

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL  
AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO EN  
MORTEROS DE ASENTADO DE MUROS DE  
ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUANCAYO - 2020**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. SANTIAGO ACHACHAU AXL GIANCARLO**

**Línea de Investigación Institucional: Nuevas Tecnologías y Procesos**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**HUANCAYO – PERÚ**

**2022**

**Asesor**

**Ing. CHRISTIAN MALLAUPOMA REYES**

### **Dedicatoria**

- A mi madre, pues todos mis logros lo dedico a ella, por su bendición que a diario me protege y me guía por el buen camino, por su paciencia y su amor incondicional. Te amo madre mía.

Bach. Axl Giancarlo Santiago Achachau

### **Agradecimiento**

- A mis docentes y asesores por haberme brindado sus conocimientos de forma incondicional y por sus enseñanzas que han hecho que me convierta en una gran persona y profesional.

Bach. Axl Giancarlo Santiago Achachau

## HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

---

DR. RUBEN DARIO TAPIA SILGUERA  
PRESIDENTE

---

MG. CARLOS ENRIQUE PALOMINO DAVIRAN  
JURADO

---

ING. CARLOS GERARDO FLORES ESPINOZA  
JURADO

---

ING. VLADIMIR ORDOÑEZ CAMPOSANO  
JURADO

---

MG. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA  
SECRETARIO DOCENTE

## ÍNDICE

<b>CONTENIDO DE TABLAS</b>	<b>ix</b>
<b>CONTENIDO DE CUADROS</b>	<b>xiv</b>
<b>CONTENIDO DE GRÁFICOS</b>	<b>xv</b>
<b>CONTENIDO DE FIGURAS</b>	<b>xvii</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>18</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>19</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>20</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	<b>22</b>
<b>EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>22</b>
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	22
1.2. FORMULACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA	24
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	24
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	24
1.3. JUSTIFICACIÓN	25
1.3.1. PRÁCTICA O SOCIAL	25
1.3.2. CIENTÍFICA O TEÓRICA	25
1.3.3. METODOLÓGICA	26
1.4. DELIMITACIONES	26
1.4.1. ESPACIAL	26
1.4.2. TEMPORAL	26
1.4.3. CONCEPTUAL	26
1.5. LIMITACIONES	27
1.5.1. PANDEMIA POR LA COVID 19	27
1.5.2. RECURSOS	27
1.6. OBJETIVOS	28
1.6.1. OBJETIVO GENERAL	28
1.6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	28
<b>CAPÍTULO II</b>	<b>29</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b>	<b>29</b>
2.1. ANTECEDENTES	29
2.1.1. ANTECEDENTES NACIONALES	29

2.1.2. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	33
2.2. MARCO CONCEPTUAL	39
2.2.1. CONCRETO CONVENCIONAL	39
2.2.2. CONCRETO RECICLADO	54
2.2.3. ALBAÑILERÍA	64
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS	85
2.4. HIPÓTESIS	87
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL	87
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	87
2.5. VARIABLES	87
2.5.1. DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LA VARIABLE	88
2.5.2. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE LA VARIABLE	88
2.5.3. OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE	89
<b>CAPITULO III</b>	<b>91</b>
<b>METODOLOGÍA</b>	<b>91</b>
3.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	91
3.1.1. MÉTODO GENERAL	92
3.1.2. MÉTODO ESPECÍFICO	92
3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN	93
3.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN	93
3.4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	93
3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA	94
3.5.1. POBLACIÓN	94
3.5.2. MUESTRA	95
3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	95
3.7. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	96
3.7.1. TOMA DE MUESTRAS	96
3.7.2. ENSAYOS DE LABORATORIO	113
3.7.3. RELACIÓN AGUA – CEMENTO.	134
3.8. TÉCNICAS Y ANÁLISIS DE DATOS	135
<b>CAPÍTULO IV</b>	<b>137</b>
<b>RESULTADOS</b>	<b>137</b>

4.1. PROPIEDADES DEL AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO Y AGREGADO PÉTREO NATURAL	137
4.1.1. PROPIEDADES FÍSICAS	137
4.1.2. PROPIEDADES MECÁNICAS	160
4.1.3. RESUMEN DE LAS PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS	165
4.2. UNIDAD DE ALBAÑILERÍA	166
4.3. TIPO DE MORTERO Y DOSIFICACIÓN	167
4.4. PROPIEDADES DEL MORTERO EN ESTADO FRESCO	169
4.4.1. ENSAYO DE CONSISTENCIA DEL MORTERO	169
4.5. PROPIEDADES DEL MORTERO EN ESTADO ENDURECIDO	176
4.5.1. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN USANDO ESPECÍMENES CÚBICOS DE 50 MM DE LADO.	176
4.5.2. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL EN PRISMAS ELABORADAS CON 3 HILADAS	203
4.5.3. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES DE 600 mm X 600 mm.	230
4.6. PRUEBA DE HIPÓTESIS	263
4.6.1. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1.	264
4.6.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2.	265
4.6.3. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA 3.	267
<b>CAPÍTULO V</b>	<b>271</b>
<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>	<b>271</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>286</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>289</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>291</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>298</b>
<b>Anexo N° 01: Matriz de consistencia</b>	<b>299</b>
<b>Anexo N° 02: Operacionalización de la variable</b>	<b>301</b>
<b>Anexo N° 03: Fichas de Observación</b>	<b>303</b>
<b>Anexo N° 03: Resultados de Ensayos de Laboratorio.</b>	<b>309</b>



## CONTENIDO DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Clasificación del Agregado Según su Tamaño.</i> .....	42
<b>Tabla 2</b> <i>Clasificación del Agregado Según su Densidad.</i> .....	43
<b>Tabla 3</b> <i>Límites Granulométricos Según ASTM para Agregados Finos.</i> .....	46
<b>Tabla 4</b> <i>Límites Granulométricos para Agregados Gruesos.</i> .....	48
<b>Tabla 5</b> <i>Requerimientos de Granulometría de los Agregados Gruesos.</i> .....	49
<b>Tabla 6</b> <i>Valores de Resistencia a Compresión y Módulo de Elasticidad.</i> .....	53
<b>Tabla 7</b> <i>Clasificación para Fines Estructurales.</i> .....	73
<b>Tabla 8</b> <i>Limitaciones de las Unidades De Albañilería en su Aplicación.</i> .....	74
<b>Tabla 9</b> <i>Granulometría de la Arena Gruesa.</i> .....	78
<b>Tabla 10</b> <i>Morteros con Cal.</i> .....	79
<b>Tabla 11</b> <i>Morteros sin Cal.</i> .....	80
<b>Tabla 12</b> <i>Morteros de Asentado para Albañilería.</i> .....	80
<b>Tabla 13</b> <i>Uso de los morteros.</i> .....	81
<b>Tabla 14</b> <i>Fluidez del Mortero.</i> .....	83
<b>Tabla 15</b> <i>Operacionalización de la variable.</i> .....	90
<b>Tabla 16</b> <i>Especificaciones Técnicas de Trituradora de Mandíbula.</i> .....	101
<b>Tabla 17</b> <i>Ladrillo King Kong 18 Huecos – FORTE.</i> .....	106
<b>Tabla 18</b> <i>Ladrillo King Kong 18 Huecos – LARK.</i> .....	107
<b>Tabla 19</b> <i>Ladrillo King Kong 18 Huecos – PIRÁMIDE.</i> .....	108
<b>Tabla 20</b> <i>Ladrillo King Kong 18 huecos – LATESA.</i> .....	109
<b>Tabla 21</b> <i>Cemento Portland Tipo I.</i> .....	111
<b>Tabla 22</b> <i>Cemento Andino Tipo I.</i> .....	112
<b>Tabla 23</b> <i>Cargas Abrasivas.</i> .....	119
<b>Tabla 24</b> <i>Granulometría del Agregado para Ensayo.</i> .....	119
<b>Tabla 25</b> <i>Morteros Según su Asentamiento.</i> .....	124
<b>Tabla 26</b> <i>Resultados de Ensayo Granulométrico del Agregado Pétreo Natural.</i> .....	138
<b>Tabla 27</b> <i>Resultados de Ensayo Granulométrico del Agregado de Concreto Reciclado.</i> .....	141
<b>Tabla 28</b> <i>Datos para Ensayo de Peso Específico APN.</i> .....	147
<b>Tabla 29</b> <i>Resultados de Ensayo de Peso Específico APN.</i> .....	147

<b>Tabla 30</b> <i>Contenido de Humedad del APN.</i> .....	148
<b>Tabla 31</b> <i>Datos para ensayo de Peso Específico ACR.</i> .....	149
<b>Tabla 32</b> <i>Resultados de ensayo de Peso Específico ACR.</i> .....	149
<b>Tabla 33</b> <i>Contenido de Humedad del ACR.</i> .....	150
<b>Tabla 34</b> <i>Resultados del Ensayo PUS del APN.</i> .....	153
<b>Tabla 35</b> <i>Porcentaje de Vacíos en APN Suelto.</i> .....	154
<b>Tabla 36</b> <i>Resultados del Ensayo de PUC del APN.</i> .....	155
<b>Tabla 37</b> <i>Porcentaje de Vacíos del APN Compacto.</i> .....	155
<b>Tabla 38</b> <i>Resultados del Ensayo de PUS del ACR.</i> .....	156
<b>Tabla 39</b> <i>Porcentaje de Vacíos en ACR Suelto.</i> .....	156
<b>Tabla 40</b> <i>Resultados del Ensayo de PUC del ACR.</i> .....	157
<b>Tabla 41</b> <i>Porcentaje de Vacíos en ACR Compacto.</i> .....	158
<b>Tabla 42</b> <i>Datos para Ensayo de Abrasión Los Ángeles del APN.</i> .....	161
<b>Tabla 43</b> <i>Resultados del Ensayo de Abrasión Los Ángeles del APN.</i> .....	162
<b>Tabla 44</b> <i>Datos para Ensayo de Abrasión Los Ángeles del ACR.</i> .....	163
<b>Tabla 45</b> <i>Resultados del Ensayo de Abrasión Los Ángeles del ACR.</i> .....	163
<b>Tabla 46</b> <i>Resumen de Propiedades del APN y ACR.</i> .....	165
<b>Tabla 47</b> <i>Propiedades del Ladrillo King Kong 18 Huecos Tipo IV.</i> .....	167
<b>Tabla 48</b> <i>Tipo, Uso y Dosificación del Mortero a Usar.</i> .....	169
<b>Tabla 49</b> <i>Ensayo de Asentamiento del Mortero con Sustitución de ACR.</i> .....	170
<b>Tabla 50</b> <i>Consistencia del Mortero con Sustitución de ACR.</i> .....	172
<b>Tabla 51</b> <i>Trabajabilidad del Mortero con Sustitución de ACR.</i> .....	173
<b>Tabla 52</b> <i>Tipo de Asentamiento del Mortero con Sustitución de ACR.</i> .....	175
<b>Tabla 53</b> <i>Resumen de los Resultados del Ensayo de Consistencia.</i> .....	176
<b>Tabla 54</b> <i>Resistencia a la Compresión de Mortero con Sustitución del 0% de ACR a los 3 días.</i> .....	177
<b>Tabla 55</b> <i>Resistencia a la Compresión de Mortero con sustitución del 0% de ACR a los 14 días.</i> .....	178
<b>Tabla 56</b> <i>Resistencia a la Compresión de Mortero con Sustitución del 0% de ACR a los 28 Días.</i> .....	179
<b>Tabla 57</b> <i>Resistencia a la Compresión de Mortero con 0% de ACR a los 3, 14 y 28 Días.</i> .....	180

<b>Tabla 58</b> Resistencia a la Compresión de Mortero con sustitución del 25% de ACR a los 3 días.....	182
<b>Tabla 59</b> Resistencia a la Compresión de Mortero con sustitución del 25% de ACR a los 14 días.....	183
<b>Tabla 60</b> Resistencia a la Compresión de Mortero con sustitución del 25% de ACR a los 28 días.....	184
<b>Tabla 61</b> Resistencia a la Compresión de Mortero con 25% de ACR a los 3, 14 y 28 Días.....	185
<b>Tabla 62</b> Resistencia a la Compresión de Mortero con Sustitución del 50% de ACR a los 3 Días.....	187
<b>Tabla 63</b> Resistencia a la Compresión de Mortero con sustitución del 50% de ACR a los 14 Días.....	188
<b>Tabla 64</b> Resistencia a la Compresión de Mortero con Sustitución del 50% de ACR a los 28 Días.....	189
<b>Tabla 65</b> Resistencia a la Compresión de Mortero con 50% de ACR a los 3, 14 y 28 Días.....	190
<b>Tabla 66</b> Resistencia a la Compresión de Mortero con Sustitución del 75% de ACR a los 3 Días.....	192
<b>Tabla 67</b> Resistencia a la Compresión de Mortero con Sustitución del 75% de ACR a los 14 Días.....	193
<b>Tabla 68</b> Resistencia a la Compresión de Mortero con Sustitución del 75% de ACR a los 28 Días.....	194
<b>Tabla 69</b> Resistencia a la Compresión de Mortero con 75% de ACR a los 3, 14 y 28 Días.....	195
<b>Tabla 70</b> Resistencias a la Compresión Promedio de los Morteros con ACR a los 3, 14 y 28 Días.....	197
<b>Tabla 71</b> Factores de Corrección por Esbeltez.....	203
<b>Tabla 72</b> Resistencia a Compresión de Prismas con Mortero con 0% de ACR a los 7 Días.....	204
<b>Tabla 73</b> Resistencia a Compresión de Prismas con Mortero con 0% de ACR a los 14 Días.....	205

<b>Tabla 74</b> Resistencia a Compresión de Prismas con Mortero con 0% de ACR a los 28 Días.....	206
<b>Tabla 75</b> Resistencia a Compresión de Prismas con Morteros 0% de ACR a los 7, 14 y 28 Días. ....	207
<b>Tabla 76</b> Resistencia a Compresión de Prismas con Mortero con 25% de ACR a los 7 Días.....	209
<b>Tabla 77</b> Resistencia a Compresión de Prismas con mortero con 25% de ACR a los 14 Días.....	210
<b>Tabla 78</b> Resistencia a Compresión de Prismas con Mortero con 25% de ACR a los 28 Días.....	211
<b>Tabla 79</b> Resistencia a Compresión de Prismas con Morteros 25% de ACR a los 7, 14 y 28 Días. ....	212
<b>Tabla 80</b> Resistencia a Compresión de Prismas con Mortero con 50% de ACR a los 7 Días.....	214
<b>Tabla 81</b> Resistencia a Compresión de Prismas con Mortero con 50% de ACR a los 14 Días.....	215
<b>Tabla 82</b> Resistencia a Compresión de Prismas con Mortero con 50% de ACR a los 28 Días.....	216
<b>Tabla 83</b> Resistencia a Compresión de Prismas con Morteros 50% ACR a los 7, 14 y 28 días. ....	217
<b>Tabla 84</b> Resistencia a Compresión de Prismas con Mortero con 75% de ACR a los 7 Días.....	219
<b>Tabla 85</b> Resistencia a Compresión de Prismas con Mortero con 75% de ACR a los 14 Días.....	220
<b>Tabla 86</b> Resistencia a Compresión de Prismas con Mortero con 75% de ACR a los 28 Días.....	221
<b>Tabla 87</b> Resistencia a Compresión de Prismas con morteros 75% de ACR a los 7, 14 y 28 Días. ....	222
<b>Tabla 88</b> Resistencias a Compresión Promedio de Prismas con ACR a 7, 14 y 28 Días. ....	224
<b>Tabla 89</b> Resistencia a Compresión de Muretes con Morteros con 0% de ACR a los 7 Días.....	231

<b>Tabla 90</b> Resistencia a Compresión de Muretes con Mortero con 0% de ACR a los 14 Días.....	232
<b>Tabla 91</b> Resistencia a Compresión de Muretes con Mortero con 0% de ACR a los 28 días.....	233
<b>Tabla 92</b> Resistencia a la Compresión de Muretes elaborados con morteros con sustitución del 0% de ACR a los 7, 14 y 28 días. ....	234
<b>Tabla 93</b> Resistencia a Compresión de Muretes con Mortero con 25% de ACR a los 7 Días.....	236
<b>Tabla 94</b> Resistencia a Compresión de Muretes con Mortero con 25% de ACR a los 14 Días.....	237
<b>Tabla 95</b> Resistencia a Compresión de Muretes con Mortero con 25% de ACR a los 28 Días.....	238
<b>Tabla 96</b> Resistencia a Compresión de Muretes con morteros 25% de ACR a los 7, 14 y 28 Días. ....	239
<b>Tabla 97</b> Resistencia a Compresión de Muretes con Mortero con 50% de ACR a los 7 días.....	241
<b>Tabla 98</b> Resistencia a Compresión de Muretes con Mortero con 50% de ACR a los 14 Días.....	242
<b>Tabla 99</b> Resistencia a Compresión de Muretes con Mortero con 50% de ACR a los 28 Días.....	243
<b>Tabla 100</b> Resistencia a Compresión de Muretes con morteros 50% de ACR a los 7, 14 y 28 Días. ....	244
<b>Tabla 101</b> Resistencia a Compresión de Muretes con Mortero con 75% de ACR a los 7 Días.....	246
<b>Tabla 102</b> Resistencia a Compresión de Muretes con Mortero con 75% de ACR a los 14 Días.....	247
<b>Tabla 103</b> Resistencia a Compresión de Muretes con Mortero con 75% de ACR a los 28 Días.....	248
<b>Tabla 104</b> Resistencia a Compresión de Muretes con Morteros 75% de ACR a los 7, 14 y 28 Días. ....	249
<b>Tabla 105</b> Resistencias a la Compresión Promedio de Muretes con ACR a los 7, 14 y 28 Días. ....	251

<b>Tabla 106</b> <i>Caracterización de la Unidad de Albañilería Empleada.</i> .....	258
<b>Tabla 107</b> <i>Resistencias Características de los Morteros a la Edad de 28 Días.</i> .....	259
<b>Tabla 108</b> <i>Resistencias Características de los Prismas a la Edad de 28 Días.</i> .....	260
<b>Tabla 109</b> <i>Resistencias Características de las Muretes a la Edad de 28 Días.</i> .....	260
<b>Tabla 110</b> <i>Rendimiento de Mortero con Sustitución de ACR por m2 de Muro Tipo Soga.</i> .....	262
<b>Tabla 111</b> <i>Coefficientes de Correlación de Pearson.</i> .....	263
<b>Tabla 112</b> <i>Análisis del Coeficiente de Correlación Pearson de la Hipótesis Específica 1.</i> .....	264
<b>Tabla 113</b> <i>Análisis del Coeficiente de Correlación Pearson de la Hipótesis Específica 2.</i> .....	266
<b>Tabla 114</b> <i>Análisis del Coeficiente de Correlación Pearson de la Hipótesis Específica 3 – Prismas.</i> .....	268
<b>Tabla 115</b> <i>Análisis del Coeficiente de Correlación Pearson de la Hipótesis Específica 3 – Muretes.</i> .....	268

## CONTENIDO DE CUADROS

<b>Cuadro 1</b> <i>Clasificación Del Agregado Según su Forma.</i> .....	44
<b>Cuadro 2</b> <i>Clasificación del Agregado Según su Textura.</i> .....	45
<b>Cuadro 3</b> <i>Mitos sobre el Concreto Reciclado.</i> .....	56
<b>Cuadro 4</b> <i>Verdades sobre el Concreto Reciclado.</i> .....	57
<b>Cuadro 5</b> <i>Clasificación de los RCD de Acuerdo con el Tipo de Actividad.</i> .....	58
<b>Cuadro 6</b> <i>Clasificación de los Agregados Reciclados.</i> .....	61
<b>Cuadro 7</b> <i>Tipos de Asentamiento.</i> .....	125

## CONTENIDO DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> <i>Curvas Envolventes para Agregados Finos.</i> .....	47
<b>Gráfico 2</b> <i>Resistencia a la Compresión Vs Relación a/c del Mortero.</i> .....	135
<b>Gráfico 3</b> <i>Curva Granulométrica de Agregado Pétreo Natural.</i> .....	139
<b>Gráfico 4</b> <i>Curva Granulométrica del Agregado de Concreto Reciclado.</i> .....	142
<b>Gráfico 5</b> <i>Porcentajes de Material Pasante entre el ACR y APN por Tamices.</i> .....	144
<b>Gráfico 6</b> <i>Curvas Granulométricas del ACR y APN.</i> .....	145
<b>Gráfico 7</b> <i>Peso Específico del APN y ACR.</i> .....	150
<b>Gráfico 8</b> <i>Porcentaje de Absorción del APN y ACR.</i> .....	151
<b>Gráfico 9</b> <i>Contenido de Humedad del APN y ACR.</i> .....	152
<b>Gráfico 10</b> <i>P.U.S. del APN y ACR.</i> .....	158
<b>Gráfico 11</b> <i>P.U.C. del APN y ACR.</i> .....	159
<b>Gráfico 12</b> <i>Resistencia al Desgaste del APN y ACR.</i> .....	164
<b>Gráfico 13</b> <i>Relación a /c del Mortero.</i> .....	168
<b>Gráfico 14</b> <i>Asentamiento del Mortero con sustitución de ACR.</i> .....	171
<b>Gráfico 15</b> <i>Tipo de Consistencia de los Morteros con Sustitución de ACR.</i> .....	172
<b>Gráfico 16</b> <i>Tipo de Trabajabilidad del Mortero con Sustitución de ACR.</i> .....	174
<b>Gráfico 17</b> <i>Curva de Resistencia a la Compresión vs Edades de Morteros con 0% de ACR.</i> .....	181
<b>Gráfico 18</b> <i>Curva de Resistencia a la compresión vs edades de morteros con 25% de ACR.</i> .....	186
<b>Gráfico 19</b> <i>Curva de Resistencia a la Compresión vs Edades de Morteros con 50% de ACR.</i> .....	191
<b>Gráfico 20</b> <i>Curva de Resistencia a la Compresión vs Edades de Morteros con 75% de ACR.</i> .....	196
<b>Gráfico 21</b> <i>Resistencia a la Compresión de morteros cúbicos a los 3 días.</i> .....	198
<b>Gráfico 22</b> <i>Resistencia a la Compresión de morteros cúbicos a los 14 días.</i> .....	199
<b>Gráfico 23</b> <i>Resistencia a la Compresión de morteros cúbicos a los 28 días.</i> .....	200
<b>Gráfico 24</b> <i>Curvas Resistencia a la Compresión Vs Edades de los morteros con sustitución de ACR.</i> .....	202

<b>Gráfico 25</b> <i>Curva Resistencia a Compresión vs Edades de Prismas con Morteros con 0% de ACR.</i> .....	208
<b>Gráfico 26</b> <i>Curva Resistencia a Compresión vs Edades de Prismas con Morteros con 25% de ACR.</i> .....	213
<b>Gráfico 27</b> <i>Curva Resistencia a Compresión vs Edades de Prismas con Morteros con 50% de ACR.</i> .....	218
<b>Gráfico 28</b> <i>Curva Resistencia Compresión Vs Edades de Prismas con morteros con 75 % de ACR.</i> .....	223
<b>Gráfico 29</b> <i>Resistencia a la Compresión de Prismas de 3 Hiladas a los 7 Días.</i> .....	225
<b>Gráfico 30</b> <i>Resistencia a la Compresión de Prismas de 3 Hiladas a los 14 Días.</i> .....	226
<b>Gráfico 31</b> <i>Resistencia a la Compresión de Prismas de 3 Hiladas a los 28 Días.</i> .....	227
<b>Gráfico 32</b> <i>Curvas Resistencia a la Compresión Vs Edades de Prismas con Morteros con ACR.</i> .....	229
<b>Gráfico 33</b> <i>Curva Resistencia a Compresión Vs Edades de Muretes con Morteros con 0% de ACR.</i> .....	235
<b>Gráfico 34</b> <i>Curva Resistencia a Compresión Vs Edades de Muretes con morteros con 25% de ACR.</i> .....	240
<b>Gráfico 35</b> <i>Curva Resistencia a Compresión Vs Edades de Muretes con Morteros con 50% de ACR.</i> .....	245
<b>Gráfico 36</b> <i>Curva Resistencia a Compresión Vs Edades de Muretes con morteros con 75% de ACR.</i> .....	250
<b>Gráfico 37</b> <i>Resistencia a la Compresión de Muretes de 600mm x 600mm a los 7 Días.</i> .....	252
<b>Gráfico 38</b> <i>Resistencia a la Compresión de Muretes de 600mm x 600mm a los 14 Días.</i> .....	253
<b>Gráfico 39</b> <i>Resistencia a la Compresión de Muretes de 600mm x 600mm a los 28 Días.</i> .....	254
<b>Gráfico 40</b> <i>Curvas de Resistencia a Compresión Vs Edades de Muretes con Sustituciones de ACR.</i> .....	256



## CONTENIDO DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Estados de Saturación del Agregado.</i> .....	51
<b>Figura 2</b> <i>Esquema de la Albañilería Confinada.</i> .....	67
<b>Figura 3</b> <i>Requisitos Mínimos del Muro Confinado.</i> .....	69
<b>Figura 4</b> <i>Anclaje de Refuerzo Horizontal en Muro Confinado.</i> .....	70
<b>Figura 5</b> <i>Defectos en Conexión Dentada Columna – Albañilería.</i> .....	71
<b>Figura 6</b> <i>Tipos de Amarre en Albañilería.</i> .....	76
<b>Figura 7</b> <i>Bloques de concreto de Demolición de Pavimentos Rígidos.</i> .....	97
<b>Figura 8</b> <i>Bloques de Concreto de Demolición de Sardineles y Veredas.</i> .....	98
<b>Figura 9</b> <i>Transporte de los Bloques De Concreto.</i> .....	99
<b>Figura 10</b> <i>Depósito y Limpieza de los Bloques de Concreto Demolido.</i> .....	99
<b>Figura 11</b> <i>Trituración de los Bloques de Concreto.</i> .....	100
<b>Figura 12</b> <i>Trituradora de Mandíbula.</i> .....	101
<b>Figura 13</b> <i>Proceso de Zarandeo.</i> .....	102
<b>Figura 14</b> <i>Tamizaje y Eliminación de Finos.</i> .....	103
<b>Figura 15</b> <i>Ladrillos King Kong 18 huecos Tipo IV.</i> .....	105
<b>Figura 16</b> <i>Ensayo de Análisis Granulométrico.</i> .....	114
<b>Figura 17</b> <i>Ensayo de Gravedad Específica.</i> .....	116
<b>Figura 18</b> <i>Ensayo de Peso Unitario.</i> .....	118
<b>Figura 19</b> <i>Ensayo de Resistencia al Desgaste Los Ángeles.</i> .....	121
<b>Figura 20</b> <i>Equipo para Medición de asentamiento.</i> .....	122
<b>Figura 21</b> <i>Medición del Slump o Asentamiento.</i> .....	124
<b>Figura 22</b> <i>Elaboración de Especímenes Cúbicos de Mortero.</i> .....	127
<b>Figura 23</b> <i>Orden del Apisonado.</i> .....	127
<b>Figura 24</b> <i>Curado del Mortero.</i> .....	128
<b>Figura 25</b> <i>Ensayo de Compresión del Mortero.</i> .....	128
<b>Figura 26</b> <i>Elaboración de Prismas.</i> .....	130
<b>Figura 27</b> <i>Ensayo de Resistencia a la Compresión en Prismas.</i> .....	131
<b>Figura 28</b> <i>Elaboración de los Muretes de Albañilería de 600mm x 600mm de Lado.</i> .....	133
<b>Figura 29</b> <i>Ensayo de Compresión Diagonal a los Muretes de Albañilería.</i> .....	134

## RESUMEN

El problema general de la presente investigación fue: ¿Cuál es el comportamiento del Agregado de Concreto Reciclado en morteros de asentado de muros de albañilería confinada en la provincia de Huancayo en el año 2020?, el objetivo general fue Evaluar el comportamiento del Agregado de Concreto Reciclado en morteros de asentado de muros de albañilería confinada en la provincia de Huancayo en el año 2020; la hipótesis general fue, El Agregado de Concreto Reciclado se comporta adecuadamente como insumo para morteros de asentado de muros de albañilería confinada en la provincia de Huancayo en el año 2020.

El método de la investigación fue el método científico, el tipo fue aplicado y el nivel fue el descriptivo - correlacional, el diseño de investigación fue experimental puro, la población fue de 36 especímenes de morteros, pilas y muretes de albañilería confinada para muros no portantes, la muestra fue del tipo no probabilístico que representó a toda la población.

La conclusión principal es que, el Agregado de Concreto Reciclado se comporta adecuadamente como insumo para la elaboración de morteros de asentado de muros de albañilería confinada, para muros no portantes, mejorando la propiedad de consistencia del mortero en estado fresco y la de resistencia a la compresión en morteros, prismas y muretes, siendo los que tienen mejores resultados aquellos que son elaborados con sustitución de 50% de ACR.

**PALABRAS CLAVES: Agregado de Concreto Reciclado, Mortero de Asentado, Muro de Albañilería Confinada.**

## **ABSTRACT**

The general problem of this research was: What is the behavior of the Recycled Concrete Aggregate in laying mortars of confined masonry walls in the province of Huancayo in 2020? The general objective was to Evaluate the behavior of the Concrete Aggregate Recycled in mortars for laying confined masonry walls in the province of Huancayo in 2020; The general hypothesis was, The Recycled Concrete Aggregate behaves adequately as an input for laying mortars of confined masonry walls in the province of Huancayo in the year 2020.

The research method was the scientific method, the type was Applied and the level was descriptive - correlational, the research design was pure experimental, the population was 36 specimens of mortars, piles and confined masonry walls for non-bearing walls, The sample was of the Non-Probabilistic type that represented the entire population.

The main conclusion is that the Recycled Concrete Aggregate behaves adequately as an input for the preparation of mortars for setting confined masonry walls, for non-bearing walls, improving the consistency property of the mortar in the fresh state and that of resistance to compression in mortars, prisms and walls, the ones whit the best results being those that are made with substitution of 50% of ACR.

**KEY WORDS: Recycled Concrete Aggregate, Settling Mortar, Confined Masonry Wall**

## INTRODUCCIÓN

La presente tesis titulada: Evaluación del comportamiento del agregado de concreto reciclado en morteros de asentado de muros de albañilería confinada, Huancayo-2020; nace de la actual problemática que atraviesa la ciudad de Huancayo así como muchas ciudades del Perú, que es la de encontrarse en expansión territorial y poblacional, optando por construir viviendas y edificios bajo la configuración estructural de albañilería confinada por ser económicos, resistentes y accesibles (Alarcón, 2016), sin embargo esta actividad demanda la utilización de cantidades importantes de recursos naturales, tales como agua, energía, agregados, madera, entre otros (Vargas, 2018), que originan el agotamiento de las fuentes de extracción como canteras y bancos de agregados lo que conlleva a contaminación y alteración del medio ambiente.

Es entonces que de lo descrito, el uso de agregados reciclados provenientes de la trituración de concretos que culminaron su vida de servicio se presentan como una alternativa adecuada, sustentable y económica (Sosa, Zega y Di Mario, 2015), y en esta tesis este agregado fue utilizado para la elaboración de morteros de asentado de albañilería confinada para muros no portantes y así evaluar su comportamiento y su empleabilidad como un agregado para tal uso.

En base a lo mencionado se realizaron ensayos al agregado de concreto reciclado para determinar sus propiedades físicas y mecánicas de acuerdo a las normas ASTM C-136, ASTM C-128, ASTM C-29 y ASTM C-13, el cual se obtuvo de bloques de concreto demolidos sometidos a procesos de trituración. De acuerdo norma NTP 339.035 (2009), se ensayaron los morteros en estado fresco elaborados con tal agregado para medir su asentamiento y en concordancia a las normas NTP 334.051 (2013), NTP 399.605 (2013) y NTP 399.621 (2004) se utilizó el agregado de concreto reciclado para la elaboración y

ensayo de especímenes de morteros, pilas y muretes de albañilería confinada de igual cantidad, en las que para cada caso se realizó la sustitución del 0%, 25%, 50% y 75% del Agregado de Concreto Reciclado (ACR) por Agregado Pétreo Natural (APN) con periodos de curado a los 3, 14 y 28 días para los morteros y 7, 14 y 28 días para prismas y muretes; y así determinar su comportamiento en estado fresco y endurecido.

Para un mejor entendimiento y comprensión, esta investigación se ha dividido en los siguientes capítulos:

El Capítulo I: Problema de investigación, donde se considera el planteamiento del problema, la formulación y sistematización del mismo, la justificación, las delimitaciones de la investigación, limitaciones y los objetivos tanto general como específicos.

El Capítulo II: Marco teórico, contiene los antecedentes nacionales e internacionales de la investigación, el marco conceptual, la definición de términos, las hipótesis y variables.

El Capítulo III: Metodología, consigna el método, tipo, nivel y diseño de investigación, la población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de información, el procesamiento de la información y las técnicas y análisis de datos.

El Capítulo IV: Resultados, desarrollado en función a los problemas, objetivos e hipótesis, asimismo se presenta la prueba de hipótesis.

El Capítulo V: Discusión, en el cual se realizó la discusión de los resultados obtenidos en la investigación en función a nuestros antecedentes nacionales e internacionales.

Por último, se presenta las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En la actualidad, la construcción de edificaciones en la ciudad de Huancayo, al igual que en muchas otras ciudades de nuestro país, está creciendo de forma acelerada debido a que se encuentra en expansión territorial y poblacional (Alarcón, 2016) y sin duda este fenómeno ha creado una mayor demanda de materiales que requiere una gran cantidad de materia prima como son los agregados pétreos (Maury, 2010), siendo las canteras de agregados los principales y preferidas para la obtención del material debido a su cercanía (Taype, 2016). Esto significa un progresivo agotamiento de las fuentes de obtención de dicho material de adecuada calidad en la provincia de Huancayo.

Es entonces que surge la necesidad del empleo de materiales como reemplazo parcial o total del agregado pétreo de origen natural por materiales de construcción reciclados, subproductos o desechos industriales, fibras sintéticas o naturales, etc. que no necesiten de mucha energía y tiempo para su producción y obtención y además que sean amigables con el medio ambiente y ayuden a conservar el medio ambiente.

Una alternativa ante tal situación es la reutilización de materiales de construcción y en especial del concreto que “viene a ser uno de los hábitos más significativos para lograr un desarrollo sostenible que complazca las necesidades humanas” (Valdivieso, 2019, p.13) y varios países han empezado a establecer procesos definidos para el reciclaje del concreto donde investigaciones previas “han mostrado que tales materiales pueden ser un sustituto satisfactorio y económico de los agregados convencionales, abriendo una nueva perspectiva en la ingeniería, especialmente en el campo de la construcción con una visión ambiental” (Hincapié y Aguja, 2003, p.02), toda vez que la generación de residuos de construcción se está convirtiendo en un problema grave de contaminación ambiental por no contar con lugares apropiados para su disposición final, asimismo cabe mencionar que “el Perú no cuenta con una escombrera, y debido a esto los residuos sólidos resultantes de construcciones y demoliciones llegan a ser diseminados en los botaderos sin un control de separación ante los residuos que pueden considerarse peligrosos” (Vargas, 2018, p. 13), en ese sentido desde hace algunos años se promueven investigaciones para poder aprovechar estos residuos y ser usados nuevamente en procesos constructivos como para la elaboración de nuevos concretos y morteros.

Por lo mencionado y citado, la necesidad de la adquisición de agregados pétreos naturales es latente, lo que conlleva a una sobre explotación de este recurso reduciéndose cada vez más la calidad del material, y en consideración que los morteros están constituidos en un alto porcentaje de este agregado, equivalente al 50-80% del volumen total (Rivera, 2005) y gran parte de las características de las mezclas de mortero, tanto en estado plástico como en estado endurecido, dependen de las características y propiedades de los agregados es que surge la problemática del empleo del concreto reciclado como agregado para la elaboración de morteros en muros de albañilería confinada, que es el

más difundido y empleado en la ciudad de Huancayo como afirma Alarcón (2016) en su tesis titulada *Comportamiento estructural en muros de albañilería confinada compuesto por ladrillos de arcilla fabricados en Huancayo-2016*, por lo que esta investigación pretende determinar el comportamiento de tal agregado en morteros de asentado de muros de albañilería confinada en muros no portantes, a fin de dotar a la comunidad ingenieril local de una adecuada e innovadora metodología para la construcción de edificaciones utilizando un material de construcción reciclado.

## **1.2. FORMULACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. PROBLEMA GENERAL**

¿Cuál es el comportamiento del Agregado de Concreto Reciclado en morteros de asentado de muros de albañilería confinada en la provincia de Huancayo en el año 2020?

### **1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

- ¿Cuáles son los resultados del ensayo de consistencia en morteros de asentado de muros de albañilería confinada elaborados con sustitución de Agregado de Concreto Reciclado?
- ¿Qué valores de resistencia a la compresión simple tienen los morteros de asentado de muros de albañilería confinada elaborados con sustitución de Agregado de Concreto Reciclado?
- ¿Cuáles son los valores de las resistencias a la compresión axial y diagonal de prismas y muretes respectivamente construidos utilizando morteros de asentado de muros de albañilería confinada con sustitución de Agregado de Concreto Reciclado?



### **1.3. JUSTIFICACIÓN**

#### **1.3.1. PRÁCTICA O SOCIAL**

Dado que el concreto es el material más utilizado en la construcción y su producción sigue en aumento, “se estima que en el mundo se fabrican alrededor de 25 billones de toneladas de concreto cada año” (Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sostenible – WBCSD, 2012, p. 04). Los residuos y desechos que provienen de estos en la actualidad se han convertido en un aspecto de gran importancia, “siendo el reciclaje o recuperación del concreto una salida para la reducción de la utilización de nuevos agregados vírgenes y de los costos ambientales de explotación y transporte, asimismo reducen el desecho innecesario de materiales valiosos” (Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sostenible – WBCSD, 2012, p. 03).

Entonces, de lo mencionado y citado, los recursos económicos necesarios para la producción de concreto, así como los problemas ambientales que de él se derivan, justifican la búsqueda de nuevas técnicas y metodologías que permitan reducir costos y sean respetuosas con el medio ambiente. En este contexto, el reciclado de concreto para la elaboración de morteros de asentado de muros de albañilería confinada, como medio de racionalizar los recursos, toma un protagonismo y se convierte en una necesidad, por lo que la aplicación de la presente investigación beneficiará a la sociedad.

#### **1.3.2. CIENTÍFICA O TEÓRICA**

Se contribuirá al conocimiento local mediante la obtención de pautas y criterios para la elaboración de morteros de asentado de muros de albañilería confinada, no portantes, utilizando y sustituyendo agregados de concreto reciclado, contribuyendo así

al desarrollo de la ingeniería esperando que esta investigación sirva como un complemento teórico.

### **1.3.3. METODOLÓGICA**

El presente trabajo contribuye a la descripción de la variable: Agregado de Concreto Reciclado y el grado de relación existente con el mortero de asentado de albañilería confinada. Así, los resultados de esta tesis se apoyaron en técnicas de investigación válidas para esta investigación, como son las fichas de observación.

## **1.4. DELIMITACIONES**

### **1.4.1. ESPACIAL**

La presente investigación se realizó en la provincia de Huancayo, región Junín.

### **1.4.2. TEMPORAL**

Esta investigación tiene como punto de partida el mes de junio del 2020 hasta el mes de julio del 2021 en el que se alcanzó los objetivos.

### **1.4.3. CONCEPTUAL**

La investigación determinó el comportamiento del agregado de concreto reciclado en la elaboración de morteros de asentado de muros de albañilería confinada, para muros no portantes, para lo que se realizaron ensayos para determinar sus propiedades en estado fresco y endurecido, para el primero se realizó el ensayo de asentamiento y para el segundo los ensayos a compresión utilizando especímenes cúbicos de morteros de 50 mm de lado, prismas de tres hiladas y muretes de 600 mm x 600 mm para lo cual se emplearon ladrillos King Kong de 18 huecos Tipo IV (King Kong industrial hueco), los cuales no son recomendables para fines estructurales (muros portantes) en zonas sísmicas 2 y 3

excepto bajo el respaldo de un informe y memoria de cálculo las que serán sustentadas por un ingeniero civil (NTE E.070, 2006).

## **1.5. LIMITACIONES**

### **1.5.1. PANDEMIA POR LA COVID 19**

Desde el 15 de marzo del 2020 que el Gobierno del Perú decretó estado de emergencia y aislamiento social obligatorio a nivel nacional por la pandemia originada por el brote del virus del coronavirus nombrada por la OMS como COVID -19 ha traído y trae muchas limitaciones en el tema de investigación por el hecho de que venimos acatando hasta la fecha distintas restricciones emitidas por el Estado Peruano en cuanto a inmovilizaciones sociales los mismos que fueron decretados y prorrogados.

Este suceso sin precedentes originó un retraso en la realización de la presente investigación toda vez que se acató todas las medidas sanitarias de prevención y contención, lo cual a su vez trajo consigo una serie de impedimentos como la obtención de insumos, muestras, información, etc, así como también el de disponer de laboratorios para la realización de pruebas y ensayos, en los cuales se realizaron con todos los protocolos de bioseguridad.

### **1.5.2. RECURSOS**

Algo indiscutible, y originado por la pandemia del Covid-19, fue y es que nuestros ingresos economicos personales y familiares se redujeron, sin embargo se sumieron todos los gastos para la realizacion de las pruebas y ensayos de laboratorio necesarios a pesar de que muchos laboratorios suspendieron y paralizaron sus labores.

## **1.6. OBJETIVOS**

### **1.6.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el comportamiento del Agregado de Concreto Reciclado en morteros de asentado de muros de albañilería confinada en la provincia de Huancayo en el año 2020.

### **1.6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Analizar los resultados del ensayo de consistencia en morteros de asentado de muros de albañilería confinada elaborados con sustitución de Agregado de Concreto Reciclado.
- Determinar los valores de resistencia a la compresión simple en morteros de asentado de muros de albañilería confinada elaborados con sustitución de Agregado de Concreto Reciclado.
- Identificar los valores de las resistencias a la compresión axial y diagonal de prismas y muretes respectivamente construidos utilizando morteros de asentado de muros de albañilería confinada con sustitución de Agregado de Concreto Reciclado.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES**

##### **2.1.1. ANTECEDENTES NACIONALES**

En nuestro país las investigaciones sobre el empleo de agregados de concreto reciclado y específicamente para la elaboración de morteros aún es un campo poco investigado, y no debería ser así sabiendo que, el Perú almacena aproximadamente 7 millones de toneladas de RCD, el 54 % de estos residuos sólidos son dispuestos en rellenos sanitarios, 26 rellenos sanitarios autorizados en todo el país, el otro 46% son destinados en botaderos ilegales (MINAM, 2017).

Entre las investigaciones orientadas al uso de agregados de concreto reciclados provenientes de RCD en el Perú tenemos las siguientes:

Clemente (2017), en su tesis titulada *Estudio de Mortero Reciclado*, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad de Ingeniería del Perú, cuya investigación del tipo experimental se enmarcó en la elaboración de “morteros reciclados” empleando sustituciones parciales y completas de arena gruesa por agregado

fino reciclado procedentes de desperdicios de construcción en 25%, 50% 75% y 100% con una relación constante en peso arena – cemento de 1 a 2.75, llegando así a sus principales conclusiones: El valor obtenido del ensayo de granulometría para el agregado fino reciclado (agregado obtenido por trituración de probetas de concreto) no se encuentra dentro de los límites establecidos en la ASTM C-144 (la curva granulométrica queda fuera del rango permisible), siendo su módulo de finura de 3.36; pese a ello se obtuvieron resultados finales óptimos. En el ensayo a compresión, el diseño MR2-50 (Mortero reciclado con 35.53 litros por bolsa de cemento con sustitución del 50% de agregado natural por agregado reciclado) es el diseño más óptimo (234.09 kg/cm<sup>2</sup>) y el diseño MR1-100 (Mortero reciclado 37.53 litros por bolsa de cemento con sustitución del 100% de agregado natural por agregado reciclado) es el más deficiente (171.14 kg/cm<sup>2</sup>) en sus edades de los 28 días. El aporte de esta investigación es que se pone en evidencia que el agregado fino de concreto reciclado granulométricamente no cumple con lo establecido con las normas vigentes para ser utilizado como insumo en la elaboración de morteros, asimismo presenta un módulo de fineza superior a lo establecido para tal uso, siendo esta comprendida entre 1.60 y 2.50 (NTE E.070, 2006), sin embargo afirma que se obtuvieron resultados finales óptimos, esto puede ser debido a que la norma NTE E.070 en su artículo 6.2. indica que, se aceptarán otras granulometrías siempre que los ensayos de pilas y muretes proporcionen resistencias según lo especificado en los planos (NTE E.070, 2006). Otro aporte significativo de esta investigación es que tras la realización del ensayo de compresión simple a especímenes cúbicos de morteros de 50 mm de lado, los elaborados con sustitución parcial del 50% de agregado fino reciclado son los que presentan mejores y más altas resistencias y siendo los más bajos aquellos elaborados con sustitución total del 100% de arena gruesa por agregado fino reciclado.

Sánchez (2018), en su tesis titulada *Resistencia de un mortero  $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$ , con sustitución del agregado fino por agregado fino reciclado en la ciudad de Huaraz-2017*, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad San Pedro del Perú, cuya investigación fue del tipo experimental y consistió en determinar la resistencia a la compresión de un mortero  $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$  elaborado con sustitución del 25%, 50% y 75% del agregado fino por agregado fino reciclado de concreto demolido para lo que empleo especímenes cúbicos de 50 mm de lado siendo en total 36 unidades, concluyendo que: El resultado obtenido es favorable con la sustitución de 50% al presentar características con mejor resultado que las 2 sustituciones, con la sustitución de 50% el resultado se asemeja al patrón en 28 días de curado, en las sustituciones de 75% y 100% la resistencia es menor debido que la relación de A/C es elevado. El aporte de esta investigación es que aquellos morteros elaborados con sustitución de 50% de agregados finos reciclados tienen mejores resistencias a la compresión simple que los elaborados con sustituciones del 75% y 100% y cuyo valor se iguala al mortero elaborado únicamente con agregado fino (arena gruesa), por lo que su uso es recomendable, toda vez que se tuvo en consideración lo establecido por la NTP 334.051 (2013).

Chávez et al. (2019), en su trabajo titulada *Efecto de los residuos sólidos provenientes de la construcción en la elaboración de mortero, Trujillo, La Libertad, 2019*, para obtener el Grado Académico de Bachiller en Ingeniería Civil en la Universidad Cesar Vallejo del Perú, hicieron un trabajo de investigación de tipo experimental utilizando proporciones de residuos sólidos de actividades constructivas en un 25%, 50%, 75% y 100% para la elaboración de morteros de asentado, llegando a las siguientes conclusiones: Se determinó la resistencia a la compresión de los cubos de mortero de distintas proporciones de residuos sólidos, concluyendo que la proporción más resistente

es la de 25% con una resistencia a la compresión de 387.49 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la menos resistente fue la de 100% con una resistencia a la compresión de 252.89 kg/cm<sup>2</sup>, resultados a los 28 días de curado. Se determinó la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería en pila de 3, comparando la resistencia entre la muestra patrón y la muestra que resistió más, concluyendo que la muestra de unidades de albañilería con el 25% de residuos sólidos obtuvo una resistencia de 72.09 kg/cm<sup>2</sup> mientras que la muestra de unidades de albañilería con la muestra patrón obtuvo 63.27 kg/cm<sup>2</sup>. El aporte de esta investigación es que presenta resultados de resistencia a la compresión simple para cubos de morteros de 50 mm de lado y ensayos de compresión axial para pilas de tres hiladas en las que se observa que las mejores resistencias las alcanzan aquellos especímenes elaborados con morteros con proporciones del 25% de residuos sólidos de actividades constructivas.

Por otro lado las investigaciones en las que si se ha profundizado es en el uso de agregados de concreto reciclado orientado a la elaboración de nuevos concretos para fines constructivos y así determinar las nuevas propiedades, una de ellas es:

Saldaña y Caballero (2014), en su tesis titulada *Estudio de la resistencia del concreto utilizando como agregado el concreto reciclado en obra*, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional del Santa del Perú, cuya investigación fue del tipo cuasi - experimental y consistió en determinar los procesos de variación del comportamiento del concreto elaborados con diferentes porcentajes de agregados de concreto reciclado (25%, 50% y 100%), entre sus conclusiones tenemos: el porcentaje idóneo del agregado de concreto reciclado a utilizar es de una proporción de 50% de agregado de concreto reciclado y 50% de agregado natural, en esta proporción se tienen un incremento de la resistencia a la compresión ascendente y homogéneo. Se



demuestra que el uso de agregado de concreto reciclado en la preparación de concreto requiere de mayor cantidad de agua, pues este agregado presenta una mayor capacidad de absorción, debido a la porosidad de sus partículas producto del mortero adherido y precisa que las propiedades físicas del agregado de concreto reciclado; como el peso específico, absorción y los pesos unitarios, dependerán del origen del concreto reciclado. El aporte de esta investigación es que nos permite adelantarnos en decir de que si los resultados en la elaboración de nuevos concretos con este material de construcción reciclado son adecuados, los resultados serían semejantes en la elaboración de morteros para muros de albañilería, más aun con la sustitución del 50% de arena gruesa por agregado fino, también permite conocer el comportamiento del agregado reciclado en la elaboración de la mezcla y la influencia de su procedencia.

### **2.1.2. ANTECEDENTES INTERNACIONALES**

El reciclado del concreto se remota posterior a la segunda guerra mundial, donde Europa se enfrentaban la problemática de la gran acumulación de escombros, por lo que se empeñaron a reciclar tales desperdicios y utilizarlos como material de construcción (Cruz y Velázquez, 2004) y, actualmente los residuos de la construcción y demolición (RCD) se constituyen cada vez más como un problema importante para la sociedad (Silva, 2007).

Surgen entonces las investigaciones aplicables del material reciclado para la elaboración de morteros de albañilería:

Hamassaki, Neto y Florindo (1996), en su investigación *Utilización de residuos de construcción en mortero de revoque*, presentada en la conferencia Internacional de la Universidad Dundee de Escocia, Reino Unido, desarrolló su investigación del tipo experimental y que consistió en emplear agregados procedentes de varios tipos de

escombros (bloques de concreto, bloque cerámico y ladrillo de arcilla) en la elaboración de morteros, concluye que: Los morteros que contienen residuos de construcción, como agregado fino, tienen altas resistencias a la compresión que el mortero patrón, y aquellos que presentan las más altas resistencias son las que contienen 80% de agregado fino procedente de bloques de concreto demolido, 10% de ladrillos de arcilla y 10 % de bloques de cerámico, debido a los fragmentos de concreto con alta rugosidad superficial; sin embargo, existen limitaciones en el uso de agregados reciclados, pues depende mucho de la durabilidad de las estructuras de concreto y la corrosión del acero de refuerzo que puedan presentar, la presencia de químicos, etc. Por estas razones el uso de agregados reciclados de demoliciones han sido empleados en elementos no estructurales como morteros, bloques de concreto, etc. El aporte de esta investigación es que el agregado fino de concreto reciclado influye favorablemente en la resistencia a la compresión en los morteros elaborados en mayor porcentaje con este agregado, debido a que las partículas obtenidas tras un proceso de trituración tienden a presentar angularidades y son rugosas lo que proporciona al mortero una mejor consistencia y trabajabilidad, pero esto es relativo, pues dependerá mucho de las condiciones en las que se encuentren los bloques de concreto para su posterior aplicación.

Álvarez et al. (1997), en su investigación titulada *Morteros de Albañilería con escombros de demolición*, publicada en la revista *Materiales de Construcción*, por el Consejo Superior de Investigaciones científicas de Madrid, España, hizo una investigación del tipo experimental que consistió la preparación y estudio de morteros de albañilería empleando agregados reciclado producto de demolición elaborados con cuatro dosificaciones volumétricas (1:4; 1:5; 1:6 y 1:8), las cuales fueron sometidas a ensayos físico-mecánicos llegando a las conclusiones: El material proveniente de los escombros

de demolición reciclado es apropiado para la producción de morteros, ya que presenta un comportamiento similar a los agregados de cantera y de yacimientos, toda vez que los resultados obtenidos en los ensayos de resistencia a la compresión de los morteros elaborados con agregados reciclados no presentan notable diferencia con los obtenidos con morteros tradicionales, siendo la resistencia más alta la del mortero con dosificación 1:4 con 113.29 Kg/cm<sup>2</sup> elaborados con sustitución del 100% del agregado por agregado reciclado. El empleo de los agregados reciclados de escombros produce un efecto económico por sustitución del uso de los agregados de cantera, tanto a nivel de industria como a nivel de obra, siendo mayor ese efecto en la medida en que se reduzca el transporte y el uso de energía en la producción de áridos y componentes. El aporte de esta investigación es que el material proveniente de escombros de demolición es apropiado para la elaboración de morteros pues se comportan de forma similar a los agregados de cantera, además que no alteran la resistencia que puedan tener los mortero y que reduce costos de producción y transporte.

Hincapié y Aguja (2003), en su investigación titulada *Agregado Reciclado para Morteros*, publicada en la revista de la universidad EAFIT de Colombia, desarrollaron una investigación experimental orientada a caracterizar el agregado fino reciclado obtenido de la trituración de probetas de concreto desechados y evaluar las propiedades de los morteros elaborados con este agregado comparándolos con los morteros convencionales, realizó además un análisis morfológico del agregado reciclado y natural y petrográfico de los morteros elaborados con estos dos materiales, llegando a las conclusiones: La utilización del agregado reciclado en los morteros, disminuye en cierta medida las propiedades físicas de éste, sin embargo esta reducción no produce alteraciones que puedan comprometer el desempeño de éstos puesto que los valores de

sus propiedades están dentro de un intervalo aceptable según las especificaciones de la Normas Técnicas. Desde el punto de vista microestructural, el agregado reciclado presenta granos más angulosos y alargados que los granos del agregado natural, una pequeña fracción de este agregado, son partículas de cemento planas y de textura lisa provenientes de la trituración del hormigón, que no afectan considerablemente las propiedades del mortero. El aporte de esta investigación es que se evidencia que los morteros elaborados con agregados finos de concreto reciclado no presentan cambios significativos a comparación con los morteros convencionales debido a que la variación en sus propiedades físicas no es de gran consideración debiéndose a la morfología de las partículas del agregado obtenido.

Sáiz (2015), en su tesis doctoral titulada *Utilización de arenas procedentes de residuos de Construcción y Demolición, RCD, en la fabricación de morteros de albañilería*, para obtener el grado de Doctor en Estructuras de la Escuela Politécnica de Madrid, España, desarrolla una investigación experimental orientada en minimizar el impacto medioambiental, incorporando arenas procedentes de los RCD en la fabricación de morteros de albañilería base cemento, presentando entre sus principales conclusiones: la trabajabilidad de los morteros reciclado es inversamente proporcional al porcentaje de AR empleado, por lo que ha sido necesario el empleo de aditivo plastificante. El comportamiento mecánico de los morteros reciclados es inferior a los morteros convencionales, sin embargo los resultados cumplen con los requisitos de la normatividad. El aporte de esta tesis doctoral es que el agregado de concreto reciclado influye en las propiedades de trabajabilidad del mortero, en el que su mayor empleo de porcentaje de sustitución implica una menor trabajabilidad, y si bien los resultados obtenidos en los ensayos de compresión son menores que los morteros elaborados

únicamente con agregado natural, estos están dentro de lo establecido por las normas españolas.

Sosa, Zega y Di Maio (2015), en su investigación titulada *Morteros elaborados con Agregado Fino Reciclado con diferentes condiciones de humedad*, publicada en la revista *Ciencia y Tecnología de los Materiales* en Buenos Aires, Argentina, desarrollaron una investigación experimental orientada a evaluar las propiedades del mortero en estado fresco y endurecido elaborados con 20% y 40% de arena de trituración granítica (AG) y agregado fino reciclado (AFR) en condiciones de humedad secos y con el 50% del agua de absorción a 24 horas con diferentes relaciones a/c (0.40, 0.50 y 0.60), concluyendo respecto a la resistencia a la compresión de los morteros que: La resistencia a compresión a 7 días es entre el 5 y 10% menor en los morteros con AFR, respecto de los elaborados con AG, no existiendo una tendencia definida respecto del porcentaje de utilización de la arena de trituración, sea ésta natural o reciclada. A 28 días se observa una resistencia entre el 8 y 24% superior en los morteros con AFR, lo que se atribuye a una mejora de la interface pasta-agregado producto de la mayor absorción que los mismos poseen. La contribución de esta investigación es que los morteros elaborados con AFR presentaron una mejor evolución en su resistencia a la compresión en comparación con los elaborados con AG, resultado que se le atribuye a la buena absorción y retención de agua que presentan estos agregados.

Salgado (2016), en su tesis titulada *Propiedades Mecánicas de Morteros elaborados con arena de concreto reciclado, arena de sílice y fibra de vidrio*, para optar el Título de Magister en Ingeniería Civil en la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito de Bogotá, Colombia, con énfasis en Estructuras, investigación exploratoria que consistió en evaluar el comportamiento de morteros de cemento elaborados con arena de

sílice, arena obtenida de concreto reciclado, plastificante y adherente, reforzados con fibra de vidrio, teniendo entre sus principales conclusiones que: Al caracterizar las mezclas seleccionadas se pudo determinar que el reemplazo parcial al 25% de arena reciclada en parte de los agregados finos puede ser una alternativa para la utilización de agregados reciclados dentro de morteros reforzados con fibra de vidrio, ya que no se desmejoran notablemente las propiedades de los morteros convencionales. Las mezclas de esta investigación tuvieron resultados favorables en porosidad y absorción, lo cual indica un buen comportamiento en la durabilidad. La contribución de esta investigación es que el empleo de agregados de concreto reciclados en una sustitución parcial de 25% son una buena opción y alternativa para la elaboración de morteros, pues no tienen influencia negativa considerable en los morteros viéndose reflejado en su durabilidad.

Muñoz, Torres y Guzmán (2018), en su investigación titulada *Evaluación de un mortero preparado con agregados reciclados de un concreto mejorado por carbonatación: Una mirada a la construcción sustentable*, publicada por la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito de Bogotá, Colombia, cuya investigación del tipo exploratoria se orientó a evaluar algunas de las propiedades físicas, mecánicas y de durabilidad de morteros preparados con reemplazos parciales de 0%, 25% y 50% del agregado fino natural (AFN) por agregado fino reciclado carbonatado (AFRC) y sin carbonatar (AFR) empleando tres grupos de mezclas de morteros con la relación a/c de 0.65. El autor concluye que: Se encontró que el efecto de relleno del AFR en la estructura de los poros del mortero no compensa la pérdida en la resistencia a la compresión debido a su menor densidad y mayor absorción. Sin embargo, el tratamiento de carbonatación mostró un incremento en la resistencia a la compresión de la mezcla. Por lo tanto, la resistencia a la compresión de los morteros con AFRC es similar a la de los morteros con

AFN. La mejora de las propiedades físicas de los AFR por medio del tratamiento de carbonatación, permite su adición como reemplazo parcial del AFN en las mezclas de mortero, en hasta un 25% y 50%. Esto provoca un leve detrimento en las propiedades mecánicas y de durabilidad de los morteros. El aporte de esta investigación es que los agregados de concreto reciclado en su porción fina sometidos a un proceso de carbonatación influyeron en el aumento en la resistencia a la compresión del mortero, pues este proceso hizo que el agregado fino de concreto reciclado disminuya su absorción y aumente su densidad, aspectos que se ha demostrado que son inherentes a este agregado por ser resultado de un proceso de trituración, siendo la sustitución ideal de 25% y 50% del agregado fino natural.

## **2.2. MARCO CONCEPTUAL**

### **2.2.1. CONCRETO CONVENCIONAL**

Sin duda alguna, el concreto es el material más utilizado en la construcción (Cottier, 1995) y el más consumido en el mundo después del agua (Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sostenible – WBCSD, 2012). El concreto puede definirse como, la mezcla en ciertas proporciones de un material conglomerante (cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico), un material de relleno (agregado fino y grueso), agua y eventualmente aditivos (Sánchez, 2001). La mezcla de todos estos elementos inicialmente manifiesta una estructura plástica y moldeable y finaliza con un producto endurecido a consecuencia de la reacción química del agua y cemento (Díaz, 2009), después de un tiempo será capaz de soportar grandes esfuerzos de carga, “lo que hace un material ideal para la construcción” (Díaz, 2009, p. 02).

### **2.2.1.1. COMPONENTES DEL CONCRETO**

#### **- CEMENTO PORTLAND**

El cemento Portland hidráulico, obtenido de la pulverización del clinker con adición de sulfato de calcio (NTE E.060, 2009), es “un producto comercial de fácil adquisición” (Abanto, 2009, p. 15), el cual tiene tanto propiedades adhesivas como cohesivas, que le dan la capacidad de conglomerar los agregados para conformar el concreto (Sánchez, 2001).

#### **- AGUA**

El agua, de preferencia potable (NTE E.070, 2006), será el elemento que hidrate las partículas de cemento y hará que estas desarrollen sus propiedades aglutinantes, “al mezclarse el agua con el cemento se produce la pasta, la cual puede ser más o menos diluida, según la cantidad de agua que se agregue” (Sánchez, 2001, p. 23). Asimismo el agua está directamente relacionado con la resistencia, trabajabilidad y propiedades del concreto (Abanto, 2009).

#### **- AIRE**

Durante la preparación de la mezcla de concreto es normal que quede aire naturalmente atrapado, (Sánchez, 2001), del orden del 1% del volumen de la mezcla (ICG, 2004), este porcentaje está en función a las características de los materiales que intervienen especialmente de los agregados en donde el tamaño máximo y la granulometría influyen. El contenido de aire implica una reducción en la resistencia del concreto (Abanto, 2009), pero pudiendo incrementar su permeabilidad (ICG, 2004).

#### **- AGREGADOS**

Es el conjunto de partículas inorgánicas de origen de origen natural o artificial pudiendo ser elaboradas o tratadas (NTP 400.011, 2008), la importancia de estos es, que



constituyen del 65% al 80% del volumen del concreto (ICG, 2004), y “su influencia es de primer orden en el comportamiento del concreto tanto en su estado fresco como endurecido” (Cottier, 2019, p. 04), asimismo gran parte de las características del concreto, como la resistencia a la compresión, son atribuibles a las características y propiedades de los agregados (Sánchez, 2001).

#### **2.2.1.2. CLASIFICACIÓN DE LOS AGREGADOS**

La gran variedad de material granular hace que existan múltiples formas de clasificarlas y “todas son útiles en la medida que pueden servir de ayuda para describir el material” (ICG, 2004, p. 129).

- **POR SU ORIGEN**

- **AGREGADOS NATURALES**

Aquellos “formados por procesos geológicos” (Quiroz y Salamanca, 2006), proveniente de fuentes naturales como canteras, depósitos de arrastre fluvial o de glaciares (Rivera, 2005), pudiendo haberse fragmentado por procesos como el intemperismo, abrasión o por procesos mecánicos por el hombre (Sánchez, 2001).

- **AGREGADOS ARTIFICIALES**

Son aquellos que provienen de productos y procesos industriales tales como arcillas expandidas, escorias de alto horno, Clinker, limaduras de hierro y otros (Sánchez, 2001), estos se consideran productos secundarios y el Agregado de Concreto Reciclado (ACR) se clasifica dentro de este grupo (Quiroz y Salamanca, 2006).

- **POR SU TAMAÑO**

- **AGREGADO FINO**

Es aquel que pasa por el tamiz 3/8" y queda retenido en la malla N° 200, y cumple con los límites establecidos en las normas NTP 400.037 (2014) o ASTM C-33 (ICG, 2004), generalmente es clasificado como arena gruesa o fina (Silva, 2015)

- **AGREGADO GRUESO**

Es aquel que queda retenido en el tamiz N° 4 y proviene de la desintegración de las rocas (ICG, 2004), puede a su vez clasificarse en piedra chancada y grava.

Una clasificación más detallada es la que se muestra a continuación, en la que se indican los nombres comunes de las partículas y su empleabilidad como agregado para concreto según su tamaño.

**Tabla 1**

*Clasificación del Agregado Según su Tamaño.*

TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS mm (pulg)	DENOMINACIÓN MÁS COMÚN	CLASIFICACIÓN	CLASIFICACIÓN COMO AGREGADO PARA CONCRETO
Inferior a 0.002	Arcilla	Fracción muy fina	No recomendable
Entre 0.0002 – 0.074 (No. 200)	Limo		
Entre 0.074 - 4.76 (No. 200) – (No. 4)	Arena	Agregado fino	Material apto para producir concreto.
Entre 4.76 – 19.1 (No. 4) – (3/4")	Gravilla	Agregado grueso	
Entre 19.1 – 50.8 (3/4") – (2")	Grava		
Entre 50.8 – 152.4 (2") – (6") Superiores a 152.4 (6")	Piedra Rajón, Piedra bola		

*Nota.* Clasificación general del agregado según su tamaño. Tomada de *Tecnología del concreto y del mortero*, por Sánchez, D., 2001, p. 70.

**- POR SU DENSIDAD**

La densidad “depende de la cantidad de masa por unidad de volumen y del volumen de los poros, trátase o no de un agregado natural o artificial” (Sánchez, 2001, p. 70). Y su clasificación es determinada por el peso unitario de los agregados clasificándose así en ligero, normal y pesado. (Silva, 2015).

**Tabla 2**

*Clasificación del Agregado Según su Densidad.*

TIPO DE CONCRETO	PESO UNITARIO DEL CONCRETO Kg/m <sup>3</sup>	PESO UNITARIO DEL AGREGADO Kg/m <sup>3</sup>	EJEMPLO UTILIZACIÓN	EJEMPLO AGREGADO
Ligero	400 - 800	60 - 480	Concreto para aislamientos	Piedra pómez perlita
	950 - 1350	480 - 1040	Concreto para rellenos y mampostería estructural	
	1450 - 2000	480 - 1040	Concreto estructural	
Normal	2000 - 2500	1300 - 1600	Concreto estructural y no estructural	Canto rodado y agregado de río.
Pesado	2500 - 5600	3400 - 7500	Concreto para protección contra radiación gamma X y contrapesas	Piedra barita, magnetita.

*Nota.* Clasificación general del agregado según su densidad. Tomada de *Tecnología del concreto y del mortero*, por Sánchez, D., 2001, p. 71.

**- POR LA FORMA Y TEXTURA SUPERFICIAL**

“La forma y textura superficial de las partículas individuales de cualquier tipo de agregado tienen una influencia importante en la manejabilidad del concreto en su estado fresco y en otras características físicas de su estado sólido” (Silva, 2015, p. 08).

Los agregados tienen formas geométricas irregulares por naturaleza (Rivera, 2015) y dependen de la dureza, tamaño y porosidad del material (ICG, 2004), la norma NTP 400.011 (2008) establece la siguiente clasificación según su forma:

### **Cuadro 1**

*Clasificación Del Agregado Según su Forma.*

FORMA	DESCRIPCIÓN	EJEMPLOS
Redondo	Completamente desgastada por agua o fricción.	Grava de río o playa, arena del desierto, de la playa o del viento.
Irregular	Naturalmente irregular, o parcialmente moldeado por fricción y con bordes pulidos	Otras gravas, pedernal de tierra o excavado
Laminar	Material cuyo espesor es pequeño en relación con las otras dos dimensiones	Roca laminada
Angular	Posee bordes bien definidos formados en la intersección de caras planas.	Rocas trituradas de todos tipos, escoria triturada.
Alargada	Material angular en el que la longitud es considerablemente mayor que las otras dos dimensiones.	---

*Nota.* Del Cuadro 1, Clasificación del agregado según su forma con su descripción y ejemplos típicos en rocas. Tomada de *Agregados: Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concretos)*, de NTP 400.011, 2008, p. 05.

La norma NTP 400.011 (2008), también las clasifica por su textura de la siguiente forma:

## Cuadro 2

### Clasificación del Agregado Según su Textura.

TEXTURA	DESCRIPCIÓN	EJEMPLOS
Vidrioso	Fractura concoidal.	Pedernal negro, escoria vítrea.
Lisa	Desgastado por agua, o debido a fractura de laminada o roca de grano fino.	Gravas, esquisto, pizarra, mármol, algunas riolitas.
Granulosa	Fracturas que muestran granos uniformes más o menos pulidos.	Arenisca, oolita
Rugosa	Fractura rugosa de roca granular fina a media, que tiene constituyentes cristalinos que no se pueden ver fácilmente.	Basalto, felsita, pórfido, caliza.
Cristalina	Contiene constituyentes cristalinos fácilmente visibles.	Gabrito, gabro, gneis.
Panal de abeja	Con cavidades y poros visibles.	Ladrillo, pómez, escoria espumosa, vítreo, barro expandido.

*Nota.* Clasificación del agregado según su textura con su descripción y ejemplos típicos en rocas. Tomada de *Agregados: Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concretos)*, de NTP 400.011, 2008, p. 05.

Entonces podemos deducir que la forma y la textura del agregado influirán en el requerimiento de agua en el concreto así como en las propiedades resultantes.

### 2.2.1.3. PROPIEDADES DEL AGREGADO

#### - PROPIEDADES FÍSICAS

#### - GRANULOMETRÍA

Es uno de los parámetros fundamentales empleados para la dosificación y elaboración del concreto (Cottier, 2019) y está definida como la distribución por tamaños

del agregado que se determina mediante un análisis granulométrico el mismo que consta de una serie de mallas normalizadas (Abanto, 2009), y que se acostumbra a representar gráficamente mediante una curva denominada granulométrica o línea de cribado (Rivera, 2005).

En ese sentido es necesario saber los límites granulométricos de los agregados para poder obtener un tamaño adecuado y así lograr una mezcla de concreto idónea.

#### Agregados finos

El agregado fino no deberá tener más de 45% (Abanto, 2009) entre dos tamices consecutivos y su módulo de finura deberá estar entre 2.30 y 3.10 (ASTM C-33, 2008), mismo límites establecidos en la norma NTP 400.037 (2014).

Las mallas normalizadas para utilizar en el agregado fino son las N°s 4, 8, 16, 30, 50 y 100 (Abanto, 2009). Los requerimientos se dan en la siguiente tabla.

