia de la pared 20 cm.
- Se recomienda mantener al nivel el equipo.
- Se recomienda realizar mantenimiento preventivo.

Mediante el presente documento se dará a conocer el estado y los detalles del mantenimiento/evaluación realizado por nuestro departamento de servicio técnico, dicho servicio se realizó en las instalaciones de TECHNOLOGY MEDICAL IMPORT E.I.R.L, ubicado en Psje. Ideal 171- Jesús María

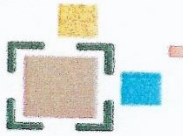
Lima 05 de junio del 2019

  
Ing. Luis M. González Bustamante

Técnico responsable

- Psaje Ideal N° 171 Int. 102, Jesús María - Lima
- Telf.: 01 - 284 5355 RPM: #932 768 992
- E-mail: ventas@techmedicaleirl.com

• [www.techmedicaleirl.com](http://www.techmedicaleirl.com)



DETECSO S.A.C.

Pág. 1 de 3  
Fecha de Emisión: 2019-10-10

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LMF-037-2019

### MÓDULO DE COMPRESIÓN Y TRACCIÓN

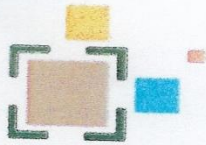
1. **SOLICITANTE** : UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE SAC  
**DIRECCIÓN** : Av. Alfredo Mendiola N° 6062 - Los Olivos
  
2. **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MÓDULO DE COMPRESIÓN Y TRACCIÓN**  

Marca	: FORNEY	Capacidad Máxima	: 700000 lbf
Modelo	: FHS - 700F	División de escala	: 5 kgf
N ° de Serie	: 14027	Procedencia	: USA
Código de Identificación	: UPN 3 - 014541	Tipo	: Hidráulico
Fecha de Calibración	: 2019-09-24		
  
3. **LUGAR DE CALIBRACIÓN**  
En las Instalaciones de laboratorio de Concreto de la UPN - Campus Los Olivos.
  
4. **MÉTODO DE CALIBRACIÓN**  
Por comparación directa tomando como referencia la Norma ISO 7500-1: 2016. Materiales Metálicos, Calibración y Verificación de máquinas de ensayos uniaxiales estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo tracción/compresión. Calibración y medición del sistema de medida de fuerza.
  
5. **TRAZABILIDAD**  
Los resultados son trazables a la unidad de medida del Sistema Internacional de Unidades (SI)  
Se utilizó el siguiente equipo patrón:  
Celda de carga, marca: MAVIN, Código: LEDT1, con certificado de calibración N° CF-0073-2019.
  
6. **OBSERVACIONES**
  - No se realizó ningún ajuste al instrumento de medición antes de su calibración.
  - La periodicidad de la calibración está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.



JOSÉ JAVIER GÓMEZ COLQUE  
Jefe de Laboratorio





DETECSO S.A.C.

Fecha de emisión: 11/10/2019

## Informe de Mantenimiento: Módulo de Compresión y Tracción

INFDSO-269-2019

### DATOS DE LA EMPRESA

Solicitante : Universidad Privada del Norte SAC  
Dirección : Av. Alfredo Mendiola N° 6062 - Los Olivos, LIMA Perú

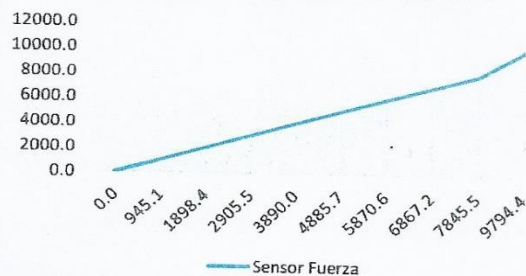
### DATOS DEL EQUIPO / INSTRUMENTO

Marca : FORNEY  
Modelo : FHS-700F  
N° Serie : 14027  
Identificación : UPN3-014541  
Ubicación : Laboratorio de Concreto  
- Campus Los Olivos

Sensibilidad : 5 Kgf  
Alcance de Indicación : 700000 lbf  
Cantidad : 1  
Tipo : Hidráulico  
Orden de Servicio : PER03-0000063475