**Tabla 3**

*Límites Granulométricos Según ASTM para Agregados Finos.*

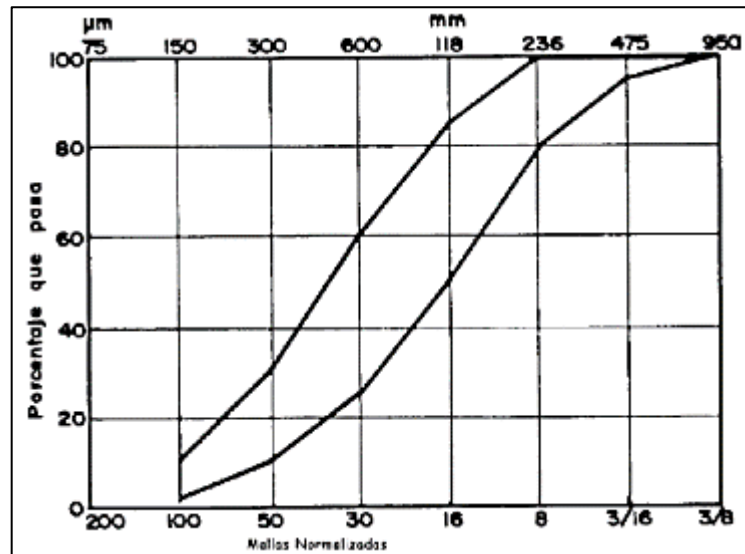
MALLA		LÍMITE SUPERIOR	LÍMITE INFERIOR
N°	mm		
3/8	9.51	100 %	100 %
4	4.76	100 %	95 %
8	2.38	100 %	80 %
16	1.19	85 %	50 %
30	0.60	60 %	25 %
50	0.30	30 %	10 %
100	0.15	10 %	2 %
200	0.07	0 %	0%

*Nota.* Límites granulométricos para agregados finos. Tomada de *Especificación normalizada para agregados para concreto*, por Sociedad Americana para Pruebas y Materiales, ASTM C-33, 2008, p. 08.

El control granulométrico se aprecia mejor mediante un gráfico, en el que las ordenadas representan el porcentaje acumulado que pasa la malla, y las abscisas las aberturas en escala logarítmica (Rivera, 2005).

### Gráfico 1

*Curvas Envolventes para Agregados Finos.*



*Nota.* Del Gráfico 1 Curvas envolventes de la norma ASTM para agregados finos. Tomada de *Especificación normalizada para agregados para concreto*, por Sociedad Americana para Pruebas y Materiales, ASTM C-33, 2008, p. 08.

#### Agregados gruesos

Son aquellos agregados “retenidos en el tamiz normalizado 4.75 mm (N° 4) que cumple los límites establecidos en la NTP 400.037 (2014), proveniente de la disgregación natural o artificial de la roca” (NTP 400.011, 2008, p. 02).

Las mallas utilizadas para determinar la granulometría de los agregados se designan por el tamaño de la abertura cuadrada en pulgadas. Las mallas son las siguientes: 3 1/2", 2 1/2", 2", 1 1/2", 1", 1/2", 3/4" y 3/8" y N° 4 (ASTM C-33, 2008).

**Tabla 4**

*Límites Granulométricos para Agregados Gruesos.*

MALLA		LÍMITE SUPERIOR	LÍMITE INFERIOR
Nº	mm		
2	50.0	100 %	100 %
1 ½	37.5	90 %	100 %
1	25.4	20 %	55 %
¾	19.0	0 %	15 %
½	12.7	0 %	10 %
3/8	9.51	0 %	5 %
Nº 4	4.76	0 %	0 %

Nota. Límites granulométricos según la ASTM para agregados gruesos. Tomada de *Especificación normalizada para agregados para concreto*, por Sociedad Americana para Pruebas y Materiales, ASTM C-33, 2008, p. 12.

El agregado grueso deberá estar graduado dentro de los límites establecidos en las normas NTP 400.037 (2014) o en la norma ASTM C-33 (2008), los cuales están indicados en la siguiente tabla:



**Tabla 5**

*Requerimientos de Granulometría de los Agregados Gruesos.*

N° ASTM	TAMAÑO NOMINAL	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS												
		100mm (4")	90mm (3 ½")	75mm (3")	63mm (2 ½")	50mm (2)	37.5mm (1 ½")	25.0mm (1")	19.0mm (¾")	12.5mm (½")	9.5mm (⅜")	4.75mm (N°4)	2.36mm (N°8)	1.18mm (N°16)
1	90 a 37.5mm ½" a 1 ½")	100	90 a 100		25 a 60		0 a 15		0 a 5					
2	63 a 37mm ½" a 1 ½")			100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5					
3	50 a 25.0mm (2" a N°4)				100	95 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5				
3.57	50 a 4.75mm (2" a N°4)				100	95 a 100		35 a 70		10 a 30		0.5		
4	37.5 a 19.0mm ½" a ¾")					100	90 a 100	20 a 55	0 a 15		0 a 5			
4.67	37.5 a 4.75m ½" a N°4)					100	95 a 100		35 a 70		10 a 30	0 a 5		
5	25.0 a 9.5mm (1" a ½")						100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5			
5.6	25.0 a 9.5mm (1" a ⅜")						100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 5	0 a 5		
5.7	25.0 a 4.75mm (1" a N°4)						100	95 a 100		25 a 60		0 a 10	0 a 5	
6	19.0 a 9.5mm (¾" a ⅜")							100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5		
6.7	19.0 a 4.75mm (¾" a N°4)							100	90 a 100		20 a 55	0 a 10	0 a 5	
7	12.5 a 4.75 mm (½" a N°4)								100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	
8	9.5 a 2.36 mm (⅜" a N°8)									100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5

*Nota.* Requerimientos de granulometría de los agregados grueso. Tomada de *Especificación normalizada para agregados para concreto*, por Sociedad Americana para Pruebas y Materiales, ASTM C-33, 2008, p. 13.

## - DENSIDAD O GRAVEDAD ESPECIFICA

La densidad de algún material, “se define como la masa por unidad de volumen de un material expresado en Kg/m<sup>3</sup>” (Simeón, 2005, p. 03). Para el caso de agregados para concreto se debe tener en cuenta que “entre sus partículas existen cavidades o poros que pueden estar vacíos, parcialmente saturados o llenos de agua, dependiendo de su permeabilidad interna” (Sánchez, 2001, p.25) por lo que la densidad relativa (gravedad específica) es la que generalmente se usada para el cálculo del volumen ocupado por el agregado (Simeón, 2005), siendo esta la relación entre la densidad del agregado ( $\rho_{SSS}$ ) y la densidad del agua a una temperatura dada (ASTM C-128).

$$\rho_r = \frac{\rho_{SSS}}{\rho(H_2O)}$$

Donde:

$\rho_r$  = Densidad relativa del agregado.

$\rho_{SSS}$  = Densidad absoluta del agregado saturado superficialmente seco.

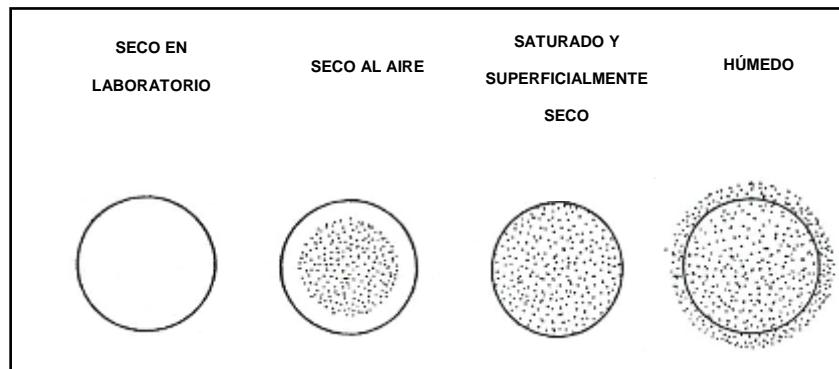
$\rho(H_2O)$  = Densidad absoluta del agua, 1000 kg/m<sup>3</sup>.

## - POROSIDAD Y ABSORCIÓN

La porosidad está relacionada con la capacidad de absorción de agua u otro líquido (Sánchez, 2001), por lo que existen diferentes estados de saturación que el agregado puede manifestar.

## Figura 1

*Estados de Saturación del Agregado.*



*Nota.* Los agregados en obra pueden encontrarse en cuanto a humedad en condiciones totalmente secas, semi-secas, saturados pero superficialmente secos y húmedos o mojados. Adaptado de *Tecnología del concreto*, por Abanto, F., 2009, p. 38.

De lo manifestado se puede decir que la absorción es la cantidad de agua que necesita el agregado para pasar de condición seca a condición saturada superficialmente seca expresada en porcentaje (Abanto, 2009).

$$\% Abs = \frac{P_{SSS} - P_s}{P_s} \times 100$$

Donde:

$P_{SSS}$  = Peso de la muestra saturada y superficialmente seca.

$P_s$  = Peso seco de la muestra.

### - PESO UNITARIO

Es el resultado de dividir el peso de las partículas entre el volumen que ocupan estas partículas agrupadas dentro de un recipiente de volumen conocido (Sánchez, 2001), este recipiente también incluirá los vacíos existentes entre las partículas.

Lo que se generaliza entonces como peso unitario es una densidad del material como conjunto, lo cual indica de manera general la calidad de este y su aptitud para ser

utilizado en la fabricación de concreto. El peso unitario podrá determinarse compactada o suelta (Rivera, 2005).

$$\text{Peso unitario} = \frac{Ps}{Vr}$$

Donde:

Ps = Peso seco del material.

Vr = Volumen del recipiente

#### - **PORCENTAJE DE VACÍOS**

Es la medida de volumen expresado en porcentaje de los espacios entre las partículas de agregados, el porcentaje de estos dependerá de la cantidad de compactación, la forma, textura superficial y granulometría (Quiroz y Salamanca, 2006), y cuanto mayor sea el peso unitario del agregado menor será su contenido de vacíos (ICG, 2004).

$$\% V = \frac{(Pm - Pum)}{Pm} \times 100$$

Donde:

% V = Porcentaje de vacíos.

Pm = Peso de la muestra.

Pum = Peso Unitario de la muestra

#### - **CONTENIDO DE HUMEDAD**

A diferencia del porcentaje de absorción, el contenido de humedad es la cantidad de agua dentro de un agregado en condiciones naturales expresado en porcentaje (Abanto, 2009) y se expresa de la siguiente forma:

$$\% H = \frac{P.nat. - P.seco}{P.seco} \times 100$$

Donde:

%H = Porcentaje de humedad.

Pm = Peso de la muestra en condiciones naturales.

Pms = Peso de la muestra seca.

- **PROPIEDADES MECÁNICAS**

- **RESISTENCIA AL DESGASTE**

La resistencia al desgaste de un agregado se usa como un indicador para determinar la calidad del mismo (Rivera, 2005), esta resistencia se relaciona a la dureza del mismo, el que dependerá de la composición, textura y estructura de la roca madre y será superior en todo momento a la resistencia que pueda tener el concreto, el mismo que presentará un módulo de elasticidad mayor en cuanto mayor sea el módulo de elasticidad del agregado (Sánchez, 2001).

**Tabla 6**

*Valores de Resistencia a Compresión y Módulo de Elasticidad.*

TIPO DE ROCA	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Kg/cm <sup>2</sup>	MÓDULO DE ELASTICIDAD Kg/cm <sup>2</sup>
Granito	1.399	514.080
Caliza	894	450.840
Arenisca	486	189.720

*Nota.* Valores típicos de resistencia a compresión y módulo de elasticidad de algunas rocas. Tomada de *Tecnología del concreto y del mortero*, por Sánchez, D., 2001, p. 99.

Pero estos datos no son del todo precisos, ya que “la resistencia a la compresión de los agregados tal como se encuentra en la naturaleza es difícil de determinar y la información requerida tiene que ser obtenida a través de muestras indirectas sobre muestras labradas de la roca a estudiar” (Cottier, 2019).

## - **TENACIDAD**

Determinada por la capacidad de los agregados de resistir cargas y de su capacidad de deformarse, también conocida como resistencia a la falla por impacto (Sánchez, 2001), la tenacidad del agregado va a depender del tipo de roca asimismo como de la flexión, angularidad y textura del mismo.

## - **ADHERENCIA**

Es la interacción en la zona de contacto entre el agregado y la pasta de cemento y dependerá de la calidad de esta, así como del tamaño, forma, rigidez y textura del agregado (Sánchez, 2001).

La adherencia entre la pasta y el agregado es el resultado de fenómenos físicos, químicos y mecánicos de la penetración de la pasta en los poros del agregado (ICG, 2004).

### **2.2.2. CONCRETO RECICLADO**

Es aquel concreto, también denominado como “Concreto Sustentable”, constituido por agregados de materiales reciclados sustituyendo de forma parcial o total a los naturales obteniéndolos de procesos de trituración, cribado, etc. (Vidau, Castaño y Vidau, 2013), en concordancia con lo definido por la NTP 400.053 (1999): “El concreto reciclado es aquel concreto cuyos agregados provengan parcial o completamente de granulados de concreto, gravas y arenas de reciclaje” (p.06).

El concreto reciclado será entonces para esta tesis el producto de la reutilización de Desechos de Construcción y Demolición (RCD), constituido por adiciones de Agregados de Concreto Reciclado (ACR) en su matriz.

### **2.2.2.1. BENEFICIOS DEL USO DE CONCRETO RECICLADO**

El Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sostenible WBCSD (2012), en su publicación *Reciclando Concreto: Iniciativa por la Sostenibilidad del Cemento*, nos presenta algunos beneficios del uso de concreto reciclado:

- Reducción de desechos en vertederos de basura y degradación asociada de la tierra.
- Sustitución de recursos vírgenes y reducción de los costos ambientales asociados a la explotación de recursos naturales
- Reducción de los costos de transporte: a menudo, el concreto puede ser reciclado en los sitios de construcción y demolición, o cerca a las áreas urbanas donde será reutilizado
- Reducción del pago de tarifas e impuestos asociados al vertimiento de desechos
- Buen desempeño en algunas aplicaciones debido a su buena compactación y propiedades de densidad (por ejemplo, como sub base vial)
- En algunos casos, generación de empleos en la industria del reciclaje de concreto que de otro modo no existirían en otros sectores.

### **2.2.2.2. MITOS Y VERDADES SOBRE EL CONCRETO RECICLADO**

El Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sostenible WBCSD (2012), en su publicación *Reciclando Concreto: Iniciativa por la Sostenibilidad del Cemento*, nos muestra algunos detalles sobre los mitos y verdades del concreto reciclado.

### Cuadro 3

#### *Mitos sobre el Concreto Reciclado.*

MITO	VERDAD
El concreto no puede ser reciclado	Aunque el concreto no se descompone en sus partes básicas, puede recuperarse y triturarse para su reutilización como agregado (...), o puede ser reciclado mediante el proceso de fabricación del cemento en cantidades controladas, ya sea como materia prima alternativa para producir Clinker (...) y otros aditivos del cemento.
Los agregados de concreto reciclado no pueden ser usados en concreto estructural	Es aceptado que el 20% (o más) del contenido de agregados puede ser reemplazado por concreto reciclado para fines estructurales.
Aunque parte del concreto puede ser reciclado no es posible lograrlo en grandes proporciones	Japón y Holanda logran la recuperación casi total del concreto desechado.
El concreto se puede fabricar en un 100% a partir de concreto reciclado	La tecnología permite que el concreto recuperado sea usado como agregado en nuevo concreto pero el cemento nuevo siempre es necesario y en la mayoría de las aplicaciones sólo una parte del contenido de agregados reciclados puede ser usado.
El reciclaje de concreto reduce las emisiones de gases con efecto invernadero y la huella de carbono	La mayoría de las emisiones de gases con efecto invernadero son las que provienen de la fabricación del en la producción del cemento.
Reciclar concreto en agregados de menor grado es degradación y no es la mejor solución ambiental	A veces el uso los agregados de menor grado son la solución más sostenible, evitarán el uso de nuevos recursos y requerirán de un mínimo de energía en el procesamiento.
Los agregados reciclados son más costosos	Dependerá de las condiciones locales (incluye costos de transporte).

*Nota.* Algunos mitos y su aclaración sobre el concreto reciclado. Adaptado de *Reciclando Concreto: Iniciativa por la Sostenibilidad del Cemento*, por Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sostenible WBCSD, 2012, p. 07.



## Cuadro 4

### *Verdades sobre el Concreto Reciclado.*

VERDAD	EXPLICACIÓN
El cemento no puede ser reciclado	Una vez fabricado el Clinker de cemento, el proceso es irreversible.
El concreto de demolición es inerte	El concreto es relativamente inerte y por lo general no requiere de ningún tratamiento especial.
El concreto reciclado puede ser mejor que los agregados vírgenes para algunas aplicaciones	Las propiedades físicas de agregados procedentes de concreto de demolición triturados son el material más usado para aplicaciones como bases y subbases viales (...) y por lo general es más económico de obtener que la materia de origen pétreo.
Utilizar agregados reciclados reduce el impacto sobre el uso de la tierra	Al emplear agregados reciclados en lugar de materiales vírgenes se generan menos desechos y se extraen menos recursos naturales.
Aun reciclando todos los residuos de las construcciones y demoliciones (RCD) no se satisface la demanda del mercado por agregados	La casi completa recuperación del concreto proveniente de construcciones y demoliciones sólo proveería alrededor del 20% del total de la demanda por agregados en países desarrollados.
No hay cifras completas sobre las tasas de recuperación	Con frecuencia no existen datos disponibles. Cuando los hay, la diferencia entre los métodos de contabilización dificulta la comparación entre países.

*Nota.* Algunas verdades y su explicación sobre el concreto reciclado. Adaptado de *Reciclando Concreto: Iniciativa por la Sostenibilidad del Cemento*, por Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sostenible WBCSD, 2012, p. 07.

### **2.2.2.3. RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD)**

Son aquellos residuos sólidos generados en las actividades y procesos de construcción, rehabilitación, restauración, remodelación y demolición de edificaciones e infraestructura (Reglamento para la Gestión y Manejo de los residuos de las actividades

de la Construcción y Demolición, 2013), estos incluyen concreto, acero, vidrio, mampostería, asfalto, y otros materiales que provengan de las actividades mencionadas (Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sostenible WBCSD, 2012).

Existen varios factores que influyen en el volumen y composición de los RCD, entre ellos tenemos: tipo de actividad, tipo de construcción, edad de la infraestructura y políticas vigentes (Cruz y Velázquez, 2004), los mismos que influirán en su clasificación. Los RCD en el Perú de acuerdo con el Reglamento para la Gestión y Manejo de los residuos de las actividades de la Construcción y Demolición (2013), son clasificados en residuos peligrosos y no peligrosos, pero en una aproximación genérica se puede clasificar a los RCD de acuerdo al tipo de actividad y objeto de la obra que lo genera. A continuación se muestra la clasificación más común, la cual incluye los principales componentes de los residuos.

## Cuadro 5

### *Clasificación de los RCD de Acuerdo con el Tipo de Actividad.*

ACTIVIDAD	OBJETO	COMPONENTES PRINCIPALES	OBSERVACIONES
Demolición	Viviendas Otros edificios: Obras públicas	- Antiguas: Adobe, madera, yeso, tejas, etc. - Recientes: concreto, acero, metales y plásticos. - Industriales: concreto, acero, ladrillo, etc. - Servicios: concreto, ladrillo, acero, madera.	Los materiales dependen de la edad del edificio y del uso. Los materiales dependen mucho de la edad y el tipo de infraestructura a demoler.
Construcción	Excavación Edificación Reparación y Mantenimiento Reconstrucción Rehabilitación	- Concreto, acero, ladrillos, bloques, tejas, cerámicos, plásticos, materiales no férricos. - Tierras, suelo, roca, productos bituminosos. - Cal, yeso, madera, tejas, materiales cerámicos, pavimentos, ladrillo. - Otro: concreto, ladrillo, yeso, cal, madera.	Originados básicamente por recortes, materiales rechazadas por su inadecuada calidad y roturas por deficiente manipulación.

*Nota.* Del Cuadro 5, Clasificación de los Residuos de Construcción y Demolición de acuerdo con el tipo de actividad, su objeto, componentes principales y observaciones. Tomada de *Concreto reciclado*, por Cruz, J. y Velázquez, R., 2004, p. 24.

#### **2.2.2.4. AGREGADOS DE CONCRETO RECICLADO (ACR)**

Los agregados reciclado están adquiriendo relativa importancia y en el Perú su uso no es del todo difundido (ICG, 2004), La Norma Técnica Peruana NTP 400.053 (1999) lo llama Granulado de concreto y lo define como “material secundario de construcción proveniente del tratamiento del concreto y mortero de demolición hasta llevarlo a partículas de tamaño similar al de los agregados” (p. 06), y la norma NTP 400.011 (2008), lo define como “Agregado procedente de tratamiento de materiales inorgánicos usados en construcción” (p. 02), existiendo similitud, concordancia y complementariedad.

Estudios efectuados para determinar la conveniencia del uso de agregados reciclados para la elaboración de nuevos concretos precisa que puede ser deseable desde el punto de vista económico y ambiental (ICG, 2004), pero han sido “usados satisfactoriamente como agregado en sub-bases granulares y de hormigón pobre, suelo cementos y en hormigón nuevo reemplazando total o parcialmente al agregado convencional” (Quiroz y Salamanca, 2006).

#### **- PROCESAMIENTO Y PRODUCCIÓN DE LOS ACR**

El reciclaje del concreto que ya cumplió su vida útil atraviesa un proceso de reciclado que consiste en romper el concreto existente, transportarlo a una planta adaptada, triturarlo y usarlo como agregado para la elaboración de nuevos concretos, sean estructurales o no (Ruelas, 2015); su producción se realiza de forma similar al proceso que se emplea para producir agregados naturales triturados (Miñan, 2012).

Los escombros de concreto serán previamente limpiados para retirar cualquier tipo de impurezas, separando al máximo posible los elementos metálicos que contenga (Valdivieso, 2019), se reducirá su tamaño mediante procesos mecánicos, mediante cribado y trituración en chancadoras, para facilitar su traslado hacia lugares destinados para su acopio.

#### **- CARACTERÍSTICAS DEL ACR**

Nilo (2018), expone que los agregados reciclados presentan las principales características:

- El tipo de trituración que se le realice al agregado influye en la gradación que estas tengan.
- Presentan una densidad menor a las de los agregados naturales.
- Absorben mayor cantidad de agua debido al gran nivel de porosidad que presentan.
- Presentan un elevado desgaste en la máquina de los ángeles, debido a que durante el ensayo todo el mortero adherido es eliminado.

Es importante saber la procedencia de los agregados reciclados, ya que de eso dependen su clasificación y propiedades (Miñan, 2012).

#### **2.2.2.5. TIPOLOGÍA DEL ACR**

Los agregados de concreto reciclado pueden clasificarse de forma variada debido a su heterogeneidad (Guía Española de Áridos Reciclados Procedentes de Construcción y Demolición – GEAR, 2012), esta clasificación depende de la normatividad de procedencia el cual responde a la necesidad del país, así como a las características típicas en sus procesos constructivos y los materiales que utilizan en mayor o menor cantidad.

Sáiz (2015), en concordancia con La Guía Española de Áridos Reciclados Procedentes de Construcción y Demolición – GEAR (2012), clasifica a los agregados de concreto reciclado de la siguiente forma:

## Cuadro 6

### *Clasificación de los Agregados Reciclados.*

CLASIFICACIÓN DE LOS AGREGADOS RECICLADOS	
Por su Composición	En función de rangos que delimitan la cantidad de los elementos pétreos, o no, que componen el material (cerámico, concreto, asfalto y otros).
Por su Granulometría	En función de rangos preestablecidos que los delimitan por tamaños máximos y mínimos (gravas, arenas, etc.).
Por su Pureza	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Residuos triturados procedentes de demoliciones.</u> Provenientes de residuos de concreto y cerámicos con cierto contenido de impurezas.</li> <li>- <u>Residuos de demoliciones clasificados y limpios.</u> Provenientes de residuos de concreto y cerámicos sin impurezas ni contaminantes.</li> <li>- <u>Residuos cerámicos.</u> Material con contenido cerámico con contenido de concreto &lt; 5%.</li> <li>- <u>Residuos de concreto limpio.</u> Material triturado de hormigón con contenido de cerámica, contaminante e impureza &gt; 5%.</li> </ul>
Por su Uso	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Agregados para rellenos.</u> Para este uso son válidas las cuatro categorías de clasificación por su pureza.</li> <li>- <u>Agregados para drenajes.</u> Para esta aplicación también son válidas las cuatro categorías descritas anteriormente.</li> <li>- <u>Agregados para bases y sub bases de carreteras.</u> Para esta aplicación son válidas las tres últimas categorías descritas en la clasificación por su pureza.</li> <li>- <u>Agregados para fabricación de concretos.</u> Para este caso se recomienda la categoría de residuos de concreto limpio, siendo aptas también la categoría de residuos de demolición clasificados y de residuos cerámicos de la clasificación según su pureza.</li> </ul>

*Nota.* Del Cuadro 6, Clasificación de los agregados reciclados por su composición, granulometría, por el nivel de pureza y por su uso. Adaptada de *Utilización de arenas procedentes de residuos de Construcción y Demolición, RCD, en la fabricación de morteros de albañilería*, por Sáiz, P., 2015, p. 89.

#### **2.2.2.6. PROPIEDADES DEL ACR**

Las propiedades del agregado de concreto reciclado serán como las de cualquier otro agregado fino empleado en la elaboración de concretos y morteros, cuyos resultados dependerán en gran medida el uso para cual fue destinado el concreto de origen, el tipo y la dosificación que se haya utilizado.

##### **- PROPIEDADES FÍSICAS DEL ACR**

Aquel material que pretenda ser usado como agregado para la elaboración de concretos sean reciclados o no tendrán que presentar una granulometría, densidad, absorción, entre otras propiedades que estén bajo las exigencias de las normas vigentes, tales propiedades estarán directamente relacionadas con el proceso de triturado, seleccionado y el tamizado realizado en el proceso de reciclaje del concreto (Arias, 2017).

El árido reciclado, al proceder del machaqueo, tiene formas muy angulares. Además, debido al contenido de mortero adherido a los áridos naturales con los que se fabricó el concreto, tiene su textura superficial más áspera, su densidad más baja, y su porosidad y capacidad de absorción de agua más altas que las de los áridos de partida del mismo tamaño. Al disminuir el tamaño del árido reciclado, disminuye también la densidad y aumenta la absorción. (Ruelas, 2015, p. 66).

Será necesario entonces tomar en cuenta el tamaño máximo de las partículas del ACR pues es sabido que un mayor porcentaje de finos puede afectar las propiedades del mortero.

## **- PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ACR**

La resistencia al desgaste y dureza que presenten los ACR dependerán en gran medida de la resistencia del concreto original (Ruelas, 2015), investigaciones realizadas a los ACR concuerdan en, que éstos presentan una menor resistencia al desgaste a comparación con el agregado natural, “esto se debe a la naturaleza porosa del material, la existencia de grietas y la poca resistencia del mortero adherido” (Gonzales, 2002, como se citó en Arias, 2017, p. 30).

El ensayo que permitirá determinar tal resistencia será el de Abrasión los Ángeles, que de acuerdo con la norma ASTM C-33 (2008) estándar "Especificación Estándar para hacer concreto", los agregados a emplearse para la elaboración de concretos deberán presentar una pérdida determinada menor al 50%.

## **- PROPIEDADES QUÍMICAS DEL ACR**

Para la producción del cemento se emplea componentes químicos, dichos componentes son la principal causa de la alta alcalinidad en el agregado de concreto reciclado cuando entra en contacto con el agua ( $\text{pH} > 11$ ), la alta alcalinidad podría ocasionar expansiones y fisuras, por lo que se recomienda no reciclar concretos que hayan sufrido grandes deterioros relacionados con reacciones sílico-alcalinas y otros agentes químicos (Ruelas, 2015).

### **2.2.2.7. CONSISTENCIA DE LA MEZCLA CON ACR**

“La consistencia en el concreto elaborado con material reciclado es de suma importancia, aunque es posible controlar esta propiedad teniendo mucho cuidado en la dosificación y corrección por humedad durante el diseño de mezclas” (Ruelas, 2015, p. 66).

Investigaciones precisan que el asentamiento de la mezcla se ve principalmente afectado por la dosis de cemento, tipo de cemento y por el porcentaje de agregado reciclado que se utilizará. Se tendrá un leve asentamiento en los concretos con agregado reciclado respecto a los concretos convencionales. Existirá una pérdida de asentamiento a medida que aumenta la cantidad de cemento empleada. Lo anterior puede atribuirse a que el aumento de la dosis de cemento implica una mayor cantidad de partículas de cemento a ser hidratadas con la misma dosis de agua, lo que produciría la pérdida de asentamiento registrada (Aguilar, 2005, como se citó en Ruelas, 2005).

#### **2.2.2.8. DOSIFICACIÓN DE MEZCLAS CON ACR**

El ACR puede ser usado como agregado fino y grueso, la dosificación de estos se puede determinar en pruebas de laboratorio, donde el contenido de cemento va relacionado de acuerdo con la resistencia que se desea alcanzar y el contenido de agua la necesaria para poder garantizar una adecuada trabajabilidad (Foster, 1986, como se citó en Valdivieso, 2019).

Miñan (2012), afirma que “los morteros con árido fino reciclado experimentan un aumento notable de la demanda de agua, hasta un 67% adicional para el 100% de arena reciclada, para mantener la consistencia”. En ese sentido se debe trabajar con una buena relación a/c para obtener una mezcla trabajable, asimismo se deberá tener en cuenta el porcentaje de finos a utilizar.

### **2.2.3. ALBAÑILERÍA**

#### **2.2.3.1. GENERALIDADES**

Se define como albañilería o mampostería al sistema estructural compuesto por un conjunto de “unidades de albañilería” asentadas o adheridas entre sí con un mortero



de cemento o barro. Las unidades pueden ser naturales (piedras) o artificiales (adobe, tapias, ladrillos y bloques). (Norma E.070 Albañilería).

Debido a las cualidades de resistencia, durabilidad y al bajo costo del principal y más difundido componente de la albañilería, el ladrillo, ha hecho que este sistema de construcción sea uno de los más difundidos y más utilizados si a uso habitacional se refiere, no solo en nuestra ciudad, sino en el Perú y el mundo.

### **2.2.3.2. TIPOS DE ALBAÑILERÍA**

Según San Bartolomé, Quiun y Silva (2011) en el libro *Diseño y construcción de estructuras sismorresistentes de albañilería*, realiza la siguiente clasificación de los sistemas de albañilería:

- **POR LA FUNCIÓN ESTRUCTURAL**
- **MUROS NO PORTANTES**

Aquellos que no soportan cargas verticales: cercos, parapetos y tabiques; diseñados y construidos de forma que solo lleven cargas de su propio peso y cargas transversales a su plano. (San Bartolomé, Quiun y Silva, 2011).

- **MUROS PORTANTES**

Aquellos diseñados y construidos de forma que pueda transmitir cargas horizontales y verticales de un nivel al nivel inferior o a la cimentación. Estos muros componen la estructura de un edificio de albañilería y tendrán continuidad vertical. (NTE E.070, 2006). “Estos muros están sujetos a todo tipo de sollicitación, tanto contenida en su plano como perpendicular a su plano, tanto vertical como lateral y tanto permanente como eventual” (San Bartolomé, 1994, p. 06).

- **POR LA DISTRIBUCIÓN DE LOS ESFUERZOS**

- **ALBAÑILERÍA NO REFORZADA**

También considerado como albañilería simple por carecer de algún tipo de refuerzo o con refuerzo que no cumple con los requisitos mínimos de la norma NTE E.070 (2006) para considerarse albañilería reforzada, esta norma limita su uso para construcciones de un piso.

- **ALBAÑILERÍA REFORZADA**

- **ALBAÑILERÍA ARMADA**

Los muros que lo conforman se caracterizan por tener refuerzo interior con varillas de acero distribuidas de forma vertical y horizontal e integrada con concreto líquido, de tal forma que el sistema actúe conjuntamente para resistir los esfuerzos (San Bartolomé, Quiun y Silva, 2011).

Para este tipo de albañilería se utilizarán unidades del tipo alveolar por donde se colocara el refuerzo vertical.

- **ALBAÑILERÍA LAMINAR**

Los muros que lo conforman están “constituido por una placa delgada de concreto (dependiendo del espesor, 1 a 4 pulgadas, se usa grout o concreto normal) reforzado con una malla de acero central, y por 2 muros de albañilería simple que sirven como encofrados de la placa”. (San Bartolomé, 1994, p. 11).

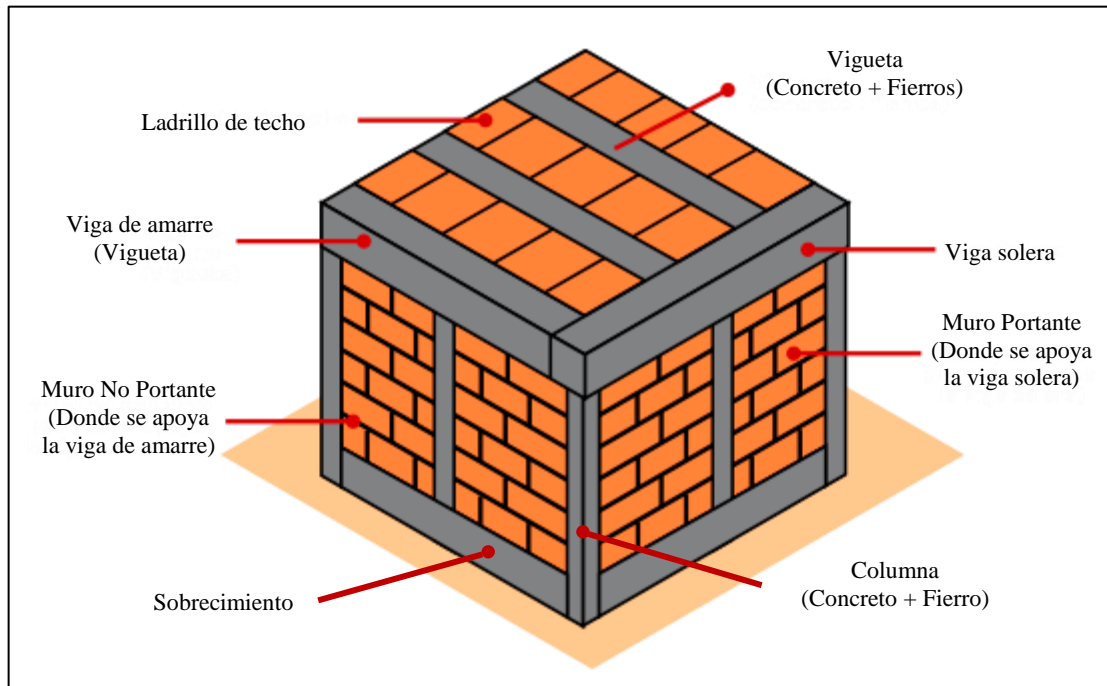
- **ALBAÑILERÍA CONFINADA**

Aquella reforzada con elementos de concreto armado en todo su perímetro, vaciado posteriormente a la construcción del muro. (NTE E.070, 2006). Caracterizada por tener como principal elemento de soporte de cargas axiales a muros portantes, este elemento actúa en conjunto con columnas y vigas soleras de concreto armado, formando

un marco rígido sobre el cual se apoyan el resto de elementos estructurales como son losas (Alarcón, 2017).

## Figura 2

*Esquema de la Albañilería Confinada.*



*Nota.* Configuración y esquema estructural de la albañilería confinada. Tomada de *Muros de Albañilería Confinada*, por Maestro Perú S.A., Revista Técnica, 2019, p. 02, con el respaldo del Instituto de la Cámara Peruana de la Construcción CAPECO.

Para la construcción de muros de albañilería confinada se pueden utilizar unidades de albañilería de distintos materiales como arcilla, sílice – calcáreo y concreto, los cuales poseen características distintas una a la otra (San Bartolomé, 1994). Es muy importante seguir una secuencia para la construcción de muros portantes, ya que de lo contrario se perderían propiedades importantes de confinamiento de las estructuras de refuerzo.

### 2.2.3.3. CONSIDERACIONES MÍNIMAS

Dado que los muros de albañilería confinada son los de mayor aplicación y difusión en las construcciones de albañilería de altura media en el Perú (de uno a cuatro pisos) (Gallegos y Cassabone, 2005), estos deberán cumplir con las siguientes consideraciones para ser considerados como tales:

- Estar enmarcados en sus cuatro lados por elementos de concreto armado verticales (columnas) y horizontales (vigas soleras), considerándose al cimiento de concreto como elemento de confinamiento horizontal para muros ubicados en el primer piso (NTE E.070, 2006).
- La máxima distancia de ejes de columnas de confinamiento será dos veces la distancia entre los elementos horizontales de refuerzo y no mayor que 5 m (NTE E.070, 2006).
- El espesor efectivo de los muros, representado por “t” será:  $t = h / 20$  (para las Zonas Sísmicas 2 y 3) (NTE E.070, 2006), se tuvo en consideración tal valor por constituirse nuestro ámbito de aplicación en la Zona Sísmica 3.
- El área mínima de confinamiento de las columnas deberá ser:

$$A_c (\text{min}) = 15 t (\text{cm}^2)$$

Donde:

t = espesor efectivo del muro (cm)

- La viga solera tendrá un peralte igual al espesor de la losa del techo (NTE E.070, 2006), con un área suficiente para alojar al refuerzo respectivo, su función será transmitir cargas verticales y horizontales hacia la albañilería (San Bartolomé, 1994).
- El espesor efectivo del muro será igual al espesor mínimo de las columnas y solera (NTE E.070, 2006).

- El área de acero mínimo de refuerzo en los elementos de confinamiento horizontales y verticales según la NTE E.060 (2009), debe ser:

$$A_s (min) \geq 0.1 f'c x \frac{A_c}{f_y}$$

Donde:

$A_s$  = Área del acero vertical u horizontal.

$f'c$  = Resistencia a compresión axial del concreto a los 28 días de edad.

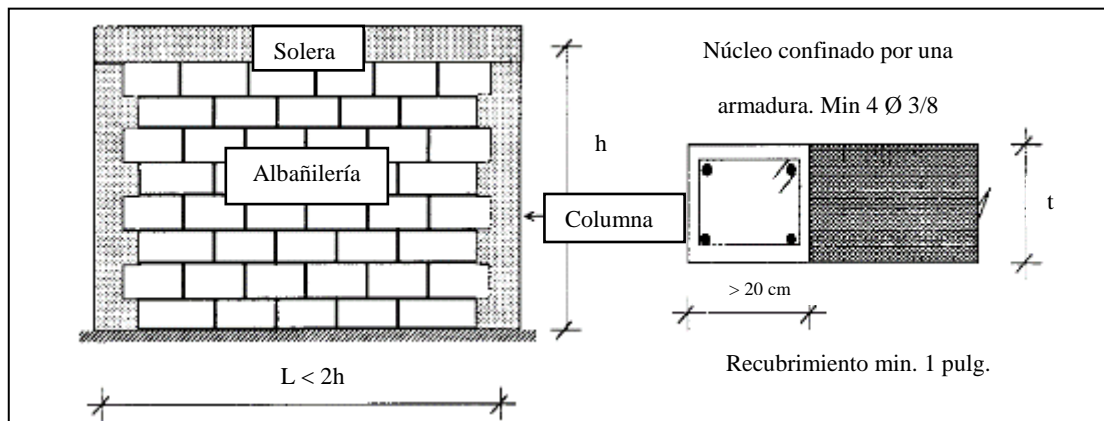
$A_c$  = Área bruta de la sección transversal de una columna de confinamiento.

$f_y$  = Esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo.

Para el caso se aconseja utilizar como un mínimo 4 varillas de acero de  $\emptyset$  3/8"; además los elementos de confinamiento tendran un concreto cuya resistencia mínima sea  $F'c \geq 17,5 MPa$  ( $17,5 kg/cm^2$ ), (NTE E.070, 2006).

### Figura 3

*Requisitos Mínimos del Muro Confinado.*

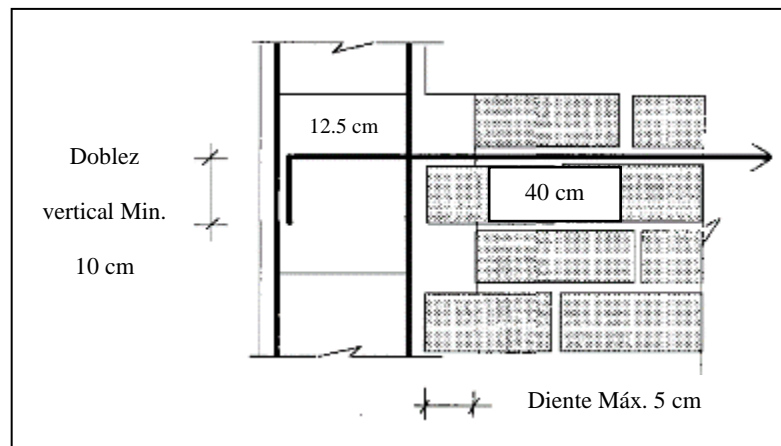


*Nota.* Requisitos mínimos que señala la Norma E.070 para que un muro se considere confinado. Tomado de *Construcciones de Albañilería*, por San Bartolomé, A., 1994, p. 15.

- La conexión columna – albañilería podrá ser endentada o al ras, de emplearse una conexión dentada, la longitud de la unidad saliente no excederá de 5 cm, en el caso de emplearse una conexión al ras se adicionaran “mechas” o “chicotes” de anclaje compuestos por varillas de 6 mm de diámetro que penetren al menos 40 cm al interior de la albañilería y 12.50 cm al interior de la columna más un dobléz vertical de 90° de 10 cm, el cual también se usara para conexión endentada si es que lo requiere (NTE E.070, 2006).

#### Figura 4

*Anclaje de Refuerzo Horizontal en Muro Confinado.*



*Nota.* Detalle del anclaje del refuerzo horizontal continuo en un muro dentado confinado.

Toamdo de *Construcciones de Albañilería*, por San Bartolomé, A., 1994, p. 18.

#### 2.2.3.4. COMPONENTES DE LA ALBAÑILERÍA CONFINADA

Por los diversos materiales que se emplean en la construcción de los muros confinados tales como el concreto, acero, ladrillo y mortero, hacen que su comportamiento sea complejo de analizar y por tanto, el comportamiento ideal queda sujeto a observaciones experimentales.

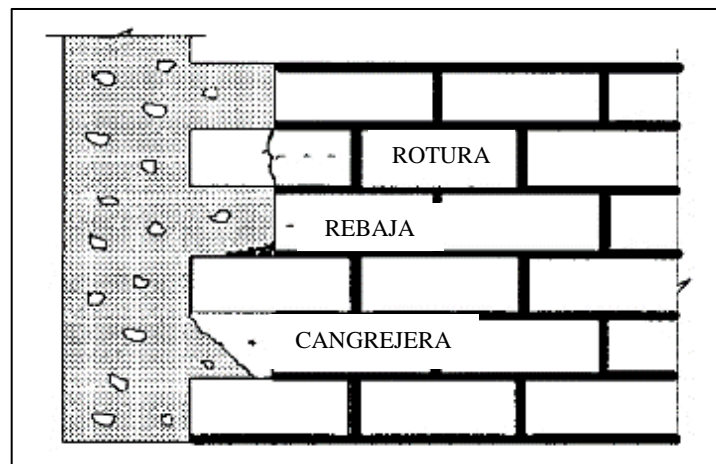
## - CONCRETO

Los estados de esfuerzos, compresión, tracción y corte – fricción, a los que están sometidos los elementos de confinamiento como la columna, viga solera y cimiento, crea la necesidad de que se emplee un concreto cuya resistencia mínima ( $f'c$ ) sea de 175 kg/cm<sup>2</sup> (NTE E.070, 2006).

La dimensión de las columnas, los aceros de refuerzo verticales y horizontales, los estribos y el endentado, hacen que se genere estreches en el área de confinamiento, por lo que el concreto debe presentar un alto asentamiento en tal sentido se recomienda que tenga un slump de 6 pulgadas (San Bartolomé, 1994), utilizando agregados con tamaños menores a ½” y se realice una buena técnica de vibración, y así el concreto pueda discurrir y cubrir todo el área de confinamiento de forma uniforme y así evitar cangrejeras.

### Figura 5

*Defectos en Conexión Dentada Columna – Albañilería.*



*Nota.* Tres defectos en la conexión dentada columna – albañilería: rotura de la unidad por el vibrado, rebajas del mortero que debieron limpiarse antes de vaciar el concreto y cangrejera bajo el diente. Tomado de *Construcciones de Albañilería*, por San Bartolomé, A., 1994, p. 20.

## **- ACERO DE REFUERZO**

Para los elementos de confinamiento de concreto, deberá utilizarse barras de acero corrugado de 9 m de longitud y diámetros de 3/8", 1/2" y otros. Para los estribos de corte se permitirá usarse barras lisas (pero no trefilado) de 1/4" de diámetro. Para ajustar y unir las barras se usará alambre N° 16 (Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres - CISMID, 2004).

El refuerzo en la junta de mortero, de ser requerido, será con alambres delgados cuyos diámetros no deberán exceder a la mitad del espesor nominal de la junta, pues de incluir acero se reduciría la resistencia a la compresión de la albañilería (Gallegos y Cassabone, 2005), este refuerzo será continuo (varillas de 6 mm de diámetro) y deberá penetrar por lo menos 40 cm al interior del muro y 12.50 cm al interior de la columna con un doblez vertical de 90° de 10 cm (NTE E.070, 2006).

## **- UNIDADES DE ALBAÑILERÍA**

Existe una gran variedad de unidades que se emplea en los muros confinados, y es el componente básico para la construcción de la albañilería.

El comportamiento sísmico de los muros dependerá en gran medida de la calidad de ladrillos o bloques empleados y el procedimiento constructivo adecuado (Pinedo, 2017).

### **- CLASIFICACIÓN**

#### **- POR SUS DIMENSIONES**

#### **- LADRILLOS**

Se caracterizan por su peso relativamente ligero y por sus dimensiones que hace que se pueda manejar con una sola mano en el proceso de asentado (NTE E.070, 2006).



Una típica pieza debe tener un ancho de 11 cm a 14cm, un largo de 23 cm a 29 cm y una altura de 6 cm a 9 cm; con un peso que oscile entre 3 kg a 6 kg (Tapia, 2015).

#### - BLOQUES

Están hechos para ser manipulados por las dos manos debido a sus dimensiones y peso (NTE E.070, 2006), y puede llegar a pesar hasta los 15 kilogramos, su ancho no está determinado pues variara por los alveolos o huecos que puedan presentar, también son usados para la armadura o el concreto líquido (Tapia, 2015).

#### - POR SU MATERIA PRIMA Y FABRICACIÓN

Por la materia prima que emplean en su elaboración existen tres tipos: de arcilla, de Sílice - Cal y de Concreto (NTE E.070, 2006).

Por la fabricación estos pueden ser artesanales o industriales.

#### - PARA FINES ESTRUCTURALES

La NTE E.070 (2016), para efectos de diseño estructural establece que las unidades de albañilería deberán cumplir con las características como se muestra en la tabla a continuación:

**Tabla 7**

*Clasificación para Fines Estructurales.*

CLASE DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES					
Clase	Variación de la Dimensión (Máxima en porcentaje)			Alabeo (Máximo en mm)	Resistencia Característica a la Compresión $f'_c$ mínimo en Mpa (Kg/cm <sup>2</sup> ) sobre área bruta.
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4.9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6.9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9.3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12.7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17.6 (180)
Bloque P(1)	± 4	± 3	± 2	4	4.9 (50)
Bloque NP(2)	± 7	± 6	± 4	8	2.0 (20)

(1) Bloque usado en la construcción de muros portantes.

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

*Nota.* De la Tabla 7, Clasificación de las unidades de albañilería para fines estructurales.

Tomado de *Albañilería*, de la Norma Técnica de Edificaciones E.070, (2006), p. 19.

Esta misma norma presenta las limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales para las distintas zonas sísmicas.

### **Tabla 8**

*Limitaciones de las Unidades De Albañilería en su Aplicación.*

LIMITACIONES EN EL USO DE LA UNIDAD 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.
Solido Artesanal	No	Si, hasta dos pisos	Si
Solido Industrial	Si	Si	Si
Alveolar	Si	Si	Si
Hueca	Celdas totalmente rellenas con grout	Celdas totalmente rellenas con grout	Celdas totalmente rellenas con grout
Tubular	No	No	Si
	No	No	Si, hasta 2 pisos

*Nota.* Limitaciones en el uso de las unidades de albañilería para fines estructurales de acuerdo al tipo, zonas sísmicas y nivel de edificación; tales limitaciones establecen condiciones mínimas que pueden ser exceptuadas bajo un informe y memoria de cálculo sustentado por un ingeniero civil. Tomado de *Albañilería*, de Norma Técnica de Edificaciones E.070, (2006), p. 20.

Sin embargo estas limitaciones pueden ser exceptuadas con el respaldo de un informe técnico y memoria de cálculo sustentados por un ingeniero civil (NTE E.070, 2006).

#### **- POR EL ÁREA DE ORIFICIOS**

Pudiendo ser estos orificios alveolos o perforaciones:

- **UNIDAD SOLIDA O MACIZA**

Aquella cuyos alveolos o perforaciones perpendiculares a la superficie de asiento tiene un área menor o igual que el 30% del área de la sección bruta (NTE E.070, 2006).

- **UNIDAD HUECA**

Aquella cuyos alveolos o perforaciones perpendiculares a la superficie de asiento tiene un área mayor que el 30% del área de la sección bruta (NTE E.070, 2006).

- **PRUEBAS**

La NTE E.070 (2006), pone en manifiesto una serie de pruebas de campo y laboratorio a la que las unidades de albañilería deberán someterse antes de cualquier proceso constructivo para conocer la calidad y las características de este material.

Las pruebas y ensayos a considerarse son: Muestreo, Resistencia a la compresión (NTP 399.613 y NTP 339.604), Variación dimensional (NTP 399.613 y NTP 399.604), Alabeo (NTP 399.613) y Absorción (NTP 399.604 y NTP399.I613), (NTE E.070, 2006).

- **ACEPTACIÓN DE LA UNIDAD**

La NTE E.070 (2006), establece algunas características que las unidades de albañilería deberán cumplir para ser aceptadas como tal:

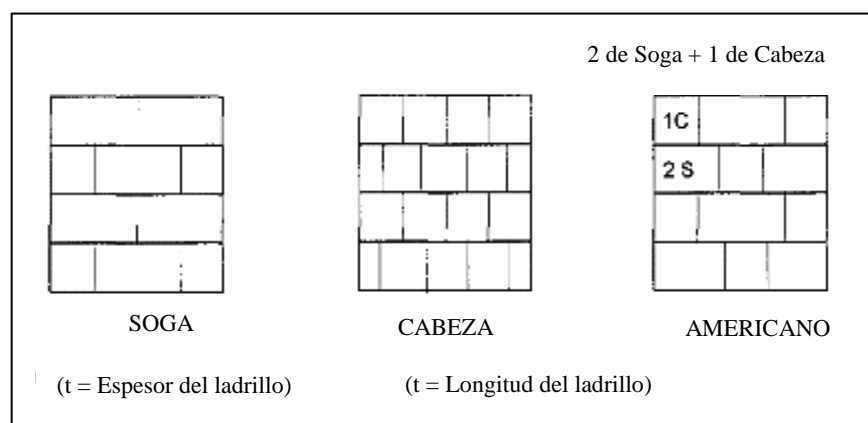
- El coeficiente de variación dimensional no deberá ser mayor que el 20% para unidades industriales ni mayor que el 40% para unidades artesanales.
- Las unidades de arcilla y sílico calcáreas no tendrán una absorción mayor que el 22% y los bloques no mayor que el 12%.
- No deberán presentar materias extrañas (guijarros, conchuelas, etc.)
- La unidad de albañilería de arcilla estará bien cocida, tendrá un color uniforme y no presentara vitrificaciones.
- Al ser golpeadas con un martillo deberán emitir un sonido metálico.

- La unidad de albañilería no deberá tener resquebrajaduras, fracturas, hendiduras, grietas u otros.
- No deben tener manchas salitrosas ni blanquecinas (eflorescencia).
- Deben estar limpias de polvo y de gránulos sueltos.
- **AMARRE O APAREJO**

Respecto al amarre de las unidades, es necesario que entre hiladas éste sea traslapado, pudiendo ser estos de tipo soga, cabeza o amarre americano; dependerá del espesor que deba tener el muro para soportar distintas solicitaciones (San Bartolomé, 1994).

### Figura 6

*Tipos de Amarre en Albañilería.*



*Nota.* Tipos usuales de amarre o aparejo en albañilería, también deberá considerarse el amarre denominado “de canto”. Tomado de *Construcciones de Albañilería*, por San Bartolomé, A., 1994, p. 25.

- **MORTERO DE ASENTADO**

El mortero de asentado es un compuesto de conglomerantes inorgánicos que se emplea para adherir horizontal y verticalmente las unidades de albañilería (NTE E.070, 2006).

El mortero está compuesto por cemento portland, cal hidratada normalizada, opcional, y arena gruesa a los cuales se le añadirá la máxima cantidad de agua que proporcione una mezcla trabajable (se recomienda un slump de 6 pulgadas), adhesiva y sin segregación de agregado (NTE E.070, 2006), de tal forma que el mortero no sea aplastado por las unidades de albañilería asentadas sobre ella.

La función del mortero será la de adherir las unidades de albañilería y corregir las irregularidades que los mismos presenta, así como de llenar por completo todas las juntas (San Bartolomé, 1994); el mínimo espesor del mortero será de 1.00 cm y el máximo espesor será de 1.50 cm o dos veces la tolerancia dimensional de la altura de la unidad más 4 mm (NTE E.070, 2006). San Bartolomé (1994) señala que “cuanto mayor es el espesor de las juntas, decrece la resistencia a compresión y al corte en la albañilería” (p. 26).

- **COMPONENTES**

- **CEMENTO**

Su función será la de proporcionar resistencia a la mezcla. Se utiliza por lo general Cemento Portland Tipo I y se venden en bolsas de 1 pie cubico (ft<sup>3</sup>) con 42.5 kg de peso (San Bartolomé, 1994).

El cemento a utilizar deberá estar en buenas condiciones de almacenamiento, evitando que este expuesto a condiciones que puedan alterar su composición y estado como por ejemplo la humedad (Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres - CISMID, 2004).

## - CAL HIDRATADA NORMALIZADA

En el caso de llegarse a utilizar, este material debe ser hidratada y normalizada (San Bartolomé, 1994) y así proporcionar a la mezcla trabajabilidad y retentividad (evitar que el agua se evapore rápidamente).

## - ARENA GRUESA

Su función será la de proporcionar estabilidad volumétrica a la mezcla y de atenuar su contracción por el secado; a medida que la arena gruesa contenga partículas redondeados y de una granulometría completa (variedad en los tamaños), permitirá que se llenen los espacios vacíos (San Bartolomé, 1994).

El material estará libre de material orgánico y sales; la granulometría propuesta por la Norma NTE E.070 (2006) es la siguiente:

**Tabla 9**

*Granulometría de la Arena Gruesa.*

GRANULOMETRÍA DE LA ARENA GRUESA	
Malla ASTM	% Que Pasa
N° 4 (4.75 mm)	100
N° 8 (2.36 mm)	95 a 100
N° 16 (1.18 mm)	70 a 100
N° 30 (0.60 mm)	40 a 75
N° 50 (0.30 mm)	10 a 35
N° 100 (0.15 mm)	2 a 15
N° 200 (0.075 mm)	Menos de 2

*Nota.* Granulometría del agregado fino o arena gruesa natural para uso en albañilería.

Tomado de *Albañilería*, de Norma Técnica de Edificaciones E.070, (2006), p. 21.

De acuerdo a la Norma NTE E.070 (2006), se aceptarán otras granulometrías siempre que los ensayos de prismas y muretes proporcionen resistencias de acuerdo a las especificaciones en los planos.

Asimismo la Norma NTE E.070 (2006) brinda otras especificaciones correspondientes a la granulometría de las arenas gruesas:

- No deberá quedar retenido más del 50% de arena entre dos mallas consecutivas.
- El módulo de fineza estará comprendido entre 1.6 y 2.5.
- El porcentaje máximo de partículas quebradizas será: 1% en peso.
- Por ningún motivo se utilizara arena de mar.
- **AGUA**

El agua será potable y libre de sustancias contaminantes, ácidos, álcalis y materia orgánica. (NTE E.070, 20016), y tendrá la función de proporcionar trabajabilidad la mezcla y la de hidratar el cemento.

**- PROPORCIONES**

La Norma NTE E.070 (2006), especifica las proporciones que tendrán los componentes del mortero, para lo cual clasifica a los morteros en: Tipo “P” para su empleo en muros portantes y Tipo “NP” utilizado en los muros no portantes; para el caso del tipo “P” se deja como alternativa de emplear cal en el mortero.

**Tabla 10**

*Morteros con Cal.*

TIPOS DE MORTERO				
Tipo	Componentes			Usos
	Cemento	Cal	Arena	
P1	1	0 a 1/4	3 a 3 1/2	Muros Portantes
P2	1	0 a 1/2	4 a 5	Muros Portantes
NP	1	-	Hasta 6	Muros No Portantes

*Nota.* Proporciones volumétricas en estado suelto de acuerdo al tipo de mortero con cal.

Tomado de *Albañilería*, de Norma Técnica de Edificaciones E.070, (2006), p. 22.

**Tabla 11***Morteros sin Cal.*

TIPOS DE MORTERO			
Tipo	Componentes		Usos
	Cemento	Arena	
P1	1	3 a 3 1/2	Muros Portantes
P2	1	4 a 5	Muros Portantes
NP	1	Hasta 6	Muros No Portantes

*Nota.* Proporciones volumétricas en estado suelto de acuerdo al tipo de mortero sin cal.

Tomado de *Albañilería*, de Norma Técnica de Edificaciones E.070, (2006), p. 21.

La clasificación de los morteros para distintos países obedece a propiedades de resistencia a la compresión inherentes a las propiedades de los materiales que usan (Sánchez 2001), pero sin duda la norma más difundida es la Norma ASTM C-270 (1991) que clasifica a los morteros en “M”, “S”, “N”, “O” y “K” para mampostería simple, según resistencia a la compresión a 28 días y según dosificación.

**Tabla 12***Morteros de Asentado para Albañilería.*

TIPO DE MORTERO	RESISTENCIA A COMPRESIÓN			CEMENTO PORTLAND	CEMENTO ALBAÑILERÍA	CAL	AGREGADO FINO SUELTO
	(MPa)	(Kg/cm <sup>2</sup> )	(p.s.i)				
	M	17.2	175				
S	12.4	126	1,800	0.5 1	1 -	0.25 a 0.5	Entre 2.25 y 3 veces la suma de cemento y cal utilizados
N	5.2	53	750	- 1	1 -	0.5 a 1.25	
O	2.4	25	350	- 1	1 -	1.25 a 2.50	
K	0.5	5	75	1	-	2.50 a	
						4.00	

*Nota.* Clasificación de morteros de asentado o pega para albañilería simple y sus requisitos para especificaciones de proporción. Tomado de *Especificación estándar para*



*mortero usado en mampostería*, por Sociedad Americana para Pruebas y Materiales, ASTM C-270, 1991, p. 04.

La empresa Aceros Arequipa (2013), en su manual: *Manual del Maestro Constructor*, el Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres - CISMID (2004) en su guía: *Guía para la construcción con albañilería* y el investigador peruano San Bartolomé (1994) en su libro *Construcciones de Albañilería*, sugieren más no establecen que para edificaciones de más de 3 pisos, se recomienda usar las siguientes proporciones volumétricas (cemento portland tipo I: arena gruesa) 1:3 o 1:4; mientras que para edificaciones de 1 a 2 pisos es suficiente con emplear la mezcla 1:5.

Asimismo Sánchez (2001), en su libro *Tecnología del Concreto y del Mortero* manifiesta que “se ha clasificado los morteros de cemento de acuerdo a la experiencia y a la proporción cemento: arena como se muestra a continuación:” (p. 307).

**Tabla 13**

*Uso de los morteros.*

MORTERO	USOS
1 : 1	Mortero muy rico para impermeabilizaciones. Rellenos.
1 : 2	Para impermeabilizaciones y pañetes de tanques subterráneos. Rellenos
1 : 3	Impermeabilizaciones menores. Pisos.
1 : 4	Pega para ladrillos en muros y baldosas. Pañetes finos
1 : 5	Pañetes exteriores: pega para ladrillos y baldosas, pañetes y mampostería en general. Pañetes no muy finos
1 : 6 y 1 : 7	Pañetes interiores: pega para ladrillos y baldosas, pañetes y mampostería en general. Pañetes no muy finos
1 : 8 y 1 : 9	Pegas para construcciones que se van a demoler pronto. Estabilización de taludes en cimentaciones.

*Nota.* De la Tabla 13, Uso de los morteros de cemento de acuerdo a sus proporciones volumétricas. Tomado de *Tecnología del concreto y mortero*, por Sánchez, D, 2001, p. 307.

#### - **PROPIEDADES, PRUEBAS Y ENSAYOS**

Sánchez (2001), clasifica las propiedades del mortero de concreto en dos estados, el fresco o plástico y el endurecido con sus respectivas pruebas.

#### - **PROPIEDADES EN ESTADO FRESCO**

#### - **MANEJABILIDAD**

La manejabilidad está relacionada con la consistencia, que hace referencia al estado de fluidez del mortero, determinando cuan blanda o dura es esta en estado plástico (Sánchez, 2001).

Para determinar la fluidez de la mezcla en obra, se puede utilizar la prueba de revenimiento (slump) en el cono de Abrams (ASTM C-143), en tal sentido se recomienda sea de 6 pulgadas. En el Laboratorio se realiza el ensayo en la mesa de sacudidas o de flujo (ASTM C-230) (San Bartolomé, 1994).

A continuación se presenta una tabla en la que se sugiere una guía de la manejabilidad requerida para diferentes tipos de construcción y sistemas de colocación, en la que se definen tres tipos de consistencia y fluidez del mortero.

**Tabla 14***Fluidez del Mortero.*

CONSISTENCIA	FLUIDEZ (%)	CONDICIONES DE COLOCACIÓN	EJEMPLOS DE TIPOS DE ESTRUCTURAS	SISTEMA DE COLOCACIÓN
Dura (seca)	80 – 100	Secciones sujetas a vibración	Reparaciones, recubrimiento de túneles, galerías, pantallas de cimentación, pisos.	Proyección neumática, con vibradores.
Media (plástica)	100 – 120	Sin vibración	Pega de mampostería, baldosas, pañetes y revestimientos.	Manual, con palas y badilejos.
Fluida (húmeda)	120 – 150	Sin vibración	Pañetes, rellenos de mampostería estructural, morteros autonivelantes para pisos.	Manual, bombeo, inyección.

*Nota.* Fluidez recomendada del mortero para diversos tipos de estructura y condiciones de colocación, de *Tecnología del concreto y mortero*, por Sánchez, D, 2001, p. 308.

- **PROPIEDADES EN ESTADO ENDURECIDO**

- **RESISTENCIA Y DURABILIDAD**

La resistencia que tenga el mortero a la compresión dependerá en definitivo de la relación a/c y de la granulometría de la arena (Salamanca, 2001).

Se determinará mediante el ensayo de resistencia a la compresión en probetas de mortero de 5 cm de lado vaciados sobre moldes metálicos curados durante 28 días con fines de controlar la calidad del mortero (San Bartolomé, 1994), estará determinada por la norma ASTM C – 109.

Se considera entonces que los morteros con alta resistencia a la compresión tienen buena durabilidad (Sánchez, 2001), que se refleja en la resistencia a los agentes externos

tales como las bajas temperaturas, la penetración de agua, desgaste por abrasión, eflorescencias, agentes corrosivos, choques térmicos, entre otros.

#### **2.2.3.5. ENSAYOS EN SISTEMAS DE ALBAÑILERÍA**

Para estos ensayos se trabajara con muestras al que se les denomina pilas y muretes, estos especímenes se construyen con los mismos insumos, características y procedimiento con las que se construyen los elementos de albañilería.

##### **- ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL**

Este ensayo se aplica a pilas o prismas de albañilería que son muestras compuestas por dos o más hiladas de unidades de albañilería unidas entre ellas con capas horizontales de mortero, su procedimiento de ensayo estará determinada por la Norma NTP 399.605 (2013).

Estas muestras fallarán por tracción ortogonal a la compresión aplicada generándose entonces una grieta vertical, debido a que el mortero trabajara a compresión mientras que la unidad de albañilería trabajará a tracción lateral, el otro tipo de falla común en estos especímenes es por aplastamiento, sea de la unidad o del mortero, producida cuando se utilizaron materiales de baja resistencia (San Bartolomé, 1994).

Entonces el resultado obtenido del ensayo será con la división de la carga de agrietamiento entre el área bruta o neta de la unidad, sea esta solida o hueca, esta resistencia característica a la compresión estar representada por  $f'_m$  (San Bartolomé, 1994).

##### **- ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL**

Este ensayo se aplica a muretes que se comportaran como elementos de albañilería y estarán determinadas por la Norma NTP 399.621 (2004).

Estos especímenes fallarán por una fuerza cortante a través de las juntas en forma de escalón, o cortando las unidades de albañilería de forma diagonal al murete (tracción diagonal), este último tipo de falla se producirá al existir una adecuada adherencia entre el mortero y la unidad (San Bartolomé, 1994).

El valor que se obtenga de la división entre la carga aplicada (carga de agrietamiento) y el área de la diagonal, será la resistencia a la compresión diagonal del murete (cortante), representada por  $v'm$  (San Bartolomé, 1994).

### **2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS**

Agregados naturales: Se entiende por agregado a la mezcla de arena y piedra de granulometría variable.

Agregado fino: Son partículas provenientes de la desintegración natural o artificial, que pasa el tamiz 3/8".

Agregado grueso: Son las partículas retenidas en el tamiz N°4 (4.75 mm), provenientes de la desintegración natural o mecánica de rocas.

Agregado reciclado: Agregado obtenido de concreto reciclado, después de un proceso de trituración.

Agua: Elemento esencial en la preparación del concreto, está relacionado con la resistencia y trabajabilidad.

Cemento: Conglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas y posteriormente molidas, que tiene la propiedad de endurecerse con el agua.

Concreto: Material formado principalmente por un aglomerante al que se añade partículas de agregado, cierta cantidad de agua y en casos aditivos específicos.

Concreto convencional: Concreto elaborado con materiales naturales sin ningún tipo de alteración.

Concreto reciclado: Concreto obtenido de RCD y RP para obtener agregado grueso y fino que será utilizado en la elaboración de concreto.

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

Control de calidad del concreto: Procedimientos técnicos cuya práctica permite que el concreto cumpla con los requisitos especificados.

Elaborar: Preparar un producto por medio de trabajos adecuados.

Mampostería – albañilería: Técnica en la que se superponen materiales como ladrillos, bloques de concreto, chapas o rocas al momento de levantar algún muro, parámetro o división.

Mortero: Constituido por una mezcla de aglomerante y agregado fino a los cuales se añadirá la máxima cantidad de agua que proporcione una mezcla trabajable, adhesiva y sin segregación del agregado. (Norma E.070).

Pasta: Mezcla del cemento más agua, aquella parte del concreto endurecido.

Reciclar: Someter una materia a un mismo ciclo para ampliar y/o incrementar sus efectos.

RCD: Residuos de construcción y demolición.

RP: Residuos de procesos.

Trabajabilidad: Propiedad del concreto, mortero, grout o revoque fresco, que determina por la facilidad para el mezclado, colocación, moldeo y acabado.

Triturar: Moler, desmenuzar una materia sólida sin que esta sea reducirla a polvo.

Unidad de albañilería: Ladrillos y bloques de arcilla cocida, de concreto o de sílice-cal.

Puede ser sólida, hueca alveolar o tubular. (Norma E.070 Albañilería).

## **2.4. HIPÓTESIS**

### **2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL**

El Agregado de Concreto Reciclado se comporta adecuadamente como insumo para la elaboración de morteros de asentado de muros de albañilería confinada en la provincia de Huancayo en el año 2020.

### **2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

- A mayor porcentaje de sustitución con Agregado de Concreto Reciclado el mortero de asentado de muros de albañilería confinada presenta mejor consistencia y trabajabilidad en el ensayo de consistencia.
- Los morteros de asentado de muros de albañilería confinada elaborados con sustitución de Agregado de Concreto Reciclado tienen mayores valores en el ensayo de resistencia a la compresión simple.
- Los prismas y muretes construidos utilizando morteros de asentado de muros de albañilería confinada con sustitución de Agregado de Concreto Reciclado presentan mayores valores en los ensayos de resistencia a la compresión axial y diagonal respectivamente.

## **2.5. VARIABLES**

VARIABLE INDEPENDIENTE

X = Agregado de Concreto Reciclado.

VARIABLE DEPENDIENTE

Y = Mortero de asentado de albañilería confinada.

## **2.5.1. DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LA VARIABLE**

### **2.5.1.1. AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO**

La Norma NTP 400.053 (1999) lo llama Granulado de concreto y lo define como “material secundario de construcción proveniente del tratamiento del concreto y mortero de demolición hasta llevarlo a partículas de tamaño similar al de los agregados” (p. 06), y la norma NTP 400.011 (2008), lo define como “Agregado procedente de tratamiento de materiales inorgánicos usados en construcción” (p. 02)

### **2.5.1.2. MORTEROS DE ASENTADO DE ALBAÑILERÍA CONFINADA**

El mortero "estará constituido por una mezcla de aglomerante y agregado fino a los cuales se añadirá la máxima cantidad de agua que proporcione una mezcla trabajable, adhesiva y sin segregación del agregado" (NTE E.070, 2006, P.21), y será utilizado para adherir vertical y horizontalmente las unidades de albañilería NTE E.070 (2006).

## **2.5.2. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE LA VARIABLE**

### **2.5.2.1. AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO**

Los factores a ser considerados como dimensiones serán las propiedades que tiene el Agregado de Concreto Reciclado (ACR) que son: propiedades físicas y mecánicas, los indicadores dentro de las propiedades físicas serán entonces la granulometría, la gravedad específica, absorción, peso unitario y porcentaje de vacíos que tendrá; el indicador dentro de las propiedades mecánicas será la resistencia al desgaste. Todas estas propiedades estarán sujetas a pruebas y ensayos que responderán a normas en las que se indicaran la unidad de medición, los instrumentos, materiales y equipos que se emplearan así como el procedimiento a realizar.



### **2.5.2.2. MORTEROS DE ASENTADO DE ALBAÑILERÍA CONFINADA**

Los factores a ser considerados como dimensiones serán las propiedades en estado fresco, endurecido y de adherencia que tienen los morteros de albañilería confinada. Los indicadores de la primera dimensión son: Manejabilidad, los indicadores de la segunda dimensión serán: resistencia a la compresión simple del mortero y por último los indicadores de la tercera dimensión serán: Resistencia a la compresión axial en prismas y la resistencia a la compresión diagonal en muretes; los mismos que estarán sujetos a normas para realizar la correcta realización de las pruebas y ensayos.

Se establece una relación causal entre las variables: Agregado de concreto reciclado y morteros de asentado de albañilería confinada de la siguiente forma:

$$Y = f(X)$$

### **2.5.3. OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE**

**Tabla 15**

*Operacionalización de la variable.*

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UND MED	PRUEBA O ENSAYO	INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN	NORMA	
AGREGADOS DE CONCRETO RECICLADO	La Norma NTP 400.053 (1999) lo llama Granulado de concreto y lo define como “material secundario de construcción proveniente del tratamiento del concreto y mortero de demolición hasta llevarlo a partículas de tamaño similar al de los agregados” (p. 06), y la norma NTP 400.011 (2008), lo define como “Agregado procedente de tratamiento de materiales inorgánicos usados en construcción” (p. 02)	Propiedades físicas del ARC	Granulometría	%	Análisis granulométrico.	Ficha de observación.	ASTM C-136	MTC E-204
			Peso específico y absorción.	Gr/cm3, %	Ensayo de Peso específico y absorción.	Ficha de observación.	ASTM C-128	MTC E-205
			Peso unitario y porcentaje de vacíos	Kg/m3, %	Ensayo de Peso unitario y porcentaje de vacíos.	Ficha de observación.	ASTM C-29	MTC E-203
		Propiedades mecánicas del ARC	Resistencia al desgaste	%	Prueba de desgaste	Ficha de observación.	ASTM C-131	MTC E-207
MORTEROS DE ASENTADO DE ALBAÑILERÍA CONFINADA	El mortero "estará constituido por una mezcla de aglomerante y agregado fino a los cuales se añadirá la máxima cantidad de agua que proporcione una mezcla trabajable, adhesiva y sin segregación del agregado" (NTE E.070, 2006, p.21), y será utilizado para adherir vertical y horizontalmente las unidades de albañilería NTE E.070 (2006).	Propiedades en estado fresco	Consistencia del mortero	pulg	Ensayo de asentamiento	Ficha de observación.	NTP 339.035	ASTM C-143
		Propiedades en estado endurecido	Resistencia a la compresión de especímenes cúbicos de 50 mm de lado.	kg/cm2	Resistencia a la compresión simple de especímenes cúbicos de 50 mm de lado.	Ficha de observación.	NTP 334.051	ASTM C-109
		Propiedades de adherencia mortero - ladrillo	Resistencia a la compresión axial en prisma y pilas	kg/cm2	Ensayo de resistencia a la compresión axial en prismas de tres hiladas	Ficha de observación.	NTP 399.605	ASTM E-447
			Resistencia a la compresión diagonal en muretes	kg/cm2	Ensayo de resistencia a la compresión diagonal en muretes de 600 mm de lado.	Ficha de observación.	NTP 399.621	ASTM E-519

*Nota.* Elaboración propia.

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN**

El método de la investigación fue el método científico, que de acuerdo a Ruiz (2007) es:

El procedimiento planteado que se sigue en la investigación para descubrir las formas de existencia de los procesos objetivos, para desentrañar sus conexiones internas y externas, para generalizar y profundizar los conocimientos así adquiridos, para llegar a demostrarlos con rigor racional y para comprobarlos en el experimento y con las técnicas de su aplicación. (p. 06).

En ese sentido el metodo científico se aplicó en esta investigación toda vez que se realizaron ensayos y pruebas de laboratorio al agregado de concreto reciclado (ACR) al agregado pétreo natural (APN) y al mortero en su estado fresco y endurecido a pilas y muretes elaborados con los agregados ya mencionados con diferentes sustituciones de los mismos.

### **3.1.1. MÉTODO GENERAL**

#### **3.1.1.1. INDUCTIVO – DEDUCTIVO**

Este método está conformado por dos procedimientos inversos: inducción y deducción, ambos se complementan mutuamente, mediante la inducción se establecen generalizaciones a partir de conocimiento de casos particulares luego a partir de esa generalización se deduce y se llega a afirmaciones particulares que responden a conclusiones lógicas. (Rodríguez y Pérez, 2017).

Para este caso, el método deductivo nos permitió generalizar que el Agregado de Concreto Reciclado se comporta de forma adecuada en morteros, mientras que el deductivo permitirá que se corrobore ello al realizar ensayos empleando sustituciones de los mismos al 0%, 25%, 50% y 75% de ACR.

### **3.1.2. MÉTODO ESPECÍFICO**

#### **3.1.2.1. EXPERIMENTAL**

El experimento, como método de investigación científica, surge como consecuencia del esfuerzo del ser humano por penetrar en la esfera de lo desconocido, utilizando para ello su actividad transformadora sobre el mundo que lo rodea. (Viera, 2012).

Para esta investigación, en consideración a lo citado, se realizaron ensayos de laboratorio con el fin de conocer como el empleo del Agregado de Concreto Reciclado interactúa al ser usado para la elaboración de morteros de asentado de muros de albañilería confinada.

### **3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

La presente investigación es del tipo aplicada, pues “busca la generación de conocimiento con aplicación directa a los problemas de la sociedad. Esta se basa fundamentalmente en los hallazgos tecnológicos de la investigación básica, ocupándose del proceso de enlace entre la teoría y el producto”. (Lozada, 2014, p.34).

En ese sentido esta investigación permitió determinar la empleabilidad del ACR para la elaboración de morteros con el proposito de dar alcances a los profesionales de la construcción, técnicos, albañiles y sociedad civil para la construcción de muros de albañilería confinada.

### **3.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

El nivel de la investigación fue Descriptivo – Correlacional, que nos ayudó a determinar el grado de relación existente entre dos o más variables, fenómenos o eventos observados, con el que se afirmó en qué medida estas están asociadas con las variaciones que presenten las otras (Canto, 2010).

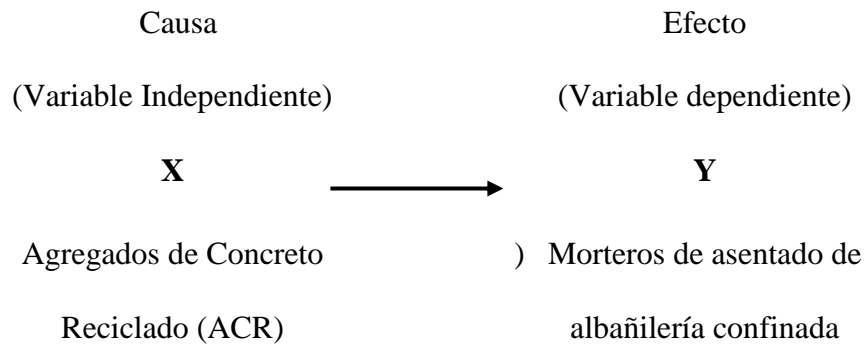
Es así que se determinó con esta tesis el grado de relación que existió entre el Agregado de Concreto Reciclado y los morteros de asentado de albañilería confinada.

### **3.4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

La investigación tuvo como diseño de investigación el Experimental, que según Hernández, et al (2014), “se refiere a un estudio en el que se manipulan intencionalmente una o más variables independientes (supuestas causas antecedentes), para realizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes”(p. 129).

Como diseño específico se utilizó el diseño Experimental Puro, debido a que se utilizaron pruebas y post pruebas para realizar la evaluación de los grupos antes y después del tratamiento experimental.

El esquema del presente diseño fue el siguiente, Hernández, et al (2014):



### 3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA

#### 3.5.1. POBLACIÓN

Teniendo el concepto de que la población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones (Lepkowski, 2008), nuestra población estuvo conformada de acuerdo a las normas NTP 334.051 (2013), NTP 399.605 (2013) y NTP 399.621(2004) por 36 especímenes de morteros, pilas y muretes de albañilería confinada para muros no portantes de igual cantidad, elaboradas con mortero de asentado en las que para cada caso se realizará la sustitución del 0%, 25%, 50% y 75% del Agregado de Concreto Reciclado (ACR) por agregado Pétreo Natural (APN) con periodos de curado a los 3, 14 y 28 días para los morteros y 7, 14 y 28 días para los prismas y muretes, semejante a como lo realizó Clemente (2017) en su investigación *Estudio de Mortero Reciclado*.

### **3.5.2. MUESTRA**

La muestra a considerar fue del tipo No Probabilístico que según Hernández, et al. (2014) son también llamadas muestras dirigidas que suponen un procedimiento de selección informal, las cuales estarán relacionadas con las características de la investigación o los propósitos del investigador.

Nuestro propósito fue entonces la de ensayar todos los especímenes elaborados, nuestra muestra para esta investigación representó a toda la población.

### **3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Esta investigación tuvo a la Observación como técnica de recolección de datos, esta técnica según Zapata (2006), comprende procedimientos que utiliza el investigador para presenciar directamente el fenómeno que estudia, la cual conducirá a la verificación del problema planteado.

Los instrumentos de recolección de datos son los medios que se emplean para recoger y almacenar la información (Sabino, 2000), en tal sentido para esta investigación se hizo uso de fichas de observación.

Las fichas de observación son instrumentos de recolección de datos referidos a un objeto específico en que se determinarán variables específicas, permitiendo obtener mayor información del fenómeno mediante la observación en un tiempo dado (Garay, 2020), en ese sentido las fichas de observación en esta investigación permitieron el correcto registro de la realización de pruebas y ensayos que se le realizó al agregado pétreo natural, agregado de concreto reciclado, a los morteros y a los especímenes de albañilería confinada como pilas y muretes; al tratarse de una investigación de enfoque cuantitativo las fichas de observación empleadas responderán a resultados numéricos, tales fichas se presentan en el Anexo N° 03: Fichas de observación.

### **3.7. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

La información recolectada por las diferentes fuentes fue ordenada y clasificada dependiendo del tema que abarca y del de grado de importancia, se esquematizó generando jerarquía entre ellas, se elaboró cuadros, gráficos y demás formas visuales de resumir y organizar ideas; del mismo modo se generó puntos de discusión, de acuerdo a normas y reglamentos vigentes.

Asimismo se hizo uso de softwares y programas para el correcto procesamiento de datos, tales como Microsoft Excel y el programa estadístico SPSS; se detalla el procesamiento de la información a continuación:

#### **3.7.1. TOMA DE MUESTRAS**

En esta investigación, para cada ensayo de los agregados, Agregado de Concreto Reciclado (ACR) y Agregado Pétreo Natural (APN), las muestras representativas fueron extraídas y preparadas de acuerdo a la Norma NTP 400.010 (2001), para la determinación de cada propiedad se precisa cierta cantidad de dichos agregados ya que ambas muestras necesitan ser analizadas de la misma manera; del mismo modo para la elección de uso de los insumos utilizados en muros de albañilería confinada y sus ensayos fueron determinados con las Normas Técnicas Peruanas NTP 339.035 (2009), NTP 334.051 (2013), NTP 399.605 (2013) y NTP 399.621 (2004).

##### **3.7.1.1. AGREGADOS**

###### **- AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO (ACR)**

Los bloques de concreto, de diferentes tamaños, fueron obtenidos de desmonte de obras de mejoramientos de pistas y veredas tales como: “MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL EN LA AV. ALAMEDA, TRAMO: JR. BOLIVIA – AV. CENTENARIO, DISTRITO DE SAN



JERÓNIMO DE TUNAN – HUANCAYO - JUNÍN” y “MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL EN LAS PISTAS Y VEREDAS DE LA AV. ALFONSO UGARTE Y PROLONGACIÓN JR. VÍCTOR CAMPOS HUALHUAS DISTRITO DE HUALHUAS PROVINCIA DE HUANCAYO DEPARTAMENTO DE JUNÍN”, luego de haber desechado escombros de pavimento rígido demolido, los escombros se obtuvieron a razón de que los pavimentos en mención iban a ser mejorados.

**Figura 7**

*Bloques de concreto de Demolición de Pavimentos Rígidos.*



*Nota.* Bloques de concreto de demolición de pavimentos rígidos procedente de la obra vial “Mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal en la Av. Alameda, tramo: Jr. Bolivia – Av. Centenario, distrito de San Jerónimo de Tunan – Huancayo - Junín”. Elaboración propia.

## **Figura 8**

*Bloques de Concreto de Demolición de Sardineles y Veredas.*



*Nota.* De la Figura 8. Bloques de concreto de demolición de sardineles y veredas procedente de la obra vial “Mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal en las pistas y veredas de la Av. Alfonso Ugarte y prolongación Jr. Víctor Campos Hualhuas distrito de Hualhuas provincia de Huancayo departamento de Junín”. Elaboración propia.

El concreto demolido seleccionado y requerido, de tamaños que oscilaban desde 6” a 40”, fue transportado en un volquete de 5 cubos, hacia el lugar donde se ubica la trituradora, distrito de San Agustín de Cajas. Posterior a ser depositado el material en un lugar limpio se procedió a lavarlos para eliminar impurezas propias de todo desmonte como restos de tierra, material orgánico e inorgánico, restos de pinturas, etc.

## **Figura 9**

*Transporte de los Bloques De Concreto.*



*Nota.* De la Figura 9, Transporte de los bloques de concreto hasta lugar de depósito en el distrito de San Agustín de Cajas – Huancayo. Elaboración propia.

## **Figura 10**

*Depósito y Limpieza de los Bloques de Concreto Demolido.*



*Nota.* De la Figura 10, Depósito y limpieza de los bloques de concreto demolido, se limpió y eliminó elementos extraños que pudiesen alterar las propiedades del agregado a obtener. Elaboración propia.

Una vez seco y limpio los bloques de concreto fueron rompiéndose de forma manual, utilizando combos de 12 lb y 16 lb, para obtener fragmentos pequeños que puedan ser manipulados y luego procesados en la trituradora de mandíbula pequeña.

### **Figura 11**

*Trituración de los Bloques de Concreto.*



*Nota.* Trituración manual, con combos de 12lb y 16lb, y mecánica con trituradora de mandíbula a los bloques de concreto reciclados. Elaboración propia.

La trituradora que se utilizó para fragmentar el concreto reciclado fue el de tipo mandíbula modelo PE 250 X 400, siendo uno de los más pequeños dentro del mercado.

**Tabla 16**

*Especificaciones Técnicas de Trituradora de Mandíbula.*

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Modelo	PE 250 x 400
Tamaño de entrada (mm)	250 x 400
Máximo largo de alimentación (mm)	200
Alcance ajustable de salida (mm)	20 - 50
Capacidad (t/h)	5 - 20
Potencia de motor (kw)	15
Peso (t)	2.9
General dimensión (mm)	1430 x 1310 x 1340

*Nota.* Especificaciones técnicas de trituradora de mandíbula empleada para la trituración mecánica de los bloques de concreto reciclado, siendo uno de los más pequeños en el mercado. Elaboración propia.

**Figura 12**

*Trituradora de Mandíbula.*



*Nota.* Trituradora de mandíbula modelo PE 250 x 400 empleada para la trituración mecánica de los bloques de concreto. Elaboración propia.

Una vez triturado los fragmentos de bloques de concreto y teniendo en consideración de que el alcance de salida ajustable mínimo de la trituradora de mandíbula PE 250 x 400 es de 20 mm y que nosotros requerimos la granulometría típica de una arena gruesa, para morteros, pasante de la Malla N° 4 (4,75 mm), como lo indica la NTE E. 070 (2006), las muestras ya trituradas obtenidas fueron zarandeadas a través de esta malla, obteniendo únicamente material pasante por la malla N° 4 (4,75 mm), para cumplir con la granulometría de la arena gruesa.

### **Figura 13**

*Proceso de Zarandeo.*



*Nota.* Zarandeo del agregado triturado a través de la malla metálica N° 4 (4,75 mm).  
Elaboración propia.

Tras este proceso y dado que se obtiene un porcentaje considerable de polvo fino (pasante malla N° 200), se optó por eliminar este último material, puesto que aumenta la absorción del agregado y por consiguiente la cantidad de agua requerida para una consistencia determinada, así como realizó Hincapié y Aguja (2003). En su publicación *Agregado Reciclado Para Morteros* de la revista Universidad EAFIT, quienes además

afirman que el polvillo fino obtenido (residuos de pasta de cemento hidratada) incrementa la absorción del agregado perjudicando la manejabilidad del mortero.

#### **Figura 14**

*Tamizaje y Eliminación de Finos.*



*Nota.* Tamizaje y eliminación de partículas finas pasantes de la malla N° 200 (0.075 mm).  
Elaboración propia.

#### **- AGREGADO PÉTREO NATURAL (APN)**

El agregado en los morteros proporciona economía, trabajabilidad, reducción en la retracción e influye en la resistencia a la compresión (Hincapié y Aguja, 2003), por lo que este debe ser bien gradado, con bajo contenido de finos, libre de sustancias perjudiciales como partículas livianas e impurezas orgánicas y sales. (NTE E.070, 2006).

El agregado empleado fue arena gruesa de cantera, procedente de la Cantera de Pilcomayo ubicada a orillas del río Mantaro- Puente La Breña, de la provincia de Huancayo.

### **3.7.1.2. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA**

#### **- LADRILLO KING KONG 18 HUECOS**

Es uno de los productos de mayor circulación dentro del mercado local y nacional y es el ladrillo portante por excelencia (Alarcón, 2016). Sus dimensiones en el Perú son casi estándar y es uno de los materiales cuyas características técnicas son las más observadas dada su importancia dentro de cualquier edificación. (NTP 331.017, 2015).

Este es un tipo de ladrillo industrializado fabricado con maquinaria que amasa, moldea y prensa o extruye la pasta de arcilla, y al ser producido de forma industrial se caracteriza por su uniformidad a diferencia del ladrillo macizo elaborado de forma artesanal, cabe resaltar que junto con el ladrillo macizo artesanal es uno de los insumos más empleados para las construcciones y edificaciones de albañilería dentro de la ciudad de Huancayo (Alarcón, 2016).

Ladrillos Pirámide Perú (2018), presenta tres tipos de esta unidad: King Kong 30 (Tipo V), King Kong 18 (Tipo IV) y KingKoncito (Tipo III), de los cuales el Tipo V será considerado como industrial sólido, mientras que los tipos IV y III serán considerados como industriales huecos, por el porcentaje de vacíos que presentan tales unidades en su sección transversal.

En tal sentido, para esta investigación se emplearon ladrillos King Kong de 18 huecos del Tipo IV (King Kong industrial hueco), los cuales son de mayor empleabilidad por un tema de desconocimiento y su relativo bajo costo (Ojeda, 2020), los cuales no son recomendables para fines estructurales en las zonas sísmicas 2 y 3, pero si para la zona sísmica 1, tal alcance será exceptuada por el respaldo de un informe y memoria de cálculo por un ingeniero civil (NTE E.070, 2006), será por esta razón que la investigación se



aplicó para muros de albañilería no portante y cuyos resultados se evaluarán para su aplicación en demás usos.

### **Figura 15**

*Ladrillos King Kong 18 huecos Tipo IV.*



*Nota.* Habilitación de los las unidades de albañilería King Kong de 18 huecos Tipo IV (Ladrillo industrial hueco). Elaboración propia.

Empresas y Sociedades dedicadas a la elaboración y comercialización de este producto entre sus catálogos exponen mediante Fichas Técnicas las distintas propiedades y características del ladrillo King Kong de 18 huecos Tipo IV, entre las principales tenemos:

**Tabla 17***Ladrillo King Kong 18 Huecos – FORTE.*

.KING KONG 18 HUECOS				
Uso	Ladrillo para muros portantes.			
Materias Primas Mezcla de Arcillas.	Unidad	Especificación Interna	Normas NTP.399.613, NTP.331.017, RNE. 070	
Propiedades Físicas				
Peso: Mínimo - Máximo	Kg	2.610 – 2.800	-	22.5
Dimensiones: Largo	cm	23.0	2	Min.
			%	23.5
				Max.
Ancho	cm	12.5	3	12.1
			%	Max.
				12.9
				Max.
Alto	cm	9.0	3	8.7 Min.
			%	9.3 Max.
Absorción de Agua	%	< 22.0	Max.	22.0
Área de Vacíos	%	45 - 48	-	
Alabeo	mm	< 4.0	Max.	4.0
Densidad	g/cm3	1.90 – 2.00	-	
Eflorescencia	-	No presenta	No presenta	
Clase	-	Tipo IV	Tipo IV	
Rendimiento	Mortero 1.0 cm	Und/m2	Soga / Cabeza	42 74
	Mortero 1.5 cm	Und/m2	Soga / Cabeza	39 68
Propiedades Mecánicas				
Resistencia a la Compresión	Kg/cm2	> 130	Min	130

*Nota.* Ladrillo King Kong 18 huecos Tipo IV (Industrial hueco) con área de vacíos entre 45% a 48%. Tomado de *Ladrillos King Kong*, de Ladrillos FORTE, Ficha técnica, 2019, p. 01.

**Tabla 18***Ladrillo King Kong 18 Huecos – LARK.*

LADRILLO KING KONG 18 HUECOS			
Características Generales			
Denominación	King Kong 18 Huecos		
Denominación Técnica	King Kong Estándar		
Grupo/Clase/Familia	Construcciones de muro portante		
Dimensiones (mm)	L. Corte	Ancho	Largo
	90	125	230
Peso	2.70 Kg.		
Unidades M2	36		
Descripción General	Ladrillo fabricado de arcilla moldeada, extruida y quemada o cocida en un horno tipo túnel de proceso continuo.		
Características Técnicas			
Según la NTP 3999.613:2005 – 339.604 este ladrillo corresponde:			
TIPO IV: Resistencia y durabilidad altas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio rigurosas.			
Características Físicas			
	Según NTP	Según Muestra	
Variación De La Dimensión (Mm)	±2.0	±2.0	
Alabeo (Mm)	2	1	
Resistencia a la Compresión (Kg/Cm2)	130.0 Kg/cm2	277.0 Kg/cm2	
Absorción (%)	< 22	12.80	
Eflorescencia	No eflorescente	No eflorescente	
Otras Especificaciones			
- Proceso de fabricación altamente controlado.			
- Control de calidad riguroso en todos los proceso.			
- Secado tradicional.			

*Nota.* Ladrillo King Kong 18 huecos Tipo IV (Industrial hueco), si bien este tipo de ladrillos es portante únicamente será para tal fin en la zona sísmica 1 según la norma NTE E.070 (2006). Tomado de *Ladrillos King Kong*, de Ladrillos LARK, Ficha técnica, 2019, p. 01.

**Tabla 19**

*Ladrillo King Kong 18 Huecos – PIRÁMIDE.*

LADRILLO KING KONG 18 HUECOS	
<p><u>Características:</u> Posee 30% de vacíos y usado cuando los planos en obra así lo especifiquen. Adecuado para muros portantes y cercos perimétricos. Ladrillo macizo diseñado para soportar cargas o pesos.</p>	<p><u>Garantía:</u> Por defecto de fabricación</p>
	<p><u>Peso del Producto:</u> 2,8 Kg.</p>
<p><u>Observaciones:</u> El producto debe ser trasladado de forma correcta, para evitar daños en la estructura. Las medidas pueden variar +/- de 2 a 3% en promedio, según fabricación.</p>	<p><u>Profundidad Del Producto:</u> 23 cm</p>
	<p><u>Altura del Producto</u> 9 cm</p>
<p><u>RECOMENDACIONES:</u> De Uso Proteger la cara superior del ladrillo en los huecos de fachada y coronaciones de los muros, hasta que se coloquen los vierteaguas y albardillas. Con objeto de conseguir la máxima uniformidad en el tono de las juntas, conviene realizar el llagueado, transcurrido siempre el mismo tiempo desde la ejecución, llagueando primero las juntas verticales para poder obtener una horizontal más limpia.</p>	<p><u>Advertencia de Uso:</u> Utilizar los implementos de seguridad al momento de manipular el producto. Utilizar el equipo y herramientas adecuadas para instalar el producto. Mantener alejado de los niños. Antes y después de la construcción, no exponerlos a la intemperie. Evitar que se mojen con la lluvia.</p>
<p><u>Modelo:</u> 18 huecos</p>	<p><u>Tipo De Producto:</u> Ladrillo</p>
<p><u>Ancho Del Producto:</u> 12.5 cm</p>	<p><u>Material:</u> Arcilla</p>
<p><u>Color:</u> Naranja</p>	<p><u>Número De Piezas:</u> 1</p>
<p><u>Uso:</u> Para muros portantes.</p>	<p><u>Rendimiento:</u> 39 u/m<sup>2</sup></p>

*Nota.* Ladrillo King Kong 18 huecos Tipo V (Industrial solido), este tipo de ladrillos tiene un área de vacíos del 30% por lo que se podrá emplear para fines estructurales en las zonas sísmicas 1, 2 y 3 (muros portantes en todo el edificio) según la NTE E.070 (2006). Tomado de *Ladrillos King Kong*, de CEPERSA CERÁMICOS PERUANOS S.A. – PIRÁMIDE, Ficha técnica, 2017, p. 01-02.

**Tabla 20***Ladrillo King Kong 18 huecos – LATESA.*

LADRILLO KING KONG 18 HUECOS	
Características Generales	
El ladrillo King Kong de la marca LATESA es un ladrillo estructural para hacer muros portantes (aquellos que soportan la carga de techos y esfuerzos laterales) y en algunos casos también para la utilización de cercos, este ladrillo tiene la propiedad de “Flexo tracción” por su capacidad para resistir fuertes movimientos de energía como los ocasionados por sismos.	
Características Técnicas	
De los Tipos de Ladrillos	TIPO IV: Resistencia y durabilidad altas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicios rigurosos.
Características Físicas	
Dimensiones	9cm x 12 cm x 24 cm Variación de la dimensión según MUESTRA $\pm 2.0\%$
Peso Unitario	Min 2.8 Kg – Max 3Kg
Resistencia a la Compresión	193.19 kg/cm <sup>2</sup> (NTP 399.613.2005)
Alabeo Convexidad Máxima	1mm (NTP 399.613.2005)
Alabeo Concavidad Máxima	1mm (NTP 399.613.2005)
Absorción	Máxima 22% según MUESTRA
Otras Especificaciones	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proceso de fabricación altamente controlado.</li> <li>- Control de calidad rigurosa.</li> <li>- Secado tradicional.</li> <li>- Proceso de fabricación mecanizado Industrial.</li> </ul>	

*Nota.* Ladrillo King Kong 18 huecos Tipo IV (Industrial hueco), por sus características solo podrá ser empleado para muros portantes en todo el edificio en la zona sísmica 1 según la norma NTE E.070 (2006). Tomado de *Ladrillos King Kong*, de Ladrillos LATESA LADRILLERA S.A.C., Ficha técnica, 2020, p. 01.

### **3.7.1.3. CEMENTO**

#### **- CEMENTO PORTLAND TIPO I X 42.5 KG**

El cemento Portland Tipo I es un cemento hidráulico producido mediante la pulverización del Clinker, compuesto esencialmente de silicatos de calcio hidráulicos y que contiene generalmente sulfato de calcio y eventualmente caliza como adición durante la molienda. El cemento Portland Tipo I es para uso general, que no requiere propiedades especiales especificadas para cualquier otro tipo. (SEACE, 2019).

Será utilizada como material aglomerante del mortero, para el caso se usó el de la marca ANDINO, el mismo que es una de las marcas de mayor aceptación y comercialización en nuestro ámbito local como lo demuestra Munguía, et al. (2017), en su Trabajo de Aplicación *Estudio de mercado sobre la preferencia de cemento en Huancayo 2017* en la que una de sus principales conclusiones es que, el 90% de un total de 40 personas encuestadas prefieren usar la marca de cemento Andino, de los cuales 18 fueron albañiles, 12 maestros de obra, 7 ayudantes de obra y 3 personas que se dedican al rubro del expendio de materiales de construcción (ferreteros), siendo el fin construcción de viviendas y otras edificaciones.

El cemento Portland Tipo I no debe contener otros ingredientes, excepto los señalados en el numeral 6 de la NTP 334.009 (2016).

El producto debe cumplir con las siguientes especificaciones:

**Tabla 21***Cemento Portland Tipo I.*

CARACTERÍSTICAS	ESPECIFICACIONES	REFERENCIA
Características Químicas		
Oxido de Magnesio, (Mgo), máx. %		
Trióxido de azufre, (SO <sub>3</sub> ), máx. , % - Cuando (C3A) es 8% o menos. - Cuando (C3A) es más del 8%	Cumplir con lo indicado para el cemento tipo I, en la tabla 1 de la NTP de la referencia.	NTP 334.009:2016 CEMENTOS, Cemento Portland Requisitos. 6° Edición. Y su modificación técnica: NTP 334.009:2016/MT 1:2018
Perdida por ignición, máx., % - Cuando la caliza es un ingrediente. - Cuando la caliza no es ingrediente.		
Residuo insoluble, máx., %		
Características Físicas		
Contenido de aire del mortero, máx., % volumen		
Finura, Superficie específica (m <sup>2</sup> /kg) – ensayo de impermeabilidad al aire – min.		
Expansión en autoclave, máx., %	Cumplir con lo indicado para el cemento tipo I, en la tabla 3 de la NTP de la referencia	NTP 334.009:2016 CEMENTOS, Cemento Portland Requisitos. 6° Edición. Y su modificación técnica: NTP 334.009:2016/MT 1:2018
Resistencia a la compresión, Mpa 3 y 7 días.		
Tiempo de fraguado – Ensayo de Vicat, minuto - Tiempo de fraguado no menor que: - Tiempo de fraguado no mayor que:		

*Nota.* Cemento Portland Tipo I en cumplimiento con la norma NTP 334.009 (2016).

Tomado de *Cementos*, de Bienes comunes SEACE, Ficha técnica aprobada, 2019, p. 01-02.

**Tabla 22***Cemento Andino Tipo I.*

PARÁMETRO	UNIDAD	CEMENTO ANDINO	REQUISITOS NTP-334.009 ASTM C-150
Contenido de aire	%	5.08	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.01	Máximo 0.80
Superficie específica	m <sup>2</sup> /kg	361	Mínimo 260
Densidad	g/ml	3.15	No específica
Resistencia a la Compresión			
Resistencia Compresión 3 días	Kg/cm <sup>2</sup>	274	Mínimo 122
Resistencia Compresión 7 días	Kg/cm <sup>2</sup>	340	Mínimo 194
Resistencia Compresión 28 días	Kg/cm <sup>2</sup>	440	Mínimo 285
Tiempo de Fraguado			
Fraguado Vicat inicial	min	116	Mínimo 45
Fraguado Vicat final	min	285	Máximo 375
Composición Química			
MgO	%	1.93	Máximo 6.0
SO <sub>3</sub>	%	2.68	Máximo 3.0
Perdida al fuego	%	1.49	Máximo 3.0
Residuo insoluble	%	0.69	Máximo 1.5
Fases Mineralógicas			
C <sub>2</sub> S	%	15.53	No específica
C <sub>3</sub> S	%	57.35	No específica
C <sub>3</sub> A	%	7.50	No específica
C <sub>4</sub> AF	%	10.61	No específica
Álcalis Equivalentes			
Cont. de álcalis equivalentes	%	0.47	Requisito opcional, máximo 0.60
Resistencia A Los Sulfatos			
Resist. al ataque de sulfatos	%	0.083	0.10% máx. A 180 días

*Nota.* Cemento Portland Tipo I x 42.5 kg cumplimiento con la norma NTP 334.009 (2016). Tomado de *Cemento Portland*, de Cemento Andino Premium – UNACEM, Ficha técnica, 2020, p. 01.

#### 3.7.1.4. AGUA

El agua empleada para la elaboración del mortero de asentado para muros de albañilería confinada del tipo no portantes, elaborados con Agregados de Concreto Reciclado (ACR), Agregado Pétreo Natural (APN), unidades de King Kong de 18 huecos



Tipo IV y cemento portland tipo I x 42.5 kg fue agua potable, tal como lo indica la NTE E.070 (2006).

### **3.7.2. ENSAYOS DE LABORATORIO**

#### **3.7.2.1. ENSAYOS DE LABORATORIOS PARA AGREGADOS (ACR Y APN)**

##### **- GRANULOMETRÍA**

##### **- REFERENCIA**

Norma ASTM C-136, MTC E-204.

##### **- EQUIPO**

- Cuarteador

- Balanza de 0.01 gr. de sensibilidad.

- Juego de tamices de malla cuadrada: N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100, N° 200, (El juego de tamices nos proporcionan gráficos con separaciones uniformes entre los puntos al dibujar la gradación).

- Horno de temperatura constante de  $110 \pm 5^\circ \text{C}$ .

- Envases adecuados para el secado de muestras.

- Cepillo y brochas, para la limpieza de las mallas de los tamices.

##### **- PROCEDIMIENTO**

- Tomar aproximadamente 6 kg de la muestra.

- Cuartear la muestra hasta deducir la cantidad.

- Secar la muestra representativa en el horno a una temperatura  $110 \pm 5^\circ \text{C}$  por un periodo de 12 a 24 horas.

- Dejar enfriar la muestra a temperatura del ambiente y pesar la cantidad requerida para el ensayo.

- Disgregue los grumos (terrones) del material con el martillo de goma o un pisón de madera para evitar romper partículas.
- Pasar y zarandear toda la muestra a través del juego de tamices incluyendo la tapa y el fondo, se realiza movimientos horizontales y circulares. El tiempo de agitación depende a la cantidad de finos de la muestra.
- Pesar las fracciones retenidas en cada tamiz y anótela en el registro correspondiente.
- La suma de los pesos de todas las fracciones y el peso inicial de la muestra, no debe diferir en más de 1 %.

### Figura 16

*Ensayo de Análisis Granulométrico.*



*Nota.* El ensayo de análisis granulométrico se realizó al agregado de concreto reciclado y al agregado pétreo natural de cantera haciendo uso de las mallas normalizadas ASTM para agregado fino N°s 4, 8, 16, 30, 50, 100 y 200. Elaboración propia.

- **GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN**

- **REFERENCIA**

Norma ASTM C-128, MTC E-205 - 2000

- **EQUIPO**

- Frasco volumétrico, fióla o picnómetro.
- Balanza con sensibilidad de 0.1 g.
- Horno de secado.
- Bomba de vacío o estufa para eliminar el aire del suelo.
- Suministro de agua desaireada.
- Molde cónico, varilla de apisonado, embudo, espátulas y bandejas.
- Tamiz N° 4.

- **PROCEDIMIENTO**

- Homogeneizar la muestra que pasó el Tamiz N° 4, seleccionar 1 kg aproximadamente, secar en el horno, luego se enfría al aire, se saturar la muestra completamente en agua y dejar sumergida durante 24 horas.
- Decantar la muestra, evitando la perdida de finos, extender la muestra sobre una bandeja secando la superficie de las partículas hasta que estas puedan fluir libremente.
- Sujetar el molde cónico, con el diámetro mayor apoyado sobre una superficie plana no absorbente y echar en su interior la muestra, apisonar con la varilla 25 golpes, luego se levanta el molde. Si la superficie de las partículas conserva exceso de humedad el cono de agregado mantendrá su forma original, por lo que se continuara secando el material.

- Realizar la prueba con el molde cónico hasta que se produzca un primer desmoronamiento superficial, indicativo que ha alcanzado la condición de superficie saturado superficialmente seca.
- Se introduce en la fióla, previamente tarada 500 g de material fin, añadir agua hasta la marca de aforo, agitar para eliminar el aire atrapado y pesar.
- Sacar el material fino de la fióla y secarlo en el horno luego secarlo, enfriarlo y pesarlo.
- Determinar el peso de la fióla con agua hasta la marca de aforo.

### **Figura 17**

*Ensayo de Gravedad Específica.*



*Nota.* El ensayo de gravedad específica se realizó al agregado de concreto reciclado y al agregado pétreo natural de cantera, en la figura se observa y se determina el peso de la fiola con agua hasta la marca de aforo. Elaboración propia.

- **PESO UNITARIO Y PORCENTAJE DE VACÍOS**

- **REFERENCIA**

Norma ASTM C-29, MTC E-203

- **EQUIPO**

- Balanza o bascula con una precisión de 0.1%
- Varilla compactadora de acero liso 5/8 pulg. (16 mm) con extremos redondeados.
- Recipiente volumétrico metálico, preferiblemente provisto de asas e impermeable con la pared superior e inferior planos y nivelados, y suficientemente rígido para mantener su forma bajo uso pesado.

- **PROCEDIMIENTO**

- Obtener la muestra y reducir el tamaño de ensayo de acuerdo a la proporción a utilizar y de acuerdo al recipiente de ensayo.
- Secar la muestra de agregado hasta masa constante en horno a  $110 \pm 5^\circ \text{C}$ .
- Varillar la muestra dentro del recipiente metálico con 25 golpes en tres capas sin penetrar la capa anterior y enrasarlo con la varilla compactadora de acero liso.
- Determinar la masa del recipiente más el contenido y la masa del recipiente vacío y registrar con una precisión de 0.05 kg, calcular el contenido de espacios con una precisión de 1%.

## Figura 18

*Ensayo de Peso Unitario.*



*Nota.* El ensayo y determinación del peso unitario se realizó al agregado de concreto reciclado y al agregado pétreo natural de cantera, en la figura se observa el enrasado del agregado fino con la varilla compactadora lisa en el recipiente de ensayo. Elaboración propia.

- **RESISTENCIA AL DESGASTE**

- **REFERENCIA**

Norma ASTM C-131, MTC E-207

- **EQUIPO**

- Balanza de 0.01 gr. de sensibilidad.
- Horno de temperatura uniforme de  $110 \pm 5^\circ \text{C}$ .
- Juego de tamices.
- Máquina de Los Ángeles.
- Carga abrasiva, estará formada por 12 esferas (esferas de acero de un diámetro entre 46.38 mm y 47.63 mm y un peso comprendido entre 390 g y 445 g), el peso total

deberá ser de  $5000 \pm 25$  g. La carga abrasiva dependerá de la granulometría de ensayo A, B, C o D de acuerdo con la siguiente tabla:

**Tabla 23**

*Cargas Abrasivas.*

GRANULOMETRÍA DE ENSAYO	NUMERO DE ESFERAS	PESO TOTAL (g)
A	12	$5000 \pm 25$
B	11	$4584 \pm 25$
C	8	$3330 \pm 20$
D	6	$2500 \pm 15$

*Nota.* Cargas abrasivas por granulometría, tomado de *Método de Ensayo Normalizado para la resistencia a la degradación de los áridos gruesos de tamaño pequeño por el método de abrasión e impacto en la Máquina de Los Ángeles*, por Sociedad Americana para Pruebas y Materiales, ASTM C-131, 2003, p. 03.

**- PROCEDIMIENTO**

- Se determina la granulometría original de la muestra mediante tamizado y empleando una serie de tamices, el material se deja separado en las fracciones correspondientes.

**Tabla 24**

*Granulometría del Agregado para Ensayo.*

PASA TAMIZ		RETENIDO EN TAMIZ		PESOS Y GRANULOMETRÍAS DE LA MUESTRA PARA ENSAYO			
Nº	(mm)	Nº	(mm)	A	B	C	D
1 ½"	37.5	1"	25.0	$1250 \pm 25$			
1"	25.0	¾"	19.0	$1250 \pm 25$			
¾"	19.0	½"	12.5	$1250 \pm 10$	$2500 \pm 10$		
½"	12.5	3/8"	9.5	$1250 \pm 10$	$2500 \pm 10$		
3/8"	9.5	1 ¼"	6.3			$2500 \pm 10$	
1 ¼"	6.3	Nº 4	4.75			$2500 \pm 10$	
Nº 4	4.75	Nº 8	2.36				$5000 \pm 10$
TOTALES				$5000 \pm 10$	$5000 \pm 10$	$5000 \pm 10$	$5000 \pm 10$

*Nota.* De la Tabla 24, Granulometría de la muestra de agregado, Tomado de *Método de Ensayo Normalizado para la resistencia a la degradación de los áridos gruesos de tamaño pequeño por el método de abrasión e impacto en la Máquina de Los Ángeles*, por Sociedad Americana para Pruebas y Materiales, ASTM C-131, 2003, p. 03.

- Se elige el grado de ensayo más aproximado coincidente con la granulometría original de la muestra, lo que significa ensayar la mayor proporción posible del árido original.
- Se pesan los tamaños de las fracciones correspondientes al grado de ensayo elegido, se registra la masa total inicial ( $m_i$ ).
- Se coloca el material en la maquina Los Ángeles y se ensaya de acuerdo al grado elegido.
- Completado el ciclo se saca el material y se tamiza por las mallas de 2.5 mm y 1.6 mm.
- Se reúne el material retenido, se lava y seca a masa constante y se deja enfriar a temperatura ambiente.
- Se pesa y se registra la masa del material retenido final ( $m_f$ )
- Se calcula el desgaste del agregado como el porcentaje de pérdida de masa de la muestra de acuerdo a la siguiente formula, aproximada a 0.1 %.

$$\% \text{ DESGASTE} = \frac{m_i - m_f}{m_i} \times 100$$



## Figura 19

*Ensayo de Resistencia al Desgaste Los Ángeles.*



*Nota.* El ensayo de resistencia al desgaste en la máquina de Los Ángeles se realizó al agregado de concreto reciclado y al agregado pétreo natural de cantera para determinar sus propiedades resistentes al desgaste, este valor no debe ser superior al 50% del peso total de la muestra, como lo establece la norma ASTM C-131, 2003. Elaboración propia.

### **3.7.2.2. ENSAYOS DE LABORATORIO PARA MORTEROS DE ASENTADO**

#### **- MANEJABILIDAD**

Un método indirecto para determinar la manejabilidad de una mezcla, consiste en medir su consistencia o fluidez en obra por medio de la prueba de revenimiento (Slump o asentamiento) con el cono de Abrams. “La manejabilidad es una propiedad del concreto fresco que se refiere a la facilidad con que este puede ser: mezclado, manejado, transportado, colocado, compactado y terminado sin que pierda su homogeneidad (exude o se segregue)”. (Rivera, 2005, p.83).

- **REFERENCIA**

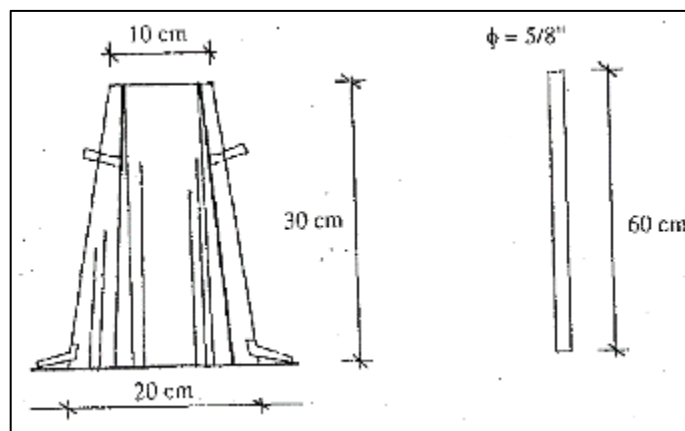
Norma NTP 339.035 (2009) y ASTM C – 143.

- **EQUIPO**

- Cono de Abrams, molde de forma tronco cónica de 20 cm de diámetro en la base inferior y 10 cm en la base superior, ambos orificios son paralelos entre sí, con altura de molde de 30 cm.
- Plancha de acero galvanizada de espesor mínimo de 1.5 mm.
- Barra compactadora de acero lisa de 5/8" (16 mm) de diámetro con punta semiesférica y de aproximadamente 60 cm de longitud.
- Regla graduada para medir el asentamiento en milímetros (mm) y/o pulgadas (pulg).

**Figura 20**

*Equipo para Medición de asentamiento.*



*Nota.* Se muestra el equipo para la medición del asentamiento, estos deberán ensayarse sobre una superficie lisa no absorbente. Tomado de *Tecnología del concreto*, por Abanto, F., 2009, p. 48.

- **PROCEDIMIENTO**

- El molde se coloca sobre una superficie plana y humedecida, manteniéndolo inmóvil, pisando las aletas. Posteriormente se vierte una capa de concreto y/o

mortero hasta un tercio del volumen. El mortero se coloca moviendo la pala en torno del borde superior del molde, para asegurar la homogeneidad. Se apisona con la varilla, aplicando 25 golpes, distribuidos uniformemente.

- En seguida se colocan otras dos capas con el mismo procedimiento a un tercio del volumen y consolidando, de manera que la barra penetre en la capa inmediata inferior.
- La primera capa de 67 mm de altura y la segunda a 155 mm.
- La tercera capa se deberá llenar en exceso, para luego envasar al término de la consolidación. En el caso de faltar material se añadirá el mortero necesario, enrazando con la barra o cuchara de albañil. Lleno y enrasado el molde, se levanta lenta y cuidadosamente en dirección vertical. Se estima que desde el inicio de la operación hasta el término no deben transcurrir más de 2 minutos; de los cuales el proceso de desmolde no toma más de cinco segundos.
- El asiento se mide con aproximación de 5 milímetros, determinando la diferencia entre la altura del molde y la altura media de la cara libre del cono deformado.

## Figura 21

*Medición del Slump o Asentamiento.*



*Nota.* Se realizó la medición del asentamiento que presentaban los morteros elaborados con sustituciones de 0% (mortero patrón), 25%, 50% y 75% de agregado de concreto reciclado. Elaboración propia.

De acuerdo al Slump y al tipo de asentamiento obtenido podemos determinar la consistencia del mortero como:

**Tabla 25**

*Morteros Según su Asentamiento.*

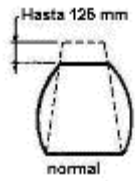
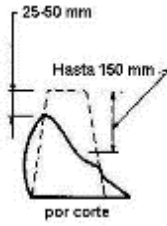

CONSISTENCIA	SLUMP	TRABAJABILIDAD	MÉTODO DE COMPACTACIÓN
Seca	0" - 2"	Poco trabajable	Vibración nominal
Plástica	3" - 4"	Trabajable	Vibración ligera chuseado
Fluida	> 5	Muy trabajable	Chuseado

*Nota.* Tipos de mortero según su asentamiento, trabajabilidad y método de compactación.

Tomado de *Tecnología del concreto*, por Abanto, F., 2009, p. 49.

## Cuadro 7

### Tipos de Asentamiento.

ASENTAMIENTO	DETALLE
<p><u>Verdadero o Normal</u> Propio de mezclas ricas y con buena dosificación de agua, no sufre grandes deformaciones ni sus elementos se separan.</p>	 <p>Hasta 126 mm normal</p>
<p><u>De Corte</u> Originado por el aumento de la cantidad de agua, por lo que los asentamientos son mayores y se reduce el coeficiente de rozamiento.</p>	 <p>25-50 mm Hasta 150 mm por corte</p>
<p><u>De Derrumbamiento o Desplomado</u> Debido a que el mortero es fluido y pobre en finos, evitando que los agregados se mantengan unidos y se derrumben.</p>	 <p>Entre 150 y 255 mm desplomado</p>

*Nota.* Los tres tipos de asentamientos en concretos, verdadero o normal, de corte y de derrumbamiento o desplomado, tomado de *Concreto: Método de ensayo para la medición del asentamiento de concreto de Cemento Portland*, de Norma Técnica Peruana NTP 339.035, 2009, p. 19.

“Cuando los ensayos no tienen la forma del asentamiento verdadero, es decir que la fuerza de deformación es superior al “límite plástico” del material, la prueba se considera sin valor”. (NTP 339.035, 2009).

**- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTEROS USANDO ESPECÍMENES CÚBICOS DE 50 MM DE LADO**

Este método establece la forma de determinar la resistencia a la compresión en morteros de cemento, usando cubos de 50 mm, de lado, los cuales estarán preparados y curados según los procedimientos indicados en la NTP 334.051 (2013) y ASTM C-109.

**- REFERENCIA**

Norma NTP 334.051 (2013) y ASTM C-109.

**- EQUIPO**

- Moldes para especímenes cúbicos de 50 mm deberán ser apropiadamente herméticos. Los moldes no deberán tener más de tres compartimientos cúbicos.
- Mezcladora, recipiente y paleta.
- Compactador fabricado de un material no absorbente, no abrasivo y no quebradizo.
- Máquina de compresión hidráulica o mecánica, con suficiente abertura entre las superficies de apoyo para que permita el uso de aparatos de comprobación. La carga aplicada al espécimen de prueba deberá indicarse con una exactitud de  $\pm 1,0\%$ .
- Cámara húmeda o de curado.

**- PROCEDIMIENTO**

- La mezcla se preparó con las proporciones derivadas de la sustitución del 0%, 25%, 50% y 75% del Agregado Pétreo Natural (APN) por Agregado de Concreto Reciclado (ACR) usando la proporción 1:4 según la tabla N° 11 Tipos de morteros sin cal con la misma relación agua/cemento (a/c) para todos los especímenes.
- El mortero resultante se situó en moldes de vidrio previamente engrasados.

## Figura 22

### *Elaboración de Especímenes Cúbicos de Mortero.*

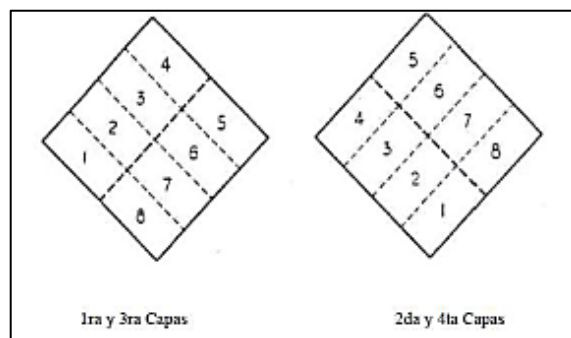


*Nota.* Elaboración de especímenes cúbicos de mortero de 50 mm de lado, colocación en moldes de vidrio previamente engrasados. Elaboración propia.

- El vaciado de la mezcla se realizó en dos capas, compactadas con 32 golpes, en cuatro etapas de 8 golpes cada una, durante 10 segundos por capa. En la siguiente figura se observa el orden de este proceso.

## Figura 23

### *Orden del Apisonado.*



*Nota.* Orden de apisonado en el molde de los especímenes de ensayo. Tomado de *Cementos: Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento Portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado*, de la Norma Técnica Peruana NTP 334.051, 2013, p. 12.

- Los moldes de vidrio con las muestras en su interior se taparon con un trapo húmedo en un periodo de 24 horas, se desmoldaron y se curaron en una posa de curación.

### **Figura 24**

*Curado del Mortero.*



*Nota.* Curado de los especímenes cúbicos de mortero de 50 mm de lado en posa de curación durante los periodos de 3, 14 y 28 días. Elaboración propia.

- El ensayo de compresión fue realizado a tres especímenes por cada sustitución de muestra a los 3, 14 y 28 días de edad de haberse curado.

### **Figura 25**

*Ensayo de Compresión del Mortero.*



*Nota:* Ensayo a compresión simple del mortero de especímenes cúbicos de 50 mm de lado a las edades de 3, 14 y 28 días. Elaboración propia.



## - **RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL EN PRISMAS Y PILAS**

Los especímenes elaborados fueron 3 unidades representativas para la dosificación 1:4 en los diferentes porcentajes de sustitución de APN por ACR (0%, 25%, 50% y 75%) a los 7, 14 y 28 días de curado, haciendo un total de 36 prismas. El ladrillo utilizado fue King Kong 18 huecos (Tipo IV – industrial hueco), estándar 23 x 12.5 x 9 cm de la marca Forte, el cemento fue del tipo Portland I – Andino y el espesor de junta fue 1.2 cm, espesor que está dentro del mínimo (1 cm) y máximo (1.5 cm) establecido por la norma NTE E.070 (2006).

## - **REFERENCIA**

Norma NTP 399.605 (2013) y ASTM E-447.

## - **EQUIPOS Y MATERIALES**

- Recipientes para la mezcla del mortero.
- Plomada, cordel y nivel de mano de aluminio.
- Espátulas y badilejos.
- Balanza, probetas y recipientes graduados para la dosificación exacta de los agregados, cemento y agua.
- Máquina de compresión hidráulica o mecánica, con suficiente abertura entre las superficies de apoyo para que permita el uso de aparatos de comprobación. La carga aplicada al espécimen de prueba deberá indicarse con una exactitud de  $\pm 1,0\%$ .
- Materiales: Ladrillos King Kong 18 huecos Tipo IV (Industrial hueco), cemento portland Tipo I, agua potable, agregado de concreto reciclado y agregado pétreo natural (arena gruesa).

- **PROCEDIMIENTO**

- Los ladrillos seleccionados fueron aquellos que no presentaban defectos o rajaduras en su interior y exterior.
- Los ladrillos fueron limpiados y humedecidos para evitar que absorban la humedad propia del mortero.
- Se fabricaron los prismas de albañilería con capas completas de mortero, colocándolo en todo el perímetro y en las almas interiores de las unidades alveolares.

**Figura 26**

*Elaboración de Prismas.*



*Nota.* Elaboración de prismas de tres hiladas con ladrillo King Kong 18 huecos Tipo IV (Industrial hueco) y juntas de mortero de 1.2 cm. Elaboración propia.

- Se utilizó un mismo espesor de junta de mortero para los tres especímenes representativos para cada sustitución de agregado por cada edad de curado, el cual fue 1.2 cm.

- Se fabricaron los prismas de albañilería con capas completas de mortero, colocándolo en todo el perímetro y en las almas interiores de las unidades alveolares.
- Los prismas fueron refrentados con cemento – yeso con un espesor que permitió corregir la irregularidad superficial de los prismas.
- Después de elaborar los prismas, fueron curados para posteriormente ser ensayados a resistencia a la compresión axial a los 7, 14 y 28 días.

### Figura 27

*Ensayo de Resistencia a la Compresión en Prismas.*



*Nota.* Ensayo de resistencia a la compresión axial en prismas de tres hiladas, los prismas fallaron por tracción ortogonal a la compresión aplicada generándose grietas verticales.

Elaboración propia.

### - RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES

Se elaboraron 36 muretes en total, construidos utilizando en todos la misma unidad de albañilería, mortero y mano de obra. El mortero fue elaborado con la dosificación de 1:4 siendo tres especímenes representativos por cada sustitución de APN

por ACR (0%, 25%, 50% y 75%) a los 7, 14 y 28 días de curado. El ladrillo utilizado fue King Kong 18 huecos (Tipo IV – Industrial hueco), estándar 23 x 12 x 9 cm de la marca Forte, el cemento fue del tipo Portland I – Andino y el espesor de junta fue 1.2 cm, espesor que está dentro del mínimo (1 cm) y máximo (1.5 cm) establecido por la norma NTE E.070 (2006).

Los especímenes fueron muretes cuadrados con una dimensión de 600 mm x 600 mm (dimensión mínima establecida por la norma NTP 399.621 (2004)).

El ensayo consiste en aplicar una carga de compresión diagonal al murete que produce esfuerzos de compresión en la diagonal vertical y al mismo tiempo produce esfuerzos de tracción en la diagonal perpendicular (Ramos, 2019).

- **REFERENCIA**

Norma NTP 399.621 (2004) y ASTM E-519.

- **EQUIPO Y MATERIALES**

- Recipientes para la mezcla del mortero.
- Plomada, cordel y nivel de mano de aluminio.
- Espátulas y badilejos.
- Balanza, probetas y recipientes graduados para la dosificación exacta de los agregados, cemento y agua.
- Máquina de compresión hidráulica de 100 tn. con dial incorporado (PSI/bar).
- Materiales: Ladrillos King Kong 18 huecos, cemento portland Tipo I, agua potable, agregado de concreto reciclado y agregado pétreo natural (arena gruesa).

- **PROCEDIMIENTO**

- Los ladrillos seleccionados fueron aquellos que no presentaban defectos o rajaduras en su interior y exterior, los mismos que fueron limpiados y humedecidos.

- Se fabricaron los muretes de albañilería con capas completas de mortero utilizando un mismo espesor de junta de mortero para los tres especímenes representativos para cada sustitución de agregado por cada edad de curado, el cual fue 1.2 cm.

### **Figura 28**

*Elaboración de los Muretes de Albañilería de 600mm x 600mm de Lado.*



*Nota.* Se elaboraron los muretes de albañilería de 600 mm x 600 mmm verificando la verticalidad empleando plomada de mano. Elaboración propia.

- Después de elaborado los muretes fueron curados para posteriormente ser ensayados a resistencia a la compresión diagonal a los 7, 14 y 28 días para determinar la resistencia al corte ( $V'm$ ).
- Se colocaron las escuadras de carga superior e inferior de manera que estén centradas en las respectivas superficies de carga de la máquina de ensayo.
- Se colocaron los especímenes en la máquina de compresión en una posición centrada sobre una cama de material de refrentado de yeso y se somete a ensayo de compresión diagonal cuyo resultado proporcionado por un dial fue registrado al momento de la fisuración que termina con el desmoronamiento del murete.

## Figura 29

*Ensayo de Compresión Diagonal a los Muretes de Albañilería.*



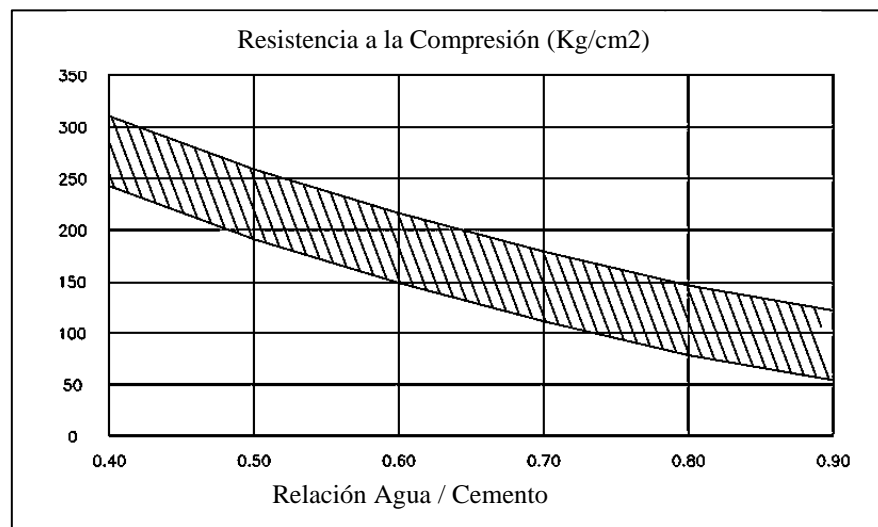
*Nota.* Se ensayaron los muretes de albañilería a compresión diagonal, presentando fallas del tipo escalonado, a través del mortero, y vertical, cortando las unidades. Elaboración propia.

### 3.7.3. RELACIÓN AGUA – CEMENTO.

El Ing. Rivera (2005), en su libro *Concreto Simple*, recomienda después de varios estudios y ensayos, el uso de la relación a/c en función a los resultados obtenidos al ensayo de resistencia a la compresión en morteros, generando así un espectro de posibles correlaciones y resultados.

## Gráfico 2

*Resistencia a la Compresión Vs Relación a/c del Mortero.*



*Nota.* Resistencia a la compresión del mortero vs la relación a/c (agua / cemento). Tomado de *Concreto Simple*, de Rivera, G., 2005, p. 203.

### 3.8. TÉCNICAS Y ANÁLISIS DE DATOS

El análisis de datos para las investigaciones con enfoque cuantitativas se realizarán tomando en cuenta los niveles de medición de las variables y mediante la estadística y servirá para estimar parámetros y probar hipótesis, se realizaran mediante programas de computador (Hernández, et al., 2014).

Esta investigación tuvo tres principales partes y pasos para la obtención de resultados, los mismos que en todo momento fueron retroalimentados para finalmente presentar las conclusiones y recomendaciones.

En la primera etapa, “Entrada”, se procedió con la recolección de datos y la tabulación de los mismos, posterior a ello se hizo la limpieza y eliminación de aquellos que no cobraban mayor relevancia; posteriormente en la etapa de “Proceso”, se seleccionó los programa para procesar los datos, los cuales fueron el software Excel y el programa

estadístico SPSS, los datos procesados fueron registrados en las fichas de observación. Los resultados fueron analizados estadísticamente para realizar la prueba de hipótesis con la ayuda del programa SPSS; finalmente en la etapa de “Salida”, los resultados se presentaron y expusieron en tablas y gráficos con sus respectivos análisis y discusión.



## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS**

#### **4.1. PROPIEDADES DEL AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO Y AGREGADO PÉTREO NATURAL**

En las siguientes tablas y graficas se muestran los resultados obtenidos de los ensayos realizados para determinar las propiedades físicas (análisis granulométrico, gravedad específica - absorción y peso unitario – porcentaje de vacíos) y propiedades mecánicas (resistencia al desgaste) del Agregado de Concreto Reciclado (ACR) obtenido de la trituración de bloques de concreto de obras de mejoramientos de pistas y veredas, y del Agregado Pétreo Natural (ACR), en este caso arena gruesa procedente de la Cantera de Pilcomayo ubicada a orillas del rio Mantaro- Puente La Breña, de la provincia de Huancayo.

##### **4.1.1. PROPIEDADES FÍSICAS**

###### **4.1.1.1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

Los resultados obtenidos de los ensayos granulométricos del agregado pétreo natural y del agregado de concreto reciclado se expresan en las tablas a continuación

precisando las mallas granulométricas así como sus números y aberturas, los pesos retenidos, los porcentajes equivalentes al peso retenido, al pasante y acumulado, y los límites granulométricos correspondientes a lo que la Norma E.070 establece como arena gruesa; se presentara asimismo las curvas granulométricas correspondientes a cada muestra de agregado.

**- AGREGADO PÉTREO NATURAL (APN)**

Arena gruesa procedente de la Cantera de Pilcomayo ubicada a orillas del río Mantaro- Puente La Breña, de la provincia de Huancayo; para el ensayo se utilizó 600 gr. de muestra.

La Tabla 26 muestra los resultados obtenidos del ensayo granulométrico del Agregado Pétreo Natural.

**Tabla 26**

*Resultados de Ensayo Granulométrico del Agregado Pétreo Natural.*

TAMIZ	ABERTURA	PESO	%	%	%	LIMITES	
		RETENIDO	RETENIDO	PASA	ACUMULADO	INFERIOR	SUPERIOR
4	4.750	0.00	0.00	100.00	0.00	100	100
8	2.360	28.00	4.67	95.33	4.67	95	100
16	1.180	108.60	18.10	77.23	22.77	70	100
30	0.600	162.00	27.00	50.23	49.77	40	75
50	0.300	136.20	22.70	27.53	72.47	10	35
100	0.150	109.20	18.20	9.33	90.67	2	15
200	0.075	47.00	7.83	1.50	98.50	0	2
FONDO		9.00	1.50	0.00	100.00		

*Nota.* De la Tabla 26, los límites establecidos fueron de acuerdo a la Norma NTE E.070 (2006) de albañilería para agregados finos (arena gruesa), el peso de la muestra del agregado pétreo fue de 600.00 gr. Elaboración propia.

De estos resultados se determina entonces el Modulo de Fineza del Agregado Pétreo Natural procedente de la Cantera de Pilcomayo ubicada a orillas del rio Mantaro-Puente La Breña, de la provincia de Huancayo.

Módulo de Fineza:

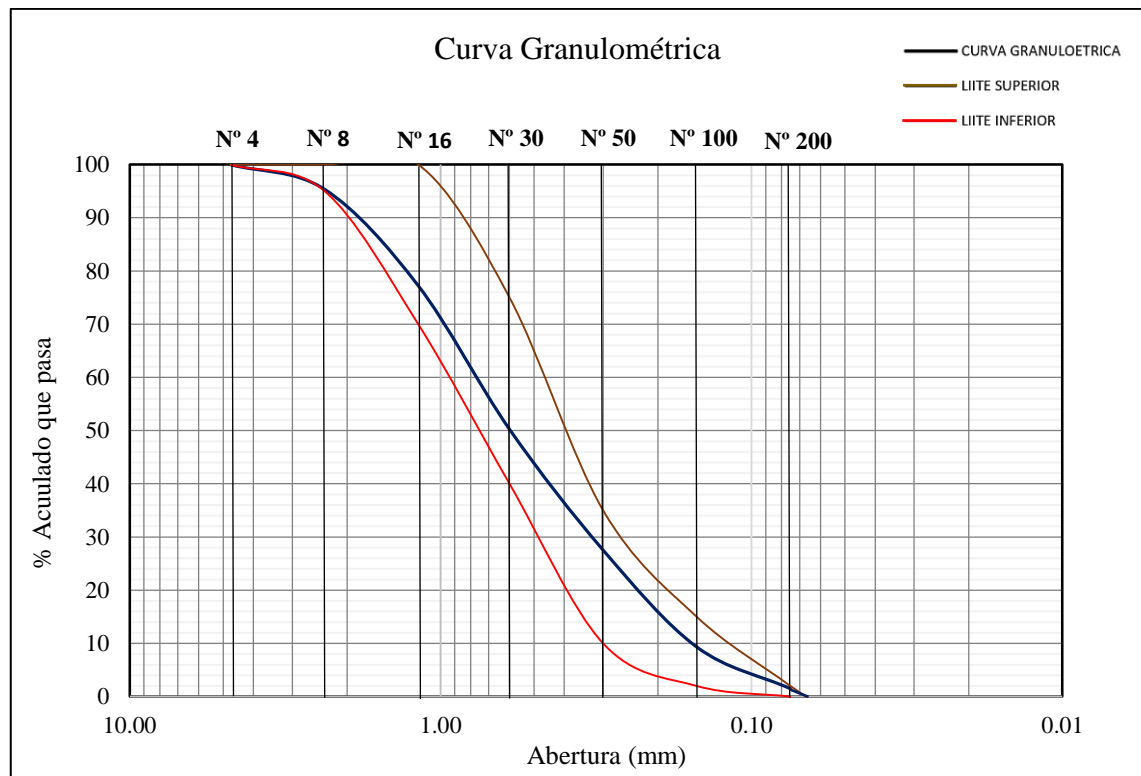
$$M.F. = \frac{(0.00 + 4.67 + 22.77 + 49.77 + 72.47 + 90.67)}{100}$$

$$M.F. = 2.40$$

A continuación en el Gráfico 3 se expone la Curva Granulométrica obtenida de los resultados del ensayo de laboratorio.

### Gráfico 3

*Curva Granulométrica de Agregado Pétreo Natural.*



*Nota.* La Curva granulométrica del agregado pétreo natural está comprendido entre los límites (superior e inferior) de la arena gruesa NTE E.070 (2006). Elaboración propia.

En la Tabla 26 se muestran los resultados del análisis granulométrico al agregado pétreo natural correspondiente a una arena gruesa en la que se puede notar que predomina la presencia de material retenido en el Tamiz N° 30 y N° 50, pero sin quedar retenido más del 50% de arena entre estas dos mallas consecutivas como lo establece la Norma E.070 (2006) para una arena gruesa el cual será empleado para la elaboración del mortero.

También, en la Tabla 26 podemos observar que el porcentaje que pasa por la Malla N° 200 (0.075 mm) es de 1.50% siendo este valor menor al 2% como lo establece la Norma E.070 (2006).

De la tabla en mención y en función al porcentaje retenido acumulado podemos determinar que el Módulo de Fineza es de 2.40 el cual está comprendido entre 1.60 y 2.50 como lo establece la Norma E.070 (2006).

Con los valores obtenidos en la Tabla 26 se obtiene el Gráfico 3, Curva Granulométrica del agregado pétreo natural (arena gruesa), en la que se puede visualizar que la curva está comprendida entre los Límites Superior e Inferior según lo establece la Norma E.070 (2006), por lo cual el agregado puede ser empleado para la elaboración del mortero.

#### **- AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO (ACR)**

Agregado Fino de Concreto Reciclado procedente de la trituración de bloques de concreto de la demolición de obras de mejoramiento y mantenimiento vehicular y peatonal de la provincia de Huancayo, para el ensayo se utilizó 600 gr. de muestra.

La Tabla 27 muestra los resultados obtenidos del ensayo granulométrico del Agregado de Concreto Reciclado.

**Tabla 27***Resultados de Ensayo Granulométrico del Agregado de Concreto Reciclado.*

TAMIZ	ABERTURA	PESO	%	%	%	LIMITES	
		RETENIDO	RETENIDO	PASA	ACUMULADO	INFERIOR	SUPERIOR
4	4.750	0.00	0.00	100	0.00	100	100
8	2.360	4.20	0.70	99.30	0.70	95	100
16	1.180	79.20	13.20	86.10	13.90	70	100
30	0.600	107.00	17.83	68.27	31.73	40	75
50	0.300	212.40	35.40	32.87	67.13	10	35
100	0.150	122.20	20.37	12.50	87.50	2	15
200	0.075	48.00	8.00	4.50	95.50	0	2
FONDO		27.00	4.50	0.00	100.00		

*Nota.* Los límites establecidos fueron de acuerdo a la Norma NTE E.070 (2006) de albañilería para agregados finos (arena gruesa), el peso de la muestra de agregado de concreto reciclado fue de 600.00 gr. Elaboración propia.

De estos resultados se determina entonces el Módulo de Fineza del Agregado de Concreto Reciclado procedente de la trituración de bloques de concreto de la demolición y desmonte de obras viales (pavimentos rígidos) de la provincia de Huancayo.