Medida a verificar (Kgf)	Sensor Fuerza				
	1 (Kgf)	2 (Kgf)	3 (Kgf)	4 (Kgf)	5 (Kgf)
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1000.0	945.1	944.7	944.8	944.3	944.2
2000.0	1898.4	1898.6	1899.1	1899.4	1899.7
3000.0	2905.5	2905.3	2905.7	2905.9	2905.5
4000.0	3890.0	3890.5	3890.6	3890.8	3891.1
5000.0	4885.7	4885.8	4886.2	4886.6	4886.2
6000.0	5870.6	5870.9	5870.7	5870.9	5871.2
7000.0	6867.2	6866.9	6866.6	6866.8	6866.9
8000.0	7845.5	7845.6	7845.8	7846.3	7846.4
10000.0	9794.4	9794.9	9795.0	9795.0	9795.4

Módulo de Compresión y Tracción



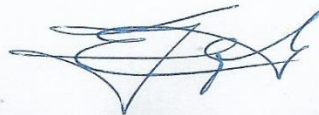
### Observaciones

- La llave de paso en el equipo presenta desgaste.
- El servicio de mantenimiento se realizó en las instalaciones de la UPN del campus Los Olivos el 2019-09-24.

### Conclusiones y Recomendaciones

- El equipo se encuentra operativo.
- La periodicidad del mantenimiento debe estar en función del uso y conservación del instrumento.

Se emite el presente informe para los fines que la institución estime conveniente.






7. CONDICIONES AMBIENTALES

		Inicial	Final
Temperatura	°C	18.9	18.9
H. Relativa	%HR	84.8	84.8

8. RESULTADOS

Equipo a Calibrar (kgf)	Equipo Patrón (kgf)	Error Promedio de Indicación (kgf)
0	0.0	0.0
1,000	945.1	54.9
2,000	1,898.4	101.6
3,000	2,905.5	94.5
4,000	3,890.0	110.0
5,000	4,885.7	114.3
6,000	5,870.6	129.4
7,000	6,867.2	132.8
8,000	7,845.5	154.5
10,000	9,794.4	205.6

Equipo a Calibrar (lbf)	Equipo Patrón (lbf)	Error Promedio de Indicación (lbf)
0	0.0	0.0
2,205	2,083.9	121.1
4,410	4,186.0	224.0
6,615	6,406.6	208.4
8,820	8,577.5	242.5
11,025	10,773.0	252.0
13,230	12,944.7	285.3
15,435	15,142.2	292.8
17,640	17,299.3	340.7
22,050	21,596.7	453.3

Indicación Equipo a Calibrar	Errores Relativos				Incertidumbre Expandida U (k=2) (%)
	Exactitud g (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resolución Relativa a (%)	
0	0.000	0.000	--	0.000	0.000
1,000	0.458	0.000	--	0.005	0.045
2,000	0.114	0.000	--	0.002	0.041
3,000	0.228	0.000	--	0.002	0.041
4,000	0.228	0.000	--	0.001	0.041
5,000	0.136	0.000	--	0.001	0.040
6,000	0.136	0.000	--	0.001	0.040
7,000	0.136	0.000	--	0.001	0.040
8,000	0.136	0.000	--	0.001	0.040
10,000	0.228	0.000	--	0.000	0.040

Retorno a Cero $f_0$	0.000 %
----------------------	---------






**Error relativo máximo permitido según la Clase de escala de la máquina de ensayo  
(ISO 7500-1)**

Clase de la escala de la máquina	Errores Relativos				
	Exactitud $\alpha$ (%)	Repetibilidad $b$ (%)	Reversibilidad $v$ (%)	Resolución Relativa $a$ (%)	Cero $f_0$ (%)
0.5	$\pm 0.5$	0.5	$\pm 0.75$	0.25	$\pm 0.05$
1	$\pm 1.0$	1.0	$\pm 1.5$	0.5	$\pm 0.1$
2	$\pm 2.0$	2.0	$\pm 3.0$	1.0	$\pm 0.2$
3	$\pm 3.0$	3.0	$\pm 4.5$	1.5	$\pm 0.3$

FIN DEL DOCUMENTO




Anexo E: Certificado de ensayos de laboratorio Universidad Privada del Norte Sede Los Olivos

## CERTIFICADO DE ENSAYO EN LABORATORIO

El que suscribe, la Lic. Edika Espinoza Cabrera, encargada de los laboratorios de Ing. Civil, mediante el documento de la presente hace constar que los bachilleres el sr. Mario Esly Wu Vega, identificado con DNI N° 44243793 y la Srta. Jyshenda Jaqueline Meza Huaman, identificado con DNI N° 73073057; han realizado los ensayos de resistencia a la compresión, variación dimensional, alabeo, absorción, succión en las instalaciones del **Laboratorio de Concreto del área de Ing. Civil – UPN – Los Olivos**, requeridos en la tesis “**Los efectos de la Adición del Carbonato de Calcio en el Mejoramiento de las Características de los Ladrillos Artesanales, en el Distrito de Chilca, año 2018**”; los resultados obtenidos se encuentran registrados en los anexos de la tesis en mención.