Módulo de Fineza:

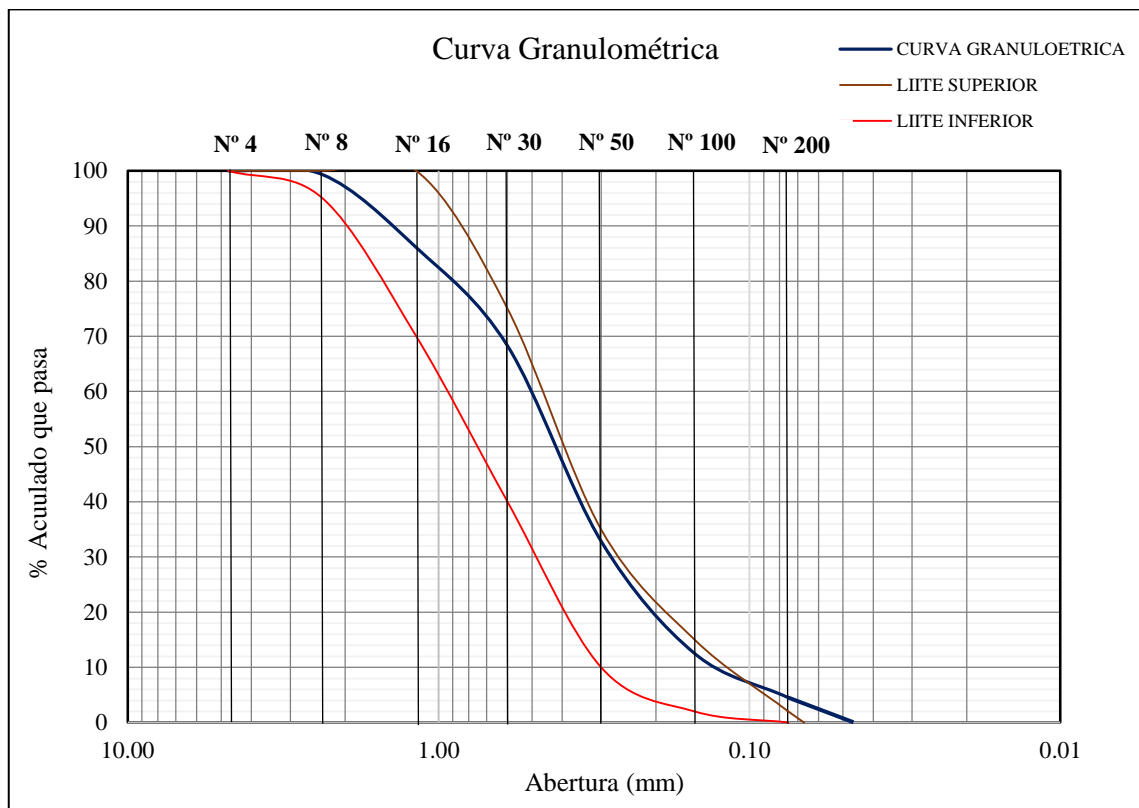
$$M.F. = \frac{(0.70 + 13.90 + 31.73 + 67.13 + 87.50 + 95.50)}{100}$$

$$M.F. = 2.96$$

A continuación en el Gráfico 4 se expone la Curva Granulométrica obtenida de los resultados del ensayo de laboratorio.

#### Gráfico 4

Curva Granulométrica del Agregado de Concreto Reciclado.



*Nota.* La Curva granulométrica del agregado de concreto reciclado está por encima del límite superior de la arena gruesa NTE E.070 (2006). Elaboración propia.

En la Tabla 27 se presentan los resultados del análisis granulométrico al Agregado de Concreto Reciclado correspondiente a la porción fina en la que se puede notar que predomina la presencia de material retenido en el Tamiz N° 30, N° 50 y N° 100, quedando retenido más del 50% de agregado fino entre dos mallas consecutivas siendo estas de 319.40 gr. y 334.60 gr. del total de la muestra que fue de 600 gr. no cumpliendo con lo que establece la Norma E.070 (2006) para un agregado fino empleado para la elaboración de morteros.

Asimismo, en la Tabla 27 podemos observar que el porcentaje que pasa por la Malla N° 200 (0.075 mm) es de 4.50% siendo este valor mayor al 2.00%, no cumpliendo a lo que establece la Norma E.070 (2006).

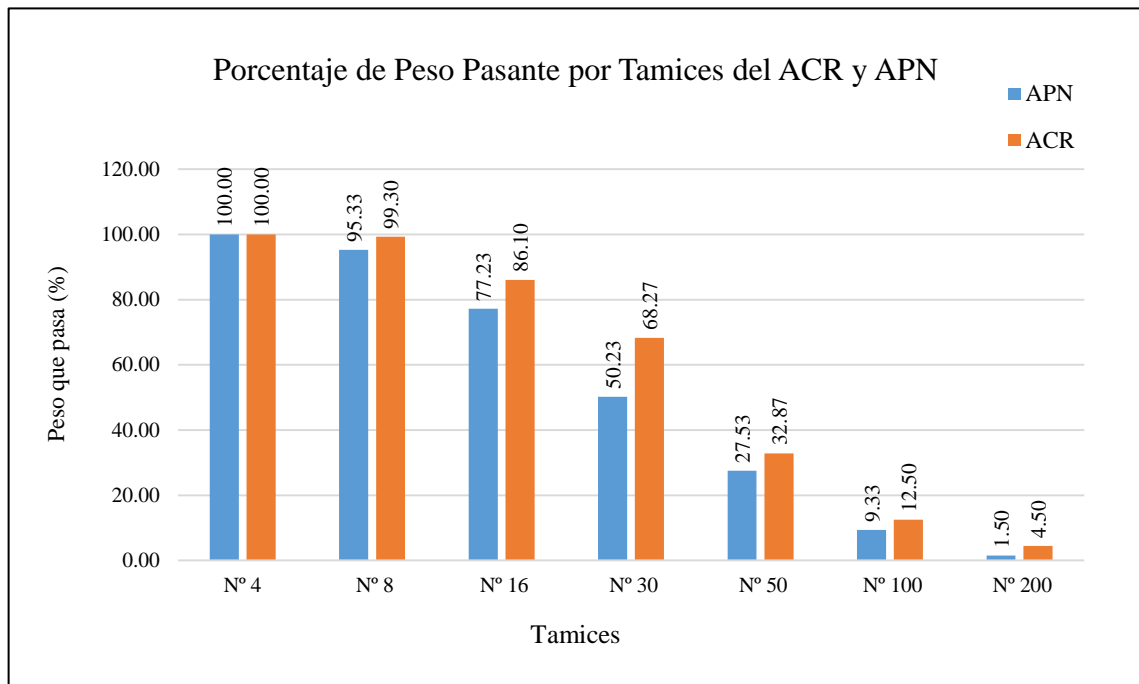
De la tabla en mención y en función al porcentaje retenido acumulado podemos determinar que el Módulo de Fineza es de 2.96 el cual no está comprendido entre los límites 1.60 y 2.50 establecido por la Norma E.070 (2006).

De los valores expuestos en la Tabla 27 se obtiene el Gráfico 4, Curva Granulométrica del Agregado de Concreto Reciclado, en la que se puede observar que la curva se encuentra dentro de los límites permisibles próximo al superior, pero excede este límite a partir de la Malla N° 200 no cumpliendo con lo permitido en la Norma E.070 (2006), de este resultado, conjuntamente con el resultado obtenido del porcentaje que pasa por la Malla N° 200 y del Módulo de Fineza podemos determinar de que el material presenta un porcentaje medianamente superior de partículas finas para un agregado que pudiese ser empleado para la elaboración de morteros.

Se presenta entonces como resultado final y corroborando lo ya expuesto el Gráfico 5, que evidencia claramente que el Agregado de Concreto Reciclado concentrar un mayor porcentaje de partículas finas sobre todo en los tamices o mallas granulométricas N° 16, N° 30 y N° 50.

## Gráfico 5

*Porcentajes de Material Pasante entre el ACR y APN por Tamices.*



*Nota.* Los porcentajes de peso pasante por tamices del ACR son mayores que del APN.

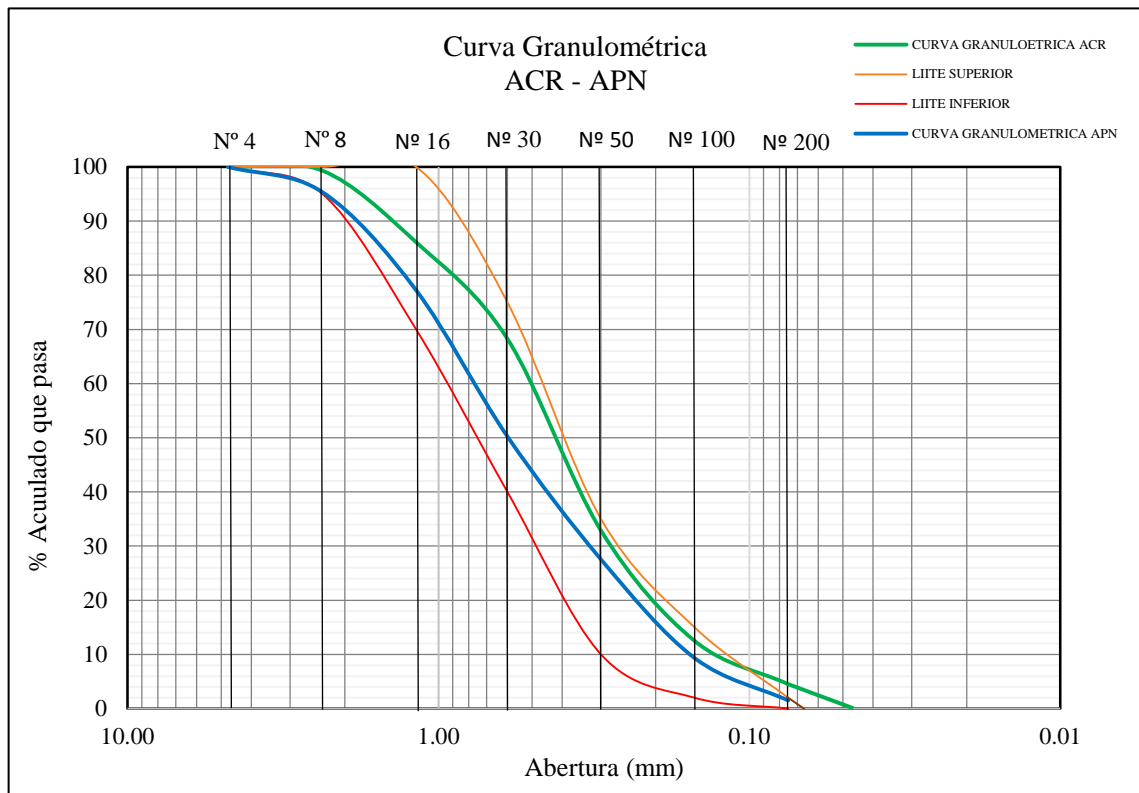
Elaboración propia.

Estos resultados, conjuntamente con los obtenidos y expuestos en la Tabla 26 y Tabla 27, los cuales fueron representados en el Gráfico 3 y Gráfico 4, pueden ser del mismo modo visualizados de forma íntegra y comparativa en el Gráfico 6, en la que se presentan las curvas granulométricas del ACR y APN.



## Gráfico 6

### Curvas Granulométricas del ACR y APN



sobre el Mortero precisa que, se aceptaran otras granulometrías siempre en cuando los ensayos de pilas y muretes proporcionen resistencias adecuadas.

#### **4.1.1.2. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN**

A continuación se presentan los datos y resultados obtenidos del ensayo de peso específico y porcentaje de absorción para agregados finos del agregado pétreo natural y del agregado de concreto reciclado.

Teniendo en cuenta de que, el peso específico es la relación, a temperatura estable, entre la masa de un volumen unitario de material y la masa del mismo volumen de agua destilada libre de gas, se expresa como densidad en gr./m<sup>3</sup>, y la absorción es la cantidad de agua absorbida por el agregado después de haber sido sumergido durante 24 horas. Se expresa como porcentaje del peso seco. (Clemente, 2017).

##### **- AGREGADO PÉTREO NATURAL (APN)**

Agregado procedente de la cantera de Pilcomayo ubicada a orillas del río Mantaro- Puente La Breña, de la provincia de Huancayo.

A continuación en la Tabla 28 se presentan los datos obtenidos en laboratorio que permitirán determinar el peso específico y porcentaje de absorción del agregado pétreo natural.

**Tabla 28***Datos para Ensayo de Peso Específico APN.*

Nº	DESCRIPCIÓN	U.M.	DATOS
1	Peso de la arena S.S.S.	gr.	498.77
2	Peso del Balón Seco	gr.	168.00
3	Peso de la arena S.S.S. + Peso del Balón	gr.	666.77
4	Peso de la arena S.S.S. + Peso del Balón + Peso del Agua	gr.	963.62
5	Peso del Agua	gr.	296.85
6	Peso de la Tara	gr.	123.70
7	Peso de la Tara + Arena Seca	gr.	612.32
8	Peso de la Arena Seca	gr.	488.62
9	Volumen del Balón	cm3	500.00

*Nota.* Datos de laboratorio para el ensayo de peso específico y absorción del agregado pétreo natural. Elaboración propia.

**Tabla 29***Resultados de Ensayo de Peso Específico APN.*

Nº	DESCRIPCIÓN	U.M.	RESULT.
10	Peso Específico de la Masa	gr./cm3	2.42
11	Peso Específico de Masa Saturada Superficialmente Seco	gr./cm3	2.46
12	Peso Específico Aparente	gr./cm3	2.53
13	Porcentaje de Absorción	%	2.08

*Nota.* De los datos para el ensayo de peso específico y absorción del agregado pétreo natural se obtuvieron los principales resultados, siendo el Peso específico de la masa de 2.42 gr. /cm3 y el porcentaje de absorción de 2.08%. Elaboración propia.

De los valores presentados en la Tabla 28 se obtiene en la Tabla N° 29 que, el peso específico del agregado pétreo natural empleado es de 2.42 gr./cm3 con un porcentaje de absorción de 2.8%.

**Tabla 30**

*Contenido de Humedad del APN.*

N°	DESCRIPCIÓN	U.M.	RESULT.
1	Peso de la Tara	gr.	26.78
2	Peso de la Tara + Muestra Húmeda	gr.	105.32
3	Peso de la Tara + Muestra Seca	gr.	102.69
4	Peso del Agua Contenida ( 2-3 )	gr.	2.63
5	Peso de la Muestra Seca ( 3-1 )	gr.	75.91
6	Contenido de Humedad ( $4/5*100$ )	%	3.46

*Nota.* El contenido de humedad del agregado pétreo natural de cantera es del 3.46%.

Elaboración propia.

Asimismo de los valores presentados en la Tabla 28 se obtiene en la Tabla 30 que, el contenido de humedad del agregado pétreo natural empleado es de 3.46%.

#### - **AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO (ACR)**

Agregado de Concreto Reciclado procedente de la trituración de bloques de concreto de la demolición de obras de mejoramiento y mantenimiento vehicular y peatonal de la provincia de Huancayo.

A continuación en la Tabla 31 se presentan los datos obtenidos en laboratorio que permitirán determinar el peso específico y porcentaje de absorción del Agregado de Concreto Reciclado.

**Tabla 31***Datos para ensayo de Peso Específico ACR.*

Nº	DESCRIPCIÓN	U.M.	DATOS
1	Peso de la arena S.S.S.	gr.	510.76
2	Peso del Balón Seco	gr.	163.31
3	Peso de la arena S.S.S. + Peso del Balón	gr.	674.07
4	Peso de la arena S.S.S. + Peso del Balón + Peso del Agua	gr.	963.62
5	Peso del Agua	gr.	289.55
6	Peso de la Tara	gr.	139.17
7	Peso de la Tara + Arena Seca	gr.	612.32
8	Peso de la Arena Seca	gr.	473.15
9	Volumen del Balón	cm3	500.00

*Nota.* Datos de laboratorio para el ensayo de peso específico y absorción del agregado de concreto reciclado. Elaboración propia.

**Tabla 32***Resultados de ensayo de Peso Específico ACR.*

Nº	DESCRIPCIÓN	U.M.	RESULT.
10	Peso Específico de la Masa	gr./cm3	2.14
11	Peso Específico de Masa Saturada Superficialmente Seco	gr./cm3	2.43
12	Peso Específico Aparente	gr./cm3	2.74
13	Porcentaje de Absorción	%	7.95

*Nota.* De los datos para el ensayo de peso específico y absorción del agregado de concreto reciclado se obtuvieron los principales resultados, siendo el Peso específico de la masa de 2.14 gr. /cm3 y el porcentaje de absorción de 7.95%. Elaboración propia.

De los valores presentados en la Tabla 31 se obtiene en la Tabla 32 que, el peso específico del agregado pétreo natural empleado es de 2.14 gr./cm3 con un porcentaje de absorción de 7.95%.

**Tabla 33**

*Contenido de Humedad del ACR.*

N°	DESCRIPCIÓN	U.M.	RESULT.
1	Peso de la Tara	gr.	24.15
2	Peso de la Tara + Muestra Húmeda	gr.	102.36
3	Peso de la Tara + Muestra Seca	gr.	98.55
4	Peso del Agua Contenida ( 2-3 )	gr.	3.81
5	Peso de la Muestra Seca ( 3-1 )	gr.	74.40
6	Contenido de Humedad ( $4/5*100$ )	%	5.12

*Nota.* El contenido de humedad del agregado de concreto reciclado es del 5.12%.

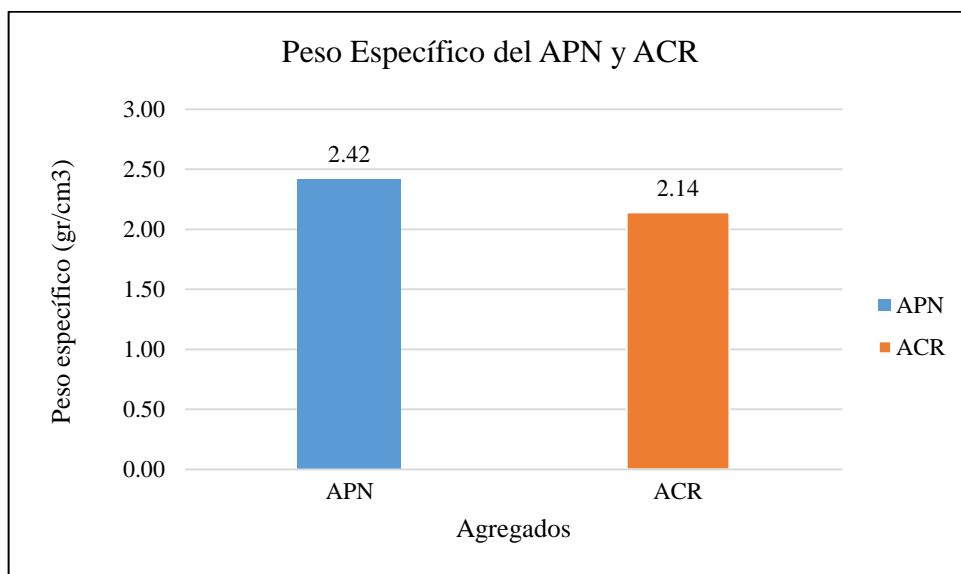
Elaboración propia.

Asimismo de los valores presentados en la Tabla 31 se obtiene en la Tabla 33 que, el contenido de humedad del agregado pétreo natural empleado es de 5.12%.

Con los resultados obtenidos en la Tabla 29 y Tabla 32 en función a los datos expuestos en la Tabla 28 y Tabla 31 acorde a la NTP 400.022 (2013) para Agregados Finos, se presenta el Gráfico 7.

**Gráfico 7**

*Peso Específico del APN y ACR.*

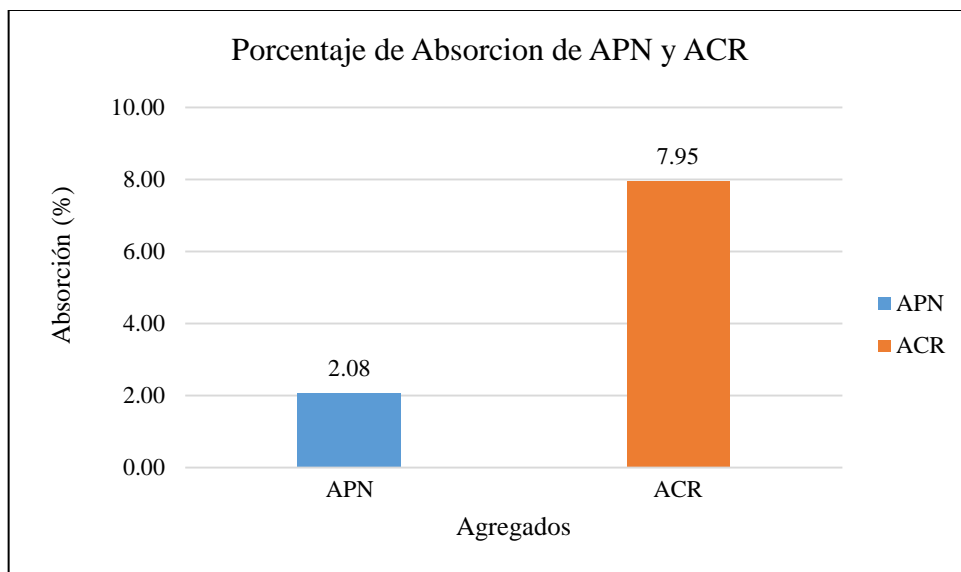


*Nota.* Del Grafico 7, El peso específico del Agregado Pétreo es 0.28 unidades de gr. /cm<sup>3</sup> mayor que el peso específico del Agregado de Concreto Reciclado. Elaboración propia.

Se observa entonces de que el Peso Específico del Agregado Pétreo Natural (arena gruesa) es de 2.42 gr/cm<sup>3</sup> mientras que el del Agregado de Concreto Reciclado es 2.14 gr/cm<sup>3</sup>, representando el 88.43% del APN, siendo así este último dato menor debido a la gran porosidad de las partículas fragmentadas por mecanismos de trituración a la cual fue sometida para su obtención, argumento que cobra mayor relevancia al obtener los resultados del Porcentaje de Absorción expuestas también en la Tabla 29 y Tabla 32, presentando así el Gráfico 8.

### **Gráfico 8**

*Porcentaje de Absorción del APN y ACR.*



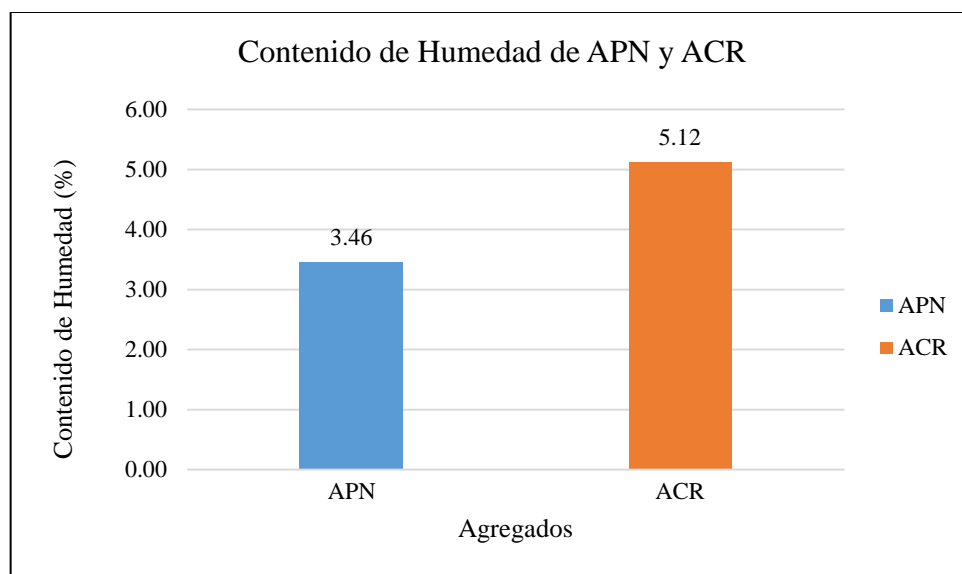
*Nota.* El porcentaje de absorción del Agregado Pétreo Natural es 5.87 unidades porcentuales menor que el porcentaje de absorción del Agregado de Concreto Reciclado. Elaboración propia.

Siendo entonces los valores de 2.08 % y 7.95 % para el Agregado Pétreo Natural y Agregado de Concreto Reciclado respectivamente, en la que claramente se percibe que el ACR presenta un mayor porcentaje de absorción, siendo otra razón la gran cantidad de finos que concentra el material, expuesto en la granulometría de la Tabla 27, en la que podemos observar que el porcentaje que pasa por la Malla N° 200 es de 4.50% no cumpliendo a lo que establece la Norma E.070 (2006) por ser superior al 2.00%, lo que haría que el Agregado de Concreto Reciclado fino retenga mayor cantidad de agua.

De los valores expuestos en la Tabla 30 y Tabla 33 para determinar el contenido de humedad para agregados finos obtenemos el Gráfico 9.

### Gráfico 9

*Contenido de Humedad del APN y ACR.*



*Nota.* El porcentaje de contenido de humedad del Agregado Pétreo Natural es 1.66 unidades porcentuales menor que el porcentaje de contenido de humedad del Agregado de Concreto Reciclado. Elaboración propia.

Del Gráfico 9, podemos notar que el Agregado Pétreo Natural presenta un 3.46% mientras que el Agregado de Concreto Reciclado un 5.12% de Contenido de Humedad,



debido a que, como ya se mencionó, el ACR fino entre sus propiedades tiene gran capacidad de retención de agua y por ende buen contenido de humedad si el material se encuentra expuesta en condiciones ambientales normales.

#### 4.1.1.3. PESO UNITARIO Y PORCENTAJE DE VACÍOS

Se detalla los resultados del ensayo de Peso Unitario para agregados finos en condiciones Secas y Compactadas del Agregado Pétreo Natural y del Agregado de Concreto Reciclado.

Se tendrá en cuenta que, el peso unitario es el peso de la unidad de volumen de material en las condiciones de compactación y humedad que se efectúa el ensayo, expresada en Kg. /m<sup>3</sup>. (Clemente, 2017).

##### - AGREGADO PÉTREO NATURAL (APN)

Agregado procedente de la cantera de Pilcomayo ubicada a orillas del río Mantaro- Puente La Breña, de la provincia de Huancayo.

A continuación en la Tabla N° 34 se presentan los resultados obtenidos en laboratorio del ensayo de Peso Unitario Suelto (P.U.S.) realizado al Agregado Pétreo Natural.

**Tabla 34**

*Resultados del Ensayo PUS del APN.*

N°	DESCRIPCIÓN	U.M.	MUESTRAS		
			M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	gr.	11852	11791	12025
2	Peso del Recipiente	gr.	7066	7066	7066
3	Peso de la Muestra	gr.	4786	4725	4959
4	Volumen Molde	cm <sup>3</sup>	3093	3093	3093
5	P.U.S. Húmedo	kg/m <sup>3</sup>	1548	1528	1604
6	P.U.S. Seco	kg/m <sup>3</sup>	1494	1475	1548
7	Promedio P.U.S. Seco	kg/m <sup>3</sup>	1505.67		

*Nota.* De la Tabla 34, Se realizaron tres muestras significativas de Agregado Pétreo Natural para determinar su Peso Unitario Suelto en condiciones secas. Elaboración propia.

De la Tabla 34 se obtiene que el valor promedio del Peso Unitario Suelto Seco del Agregado Pétreo Natural es de 1505.67 kg/m<sup>3</sup>.

En función al valor obtenido en esta última tabla se procede al cálculo del porcentaje de Vacíos del Agregado Pétreo Natural.

### **Tabla 35**

*Porcentaje de Vacíos en APN Suelto.*

Nº	DESCRIPCIÓN	U.M.	RESULT.
1	Peso Unitario Suelto del Agregado	kg/m <sup>3</sup>	1505.67
3	Peso Específico del APN	kg/m <sup>3</sup>	2420.00
4	Densidad del Agua	kg/m <sup>3</sup>	998.00
5	Porcentaje de Vacíos en material suelto	%	99.94

*Nota.* Del valor P.U.S. seco del APN (1505.67 Kg/m<sup>3</sup>) se determinó el porcentaje de vacíos. Elaboración propia.

Entonces, en la Tabla 35 se obtiene que el valor del porcentaje de Vacíos del Agregado Pétreo Natural en condición suelta es de 99.94%.

A continuación en la Tabla 36 se presentan los resultados obtenidos en laboratorio del ensayo de Peso Unitario Compacto (P.U.C.) realizado al Agregado Pétreo Natural.

**Tabla 36***Resultados del Ensayo de PUC del APN.*

N°	DESCRIPCIÓN	U.M.	MUESTRAS		
			M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	gr.	12714	12691	12223
2	Peso del Recipiente	gr.	7066	7066	7066
3	Peso de la Muestra	gr.	5648	5625	5157
4	Volumen Molde	cm <sup>3</sup>	3093	3093	3093
5	P.U.C. Húmedo	kg/m <sup>3</sup>	1826	1819	1668
6	P.U.C. Seco	kg/m <sup>3</sup>	1763	1756	1610
7	Promedio P.U.C. Seco	kg/m <sup>3</sup>	1709.67		

*Nota.* Se realizaron tres muestras significativas de Agregado Pétreo Natural para determinar su Peso Unitario Compacto en condiciones secas. Elaboración propia.

De la Tabla 36 se obtiene que el valor promedio del Peso Unitario Compacto Seco del Agregado Pétreo Natural es de 1709.67 kg/m<sup>3</sup>.

En función al valor obtenido en esta última tabla se procede al cálculo del porcentaje de Vacíos del Agregado Pétreo Natural.

**Tabla 37***Porcentaje de Vacíos del APN Compacto.*

N°	DESCRIPCIÓN	U.M.	RESULT.
1	Peso Unitario Compacto del Agregado	kg/m <sup>3</sup>	1709.67
3	Peso Específico del APN	kg/m <sup>3</sup>	2420.00
4	Densidad del Agua	kg/m <sup>3</sup>	998.00
5	Porcentaje de Vacíos en material Compacto	%	99.93

*Nota.* Del valor P.U.C. del APN seco (1709.67 Kg/m<sup>3</sup>) se determinó el porcentaje de vacíos. Elaboración propia.

Entonces, en la Tabla 37 se obtiene que el valor del porcentaje de Vacíos del Agregado Pétreo Natural en condición compacta es de 99.93%.

**- AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO (ACR)**

Agregado de Concreto Reciclado procedente de la trituración de bloques de concreto de la demolición de obras de mejoramiento y mantenimiento vehicular y peatonal de la provincia de Huancayo.

A continuación en la Tabla 38 se presentan los resultados obtenidos en laboratorio del ensayo de Peso Unitario Suelto (P.U.S.) realizado al Agregado de Concreto Reciclado.

**Tabla 38**

*Resultados del Ensayo de PUS del ACR.*

N°	DESCRIPCIÓN	U.M.	MUESTRAS		
			M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	gr.	11467	11817	11254
2	Peso del Recipiente	gr.	7066	7066	7066
3	Peso de la Muestra	gr.	4401	4751	4188
4	Volumen Molde	cm <sup>3</sup>	3093	3093	3093
5	P.U.S. Húmedo	kg/m <sup>3</sup>	1423	1536	1354
6	P.U.S. Seco	kg/m <sup>3</sup>	1350	1458	1285
7	Promedio P.U.S. Seco	kg/m <sup>3</sup>	1364.33		

*Nota.* Se realizaron tres muestras significativas de Agregado de Concreto Reciclado para determinar su Peso Unitario Suelto en condiciones secas. Elaboración propia.

De la Tabla 38 se obtiene que el valor promedio del Peso Unitario Suelto Seco del Agregado de Concreto Reciclado es de 1364.33 kg/m<sup>3</sup>.

En función al valor obtenido en esta última tabla se procede al cálculo del porcentaje de Vacíos del Agregado de Concreto Reciclado.

**Tabla 39**

*Porcentaje de Vacíos en ACR Suelto.*

N°	DESCRIPCIÓN	U.M.	RESULT.
1	Peso Unitario Suelto del Agregado	kg/m <sup>3</sup>	1364.33
3	Peso Específico del ACR	kg/m <sup>3</sup>	2140.00
4	Densidad del Agua	kg/m <sup>3</sup>	998.00
5	Porcentaje de Vacíos en material suelto	%	99.94

*Nota.* De la Tabla 39, del valor P.U.S. seco del ACR (1364.33 Kg/m<sup>3</sup>) se determinó el porcentaje de vacíos. Elaboración propia.

Entonces, en la Tabla 39 se obtiene que el valor del porcentaje de Vacíos del Agregado de Concreto Reciclado en condición suelta es de 99.94%.

A continuación en la Tabla 40 se presentan los resultados obtenidos en laboratorio del ensayo de Peso Unitario Compacto (P.U.C.) realizado al Agregado de Concreto Reciclado.

**Tabla 40**

*Resultados del Ensayo de PUC del ACR.*

N°	DESCRIPCIÓN	U.M.	MUESTRAS		
			M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	gr.	12288	11989	11942
2	Peso del Recipiente	gr.	7066	7066	7066
3	Peso de la Muestra	gr.	5222	4923	4876
4	Volumen Molde	cm <sup>3</sup>	3093	3093	3093
5	P.U.C. Húmedo	kg/m <sup>3</sup>	1689	1592	1577
6	P.U.C. Seco	kg/m <sup>3</sup>	1602	1510	1496
7	Promedio P.U.C. Seco	kg/m <sup>3</sup>	1536.00		

*Nota.* Se realizaron tres muestras significativas de Agregado de Concreto Reciclado para determinar su Peso Unitario Compacto en condiciones secas. Elaboración propia.

De la Tabla 40 se obtiene que el valor promedio del Peso Unitario Compacto Seco del Agregado de Concreto Reciclado es de 1536.00 kg/m<sup>3</sup>.

En función al valor obtenido en esta última tabla se procede al cálculo del porcentaje de Vacíos del Agregado de Concreto Reciclado.

**Tabla 41**

*Porcentaje de Vacíos en ACR Compacto.*

Nº	DESCRIPCIÓN	U.M.	RESULT.
1	Peso Unitario Compacto del Agregado	kg/m <sup>3</sup>	1536.00
3	Peso Específico del ACR	kg/m <sup>3</sup>	2140.00
4	Densidad del Agua	kg/m <sup>3</sup>	998.00
5	Porcentaje de Vacíos en material Compacto	%	99.93

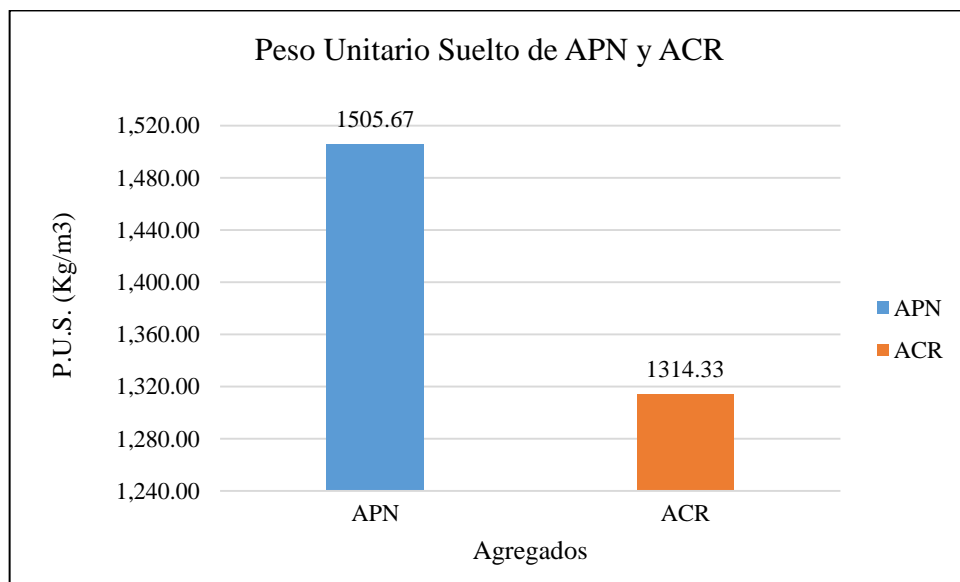
*Nota.* Del valor P.U.C. seco del ACR (1536.00 Kg/m<sup>3</sup>) se determinó el porcentaje de vacíos. Elaboración propia.

Entonces, en la Tabla 39 se obtiene que el valor del porcentaje de Vacíos del Agregado de Concreto Reciclado en condición suelta es de 99.93%.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la Tabla 34 y Tabla 38 para determinar el Peso Unitario Suelto según la NTP 400.017 (2015), se presenta el Gráfico 10.

**Gráfico 10**

*P.U.S. del APN y ACR.*



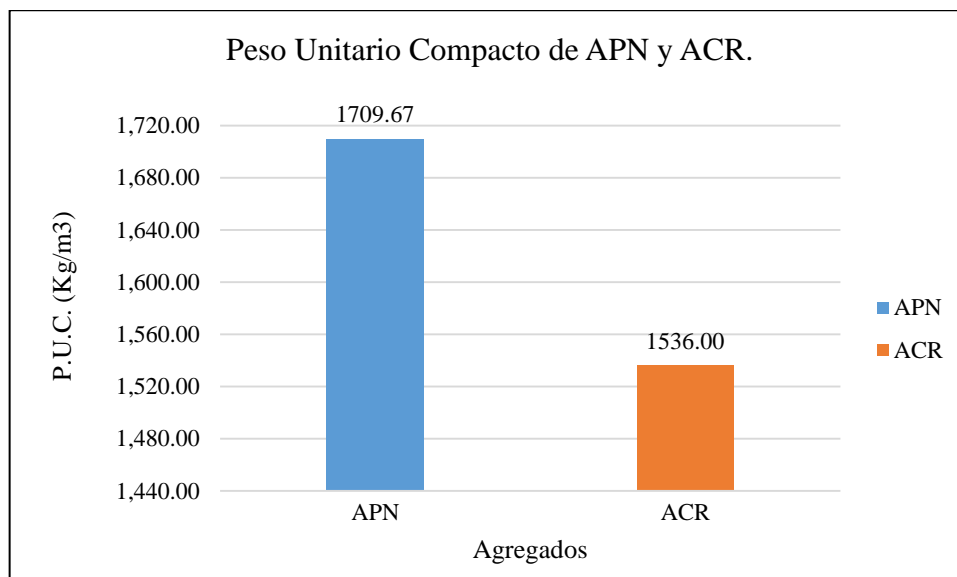
*Nota.* El Peso Unitario Suelto del Agregado Pétreo Natural es superior por 191.34 unidades de Kg/m<sup>3</sup> que la del Agregado de Concreto Reciclado. Elaboración propia.

Donde el Agregado Pétreo Natural (APN) presenta un P.U.S. promedio de 1505.67 kg/m<sup>3</sup> mientras que el Agregado de Concreto Reciclado (ACR) tiene un P.U.S. promedio de 1364.33 kg/m<sup>3</sup>, representando este último el 90.55% del Agregado Pétreo Natural, esto se debe a que la distribución granulométrica del Agregado de Concreto Reciclado es irregular puesto a que más del 50% del peso de la muestra total del agregado se encuentra retenido entre dos mallas consecutivas haciendo que no exista una correcta acomodación y distribución del agregado generándose así espacios vacíos entre las partículas del material, siendo este del 99.94% como se observa en la Tabla 35 y Tabla 39.

Según los resultados obtenidos en las Tabla 36 y Tabla 40 para determinar el Peso Unitario Compacto según la NTP 400.017 (2015), se presenta el Gráfico 11.

### Gráfico 11

*P.U.C. del APN y ACR.*



*Nota.* El Peso Unitario Compacto del Agregado Pétreo Natural es superior por 173.67 unidades de Kg/m<sup>3</sup> que la del Agregado de Concreto Reciclado. Elaboración propia.

En el que se observa que el Agregado Pétreo Natural (APN) presenta un P.U.C. promedio de 1709.67 kg/m<sup>3</sup> mientras que el Agregado de Concreto Reciclado (ACR) tiene un P.U.C. promedio de 1536.00 kg/m<sup>3</sup> representando un 89.84 % con relación al primero, siendo las razones las mismas que las determinadas en los resultados del Peso Unitario Suelto, el porcentaje de vacíos entre partículas fue de 99.93% como se observa en la Tabla 37 y Tabla 41; la acomodación de las partículas no fue del todo efectivo debido a las granulometrías presentadas en la Tabla 26 y Tabla 27.

Con respecto al porcentaje de vacíos entre partículas calculado se puede notar entonces que el porcentaje de vacíos obviamente se reduce debido a los golpes que se ejercen para la compactación en ambos casos, mientras que el Peso Unitario se incrementa tanto para el Agregado Pétreo Natural como para el Agregado de Concreto Reciclado como se visualiza en la Tablas 34 con la Tabla 36 y en la Tabla 38 con la Tabla 40.

#### **4.1.2. PROPIEDADES MECÁNICAS**

##### **4.1.2.1. RESISTENCIA AL DESGASTE**

A continuación se presentan los resultados del ensayo de Abrasión Los Ángeles para agregados de tamaños menores de 37.5 mm (1 ½”) con el que se determinó la resistencia al desgaste del Agregado Pétreo Natural y del Agregado de Concreto Reciclado, teniendo en cuenta la gradación y carga abrasiva considerando los resultados del ensayo granulométrico. Se tendrá en cuenta que a menor porcentaje de desgaste el agregado será más resistente a la abrasión.

##### **- AGREGADO PÉTREO NATURAL (APN)**

Agregado procedente de la cantera de Pilcomayo ubicada a orillas del río Mantaro- Puente La Breña, de la provincia de Huancayo.



A continuación se presenta en la Tabla 42 los datos obtenidos en laboratorio para el ensayo de Abrasión los Ángeles para el Agregado Pétreo Natural derivados asimismo del ensayo de granulometría presentado en la Tabla 26.

**Tabla 42**

*Datos para Ensayo de Abrasión Los Ángeles del APN.*

ANÁLISIS POR TAMIZADO					
TAMIZ		GRADACIÓN			
PASANTE	RETENIDO	A	B	C	D
		PESO RETENIDO (gr.)			
1 ½"	1"	-	-	-	-
1"	¾"	-	-	-	-
¾"	½"	-	-	-	-
½"	3/8"	-	-	-	-
3/8"	1 ¼"	-	-	-	-
1 ¼"	Nº 4	-	-	-	-
Nº 4	Nº 8	-	-	-	4998.00
TOTAL		4998.00			
GRADACIÓN		D			
REVOLUCIONES		33 r.p.m. durante 500 revoluciones			

*Nota.* De acuerdo a la gradación del Agregado Pétreo Natural a cual responde el peso retenido, el número de esferas abrasivas será de 6, las cuales representan un peso de 2500 ± 15 gr. Elaboración propia.

De la Tabla 42 se obtiene que el peso retenido entre la tamiz Nº 4 y tamiz Nº 8 es de 4998.00 gr. de Agregado Pétreo Natural estando dentro del rango correspondiente a la gradación del tipo D que es de 5000 ± 10 g.

**Tabla 43**

*Resultados del Ensayo de Abrasión Los Ángeles del APN.*

Nº	DESCRIPCIÓN	U.M.	RESULTADO
1	Peso Total	gr.	4998.00
2	Perdida después del ensayo	gr.	3892.00
3	Peso Obtenido (1-2)	gr.	1106.00
4	Numero de Esferas	und.	6
5	Peso de las Esferas	gr.	2508.00
6	Porcentaje de Desgaste (3/1*100)	%	22.13

*Nota.* El porcentaje de desgaste del Agregado Pétreo Natural (22.13%) está por debajo del establecido por la norma ASTM C-131 (2003), siendo este del 50% del peso total. Elaboración propia.

De la Tabla 42 se obtienen los resultados expuestos en la Tabla 43 en la que como resultado final del ensayo nos da que el porcentaje de desgaste del Agregado Pétreo Natural empleado es de 22.13% siendo este un agregado apto para su uso en obras de concreto simple y armado.

#### **- AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO (ACR)**

Agregado de Concreto Reciclado procedente de la trituración de bloques de concreto de la demolición de obras de mejoramiento y mantenimiento vehicular y peatonal de la provincia de Huancayo.

Se presenta a continuación en la Tabla 44 los datos obtenidos en laboratorio para el ensayo de Abrasión los Ángeles para el Agregado de Concreto Reciclado derivados asimismo del ensayo de granulometría presentado en la Tabla 27.

**Tabla 44**

*Datos para Ensayo de Abrasión Los Ángeles del ACR.*

ANÁLISIS POR TAMIZADO						
TAMIZ		GRADACIÓN				
PASANTE	RETENIDO	A	B	C	D	
		PESO RETENIDO (gr.)				
1 1/2"	1"	-	-	-	-	-
1"	3/4"	-	-	-	-	-
3/4"	1/2"	-	-	-	-	-
1/2"	3/8"	-	-	-	-	-
3/8"	1 1/4"	-	-	-	-	-
1 1/4"	Nº 4	-	-	-	-	-
Nº 4	Nº 8	-	-	-	-	5005.00
TOTAL		5005.00				
GRADACIÓN		D				
REVOLUCIONES		33 r.p.m. durante 500 revoluciones				

*Nota.* De acuerdo a la gradación del Agregado de Concreto Reciclado a cual responde el peso retenido, el número de esferas abrasivas será de 6, las cuales representan un peso de  $2500 \pm 15$  gr. Elaboración propia.

De la Tabla 44 se obtiene que el peso retenido entre la tamiz Nº 4 y tamiz Nº 8 es de 5005.00 gr de Agregado de Concreto Reciclado estando dentro del rango correspondiente a la gradación del tipo D que es de  $5000 \pm 10$  g.

**Tabla 45**

*Resultados del Ensayo de Abrasión Los Ángeles del ACR.*

Nº	DESCRIPCIÓN	U.M.	RESULTADO
1	Peso Total	gr.	5005.00
2	Perdida después del ensayo	gr.	3763.00
3	Peso Obtenido (1-2)	gr.	1242.00
4	Numero de Esferas	und.	6
5	Peso de las Esferas	gr.	2510.00
6	Porcentaje de Desgaste (3/1*100)	%	24.82

*Nota.* De la Tabla 45, el porcentaje de desgaste del Agregado de Concreto Reciclado (24.82%) está por debajo del establecido por la norma ASTM C-131 (2003), siendo este del 50% del peso total. Elaboración propia.

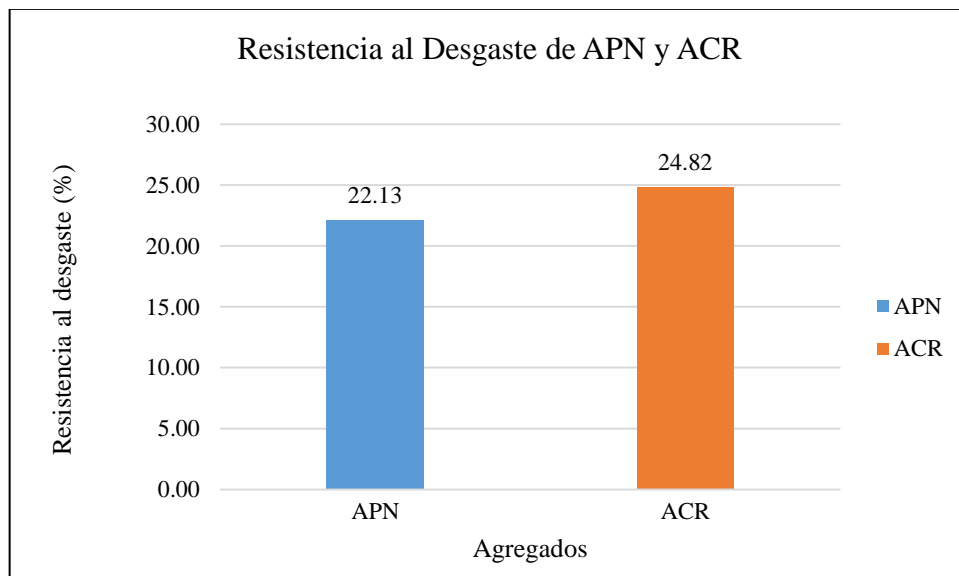
De la Tabla 44 se obtienen los resultados expuestos en la Tabla 45 en la que como resultado final del ensayo nos da que el porcentaje de desgaste del Agregado de Concreto Reciclado empleado es de 24.82%.

De los alcances del Ensayo de Abrasión Los Ángeles según la Norma ASTM C 131, arroja que de la granulometría obtenida tanto para el Agregado Pétreo Natural y Agregado de Concreto Reciclado, Tabla 26 y Tabla 27, la Gradación corresponde al Tipo “D” por lo que de acuerdo a la Norma se trabajó con 6 esferas de abrasión.

A la ejecución del ensayo y de los resultados obtenidos en la Tabla 43 y Tabla 45, se presenta el Gráfico 12.

### **Gráfico 12**

*Resistencia al Desgaste del APN y ACR.*



*Nota.* La resistencia al desgaste del Agregado Pétreo Natural es inferior por 2.69 unidades porcentuales que la del Agregado de Concreto Reciclado. Elaboración propia.

Del Gráfico 12, se observa que el Agregado Pétreo Natural procedente de la cantera de Pilcomayo ubicada a orillas del río Mantaro- Puente La Breña, de la provincia de Huancayo presenta un 22.13% de desgaste mientras que el Agregado de Concreto reciclado un 24.82 % de desgaste, lo que representa que el ACR es ligeramente menos resistente a la abrasión que el APN debido a que el agregado ha atravesado por un proceso de trituración lo que hizo que sus partículas estén más fragmentadas y con angularidades.

#### 4.1.3. RESUMEN DE LAS PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS

En la tabla siguiente se presentan los resultados de los ensayos realizados a los agregados finos para determinar las propiedades físicas y mecánicas del Agregado Pétreo Natural (APN) y del Agregado de Concreto Reciclado (ACR).

**Tabla 46**

*Resumen de Propiedades del APN y ACR.*

PROPIEDADES	U.M.	AGREGADO PÉTREO NATURAL	AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO
Módulo de Fineza	-	2.40	2.96
Finos que pasan la Malla N° 200	%	1.50	4.50
Peso Específico de la Masa	gr/cm <sup>3</sup>	2.42	2.14
Porcentaje de Absorción	%	2.08	7.95
P.U.S.	kg/m <sup>3</sup>	1505.67	1364.33
P.U.C.	kg/m <sup>3</sup>	1709.67	1536.00
Contenido de Humedad	%	3.46	5.12
Porcentaje de Desgaste	%	22.13	24.82

*Nota.* El resumen de las propiedades del Agregado Pétreo Natural y del Agregado de Concreto Reciclado responde a los ensayos físicos y mecánicos de laboratorio a los que fueron sometidos. Elaboración propia.

Si bien es cierto que de acuerdo a la Tabla 46 el Agregado Pétreo Natural presenta mejores resultados en los distintos ensayos típicos para una arena gruesa para la elaboración de morteros que los del Agregado de Concreto Reciclado, esto no impide que

sea una alternativa para ser empleado para la elaboración de morteros de asentado de albañilería confinada toda vez que se comporta favorablemente al interactuar con el cemento, APN y unidades de albañilería presentando resultados óptimos en los ensayos típicos a los morteros, pilas y muretes como se expondrá más adelante.

Asimismo cabe precisar que de acuerdo a los resultados obtenidos tras la realización de los ensayos al Agregado de Concreto Reciclado y de acuerdo a la Tipología del ACR expuesto en el Capítulo II se puede concluir que el agregado en mención por su composición y naturaleza vendría a ser un agregado pétreo por poseer en gran porcentaje restos de arena gruesa (APN), por su origen y procedencia son residuos triturados procedentes de demoliciones, por su uso son para la fabricación de concretos y por su granulometría corresponde a una arena gruesa.

#### **4.2. UNIDAD DE ALBAÑILERÍA**

La unidad de albañilería utilizada fue el Ladrillo King Kong de 18 huecos Tipo IV (Ladrillo industrial hueco) de la marca FORTE, ladrillo que al ser elaborado de forma industrial presentan características y propiedades establecidas y enmarcadas por normas técnicas, siendo una de las razones, aparte de que es una unidad de gran difusión local, por las cuales se eligió dicho ladrillo, los cuales son de mayor empleabilidad por un tema de desconocimiento y su relativo bajo costo (Ojeda, 2020).

Por lo mencionado, se consideró los resultados proporcionados en la ficha técnica del ladrillo marca FORTE según la Tabla 17 *Ladrillo King Kong 18 huecos – FORTE*, cuyos principales resultados se expresan a continuación:

**Tabla 47***Propiedades del Ladrillo King Kong 18 Huecos Tipo IV.*

LADRILLO KING KONG 18 HUECOS - FORTE			
PROPIEDADES FÍSICAS			
DIMENSIONES	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)
	23.0 cm	12.5 cm	9.0 cm
PESO	2.610 – 2.800 (Kg)		
ABSORCIÓN DE AGUA	< 22.0 (%)		
ÁREA DE VACÍOS	45 – 48 (%)		
ALABEO	< 4.0 (mm)		
DENSIDAD	1.90 – 2.00 (g/cm <sup>3</sup> )		
EFLORESCENCIA	No presenta		
CLASE	Tipo IV		
PROPIEDADES MECÁNICAS			
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	> 130 (Kg/cm <sup>2</sup> )		

*Nota.* Las propiedades físicas y mecánicas de la unidad de albañilería empleada, Tipo IV (ladrillo industrial hueco), para la elaboración de los elementos de albañilería (prismas y muretes) responden a la Tabla 17, adaptado de *Ladrillos King Kong*, de Ladrillos FORTE, Ficha técnica, 2019, p. 01.

### 4.3. TIPO DE MORTERO Y DOSIFICACIÓN

El tipo de mortero a usar de acuerdo a la NTE E.070 (2006) según la Tabla 11 *Mortero sin cal*, para muros portantes será la denominada P2 cuya dosificación es 1:4 (cemento: arena gruesa).

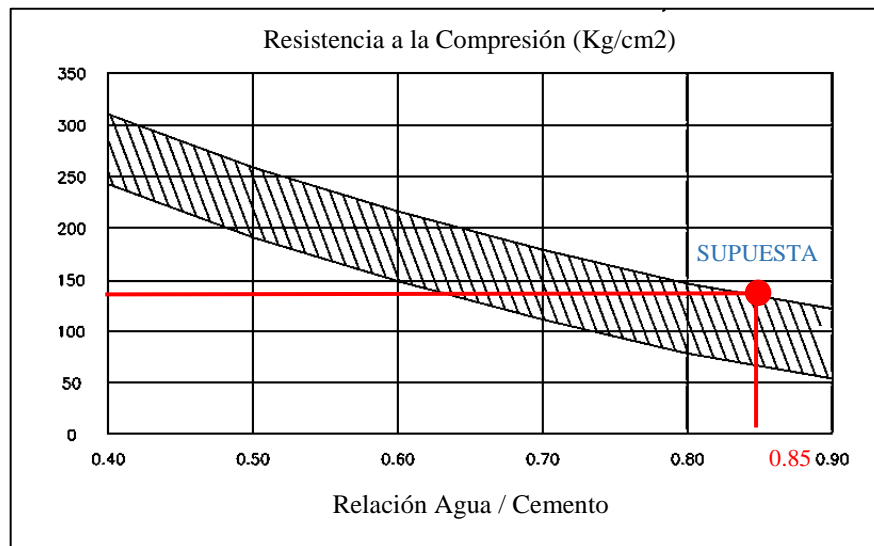
Además, de acuerdo a la Tabla 12 *Morteros de asentado para albañilería*, el equivalente para el mortero tipo “P2” es el Mortero tipo “S”, esto según la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales, ASTM C-270 (1991), el mismo que indica que para ese tipo de morteros la resistencia a la compresión ideal es de 126 kg/cm<sup>2</sup>.

Y según la Tabla 13 *Uso de los morteros*, indicaría que de acuerdo a esa dosificación el uso es de pega para ladrillos en muros y baldosas.

Considerándose entonces el tipo de mortero P2 (NTE E.070, 2006) y su equivalente el mortero S (ASTM C-270, 1991) con resistencia a la compresión ideal de 126 Kg/cm<sup>2</sup> y correlacionado con el Gráfico 2 *Resistencia a la compresión vs relación a/c del mortero* obtenemos que la relación agua /cemento es de 0.85, valor que también es utilizado por Muñoz, Torres y Guzmán (2018) en su publicación *Evaluación de un mortero preparado con agregados reciclados de un concreto mejorado por carbonatación: Una mirada a la construcción sustentable*.

### Gráfico 13

*Relación a/c del Mortero.*



*Nota.* La relación a/c (agua/cemento) del mortero fue de 0.85 de acuerdo al Gráfico 2 *Resistencia a la compresión vs relación a/c del mortero*, adaptada de *Concreto Simple*, de Rivera, G., 2005, p. 203.

Podemos resumir entonces:



**Tabla 48**

*Tipo, Uso y Dosificación del Mortero a Usar.*

MORTERO		
	P2	S
TIPO	NTE E.070 (2006)	ASTM C-270 (1991)
USO	Pega para ladrillos en muros y baldosas	
DOSIFICACIÓN	1:4:0.85 (Cemento : Agregado grueso : Agua)	

*Nota.* El tipo, uso y dosificación del mortero usado responden a la Tabla 12 *Morteros de asentado para albañilería*, Tabla 13 *Uso de los morteros*, a la Tabla 11 *Morteros sin cal*, y al Gráfico 13 *Relación a/c del mortero* adaptada del Gráfico 2 *Resistencia a la compresión vs relación a/c*: Elaboración propia.

#### **4.4. PROPIEDADES DEL MORTERO EN ESTADO FRESCO**

##### **4.4.1. ENSAYO DE CONSISTENCIA DEL MORTERO**

Se determinó la trabajabilidad de los morteros elaborados con sustitución al 0% (mortero patrón), 25%, 50% y 75% del Agregado Pétreo Natural (APN) – arena gruesa por Agregado de Concreto Reciclado (ACR) con la dosificación de 1:4:0.85, determinado en la Tabla 48, por medio de la medida del asentamiento a través del ensayo de consistencia.

En la Tabla 49 se muestra el resultado obtenido del ensayo de consistencia a los morteros elaborados con sustitución de ACR y su representación gráfica se puede apreciar en el Gráfico 14.

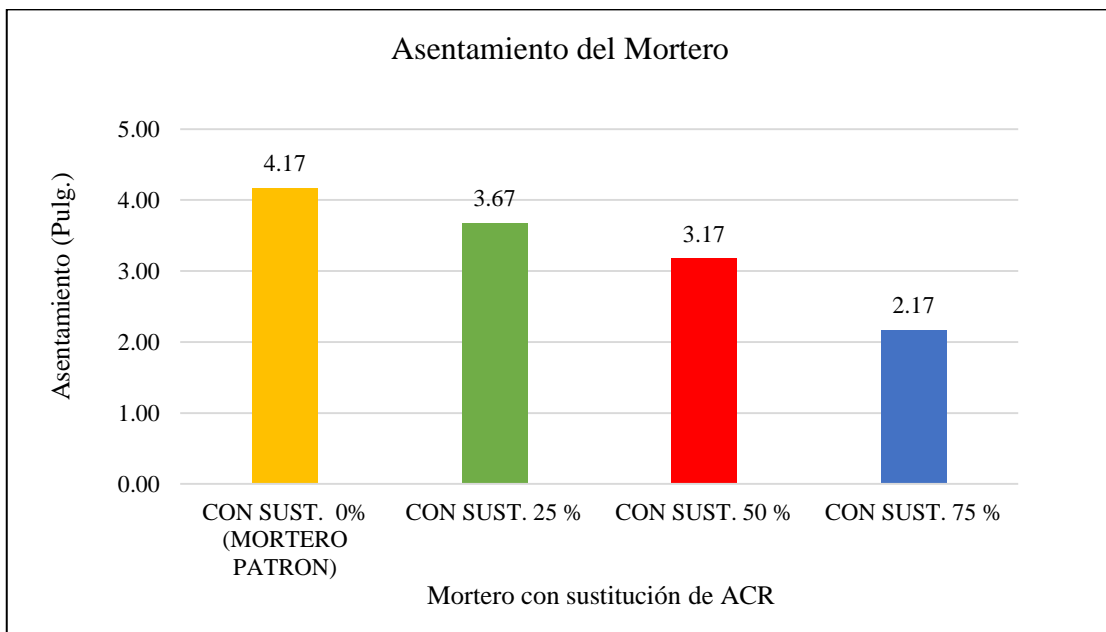
**Tabla 49***Ensayo de Asentamiento del Mortero con Sustitución de ACR.*

MORTERO	DOSIFICACIÓN			SLUM		
	C	ARENA	A/C	Pulg.	cm.	
CON SUST. 0% (MORTERO PATRON)	1	4	0.85	4 ½"	4.17	10.60
				4"		
CON SUST. 25%	1	4	0.85	3 ½"	3.67	9.30
				4"		
CON SUST. 50%	1	4	0.85	3"	3.17	8.05
				3 ½"		
CON SUST. 75%	1	4	0.85	2"	2.17	5.50
				2 ½"		

*Nota.* Para el ensayo de asentamiento se realizaron tres muestras representativas para cada sustitución de ACR, los mismos que se trabajaron con la proporción 1:4 y la relación a/c de 0.85. Elaboración propia.

## Gráfico 14

*Asentamiento del Mortero con sustitución de ACR.*



*Nota.* Los asentamientos de los morteros elaborados con sustitución de ACR fueron inversamente proporcionales a su sustitución. Elaboración propia.

De la Tabla 49 y su respectiva representación gráfica en el Gráfico 14 podemos observar que el asentamiento (SLUMP) es menor cada vez que la sustitución del Agregado de Concreto Reciclado por Agregado Pétreo Natural se incrementa, debido a que a mayor porcentaje de ACR el mortero se hace mas compacto dado a sus propiedades retentivas del agua y a la propiedad aglomerante de los finos que presenta; siendo entonces los resultados mas relevantes el del Mortero Patrón con sustitución del 0% con un SLUMP promedio de 4.17 pulg. y el Mortero con sustitución del 75% con un SLUMP promedio de 2.17%, siendo este último menor que los morteros con sustitución del 25% y 50%; representando respectivamente para los tres últimos casos el 88.01%, 77.02% y 52.04% del asentamiento obtenido por el mortero patrón.

Con los resultados obtenidos en la Tabla 49 y en comparación con la Tabla 25 *Tipos de Mortero según sus Asentamiento*, podemos determinar que tipo de consistencia y la trabajabilidad que presentan cada mortero con sustitución de ACR.

**Tabla 50**

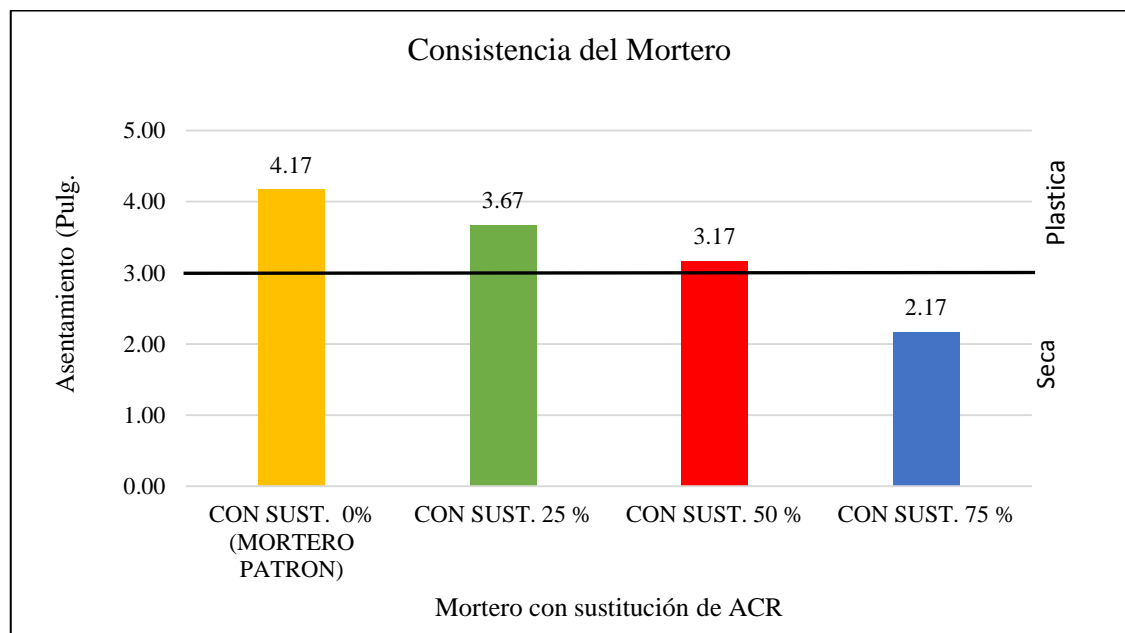
*Consistencia del Mortero con Sustitución de ACR.*

MORTERO	DOSIFICACIÓN	SLUMP		CONSISTENCIA
		Pulg.	cm.	
CON SUST. 0% (MORTERO PATRÓN)	1:4:0.85	4.17	10.60	PLÁSTICA
CON SUST. 25 %	1:4:0.85	3.67	9.30	PLÁSTICA
CON SUST. 50 %	1:4:0.85	3.17	8.05	PLÁSTICA
CON SUST. 75 %	1:4:0.85	2.17	5.50	SECA

*Nota.* La consistencia del mortero con sustitución de ACR fueron clasificadas según la Tabla 25 *Morteros Según su Asentamiento*, adaptado de *Tecnología del Concreto*, por Abanto, F., 2009, p. 49. Elaboración propia.

**Gráfico 15**

*Tipo de Consistencia de los Morteros con Sustitución de ACR.*



*Nota.* Del Grafico 15, la consistencia de los morteros con sustitución de ACR fueron entre plástica y seca, siendo el único mortero considerado como seca la elaborada con sustitución del 75% de ACR, según el límite establecido en *Tecnología del Concreto*, por Abanto, F., 2009, p. 49. Elaboración propia.

De lo expuesto en la Tabla 50 y en el Gráfico 15 podemos determinar que el Mortero con sustitución del 0% (Mortero Patrón), el Mortero con sustitución del 25% y el Mortero con sustitución del 50% se encuentran por encima del SLUMP de 3 pulg. para ser consideradas como Morteros con consistencia Plástica mientras que el Mortero con sustitución del 75% es considerada como Seca debido a los asentamientos expuestos en la Tabla 49 y Tabla 50.

La trabajabilidad de los Morteros con sustitución de ACR según sus asentamientos se presenta a continuación:

**Tabla 51**

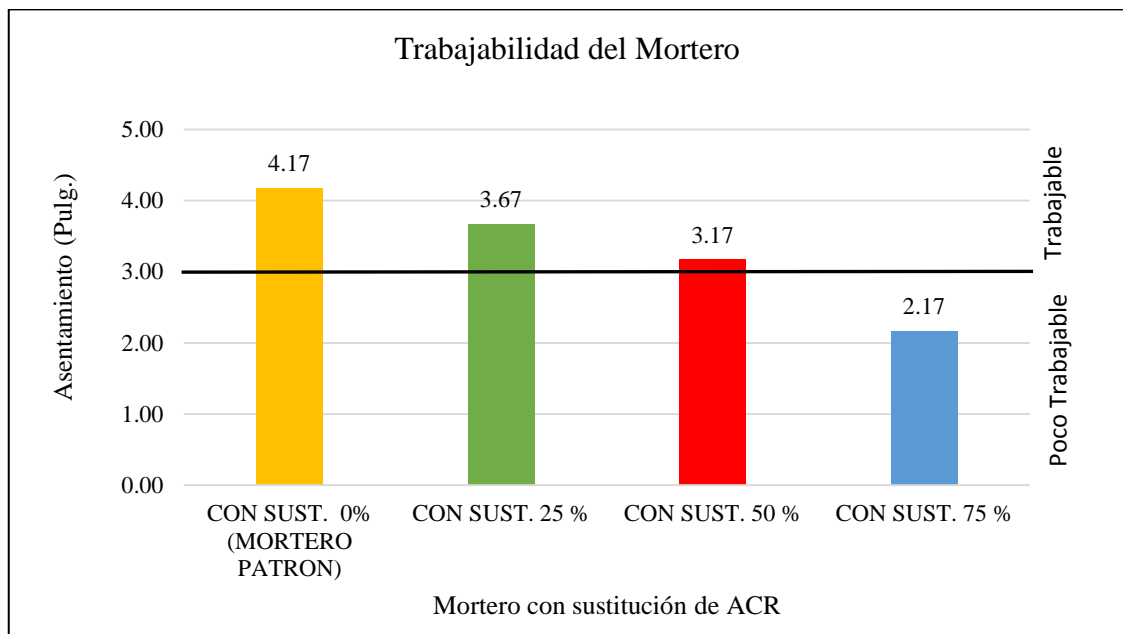
*Trabajabilidad del Mortero con Sustitución de ACR.*

MORTERO	DOSIFICACIÓN	SLUMP		TRABAJABILIDAD
		Pulg	cm.	
CON SUST. 0% (MORTERO PATRÓN)	1:4:0.85	4.17	10.6 0	TRABAJABLE
CON SUST. 25 %	1:4:0.85	3.67	9.30	TRABAJABLE
CON SUST. 50 %	1:4:0.85	3.17	8.05	TRABAJABLE
CON SUST. 75 %	1:4:0.85	2.17	5.50	POCO TRABAJABLE

*Nota.* La trabajabilidad de los morteros fueron clasificados según la Tabla 25 *Morteros Según su Asentamiento*, adaptado de *Tecnología del Concreto*, por Abanto, F., 2009, p. 49. Elaboración propia.

## Gráfico 16

*Tipo de Trabajabilidad del Mortero con Sustitución de ACR.*



*Nota.* La trabajabilidad de los morteros con sustitución de ACR fueron entre trabajable y poco trabajable, siendo el único mortero considerado como poco trabajable el mortero elaborado con sustitución del 75% de ACR, según el límite establecido en *Tecnología del Concreto*, por Abanto, F., 2009, p. 49. Elaboración propia.

De lo observado en la Tabla 51 y en el Gráfico 16 podemos determinar que el Mortero con sustitución del 0% (Mortero Patrón), el Mortero con sustitución del 25% y el Mortero con sustitución del 50% se encuentran por encima del SLUMP de 3 pulg. para ser consideradas como Morteros Trabajables mientras que el Mortero con sustitución del 75% es considerada como Poco Trabajable debido a los asentamientos expuestos en la Tabla 49 y Tabla 51.

Con los resultados obtenidos en la Tabla 51 y en comparación con el Cuadro 4 *Tipos de Asentamiento*, podemos determinar que tipo de asentamiento que presentan cada mortero con sustitución de ACR.

**Tabla 52**

*Tipo de Asentamiento del Mortero con Sustitución de ACR.*

MORTERO	DOSIFICACIÓN	SLUMP		TIPO DE ASENTAMIENTO
		Pulg	cm.	
CON SUST. 0% (MORTERO PATRON)	1:4:0.85	4.17	10.6 0	VERDADERO
CON SUST. 25 %	1:4:0.85	3.67	9.30	VERDADERO
CON SUST. 50 %	1:4:0.85	3.17	8.05	VERDADERO
CON SUST. 75 %	1:4:0.85	2.17	5.50	VERDADERO

*Nota.* El tipo de asentamiento fue clasificados según el Cuadro 7 *Tipos de Asentamiento*, adaptado de *Concreto: Método de ensayo para la medición del asentamiento de concreto de Cemento Portland*, de Norma Técnica Peruana NTP 339.035, 2009, p. 19. Elaboración propia.

De la Tabla 52 podemos precisar que el tipo de asentamiento que tienen los morteros con sustitución al 0% (Mortero patrón), 25%, 50% y 75% de ACR es del tipo Verdadero o Normal propio de mezclas ricas y con una buena dosificación de agua, no sufriendo grandes deformaciones ni la separación de sus elementos y presentando un asentamiento de hasta 125 mm sin presentar cortes ni derrumbamiento como lo especificado en el Cuadro 4 *Tipos de Asentamiento*.

Es entonces que como resultado final y en forma de resumen tenemos que, en morteros con sustitución al 0% (Mortero patrón), 25%, 50% y 75% del ACR por APN fino con la dosificación de 1:4:0.85 (cemento: arena gruesa: agua) las características son las siguientes:

**Tabla 53**

*Resumen de los Resultados del Ensayo de Consistencia.*

MORTERO	SLUMP (Pulg.)	CONSISTENCIA	TRABAJABILIDAD	TIPO DE ASENTAMIENTO
Con Sustitución 0% (MP)	4.17	Plástica	Trabajable	Verdadero
Con Sustitución 25 %	3.67	Plástica	Trabajable	Verdadero
Con Sustitución 50 %	3.17	Plástica	Trabajable	Verdadero
Con Sustitución 75 %	2.17	Seca	Poco Trabajable	Verdadero

*Nota.* El mortero patrón, y los morteros con sustitución de 25% y 50% presentan una consistencia plástica, son trabajables y tienen un asentamiento del tipo verdadero, mientras que el mortero con sustitución del 75% de ACR presenta una consistencia seca por lo que es poco trabajable y presenta un tipo de asentamiento verdadero. Elaboración propia.

#### **4.5. PROPIEDADES DEL MORTERO EN ESTADO ENDURECIDO**

##### **4.5.1. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN USANDO ESPECÍMENES CÚBICOS DE 50 MM DE LADO.**

Se determinó la resistencia a la compresión en los morteros elaborados con sustitución al 0% (mortero patrón), 25%, 50% y 75% del Agregado Pétreo Natural (APN) – arena gruesa por Agregado de Concreto Reciclado (ACR) con la dosificación de 1:4:0.85, siendo ensayados los mismos a las edades de 3, 14 y 28 días según la NTP 334.051 (2013).



**MORTEROS CON SUSTITUCIÓN DEL 0% DE ACR A LAS EDADES DE 3, 14 Y 28 DÍAS.**

Los morteros con sustitución del 0% (Mortero Patrón) del ACR por APN se vaciaron en los moldes cúbicos el 03 de marzo del 2021 y se ensayaron a compresión el 06 de marzo, 17 de marzo y el 31 de marzo del 2021.

**Tabla 54**

*Resistencia a la Compresión de Mortero con Sustitución del 0% de ACR a los 3 días.*

MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL 0% DE ACR			
DOSIFICACIÓN	1 : 4 : 0.85		
EDAD (Días)	3 DÍAS		
MUESTRA	M-1	M-2	M-3
LARGO (cm)	5.00	5.00	5.00
ANCHO (cm)	5.00	5.00	5.00
ÁREA (cm <sup>2</sup> )	25.00	25.00	25.00
CARGA MÁXIMA (N)	35690.00	34740.00	34880.00
CARGA MÁXIMA (Kg)	3640.38	3543.48	3557.76
ESFUERZO (Kg/cm <sup>2</sup> )	145.62	141.74	142.31
ESFUERZO PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )	143.22		
DESV. ESTANDAR	2.09		
COEF. DE VARIACIÓN (%)	1.46		

*Nota.* Elaboración propia.

En la Tabla 54 se puede apreciar que Resistencia a la Compresión promedio de Mortero con sustitución del 0% de ACR ensayado a los 3 días de elaborado es de 143.22 kg/cm<sup>2</sup> teniendo una desviación estandar de 2.09 y un coeficiente de variación de 1.46% de los valores obtenidos.

**Tabla 55**

*Resistencia a la Compresión de Mortero con sustitución del 0% de ACR a los 14 días.*

MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL 0% DE ACR			
DOSIFICACIÓN	1 : 4 : 0.85		
EDAD (Días)	14 DÍAS		
MUESTRA	M-1	M-2	M-3
LARGO (cm)	5.00	5.00	5.00
ANCHO (cm)	5.00	5.00	5.00
ÁREA (cm <sup>2</sup> )	25.00	25.00	25.00
CARGA MÁXIMA (N)	40750.00	43080.00	43470.00
CARGA MÁXIMA (Kg)	4156.50	4394.16	4433.94
ESFUERZO (Kg/cm <sup>2</sup> )	166.26	175.77	177.36
ESFUERZO PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )	173.13		
DESV. ESTANDAR	6.00		
COEF. DE VARIACIÓN (%)	3.47		

*Nota.* Elaboración propia.

En la Tabla 55 se puede apreciar que Resistencia a la Compresión promedio de Mortero con sustitución del 0% de ACR ensayado a los 14 días de elaborado es de 173.13 kg/cm<sup>2</sup> teniendo una desviación estandar de 6.00 y un coeficiente de variación de 3.47% de los valores obtenidos.

**Tabla 56***Resistencia a la Compresión de Mortero con Sustitución del 0% de ACR a los 28 Días.*

MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL 0% DE ACR			
DOSIFICACIÓN	1 : 4 : 0.85		
EDAD (Días)	28 DÍAS		
MUESTRA	M-1	M-2	M-3
LARGO (cm)	5.00	5.00	5.00
ANCHO (cm)	5.00	5.00	5.00
ÁREA (cm <sup>2</sup> )	25.00	25.00	25.00
CARGA MÁXIMA (N)	44540.00	44640.00	45380.00
CARGA MÁXIMA (Kg)	4543.08	4553.28	4628.76
ESFUERZO (Kg/cm <sup>2</sup> )	181.72	182.13	185.15
ESFUERZO PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )	183.00		
DESV. ESTANDAR	1.87		
COEF. DE VARIACIÓN (%)	1.03		

*Nota.* Elaboración propia.

En la Tabla 56 se puede apreciar que Resistencia a la Compresión promedio de Mortero con sustitución del 0% de ACR ensayado a los 28 días de elaborado es de 183.00 kg/cm<sup>2</sup> teniendo una desviación estandar de 1.87 y un coeficiente de variación de 1.03 % de los valores obtenidos.

Entonces como resultado final de los resultados promedios obtenidos en este ensayo para morteros con sustitución del 0% de ACR tenemos la Tabla 57.

**Tabla 57**

*Resistencia a la Compresión de Mortero con 0% de ACR a los 3, 14 y 28 Días.*

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTEROS CON SUSTITUCIÓN DEL 0% DE ACR (Kg/cm <sup>2</sup> )			
MORTEROS	EIDADES		
	3 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
CON SUST. 0 %	143.22	173.13	183.00

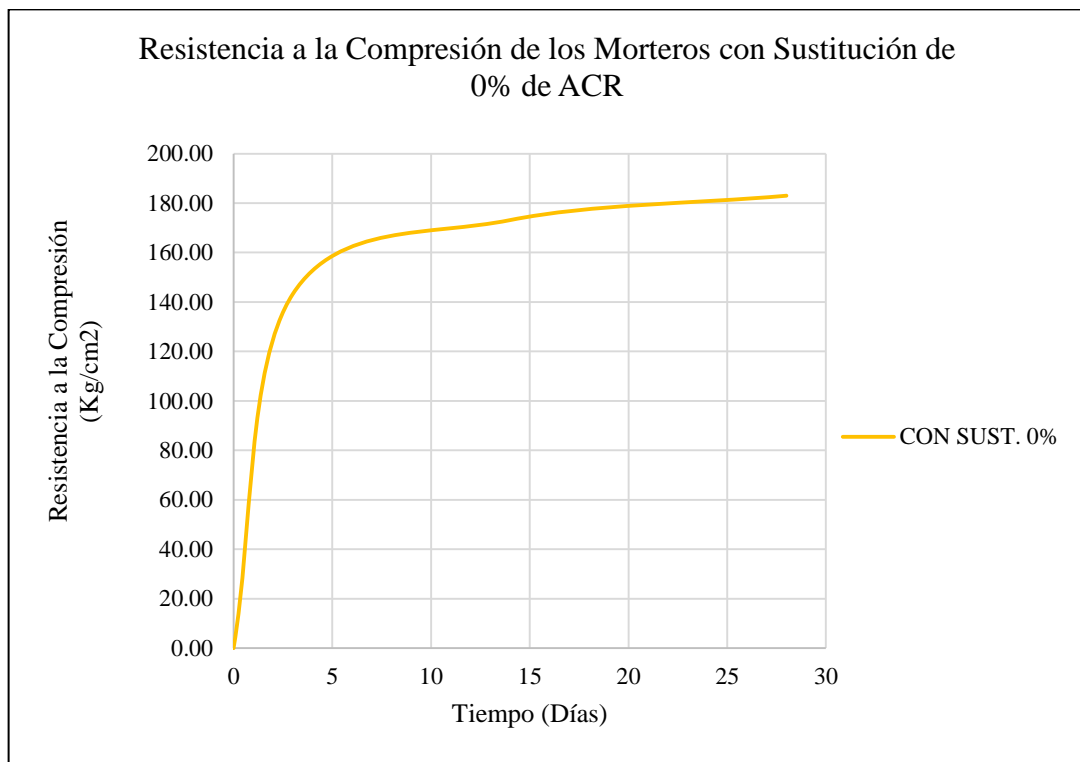
*Nota.* Los valores de la resistencia característica a la compresión de los morteros con 0% de sustitución de ACR a las edades de 3, 14 y 28 días son el resultado promedio de los esfuerzos expuestos en la Tabla 54, Tabla 55 y Tabla 56, los que fueron obtenidos en concordancia con la NTP 334.051 (2013). Elaboración propia.

De la Tabla 57 podemos distinguir que los morteros con sustitución del 0% de ACR alcanzan el valor máximo promedio de 183.00 kg/cm<sup>2</sup> correspondiente a la edad de 28 días, de este valor, el 94.61% corresponde al valor obtenido por el mortero ensayado a los 14 días y el 78.26% el ensayado a los 3 días.

En el Gráfico 17 se representa la curva de resistencia a la compresión promedio vs las distintas edades en las que fueron ensayadas los especímenes.

## Gráfico 17

*Curva de Resistencia a la Compresión vs Edades de Morteros con 0% de ACR.*



*Nota.* La curva de resistencia a la compresión del mortero con sustitución de 0% de ACR (mortero patrón) es del tipo ascendente alcanzando su máximo valor de 183.00 kg/cm<sup>2</sup> a la edad de 28 días. Elaboración propia.

Del Gráfico 17 expuesto, se observa que la curva alcanzada por los resultados promedios obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión de morteros con sustitución del 0% de ACR con especímenes cúbicos de 50 mm de lado, muestran un incremento progresivo y directamente proporcional a las edades, alcanzando así el máximo valor promedio de 183 kg/cm<sup>2</sup>.

**MORTEROS CON SUSTITUCIÓN DEL 25% DE ACR A LAS EDADES DE 3, 14 Y 28 DÍAS.**

Los morteros con sustitución del 25% del ACR por APN se vaciaron en los moldes cúbicos el 03 de marzo del 2021 y se ensayaron a compresión el 06 de marzo, 17 de marzo y el 31 de marzo del 2021.

**Tabla 58**

*Resistencia a la Compresión de Mortero con sustitución del 25% de ACR a los 3 días.*

MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL 25% DE ACR			
DOSIFICACIÓN	1 : 4 : 0.85		
EDAD (Días)	3 DÍAS		
MUESTRA	M-1	M-2	M-3
LARGO (cm)	5.00	5.00	5.00
ANCHO (cm)	5.00	5.00	5.00
ÁREA (cm <sup>2</sup> )	25.00	25.00	25.00
CARGA MÁXIMA (N)	39760.00	39080.00	43710.00
CARGA MÁXIMA (Kg)	4055.52	3986.16	4458.42
ESFUERZO (Kg/cm <sup>2</sup> )	162.22	159.45	178.34
ESFUERZO PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )	166.67		
DESV. ESTANDAR	10.20		
COEF. DE VARIACIÓN (%)	6.12		

*Nota.* Elaboración propia.

En la Tabla 58 se puede apreciar que Resistencia a la Compresión promedio de Mortero con sustitución del 25% de ACR ensayado a los 3 días de elaborado es de 166.67 kg/cm<sup>2</sup> teniendo una desviación estandar de 10.20 y un coeficiente de variación de 6.12 % de los valores obtenidos.

**Tabla 59**

*Resistencia a la Compresión de Mortero con sustitución del 25% de ACR a los 14 días.*

MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL 25% DE ACR			
DOSIFICACIÓN	1 : 4 : 0.85		
EDAD (Días)	14 DÍAS		
MUESTRA	M-1	M-2	M-3
LARGO (cm)	5.00	5.00	5.00
ANCHO (cm)	5.00	5.00	5.00
ÁREA (cm <sup>2</sup> )	25.00	25.00	25.00
CARGA MÁXIMA (N)	40410.00	45390.00	46180.00
CARGA MÁXIMA (Kg)	4121.82	4629.78	4710.36
ESFUERZO (Kg/cm <sup>2</sup> )	164.87	185.19	188.41
ESFUERZO PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )	179.49		
DESV. ESTANDAR	12.76		
COEF. DE VARIACIÓN (%)	7.11		

*Nota.* Elaboración propia.

En la Tabla 59 se puede apreciar que Resistencia a la Compresión promedio de Mortero con sustitución del 25% de ACR ensayado a los 14 días de elaborado es de 179.49 kg/cm<sup>2</sup> teniendo una desviación estandar de 12.76 y un coeficiente de variación de 7.11 % de los valores obtenidos.

**Tabla 60**

*Resistencia a la Compresión de Mortero con sustitución del 25% de ACR a los 28 días.*

MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL 25% DE ACR			
DOSIFICACIÓN	1 : 4 : 0.85		
EDAD (Dñias)	28 DÍAS		
MUESTRA	M-1	M-2	M-3
LARGO (cm)	5.00	5.00	5.00
ANCHO (cm)	5.00	5.00	5.00
ÁREA (cm <sup>2</sup> )	25.00	25.00	25.00
CARGA MÁXIMA (N)	48360.00	46850.00	47560.00
CARGA MÁXIMA (Kg)	4932.72	4778.70	4851.12
ESFUERZO (Kg/cm <sup>2</sup> )	197.31	191.15	194.04
ESFUERZO PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )	194.17		
DESV. ESTANDAR	3.08		
COEF. DE VARIACIÓN (%)	1.58		

*Nota.* Elaboración propia.

En la Tabla 60 se puede apreciar que Resistencia a la Compresión promedio de Mortero con sustitución del 25% de ACR ensayado a los 14 días de elaborado es de 194.17 kg/cm<sup>2</sup> teniendo una desviación estandar de 3.08 y un coeficiente de variación de 1.58 % de los valores obtenidos.

Entonces como resultado final de los resultados promedios obtenidos en este ensayo para morteros con sustitución del 25% de ACR tenemos la Tabla 61.



**Tabla 61**

Resistencia a la Compresión de Mortero con 25% de ACR a los 3, 14 y 28 Días.

MORTEROS	EDADES		
	3 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
CON SUST. 25 %	166.67	179.49	194.17

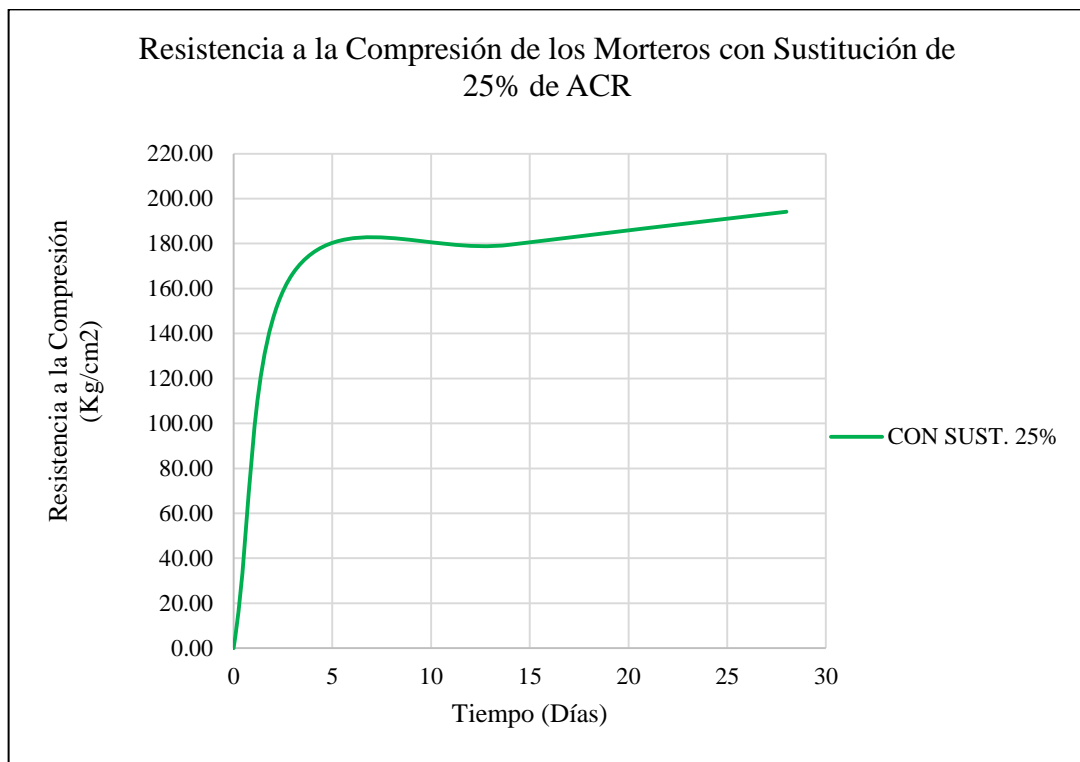
*Nota.* Los valores de la resistencia característica a la compresión de los morteros con sustituciones de 25% de ACR a las edades de 3, 14 y 28 días son el resultado promedio de los esfuerzos expuestos en la Tabla 58, Tabla 59 y Tabla 60, los que fueron obtenidos en concordancia con la NTP 334.051 (2013). Elaboración propia.

De la Tabla 61 podemos distinguir que los morteros con sustitución del 25% de ACR alcanzan el valor máximo promedio de 194.17 kg/cm<sup>2</sup> correspondiente a la edad de 28 días, de este valor, el 92.44% corresponde al valor obtenido por el mortero ensayado a los 14 días y el 85.84% el ensayado a los 3 días.

En el Gráfico 10 se representa la curva de resistencia a la compresión promedio vs las distintas edades en las que fueron ensayadas los especímenes.

## Gráfico 18

*Curva de Resistencia a la compresión vs edades de morteros con 25% de ACR.*



*Nota.* La curva de resistencia a la compresión del mortero con sustitución de 25% de ACR es del tipo ascendente alcanzando su máximo valor de 194.17 kg/cm<sup>2</sup> a la edad de 28 días. Elaboración propia.

Del Gráfico 18 expuesto, se observa que la curva alcanzada por los resultados promedios obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión de morteros con sustitución del 25% de ACR con especímenes cúbicos de 50 mm de lado, muestran un incremento progresivo y directamente proporcional a las edades, alcanzando así el máximo valor promedio de 194.17 kg/cm<sup>2</sup>.

**MORTEROS CON SUSTITUCIÓN DEL 50% DE ACR A LAS EDADES DE 3, 14 Y 28 DÍAS.**

Los morteros con sustitución del 50% del ACR por APN se vaciaron en los moldes cúbicos el 03 de marzo del 2021 y se ensayaron a compresión el 06 de marzo, 17 de marzo y el 31 de marzo del 2021.

**Tabla 62**

*Resistencia a la Compresión de Mortero con Sustitución del 50% de ACR a los 3 Días.*

MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL 50% DE ACR			
DOSIFICACIÓN	1 : 4 : 0.85		
EDAD (Días)	3 DÍAS		
MUESTRA	M-1	M-2	M-3
LARGO (cm)	5.00	5.00	5.00
ANCHO (cm)	5.00	5.00	5.00
ÁREA (cm <sup>2</sup> )	25.00	25.00	25.00
CARGA MÁXIMA (N)	39500.00	38390.00	46070.00
CARGA MÁXIMA (Kg)	4020.00	3915.78	4699.14
ESFUERZO (Kg/cm <sup>2</sup> )	161.16	156.63	187.97
ESFUERZO PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )	168.59		
DESV. ESTANDAR	16.94		
COEF. DE VARIACIÓN (%)	10.05		

*Nota.* Elaboración propia.

En la Tabla 62 se puede apreciar que Resistencia a la Compresión promedio de Mortero con sustitución del 50% de ACR ensayado a los 3 días de elaborado es de 168.59 kg/cm<sup>2</sup> teniendo una desviación estandar de 16.94 y un coeficiente de variación de 10.05 % de los valores obtenidos.

**Tabla 63**

*Resistencia a la Compresión de Mortero con sustitución del 50% de ACR a los 14 Días.*

MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL 50% DE ACR			
DOSIFICACIÓN	1 : 4 : 0.85		
EDAD (Días)	14 DÍAS		
MUESTRA	M-1	M-2	M-3
LARGO (cm)	5.00	5.00	5.00
ANCHO (cm)	5.00	5.00	5.00
ÁREA (cm <sup>2</sup> )	25.00	25.00	25.00
CARGA MÁXIMA (N)	45880.00	45360.00	46280.00
CARGA MÁXIMA (Kg)	4679.76	4626.72	4720.56
ESFUERZO (Kg/cm <sup>2</sup> )	187.19	185.07	188.82
ESFUERZO PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )	187.03		
DESV. ESTANDAR	1.88		
COEF. DE VARIACIÓN (%)	1.00		

*Nota.* Elaboración propia.

En la Tabla 63 se puede apreciar que Resistencia a la Compresión promedio de Mortero con sustitución del 50% de ACR ensayado a los 14 días de elaborado es de 187.03 kg/cm<sup>2</sup> teniendo una desviación estandar de 1.88 y un coeficiente de variación de 1.00 % de los valores obtenidos.

**Tabla 64***Resistencia a la Compresión de Mortero con Sustitución del 50% de ACR a los 28 Días.*

MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL 50% DE ACR			
DOSIFICACIÓN	1 : 4 : 0.85		
EDAD (Días)	28 DÍAS		
MUESTRA	M-1	M-2	M-3
LARGO (cm)	5.00	5.00	5.00
ANCHO (cm)	5.00	5.00	5.00
ÁREA (cm <sup>2</sup> )	25.00	25.00	25.00
CARGA MÁXIMA (N)	50040.00	50500.00	48570.00
CARGA MÁXIMA (Kg)	5104.08	5151.00	4954.14
ESFUERZO (Kg/cm <sup>2</sup> )	204.16	206.04	198.17
ESFUERZO PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )	202.79		
DESV. ESTANDAR	4.11		
COEF. DE VARIACIÓN (%)	2.03		

*Nota.* Elaboración propia.

En la Tabla 64 se puede apreciar que Resistencia a la Compresión promedio de Mortero con sustitución del 50% de ACR ensayado a los 28 días de elaborado es de 202.79 kg/cm<sup>2</sup> teniendo una desviación estandar de 4.11 y un coeficiente de variación de 2.03 % de los valores obtenidos.

Entonces como resultado final de los resultados promedios obtenidos en este ensayo para morteros con sustitución del 50% de ACR tenemos la Tabla 65.

**Tabla 65**

Resistencia a la Compresión de Mortero con 50% de ACR a los 3, 14 y 28 Días.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTEROS CON SUSTITUCIÓN DEL 50% DE ACR (Kg/cm <sup>2</sup> )			
MORTEROS	EIDADES		
	3 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
CON SUST. 50 %	168.59	187.03	202.79

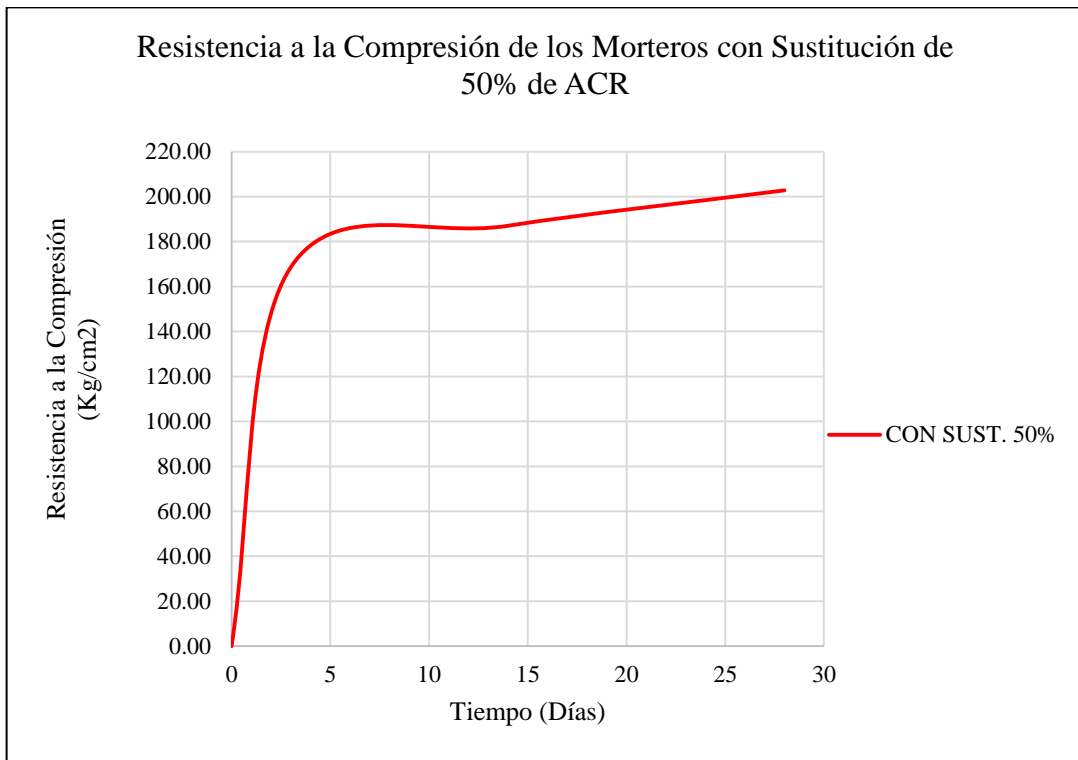
*Nota.* Los valores de la resistencia característica a la compresión de los morteros con sustituciones de 50% de ACR a las edades de 3, 14 y 28 días son el resultado promedio de los esfuerzos expuestos en la Tabla 62, Tabla 63 y Tabla 64, los que fueron obtenidos en concordancia con la NTP 334.051 (2013). Elaboración propia.

De la Tabla 65 podemos distinguir que los mortero con sustitución del 50% de ACR alcanzan el valor máximo promedio de 202.79 kg/cm<sup>2</sup> correspondiente a la edad de 28 días, de este valor, el 92.23% corresponde al valor obtenido por el mortero ensayado a los 14 días y el 83.14% el ensayado a los 3 días.

En el Gráfico 19 se representa la curva de resistencia a la compresión promedio vs las distintas edades en las que fueron ensayadas los especímenes.

## Gráfico 19

*Curva de Resistencia a la Compresión vs Edades de Morteros con 50% de ACR.*



*Nota.* La curva de resistencia a la compresión del mortero con sustitución de 50% de ACR es del tipo ascendente alcanzando su máximo valor de 202.79 kg/cm<sup>2</sup> a la edad de 28 días. Elaboración propia.

Del Gráfico 19 expuesto, se observa que la curva alcanzada por los resultados promedios obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión de morteros con sustitución del 50% de ACR con especímenes cúbicos de 50 mm de lado, muestran un incremento progresivo y directamente proporcional a las edades, alcanzando así el máximo valor promedio de 202.79 kg/cm<sup>2</sup>.

**MORTEROS CON SUSTITUCIÓN DEL 75% DE ACR A LAS EDADES DE 3, 14 Y 28 DÍAS.**

Los morteros con sustitución del 75% del ACR por APN se vaciaron en los moldes cúbicos el 03 de marzo del 2021 y se ensayaron a compresión el 06 de marzo, 17 de marzo y el 31 de marzo del 2021.

**Tabla 66**

*Resistencia a la Compresión de Mortero con Sustitución del 75% de ACR a los 3 Días.*

MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL 75% DE ACR			
DOSIFICACIÓN	1 : 4 : 0.85		
EDAD (Días)	3 DÍAS		
MUESTRA	M-1	M-2	M-3
LARGO (cm)	5.00	5.00	5.00
ANCHO (cm)	5.00	5.00	5.00
ÁREA (cm <sup>2</sup> )	25.00	25.00	25.00
CARGA MÁXIMA (N)	35550.00	37070.00	36750.00
CARGA MÁXIMA (Kg)	3626.10	3781.14	3748.50
ESFUERZO (Kg/cm <sup>2</sup> )	145.04	151.25	149.94
ESFUERZO PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )	148.74		
DESV. ESTANDAR	3.27		
COEF. DE VARIACIÓN (%)	2.19		

*Nota.* Elaboración propia.

En la Tabla 66 se puede apreciar que Resistencia a la Compresión promedio de Mortero con sustitución del 75% de ACR ensayado a los 3 días de elaborado es de 148.74 kg/cm<sup>2</sup> teniendo una desviación estandar de 3.27 y un coeficiente de variación de 2.19 % de los valores obtenidos.



**Tabla 67**

*Resistencia a la Compresión de Mortero con Sustitución del 75% de ACR a los 14 Días.*

MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL 75% DE ACR			
DOSIFICACIÓN	1 : 4 : 0.85		
EDAD (Días)	14 DÍAS		
MUESTRA	M-1	M-2	M-3
LARGO (cm)	5.00	5.00	5.00
ANCHO (cm)	5.00	5.00	5.00
ÁREA (cm <sup>2</sup> )	25.00	25.00	25.00
CARGA MÁXIMA (N)	42140.00	42760.00	43840.00
CARGA MÁXIMA (Kg)	4298.28	4361.52	4471.68
ESFUERZO (Kg/cm <sup>2</sup> )	171.93	174.46	178.87
ESFUERZO PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )	175.09		
DESV. ESTANDAR	3.51		
COEF. DE VARIACIÓN (%)	2.00		

*Nota.* Elaboración propia.

En la Tabla 67 se puede apreciar que Resistencia a la Compresión promedio de Mortero con sustitución del 75% de ACR ensayado a los 14 días de elaborado es de 175.09 kg/cm<sup>2</sup> teniendo una desviación estandar de 3.51 y un coeficiente de variación de 2.00 % de los valores obtenidos.

**Tabla 68***Resistencia a la Compresión de Mortero con Sustitución del 75% de ACR a los 28 Días.*

MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL 75% DE ACR			
DOSIFICACIÓN	1 : 4 : 0.85		
EDAD (Días)	28 DÍAS		
MUESTRA	M-1	M-2	M-3
LARGO (cm)	5.00	5.00	5.00
ANCHO (cm)	5.00	5.00	5.00
ÁREA (cm <sup>2</sup> )	25.00	25.00	25.00
CARGA MÁXIMA (N)	46110.00	46040.00	45270.00
CARGA MÁXIMA (Kg)	4703.22	4696.08	4617.54
ESFUERZO (Kg/cm <sup>2</sup> )	188.13	187.84	184.70
ESFUERZO PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )	186.89		
DESV. ESTANDAR	1.90		
COEF. DE VARIACIÓN (%)	1.02		

*Nota.* Elaboración propia.

En la Tabla 68 se puede apreciar que Resistencia a la Compresión promedio de Mortero con sustitución del 75% de ACR ensayado a los 28 días de elaborado es de 186.89 kg/cm<sup>2</sup> teniendo una desviación estandar de 1.90 y un coeficiente de variación de 1.02 % de los valores obtenidos.

Entonces como resultado final de los resultados promedios obtenidos en este ensayo para morteros con sustitución del 75% de ACR tenemos la Tabla 69.

**Tabla 69**

Resistencia a la Compresión de Mortero con 75% de ACR a los 3, 14 y 28 Días.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTEROS CON SUSTITUCIÓN DEL 75% DE ACR (Kg/cm <sup>2</sup> )			
MORTEROS	EDADES		
	3 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
CON SUST. 75 %	151.25	175.09	186.89

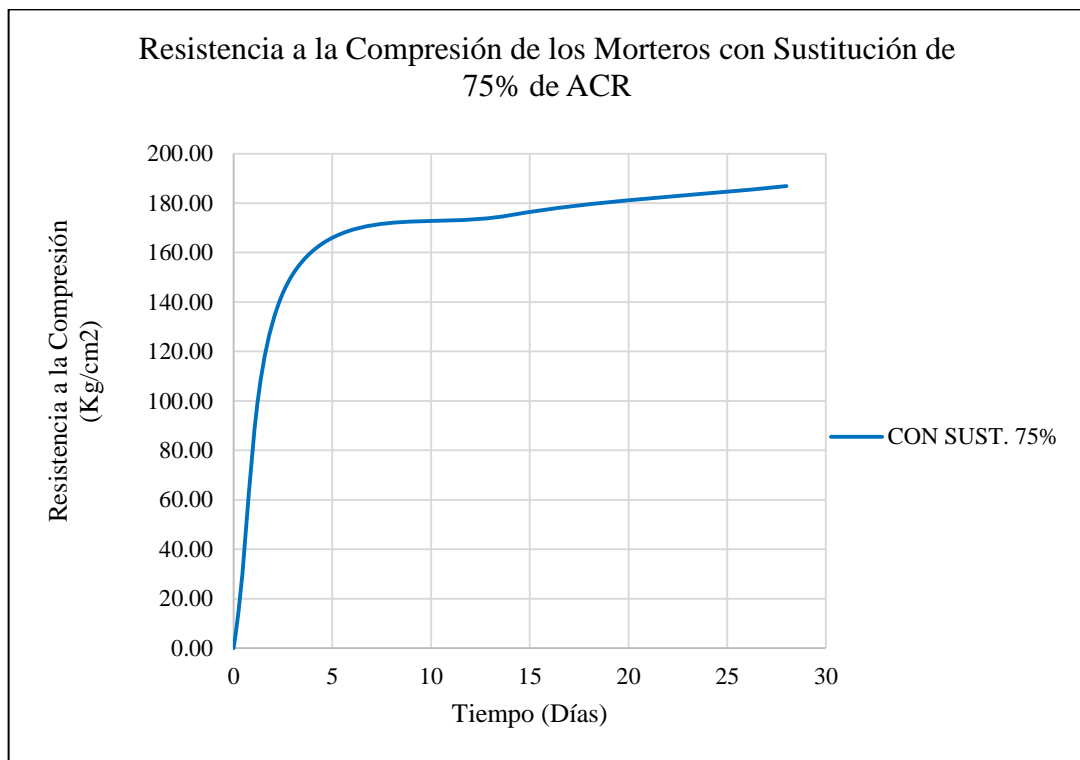
*Nota.* Los valores de la resistencia característica a la compresión de los morteros con sustituciones de 75% de ACR a las edades de 3, 14 y 28 días son el resultado promedio de los esfuerzos expuestos en la Tabla 66, Tabla 67 y Tabla 68, los que fueron obtenidos en concordancia con la NTP 334.051 (2013). Elaboración propia.

De la Tabla 69 podemos distinguir que los morteros con sustitución del 75% de ACR alcanzan el valor máximo promedio de 186.89 kg/cm<sup>2</sup> correspondiente a la edad de 28 días, de este valor, el 93.69% corresponde al valor obtenido por el mortero ensayado a los 14 días y el 80.93% el ensayado a los 3 días.

En el gráfico 20 se representa la curva de resistencia a la compresión promedio vs las distintas edades en las que fueron ensayadas los especímenes.

## Gráfico 20

*Curva de Resistencia a la Compresión vs Edades de Morteros con 75% de ACR.*



*Nota.* La curva de resistencia a la compresión del mortero con sustitución de 75% de ACR es del tipo ascendente alcanzando su máximo valor de 186.89 kg/cm<sup>2</sup> a la edad de 28 días. Elaboración propia.

Del Gráfico 20 expuesto, se observa que la curva alcanzada por los resultados promedios obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión de morteros con sustitución del 75% de ACR con especímenes cúbicos de 50 mm de lado, muestran un incremento progresivo y directamente proporcional a las edades, alcanzando así el máximo valor promedio de 186.89 kg/cm<sup>2</sup>.

A continuación se presentan en la Tabla 70 los resultados finales y promedios de la resistencia a la compresión de los morteros con sustitución al 0% (mortero patrón), 25%, 50% y 75% del Agregado Pétreo Natural (APN) – arena gruesa, por Agregado de

Concreto Reciclado (ACR) con la dosificación de 1:4:0.85, siendo ensayados los mismos a las edades de 3, 14 y 28 días.

**Tabla 70**

*Resistencias a la Compresión Promedio de los Morteros con ACR a los 3, 14 y 28 Días.*

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTEROS CON SUSTITUCIÓN DE ACR (Kg/cm <sup>2</sup> )			
MORTEROS	EIDADES		
	3 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
CON SUST. 0 %	143.22	173.13	183.00
CON SUST. 25 %	166.67	179.49	194.17
CON SUST. 50 %	168.59	187.03	202.79
CON SUST. 75 %	151.25	175.09	186.89

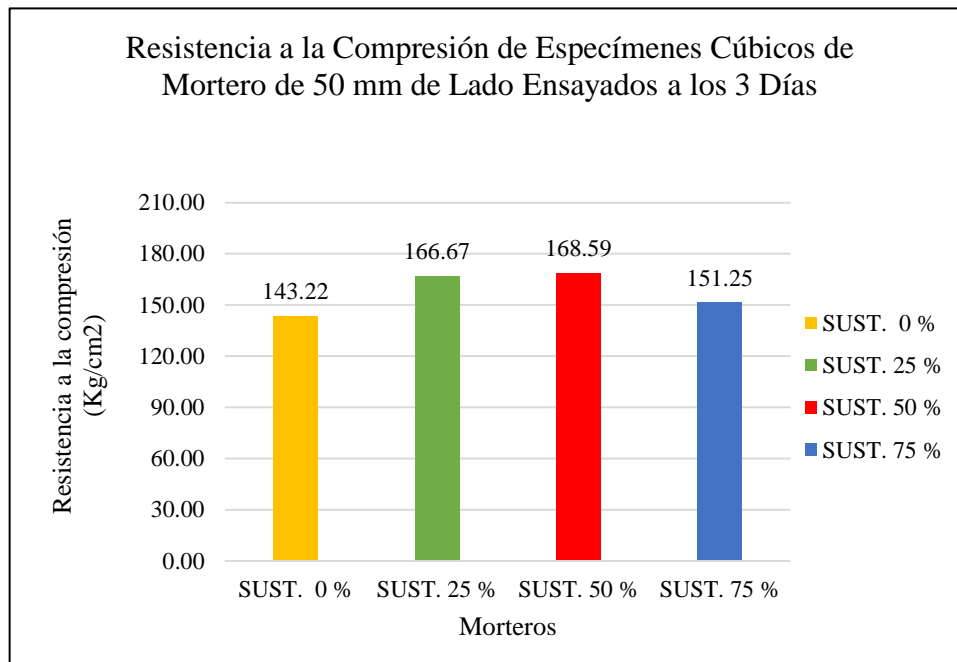
*Nota.* La Tabla 70 muestra las resistencias características promedio a la compresión de los morteros con sustituciones del 0%, 25%, 50% y 75% a las edades de 3, 14 y 28 días de acuerdo con la NTP 334.051 (2013), mostrando todos estos son directamente proporcional a tales sustituciones. Elaboración propia.

De la Tabla 70 se obtiene a continuación los siguientes gráficos:

El Gráfico 21 presenta los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión de los especímenes cúbicos (50 mm de lado) ensayados a la edad de 3 días de haberse elaborado y curado.

## Gráfico 21

*Resistencia a la Compresión de morteros cúbicos a los 3 días.*



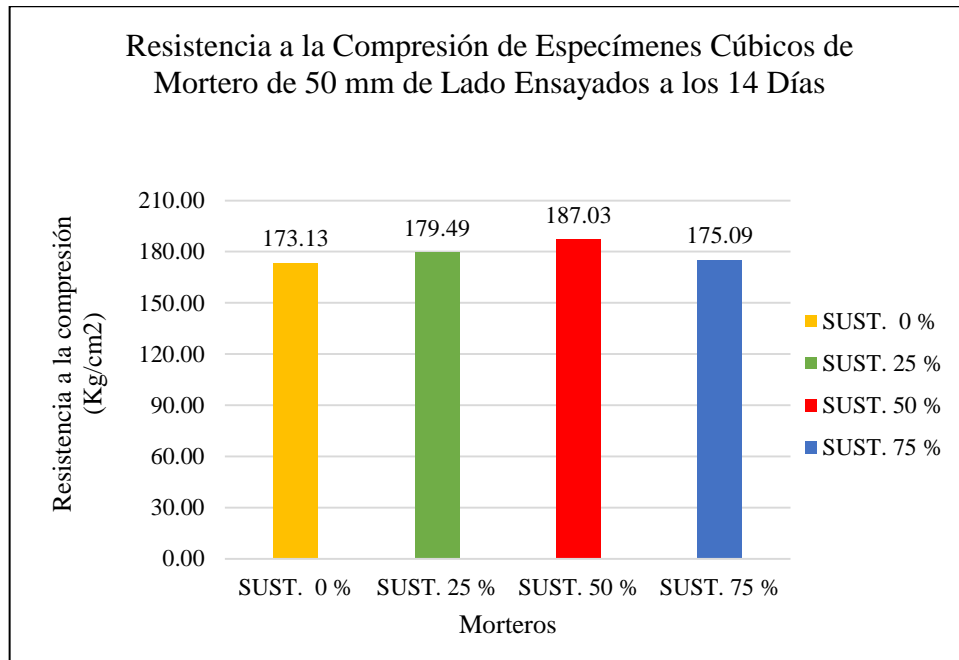
*Nota.* El Gráfico 21 hace referencia a los valores mostrados en la Tabla 70 de la resistencia a la compresión de los morteros a la edad de 3 días. Elaboración propia.

Se observa entonces de acuerdo a la Tabla 70 y al Gráfico 21 que la mayor resistencia promedio alcanzada por los morteros (3 días) fueron aquellos elaborados con sustitución del 50% de ACR (168.59 Kg/cm<sup>2</sup>), a continuación los morteros con sustitución del 25% de ACR (166.67 Kg/cm<sup>2</sup>), seguido de los morteros con sustitución del 75% de ACR (151.25 Kg/cm<sup>2</sup>) y por último alcanzando la más baja resistencia a la compresión promedio los morteros con sustitución del 0% de ACR (143.22 Kg/cm<sup>2</sup>), estos últimos tres valores representan respectivamente el 98.86%, 89.71% y 84.95% de la máxima resistencia media alcanzada por los morteros con sustitución del 50% de ACR ensayadas a la edad de 3 días.

El Gráfico 22 presenta los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión de los especímenes cúbicos (50 mm de lado) ensayados a la edad de 14 días de haberse elaborado y curado.

### Gráfico 22

*Resistencia a la Compresión de morteros cúbicos a los 14 días.*



*Nota.* El Gráfico 22 hace referencia a los valores mostrados en la Tabla 70 de la resistencia a la compresión de los morteros a la edad de 14 días. Elaboración propia

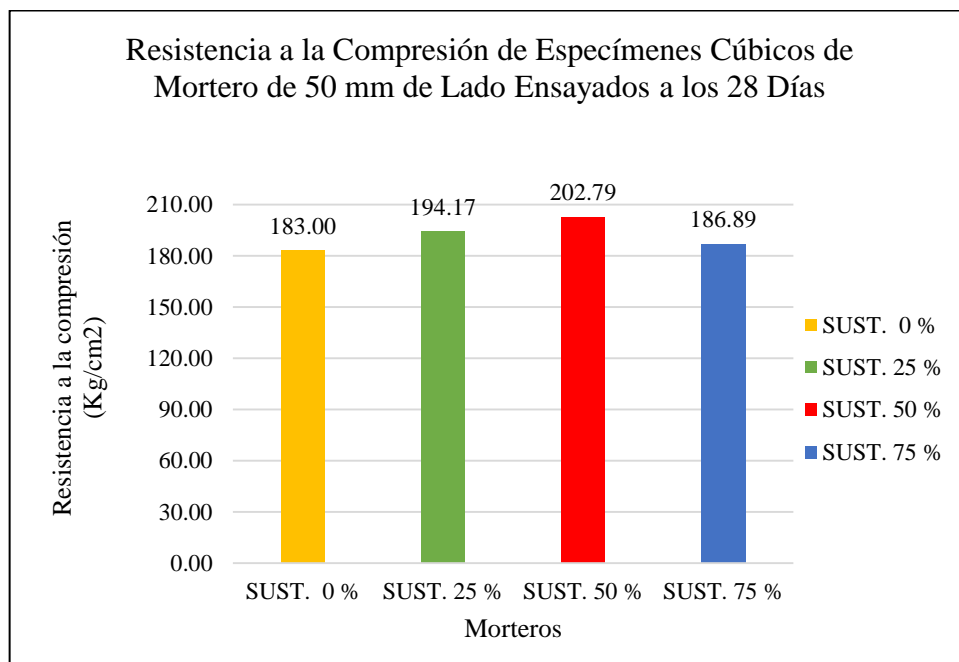
De de acuerdo a la Tabla 70 y al Gráfico 22, la mayor resistencia promedio alcanzada por los morteros (14 días) fueron aquellos elaborados con sustitución del 50% de ACR (187.03 Kg/cm<sup>2</sup>), a continuación los morteros con sustitución del 25% de ACR (179.49 Kg/cm<sup>2</sup>), seguido de los morteros con sustitución del 75% de ACR (175.09 Kg/cm<sup>2</sup>) y por último alcanzando la más baja resistencia a la compresión promedio los morteros con sustitución del 0% de ACR (173.13 Kg/cm<sup>2</sup>), estos últimos tres valores representan respectivamente el 95.97%, 93.62% y 92.57% de la máxima resistencia

media alcanzada por los morteros con sustitución del 50% de ACR ensayadas a la edad de 14 días.

El Gráfico 23 presenta los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión de los especímenes cúbicos (50 mm de lado) ensayados a la edad de 28 días de haberse elaborado y curado.

### Gráfico 23

*Resistencia a la Compresión de morteros cúbicos a los 28 días*



*Nota.* El Gráfico 23 hace referencia a los valores mostrados en la Tabla 70 de la resistencia a la compresión de los morteros a la edad de 28 días. Elaboración propia

Del Gráfico 23, la mayor resistencia promedio alcanzada por los morteros (28 días) fueron aquellos elaborados con sustitución del 50% de ACR (202.79 Kg/cm<sup>2</sup>), a continuación los morteros con sustitución del 25% de ACR (194.17 Kg/cm<sup>2</sup>), seguido de los morteros con sustitución del 75% de ACR (186.89 Kg/cm<sup>2</sup>) y por último alcanzando la más baja resistencia a la compresión promedio los morteros con sustitución del 0% de



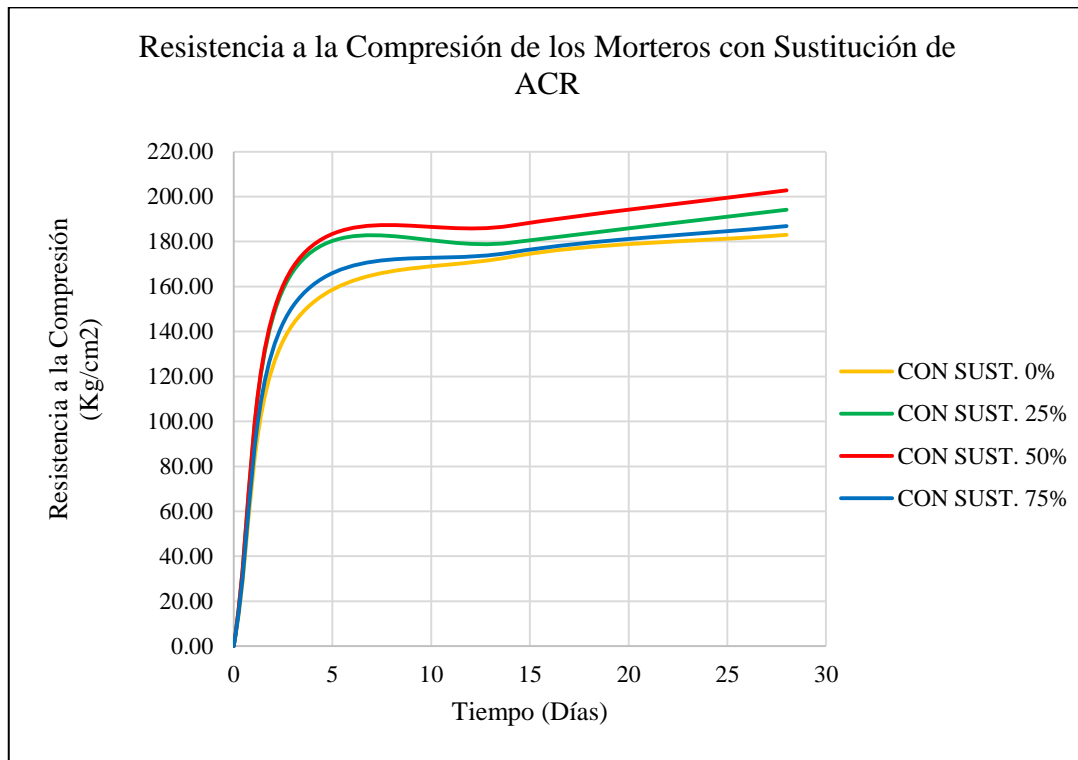
ACR (183.00 Kg/cm<sup>2</sup>), estos últimos tres valores representan respectivamente el 95.75%, 92.16% y 90.24% de la máxima resistencia media alcanzada por los morteros con sustitución del 50% de ACR ensayadas a la edad de 28 días.

En la Tabla 70, seguido del Gráfico 21, Gráfico 22 y Gráfico 23, podemos apreciar que todos los morteros con sus diferentes sustituciones de Agregado de Concreto Reciclado por Agregado Pétreo Natural al 0%, 25%, 50% y 75% con misma dosificación (1:4:0.85) presentan un incremento en su resistencia a la compresión a medida que se incrementan sus edades, sin embargo el mortero elaborado con sustitución de ACR al 50% presenta la mayor resistencia a la compresión a los 28 días de ensayo con 202.79 kg/cm<sup>2</sup> promedio mientras que el mortero con menor resistencia a la compresión es el mortero elaborado con sustitución al 0% de ACR con 183.00 kg/cm<sup>2</sup> promedio.

A continuación se presenta el Gráfico 24 en el que se grafican las curvas Resistencia a la Compresión (Kg/cm<sup>2</sup>) vs las edades expresadas en Tiempo (días).

## Gráfico 24

*Curvas Resistencia a la Compresión Vs Edades de los morteros con sustitución de ACR.*



*Nota.* El Gráfico 24 muestra la sobre posición del Gráfico 17, Gráfico 18, Gráfico 19 y Gráfico 20, siendo las curvas de resistencia a la compresión de los mortero con sustituciones del 0%, 25%, 50% y 75% de ACR es del tipo ascendente Elaboración propia.

En el Gráfico 24 se puede visualizar que los morteros que alcanzan mayores resistencias a la compresión en sus diferentes edades son aquellos con sustitución al 50% del ACR por el APN, seguido del mortero con sustitución del 25%, se puede apreciar que por el mortero con sustitución del 75% presenta resistencias ligeramente mayores que el mortero patrón, pero muy por debajo de las resistencias alcanzadas por el mortero con sustitución del 50%, alcanzando resistencias superiores al proyectado según el Gráfico 6.

#### **4.5.2. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL EN PRISMAS ELABORADAS CON 3 HILADAS**

Se determinó la resistencia a la compresión axial en prismas elaborados con ladrillos King Kong 18 huecos Tipo IV (Industrial hueco) en 3 hiladas cuyas juntas horizontales de mortero fueron de 1.2 cm, para lo cual se empleó morteros con sustitución al 0% (mortero patrón), 25%, 50% y 75% del Agregado Pétreo Natural (APN) – arena gruesa por Agregado de Concreto Reciclado (ACR) con la dosificación de 1:4:0.85, siendo ensayados a las edades de 7, 14 y 28 días según la NTP 399.065 (2013).

Asimismo el valor de  $f'm$  ha sido obtenido contemplando los Coeficientes de corrección por Esbeltez del prisma como se muestran en la Tabla 71.

**Tabla 71**

*Factores de Corrección por Esbeltez.*

FACTORES DE CORRECCIÓN DE $f'm$ POR ESBELTEZ						
Esbeltez (E) hp/tp	2.0	2.5	3.0	4.0	4.5	5.0
Factor de Corrección (CC)	0.73	0.80	0.92	0.95	0.98	1.00

*Nota.* Factores de corrección por esbeltez para la resistencia a la compresión de prismas de albañilería, estos factores (CC) serán obtenidos de la interpolación en función al valor obtenido de la división de la altura entre el ancho del prisma (hp/tp). Tomado de *Albañilería*, de Norma Técnica de Edificaciones E.070, (2006), p. 30.

#### **PRISMAS ELABORADOS CON MORTEROS CON SUSTITUCIÓN DEL 0% DE ACR A LAS EDADES DE 7, 14 Y 28 DÍAS.**

Los prismas elaborados con morteros de asentado con sustitución del 0% del ACR por APN se construyeron el 03 de marzo y se ensayaron a compresión axial el 10 de marzo, 17 de marzo y el 31 de marzo del 2021.

**Tabla 72***Resistencia a Compresión de Prismas con Mortero con 0% de ACR a los 7 Días.*

PRISMAS ELABORADOS CON MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL 0% DE ACR			
AGLOMERANTE	CEMENTO PORTLAND TIPO I		
UNIDAD DE ALBAÑILERÍA	LADRILLO KING KONG 18 H (IV)		
DOSIFICACIÓN DE MORTERO	1 : 4 : 0.85		
JUNTAS	JH : 1.2 cm		
EDAD (Días)	7 DÍAS		
MUESTRA	P-1	P-2	P-3
LARGO (cm)	23.00	23.00	23.00
ALTURA (hp) (cm)	32.00	30.00	30.00
ANCHO (tp) (cm)	12.50	12.50	12.50
ÁREA (cm <sup>2</sup> )	287.50	287.50	287.50
CARGA MÁXIMA (N)	176520.00	171410.00	174160.00
CARGA MÁXIMA (Kg)	18005.04	17483.82	17764.32
ESFUERZO (Kg/cm <sup>2</sup> )	62.63	60.81	61.79
ESBELTEZ (E) (hp/tp)	2.56	2.40	2.40
FACTOR DE CORRECCIÓN (CC)	0.81	0.79	0.79
ESFUERZO CORREGIDO (Kg/cm <sup>2</sup> )	50.73	48.04	48.81
ESFUERZO PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )	49.19		
DESV. ESTANDAR	1.39		
COEF. DE VARIACIÓN (%)	2.82		

*Nota.* Elaboración propia.

En la Tabla 72 podemos observar que la Resistencia a la Compresión Axial promedio de los prismas construidos utilizando mortero con sustitución del 0% (mortero patrón) de ACR ensayado a los 7 días de elaborado es de 49.19 kg/cm<sup>2</sup> teniendo una desviación estandar de 1.39 y un coeficiente de variación de 2.82 % de los valores obtenidos.

**Tabla 73***Resistencia a Compresión de Prismas con Mortero con 0% de ACR a los 14 Días.*

PRISMAS ELABORADOS CON MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL 0% DE ACR			
AGLOMERANTE	CEMENTO PORTLAND TIPO I		
UNIDAD DE ALBAÑILERÍA	LADRILLO KING KONG 18 H (IV)		
DOSIFICACIÓN DE MORTERO	1 : 4 : 0.85		
JUNTAS	JH : 1.2 cm		
EDAD (Días)	14 DÍAS		
MUESTRA	P-1	P-2	P-3
LARGO (cm)	23.00	23.00	23.00
ALTURA (hp) (cm)	31.00	32.00	30.00
ANCHO (tp) (cm)	12.50	12.50	12.50
ÁREA (cm <sup>2</sup> )	287.50	287.50	287.50
CARGA MÁXIMA (N)	191910.00	187230.00	188090.00
CARGA MÁXIMA (Kg)	19574.82	19097.46	19185.18
ESFUERZO (Kg/cm <sup>2</sup> )	68.09	66.43	66.73
ESBELTEZ (E) (hp/tp)	2.48	2.56	2.40
FACTOR DE CORRECCIÓN (CC)	0.80	0.81	0.79
ESFUERZO CORREGIDO (Kg/cm <sup>2</sup> )	54.47	53.81	52.72
ESFUERZO PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )	53.67		
DESV. ESTANDAR	0.89		
COEF. DE VARIACIÓN (%)	1.65		

*Nota.* Elaboración propia.

En la Tabla 73 podemos observar que la Resistencia a la Compresión Axial promedio de los prismas construidos utilizando mortero con sustitución del 0% (mortero patrón) de ACR ensayado a los 14 días de elaborado es de 53.67 kg/cm<sup>2</sup> teniendo una desviación estandar de 0.89 y un coeficiente de variación de 1.65 % de los valores obtenidos.

**Tabla 74***Resistencia a Compresión de Prismas con Mortero con 0% de ACR a los 28 Días.*

PRISMAS ELABORADOS CON MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL 0% DE ACR			
AGLOMERANTE	CEMENTO PORTLAND TIPO I		
UNIDAD DE ALBAÑILERÍA	LADRILLO KING KONG 18 H (IV)		
DOSIFICACIÓN DE MORTERO	1 : 4 : 0.85		
JUNTAS	JH : 1.2 cm		
EDAD (Días)	28 DÍAS		
MUESTRA	P-1	P-2	P-3
LARGO (cm)	23.00	23.00	23.00
ALTURA (hp) (cm)	30.00	32.00	32.00
ANCHO (tp) (cm)	12.50	12.50	12.50
ÁREA (cm <sup>2</sup> )	287.50	287.50	287.50
CARGA MÁXIMA (N)	200790.00	197090.00	195410.00
CARGA MÁXIMA (Kg)	20480.58	20103.18	19931.82
ESFUERZO (Kg/cm <sup>2</sup> )	71.24	69.92	69.33
ESBELTEZ (E) (hp/tp)	2.40	2.56	2.56
FACTOR DE CORRECCIÓN (CC)	0.79	0.81	0.81
ESFUERZO CORREGIDO (Kg/cm <sup>2</sup> )	56.28	56.64	56.16
ESFUERZO PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )	56.36		
DESV. ESTANDAR	0.25		
COEF. DE VARIACIÓN (%)	0.44		

*Nota.* Elaboración propia.

En la Tabla 74 podemos observar que la Resistencia a la Compresión Axial promedio de los prismas construidos utilizando mortero con sustitución del 0% (mortero patrón) de ACR ensayado a los 28 días de elaborado es de 56.36 kg/cm<sup>2</sup> teniendo una desviación estandar de 0.25 y un coeficiente de variación de 0.44 % de los valores obtenidos.

Entonces como resultado final de los resultados promedios obtenidos en este ensayo para prismas elaborados con morteros con sustitución del 0% de ACR tenemos la Tabla 75.

**Tabla 75**

*Resistencia a Compresión de Prismas con Morteros 0% de ACR a los 7, 14 y 28 Días.*

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS ELABORADOS CON MORTEROS CON SUSTITUCIÓN DE 0% DE ACR (Kg/cm <sup>2</sup> )			
MORTEROS	EIDADES		
	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
CON SUST. 0 %	49.19	53.67	56.36

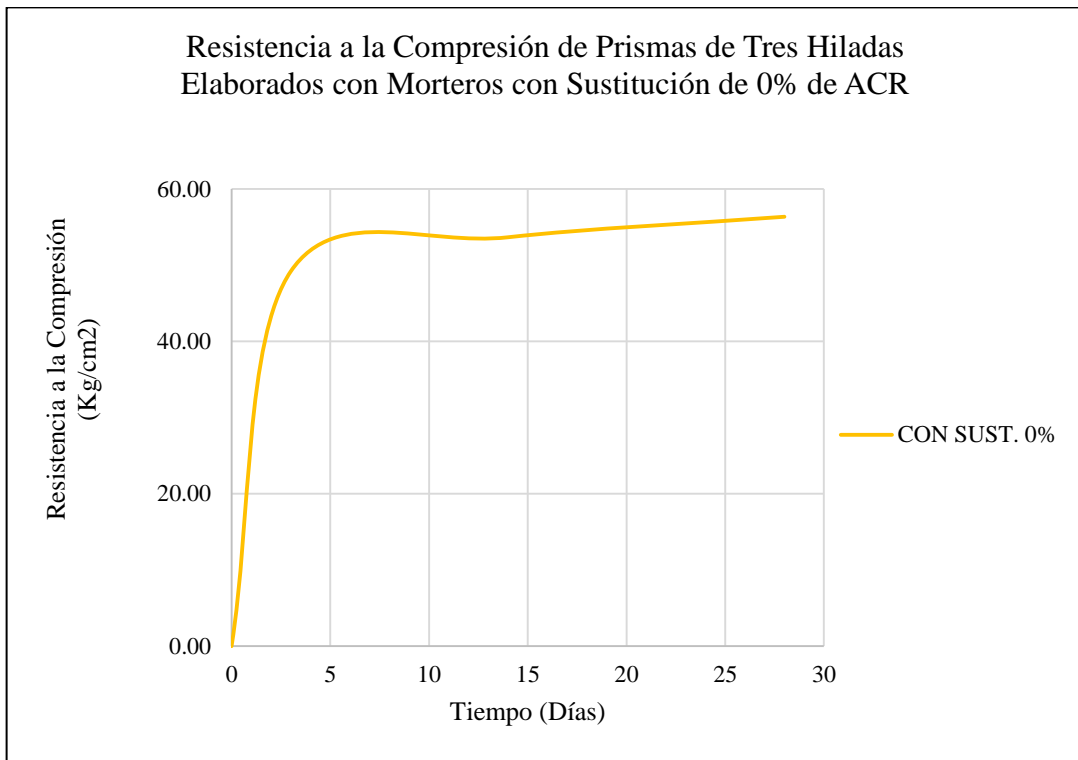
*Nota.* Los valores de la resistencia a compresión de los prismas de tres hiladas elaborados con morteros con sustituciones de 0% de ACR a las edades de 7, 14 y 28 días son el resultado promedio de los esfuerzos expuestos en la Tabla 72, Tabla 73 y Tabla 74, los que fueron obtenidos en concordancia con la NTP 399.065 (2013). Elaboración propia.

De la Tabla 75 podemos distinguir que los prismas construidos utilizando mortero con sustitución del 0% de ACR alcanzan el valor máximo promedio de 56.36 kg/cm<sup>2</sup> correspondiente a la edad de 28 días, de este valor, el 95.23% corresponde al valor obtenido por los prismas ensayados a los 14 días y el 87.28% los ensayados a los 7 días.

En el Gráfico 25 se representa la curva de resistencia a la compresión promedio vs las distintas edades en las que fueron ensayadas los prismas.

## Gráfico 25

*Curva Resistencia a Compresión vs Edades de Prismas con Morteros con 0% de ACR.*



*Nota.* La curva de resistencia a la compresión de los prismas elaborados con mortero con sustitución de 0% (mortero patrón) de ACR es del tipo ascendente alcanzando su máximo valor de 56.36 kg/cm<sup>2</sup> a la edad de 28 días. Elaboración propia.

Del Gráfico 25 expuesto, se observa que la curva alcanzada por los resultados promedios obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión axial de prismas elaborados con morteros con sustitución del 0% de ACR, muestran un incremento progresivo y directamente proporcional a las edades, alcanzando así el máximo valor promedio de 56.36 kg/cm<sup>2</sup>.



**PRISMAS ELABORADOS CON MORTEROS CON SUSTITUCIÓN DEL 25%  
DE ACR A LAS EDADES DE 7, 14 Y 28 DÍAS.**

Los prismas elaborados con morteros de asentado con sustitución del 25% del ACR por APN se construyeron el 03 de marzo y se ensayaron a compresión axial el 10 de marzo, 17 de marzo y el 31 de marzo del 2021.

**Tabla 76**

*Resistencia a Compresión de Prismas con Mortero con 25% de ACR a los 7 Días.*

PRISMAS ELABORADOS CON MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL 25% DE ACR			
AGLOMERANTE	CEMENTO PORTLAND TIPO I		
UNIDAD DE ALBAÑILERÍA	LADRILLO KING KONG 18 H (IV)		
DOSIFICACIÓN DE MORTERO	1 : 4 : 0.85		
JUNTAS	JH : 1.2 cm		
EDAD (Días)	7 DÍAS		
MUESTRA	P-1	P-2	P-3
LARGO (cm)	23.00	23.00	23.00
ALTURA (hp) (cm)	32.00	31.00	31.00
ANCHO (tp) (cm)	12.50	12.50	12.50
ÁREA (cm <sup>2</sup> )	287.50	287.50	287.50
CARGA MÁXIMA (N)	187810.00	196480.00	199180.00
CARGA MÁXIMA (Kg)	19156.62	20040.96	20316.36
ESFUERZO (Kg/cm <sup>2</sup> )	66.63	69.71	70.67
ESBELTEZ (E) (hp/tp)	2.56	2.48	2.48
FACTOR DE CORRECCIÓN (CC)	0.81	0.80	0.80
ESFUERZO CORREGIDO (Kg/cm <sup>2</sup> )	53.97	55.77	56.54
ESFUERZO PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )		55.42	
DESV. ESTANDAR		1.32	
COEF. DE VARIACIÓN (%)		2.38	

*Nota.* Elaboración propia.

En la Tabla 76 podemos observar que la Resistencia a la Compresión Axial promedio de los prismas construidos utilizando mortero con sustitución del 25% de ACR ensayado a los 7 días de elaborado es de 55.42 kg/cm<sup>2</sup> teniendo una desviación estandar de 1.32 y un coeficiente de variación de 2.38 % de los valores obtenidos.

**Tabla 77**

*Resistencia a Compresión de Prismas con mortero con 25% de ACR a los 14 Días.*

PRISMAS ELABORADOS CON MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL 25% DE ACR			
AGLOMERANTE	CEMENTO PORTLAND TIPO I		
UNIDAD DE ALBAÑILERÍA	LADRILLO KING KONG 18 H (IV)		
DOSIFICACIÓN DE MORTERO	1 : 4 : 0.85		
JUNTAS	JH : 1.2 cm		
EDAD (Días)	14 DÍAS		
MUESTRA	P-1	P-2	P-3
LARGO (cm)	23.00	23.00	23.00
ALTURA (hp) (cm)	31.00	30.00	30.00
ANCHO (tp) (cm)	12.50	12.50	12.50
ÁREA (cm <sup>2</sup> )	287.50	287.50	287.50
CARGA MÁXIMA (N)	201280.00	208380.00	200970.00
CARGA MÁXIMA (Kg)	20530.56	21254.76	20498.94
ESFUERZO (Kg/cm <sup>2</sup> )	71.41	73.93	71.30
ESBELTEZ (E) (hp/tp)	2.48	2.40	2.40
FACTOR DE CORRECCIÓN (CC)	0.80	0.79	0.79
ESFUERZO CORREGIDO (Kg/cm <sup>2</sup> )	57.13	58.40	56.33
ESFUERZO PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )		57.29	
DESV. ESTANDAR		1.05	
COEF. DE VARIACIÓN (%)		1.83	

*Nota.* Elaboración propia.

En la Tabla 77 podemos observar que la Resistencia a la Compresión Axial promedio de los prismas construidos utilizando mortero con sustitución del 25% de ACR ensayado a los 14 días de elaborado es de 57.29 kg/cm<sup>2</sup> teniendo una desviación estandar de 1.05 y un coeficiente de variación de 1.83 % de los valores obtenidos.

**Tabla 78**

*Resistencia a Compresión de Prismas con Mortero con 25% de ACR a los 28 Días.*

PRISMAS ELABORADOS CON MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL 25% DE ACR			
AGLOMERANTE	CEMENTO PORTLAND TIPO I		
UNIDAD DE ALBAÑILERÍA	LADRILLO KING KONG 18 H (IV)		
DOSIFICACIÓN DE MORTERO	1 : 4 : 0.85		
JUNTAS	JH : 1.2 cm		
EDAD (Días)	28 DÍAS		
MUESTRA	P-1	P-2	P-3
LARGO (cm)	23.00	23.00	23.00
ALTURA (hp) (cm)	30.00	32.00	30.00
ANCHO (tp) (cm)	12.50	12.50	12.50
ÁREA (cm <sup>2</sup> )	287.50	287.50	287.50
CARGA MÁXIMA (N)	216550.00	224730.00	2175560.00
CARGA MÁXIMA (Kg)	22088.10	22922.46	22191.12
ESFUERZO (Kg/cm <sup>2</sup> )	76.83	79.73	77.19
ESBELTEZ (E) (hp/tp)	2.40	2.56	2.40
FACTOR DE CORRECCIÓN (CC)	0.79	0.81	0.79
ESFUERZO CORREGIDO (Kg/cm <sup>2</sup> )	60.70	64.58	60.98
ESFUERZO PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )		62.09	
DESV. ESTANDAR		2.17	
COEF. DE VARIACIÓN (%)		3.49	

*Nota.* Elaboración propia.