Se da esta certificación a solicitud del interesado, para los fines que estime conveniente.

Lima, 18 de octubre del 2019

  
Lic. Edika Espinoza  
Coordinadora de Lab. Ing. Civil  
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE S.A.C.  
LIMA



Anexo F:Ficha Técnica del Carbonato de Calcio



## HOJA TÉCNICA

### CARBONATO DE CALCIO IBIS

**Descripción:** Carbonato de Calcio Ibis es un carbonato de calcio de alta pureza que se presenta como un polvo blanco, inodoro e insípido. No es combustible, prácticamente insoluble en agua y alcohol pero soluble en ácidos con desprendimiento de dióxido de carbono.

**Aplicación:** Por su distribución granulométrica y alta pureza el producto es recomendado para su aplicación como agente de control de pH, nutriente, acondicionador de masa, aditivo para levadura.

**Presentación:** Sacos de Papel triple pliego de 25kg.

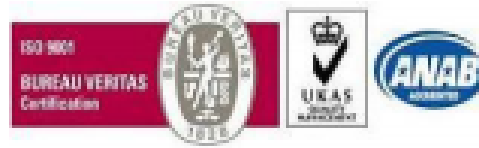
**Numero CAS:** 471-34-1

ESPECIFICACIONES FÍSICAS		
Descripción	Unidad	Rango
Valor de blancura Y (Minolta CR-400)	---	75,00-81,00
Valor de amarillo b* (Minolta CR-400)	---	1.5 – 4.00
Residuo en tamiz 325 (45um)	%	Max : 1,20
Humedad a 105°C	%	Max : 0,70
Gravedad Especifica	---	2,70
Dureza (Mohs)	---	3.0
Densidad aparente sin empacar	g/cm <sup>3</sup>	0,60 +/-5%
Densidad aparente empacada	g/cm <sup>3</sup>	1,00+/- 5%
Absorción de aceite	g/100g	20,0-32,0
Fineza Hegman	---	3 % - 4.0
pH al 20%	---	8+/-5%
Diámetro medio (d50)	um	5,00

Av. San Juan 1611 Urb. Ind. Santa Martha. Ate – Lima – Perú  
Teléfono (511) 351-1937 / Fax (511) 351-3737  
[ventas@insumex.com.pe](mailto:ventas@insumex.com.pe)

Los datos presentados corresponden al promedio típico para este producto, estos datos están basados en pruebas efectuadas por Insumex S.A. pero no implican una garantía de uso para un propósito específico.





ESPECIFICACIONES QUIMICAS		
Descripción	Unidad	Mínimo
Insoluble en HCl	%	Max. 0,20
Carbonato de Calcio - CaCO <sub>3</sub>	%	97,00
Calcio - Ca <sup>++</sup>	%	39,00
Oxido de Calcio - CaO	%	55,00
Magnesio - Mg <sup>++</sup>	%	Max. 0,60
Oxido de Magnesio - MgO	%	Max. 0,90
Oxido de Hierro - Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	Max. 0,05
Oxido de Silicio - SiO <sub>2</sub>	%	Max. 0,50
Bario	%	Max. 0,03
Magnesio y sales alcalinas	%	Max. 1,00
Fluoruros	mg/kg	Max. 50,00
Arsénico	mg/kg	Max. 3,00
Plomo	mg/kg	Max. 3,00

INFORMACION COMPLEMENTARIA		
Descripción	Método	Resultados
Escherichia Coli	USP	Ausente
Staphylococcus Aureus	USP	Ausente
Salmonella Sp.	USP	Ausente
Pseudomonas Aeruginosa	USP	Ausente

Última Revisión Enero 2017

Av. San Juan 1611 Urb. Ind. Santa Martha, Ate - Lima - Perú  
Teléfono (511) 351-1937 / Fax (511) 351-3737  
[veritas@insumex.com.pe](mailto:veritas@insumex.com.pe)

Los datos presentados corresponden al promedio típico para este producto, estos datos están basados en pruebas efectuadas por Insumex S.A. pero no implican una garantía de uso para un propósito específico.

Anexo G: Plano de ubicación de la Ladrillera “Eterno”

Distancia: 1 Km aproximadamente  
entre ladrilleras.