En la Tabla 78 podemos observar que la Resistencia a la Compresión Axial promedio de los prismas construidos utilizando mortero con sustitución del 25% de ACR ensayado a los 28 días de elaborado es de 62.09 kg/cm<sup>2</sup> teniendo una desviación estandar de 2.17 y un coeficiente de variación de 3.48 % de los valores obtenidos.

Entonces como resultado final de los resultados promedios obtenidos en este ensayo para prismas elaborados con morteros con sustitución del 25% de ACR tenemos la Tabla 79.

**Tabla 79**

*Resistencia a Compresión de Prismas con Morteros 25% de ACR a los 7, 14 y 28 Días.*

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS ELABORADOS CON MORTEROS CON SUSTITUCIÓN DE 25% DE ACR (Kg/cm <sup>2</sup> )			
MORTEROS	EDADES		
	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
CON SUST. 25 %	55.42	57.29	62.09

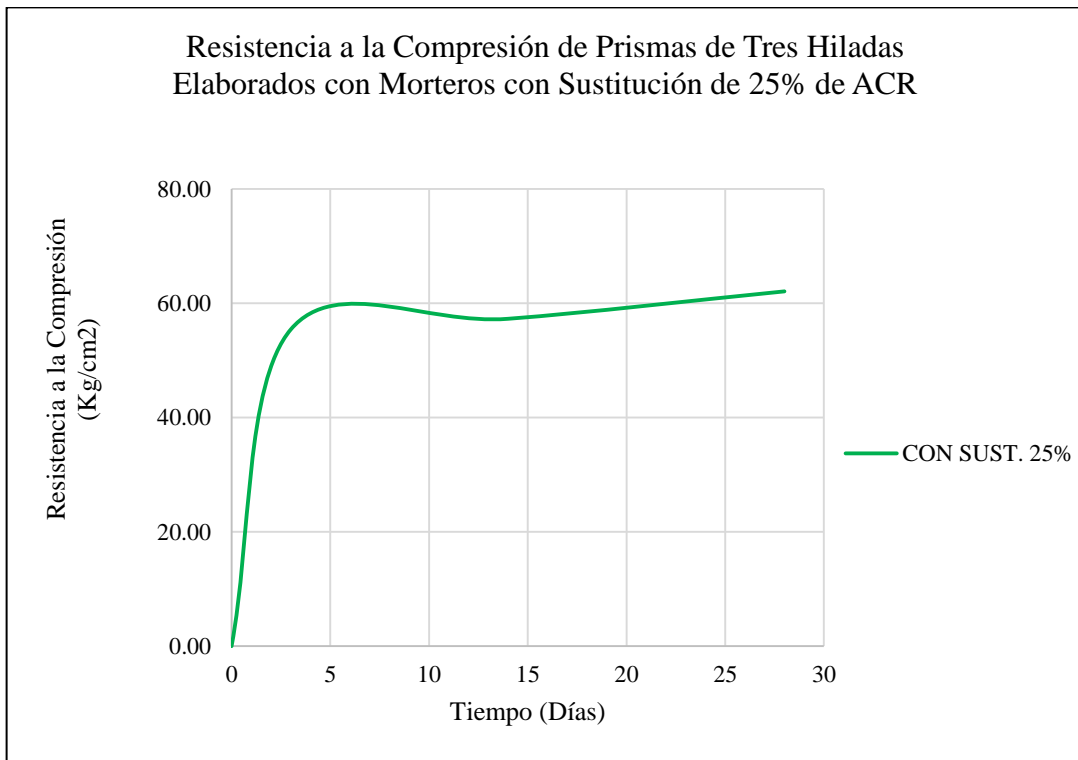
*Nota.* Los valores de la resistencia a compresión de los prismas de tres hiladas elaborados con morteros con sustituciones de 25% de ACR a las edades de 7, 14 y 28 días son el resultado promedio de los esfuerzos expuestos en la Tabla 76, Tabla 77 y Tabla 78, los que fueron obtenidos en concordancia con la NTP 399.065 (2013). Elaboración propia.

De la Tabla 79 podemos distinguir que los prismas construidos utilizando mortero con sustitución del 25% de ACR alcanzan el valor máximo promedio de 62.09 kg/cm<sup>2</sup> correspondiente a la edad de 28 días, de este valor, el 92.27% corresponde al valor obtenido por los prismas ensayados a los 14 días y el 89.26 % los ensayados a los 7 días.

En el Gráfico 26 se representa la curva de resistencia a la compresión promedio vs las distintas edades en las que fueron ensayadas los prismas.

## Gráfico 26

*Curva Resistencia a Compresión vs Edades de Prismas con Morteros con 25% de ACR.*



*Nota.* La curva de resistencia a la compresión de los prismas elaborados con mortero con sustitución de 25% de ACR es del tipo ascendente alcanzando su máximo valor de 62.09 kg/cm<sup>2</sup> a la edad de 28 días. Elaboración propia.

Del Gráfico 26 expuesto, se observa que la curva alcanzada por los resultados promedios obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión axial de prismas elaborados con morteros con sustitución del 25% de ACR, muestran un incremento progresivo y directamente proporcional a las edades, alcanzando así el máximo valor promedio de 62.09 kg/cm<sup>2</sup>.

**PRISMAS ELABORADOS CON MORTEROS CON SUSTITUCIÓN DEL 50%  
DE ACR A LAS EDADES DE 7, 14 Y 28 DÍAS.**

Los prismas elaborados con morteros de asentado con sustitución del 50% del ACR por APN se construyeron el 03 de marzo y se ensayaron a compresión axial el 10 de marzo, 17 de marzo y el 31 de marzo del 2021.

**Tabla 80**

*Resistencia a Compresión de Prismas con Mortero con 50% de ACR a los 7 Días.*

PRISMAS ELABORADOS CON MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL 50% DE ACR			
AGLOMERANTE	CEMENTO PORTLAND TIPO I		
UNIDAD DE ALBAÑILERÍA	LADRILLO KING KONG 18 H (IV)		
DOSIFICACIÓN DE MORTERO	1 : 4 : 0.85		
JUNTAS	JH : 1.2 cm		
EDAD (Días)	7 DÍAS		
MUESTRA	P-1	P-2	P-3
LARGO (cm)	23.00	23.00	23.00
ALTURA (hp) (cm)	32.00	32.00	31.00
ANCHO (tp) (cm)	12.50	12.50	12.50
ÁREA (cm <sup>2</sup> )	287.50	287.50	287.50
CARGA MÁXIMA (N)	204140.00	201540.00	203820.00
CARGA MÁXIMA (Kg)	20822.28	20557.08	20789.64
ESFUERZO (Kg/cm <sup>2</sup> )	72.43	71.50	72.31
ESBELTEZ (E) (hp/tp)	2.56	2.56	2.48
FACTOR DE CORRECCIÓN (CC)	0.81	0.81	0.80
ESFUERZO CORREGIDO (Kg/cm <sup>2</sup> )	58.67	57.92	57.85
ESFUERZO PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )	58.14		
DESV. ESTANDAR	0.46		
COEF. DE VARIACIÓN (%)	0.78		

*Nota.* Elaboración propia.

En la Tabla 80 podemos observar que la Resistencia a la Compresión Axial promedio de los prismas construidos utilizando mortero con sustitución del 50% de ACR ensayado a los 7 días de elaborado es de 58.14 kg/cm<sup>2</sup> teniendo una desviación estandar de 0.46 y un coeficiente de variación de 0.78 % de los valores obtenidos.

**Tabla 81**

*Resistencia a Compresión de Prismas con Mortero con 50% de ACR a los 14 Días.*

PRISMAS ELABORADOS CON MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL 50% DE ACR			
AGLOMERANTE	CEMENTO PORTLAND TIPO I		
UNIDAD DE ALBAÑILERÍA	LADRILLO KING KONG 18 H (IV)		
DOSIFICACIÓN DE MORTERO	1 : 4 : 0.85		
JUNTAS	JH : 1.2 cm		
EDAD (Días)	14 DÍAS		
MUESTRA	P-1	P-2	P-3
LARGO (cm)	23.00	23.00	23.00
ALTURA (hp) (cm)	30.00	32.00	30.00
ANCHO (tp) (cm)	12.50	12.50	12.50
ÁREA (cm <sup>2</sup> )	287.50	287.50	287.50
CARGA MÁXIMA (N)	215370.00	217280.00	223910.00
CARGA MÁXIMA (Kg)	21967.74	22162.54	22838.82
ESFUERZO (Kg/cm <sup>2</sup> )	76.41	77.09	79.44
ESBELTEZ (E) (hp/tp)	2.40	2.56	2.40
FACTOR DE CORRECCIÓN (CC)	0.79	0.81	0.79
ESFUERZO CORREGIDO (Kg/cm <sup>2</sup> )	60.36	62.44	62.76
ESFUERZO PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )		61.85	
DESV. ESTANDAR		1.30	
COEF. DE VARIACIÓN (%)		2.10	

*Nota.* Elaboración propia.

En la Tabla 81 podemos observar que la Resistencia a la Compresión Axial promedio de los prismas construidos utilizando mortero con sustitución del 50% de ACR ensayado a los 14 días de elaborado es de 61.85 kg/cm<sup>2</sup> teniendo una desviación estandar de 1.30 y un coeficiente de variación de 2.10 % de los valores obtenidos.

**Tabla 82**

*Resistencia a Compresión de Prismas con Mortero con 50% de ACR a los 28 Días.*

PRISMAS ELABORADOS CON MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL 50% DE ACR			
AGLOMERANTE	CEMENTO PORTLAND TIPO I		
UNIDAD DE ALBAÑILERÍA	LADRILLO KING KONG 18 H (IV)		
DOSIFICACIÓN DE MORTERO	1 : 4 : 0.85		
JUNTAS	JH : 1.2 cm		
EDAD (Días)	28 DÍAS		
MUESTRA	P-1	P-2	P-3
LARGO (cm)	23.00	23.00	23.00
ALTURA (hp) (cm)	31.00	30.00	30.00
ANCHO (tp) (cm)	12.50	12.50	12.50
ÁREA (cm <sup>2</sup> )	287.50	287.50	287.50
CARGA MÁXIMA (N)	236340.00	241160.00	230740.00
CARGA MÁXIMA (Kg)	24106.68	24598.32	23535.48
ESFUERZO (Kg/cm <sup>2</sup> )	83.85	85.56	81.86
ESBELTEZ (E) (hp/tp)	2.48	2.40	2.40
FACTOR DE CORRECCIÓN (CC)	0.80	0.79	0.79
ESFUERZO CORREGIDO (Kg/cm <sup>2</sup> )	67.08	67.59	64.67
ESFUERZO PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )		66.45	
DESV. ESTANDAR		1.56	
COEF. DE VARIACIÓN (%)		2.35	

*Nota.* Elaboración propia.



En la Tabla 82 podemos observar que la Resistencia a la Compresión Axial promedio de los prismas construidos utilizando mortero con sustitución del 50% de ACR ensayado a los 28 días de elaborado es de 66.45 kg/cm<sup>2</sup> teniendo una desviación estandar de 1.56 y un coeficiente de variación de 2.35 % de los valores obtenidos.

Entonces como resultado final de los resultados promedios obtenidos en este ensayo para prismas elaborados con morteros con sustitución del 50% de ACR tenemos la Tabla 83.

**Tabla 83**

*Resistencia a Compresión de Prismas con Morteros 50% ACR a los 7, 14 y 28 días.*

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS ELABORADOS CON MORTEROS CON SUSTITUCIÓN DE 50% DE ACR (Kg/cm <sup>2</sup> )			
MORTEROS	EIDADES		
	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
CON SUST. 50 %	58.14	61.85	66.45

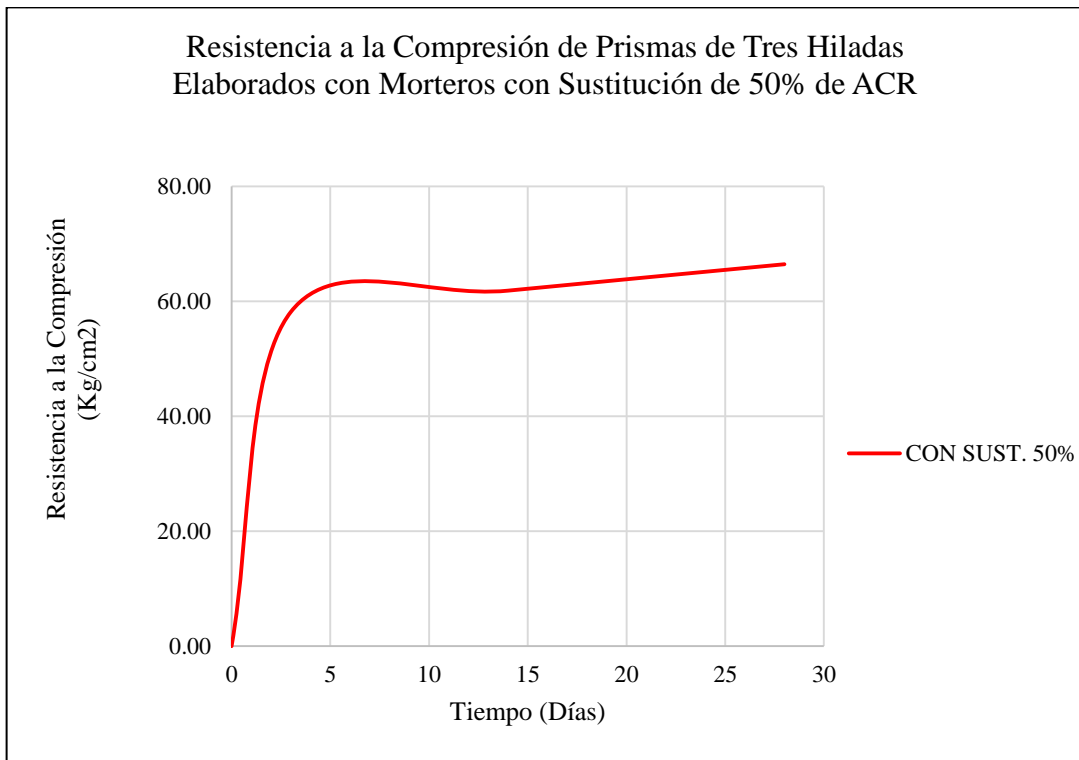
*Nota.* Los valores de la resistencia a compresión de los prismas de tres hiladas elaborados con morteros con sustituciones de 50% de ACR a las edades de 7, 14 y 28 días son el resultado promedio de los esfuerzos expuestos en la Tabla 80, Tabla 81 y Tabla 82, los que fueron obtenidos en concordancia con la NTP 399.065 (2013). Elaboración propia.

De la Tabla 83 podemos distinguir que los prismas construidos utilizando mortero con sustitución del 50% de ACR alcanzan el valor máximo promedio de 66.45 kg/cm<sup>2</sup> correspondiente a la edad de 28 días, de este valor, el 93.07 % corresponde al valor obtenido por los prismas ensayados a los 14 días y el 87.49% los ensayados a los 7 días.

En el Gráfico 27 se representa la curva de resistencia a la compresión promedio vs las distintas edades en las que fueron ensayadas los especímenes.

## Gráfico 27

*Curva Resistencia a Compresión vs Edades de Prismas con Morteros con 50% de ACR.*



*Nota.* La curva de resistencia a la compresión de los prismas elaborados con mortero con sustitución de 50% de ACR es del tipo ascendente alcanzando su máximo valor de 66.45 kg/cm<sup>2</sup> a la edad de 28 días. Elaboración propia.

Del gráfico 27 expuesto, se observa que la curva alcanzada por los resultados promedios obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión axial de prismas elaborados con morteros con sustitución del 50% de ACR, muestran un incremento progresivo y directamente proporcional a las edades, alcanzando así el máximo valor promedio de 66.45 kg/cm<sup>2</sup>.

**PRISMAS ELABORADOS CON MORTEROS CON SUSTITUCIÓN DEL 75%  
DE ACR A LAS EDADES DE 7, 14 Y 28 DÍAS.**

Los prismas elaborados con morteros de asentado con sustitución del 75% del ACR por APN se construyeron el 03 de marzo y se ensayaron a compresión axial el 10 de marzo, 17 de marzo y el 31 de marzo del 2021.

**Tabla 84**

*Resistencia a Compresión de Prismas con Mortero con 75% de ACR a los 7 Días.*

PRISMAS ELABORADOS CON MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL 75% DE ACR			
AGLOMERANTE	CEMENTO PORTLAND TIPO I		
UNIDAD DE ALBAÑILERÍA	LADRILLO KING KONG 18 H (IV)		
DOSIFICACIÓN DE MORTERO	1 : 4 : 0.85		
JUNTAS	JH : 1.2 cm		
EDAD (Días)	7 DÍAS		
MUESTRA	P-1	P-2	P-3
LARGO (cm)	23.00	23.00	23.00
ALTURA (hp) (cm)	30.00	30.00	31.00
ANCHO (tp) (cm)	12.50	12.50	12.50
ÁREA (cm <sup>2</sup> )	287.50	287.50	287.50
CARGA MÁXIMA (N)	172010.00	165200.00	164940.00
CARGA MÁXIMA (Kg)	17545.02	16850.40	16823.88
ESFUERZO (Kg/cm <sup>2</sup> )	61.03	58.61	58.52
ESBELTEZ (E) (hp/tp)	2.40	2.40	2.48
FACTOR DE CORRECCIÓN (CC)	0.79	0.79	0.80
ESFUERZO CORREGIDO (Kg/cm <sup>2</sup> )	48.21	46.30	46.82
ESFUERZO PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )		47.11	
DESV. ESTANDAR		0.99	
COEF. DE VARIACIÓN (%)		2.10	

*Nota.* Elaboración propia.

En la Tabla 84 podemos observar que la Resistencia a la Compresión Axial promedio de los prismas construidos utilizando mortero con sustitución del 75% de ACR ensayado a los 7 días de elaborado es de 47.11 kg/cm<sup>2</sup> teniendo una desviación estandar de 0.99 y un coeficiente de variación de 2.10 % de los valores obtenidos.

**Tabla 85**

*Resistencia a Compresión de Prismas con Mortero con 75% de ACR a los 14 Días.*

PRISMAS ELABORADOS CON MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL 75% DE ACR			
AGLOMERANTE	CEMENTO PORTLAND TIPO I		
UNIDAD DE ALBAÑILERÍA	LADRILLO KING KONG 18 H (IV)		
DOSIFICACIÓN DE MORTERO	1 : 4 : 0.85		
JUNTAS	JH : 1.2 cm		
EDAD (Días)	14 DÍAS		
MUESTRA	P-1	P-2	P-3
LARGO (cm)	23.00	23.00	23.00
ALTURA (hp) (cm)	32.00	32.00	31.00
ANCHO (tp) (cm)	12.50	12.50	12.50
ÁREA (cm <sup>2</sup> )	287.50	287.50	287.50
CARGA MÁXIMA (N)	189490.00	180530.00	174370.00
CARGA MÁXIMA (Kg)	19327.98	18414.06	17785.74
ESFUERZO (Kg/cm <sup>2</sup> )	67.23	64.05	61.86
ESBELTEZ (E) (hp/tp)	2.56	2.56	2.48
FACTOR DE CORRECCIÓN (CC)	0.81	0.81	0.80
ESFUERZO CORREGIDO (Kg/cm <sup>2</sup> )	54.46	51.88	49.49
ESFUERZO PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )		51.94	
DESV. ESTANDAR		2.48	
COEF. DE VARIACIÓN (%)		4.78	

*Nota.* Elaboración propia.

En la Tabla 85 podemos observar que la Resistencia a la Compresión Axial promedio de los prismas construidos utilizando mortero con sustitución del 75% de ACR ensayado a los 14 días de elaborado es de 51.94 kg/cm<sup>2</sup> teniendo una desviación estandar de 2.48 y un coeficiente de variación de 4.78 % de los valores obtenidos.

**Tabla 86**

*Resistencia a Compresión de Prismas con Mortero con 75% de ACR a los 28 Días.*

PRISMAS ELABORADOS CON MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL 75% DE ACR			
AGLOMERANTE	CEMENTO PORTLAND TIPO I		
UNIDAD DE ALBAÑILERÍA	LADRILLO KING KONG 18 H (IV)		
DOSIFICACIÓN DE MORTERO	1 : 4 : 0.85		
JUNTAS	JH : 1.2 cm		
EDAD (Días)	28 DÍAS		
MUESTRA	P-1	P-2	P-3
LARGO (cm)	23.00	23.00	23.00
ALTURA (hp) (cm)	31.00	32.00	32.00
ANCHO (tp) (cm)	12.50	12.50	12.50
ÁREA (cm <sup>2</sup> )	287.50	287.50	287.50
CARGA MÁXIMA (N)	198490.00	196240.00	189710.00
CARGA MÁXIMA (Kg)	20245.98	20016.48	19350.42
ESFUERZO (Kg/cm <sup>2</sup> )	70.42	69.62	67.31
ESBELTEZ (E) (hp/tp)	2.48	2.56	2.56
FACTOR DE CORRECCIÓN (CC)	0.80	0.81	0.81
ESFUERZO CORREGIDO (Kg/cm <sup>2</sup> )	56.34	56.39	54.52
ESFUERZO PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )		55.75	
DESV. ESTANDAR		1.06	
COEF. DE VARIACIÓN (%)		1.91	

*Nota.* Elaboración propia.

En la Tabla 86 podemos observar que la Resistencia a la Compresión Axial promedio de los prismas construidos utilizando mortero con sustitución del 75% de ACR ensayado a los 28 días de elaborado es de 55.75 kg/cm<sup>2</sup> teniendo una desviación estandar de 1.06 y un coeficiente de variación de 1.91 % de los valores obtenidos.

Entonces como resultado final de los resultados promedios obtenidos en este ensayo para prismas elaborados con morteros con sustitución del 75% de ACR tenemos la Tabla 87.

**Tabla 87**

*Resistencia a Compresión de Prismas con morteros 75% de ACR a los 7, 14 y 28 Días.*

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS ELABORADOS CON MORTEROS CON SUSTITUCIÓN DE 75 % DE ACR (Kg/cm <sup>2</sup> )			
MORTEROS	EIDADES		
	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
CON SUST. 75 %	47.11	51.94	55.75

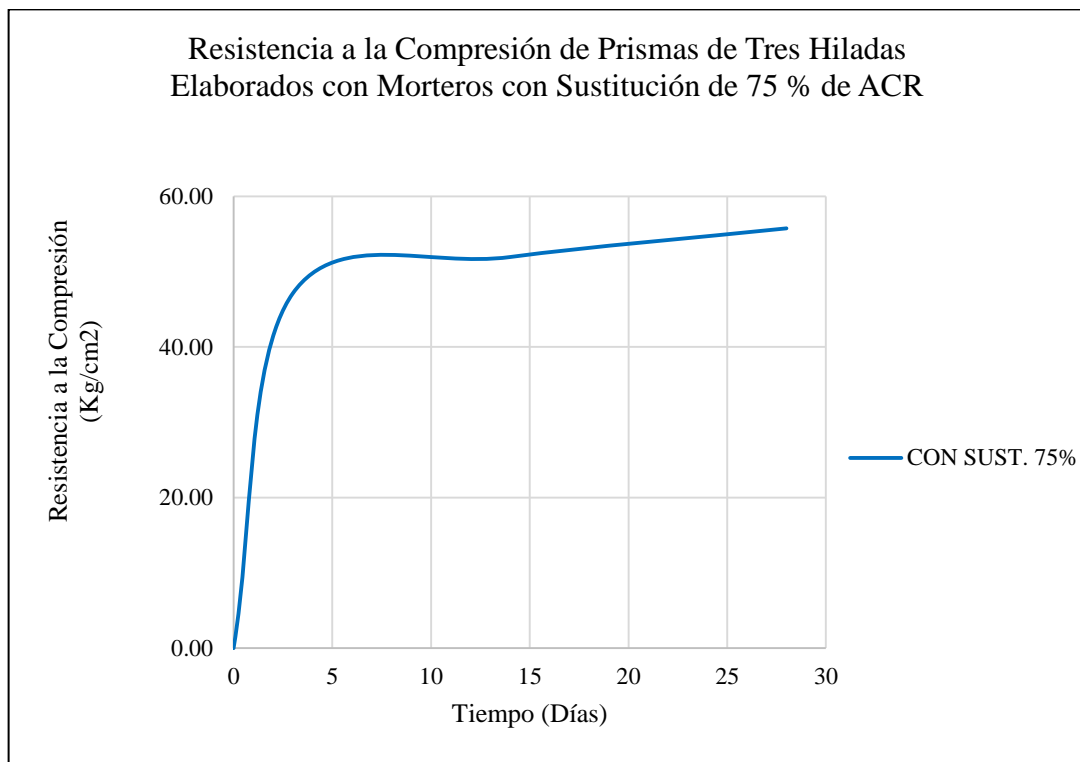
*Nota.* Los valores de la resistencia a compresión de los prismas de tres hiladas elaborados con morteros con sustituciones de 75% de ACR a las edades de 7, 14 y 28 días son el resultado promedio de los esfuerzos expuestos en la Tabla 84, Tabla 85 y Tabla 86, los que fueron obtenidos en concordancia con la NTP 399.065 (2013). Elaboración propia.

De la Tabla 87 podemos distinguir que los prismas construidos utilizando mortero con sustitución del 75% de ACR alcanzan el valor máximo promedio de 55.75 kg/cm<sup>2</sup> correspondiente a la edad de 28 días, de este valor, el 93.17% corresponde al valor obtenido por los prismas ensayados a los 14 días y el 84.50 % los ensayados a los 7 días.

En el Gráfico 28 se representa la curva de resistencia a la compresión promedio vs las distintas edades en las que fueron ensayadas los prismas.

## Gráfico 28

*Curva Resistencia Compresión Vs Edades de Prismas con morteros con 75 % de ACR.*



*Nota.* La curva de resistencia a la compresión de los prismas elaborados con mortero con sustitución de 75% de ACR es del tipo ascendente alcanzando su máximo valor de 55.75 kg/cm<sup>2</sup> a la edad de 28 días. Elaboración propia.

Del Gráfico 28 expuesto, se observa que la curva alcanzada por los resultados promedios obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión axial de prismas elaborados con morteros con sustitución del 75 % de ACR, muestran un incremento progresivo y directamente proporcional a las edades, alcanzando así el máximo valor promedio de 55.75 kg/cm<sup>2</sup>.

A continuación se presentan en la Tabla 88 los resultados finales y promedios de la resistencia a la compresión de los prismas elaborados con ladrillos King Kong 18 Tipo IV (Industrial hueco) huecos utilizando morteros con sustitución al 0% (mortero patrón),

25%, 50% y 75% del Agregado Pétreo Natural (APN) – arena gruesa, por Agregado de Concreto Reciclado (ACR) con la dosificación de 1:4:0.85, siendo ensayados los mismos a las edades de 7, 14 y 28 días.

**Tabla 88**

*Resistencias a Compresión Promedio de Prismas con ACR a 7, 14 y 28 Días.*

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS ELABORADOS CON MORTEROS CON SUSTITUCIÓN DE ACR (Kg/cm <sup>2</sup> )			
MORTEROS	EDADES		
	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
CON SUST. 0 %	49.19	53.67	56.36
CON SUST. 25 %	55.42	57.29	62.09
CON SUST. 50 %	58.14	61.85	66.45
CON SUST. 75 %	47.11	51.94	55.75

*Nota.* La Tabla 88 muestra las resistencias características promedio a la compresión de prismas construidos con morteros con sustituciones del 0%, 25%, 50% y 75% a las edades de 7, 14 y 28 días de acuerdo con la NTP 399.065 (2013), mostrando todos estos son directamente proporcional a tales sustituciones. Elaboración propia.

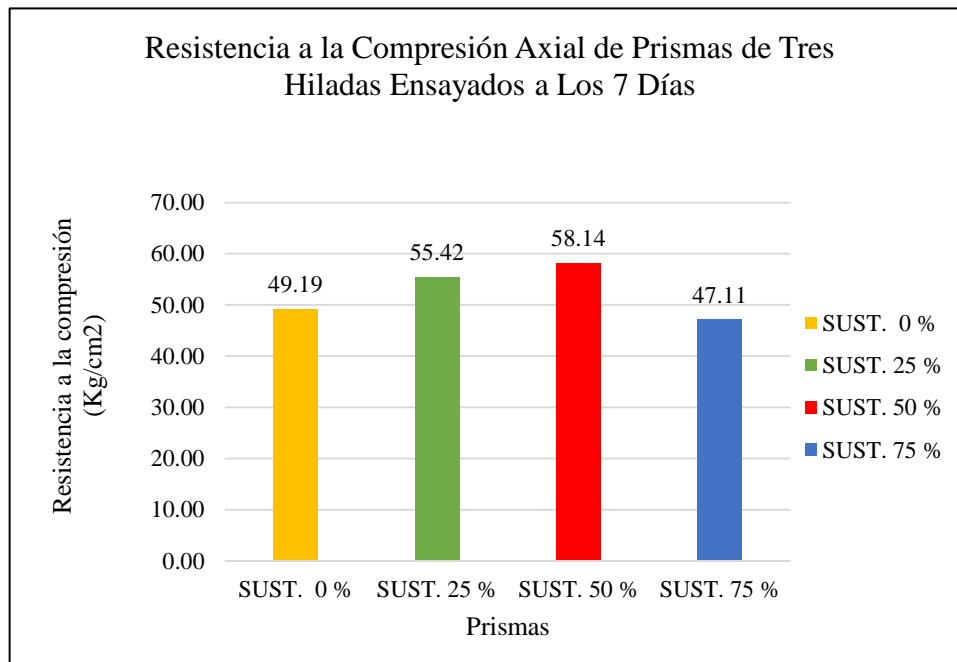
De la Tabla 88 se obtiene a continuación los siguientes gráficos:

El Gráfico 29 presenta los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión de los prismas de tres hiladas elaborados con morteros con sustituciones al 0% (mortero patrón), 25%, 50% y 75% de ACR ensayados a la edad de 7 días de haberse elaborado y curado.



## Gráfico 29

*Resistencia a la Compresión de Prismas de 3 Hiladas a los 7 Días.*



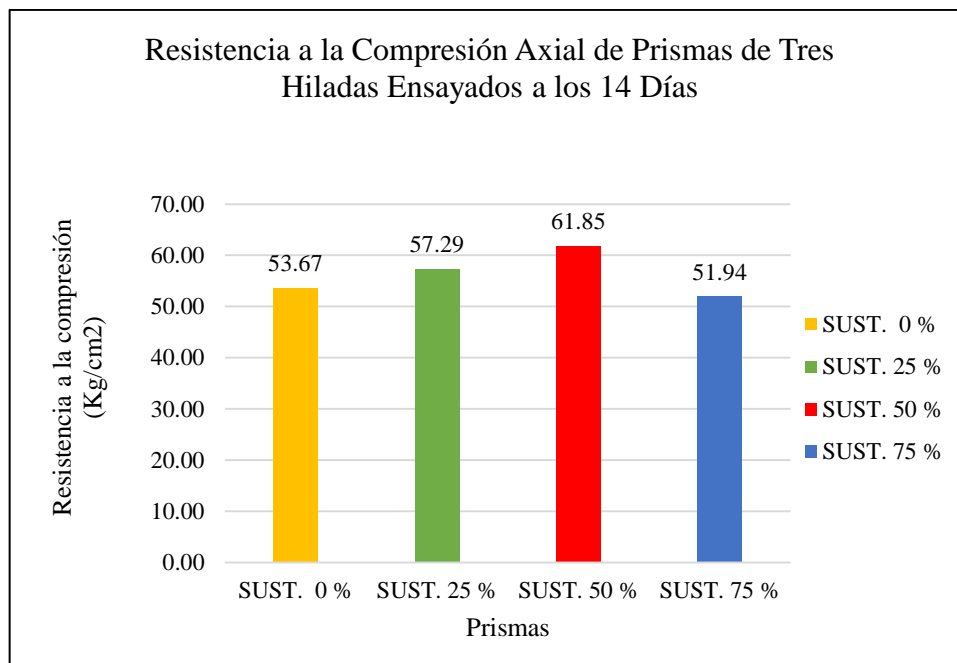
*Nota.* El Gráfico 29 hace referencia a los valores mostrados en la Tabla 88 de la resistencia a la compresión de prismas elaborados con morteros con sustituciones, a la edad de 7 días. Elaboración propia.

Se observa entonces de acuerdo a la Tabla 88 y al Gráfico 29 que la mayor resistencia promedio alcanzada por los prismas (7 días) fueron aquellos elaborados con morteros con sustitución del 50% de ACR (58.14 Kg/cm<sup>2</sup>), a continuación los prismas con morteros con sustitución del 25% de ACR (55.45 Kg/cm<sup>2</sup>), seguido de los prismas con morteros con sustitución del 0% de ACR (49.19 Kg/cm<sup>2</sup>) y por último alcanzando la más baja resistencia a la compresión promedio los prismas con morteros con sustitución del 75% de ACR (47.11 Kg/cm<sup>2</sup>), estos últimos tres valores representan respectivamente el 95.32%, 84.61% y 81.03% de la máxima resistencia media alcanzada por los prismas elaborados con morteros con sustitución del 50% de ACR ensayadas a la edad de 7 días.

El Gráfico 30 presenta los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión de los prismas de tres hiladas elaborados con morteros con sustituciones al 0% (mortero patrón), 25%, 50% y 75% de ACR ensayados a la edad de 14 días de haberse elaborado y curado.

### Gráfico 30

*Resistencia a la Compresión de Prismas de 3 Hiladas a los 14 Días.*



*Nota.* El Gráfico 30 hace referencia a los valores mostrados en la Tabla 88 de la resistencia a la compresión de prismas elaborados con morteros con sustituciones, a la edad de 14 días. Elaboración propia.

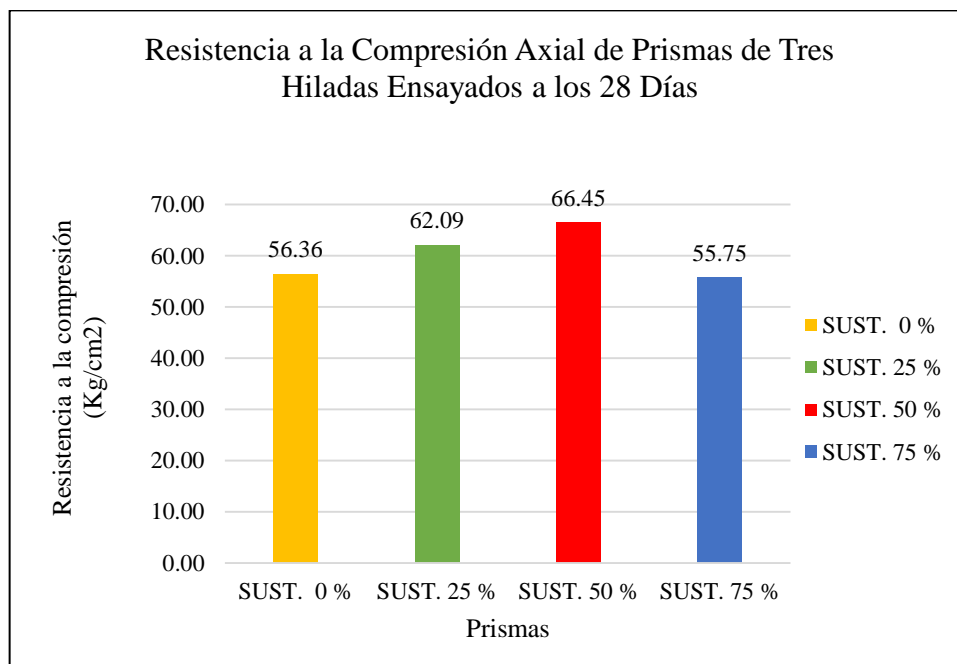
Se observa entonces de acuerdo a la Tabla 88 y al Gráfico 30 que la mayor resistencia promedio alcanzada por los prismas (14 días) fueron aquellos elaborados con morteros con sustitución del 50% de ACR (61.85 Kg/cm<sup>2</sup>), a continuación los prismas con morteros con sustitución del 25% de ACR (57.29 Kg/cm<sup>2</sup>), seguido de los prismas con morteros con sustitución del 0% de ACR (53.67 Kg/cm<sup>2</sup>) y por último alcanzando la

más baja resistencia a la compresión promedio los prismas con morteros con sustitución del 75% de ACR (51.94 Kg/cm<sup>2</sup>), estos últimos tres valores representan respectivamente el 92.63%, 86.77% y 83.98% de la máxima resistencia media alcanzada por los prismas elaborados con morteros con sustitución del 50% de ACR ensayadas a la edad de 14 días.

El Gráfico 31 presenta los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión de los prismas de tres hiladas elaborados con morteros con sustituciones al 0% (mortero patrón), 25%, 50% y 75% de ACR ensayados a la edad de 28 días de haberse elaborado y curado.

### Gráfico 31

*Resistencia a la Compresión de Prismas de 3 Hiladas a los 28 Días.*



*Nota.* El Gráfico 31 hace referencia a los valores mostrados en la Tabla 88 de la resistencia a la compresión de prismas elaborados con morteros con sustituciones, a la edad de 28 días. Elaboración propia.

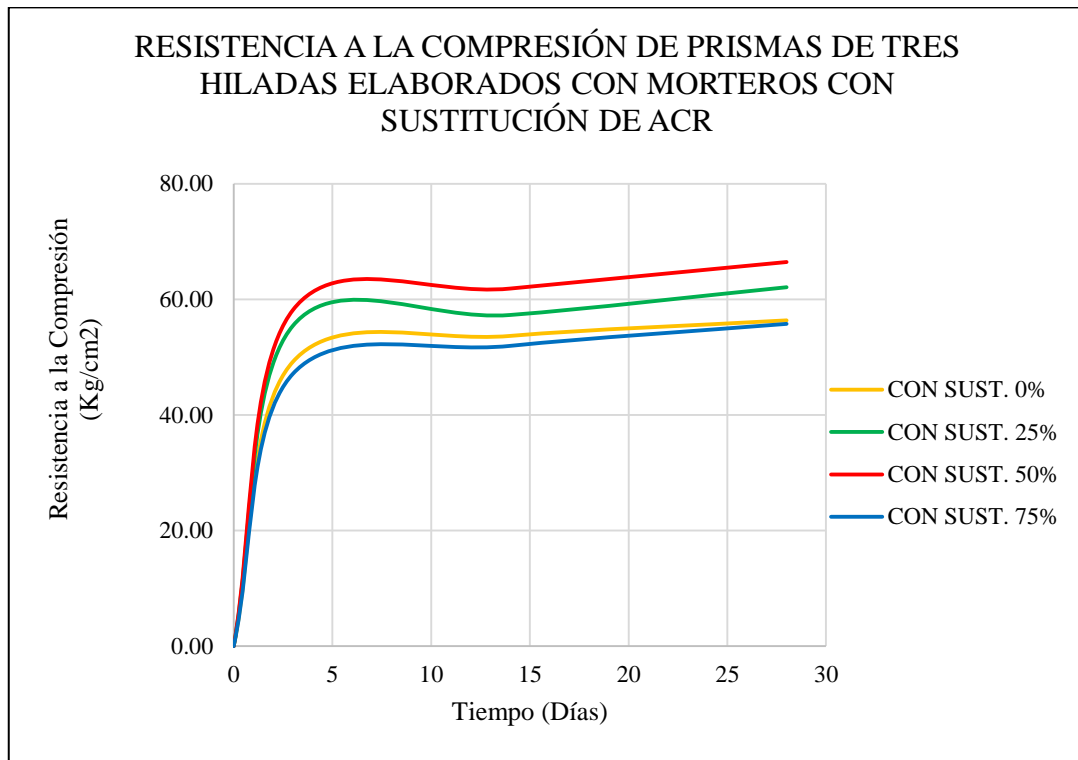
Del Gráfico 31, la mayor resistencia promedio alcanzada por los prismas (28 días) fueron aquellos elaborados con morteros con sustitución del 50% de ACR (66.45 Kg/cm<sup>2</sup>), a continuación los prismas con morteros con sustitución del 25% de ACR (62.09 Kg/cm<sup>2</sup>), seguido de los prismas con morteros con sustitución del 0% de ACR (56.36 Kg/cm<sup>2</sup>) y por último alcanzando la más baja resistencia a la compresión promedio los prismas con morteros con sustitución del 75% de ACR (55.75 Kg/cm<sup>2</sup>), estos últimos tres valores representan respectivamente el 93.44%, 84.82% y 83.90% de la máxima resistencia media alcanzada por los prismas elaborados con morteros con sustitución del 50% de ACR ensayadas a la edad de 28 días.

En la Tabla 88, seguido del Gráfico 29, Gráfico 30 y Gráfico 31, podemos apreciar que todos los Prismas de tres hiladas elaborados con morteros con diferentes sustituciones de Agregado de Concreto Reciclado por Agregado Pétreo Natural al 0%, 25%, 50% y 75% con misma dosificación (1:4:0.85) presentan un incremento en su resistencia a la compresión a medida que se incrementan sus edades, los mismos que fueron corregidos utilizando factores de corrección utilizando la Tabla 71, sin embargo los prismas elaborado con morteros con sustitución de ACR al 50% presenta la mayor resistencia a la compresión a los 28 días de ensayado con 66.45 kg/cm<sup>2</sup> promedio mientras que los prismas con menor resistencia a la compresión fueron aquellos elaborados con morteros elaborado con sustitución al 75% de ACR con 55.75 kg/cm<sup>2</sup> promedio.

A continuación se presenta el Gráfico 32 en el que se grafican las curvas Resistencia a la Compresión (Kg/cm<sup>2</sup>) vs las edades expresadas en Tiempo (días) obtenidas en la Tabla 88.

### Gráfico 32

*Curvas Resistencia a la Compresión Vs Edades de Prismas con Morteros con ACR.*



*Nota.* El Gráfico 32 muestra la sobre posición del Gráfico 25, Gráfico 26, Gráfico 27 y Gráfico 28, siendo las curvas de resistencia a la compresión de los prismas construidos con morteros con morteros con sustituciones del 0%, 25%, 50% y 75% de ACR del tipo ascendente Elaboración propia.

En el Gráfico 32 se puede visualizar que los prismas que alcanza mayores resistencias a la compresión en sus diferentes edades son aquellos cuyos morteros fueron elaborados con sustitución al 50% del ACR por el APN, seguido de los prismas elaborados con morteros con sustitución del 25%, se puede apreciar de las curvas que los prismas elaborados con morteros con sustitución al 0% (mortero patrón) son mayores que los mismos elaborado con sustitución al 75%.

#### **4.5.3. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES DE 600 mm X 600 mm.**

Se determinó la resistencia a la compresión dagonal en muretes elaborados con ladrillos King Kong 18 huecos Tipo IV (Industrial hueco) cuyas juntas horizontales y verticales de mortero fueron de 1.2 cm, para lo cual se empleó morteros con sustitución al 0% (mortero patrón), 25%, 50% y 75% del Agregado Pétreo Natural (APN) – arena gruesa por Agregado de Concreto Reciclado (ACR) con la dosificación de 1:4:0.85, siendo ensayados a las edades de 7, 14 y 28 días según la NTP 399.621 (2004).

#### **MURETES ELABORADOS CON MORTEROS CON SUSTITUCIÓN DEL 0% DE ACR A LAS EDADES DE 7, 14 Y 28 DÍAS.**

Los muretes elaborados con morteros de asentado con sustitución del 0% (Mortero Patrón) del ACR por APN se construyeron el 03 de marzo del 2021 y se ensayaron a compresión diagonal el 10 de marzo, 17 de marzo y el 31 de marzo del 2021.

**Tabla 89***Resistencia a Compresión de Muretes con Morteros con 0% de ACR a los 7 Días.*

MURETES ELABORADOS EMPLEANDO MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL 0% DE ACR			
AGLOMERANTE	CEMENTO PORTLAND TIPO I		
UNIDAD DE ALBAÑILERÍA	LADRILLO KING KONG 18 H (IV)		
DOSIFICACIÓN DE MORTERO	1 : 4 : 0.85		
JUNTAS	JH, JV : 1.2 cm		
EDAD (Días)	7 DÍAS		
MUESTRA	M-1	M-2	M-3
LARGO (cm)	60.00	60.00	60.00
ALTURA (hp) (cm)	60.00	60.00	60.00
ANCHO (tp) (cm)	12.50	12.50	12.50
ÁREA (cm <sup>2</sup> )	3600.00	3600.00	3600.00
ÁREA BRUTA (Ab)(mm <sup>2</sup> )	75000.00	75000.00	75000.00
CARGA MÁXIMA (N)	72310.00	81160.00	82510.00
CARGA MÁXIMA (Kg)	7375.62	8278.32	8416.02
ESFUERZO CORTANTE (Mpa)	0.6816	0.7651	0.7778
ESFUERZO CORTANTE (Kg/cm <sup>2</sup> )	6.95	7.80	7.93
ESFUERZO PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )		7.56	
DESV. ESTANDAR		0.53	
COEF. DE VARIACIÓN (%)		7.04	

*Nota.* Elaboración propia.

En la Tabla 89 podemos observar que la Resistencia a la Compresión Diagonal promedio de los Muretes construidos utilizando mortero con sustitución del 0% de ACR (mortero patrón) ensayado a los 7 días de elaborado es de 7.56 kg/cm<sup>2</sup> teniendo una desviación estandar de 0.53 y un coeficiente de variación de 7.04% de los valores obtenidos.

**Tabla 90***Resistencia a Compresión de Muretes con Mortero con 0% de ACR a los 14 Días.*

MURETES ELABORADOS EMPLEANDO MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL 0% DE ACR			
AGLOMERANTE	CEMENTO PORTLAND TIPO I		
UNIDAD DE ALBAÑILERÍA	LADRILLO KING KONG 18 H (IV)		
DOSIFICACIÓN DE MORTERO	1 : 4 : 0.85		
JUNTAS	JH, JV : 1.2 cm		
EDAD (Días)	14 DÍAS		
MUESTRA	M-1	M-2	M-3
LARGO (cm)	60.00	60.00	60.00
ALTURA (hp) (cm)	60.00	60.00	60.00
ANCHO (tp) (cm)	12.50	12.50	12.50
ÁREA (cm <sup>2</sup> )	3600.00	3600.00	3600.00
ÁREA BRUTA (Ab)(mm <sup>2</sup> )	75000.00	75000.00	75000.00
CARGA MÁXIMA (N)	88610.00	82630.00	86880.00
CARGA MÁXIMA (Kg)	9038.22	8428.26	8861.76
ESFUERZO CORTANTE (Mpa)	0.8353	0.7789	0.8190
ESFUERZO CORTANTE (Kg/cm <sup>2</sup> )	8.52	7.95	8.35
ESFUERZO PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )		8.27	
DESV. ESTANDAR		0.30	
COEF. DE VARIACIÓN (%)		3.58	

*Nota.* Elaboración propia.

En la Tabla 90 podemos observar que la Resistencia a la Compresión Diagonal promedio de los Muretes construidos utilizando mortero con sustitución del 0% de ACR (mortero patrón) ensayado a los 14 días de elaborado es de 8.27 kg/cm<sup>2</sup> teniendo una desviación estandar de 0.30 y un coeficiente de variación de 3.58% de los valores obtenidos.



**Tabla 91***Resistencia a Compresión de Muretes con Mortero con 0% de ACR a los 28 días.*

MURETES ELABORADOS EMPLEANDO MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL 0% DE ACR			
AGLOMERANTE	CEMENTO PORTLAND TIPO I		
UNIDAD DE ALBAÑILERÍA	LADRILLO KING KONG 18 H (IV)		
DOSIFICACIÓN DE MORTERO	1 : 4 : 0.85		
JUNTAS	JH, JV : 1.2 cm		
EDAD (Días)	28 DÍAS		
MUESTRA	M-1	M-2	M-3
LARGO (cm)	60.00	60.00	60.00
ALTURA (hp) (cm)	60.00	60.00	60.00
ANCHO (tp) (cm)	12.50	12.50	12.50
ÁREA (cm <sup>2</sup> )	3600.00	3600.00	3600.00
ÁREA BRUTA (Ab)(mm <sup>2</sup> )	75000.00	75000.00	75000.00
CARGA MÁXIMA (N)	95120.00	84420.00	93050.00
CARGA MÁXIMA (Kg)	9702.24	8610.84	9491.10
ESFUERZO CORTANTE (Mpa)	0.8967	0.7958	0.8772
ESFUERZO CORTANTE (Kg/cm <sup>2</sup> )	9.15	8.12	8.95
ESFUERZO PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )		8.74	
DESV. ESTANDAR		0.55	
COEF. DE VARIACIÓN (%)		6.25	

*Nota.* Elaboración propia.

En la Tabla 91 podemos observar que la Resistencia a la Compresión Diagonal promedio de los Muretes construidos utilizando mortero con sustitución del 0% de ACR (mortero patrón) ensayado a los 28 días de elaborado es de 8.74 kg/cm<sup>2</sup> teniendo una desviación estandar de 0.55 y un coeficiente de variación de 6.25% de los valores obtenidos.

Entonces como resultado final de los resultados promedios obtenidos en este ensayo para muretes elaborados con morteros con sustitución del 0% de ACR tenemos la Tabla 92.

**Tabla 92**

*Resistencia a la Compresión de Muretes elaborados con morteros con sustitución del 0% de ACR a los 7, 14 y 28 días.*

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES ELABORADOS CON MORTEROS CON SUSTITUCIÓN DE 0% DE ACR (Kg/cm <sup>2</sup> )			
MORTEROS	EIDADES		
	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
CON SUST. 0 %	7.56	8.27	8.74

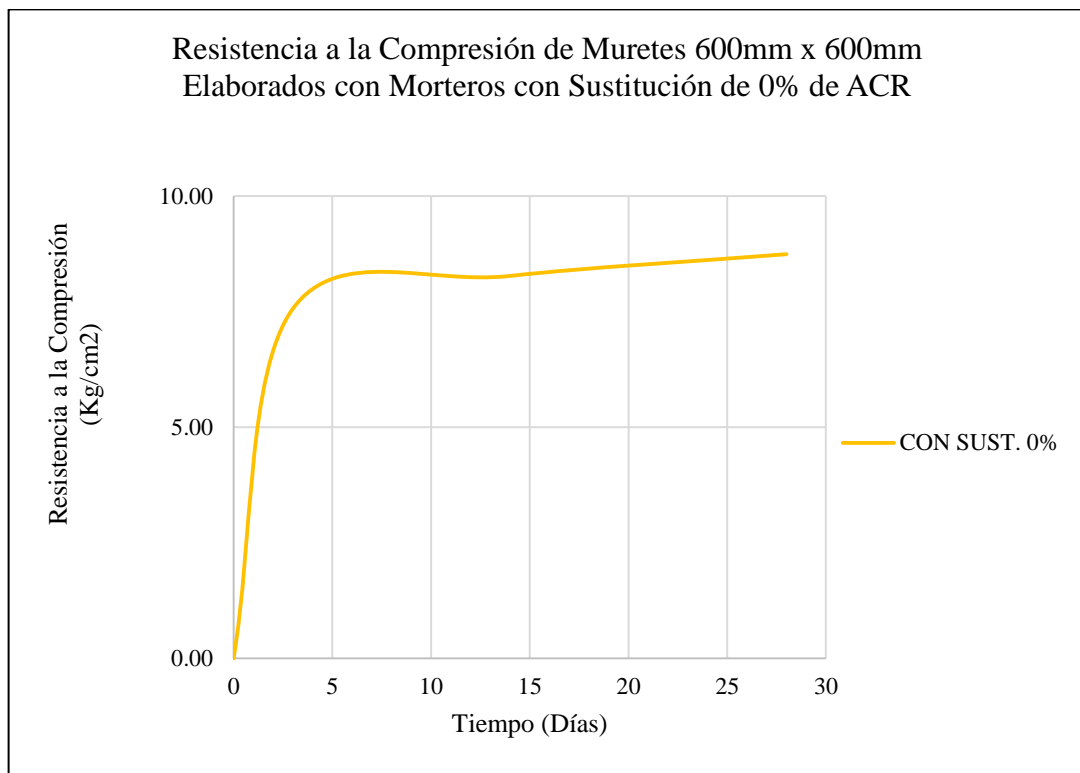
*Nota.* Los valores de la resistencia a compresión diagonal de los muretes de 600 mm de lado elaborados con morteros con sustituciones de 0% (mortero patrón) de ACR a las edades de 7, 14 y 28 días son el resultado promedio de los esfuerzos expuestos en la Tabla 89, Tabla 90 y Tabla 91, los que fueron obtenidos en concordancia con la NTP 399.621 (2004). Elaboración propia.

De la Tabla 92 podemos distinguir que el los muretes construidos utilizando mortero con sustitución del 0% de ACR alcanzan el valor máximo promedio de 8.74 kg/cm<sup>2</sup> correspondiente a la edad de 28 días, de este valor, el 94.62% corresponde al valor obtenido por los muretes ensayado a los 14 días y el 86.50% los ensayados a los 7 días.

En el Gráfico 33 se representa la curva de resistencia a la compresión promedio vs las distintas edades en las que fueron ensayadas los muretes.

### Gráfico 33

*Curva Resistencia a Compresión Vs Edades de Muretes con Morteros con 0% de ACR.*



*Nota.* La curva de resistencia a la compresión diagonal de los muretes elaborados con mortero con sustitución de 0% de ACR es del tipo ascendente alcanzando su máximo valor de 8.72 kg/cm<sup>2</sup> a la edad de 28 días estando por encima del valor establecido por la NTE E.070 (2006) DE 8.10 kg/cm<sup>2</sup>. Elaboración propia.

Del Gráfico 33 expuesto, se observa que la curva alcanzada por los resultados promedios obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión diagonal de muretes elaborados con morteros con sustitución del 0% de ACR, muestran un incremento progresivo y directamente proporcional a las edades, alcanzando así el máximo valor promedio de 8.74 kg/cm<sup>2</sup>.

**MURETES ELABORADOS CON MORTEROS CON SUSTITUCIÓN DEL 25%  
DE ACR A LAS EDADES DE 7, 14 Y 28 DÍAS.**

Los muretes elaborados con morteros de asentado con sustitución del 25% del ACR por APN se construyeron el 03 de marzo del 2021 y se ensayaron a compresión diagonal el 10 de marzo, 17 de marzo y el 31 de marzo del 2021.

**Tabla 93**

*Resistencia a Compresión de Muretes con Mortero con 25% de ACR a los 7 Días.*

MURETES ELABORADOS EMPLEANDO MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL 25% DE ACR			
AGLOMERANTE	CEMENTO PORTLAND TIPO I		
UNIDAD DE ALBAÑILERÍA	LADRILLO KING KONG 18 H (IV)		
DOSIFICACIÓN DE MORTERO	1 : 4 : 0.85		
JUNTAS	JH, JV : 1.2 cm		
EDAD (Días)	7 DÍAS		
MUESTRA	M-1	M-2	M-3
LARGO (cm)	60.00	60.00	60.00
ALTURA (hp) (cm)	60.00	60.00	60.00
ANCHO (tp) (cm)	12.50	12.50	12.50
ÁREA (cm <sup>2</sup> )	3600.00	3600.00	3600.00
ÁREA BRUTA (Ab)(mm <sup>2</sup> )	75000.00	75000.00	75000.00
CARGA MÁXIMA (N)	87870.00	86320.00	84980.00
CARGA MÁXIMA (Kg)	8962.74	8804.67	8667.96
ESFUERZO CORTANTE (Mpa)	0.8283	0.8137	0.8011
ESFUERZO CORTANTE (Kg/cm <sup>2</sup> )	8.45	8.30	8.17
ESFUERZO PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )		8.31	
DESV. ESTANDAR		0.14	
COEF. DE VARIACIÓN (%)		1.67	

*Nota.* Elaboración propia.

En la Tabla 93 podemos observar que la Resistencia a la Compresión Diagonal promedio de los Muretes construidos utilizando mortero con sustitución del 25% de ACR ensayado a los 7 días de elaborado es de 8.31 kg/cm<sup>2</sup> teniendo una desviación estandar de 0.14 y un coeficiente de variación de 1.67% de los valores obtenidos.

**Tabla 94**

*Resistencia a Compresión de Muretes con Mortero con 25% de ACR a los 14 Días.*

MURETES ELABORADOS EMPLEANDO MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL 25% DE ACR			
AGLOMERANTE	CEMENTO PORTLAND TIPO I		
UNIDAD DE ALBAÑILERÍA	LADRILLO KING KONG 18 H (IV)		
DOSIFICACIÓN DE MORTERO	1 : 4 : 0.85		
JUNTAS	JH, JV : 1.2 cm		
EDAD (Días)	14 DÍAS		
MUESTRA	M-1	M-2	M-3
LARGO (cm)	60.00	60.00	60.00
ALTURA (hp) (cm)	60.00	60.00	60.00
ANCHO (tp) (cm)	12.50	12.50	12.50
ÁREA (cm <sup>2</sup> )	3600.00	3600.00	3600.00
ÁREA BRUTA (Ab)(mm <sup>2</sup> )	75000.00	75000.00	75000.00
CARGA MÁXIMA (N)	93110.00	90790.00	94810.00
CARGA MÁXIMA (Kg)	9497.22	9260.58	9670.62
ESFUERZO CORTANTE (Mpa)	0.8777	0.8558	0.8937
ESFUERZO CORTANTE (Kg/cm <sup>2</sup> )	8.95	8.73	9.12
ESFUERZO PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )		8.93	
DESV. ESTANDAR		0.19	
COEF. DE VARIACIÓN (%)		2.17	

*Nota.* Elaboración propia.

En la Tabla 94 podemos observar que la Resistencia a la Compresión Diagonal promedio de los Muretes construidos utilizando mortero con sustitución del 25% de ACR

ensayado a los 14 días de elaborado es de 8.93 kg/cm<sup>2</sup> teniendo una desviación estandar de 0.19 y un coeficiente de variación de 2.17% de los valores obtenidos.

**Tabla 95**

*Resistencia a Compresión de Muretes con Mortero con 25% de ACR a los 28 Días.*

MURETES ELABORADOS EMPLEANDO MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL 25% DE ACR			
AGLOMERANTE	CEMENTO PORTLAND TIPO I		
UNIDAD DE ALBAÑILERÍA	LADRILLO KING KONG 18 H (IV)		
DOSIFICACIÓN DE MORTERO	1 : 4 : 0.85		
JUNTAS	JH, JV : 1.2 cm		
EDAD (Días)	28 DÍAS		
MUESTRA	M-1	M-2	M-3
LARGO (cm)	60.00	60.00	60.00
ALTURA (hp) (cm)	60.00	60.00	60.00
ANCHO (tp) (cm)	12.50	12.50	12.50
ÁREA (cm <sup>2</sup> )	3600.00	3600.00	3600.00
ÁREA BRUTA (Ab)(mm <sup>2</sup> )	75000.00	75000.00	75000.00
CARGA MÁXIMA (N)	98220.00	93240.00	96710.00
CARGA MÁXIMA (Kg)	10018.44	9510.48	9864.42
ESFUERZO CORTANTE (Mpa)	0.9259	0.8789	0.9117
ESFUERZO CORTANTE (Kg/cm <sup>2</sup> )	9.45	8.97	9.30
ESFUERZO PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )		9.24	
DESV. ESTANDAR		0.25	
COEF. DE VARIACIÓN (%)		2.66	

*Nota.* Elaboración propia.

En la Tabla 95 podemos observar que la Resistencia a la Compresión Diagonal promedio de los Muretes construidos utilizando mortero con sustitución del 25% de ACR ensayado a los 28 días de elaborado es de 9.24 kg/cm<sup>2</sup> teniendo una desviación estandar de 0.25 y un coeficiente de variación de 2.66% de los valores obtenidos.

Entonces como resultado final de los resultados promedios obtenidos en este ensayo para muretes elaborados con morteros con sustitución del 25% de ACR tenemos la Tabla 96.

**Tabla 96**

*Resistencia a Compresión de Muretes con morteros 25% de ACR a los 7, 14 y 28 Días.*

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES ELABORADOS CON MORTEROS CON SUSTITUCIÓN DE 25% DE ACR (Kg/cm <sup>2</sup> )			
MORTEROS	EIDADES		
	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
CON SUST. 25 %	8.31	8.93	9.24

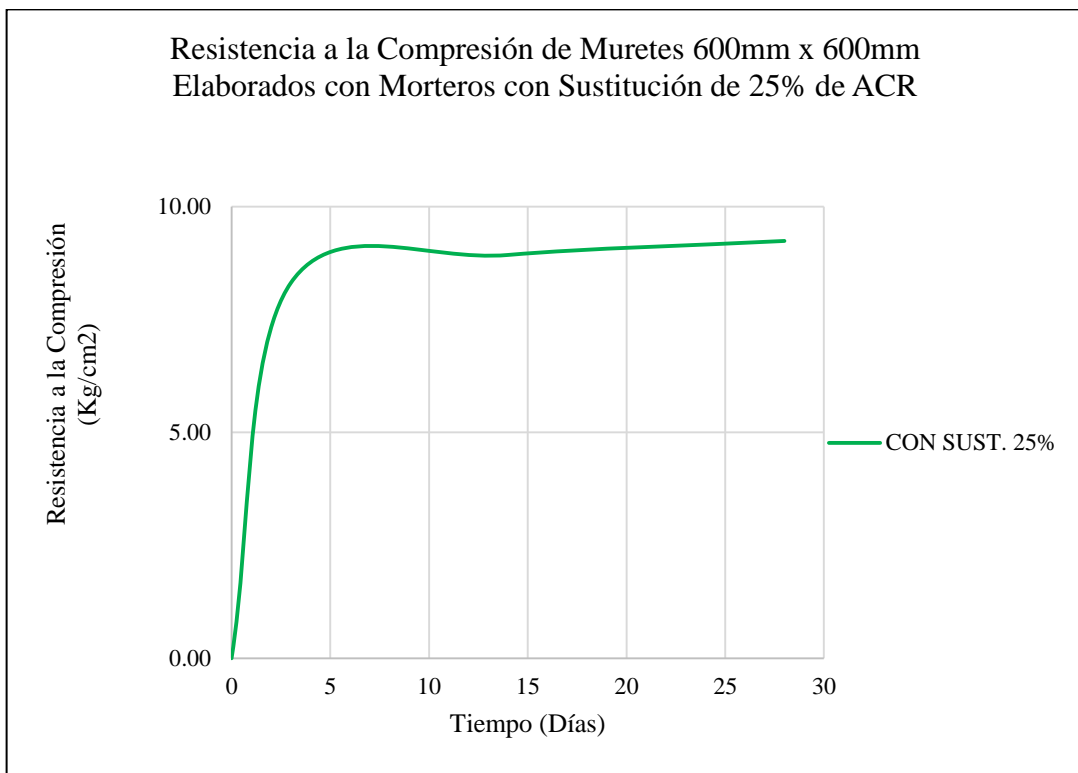
*Nota.* Los valores de la resistencia a compresión diagonal de los muretes de 600 mm de lado elaborados con morteros con sustituciones de 25% de ACR a las edades de 7, 14 y 28 días son el resultado promedio de los esfuerzos expuestos en la Tabla 93, Tabla 94 y Tabla 95, los que fueron obtenidos en concordancia con la NTP 399.621 (2004).  
Elaboración propia.

De la Tabla 96 podemos distinguir que el los muretes construidos utilizando mortero con sustitución del 25% de ACR alcanzan el valor máximo promedio de 9.24 kg/cm<sup>2</sup> correspondiente a la edad de 28 días, de este valor, el 96.65% corresponde al valor obtenido por los muretes ensayados a los 14 días y el 89.94% los ensayados a los 7 días.

En el Gráfico 34 se representa la curva de resistencia a la compresión promedio vs las distintas edades en las que fueron ensayadas los muretes.

### Gráfico 34

*Curva Resistencia a Compresión Vs Edades de Muretes con morteros con 25% de ACR.*



*Nota.* La curva de resistencia a la compresión diagonal de los muretes elaborados con mortero con sustitución de 25% de ACR es del tipo ascendente alcanzando su máximo valor de 9.24 kg/cm<sup>2</sup> a la edad de 28 días estando por encima del valor establecido por la NTE E.070 (2006) DE 8.10 kg/cm<sup>2</sup>. Elaboración propia.

Del gráfico 34 expuesto, se observa que la curva alcanzada por los resultados promedios obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión diagonal de muretes elaborados con morteros con sustitución del 25% de ACR, muestran un incremento progresivo y directamente proporcional a las edades, alcanzando así el máximo valor promedio de 9.24 kg/cm<sup>2</sup>.



**MURETES ELABORADOS CON MORTEROS CON SUSTITUCIÓN DEL 50%  
DE ACR A LAS EDADES DE 7, 14 Y 28 DÍAS.**

Los muretes elaborados con morteros de asentado con sustitución del 50% del ACR por APN se construyeron el 03 de marzo del 2021 y se ensayaron a compresión diagonal el 10 de marzo, 17 de marzo y el 31 de marzo del 2021.

**Tabla 97**

*Resistencia a Compresión de Muretes con Mortero con 50% de ACR a los 7 días.*

MURETES ELABORADOS EMPLEANDO MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL 50% DE ACR			
AGLOMERANTE	CEMENTO PORTLAND TIPO I		
UNIDAD DE ALBAÑILERÍA	LADRILLO KING KONG 18 H (IV)		
DOSIFICACIÓN DE MORTERO	1 : 4 : 0.85		
JUNTAS	JH, JV : 1.2 cm		
EDAD (Días)	7 DÍAS		
MUESTRA	M-1	M-2	M-3
LARGO (cm)	60.00	60.00	60.00
ALTURA (hp) (cm)	60.00	60.00	60.00
ANCHO (tp) (cm)	12.50	12.50	12.50
ÁREA (cm <sup>2</sup> )	3600.00	3600.00	3600.00
ÁREA BRUTA (Ab)(mm <sup>2</sup> )	75000.00	75000.00	75000.00
CARGA MÁXIMA (N)	89780.00	93260.00	88230.00
CARGA MÁXIMA (Kg)	9157.56	9512.52	8999.46
ESFUERZO CORTANTE (Mpa)	0.8463	0.8791	0.8317
ESFUERZO CORTANTE (Kg/cm <sup>2</sup> )	8.63	8.97	8.48
ESFUERZO PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )		8.70	
DESV. ESTANDAR		0.25	
COEF. DE VARIACIÓN (%)		2.85	

*Nota.* Elaboración propia.

En la Tabla 97 podemos observar que la Resistencia a la Compresión Diagonal promedio de los Muretes construidos utilizando mortero con sustitución del 50% de ACR ensayado a los 7 días de elaborado es de 8.70 kg/cm<sup>2</sup> teniendo una desviación estandar de 0.25 y un coeficiente de variación de 2.85% de los valores obtenidos.

**Tabla 98**

*Resistencia a Compresión de Muretes con Mortero con 50% de ACR a los 14 Días.*

MURETES ELABORADOS EMPLEANDO MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL 50% DE ACR			
AGLOMERANTE	CEMENTO PORTLAND TIPO I		
UNIDAD DE ALBAÑILERÍA	LADRILLO KING KONG 18 H (IV)		
DOSIFICACIÓN DE MORTERO	1 : 4 : 0.85		
JUNTAS	JH, JV : 1.2 cm		
EDAD (Días)	14 DÍAS		
MUESTRA	M-1	M-2	M-3
LARGO (cm)	60.00	60.00	60.00
ALTURA (hp) (cm)	60.00	60.00	60.00
ANCHO (tp) (cm)	12.50	12.50	12.50
ÁREA (cm <sup>2</sup> )	3600.00	3600.00	3600.00
ÁREA BRUTA (Ab)(mm <sup>2</sup> )	75000.00	75000.00	75000.00
CARGA MÁXIMA (N)	95120.00	98270.00	96660.00
CARGA MÁXIMA (Kg)	9702.24	10023.54	9859.32
ESFUERZO CORTANTE (Mpa)	0.8967	0.9264	0.9112
ESFUERZO CORTANTE (Kg/cm <sup>2</sup> )	9.15	9.45	9.30
ESFUERZO PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )		9.30	
DESV. ESTANDAR		0.15	
COEF. DE VARIACIÓN (%)		1.61	

*Nota.* Elaboración propia.

En la Tabla 98 podemos observar que la Resistencia a la Compresión Diagonal promedio de los Muretes construidos utilizando mortero con sustitución del 50% de ACR

ensayado a los 14 días de elaborado es de 9.30 kg/cm<sup>2</sup> teniendo una desviación estandar de 0.15 y un coeficiente de variación de 1.61 % de los valores obtenidos.

**Tabla 99**

*Resistencia a Compresión de Muretes con Mortero con 50% de ACR a los 28 Días.*

MURETES ELABORADOS EMPLEANDO MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL 50% DE ACR			
AGLOMERANTE	CEMENTO PORTLAND TIPO I		
UNIDAD DE ALBAÑILERÍA	LADRILLO KING KONG 18 H (IV)		
DOSIFICACIÓN DE MORTERO	1 : 4 : 0.85		
JUNTAS	JH, JV : 1.2 cm		
EDAD (Días)	28 DÍAS		
MUESTRA	M-1	M-2	M-3
LARGO (cm)	60.00	60.00	60.00
ALTURA (hp) (cm)	60.00	60.00	60.00
ANCHO (tp) (cm)	12.50	12.50	12.50
ÁREA (cm <sup>2</sup> )	3600.00	3600.00	3600.00
ÁREA BRUTA (Ab)(mm <sup>2</sup> )	75000.00	75000.00	75000.00
CARGA MÁXIMA (N)	109680.00	104220.00	103480.00
CARGA MÁXIMA (Kg)	11187.36	10630.44	10554.96
ESFUERZO CORTANTE (Mpa)	1.0339	0.9824	0.9755
ESFUERZO CORTANTE (Kg/cm <sup>2</sup> )	10.55	10.02	9.95
ESFUERZO PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )		10.17	
DESV. ESTANDAR		0.33	
COEF. DE VARIACIÓN (%)		3.20	

*Nota.* Elaboración propia.

En la Tabla 99 podemos observar que la Resistencia a la Compresión Diagonal promedio de los Muretes construidos utilizando mortero con sustitución del 50% de ACR ensayado a los 28 días de elaborado es de 10.17 kg/cm<sup>2</sup> teniendo una desviación estandar de 0.33 y un coeficiente de variación de 3.20% de los valores obtenidos.

Entonces como resultado final de los resultados promedios obtenidos en este ensayo para muretes elaborados con morteros con sustitución del 50% de ACR tenemos la Tabla 100.

**Tabla 100**

*Resistencia a Compresión de Muretes con morteros 50% de ACR a los 7, 14 y 28 Días.*

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES ELABORADOS CON MORTEROS CON SUSTITUCIÓN DE 50% DE ACR (Kg/cm <sup>2</sup> )			
MORTEROS	EDADES		
	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
CON SUST. 50 %	8.70	9.30	10.17

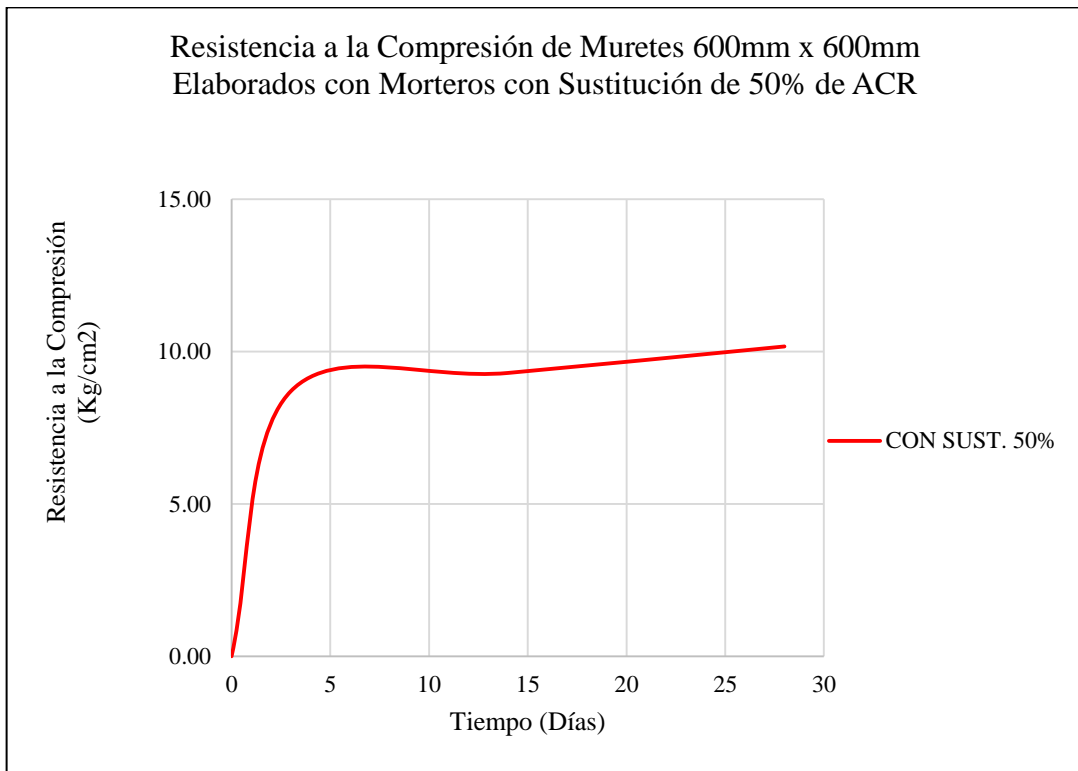
*Nota.* Los valores de la resistencia a compresión diagonal de los muretes de 600 mm de lado elaborados con morteros con sustituciones de 50% de ACR a las edades de 7, 14 y 28 días son el resultado promedio de los esfuerzos expuestos en la Tabla 97, Tabla 98 y Tabla 99, los que fueron obtenidos en concordancia con la NTP 399.621 (2004).  
Elaboración propia.

De la Tabla 100 podemos distinguir que el los muretes construidos utilizando mortero con sustitución del 50% de ACR alcanzan el valor máximo promedio de 10.17 kg/cm<sup>2</sup> correspondiente a la edad de 28 días, de este valor, el 91.45% corresponde al valor obtenido por los muretes ensayados a los 14 días y el 85.55% los ensayado a los 7 días.

En el Gráfico 35 se representa la curva de resistencia a la compresión promedio vs las distintas edades en las que fueron ensayadas los muretes.

### Gráfico 35

*Curva Resistencia a Compresión Vs Edades de Muretes con Morteros con 50% de ACR.*



*Nota.* La curva de resistencia a la compresión diagonal de los muretes elaborados con mortero con sustitución de 50% de ACR es del tipo ascendente alcanzando su máximo valor de 10.17 kg/cm<sup>2</sup> a la edad de 28 días estando por encima del valor establecido por la NTE E.070 (2006) DE 8.10 kg/cm<sup>2</sup>. Elaboración propia.

Del Gráfico 35 expuesto, se observa que la curva alcanzada por los resultados promedios obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión diagonal de muretes elaborados con morteros con sustitución del 50% de ACR, muestran un incremento progresivo y directamente proporcional a las edades, alcanzando así el máximo valor promedio de 10.17 kg/cm<sup>2</sup>.

**MURETES ELABORADOS CON MORTEROS CON SUSTITUCIÓN DEL 75%  
DE ACR A LAS EDADES DE 7, 14 Y 28 DÍAS.**

Los muretes elaborados con morteros de asentado con sustitución del 75% del ACR por APN se construyeron el 03 de marzo del 2021 y se ensayaron a compresión diagonal el 10 de marzo, 17 de marzo y el 31 de marzo del 2021.

**Tabla 101**

*Resistencia a Compresión de Muretes con Mortero con 75% de ACR a los 7 Días.*

MURETES ELABORADOS EMPLEANDO MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL 75% DE ACR			
AGLOMERANTE	CEMENTO PORTLAND TIPO I		
UNIDAD DE ALBAÑILERÍA	LADRILLO KING KONG 18 H (IV)		
DOSIFICACIÓN DE MORTERO	1 : 4 : 0.85		
JUNTAS	JH, JV : 1.2 cm		
EDAD (Días)	7 DÍAS		
MUESTRA	M-1	M-2	M-3
LARGO (cm)	60.00	60.00	60.00
ALTURA (hp) (cm)	60.00	60.00	60.00
ANCHO (tp) (cm)	12.50	12.50	12.50
ÁREA (cm <sup>2</sup> )	3600.00	3600.00	3600.00
ÁREA BRUTA (Ab)(mm <sup>2</sup> )	75000.00	75000.00	75000.00
CARGA MÁXIMA (N)	74010.00	84110.00	73270.00
CARGA MÁXIMA (Kg)	7549.02	8579.22	7473.54
ESFUERZO CORTANTE (Mpa)	0.6977	0.7929	0.6907
ESFUERZO CORTANTE (Kg/cm <sup>2</sup> )	7.12	8.09	7.05
ESFUERZO PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )		7.42	
DESV. ESTANDAR		0.58	
COEF. DE VARIACIÓN (%)		7.83	

*Nota.* Elaboración propia.

En la Tabla 101 podemos observar que la Resistencia a la Compresión Diagonal promedio de los Muretes construidos utilizando mortero con sustitución del 75% de ACR ensayado a los 7 días de elaborado es de 7.42 kg/cm<sup>2</sup> teniendo una desviación estandar de 0.58 y un coeficiente de variación de 7.83% de los valores obtenidos.

**Tabla 102**

*Resistencia a Compresión de Muretes con Mortero con 75% de ACR a los 14 Días.*

MURETES ELABORADOS EMPLEANDO MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL 75% DE ACR			
AGLOMERANTE	CEMENTO PORTLAND TIPO I		
UNIDAD DE ALBAÑILERÍA	LADRILLO KING KONG 18 H (IV)		
DOSIFICACIÓN DE MORTERO	1 : 4 : 0.85		
JUNTAS	JH, JV : 1.2 cm		
EDAD (Días)	14 DÍAS		
MUESTRA	M-1	M-2	M-3
LARGO (cm)	60.00	60.00	60.00
ALTURA (hp) (cm)	60.00	60.00	60.00
ANCHO (tp) (cm)	12.50	12.50	12.50
ÁREA (cm <sup>2</sup> )	3600.00	3600.00	3600.00
ÁREA BRUTA (Ab)(mm <sup>2</sup> )	75000.00	75000.00	75000.00
CARGA MÁXIMA (N)	80920.00	87920.00	84760.00
CARGA MÁXIMA (Kg)	8253.84	8967.84	8645.52
ESFUERZO CORTANTE (Mpa)	0.7628	0.8288	0.7990
ESFUERZO CORTANTE (Kg/cm <sup>2</sup> )	7.78	8.45	8.15
ESFUERZO PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )		8.13	
DESV. ESTANDAR		0.34	
COEF. DE VARIACIÓN (%)		4.15	

*Nota.* Elaboración propia.

En la Tabla 102 podemos observar que la Resistencia a la Compresión Diagonal promedio de los Muretes construidos utilizando mortero con sustitución del 75% de ACR

ensayado a los 14 días de elaborado es de 8.13 kg/cm<sup>2</sup> teniendo una desviación estandar de 0.34 y un coeficiente de variación de 4.15% de los valores obtenidos.

**Tabla 103**

*Resistencia a Compresión de Muretes con Mortero con 75% de ACR a los 28 Días.*

MURETES ELABORADOS EMPLEANDO MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL 75% DE ACR			
AGLOMERANTE	CEMENTO PORTLAND TIPO I		
UNIDAD DE ALBAÑILERÍA	LADRILLO KING KONG 18 H		
DOSIFICACIÓN DE MORTERO	1 : 4 : 0.85		
JUNTAS	JH, JV : 1.2 cm		
EDAD (Días)	28 DÍAS		
MUESTRA	M-1	M-2	M-3
LARGO (cm)	60.00	60.00	60.00
ALTURA (hp) (cm)	60.00	60.00	60.00
ANCHO (tp) (cm)	12.50	12.50	12.50
ÁREA (cm <sup>2</sup> )	3600.00	3600.00	3600.00
ÁREA BRUTA (Ab)(mm <sup>2</sup> )	75000.00	75000.00	75000.00
CARGA MÁXIMA (N)	90970.00	93550.00	83410.00
CARGA MÁXIMA (Kg)	9278.94	9542.10	8507.82
ESFUERZO CORTANTE (Mpa)	0.8575	0.8819	0.7863
ESFUERZO CORTANTE (Kg/cm <sup>2</sup> )	8.75	9.00	8.02
ESFUERZO PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )		8.59	
DESV. ESTANDAR		051	
COEF. DE VARIACIÓN (%)		5.93	

*Nota.* Elaboración propia.

En la Tabla 103 podemos observar que la Resistencia a la Compresión Diagonal promedio de los Muretes construidos utilizando mortero con sustitución del 75% de ACR ensayado a los 28 días de elaborado es de 8.59 kg/cm<sup>2</sup> teniendo una desviación estandar de 0.51 y un coeficiente de variación de 5.93% de los valores obtenidos.



Entonces como resultado final de los resultados promedios obtenidos en este ensayo para muretes elaborados con morteros con sustitución del 75% de ACR tenemos la Tabla 104.

**Tabla 104**

*Resistencia a Compresión de Muretes con Morteros 75% de ACR a los 7, 14 y 28 Días.*

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES ELABORADOS CON MORTEROS CON SUSTITUCIÓN DE 75% DE ACR (Kg/cm <sup>2</sup> )			
MORTEROS	EIDADES		
	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
CON SUST. 75 %	7.42	8.13	8.59

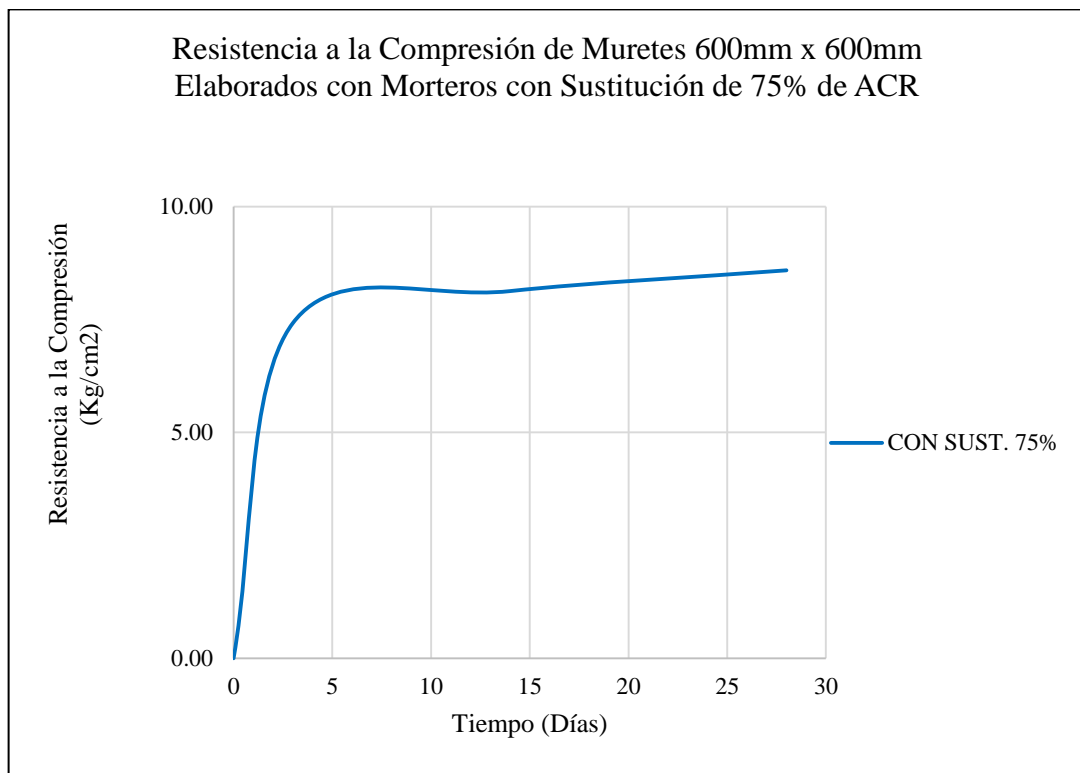
*Nota.* Los valores de la resistencia a compresión diagonal de los muretes de 600 mm de lado elaborados con morteros con sustituciones de 75% de ACR a las edades de 7, 14 y 28 días son el resultado promedio de los esfuerzos expuestos en la Tabla 101, Tabla 102 y Tabla 103, los que fueron obtenidos en concordancia con la NTP 399.621 (2004).  
Elaboración propia.

De la Tabla 104 podemos distinguir que los muretes construidos utilizando mortero con sustitución del 75% de ACR alcanzan el valor máximo promedio de 8.59 kg/cm<sup>2</sup> correspondiente a la edad de 28 días, de este valor, el 94.64% corresponde al valor obtenido por los muretes ensayados a los 14 días y el 86.38% los ensayado a los 7 días.

En el Gráfico 36 se representa la curva de resistencia a la compresión promedio vs las distintas edades en las que fueron ensayadas los muretes.

### Gráfico 36

*Curva Resistencia a Compresión Vs Edades de Muretes con morteros con 75% de ACR.*



*Nota.* La curva de resistencia a la compresión diagonal de los muretes elaborados con mortero con sustitución de 75% de ACR es del tipo ascendente alcanzando su máximo valor de 8.59 kg/cm<sup>2</sup> a la edad de 28 días estando por encima del valor establecido por la NTE E.070 (2006) DE 8.10 kg/cm<sup>2</sup>. Elaboración propia.

Del Gráfico 36 expuesto, se observa que la curva alcanzada por los resultados promedios obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión diagonal de muretes elaborados con morteros con sustitución del 75% de ACR, muestran un incremento progresivo y directamente proporcional a las edades, alcanzando así el máximo valor promedio de 8.59 kg/cm<sup>2</sup>.

A continuación se presentan en la Tabla 105 los resultados finales y promedios de la resistencia a la compresión de los muretes de 600 mm x 600 mm elaborados con

ladrillos King Kong 18 huecos Tipo IV (Industrial hueco) utilizando morteros con sustitución al 0% (mortero patrón), 25%, 50% y 75% del Agregado Pétreo Natural (APN) – arena gruesa, por Agregado de Concreto Reciclado (ACR) con la dosificación de 1:4:0.85, siendo ensayados los mismos a las edades de 7, 14 y 28 días.

**Tabla 105**

*Resistencias a la Compresión Promedio de Muretes con ACR a los 7, 14 y 28 Días.*

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES ELABORADOS CON MORTEROS CON SUSTITUCIÓN DE ACR (Kg/cm <sup>2</sup> )			
MORTEROS	EDADES		
	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
CON SUST. 0 %	7.56	8.27	8.74
CON SUST. 25 %	8.31	8.93	9.24
CON SUST. 50 %	8.70	9.30	10.17
CON SUST. 75 %	7.42	8.13	8.59

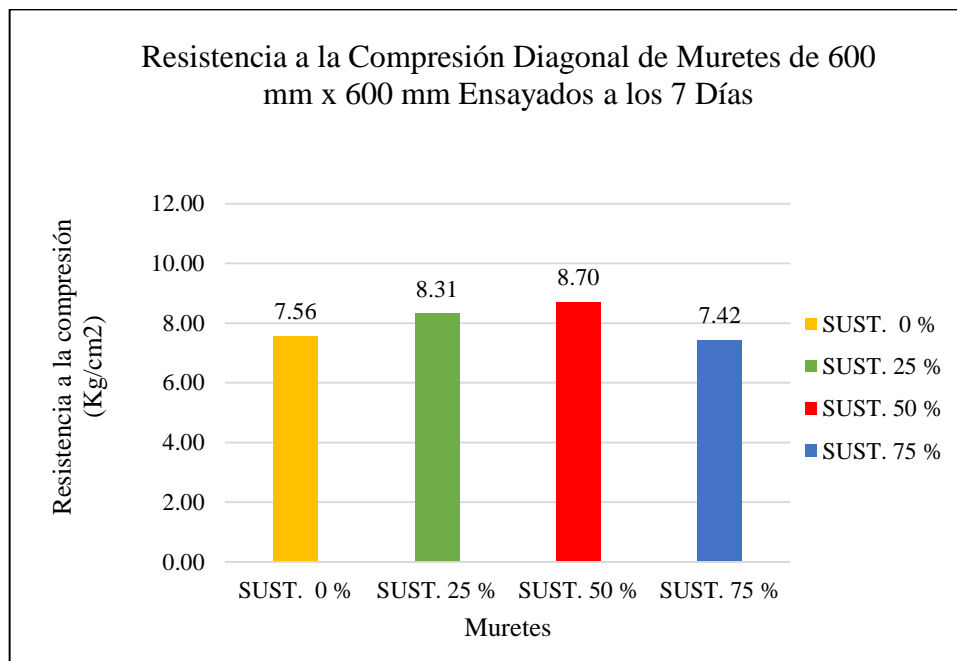
*Nota.* La Tabla 105 muestra las resistencias características promedio a la compresión de muretes construidos con morteros con sustituciones del 0%, 25%, 50% y 75% de ACR a las edades de 7, 14 y 28 días de acuerdo con la NTP 399.621 (2004), mostrando todos estos son directamente proporcional a tales sustituciones. Elaboración propia.

De la Tabla 105 se obtiene a continuación los siguientes gráficos:

El Gráfico 37 presenta los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión de los muretes de 600 mm x 600 mm elaborados con morteros con sustituciones al 0% (mortero patrón), 25%, 50% y 75% de ACR ensayados a la edad de 7 días de haberse elaborado y curado.

### Gráfico 37

*Resistencia a la Compresión de Muretes de 600mm x 600mm a los 7 Días.*



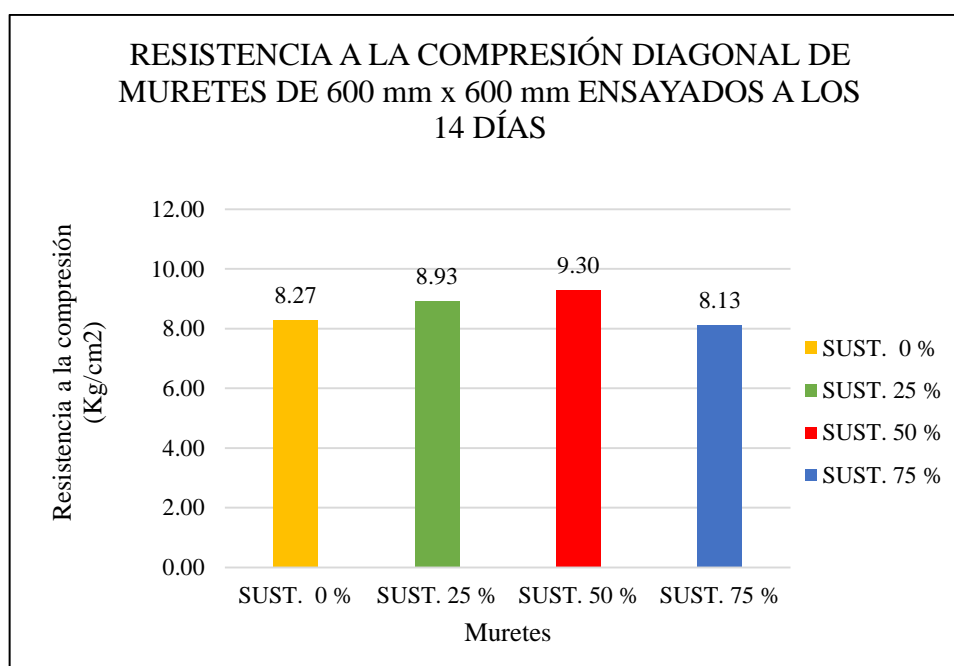
*Nota.* El diagrama de barras expuesto en el Gráfico 37 responde a los valores mostrados en la Tabla 105 de la resistencia a la compresión de muretes elaborados con morteros con sustituciones, a la edad de 7 días. Elaboración propia.

Se observa entonces de acuerdo a la Tabla 105 y al Gráfico 37 que la mayor resistencia promedio alcanzada por los muretes (7 días) fueron aquellos elaborados con morteros con sustitución del 50% de ACR (8.70 Kg/cm<sup>2</sup>), a continuación los muretes con morteros con sustitución del 25% de ACR (8.31 Kg/cm<sup>2</sup>), seguido de los muretes con morteros con sustitución del 0% de ACR (7.56 Kg/cm<sup>2</sup>) y por último alcanzando la más baja resistencia a la compresión promedio los muretes con morteros con sustitución del 75% de ACR (7.42 Kg/cm<sup>2</sup>), estos últimos tres valores representan respectivamente el 95.52%, 86.90% y 85.29% de la máxima resistencia media alcanzada por los muretes elaborados con morteros con sustitución del 50% de ACR ensayadas a la edad de 7 días.

El Gráfico 38 presenta los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión de los muretes de 600 mm x 600 mm elaborados con morteros con sustituciones al 0% (mortero patrón), 25%, 50% y 75% de ACR ensayados a la edad de 14 días de haberse elaborado y curado.

### Gráfico 38

*Resistencia a la Compresión de Muretes de 600mm x 600mm a los 14 Días.*



*Nota.* El diagrama de barras mostrado en el Gráfico 38 responde a los valores mostrados en la Tabla 105 de la resistencia a la compresión de muretes elaborados con morteros con sustituciones, a la edad de 14 días. Elaboración propia.

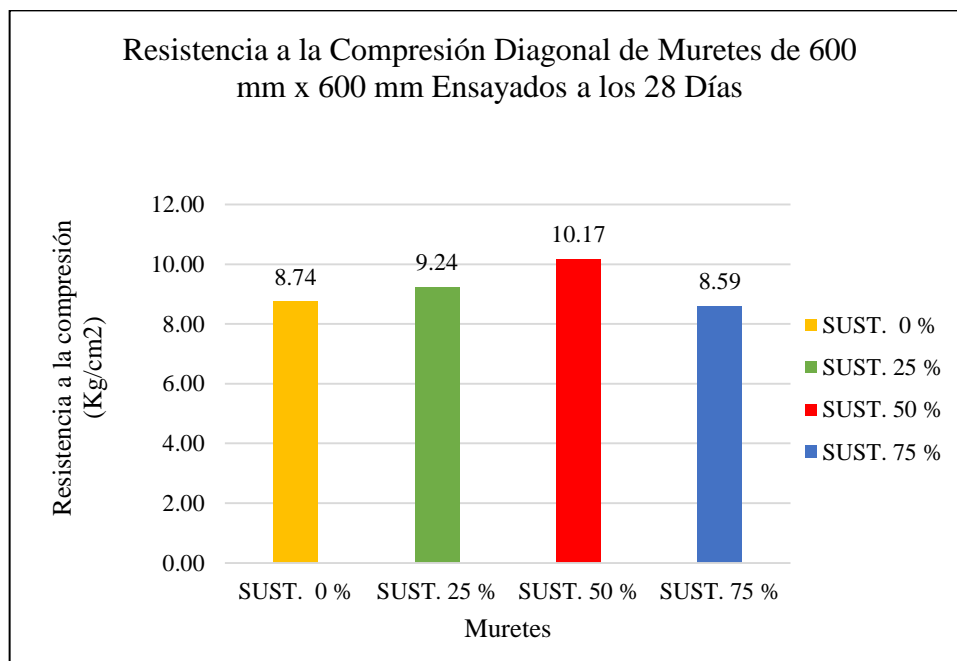
Se observa entonces de acuerdo a la Tabla 105 y al Gráfico 38 que la mayor resistencia promedio alcanzada por los muretes (14 días) fueron aquellos elaborados con morteros con sustitución del 50% de ACR (9.30 Kg/cm<sup>2</sup>), a continuación los muretes con morteros con sustitución del 25% de ACR (8.93 Kg/cm<sup>2</sup>), seguido de los muretes con morteros con sustitución del 0% de ACR (8.27 Kg/cm<sup>2</sup>) y por último alcanzando la más

baja resistencia a la compresión promedio los muretes con morteros con sustitución del 75% de ACR (8.13 Kg/cm<sup>2</sup>), estos últimos tres valores representan respectivamente el 96.02%, 88.92% y 87.42% de la máxima resistencia media alcanzada por los muretes elaborados con morteros con sustitución del 50% de ACR ensayadas a la edad de 14 días.

El Gráfico 39 presenta los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión de los muretes de 600 mm x 600 mm elaborados con morteros con sustituciones al 0% (mortero patrón), 25%, 50% y 75% de ACR ensayados a la edad de 28 días de haberse elaborado y curado.

### Gráfico 39

*Resistencia a la Compresión de Muretes de 600mm x 600mm a los 28 Días.*



*Nota.* El diagrama de barras mostrado en el Gráfico 39 responde a los valores mostrados en la Tabla 105 de la resistencia a la compresión de muretes elaborados con morteros con sustituciones, a la edad de 28 días. Elaboración propia.

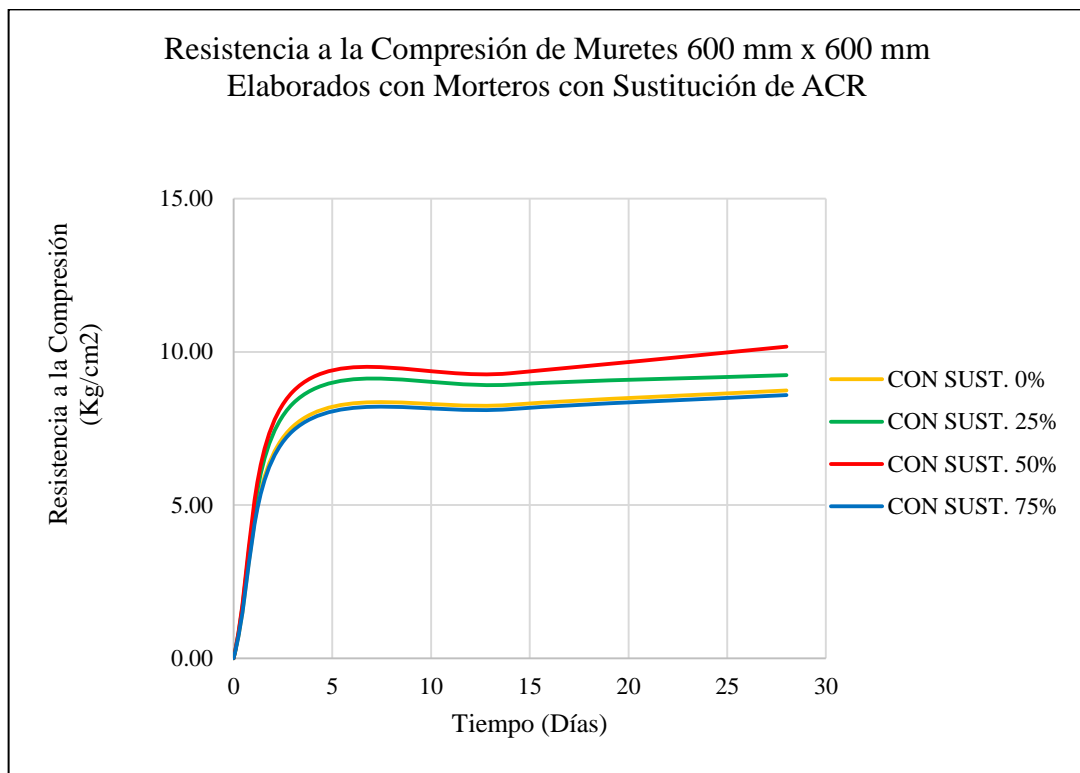
Se observa entonces de acuerdo a la Tabla 105 y al Gráfico 39 que la mayor resistencia promedio alcanzada por los muretes (28 días) fueron aquellos elaborados con morteros con sustitución del 50% de ACR (10.17 Kg/cm<sup>2</sup>), a continuación los muretes con morteros con sustitución del 25% de ACR (9.27 Kg/cm<sup>2</sup>), seguido de los muretes con morteros con sustitución del 0% de ACR (8.74 Kg/cm<sup>2</sup>) y por último alcanzando la más baja resistencia a la compresión promedio los muretes con morteros con sustitución del 75% de ACR (8.59 Kg/cm<sup>2</sup>), estos últimos tres valores representan respectivamente el 91.15%, 85.94% y 84.46% de la máxima resistencia media alcanzada por los muretes elaborados con morteros con sustitución del 50% de ACR ensayadas a la edad de 28 días.

En la Tabla 105, Gráfico 37, Gráfico 38 y Gráfico 39 podemos observar que todos los Muretes de dimensiones 600 mm x 600 mm elaborados utilizando morteros con diferentes sustituciones de Agregado de Concreto Reciclado por Agregado Pétreo Natural al 0%, 25%, 50% y 75% con misma dosificación (1:4:0.85) presentan un incremento en su resistencia a la compresión diagonal a medida que se incrementan sus edades, sin embargo los muretes elaborados con morteros con sustitución de ACR al 50% presentan la mayor resistencia a la compresión a los 28 días de ensayo con 10.17 kg/cm<sup>2</sup> promedio por otro lado los muretes con menor resistencia a la compresión fueron aquellos elaborados con morteros con sustitución al 75% de ACR con 8.59 kg/cm<sup>2</sup> promedio.

A continuación se presenta el Gráfico 40 en el que se grafican las curvas Resistencia a la Compresión (Kg/cm<sup>2</sup>) vs las edades expresadas en Tiempo (días) obtenidas en la Tabla 105.

## Gráfico 40

*Curvas de Resistencia a Compresión Vs Edades de Muretes con Sustituciones de ACR.*



*Nota.* El Gráfico 40 muestra la sobre posición del Gráfico 33, Gráfico 34, Gráfico 35 y Gráfico 36, siendo las curvas de resistencia a la compresión de los muretes construidos con morteros con morteros con sustituciones del 0%, 25%, 50% y 75% de ACR del tipo ascendente. Elaboración propia.

En el Gráfico 40 se puede observar que los muretes que alcanzan mayores resistencias a la compresión diagonal en sus diferentes edades son aquellos cuyos morteros fueron elaborados con sustitución al 50% del ACR por el APN, seguido de los prismas elaborados con morteros con sustitución del 25%, semejante a como lo obtenido en el ensayo de resistencia a la compresión axial en prismas, además se puede apreciar que la curva originada por la resistencia a la compresión de los muretes elaborados con



sustitución de ACR al 0% (mortero patrón) se encuentra ligeramente por encima de los que fueron elaborados con sustitución al 75% de ACR.

Con estos resultados y apreciaciones de los ensayos de resistencia a la compresión de especímenes cúbicos de morteros de 50 mm de lado, compresión axial de prismas de tres hiladas y compresión diagonal de muretes de dimensiones 600 mm x 600 mm, se puede notar con claridad que el mortero que ha obtenido mejores resultados y que se desempeña favorablemente, de forma independiente e interactuando con las unidades de albañilería, es aquel que fué elaborado con sustitución al 50% del ACR por el APN, en el ensayo de resistencia a la compresión de especímenes cúbicos de morteros de 50 mm el que obtuvo los resultados más bajos fueron los elaborados con sustitución al 0% de ACR (mortero patrón), mientras que en los ensayos de resistencia a la compresión axial y diagonal en pilas y muretes respectivamente elaborados con morteros con sustitución del 75% de ACR presentaron los más bajos valores.

Cabe resaltar que los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión de pilas y muretes se ven influenciados en gran parte por las resistencias características de las unidades de albañilería empleadas, las cuales dependen de la materia prima con las cuales fueron elaboradas y el tipo de proceso de fabricación siendo estas las responsables de sus distintas propiedades ; para esta investigación se usaron ladrillos King Kong de 18 huecos Tipo IV (Industrial hueco) cuyo proceso de elaboración es del tipo industrial.

**Tabla 106***Caracterización de la Unidad de Albañilería Empleada.*

CARACTERIZACIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA			
MATERIA PRIMA	Arcilla		
DENOMINACIÓN	King Kong industrial 18 H		
MARCA	Forte		
PROPIEDADES FÍSICAS			
DIMENSIONES	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)
	23.0 cm	12.5 cm	9.0 cm
PESO	2.610 – 2.800 (Kg)		
ABSORCIÓN DE AGUA	< 22.0 (%)		
ÁREA DE VACÍOS	45 – 48 (%)		
ALABEO	< 4.0 (mm)		
DENSIDAD	1.90 – 2.00 (g/cm <sup>3</sup> )		
EFLORESCENCIA	No presenta		
CLASE	Tipo IV		
PROPIEDADES MECÁNICAS			
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	> 130 (Kg/cm <sup>2</sup> )		

*Nota.* La caracterización de la unidad de la albañilería empleada responde a las propiedades físicas y mecánicas del Ladrillo King Kong 18 huecos Tipo IV (Industrial hueco), con área de vacíos entre 45% a 48%. Adaptado de *Ladrillos King Kong*, de Ladrillos FORTE, Ficha técnica, 2019, p. 01.

Para la utilización del ladrillo King Kong de 18 huecos – Forte se tuvo en consideración lo establecido y determinado por la NTP 3999.613 (2005) y NTP 331.017 (2015) y por la Norma Técnica de Edificación E.070, considernado asimismo las características de este ladrillo expuestas en la Tabla 17 *Ladrillo King Kong 18 Huecos – Forte* y Tabla 47 *Propiedades del Ladrillo King Kong 18 Huecos Tipo IV*, siendo esta marca de ladrillo una de las más comercializadas en nuestro ambito local los cuales son de mayor empleabilidad por un tema de desconocimiento y su relativo bajo costo (Ojeda, 2020).

Respecto a la resistencia a la compresión en unidades de albañilería ensayadas en pilas y muretes, la Norma E.070 determina que deberán presentar una Resistencia Característica de la Albañilería de 145 kg/cm<sup>2</sup>, los ladrillos empleados presentan una resistencia superior a los 130 kg/cm<sup>2</sup> como se expone en la Tabla 47 *Propiedades del Ladrillo King Kong 18 Huecos Tipo IV*.

Los valores obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión simple de morteros con edades de 28 días usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado fueron contrastados con lo establecido por la norma ASTM C-270 (1991) y se presenta a continuación:

**Tabla 107**

*Resistencias Características de los Morteros a la Edad de 28 Días.*

RESISTENCIAS CARACTERISTICAS DE LOS MORTEROS ENSAYADOS A COMPRESIÓN SIMPLE A LA EDAD DE 28 DÍAS (Kg/cm <sup>2</sup> )				
ASTM C-270	SUST. 0%	SUST. 25%	SUST. 50%	SUST. 75%
126.00	183.00	194.17	202.79	186.89

*Nota.* La Tabla 107 muestra la comparación entre las resistencias características de los morteros ensayados a los 28 días y lo que establece la Norma ASTM C-270 (1991) para el tipo de mortero utilizado. Elaboración propia.

La Norma ASTM C-270 (1991), como lo expuesto en la Tabla 12 *Morteros de Asentado para Albañilería*, expresa que para morteros cuyo uso sera para pega de ladrillos en muros y baldosas tendrán una resistencia mínima a la compresión simple de 12.4 MPa (126 kg/cm<sup>2</sup>), y en la Tabla 107 podemos observar que los resultados de las diferentes sustituciones de ACR al 0% (mortero patrón), 25%, 50% y 75% son todas superiores a 126 kg/cm<sup>2</sup> siendo la que obtuvo una resistencia a la compresión mucho mayor que las restantes la del mortero elaborado con sustitución del 50% de ACR de 202.79 kg/cm<sup>2</sup>.

Los resultados obtenidos en los ensayos de resistencia a compresión en pilas y muretes se encuentran dentro de las resistencias características de la albañilería típicas para especímenes construidos con unidades de albañilería cuya denominación sea King Kong industrial de arcilla establecidas por la Norma Técnica de Edificación E.070 (2006) como se detalla en la Tabla 108 y Tabla 109.

### **Tabla 108**

*Resistencias Características de los Prismas a la Edad de 28 Días.*

RESISTENCIAS CARACTERISTICAS DE LAS PILAS ENSAYADOS A COMPRESIÓN AXIAL A LA EDAD DE 28 DÍAS (Kg/cm <sup>2</sup> )				
E. 070	SUST. 0%	SUST. 25%	SUST. 50%	SUST. 75%
65.00	56.36	62.09	66.45	55.75

*Nota.* La Tabla 108 muestra la comparación entre las resistencias características de los prismas ensayados a los 28 días y lo que establece la Norma Técnica de Edificación E.070 (2006) para los primas utilizados. Elaboración propia.

De la Tabla 108 podemos observar que el resultado promedio a la edad de 28 días de las pilas ensayadas a compresión axial elaboradas empleando mortero con sustitución del 50% de ACR, 66.45 kg/cm<sup>2</sup>, es superior a la establecida como mínimo por la norma E.070 (2006), 65 kg/cm<sup>2</sup>, los demás resultados se encuentran por debajo de este valor.

### **Tabla 109**

*Resistencias Características de las Muretes a la Edad de 28 Días.*

RESISTENCIAS CARACTERISTICAS DE LOS MURETES ENSAYADOS A COMPRESIÓN DIAGONAL A LA EDAD DE 28 DÍAS (Kg/cm <sup>2</sup> )				
E. 070	SUST. 0%	SUST. 25%	SUST. 50%	SUST. 75%
8.10	8.74	9.24	10.17	8.59

*Nota.* La Tabla 109 muestra la comparación entre las resistencias características de los muretes ensayados a los 28 días y lo que establece la Norma Técnica de Edificación E.070 (2006) para los muretes utilizados. Elaboración propia.

En Tabla 109 podemos observar que el resultado promedio a la edad de 28 días de los muretes ensayadas a compresión axial elaboradas empleando mortero con sustitución del 50% de ACR es superior a la establecida como mínimo por la norma E.070, los demás resultados se encuentran por debajo de este valor.

En la Tabla 109 también podemos observar que los resultado promedios a la edad de 28 días de muretes ensayadas a compresión diagonal elaboradas empleando mortero con sustituciones al 0%, 25%, 50% y 75% son todas superiores a lo establecido como mínimo por la norma E.070 de 8.10 kg/cm<sup>2</sup>, sin embargo los muretes elaborados empleando morteros con sustitución al 50% de ACR presentan un resultado promedio de 10.17 kg/cm<sup>2</sup> muy por encima a lo determinado por la norma y a todos los demás resultados, y por otro lado los muretes elaborados empleando morteros con sustitución al 75% de ACR presentan el resultado promedio más bajo con 8.59 kg/cm<sup>2</sup>.

Como resultado adicional y en base a la experiencia tras la elaboración de los prismas y muretes empleando morteros con sustitución de ACR al 0% (mortero patrón), 25%, 50% y 75% se pudo determinar el rendimiento de estos morteros en m<sup>3</sup> por cada m<sup>2</sup> de muro de albañilería de soga, considerando que por cada m<sup>2</sup> de muro se utiliza 41 unidades de albañilería con juntas horizontales y verticales de 1.2 cm, además se utilizó 10% de desperdicio, los resultados de dicha experiencia se presentan en la tabla a continuación.

**Tabla 110**

*Rendimiento de Mortero con Sustitución de ACR por m<sup>2</sup> de Muro Tipo Soga.*

RENDIMIENTO DEL MORTERO POR METRO CUADRADO DE MURO DE ALBAÑILERÍA - SOGA (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )				
MORTERO	SUST. 0%	SUST. 25%	SUST. 50%	SUST. 75%
RENDIMIENTO	0.031	0.028	0.026	0.023

*Nota.* La Tabla 110 muestra el rendimiento (m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>) de mortero con sus diferentes sustituciones para muros cuyo tipo de asentado sea el de soga, se consideró el mortero adentrado en los alveolos por la fluidez que presentaban. Elaboración propia.

De la Tabla 110 se observa que la cantidad de mortero que se emplea para la construcción de un m<sup>2</sup> de muro de albañilería con aparejo tipo soga es mayor utilizando la sustitución al 75% de ACR con un 0.023 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>, debido a que es un mortero mucho menos fluido, más seco y menos trabajable que el de los demás como lo expuesto en la Tabla 50 *Consistencia del Mortero con Sustitución de ACR* y Tabla N° 51 *Trabajabilidad del Mortero con Sustitución de ACR*, lo que evita que el mortero se introduzca libremente en los alveolos del ladrillo King Kong 18 H Tipo IV (Industrial hueco); pero si bien se utiliza una menor cantidad de mortero por metro cuadrado de muro de albañilería, lo que involucraria menores costos, dicho mortero con sustitución al 75% de ACR proporciona los valores más bajos en el ensayo de compresión simple de morteros con especímenes de 50 mm de lado, también presenta los resultados más bajos en los ensayos de compresión de pilas y muretes construidos utilizando este mortero, lo que haría que este mortero no sea el recomendable; por consiguiente el mortero que se le antepone sería el elaborado con sustitución al 50% de ACR con 0.026 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> el cual como se ha visto anteriormente tiene los mejores resultados en cuanto a los ensayos de resistencia a la compresión simple de morteros, resistencia a la compresión axial y diagonal en pilas y

muretes respectivamente contruidos con este mortero con sustitución al 50% de ACR, lo que indicaría sin duda que este mortero presenta los mejores resultados en cuanto rendimiento, lo que involucra sin duda menos costos.

#### 4.6. PRUEBA DE HIPÓTESIS

Existen dos tipos de análisis estadístico para probar las hipótesis: los análisis paramétricos y los no paramétricos (Hernández et. al, 2014), para esta investigación se usó el tipo paramétrico debido a que el nivel de medición de las variables es por intervalos o razón; el análisis de las hipótesis específicas se realizó mediante el coeficiente de correlación de Pearson, según la Tabla 111, y se trabajó con un nivel de significancia correspondiente a 5% (0.05), que según Hernández et al (2014) es el nivel mínimo para aceptar la hipótesis, la prueba de significancia fue bilateral por referirse a hipótesis con “2 colas”, toda vez que el nivel de investigación es correlacional.

**Tabla 111**

*Coefficientes de Correlación de Pearson.*

COEFICIENTE DE CORRELACIÓN PEARSON	
- 0.90	Correlación negativa muy fuerte.
- 0.75	Correlación negativa considerable.
- 0.50	Correlación negativa media.
- 0.25	Correlación negativa débil.
- 0.10	Correlación negativa muy débil.
0.00	No existe correlación alguna entre las variables.
+ 0.10	Correlación positiva muy débil.
+ 0.25	Correlación positiva débil.
+ 0.50	Correlación positiva media.
+ 0.75	Correlación positiva considerable.
+ 0.90	Correlación positiva muy fuerte.
+ 1.00	Correlación positiva perfecta.

*Nota.* De la Tabla 111, Coeficientes de correlación de Pearson, también conocido como “coeficiente producto - momento”. Tomada de *Metodología de la Investigación*, por Hernández et al., 2014 (6ta ed.), p. 305.

#### 4.6.1. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1.

##### HIPÓTESIS NULA ( $H_{01}$ )

A mayor porcentaje de sustitución con Agregado de Concreto Reciclado el mortero de asentado de muros de albañilería confinada no presenta mejor consistencia ni trabajabilidad en el ensayo de consistencia.

##### HIPÓTESIS ALTERNA ( $H_{11}$ )

A mayor porcentaje de sustitución de Agregado de Concreto Reciclado el mortero de asentado de muros de albañilería confinada presenta mejor consistencia y trabajabilidad en el ensayo de consistencia.

**Tabla 112**

*Análisis del Coeficiente de Correlación Pearson de la Hipótesis Específica 1.*

CORRELACIÓN DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1			
CORRELACIÓN DE PEARSON		Porcentaje de sustitución de ACR	Asentamiento
Porcentaje de sustitución de ACR	Correlación de Pearson	1	-0.983*
	Sig. (Bilateral)		0.017
	N	4	4
Asentamiento	Correlación de Pearson	-0.983*	1
	Sig. (Bilateral)	0.017	
	N	4	4

*Nota.* \* La correlacion de la hipótesis específica 1 es significativa en el nivel 0.05 (bilateral). Elaboración propia.



## **CONCLUSIÓN ESTADÍSTICA**

De acuerdo a la Tabla 112, con respecto a la correlación del porcentaje de sustitución de ACR y el asentamiento como propiedad en estado fresco del mortero, fueron interpretados según Hernández et al (2014) como sigue: las variables tienen una correlación de -0.983, lo que indica una correlación negativa muy fuerte y tienen una significancia o probabilidad de error de 0.017, siendo este valor menor que 0.05, por lo tanto se acepta la hipótesis de investigación en el nivel de 0.017.

## **CONCLUSIÓN TÉCNICA**

En base a los resultados del ensayo de asentamiento del mortero elaborado con sustituciones de ACR por APN en porcentajes de 0%, 25%, 50% y 75% y a la correlación existente entre las variables se concluye: A mayor porcentaje de sustitución de Agregado de Concreto Reciclado el mortero de asentado de muros de albañilería confinada presenta mejor consistencia y trabajabilidad en el ensayo de consistencia.

### **4.6.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2.**

#### **HIPÓTESIS NULA ( $H_{01}$ )**

Los morteros de asentado de muros de albañilería confinada elaborados con sustitución de Agregado de Concreto Reciclado tienen menores valores en el ensayo de resistencia a la compresión simple.

#### **HIPÓTESIS ALTERNA ( $H_{11}$ )**

Los morteros de asentado de muros de albañilería confinada elaborados con sustitución de Agregado de Concreto Reciclado tienen mayores valores en el ensayo de resistencia a la compresión simple.

**Tabla 113***Análisis del Coeficiente de Correlación Pearson de la Hipótesis Especifica 2.*

CORRELACIÓN DE HIPÓTESIS ESPECIFICA 2			
CORRELACIÓN DE PEARSON		Porcentaje de sustitución de ACR	Resistencia a la compresión simple del mortero a los 28 días.
Porcentaje de sustitución de ACR	Correlación de Pearson	1	0.301
	Sig. (Bilateral)		0.699
	N	4	4
Resistencia a la compresión simple del mortero a los 28 días.	Correlación de Pearson	0.301	1
	Sig. (Bilateral)	0.699	
	N	4	4

*Nota.* La correlacion de la hipótesis especifica 2 no es significativa en el nivel 0.05 (bilateral). Elaboración propia.

### CONCLUSIÓN ESTADÍSTICA

De acuerdo a la Tabla 113, con respecto a la correlación del porcentaje de sustitución de ACR y a la resistencia a la compresión simple de especímenes cúbicos de 50 mm de lado ensayados a la edad de 28 días como propiedad en estado endurecido del mortero, fueron interpretado según Hernández et al (2014) como sigue: las variables tiene una correlación de 0.301, lo que indica una correlación positiva media y tienen una significancia o probabilidad de error de 0.699, siendo este valor mayor que 0.05, debido a que existe una relación lineal en los datos hasta un cierto punto, en tal sentido se acepta la hipótesis nula.

### CONCLUSIÓN TÉCNICA

En base a los resultados del ensayo de la resistencia a la compresión simple de morteros en especímenes cúbicos de 50 mm de lado elaborado con sustituciones de ACR por APN en porcentajes de 0%, 25%, 50% y 75% y a la correlación existente entre las

variables se concluye: No se ha podido demostrar que los morteros de asentado de muros de albañilería confinada elaborados con sustitución de Agregado de Concreto reciclado tienen mayores valores en el ensayo de resistencia a la compresión simple, sin embargo existe una correlación pero no llega a ser significativa, los resultados serán significativos siempre en cuando la sustitución del ACR no supere al 50%, toda vez que los resultados decrecen al superar tal sustitución por lo que la correlación existente inicialmente se distorsiona.

#### **4.6.3. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA 3.**

##### **HIPÓTESIS NULA ( $H_{01}$ )**

Los prismas y muretes construidos utilizando morteros de asentado de muros de albañilería confinada con sustitución de Agregado de Concreto Reciclado no presentan mayores valores en los ensayos de resistencia a la compresión axial y diagonal respectivamente.

##### **HIPÓTESIS ALTERNA ( $H_{11}$ )**

Los prismas y muretes construidos utilizando morteros de asentado de muros de albañilería confinada con sustitución de Agregado de Concreto Reciclado presentan mayores valores en los ensayos de resistencia a la compresión axial y diagonal respectivamente.

**Tabla 114***Análisis del Coeficiente de Correlación Pearson de la Hipótesis Especifica 3 – Prismas.*

CORRELACIÓN DE HIPÓTESIS ESPECIFICA 3 PARA PRISMAS			
CORRELACIÓN DE PEARSON		Porcentaje de sustitución de ACR	Resistencia a la compresión axial de prismas a los 28 días.
Porcentaje de sustitución de ACR	Correlación de Pearson	1	0.064
	Sig. (Bilateral)		0.936
	N	4	4
Resistencia a la compresión axial de prismas a los 28 días.	Correlación de Pearson	0.064	1
	Sig. (Bilateral)	0.936	
	N	4	4

*Nota.* La correlacion de la hipótesis especifica 3 para el enunciado de prismas no es significativa en el nivel 0.05 (bilateral). Elaboración propia.

**Tabla 115***Análisis del Coeficiente de Correlación Pearson de la Hipótesis Especifica 3 – Muretes.*

CORRELACIÓN DE HIPÓTESIS ESPECIFICA 3 PARA MURETES			
CORRELACIÓN DE PEARSON		Porcentaje de sustitución de ACR	Resistencia a la compresión diagonal de muretes a los 28 días.
Porcentaje de sustitución de ACR	Correlación de Pearson	1	0.087
	Sig. (Bilateral)		0.913
	N	4	4
Resistencia a la compresión diagonal de muretes a los 28 días.	Correlación de Pearson	0.087	1
	Sig. (Bilateral)	0.913	
	N	4	4

*Nota.* La correlacion de la hipótesis especifica 3 para el enunciado de muretes no es significativa en el nivel 0.05 (bilateral). Elaboración propia.

## **CONCLUSIÓN ESTADÍSTICA**

De acuerdo a la Tabla 114 y Tabla 115, con respecto a la correlación del porcentaje de sustitución de ACR y a la resistencia a la compresión axial y diagonal en prismas y muretes respectivamente ensayados a la edad de 28 días como propiedad de adherencia mortero – ladrillo, fueron interpretado según Hernández et al (2014) como sigue: las variables tienen una correlación de 0.064 (prismas) y 0.087 (muretes), lo que indica que no existe correlación alguna entre ellas y tienen una significancia o probabilidad de error de 0.936 (prismas) y 0,913 (muretes), siendo este valor mayor que 0.05, debido a que existe una relación lineal en los datos hasta un cierto punto, en tal sentido se acepta la hipótesis nula.

## **CONCLUSIÓN TÉCNICA**

En base a los resultados del ensayo de la resistencia a la compresión axial y diagonal en prismas y muretes elaborado con morteros con sustituciones de ACR por APN en porcentajes de 0%, 25%, 50% y 75% y a la correlación existente entre las variables se concluye: No se ha podido demostrar que los prismas y muretes construidos utilizando morteros de asentado de muros de albañilería confinada con sustitución de Agregado de Concreto Reciclado presentan mayores valores en los ensayos de resistencia a la compresión axial y diagonal respectivamente debiéndose a que no existe relación alguna entre las variables y que su coeficiente no es significativo; los resultados serán significativos siempre en cuando la sustitución de los morteros elaborados con ACR empleados en la elaboración de prismas y muretes no supere al 50%, toda vez que los resultados decrecen al superar tal sustitución por lo que la correlación existente inicialmente se difumina.

Cabe resaltar que si no se ha podido demostrar la correlación no significa que esta no exista, simplemente que no hemos podido demostrar con el número de unidades de estudio con las que se trabajó (Bioestadístico, 2019), o en este caso con los porcentajes de sustitución de ACR o especímenes de albañilería.

## **CAPÍTULO V**

### **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

De la investigación “*Agregado Reciclado para Morteros*”, realizada por Hincapié y Aguja (2003), quien caracterizó el agregado fino reciclado obtenido de la trituración de probetas de concreto desechados y evaluó las propiedades de los morteros elaborados con este agregado comparándolos con los morteros convencionales, concluyó en concordancia con Álvarez et al. (1997) que: La utilización del agregado reciclado en los morteros, disminuye en cierta medida las propiedades físicas de éste, sin embargo esta reducción no produce alteraciones que puedan comprometer el desempeño de éstos puesto que los valores de sus propiedades están dentro de un intervalo aceptable según las especificaciones de la Normas Técnicas. De acuerdo con nuestra investigación y a los ensayos realizados al agregado de concreto reciclado y al agregado pétreo natural (arena gruesa), del ensayo granulométrico se obtuvo que el módulo de fineza fue de 2.96 (ACR) y 2.40 (APN) estando el primer valor muy por encima de los valores permitidos por la NTE E.070 (2006) siendo estos entre 1.60 y 2.50, estando el segundo valor comprendido entre tales valores, en cuanto a los finos que pasan por la Malla N° 200 los resultados

fueron 4.50% (ACR) y 1.50% (APN), nuevamente estando el primer valor muy por encima del valores permitidos por la NTE E.070 (2006) debiendo ser este menos del 2%, estando el segundo valor comprendido entre tal valor. Del ensayo de peso específico se obtuvo que el peso específico de la masa fue de 2.14 gr/cm<sup>3</sup> (ACR) y 2.42 gr/cm<sup>3</sup> (APN), el porcentaje de absorción fue de 7.95% (ACR) y 2.08% (APN), estos valores a excepción del porcentaje de absorción del agregado de concreto reciclado están comprendidos entre los límites establecidos por la norma ASTM C-128, el valor exceptuado se debe al gran contenido de cemento pulverizado que presenta el ACR lo que influye en su propiedad absorbente de agua. Del ensayo de peso unitario se obtuvo que el P.U.S. fue de 1364.33 Kg/m<sup>3</sup> (ACR) y 1505.67 Kg/m<sup>3</sup> (APN), el P.U.C. fue de 1536.00 Kg/m<sup>3</sup> (ACR) y 1709.67 Kg/m<sup>3</sup> (APN), valores que responden a propiedades de forma, textura y porosidad de las partículas del agregado y que están dentro de los parámetros permisibles por la norma ASTM C-29 al igual que los valores obtenidos en el contenido de humedad, 5.12% (ACR) y 3.46% (APN), siendo estos resultados los que responden a las condiciones naturales en las que el material se encontró. Del ensayo de Abrasión los Ángeles se determinó el porcentaje de desgaste, 24.82% (ACR) y 22.13 (APN), valores que están dentro del parámetro permitido por la norma ASTM C-131, toda vez que indica que deberán presentar una pérdida determinada menor al 50%.

De la investigación "*Estudio de Mortero Reciclado*", realizada por Clemente (2017), en la que trabajó con 3 diseños de relaciones de agua/cemento, manteniendo constante la relación en peso de arena - cemento de 1 a 2,75, donde cada diseño tuvo un mortero convencional y sustituciones de arena natural por arena reciclada al 25%, 50%, 75% y 100%, trabajando con un total de 15 dosificaciones, se concluyó que: El valor obtenido del ensayo de granulometría para el agregado fino no se encuentra dentro de los



límites establecidos en la ASTM C-144, siendo su módulo de finura de 3.36, pese a ello se obtuvieron resultados finales óptimos, también se observó que a medida que el porcentaje de sustitución de arena natural por arena reciclada aumentó, también lo hizo la fluidez del mortero, debido a que la granulometría de la arena reciclada es menor que de la arena natural y conjuntamente con el mayor porcentaje de finos hicieron que la mezcla sea más trabajable, asimismo se concluyó que en los 3 diseños se observó que una sustitución del 50% de arena natural por arena reciclada (MR2-50) tiene mejores resultados en los ensayos de compresión (234.09 Kg/cm<sup>2</sup>) mientras que los morteros con sustitución de 100% (MR1-100) tienen los más deficientes (171.14 Kg/cm<sup>2</sup>) en sus edades de los 28 días, por lo que su aplicación sería muy beneficioso en los aspectos técnicos, ecológicos y económicos. Y de acuerdo a la presente investigación se detalla en concordancia y discusión con Clemente (2017) que: en los ensayos del análisis granulométrico se demostró que en el agregado de concreto reciclado predomina la presencia de material retenido en los Tamices N° 30, N° 50 y N° 100 lo que evidencia que contiene mayor porcentaje de partículas finas, lo mismo que se demuestra al observar el porcentaje que pasante por la Malla N° 200 (0.075 mm), siendo de 4.50% siendo superior al 1.50% obtenido por el APN y al 2% establecido como máximo por la Norma NTE E.070 (2006), además que presenta un módulo de fineza de 2.96 superior al 2.40 del APN y a los límites establecidos por la misma norma; y a comparación por el obtenido por Clemente (2017), el módulo de fineza obtenida en esta investigación es menor, debiéndose entre otros factores por el nivel de trituración del material y por condiciones en las que se encontraban los bloques de concreto de procedencia.

De los resultados obtenidos en el ensayo de consistencia para la medición del asentamiento del mortero con el cono de Abrams, se obtuvo que, los morteros que fueron

elaborados con sustitución de Agregado de Concreto Reciclado por Agregado Pétreo Natural al 0% (mortero patrón) presentaron un asentamiento promedio (SLUMP) de 4.17 pulg., los elaborados con sustitución al 25% de ACR presentaron un asentamiento promedio de 3.67 pulg., seguidos de los morteros elaborados con sustitución al 50% de ACR con un asentamiento promedio de 3.17 pulg., estando estos tres resultados promedios dentro de los límites para ser considerados como trabajables, luego tenemos a los morteros con sustitución al 75% de ACR que presenta un asentamiento promedio de 2.17 pulg., considerándose entonces poco trabajable; todos estos morteros de acuerdo a los resultados, tuvieron una consistencia plástica y presentaron un tipo de asentamiento verdadero; todos estos morteros ensayados fueron elaborados con la dosificación de 1:4 (cemento: agregado grueso) y relación a/c de 0.85.

Los resultados muestran que en función al asentamiento del mortero patrón el mortero con 25% de sustitución de ACR mejora su consistencia presentando una reducción del 11.99% del asentamiento, el mortero con sustitución del 50% de ACR mejora su consistencia con una reducción del asentamiento en un 23.98%, estando este resultado dentro para ser considerado trabajable, por otro lado el mortero con sustitución del 75% de ACR alcanza un resultado más alto reduciendo su asentamiento en un 47.96%, este valor hace que sea menos trabajable por lo que se recomendaría el máximo permisible de sustitución al 50%.

Estos resultados se ven influenciados por las características y propiedades del ACR, es entonces que podemos observar que el asentamiento (SLUMP) es menor cada vez que la sustitución del Agregado de Concreto Reciclado por Agregado Pétreo Natural se incrementa, debido a que a mayor porcentaje de ACR el mortero se hace más compacto dado a sus propiedades retentivas del agua y a la propiedad aglomerante de los finos que

presenta. Esta afirmación por parte de nuestra investigación corrobora lo concluido por Sáiz (2015) en su investigación *Utilización de arenas procedentes de residuos de Construcción y Demolición, RCD, en la fabricación de morteros de albañilería*, en la que manifiesta que la trabajabilidad de los morteros reciclado es inversamente proporcional al porcentaje de AR empleado, tal como sucedió con nuestra investigación, donde a mayor porcentaje de sustitución de ACR la trabajabilidad del mortero era menor.

Es entonces que se sustenta que a mayor porcentaje de sustitución con Agregado de Concreto Reciclado el mortero de asentado de muros de albañilería confinada presenta mejores resultados en el ensayo de consistencia pero se hace menos trabajable, el mismo que se fundamenta con la prueba de la hipótesis específica N° 01.

De la investigación “*Resistencia de un mortero  $f_c = 100 \text{ kg/cm}^2$ , con sustitución del agregado fino por agregado fino reciclado en la ciudad de Huaraz-2017*” realizada por Sánchez (2018), que consistió en determinar la resistencia a la compresión de un mortero  $f'_c = 100 \text{ kg/cm}^2$  elaborado con sustitución del 25%, 50% y 75% del agregado fino por agregado fino reciclado de concreto demolido para lo que empleo especímenes cúbicos de 50 mm de lado siendo en total 36 unidades, concluyó que: los resultados obtenidos son favorables con la sustitución de 50% al presentar características con mejor resultado que las 2 sustituciones, con la sustitución de 50% el resultado se asemeja al patrón en 28 días de curado, en las sustituciones de 75% y 100% la resistencia es menor debido que la relación de A/C es elevada. Y de acuerdo a la presente investigación se detalla que: en los resultados obtenidos en el ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado se obtuvo que aquellos morteros elaborados con sustitución de Agregado de Concreto Reciclado por Agregado Pétreo Natural al 0% (mortero patrón) presentan resistencias a la compresión

promedio de 143.22 Kg/cm<sup>2</sup>, 173.13 Kg/cm<sup>2</sup> y 183.00 Kg/cm<sup>2</sup> a las edades de 3, 14 y 28 días respectivamente, los morteros con sustitución al 25% de ACR resistencias a la compresión promedio de 166.67 Kg/cm<sup>2</sup>, 179.49 Kg/cm<sup>2</sup> y 194.17 Kg/cm<sup>2</sup> a las edades de 3, 14 y 28 días, mientras que los elaborados con sustitución del 50% resistencias a la compresión de 168.59 Kg/cm<sup>2</sup>, 187.03 Kg/cm<sup>2</sup>, y 202.79 Kg/cm<sup>2</sup> ensayados a las mismas edades, y por último aquellos morteros elaborados con sustitución del 75% de ACR tienen resistencias promedios de 151.25 Kg/cm<sup>2</sup>, 175.09 Kg/cm<sup>2</sup> y 186.89 Kg/cm<sup>2</sup> a las edades de 3, 14 y 28 días.

Considerando entonces las resistencias a la compresión promedio alcanzadas por los morteros a los 28 días se comprueba que en base al mortero con sustitución del 0% de ACR (mortero patrón) el mortero con sustitución al 25% de ACR mejora su resistencia a la compresión promedio en un 6.10%, el mortero con sustitución al 50% de ACR mejora su resistencia promedio en un 10.81% y el mortero con sustitución del 75% de ACR mejora sus resultados en un 2.13%, cabe resaltar que todos los valores fueron directamente proporcionales a las edades en los que fueron ensayados los especímenes; los mismos que fueron elaborados con la dosificación de 1:4 (cemento: agregado grueso) y relación a/c de 0.85 y en las mismas condiciones; entonces se puede afirmar que en concordancia con Clemente (2017) y Sánchez (2018), aquellos morteros que presentan mejores resistencias características al ensayo de compresión simple en especímenes cúbicos de 50 mm de lado son aquellos con sustitución máxima de 50% de agregado de concreto reciclado por agregado de origen natural, siendo para Clemente (2017) el resultado promedio para tal sustitución de 234.09 Kg/cm<sup>2</sup>, mientras para nuestra investigación fue de 202.79 Kg/cm<sup>2</sup> para la edad de 28 días; asimismo existe concordancia con Clemente (2017) y Sánchez (2018) de que las resistencias a la

compresión más bajas fueron las alcanzadas por las sustituciones mayores al 50% por lo que no se pudo afirmar que los morteros de asentado de albañilería confinada elaborados con MAYOR sustitución de Agregado de Concreto Reciclado tienen mayores resistencias, puesto que solo sería válida tal afirmación hasta sustituciones del 50% y mayores a esta sustitución las resistencias características a la compresión decrecen.

De la investigación “*Efecto de los residuos sólidos provenientes de la construcción en la elaboración de mortero, Trujillo, La Libertad, 2019*”, realizada por Chávez et al. (2019), para tal investigación utilizó proporciones de residuos sólidos de actividades constructivas en un 25%, 50%, 75% y 100% para la elaboración de morteros de asentado, concluyendo que: la proporción con mayor resistencia a la compresión es la de 25 % con 387.49 kg/ cm<sup>2</sup>, mientras que la menos resistente fue la de 100% con una resistencia 252.89 kg/cm<sup>2</sup>, ensayados a los 28 días de curado; también concluyó en que las unidades de albañilería en pilas de 3 elaborados con sustitución del 25% con residuos sólidos obtuvieron una resistencia de 72.09 Kg/cm<sup>2</sup> mientras que la muestra de unidades de albañilería con la muestra patrón obtuvo 63.27 kg/cm<sup>2</sup>. Los resultados que se obtuvieron en la mencionada investigación difieren con los obtenidos por nuestra investigación, toda vez que como ya se explicó, los que obtuvieron las más altas resistencia a la compresión fueron aquellos morteros con sustitución máxima del 50% de ACR, siendo esta resistencia característica promedio de 202.79 Kg/cm<sup>2</sup>, mientras que los elaborados con sustitución del 25% obtuvieron para nuestra investigación una resistencia a la compresión de 194.17 Kg/cm<sup>2</sup>, Chávez et al. (2019), concuerda con Clemente (2017) y Sánchez (2018) al afirmar que los resultados más deficientes tuvieron los morteros elaborados con 100% de sustitución del agregado, concordando también con nuestra investigación toda vez que a mayor porcentaje de sustitución los resultados decrecen;

pero ante los resultados muy diferenciados se respetan tales obtenidos por Chávez et al. (2019), puesto a que los distintos sólidos provenientes de construcciones y pudieron haber proporcionado una resistencia adicional para obtener los resultados, como lo afirma Hamassaki, Neto y Florindo (1996) en su investigación "*Utilisation of Construction Waste in Rendering Mortar*" en la que concluye que: los morteros que contienen residuos de construcción, como agregado fino, tienen altas resistencias a la compresión que el mortero patrón, y aquellos que presentan las más altas resistencias son las que contienen 80% de agregado fino procedente de bloques de concreto demolido, 10% de ladrillos de arcilla y 10 % de bloques de cerámico, debido a los fragmentos de concreto con alta rugosidad superficial y a las propiedades resistentes de tales elementos, sin embargo nuestra investigación nos permitió afirmar que existen limitaciones en el uso de agregados reciclados, pues depende mucho de la durabilidad de las estructuras de concreto y la corrosión del acero de refuerzo que puedan presentar, la presencia de químicos, etc.

De la investigación "*Morteros de Albañilería con escombros de demolición*", realizada por Álvarez et al. (1997), en el que preparó y estudió morteros de albañilería empleando agregados reciclado producto de demolición elaborados con cuatro dosificaciones volumétricas (1:4; 1:5; 1:6 y 1:8), las cuales fueron sometidas a ensayos físico-mecánicos y concluyó que: el material proveniente de los escombros de demolición reciclado es apropiado para la producción de morteros, pues presenta un comportamiento similar a los agregados de cantera, toda vez que los resultados obtenidos en los ensayos de resistencia a la compresión de los morteros elaborados con agregados reciclados no presentan notable diferencia con los obtenidos con morteros tradicionales siendo la resistencia más alta la del mortero con dosificación 1:4 con 113.29 Kg/cm<sup>2</sup> a la edad de 28 días elaborados con sustitución del 100% del agregado por agregado reciclado; de

acuerdo a nuestra investigación se detalla que todo los morteros elaborados en nuestra investigación también fueron elaborados con la dosificación 1:4 y con una misma relación a/c de 0.85, y la resistencia a la compresión máxima promedio fue de 202.79 Kg/cm<sup>2</sup> (morteros con sustitución del 50% de ACR) muy por encima al obtenido por Álvarez et al. (1997), puesto a que su muestra fue elaborada con sustitución al 100% de ACR, en nuestra investigación no se utilizó tal sustitución pues se trabajó con referencia a Clemente (2017) y no obtuvo resultados adecuados con la mencionada sustitución. A diferencia de Álvarez et al. (1997), en nuestra investigación, los resultados de las resistencias promedio entre la máxima alcanzada (M-50%) y el mortero patrón (M-0%) sí presentaron notable diferencia, siendo el resultado promedio de este último de 183.00 Kg/cm<sup>2</sup> estando por debajo del obtenido por los morteros con sustitución del 50% y 25%, y por encima de los con sustitución del 75%. a la edad de 28 días.

En la investigación *Morteros elaborados con Agregado Fino Reciclado con diferentes condiciones de humedad*, realizada por Sosa, Zega y Di Maio (2015), evaluó las propiedades del mortero en estado fresco y endurecido elaborados con 20% y 40% de arena de trituración granítica (AG) y agregado fino reciclado (AFR) en condiciones de humedad secos y con el 50% del agua de absorción a 24 horas con diferentes relaciones a/c (0.40, 0.50 y 0.60), se concluyó que a 28 días se observa una resistencia entre el 8 y 24% superior en los morteros con AFR, lo que se atribuye a una mejora de la interface pasta-agregado producto de la mayor absorción que los mismos poseen. En nuestra investigación se comprobó que aquellos morteros que alcanzaron la máxima resistencia promedio a la compresión (202.79 Kg/cm<sup>2</sup>), morteros elaborados con sustitución al 50% de ACR con relación a/c 0.85 a los 28 días de curado, presenta una mejora del 10.81% con respecto al mortero patrón, estando este valor en el rango de aumento obtenido por

Sosa, Zega y Di Maio (2015). Las condiciones de humedad a las que fueron sometidos los morteros así como las distintas relaciones a/c y las sustituciones de ACR influyen y difieren en los resultados para cada estudio.

De la investigación “*Propiedades Mecánicas de Morteros elaborados con arena de concreto reciclado, arena de sílice y fibra de vidrio*”, realizada por Salgado (2016), en la que se evaluó el comportamiento de morteros de cemento elaborados con arena de sílice, arena obtenida de concreto reciclado, plastificante y adherente, reforzados con fibra de vidrio, se concluye que el empleo de agregados de concreto reciclados en una sustitución parcial de 25% son una buena opción y alternativa para la elaboración de morteros, pues no tienen influencia negativa considerable en los morteros, en nuestra investigación se constató que en efecto no tienen influencia negativa, toda vez que se presentaron mejoras de 6.10%, 10.81% y 2.13% en los morteros con sustitución del 25%, 50% y 75% respectivamente en función del mortero patrón ensayadas a la edad de 28 días, pero en lo que se difiere es que en nuestra investigación que la mejor opción y alternativa es el empleo de ACR en una sustitución parcial del 50%, pero se tiene en consideración tal diferencia en los resultados toda vez que en la investigación de Salgado (2016) se utilizó como resistencia adicional fibras de vidrio.

En la investigación titulada “*Evaluación de un mortero preparado con agregados reciclados de un concreto mejorado por carbonatación: Una mirada a la construcción sustentable*”, realizada por Muñoz, Torres y Guzmán (2018), se evaluó algunas de las propiedades físicas, mecánicas y de durabilidad de morteros preparados con reemplazos parciales de 0%, 25% y 50% del agregado fino natural (AFN) por agregado fino reciclado carbonatado (AFRC) y sin carbonatar (AFR) empleando tres grupos de mezclas de morteros con la relación a/c de 0.65, se concluyó que: La mejora de las propiedades físicas



de los AFR por medio del tratamiento de carbonatación, permite su adición como reemplazo parcial del AFN en las mezclas de mortero, en hasta un 25% y 50%, esto provoca un leve detrimento en las propiedades mecánicas y de durabilidad de los morteros. Nuestra investigación corrobora en parte lo concluido por Muñoz, Torres y Guzmán (2018), solo en el sentido de que se permite una sustitución como máximo del 50% del agregado de concreto reciclado en su proporción fina, pues se alcanzó la máxima resistencia promedio a la compresión de 202.79 Kg/cm<sup>2</sup>, por otro lado se difiere en el aspecto de que no existió reducción ni perjuicio en sus propiedades mecánicas y resistentes de acuerdo a los ensayos realizados, toda vez que se presentaron mejoras de 6.10%, 10.81% y 2.13% en los morteros con sustitución del 25%, 50% y 75% respectivamente en función del mortero patrón, ensayados a la edad de 28 días.

Por otro lado, de los resultados obtenidos en el ensayo para determinar la resistencia a la compresión axial de prismas de albañilería de tres hiladas se determinó que los prismas contruidos empleando morteros con sustitución de Agregado de Concreto Reciclado por Agregado Pétreo Natural al 0% (mortero patrón) presentaron resistencias a la compresión promedio de 49.19 Kg/cm<sup>2</sup>, 53.67 Kg/cm<sup>2</sup> y 56.36 Kg/cm<sup>2</sup> a las edades de 7, 14 y 28 días respectivamente, asimismo los prismas contruidos con morteros con sustitución al 25% de ACR tuvieron resistencias a la compresión promedio de 55.42 Kg/cm<sup>2</sup>, 57.29 Kg/cm<sup>2</sup> y 62.09 Kg/cm<sup>2</sup> a las edades de 7, 14 y 28 días, mientras que aquellos contruidos con morteros con sustitución del 50% obtuvieron las resistencias promedios mayores, siendo estas de 58.14 Kg/cm<sup>2</sup>, 61.85 Kg/cm<sup>2</sup>, y 66.45 Kg/cm<sup>2</sup> ensayados a las mismas edades, y por otro lado se observó que las resistencias a la compresión de los prismas elaborados utilizando morteros con sustitución del 75% de ACR fueron menores que las obtenidas incluso por los elaborados con el mortero patrón,

siendo los resultados de 47.11 Kg/cm<sup>2</sup>, 51.94 Kg/cm<sup>2</sup> y 55.75 Kg/cm<sup>2</sup> a las edades de 7, 14 y 28 días.

Considerando entonces las resistencias a la compresión promedio alcanzadas por los prismas construidos utilizando morteros a la edad de 28 días, se comprueba que en base a los prismas con mortero con sustitución del 0% de ACR (mortero patrón) los prismas con sustitución del 25% de ACR mejoran su resistencia a la compresión promedio en un 10.17%, los prismas con sustitución al 50% de ACR mejoran su resistencia promedio en un 17.90% al mismo tiempo que los resultados para esta sustitución a los 28 días supera el mínimo establecido por la Norma E.070 de 65.00 kg/cm<sup>2</sup>, siendo en todo caso el recomendable, mientras que los prismas con sustitución del 75% de ACR reduce sus resultados en un 1.08%, evidenciándose entonces que los prismas construidos utilizando morteros de asentado de muros de albañilería confinada con sustitución de Agregado de Concreto Reciclado proporcionan mejores resultados en los ensayos de resistencia a la compresión axial hasta la máxima sustitución del 50% (66.45 Kg/cm<sup>2</sup>), lo cual difiere con la investigación de Chávez et al. (2019), “*Efecto de los residuos sólidos provenientes de la construcción en la elaboración de mortero, Trujillo, La Libertad, 2019*”, al afirmar este que la máxima resistencia en prismas fueron las alcanzadas por los elaborados con sustitución del 25% de solidos de construcción, siendo la resistencia promedio de 72.09 Kg/cm<sup>2</sup>.

De los resultados que se obtuvieron en el ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería de 600 mm x 600 mm, se obtuvo que los muretes construidos utilizando morteros con sustitución de Agregado de Concreto Reciclado por Agregado Pétreo Natural al 0% (mortero patrón) presentaron resistencias a la compresión promedio de 7.56 Kg/cm<sup>2</sup>, 8.27 Kg/cm<sup>2</sup> y 8.74 Kg/cm<sup>2</sup> a las edades de 7, 14 y 28 días

respectivamente, los muretes construidos con morteros con sustitución al 25% de ACR arrojaron resistencias a la compresión promedio de 8.31 Kg/cm<sup>2</sup>, 8.93 Kg/cm<sup>2</sup> y 9.24 Kg/cm<sup>2</sup> a las edades de 7, 14 y 28 días, aquellos construidos con morteros con sustitución del 50% obtuvieron las más altas resistencias promedios, siendo estas de 8.70 Kg/cm<sup>2</sup>, 9.30 Kg/cm<sup>2</sup>, y 10.17 Kg/cm<sup>2</sup> ensayados a las mismas edades, mientras que se observó que las resistencias a la compresión de los muretes elaborados utilizando morteros con sustitución del 75% de ACR fueron menores que las obtenidas incluso por los elaborados con el mortero patrón, siendo los resultados de 7.42 Kg/cm<sup>2</sup>, 8.13 Kg/cm<sup>2</sup> y 8.59 Kg/cm<sup>2</sup> a las edades de 7, 14 y 28 días.

Analizando entonces las resistencias a la compresión promedio alcanzadas por los muretes construidos utilizando morteros a la edad de 28 días, se comprueba que en función a los resultados obtenidos por los muretes elaborados con morteros con sustitución del 0% de ACR (mortero patrón) los muretes construidos con morteros con sustitución del 25% de ACR mejoran su resistencia a la compresión promedio en un 5.72%, los muretes con sustitución al 50% de ACR mejoran su resistencia promedio en un 16.36% siendo el más alto y en todo caso el recomendable, mientras que los muretes con sustitución del 75% de ACR reducen sus resultados en un 1.72%, evidenciándose entonces que los muretes construidos utilizando morteros de asentado de muros de albañilería confinada con sustitución de Agregado de Concreto Reciclado proporcionan mejores resultados en los ensayos de resistencia a la compresión diagonal hasta la máxima sustitución del 50%. Asimismo todos los resultados para la edad de 28 días de los muretes con las distintas sustituciones superaron el mínimo establecido por la Norma E.070 de 8.10 kg/cm<sup>2</sup>.

Cabe resaltar que todos los valores obtenidos en los ensayos para determinar las resistencias a la compresión axial y diagonal de pilas y muretes respectivamente, fueron directamente proporcionales a las edades en los que fueron ensayados, los mismos que fueron construidos utilizando morteros con la dosificación de 1:4 (cemento: agregado grueso) con relación a/c de 0.85 y con ladrillos industriales King Kong de 18 huecos Tipo IV (Industriales huecos).

En general, por lo analizado y discutido, podemos decir que es factible el uso del Agregado de Concreto Reciclado (ACR) debido a que mejora las propiedades de consistencia del mortero en estado fresco, mejora las propiedades resistencia a la compresión y de adherencia mortero – ladrillo en los muros de albañilería confinada como se pudo comprobar y demostrar al realizar el ensayo de asentamiento y los ensayos para determinar la resistencia a la compresión de morteros, prismas (axial) y muretes (diagonal), estos ensayos se realizaron utilizando morteros con sustitución de Agregado de Concreto Reciclado por Agregado Pétreo Natural al 0% (mortero patrón), 25%, 50% y 75%, para el caso del ensayo de resistencia a la compresión de morteros se trabajaron a las edades de 3, 14 y 28 días mientras que para prismas y muretes a los 7,14 y 28 días en consideración de las Normas Técnicas Peruanas.

Se pudo apreciar del ensayo de consistencia que el mortero con sustitución del 50% de ACR alcanza uno de los más altos resultados al presentar una reducción del 23.98% de reducción del asentamiento en comparación del obtenido por el mortero patrón y estando dentro de los parámetros para ser considerado trabajable y de consistencia plástica.

También se pudo apreciar de los resultados obtenidos que el Agregado de Concreto Reciclado se comporta de forma adecuada al mejorar las propiedades resistentes

a la compresión a la edad de 28 días de los morteros de asentado de albañilería sustituyendo de forma parcial al Agregado Pétreo Natural confinada solo hasta un máximo del 50%, presentando mejores resultados en tal sustitución de ACR (202.79 Kg/cm<sup>2</sup>), representando un incremento del 10.81% del alcanzado por el mortero patrón (183.00 kg/cm<sup>2</sup>).

Del mismo modo se observa que de los prismas y muretes ensayados a la edad de 28 días presentan mejores resistencias a la compresión axial y diagonal respectivamente aquellos construidos empleando morteros con sustitución del 50% de ACR, toda vez que en ambos casos presentan los más altos incrementos de resistencia a la compresión en función a los obtenidos por el mortero patrón, siendo esos incrementos del 17.90% para el caso de los prismas y 16.36% en los muretes, siendo los morteros con sustitución del 50% de ACR los ideales para la construcción de muros de albañilería confinada por aportar mejor resistencia y adherencia.

## CONCLUSIONES

1. En función a la evaluación de los resultados obtenidos en los ensayos, se concluye que, el Agregado de Concreto Reciclado se comporta adecuadamente como insumo para la elaboración de morteros de asentado de muros de albañilería confinada, mejorando la propiedad de consistencia del mortero en estado fresco y la de resistencia a la compresión en morteros, prismas y muretes, siendo los que tienen mejores resultados aquellos que son elaborados con sustitución de 50% de ACR. Las conclusiones presentadas en esta tesis no serán aplicables para fines estructurales (muros portantes) en consideración de las limitaciones que tienen las unidades de albañilería empleadas para la realización de esta investigación de acuerdo a la norma NTE E.070 (2006) y en concordancia a nuestra delimitación de investigación.
2. Del análisis realizado, se concluye que, a mayor porcentaje de sustitución de Agregado de Concreto Reciclado en morteros de asentado de muros de albañilería confinada estos presentan mejor consistencia y trabajabilidad en el ensayo de consistencia, siendo los morteros elaborados con sustitución del 50% de ACR los que presentan la más alta mejoría en su consistencia con 3.17 pulgadas de asentamiento y con una reducción del mismo en un 23.98% del alcanzado por el mortero patrón, estando dentro de los parámetros para considerarse de consistencia plástica, trabajable y presentando fallas en su asentamiento del tipo verdadero teniendo en consideración lo determinado en la Norma NTP 339.035 (2009); a diferencia del mortero con sustitución del 75% que si bien tuvo el asentamiento más bajo de 2.17 pulgadas por sus características se le considera seca y poco trabajable.

3. Podemos concluir que, los morteros de asentado de muros de albañilería confinada elaborados con sustitución de Agregado de Concreto Reciclado solo tienen mayores valores de resistencias a la compresión al ser sustituidos como máximo hasta un 50% de ACR (a mayores sustituciones las resistencias decrecen), siendo los elaborados con tal sustitución los que tienen los más altos valores de resistencia a la compresión promedio de 202.79 Kg/cm<sup>2</sup> ensayados a la edad de 28 días, mejorando así en un 10.81% los resultados alcanzados por el mortero patrón, estando este resultado por encima de lo establecido por la norma ASTM C-270 (1991) para morteros del tipo “S” o su similar “P2” en la Norma NTE E.070 (2006); por otro lado los morteros que presentaron los más bajos valores de resistencias características a la compresión fueron los del mortero patrón.
  
4. En base a los resultados obtenidos en laboratorio, se concluye que los prismas y muretes construidos utilizando morteros de asentado de muros de albañilería confinada con sustituciones de ACR solo presentan mayores valores en los ensayos de resistencia a la compresión axial y diagonal si se trabaja con la sustitución máxima del 50% de ACR (a mayores sustituciones las resistencias decrecen). Se identificó que los prismas de albañilería construidos empleando morteros solo con sustitución del 50% de ACR, utilizando ladrillos King Kong 18 huecos Tipo IV (Industrial hueco), alcanzaron los más altos valores de resistencia a la compresión promedio, siendo esta de 66.45 Kg/cm<sup>2</sup> con una mejora del 17.90% con respecto al alcanzado por el mortero patrón, del mismo modo en los muretes de albañilería construidos con el mismo tipo de unidades de albañilería, tal sustitución en el mortero permitió que se alcance los máximos valores de resistencia a la compresión promedio de 10.17 Kg/cm<sup>2</sup> mejorando en un 16.36% del alcanzado por los construidos empleando el mortero

patrón, tales valores fueron alcanzados al ensayarse a la edad de 28 días, mismos que superan a lo sugerido por la Norma NTE E.070 (2006) para resistencias características de la albañilería, por otro lado los elementos de albañilería (prismas y muretes) que presentaron los más bajos valores de resistencias características a la compresión fueron aquellos contruidos empleando morteros con sustitución del 75% de ACR.



## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que, para obtener un comportamiento adecuado del agregado de concreto reciclado como insumo para la elaboración de morteros de asentado de muros de albañilería confinada, emplear la máxima sustitución del 50% de ACR, dado que con dicha sustitución se alcanzaron mejores resultados en los ensayos realizados a especímenes de albañilería para fines no estructurales (muros no portantes).
2. Se recomienda emplear el 50% de sustitución máxima de agregado de concreto reciclado como insumo para la elaboración de morteros de asentado de muros de albañilería confinada, toda vez que con tal sustitución se obtuvo mejores consistencias y trabajabilidad a comparación con los morteros elaborados con sustitución del 75% de ACR en el ensayo de consistencia. Asimismo se recomienda la realización de más pruebas de laboratorio para ensayar a los morteros en condiciones frescas y con más variadas sustituciones.
3. Para obtener mejores y mayores valores en el ensayo de compresión simple de especímenes cúbicos de morteros de 50 mm de lado, se recomienda la elaboración de los mismos con sustitución máxima de agregado al 50% de ACR, asimismo se debe de aplicar y respetar las dosificaciones, cantidades exactas de sustitución, tiempos de curado y las edades para la realización de los ensayos de compresión de los morteros, así como su correcta y cuidadosa manipulación de traslado con el fin de evitar que se alteren sus propiedades resistentes.
4. Para lograr obtener mayores valores de resistencia a la compresión axial y diagonal de pilas y muretes respectivamente, se recomienda la construcción de estos especímenes de albañilería empleando morteros elaborados con máxima sustitución

de 50% de agregado de concreto reciclado, pues presentan los más altos valores resistentes. Asimismo se recomienda la utilización de unidades de albañilería industrial solida o maciza y así evaluar su funcionabilidad para fines estructurales en consideración a las limitaciones que tienen las dichas unidades para las distintas zonas sísmicas según la Norma NTE E.070 (2006).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABANTO, F. (2009). *Tecnología del Concreto*. Lima, Perú: Editorial San Marcos.
- ABANTO, F. (2017). *Análisis y Diseño de Edificaciones de Albañilería*. Lima, Perú: Editorial San Marcos. 2da Edición.
- ACEROS AREQUIPA (2013). *Manual del Maestro Constructor*. Arequipa, Perú: Guía Técnica.
- ALARCÓN, H. (2017). *Comportamiento estructural en muros de albañilería confinada compuesto por ladrillos de arcilla fabricados en Huancayo – Concepción - 2016*. Huancayo, Perú: Universidad Peruana Los Andes (UPLA).
- ÁLVAREZ, J. et al. (1997). *Morteros de Albañilería con escombros de demolición*. Madrid, España: Consejo Superior de Investigaciones científicas.
- APAZA, K. y YSARBE, J. (2016). *Análisis comparativo de las propiedades mecánicas y características físicas del concreto patrón y concreto reciclado, evaluando su comportamiento en estado fresco y endurecido*. Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC).
- ARIAS, R. (2017). *Propiedades físico – mecánicas del hormigón elaborado con áridos reciclado*. Quito, Colombia: Universidad Central del Ecuador.
- AQUINO, J. (2019). *Diseño de mortero con adición de microsílíce y microfibra de polipropileno para diferentes usos en el campo de la ingeniería civil*. Cajamarca Perú: Universidad Nacional de Cajamarca.
- BIOESTADÍSTICO OFICIAL (2019). *Curso de estadística: correlación como prueba de hipótesis*. Lima, Perú: Canal oficial.

- CÁRDENAS, W. y HERNÁNDEZ, J. (2014). *Caracterización de los agregados de concreto reciclado propiedades técnicas y uso*. Zipaquirá, Colombia: Corporación Universitaria Minuto de Dios.
- CENTRO PERUANO JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES (CISMID), (2004). *Guía para la construcción de Albañearía*. Lima, Perú: Fondo Editorial UNI.
- CHÁVEZ, M. et al. (2019). *Efecto de los residuos sólidos provenientes de la construcción en la elaboración de mortero, Trujillo, La Libertad, 2019*. Trujillo, Perú: Universidad Cesar Vallejo.
- CLEMENTE, J. (2017). *Estudio de Mortero Reciclado*. Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).
- CONSEJO MUNDIAL EMPRESARIAL PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE (WBCSD) (2009). *Reciclando Concreto*. Washington, D.C., Estados Unidos: Cement Sustainability Initiative Magazine.
- COTTIER, J. (2019). *Tecnología del Concreto*. D.F. México, México: UNAM.
- CRUZ, J. y VELÁZQUEZ, R. (2004). *Concreto Reciclado*. México D.F., México: Instituto Politécnico Nacional.
- DE LA CRUZ, J. y SILVA, C. (2002). *Estudio de resistencias a compresión diagonal (cortante), de muretes de mampostería fabricados con materiales de la zona Conurbada Colima-Villa de Álvarez*. Puebla, México: Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural, A.C.
- DÍAZ, C. (2009). *Naturaleza del Concreto*. Lambayeque, Perú: Universidad Nacional Pedro Gallo

- ENRÍQUEZ, J. (2017). *Influencia de la malla metálica en muros confinados de ladrillo pandereta en edificaciones de la provincia de Huancayo*. Huancayo, Perú: Universidad Peruana Los Andes (UPLA).
- ESPITIA, A. (2018). *Caracterización de mezclas de mortero de cal y arena, compatibles con morteros patrimoniales y su incidencia en las propiedades mecánicas de la mampostería de arcilla cocida, en edificaciones históricas*. Bogotá, Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.
- FERNÁNDEZ, E. (2016). *Aplicación de Residuos en la Fabricación de Morteros Industriales*. Córdoba, España: Universidad de Córdoba.
- GARAY, C. (2020). *Técnicas e instrumentos de investigación*. El Empalme, Panamá: Universidad de Panamá.
- HAMASSAKI, L., NETO, C. y FLORINDO, M. (1993). *Utilización de residuos de Construcción en morteros de revoque*. Escocia, Reino Unido: Universidad de Dundee.
- HERNÁNDEZ et al. (2014). *Metodología de la Investigación*. D.F. México, México: McGRAW W-HILL (6ta ed.).
- HINCAPIÉ, A. y AGUJA, E. (2003). *Agregado Reciclado Para Morteros*. Bogotá, Colombia: Universidad EAFIT.
- INSTITUTO DE LA CONSTRUCCIÓN Y GERENCIA, (2004). *Naturaleza y Materiales del Concreto*. Lima, Perú: II Congreso Internacional de la CONSTRUCCIÓN Y EXPOCON 2004.
- JORDÁN, J. y VIERA, N. (2014). *Estudio de la resistencia del concreto, utilizando como agregado el concreto reciclado de obra*. Chimbote, Perú: Universidad Nacional del Santa.

- LUJÁN, M. (2018). *Reforzamiento de los muros de albañilería confinado con mallas de acero*. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- MAURY, A. (2010). *Construcción y Medio Ambiente. Barranquilla*. Colombia: Universidad de la Costa CUC.
- MEDINA, E. y HUARCA, J. (2017). *Evaluación de las variaciones de resistencia a flexión por adherencia, compresión axial y diagonal en muros de albañilería elaborados con ladrillo tipo Blocker asentados con morteros normalizados tipo P2 y NP según la norma E.070*. Cuzco, Perú: Universidad Andina del Cuzco (UAC).
- MEJÍA, M., CHINCHILLA, V. y MENDOZA, C. (2012). *Determinación de la resistencia a la compresión de mortero empleando especímenes cilíndricos y cúbicos, utilizando arena del occidente del país*. Santa Ana, El Salvador: Universidad de El Salvador, Facultad Multidisciplinaria de Occidente.
- MORANTE, A. (2008). *Mejora de la adherencia mortero-ladrillo de concreto*. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- MUNGUÍA, B. et al (2017). *Estudio de mercado sobre la preferencia de cemento en Huancayo 2017*. Huancayo, Perú: Universidad Continental.
- MUÑOS, A., TORRES, N. y GUZMÁN, A. (2018). *Evaluación de un mortero preparado con Agregados Reciclados de un concreto mejorado por carbonatación*. Bogotá, Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.
- OLARTE, Z. (2017). *Estudio de la calidad de los agregados de las principales canteras de la ciudad de Andahuaylas y su influencia en la resistencia del concreto empleado en la construcción de obras civiles*. Apurímac, Perú: Universidad Tecnológica de los Andes (UTA).

- QUIROZ, M. y SALAMANCA, M. (2006). *Apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje en la asignatura de Tecnología del Hormigón*. Cochabamba, Bolivia: Universidad Mayor de San Simón.
- QUIJUN, D. (2005). *Corrección por esbeltez en pilas de albañilería ensayadas a compresión axial*. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP).
- RAMOS, C. (2019). *Diseño de mortero empleando cenizas de cascaras de arroz*. Pimentel, Perú: Universidad Señor de Sipán (USS).
- REVISTA DE LA ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE CONTROL DE CALIDAD, PATOLOGÍA Y RECUPERACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN (ALCOMPAT), (2015). *Concreto Reciclado*. Michoacán, México: ALCOMPAT volumen 5, numero 3.
- RIVERA, G. (2005). *Concreto Simple*. Cauca, Colombia: Universidad de Cauca.
- RUELAS, E. (2015). *Uso de pavimento rígido reciclado de la ciudad de Puno, como agregado grueso para la producción de concreto*. Puno, Perú: Universidad Nacional del Altiplano.
- SABINO, C. (2000). *El proceso de investigación*, Caracas, Venezuela: Ed. Panapo.
- SÁIZ, P. (2015). *Utilización de arenas procedentes de Residuos de Construcción y Demolición, RCD, en la fabricación de morteros de Albañilería*. Madrid, España: Universidad Politécnica de Madrid.
- SALAMANCA, R. (2001). *La Tecnología del Mortero*. Bogotá, Colombia: Universidad Militar Nueva Granada.
- SALGADO, R. (2016). *Propiedades mecánicas de morteros elaborados con arena de concreto reciclado, arena de sílice y fibra de vidrio*. Bogotá, Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería.

- SAN BARTOLOMÉ, A. (1994). Construcciones de *Albañilería – Comportamiento Sísmico y Diseño Estructural*. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP).
- SAN BARTOLOMÉ, A., QUIUN, D., y SILVA, W. (2011). *Diseño y Construcción de Estructuras Sismoresistentes de Albañilería*. Lima, Perú: Fondo Editorial PUCP. 1ra Edición.
- SÁNCHEZ, D. (2001). *Tecnología del concreto y del mortero*. Bogotá, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana.
- SÁNCHEZ, J. (2018). *Resistencia de un mortero  $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$ , con sustitución del agregado fino por agregado fino reciclado en la ciudad de Huaraz-2017*. Huaraz, Perú: Universidad San Pedro.
- SOSA, M., ZEGA, C. Y DI MAIO, A. (2015). *Morteros elaborados con Agregado Fino Reciclado con diferentes condiciones de humedad*. Buenos Aires, Argentina: Revista Ciencia y Tecnología de los Materiales.
- TAFUR, Y. (2015). *Estudio del comportamiento físico-mecánico del concreto diseñado y elaborado con agregado grueso reciclado en la ciudad de Cajamarca*. Cajamarca, Perú: Universidad Nacional de Cajamarca (UNC).
- TAPIA, C. (2015). *Evaluación de las características físicas – mecánicas de la albañilería producida artesanalmente en los centros poblados de Manzanamayo y San José del distrito de Baños del Inca - Cajamarca*. Cajamarca, Perú: Universidad Nacional de Cajamarca.
- TAYPE, E. (2016). *Diseño de explotación de cantera para agregados, distrito Huayucachi*. Huancayo, Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú.



- ÚRSULA, A. (2017). *Estudio de concreto reciclado como parte integral de una construcción sustentable*. Tecamachalco, México: Instituto Politécnico Nacional.
- VALBUENA, S., MENA, M. y GARCÍA, C. (2015). *Evaluación de la resistencia a la compresión en morteros de pega acuerdo con la dosificación establecida por el código Sismo Resistente Colombiano. Estudio de caso*. Bogotá, Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- VALDIVIESO, C. (2019). *Elaboración de bloques de concreto para muros no portantes con agregados procedentes de la trituración del pavimento rígido reciclado de la Urb. Las Flores del distrito de Pillcomarca, Huánuco 2018*. Huánuco, Perú: Universidad de Huánuco (UDH).
- VARGAS, K. (2018). *Concreto reciclado en el aporte estructural para la fabricación de ladrillos king kong tipo 14, Tarapoto 2018*. Tarapoto, Perú: Universidad Cesar Vallejo.
- VIDAU, I. CASTAÑO, T. y VIDAU, E. (2013). *Concreto Sustentable ¿Mito o Realidad?* D.F. México, México: Revista Construcción y Tecnología.
- ZAPATA, F. (2006). *Metodología de la Investigación Científica*. Cumana, Venezuela: Universidad de Oriente.
- ZÚÑIGA, R. y APAZA, W. (2017). *Análisis comparativo de la resistencia a compresión axial de pilas y compresión diagonal de muretes de albañilería, sin tarrajeo, con tarrajeo y tarrajeo reforzado con soga driza utilizando ladrillos King Kong de 18 huecos y blocker*. Cuzco, Perú: Universidad Andina del Cuzco (UAC).

## **ANEXOS**

**Anexo N° 01: Matriz de consistencia**

## EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO EN MORTEROS DE ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUANCAYO-2020

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	OPERACIONALIZACION					METODOLOGIA	
			VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD		
¿Cuál es el comportamiento del Agregado de Concreto Reciclado en morteros de asentado de muros de albañilería confinada en la provincia de Huancayo en el año 2020?	Evaluar el comportamiento del Agregado de Concreto Reciclado en morteros de asentado de muros de albañilería confinada en la provincia de Huancayo en el año 2020.	El agregado de concreto reciclado se comporta adecuadamente como insumo para morteros de asentado de muros de albañilería confinada en la provincia de Huancayo en el año 2020.	AGREGADOS DE CONCRETO RECICLADO	La Norma NTP 400.053 (1999) lo llama Granulado de concreto y lo define como "material secundario de construcción proveniente del tratamiento del concreto y mortero de demolición hasta llevarlo a partículas de tamaño similar al de los agregados" (p. 06), y la norma NTP 400.011 (2008), lo define como "Agregado procedente de tratamiento de materiales inorgánicos usados en construcción" (p. 02)	PROPIEDADES FÍSICAS DEL ARC	Granulometría	%	<p>METODO DE LA INVESTIGACIÓN: * GENERAL: Científico Inductivo - Deductivo * ESPECIFICO Experimental.</p> <p>TIPO DE INVESTIGACIÓN: * Aplicado.</p> <p>NIVEL DE INVESTIGACIÓN: * Descriptivo - Correlacional.</p> <p>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN: * Experimental Puro.</p> <p>POBLACIÓN Y MUESTRA: * POBLACIÓN 36 especímenes de morteros, pilas y muretes de albañilería confinada para muros no portantes de igual cantidad, elaboradas con mortero de asentado en las que para cada caso se realizará la sustitución del 0%, 25%, 50% y 75% del Agregado de Concreto Reciclado (ACR) por agregado Pétreo Natural (APN) con periodos de curado a los 3, 14 y 28 días para los morteros y 7, 14 y 28 días para los prismas y muretes.</p> <p>* MUESTRA NO PROBABILISTICA La muestra para esta investigación representara a toda la población.</p> <p>TECNICAS E INSTRUMENTOS: Observación como técnica de recolección de datos Fichas de Observación como instrumentos de recolección de datos.</p>	
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS				PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ARC	Peso Específico y absorción		gr/cm <sup>3</sup> , %
¿Cuáles son los resultados del ensayo de consistencia en morteros de asentado de muros de albañilería confinada elaborados con sustitución de Agregado de Concreto Reciclado?	Analizar los resultados del ensayo de consistencia en morteros de asentado de muros de albañilería confinada elaborados con sustitución de Agregado de Concreto Reciclado.	A mayor porcentaje de sustitución con Agregado de Concreto Reciclado el mortero de asentado de muros de albañilería confinada presenta mejor consistencia y trabajabilidad en el ensayo de consistencia.				PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ARC	Peso unitario y porcentaje de vacíos		Kg/m <sup>3</sup> , %
¿Qué valores de resistencia a la compresión simple tienen los morteros de asentado de muros de albañilería confinada elaborados con sustitución de Agregado de Concreto Reciclado?	Determinar los valores de resistencia a la compresión simple en morteros de asentado de muros de albañilería confinada elaborados con sustitución de Agregado de Concreto Reciclado.	Los morteros de asentado de muros de albañilería confinada elaborados con sustitución de Agregado de Concreto Reciclado tienen mayores valores en el ensayo de resistencia a la compresión simple.			MORTEROS DE ALBAÑILERIA CONFINADA	El mortero "estará constituido por una mezcla de aglomerante y agregado fino a los cuales se añadirá la máxima cantidad de agua que proporcione una mezcla trabajable, adhesiva y sin segregación del agregado" ( NTE E.070,2006, p.21), y será utilizado para adherir vertical y horizontalmente las unidades de albañilería NTE E.070 (2006).	PROPIEDADES EN ESTADO FRESCO		Resistencia al desgaste
¿Cuáles son los valores de las resistencias a la compresión axial y diagonal de prismas y muretes respectivamente construidos utilizando morteros de asentado de muros de albañilería confinada con sustitución de Agregado de Concreto Reciclado?	Identificar los valores de las resistencias a la compresión axial y diagonal de prismas y muretes respectivamente construidos utilizando morteros de asentado de muros de albañilería confinada con sustitución de Agregado de Concreto Reciclado.	Los prismas y muretes construidos utilizando morteros de asentado de muros de albañilería confinada con sustitución de Agregado de Concreto Reciclado presentan mayores valores en los ensayos de resistencia a la compresión axial y diagonal respectivamente.	PROPIEDADES EN ESTADO ENDURECIDO	Consistencia del mortero.			pulg		
¿Cuáles son los valores de las resistencias a la compresión axial y diagonal de prismas y muretes respectivamente construidos utilizando morteros de asentado de muros de albañilería confinada con sustitución de Agregado de Concreto Reciclado?	Identificar los valores de las resistencias a la compresión axial y diagonal de prismas y muretes respectivamente construidos utilizando morteros de asentado de muros de albañilería confinada con sustitución de Agregado de Concreto Reciclado.	Los prismas y muretes construidos utilizando morteros de asentado de muros de albañilería confinada con sustitución de Agregado de Concreto Reciclado presentan mayores valores en los ensayos de resistencia a la compresión axial y diagonal respectivamente.	PROPIEDADES DE ADHERENCIA MORTERO - LADRILLO	Resistencia a la compresión simple de especímenes cúbicos de 50 mm de lado.			kg/cm <sup>2</sup>		
					Resistencia a la compresión axial en prismas de tres hiladas.	kg/cm <sup>2</sup>			
					Resistencia a la compresión diagonal en muretes de 600 mm de lado.	kg/cm <sup>2</sup>			

## **Anexo N° 02: Operacionalización de la variable**

**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO EN MORTEROS DE ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUANCAYO-2020**

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UND MED	PRUEBA O ENSAYO	INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN	NORMA	
AGREGADOS DE CONCRETO RECICLADO	La Norma NTP 400.053 (1999) lo llama Granulado de concreto y lo define como “material secundario de construcción proveniente del tratamiento del concreto y mortero de demolición hasta llevarlo a partículas de tamaño similar al de los agregados” (p. 06), y la norma NTP 400.011 (2008), lo define como “Agregado procedente de tratamiento de materiales inorgánicos usados en construcción” (p. 02)	Propiedades físicas del ARC	Granulometría	%	Análisis granulométrico.	Ficha de observación.	ASTM C-136	MTC E-204
			Peso específico y absorción.	Gr/cm3, %	Ensayo de Peso específico y absorción.	Ficha de observación.	ASTM C-128	MTC E-205
			Peso unitario y porcentaje de vacíos	Kg/m3, %	Ensayo de Peso unitario y porcentaje de vacíos.	Ficha de observación.	ASTM C-29	MTC E-203
		Propiedades mecánicas del ARC	Resistencia al desgaste	%	Prueba de desgaste	Ficha de observación.	ASTM C-131	MTC E-207
MORTEROS DE ASENTADO DE ALBAÑILERÍA CONFINADA	El mortero "estará constituido por una mezcla de aglomerante y agregado fino a los cuales se añadirá la máxima cantidad de agua que proporcione una mezcla trabajable, adhesiva y sin segregación del agregado" (NTE E.070, 2006, p.21), y será utilizado para adherir vertical y horizontalmente las unidades de albañilería NTE E.070 (2006).	Propiedades en estado fresco	Consistencia del mortero	pulg	Ensayo de asentamiento	Ficha de observación.	NTP 339.035	ASTM C-143
		Propiedades en estado endurecido	Resistencia a la compresión de especímenes cúbicos de 50 mm de lado.	kg/cm2	Resistencia a la compresión simple de especímenes cúbicos de 50 mm de lado.	Ficha de observación.	NTP 334.051	ASTM C-109
		Propiedades de adherencia mortero - ladrillo	Resistencia a la compresión axial en prisma y pilas	kg/cm2	Ensayo de resistencia a la compresión axial en prismas de tres hiladas	Ficha de observación.	NTP 399.605	ASTM E-447
			Resistencia a la compresión diagonal en muretes	kg/cm2	Ensayo de resistencia a la compresión diagonal en muretes de 600 mm de lado.	Ficha de observación.	NTP 399.621	ASTM E-519

## **Anexo N° 03: Fichas de Observación**

FICHA DE OBSERVACIÓN Agregado de Concreto Reciclado		
MUESTRA OBSERVADA: Agregado fino procedente de la trituración de bloques de concreto demolido de obras viales.	OBSERVADOR: Bach. Axl G. Santiago Achachav	
NORMATIVA:	ASTM C-136 , ASTM C-128 , ASTM C-29 y ASTM C-121	
FECHA:	26 febrero 2021	
<b>PROPIEDADES FISICAS DEL AGREGADO OBSERVADAS</b>		
<b>GRANULOMETRIA</b>		
Modulo de fineza	2.96	-
Finos que pasan la Malla N° 200	4.50	%
<b>PESO ESPECIFICO</b>		
Peso especifico de la masa	2.14	gr/cm <sup>3</sup>
Porcentaje de absorción	7.95	%
<b>PESO UNITARIO</b>		
P.U.S.	1364.33	Kg/ m <sup>3</sup>
P.U.C.	1536.00	Kg/ m <sup>3</sup>
Contenido de Humedad	5.12	%
<b>PROPIEDADES MECÁNICAS DEL AGREGADO OBSERVADAS</b>		
Porcentaje de desgaste	24.82	%

**OTRAS OBSERVACIONES:** Los bloques de concreto demolidos y desechados de los cuales se obtuvo el ACR fueron limpiados de elementos tales como: tierras, pintura, elementos metálicos y plásticos para su posterior trituración y ensayo.



FICHA DE OBSERVACIÓN		
Agregado Pétreo Natural (Arena Gruesa)		
MUESTRA OBSERVADA:	OBSERVADOR:	
Arena Gruesa procedente de Cantera Pilcomayo	Bach. Axl G. Santiago Achachao	
NORMATIVA:	ASTM C-136, ASTM C-128, ASTM C-29 y ASTM C-131	
FECHA:	26 febrero 2021	
PROPIEDADES FÍSICAS DEL AGREGADO OBSERVADAS		
GRANULOMETRIA		
Modulo de fineza	2.40	-
Finos que pasan la Malla N° 200	1.60	%
PESO ESPECIFICO		
Peso específico de la masa	2.42	gr/cm <sup>3</sup>
Porcentaje de absorción	2.08	%
PESO UNITARIO		
P.U.S.	1505.67	Kg/ m <sup>3</sup>
P.U.C.	1709.67	Kg/ m <sup>3</sup>
Contenido de Humedad	3.46	%
PROPIEDADES MECÁNICAS DEL AGREGADO OBSERVADAS		
Porcentaje de desgaste	22.13	%

**OTRAS OBSERVACIONES:**

Las muestras de agregado (arena gruesa) estuvieron limpias de cualquier impureza que pudiesen afectar y alterar los resultados de laboratorio.

## FICHA DE OBSERVACIÓN MORTERO

MUESTRA OBSERVADA:

Morteros elaborados con sustituciones de 0%, 25%, 50% y 75% de ACR por APN

OBSERVADOR:

Bach. Axl G Santiago Achaehau

NORMATIVA:

NTP 339.035 (2009) y NTP 334.061 (2013)

DOSIFICACIÓN:

Morteros 1:4:0.85

### PROPIEDADES EN ESTADO FRESCO

#### ASENTAMIENTO

FECHA

02 marzo 2021

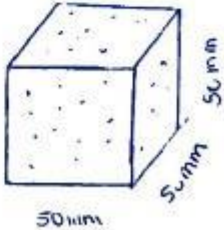
MORTERO	SLUM			PROMEDIO	
	E-1	E-2	E-3	pulg	cm
Con sustitución 0% (mortero patrón)	4 1/2"	4"	4"	4.17	10.60
Con sustitución 25%	3 1/2"	3 1/2"	4"	3.67	9.30
Con sustitución 50%	3"	3 1/2"	3"	3.17	8.05
Con sustitución 75%	2"	2 1/2"	2"	2.17	5.50

### PROPIEDADES EN ESTADO ENDURECIDO

#### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE

MORTEROS	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Kg/cm <sup>2</sup>			ESPECIFICACIONES	
	3 DÍAS		14 DÍAS	28 DÍAS	
	M-1, M-2, M-3	M-1, M-2, M-3	M-1, M-2, M-3		
	06/03/2021	17/03/2021	21/03/2021		
Con sustitución 0% (mortero patrón)	145.62	143.22	166.26	181.72	183.00
	141.74		175.77	182.13	
	142.31		177.36	185.15	
Con sustitución 25%	162.22	166.67	164.87	197.31	194.17
	169.45		185.19	191.15	
	178.34		188.41	194.04	
Con sustitución 50%	161.66	168.59	167.19	204.16	202.79
	156.63		185.07	206.04	
	187.97		188.82	198.17	
Con sustitución 75%	145.04	151.25	171.93	188.13	186.89
	151.25		174.46	187.84	
	149.94		178.87	184.70	

Se elaboraron especímenes cúbicos de 50mm de lado. Se elaboraron, compactaron, se humedecieron y curaron según lo establecido por la norma NTP334.051.



OTRAS OBSERVACIONES:

El tipo de asentamiento que presentaron los morteros en el ensayo de asentamiento fueron del tipo normal o verdadero.

## FICHA DE OBSERVACIÓN PRISMAS

MUESTRA OBSERVADA:

Prismas elaborados con morteros con sustituciones de 0%, 25%, 50% y 75% de Ace por APN.

OBSERVADOR:

Bach. Axl G. Santiago Achachau


NORMATIVA:

NTP 399.605 (2013)

DOSIFICACIÓN DEL MORTERO:

1:4:0.85

### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL

PRISMAS	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Kg/cm <sup>2</sup>			ESPECIFICACIONES Las prismas fueron elaborados con: - Cemento Portland Tipo I Andino - Ladrillo King Kong RBH Tipo IV (Industrial hueco) 23 cm x 12.5 cm x 9 cm - Juntas horizontales y verticales de 1.20 cm  
	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS	
	M-1, M-2, M-3	M-1, M-2, M-3	M-1, M-2, M-3	
	10/03/2021	17/03/2021	31/03/2021	
Con morteros con sustitución 0% (mortero patrón)	62.63(2.56) 60.81(2.40) 61.79(2.40)	68.09(2.48) 66.43(2.56) 66.73(2.40)	71.24(2.40) 69.92(2.56) 69.33(2.56)	
Con morteros con sustitución 25%	66.63(2.56) 69.71(2.48) 70.67(2.48)	71.41(2.46) 73.93(2.40) 71.30(2.40)	76.83(2.40) 79.73(2.56) 77.19(2.40)	
Con morteros con sustitución 50%	72.43(2.56) 71.50(2.56) 72.31(2.48)	76.41(2.40) 77.09(2.56) 79.44(2.40)	83.85(2.46) 85.56(2.40) 81.86(2.40)	
Con morteros con sustitución 75%	61.03(2.40) 58.61(2.40) 58.22(2.48)	67.23(2.56) 64.05(2.56) 61.86(2.48)	70.42(2.48) 69.62(2.56) 67.31(2.56)	

OTRAS OBSERVACIONES: Los resultados expuestos serán sometidos a corrección, para lo cual se usarán factores de corrección de  $f_m$  por esbeltez según el artículo 5.1.9 de la norma NTE E.070 (2006).

FACTORES DE CORRECCIÓN DE $f_m$ POR ESBELTEZ						
Esbeltez	2.0	2.5	3.0	4.0	4.5	5.0
Factor	0.73	0.80	0.91	0.95	0.98	1.00

**FICHA DE OBSERVACIÓN  
MURETES**

MUESTRA OBSERVADA:  
Muretes elaborados con morteros con sustituciones de 0%, 25%, 50% y 75% de ACR por APN.

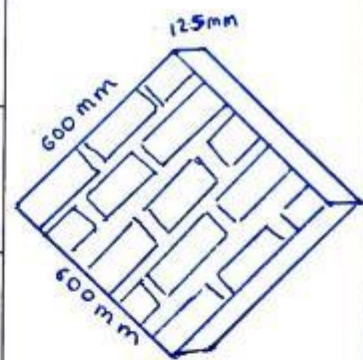
OBSERVADOR:  
Bach. Axl G. Santiago Achachau.

NORMATIVA: NTP 399.621 (2004)

DOSIFICACIÓN DEL MORTERO: 1 : 4 : 0.85

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL**

PRISMAS	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Kg/cm <sup>2</sup>						ESPECIFICACIONES
	7 DÍAS		14 DÍAS		28 DÍAS		
	M-1, M-2, M-3		M-1, M-2, M-3		M-1, M-2, M-3		
	10/03/2021		17/03/2021		31/03/2021		
Con morteros con sustitución 0% (mortero patrón)	6.95 7.80 7.93	7.56	8.52 7.95 8.35	8.27	9.15 8.12 8.95	8.74	Los muretes de dimensiones 600 mm x 600 mm fueron elaborados con: - Cemento Portland Tipo I - Ladrillos King Kong 18H Tipo IV (Industrial hueco) - Juntas horizontales y verticales de 1.20 cm
Con morteros con sustitución 25%	8.45 8.30 8.17	8.31	8.95 8.73 9.12	8.93	9.45 8.97 9.30	9.24	
Con morteros con susitución 50%	8.63 8.97 8.48	8.70	9.15 9.45 9.30	9.30	10.55 10.02 9.95	10.17	
Con morteros con susitución 75%	7.12 8.09 7.05	7.42	7.78 8.45 8.15	8.13	8.75 9.00 8.02	8.59	



OTRAS OBSERVACIONES: Los muretes ensayados a la edad de 7 días con morteros con sustitución al 0%, 25%, 50% y 75% y los muretes ensayados a la edad de 14 días con sustitución del 75% presentaron fallas del tipo escalonado mientras que los muretes restantes presentaron fallas diagonales cortando las unidades de alfarería.

**Anexo N° 03: Resultados de Ensayos de Laboratorio.**



KLA FER S.A.C

2021

**“EVALUACIÓN DE  
COMPORTAMIENTO DEL AGREGADO  
DEL CONCRETO RECICLADO EN  
MORTEROS DE ASENTADO DE  
MUROS DE ALBAÑILERÍA  
CONFINADA, HUANCAYO 2020”**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CON FINES  
DE CIMENTACIÓN

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**PROYECTO:**

**“EVALUACIÓN DE  
COMPORTAMIENTO DEL  
AGREGADO DEL CONCRETO  
RECICLADO EN MORTEROS DE  
ASENTADO DE MUROS DE  
ALBAÑILERÍA CONFINADA,  
HUANCAYO 2020”**

**Análisis Físico del agregado natural**

**HUANCAYO**

**2021**



SOLICITANTE : AXL GIANCARLO SANTIAGO ACHACHAU

PROYECTO : "EVALUACIÓN DE COMPORTAMIENTO DEL AGREGADO DEL CONCRETO  
RECICLADO EN MORTEROS DE ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA  
CONFINADA, HUANCAYO 2020"

FECHA EMIS. : 26 DE FEBRERO DE 2021

CANTERA : CANTERA PILCOMAYO

**NORMA E. 070 ALBAÑILERIA**

**ANALISIS DE AGREGADO FINO (arena gruesa):**

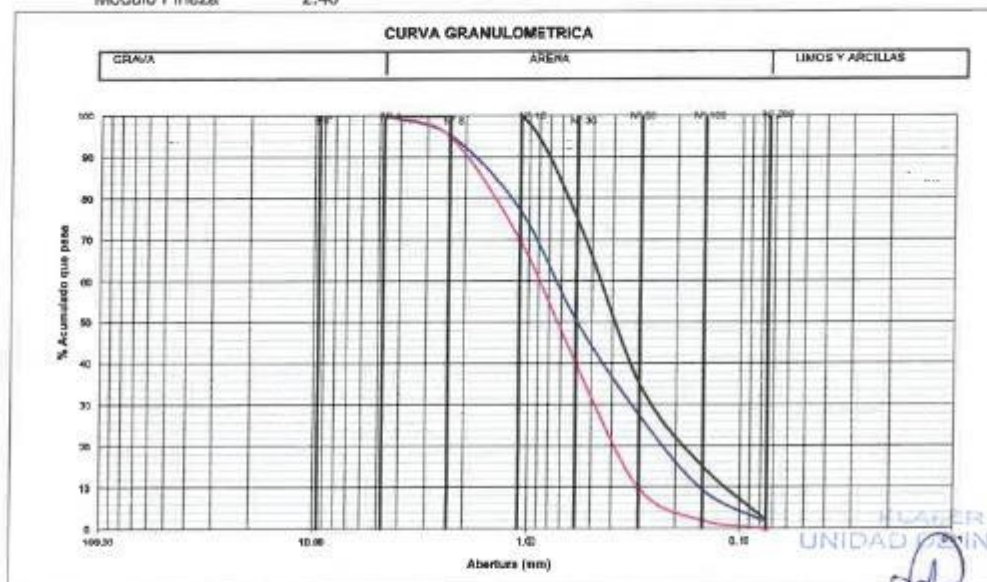
Peso Especifico	2.42 gr/cm <sup>3</sup>
Humedad Natural	3.46 %
% Absorción	2.08 %
Peso Volumétrico Suelto	1506 kg/m <sup>3</sup>
Peso Volumétrico Compactado	1710 kg/m <sup>3</sup>

**ANALISIS GRANULOMETRICO COMO SIGUE:**

Peso Muestra 600.00 grms.

TAMIZ	ABERTURA	PESO	%	%	%	LIMITES	
		RETENIDO	RETENIDO	PASA	ACUMULADO	INFERIOR	SUPERIOR
4	4.760	0.00	0.00	100.00	0.00	100	100
8	2.360	28.00	4.67	95.33	4.67	95	100
16	1.100	108.60	18.10	77.23	22.77	70	100
30	0.590	162.00	27.00	50.23	49.77	40	75
50	0.297	136.20	22.70	27.53	72.47	10	35
100	0.149	109.20	18.20	9.33	90.67	2	15
200	0.075	47.00	7.83	1.50	98.50	0	2
	FONDO	9.00	1.50	0.00	100.00		
		600.00					

Módulo Fineza 2.40



KLA FER S.A.C.  
UNIDAD INGENIERIA

Ing. Mario Peña Dueñas  
ASESOR TECNICO CIP: 78335  
Especialista en Mecánica de suelos  
Concreto y Geotécnica

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.  
LOCAL TAMBO PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

312  
RUC 20487154911  
CEL. 945510108





SOLICITANTE : AXL GIANCARLO SANTIAGO ACHACHAU

PROYECTO : "EVALUACIÓN DE COMPORTAMIENTO DEL AGREGADO DEL CONCRETO  
RECICLADO EN MORTEROS DE ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA  
CONFINADA, HUANCAYO 2020"

FECHA EMIS. : 26 DE FEBRERO DE 2021

CANTERA : CANTERA PILCOMAYO

**PROPIEDADES FISICAS DEL AGREGADO**

**PESO ESPECIFICO DE AGREGADO FINO (N.T.P. 400.022 ASTM C-128)**

**I. DATOS**

1	Peso de la Arena S.S.S.	gr	498.77
2	Peso del Balón Seco	gr	168.00
3	Peso de la Arena S.S.S. + Peso del Balón	gr	666.77
4	Peso de la Arena S.S.S. + Peso del Balón + Peso del Agua	gr	963.62
5	Peso del Agua	gr	296.85
6	Peso de la Tara	gr	123.70
7	Peso de la Tara + Arena Seca	gr	612.32
8	Peso de la Arena Seca	gr	488.62
9	Volumen del Balón	cm3	500.00

**II. RESULTADOS**

10	Peso Especifico de Masa	gr/cm3	2.42
11	Peso Especifico de Masa Saturada Superficialmente Seco	gr/cm3	2.46
12	Peso Especifico Aparente	gr/cm3	2.53
13	Porcentaje de Absorción	%	2.08

KLA FER S.A.C.  
UNIDAD DE INGENIERIA

Ing. Maria Peña Dueñas  
ASESOR TÉCNICO CIP. 78539  
Especialista en Mecánica de suelos  
Concreto y Geotécnia

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.



SOLICITANTE : AXL GIANCARLO SANTIAGO ACHACHAU

PROYECTO : "EVALUACIÓN DE COMPORTAMIENTO DEL AGREGADO DEL CONCRETO  
RECICLADO EN MORTEROS DE ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA  
CONFINADA, HUANCAYO 2020"

FECHA EMIS. : 26 DE FEBRERO DE 2021

CANTERA : CANTERA PILCOMAYO

**PROPIEDADES FISICAS DEL AGREGADO**

**PESO UNITARIO DE AGREGADO FINO (N.T.P. 400.017 ASTM C-29)**

**I. PESO UNITARIO SUELTO**

			M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	gr	11852	11791	12025
2	Peso del Recipiente	gr	7066	7066	7066
3	Peso de la Muestra	gr	4786	4725	4959
4	volumen molde	cm3	3093	3093	3093
5	P.U.S. Humedo	kg/m3	1548	1528	1604
6	P.U.S.Seco	kg/m3	1494	1475	1548
7	Promedio P.U.S. Seco	kg/m3		1506	

**II. PESO UNITARIO COMPACTO**

			M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	gr	12714	12691	12223
2	Peso del Recipiente	gr	7066	7066	7066
3	Peso de la Muestra	gr	5648	5625	5157
4	volumen molde	cm3	3093	3093	3093
5	P.U.S. Humedo	kg/m3	1826	1819	1668
6	P.U.S.Seco	kg/m3	1763	1756	1610
7	Promedio P.U.S. Seco	kg/m3		1710	

**III. HUMEDAD**

1	Peso de la Tara	gr	26.78
2	Peso de la Tara + Muestra Humeda	gr	105.32
3	Peso de la Tara + Muestra Seca	gr	102.69
4	Peso del Agua Contenida (2-3)	gr	2.63
5	Peso de la Muestra Seca (3-1)	gr	75.91
6	Contenido de Humedad (4/5)*100	%	3.46

KLA FER SAC  
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Mario Peña Dueñas  
ASESOR TÉCNICO CIP- 78838  
Especialista en Mecánica de suelos  
Concreto y Geotécnia

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSB - Indecopi.

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**PROYECTO:**

**“EVALUACIÓN DE  
COMPORTAMIENTO DEL  
AGREGADO DEL CONCRETO  
RECICLADO EN MORTEROS DE  
ASENTADO DE MUROS DE  
ALBAÑILERÍA CONFINADA,  
HUANCAYO 2020”**

**Análisis Físico del agregado  
reciclado**

**HUANCAYO**

**2021**



SOLICITANTE : AXL GIANCARLO SANTIAGO ACHACHAU

PROYECTO : "EVALUACIÓN DE COMPORTAMIENTO DEL AGREGADO DEL CONCRETO  
RECICLADO EN MORTEROS DE ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA  
CONFINADA, HUANCAYO 2020"

FECHA EMIS. : 26 DE FEBRERO DE 2021

**NORMA E 070. ALBAÑILERIA**

**ANÁLISIS DE AGREGADO FINO (arena gruesa):**

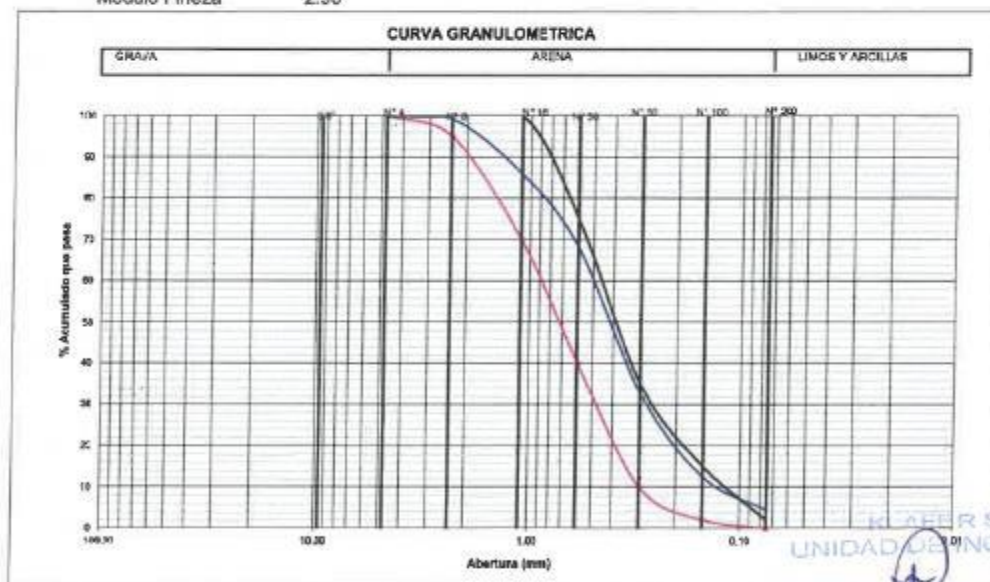
Peso Especifico	2.14 gr/cm <sup>3</sup>
Humedad Natural	5.12 %
% Absorción	7.95 %
Peso Volumétrico Suelto	1364 kg/m <sup>3</sup>
Peso Volumétrico Compactado	1536 kg/m <sup>3</sup>

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO COMO SIGUE:**

Peso Muestra 600.00 grms.

TAMIZ	ABERTURA	PESO	%	%	%	LÍMITES	
		RETENIDO	RETENIDO	PASA	ACUMULADO	INFERIOR	SUPERIOR
4	4.760	0.00	0.00	100.00	0.00	100	100
8	2.360	4.20	0.70	99.30	0.70	95	100
16	1.100	79.92	13.32	85.98	14.02	70	100
30	0.590	107.00	17.83	68.15	31.85	40	75
50	0.297	212.40	35.40	32.75	67.25	10	35
100	0.149	122.20	20.37	12.38	87.62	2	15
200	0.075	48.00	8.00	4.38	95.62	0	2
FONDO		26.28	4.38	0.00	100.00		
		600.00					

Modulo Fineza 2.96



KLA FER S.A.C. UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Marco Peña Dueñas  
ASOCIADO TÉCNICO CIR: 70036  
Especialista en Mecánica de suelos  
Concreto y Asfalto

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.  
LOCAL TAMBO PSJE CAMPOS 143 PRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911  
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA EL  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,  
CONCRETO, ASPALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, DISEÑO  
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE  
RESISTIVIDAD ELECTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.



SOLICITANTE : AXL GIANCARLO SANTIAGO ACHACHAU

PROYECTO : "EVALUACIÓN DE COMPORTAMIENTO DEL AGREGADO DEL CONCRETO  
RECICLADO EN MORTEROS DE ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA  
CONFINADA, HUANCAYO 2020"

FECHA EMIS. : 26 DE FEBRERO DE 2021

**PROPIEDADES FÍSICAS DEL AGREGADO**

**PESO ESPECÍFICO DE AGREGADO FINO (N.T.P. 400.022 ASTM C-128)**

**I. DATOS**

1	Peso de la Arena S.S.S.	gr	510.76
2	Peso del Balón Seco	gr	163.31
3	Peso de la Arena S.S.S. + Peso del Balón	gr	674.07
4	Peso de la Arena S.S.S. + Peso del Balón + Peso del Agua	gr	963.62
5	Peso del Agua	gr	289.55
6	Peso de la Tara	gr	139.17
7	Peso de la Tara + Arena Seca	gr	612.32
8	Peso de la Arena Seca	gr	473.15
9	Volumen del Balón	cm <sup>3</sup>	500.00

**II. RESULTADOS**

10	Peso Específico de Masa	gr/cm <sup>3</sup>	2.14
11	Peso Específico de Masa Saturada Superficialmente Seco	gr/cm <sup>3</sup>	2.43
12	Peso Específico Aparente	gr/cm <sup>3</sup>	2.74
13	Porcentaje de Absorción	%	7.95

KLA FER SAC  
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Mariela Peña Dueñas  
ASESOR TÉCNICO CIP: 78956  
Especialista en Mecánica de suelos  
Concreto y Geotecnia

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.



SOLICITANTE : AXL GIANCARLO SANTIAGO ACHACHAU

PROYECTO : "EVALUACIÓN DE COMPORTAMIENTO DEL AGREGADO DEL CONCRETO  
RECICLADO EN MORTEROS DE ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA  
CONFINADA, HUANCAYO 2020"

FECHA EMIS. : 26 DE FEBRERO DE 2021

**PROPIEDADES FÍSICAS DEL AGREGADO**

**PESO UNITARIO DE AGREGADO FINO (N.T.P. 400.017 ASTM C-29)**

**I. PESO UNITARIO SUELTO**

			M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	gr	11467	11817	11254
2	Peso del Recipiente	gr	7066	7066	7066
3	Peso de la Muestra	gr	4401	4751	4188
4	volumen molde	cm3	3093	3093	3093
5	P.U.S. Humedo	kg/m3	1423	1536	1354
6	P.U.S.Seco	kg/m3	1350	1458	1285
7	Promedio P.U.S. Seco	kg/m3		1364	

**II. PESO UNITARIO COMPACTO**

			M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	gr	12288	11989	11942
2	Peso del Recipiente	gr	7066	7066	7066
3	Peso de la Muestra	gr	5222	4923	4876
4	volumen molde	cm3	3093	3093	3093
5	P.U.S. Humedo	kg/m3	1689	1592	1577
6	P.U.S.Seco	kg/m3	1602	1510	1496
7	Promedio P.U.S. Seco	kg/m3		1536	

**III. HUMEDAD**

1	Peso de la Tara	gr	24.15
2	Peso de la Tara + Muestra Humeda	gr	102.36
3	Peso de la Tara + Muestra Seca	gr	98.55
4	Peso del Agua Contenida (2-3)	gr	3.81
5	Peso de la Muestra Seca (3-1)	gr	74.40
6	Contenido de Humedad (4/5)*100	%	5.12

KLAFFER SAC  
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Mario Peña Dueñas  
ASESOR TÉCNICO CIP: 78935  
Especialista en Mecánica de suelos  
Concreto y Geotécnia

**PROYECTO:**

**“EVALUACIÓN DE  
COMPORTAMIENTO DEL  
AGREGADO DEL CONCRETO  
RECICLADO EN MORTEROS DE  
ASENTADO DE MUROS DE  
ALBAÑILERÍA CONFINADA,  
HUANCAYO 2020”**

**ASENTAMIENTO DEL MORTERO  
CON EL CONO DE ABRAMS**

**HUANCAYO**

**2021**

# ENSAYO PARA LA MEDICIÓN DEL ASENTAMIENTO DEL MORTERO CON EL CONO DE ABRAMS

NTP 339.035 y ASTM C-143

## MORTERO CON SUSTITUCIÓN 0% ACR

<b>TIPO DE MORTERO</b>		<b>AGREGADO FINO</b>	
NTP E.070	ASTM C-270	APN 100%	ACR 0%
<input type="checkbox"/> P1 <input checked="" type="checkbox"/> P2 <input type="checkbox"/> NP	<input type="checkbox"/> M <input checked="" type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> O <input type="checkbox"/> K	Cantera de Pilcomayo, Puente La Breña - Huancayo	Concreto triturado de pavimentos rígidos - Huancayo
<b>DOSIFICACIÓN</b> 1:4		<b>AGLOMERANTE</b> Cemento Portland Tipo I - Andino	
<b>RELACIÓN w/c</b> 0.85		<b>AGUA</b> Potable	

### ASENTAMIENTO

MORTERO	DOSIFICACIÓN			SLUMP	
	C	ARENA	A/C	pulg.	cm.
CON SUST. 0% (MORTERO PATRÓN)	1	4	0.85	4 ½"	4.17 10.6
				4"	
				4"	

OBSERVACIÓN: los morteros ensayados presentaron el tipo de asentamiento normal o verdadero.



# ENSAYO PARA LA MEDICIÓN DEL ASENTAMIENTO DEL MORTERO CON EL CONO DE ABRAMS

NTP 339.035 y ASTM C-143

## MORTERO CON SUSTITUCIÓN 25% ACR

TIPO DE MORTERO		AGREGADO FINO	
NTP E.070		APN	ACR
<input type="checkbox"/>	P1	75%	25%
<input checked="" type="checkbox"/>	P2	Cantera de Pilcomayo, Puente La Breña - Huancayo	Concreto triturado de pavimentos rígidos - Huancayo
<input type="checkbox"/>	NP		
	ASTM C-270		
	<input type="checkbox"/>		
	M		
	<input checked="" type="checkbox"/>		
	S		
	<input type="checkbox"/>		
	N		
	<input type="checkbox"/>		
	O		
	<input type="checkbox"/>		
	K		
<b>DOSIFICACIÓN</b>		<b>AGLOMERANTE</b>	
1:4		Cemento Portland Tipo I - Andino	
<b>RELACIÓN a/c</b>		<b>AGUA</b>	
0.85		Potable	

### ASENTAMIENTO

MORTERO	DOSIFICACIÓN			SLUMP	
	C	ARENA	A/C	pulg.	cm.
CON SUST. 25%	1	4	0.85	3 ½"	3.67
				3 ½"	
				4"	

OBSERVACIÓN: los morteros ensayados presentaron el tipo de asentamiento normal o verdadero.

# ENSAYO PARA LA MEDICIÓN DEL ASENTAMIENTO DEL MORTERO CON EL CONO DE ABRAMS

NTP 339.035 y ASTM C-143

## MORTERO CON SUSTITUCIÓN 50% ACR

<b>TIPO DE MORTERO</b>		<b>AGREGADO FINO</b>	
NTP E.070	ASTM C-270	APN 50%	ACR 50%
<input type="checkbox"/> P1	<input type="checkbox"/> M	Cantera de Pilcomayo, Puente La Breña - Huancayo	Concreto triturado de pavimentos rigidos - Huancayo
<input checked="" type="checkbox"/> P2	<input checked="" type="checkbox"/> S		
<input type="checkbox"/> NP	<input type="checkbox"/> N		
	<input type="checkbox"/> O		
	<input type="checkbox"/> K		
<b>DOSIFICACIÓN</b> 1:4		<b>AGLOMERANTE</b> Cemento Portlant Tipo I - Andino	
<b>RELACIÓN a/c</b> 0.85		<b>AGUA</b> Potable	

### ASENTAMIENTO

MORTERO	DOSIFICACIÓN			SLUMP		
	C	ARENA	A/C	pulg.	cm.	
CON SUST. 50%	1	4	0.85	3 ½"	3.17	8.05
				3"		
				3 ½"		

OBSERVACIÓN: los morteros ensayados presentaron el tipo de asentamiento normal o verdadero.

# ENSAYO PARA LA MEDICIÓN DEL ASENTAMIENTO DEL MORTERO CON EL CONO DE ABRAMS

NTP 339.035 y ASTM C-143

## MORTERO CON SUSTITUCIÓN 75% ACR

TIPO DE MORTERO		AGREGADO FINO																													
<table style="border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">NTP E.070</td> <td></td> <td style="text-align: center;">ASTM C-270</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;">P1</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;">M</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;">P2</td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;">S</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;">NP</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;">N</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;">O</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;">K</td> </tr> </table>	NTP E.070		ASTM C-270		<input type="checkbox"/>	P1	<input type="checkbox"/>	M	<input checked="" type="checkbox"/>	P2	<input checked="" type="checkbox"/>	S	<input type="checkbox"/>	NP	<input type="checkbox"/>	N			<input type="checkbox"/>	O			<input type="checkbox"/>	K		<table style="border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">APN 25%</td> <td style="text-align: center;">ACR 75%</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Cantera de Pilcomayo, Puente La Breña - Huancayo</td> <td style="text-align: center;">Concreto triturado de pavimentos rigidos - Huancayo</td> </tr> </table>	APN 25%	ACR 75%	Cantera de Pilcomayo, Puente La Breña - Huancayo	Concreto triturado de pavimentos rigidos - Huancayo	
NTP E.070		ASTM C-270																													
<input type="checkbox"/>	P1	<input type="checkbox"/>	M																												
<input checked="" type="checkbox"/>	P2	<input checked="" type="checkbox"/>	S																												
<input type="checkbox"/>	NP	<input type="checkbox"/>	N																												
		<input type="checkbox"/>	O																												
		<input type="checkbox"/>	K																												
APN 25%	ACR 75%																														
Cantera de Pilcomayo, Puente La Breña - Huancayo	Concreto triturado de pavimentos rigidos - Huancayo																														
DOSIFICACIÓN 1:4		AGLOMERANTE Cemento Portland Tipo I - Andino																													
RELACIÓN a/c 0.85		AGUA Potable																													

### ASENTAMIENTO

MORTERO	DOSIFICACIÓN			SLUMP	
	C	ARENA	A/C	pulg.	cm.
CON SUST. 75%	1	4	0.85	2" 2 1/2" 2"	2.17 5.50

OBSERVACIÓN: los morteros ensayados presentaron el tipo de asentamiento normal o verdadero.

## **LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**PROYECTO:**

**“EVALUACIÓN DE  
COMPORTAMIENTO DEL  
AGREGADO DEL CONCRETO  
RECICLADO EN MORTEROS DE  
ASENTADO DE MUROS DE  
ALBAÑILERÍA CONFINADA,  
HUANCAYO 2020”**

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE  
MORTEROS ESPECÍMENES CÚBICOS DE  
50 mm DE LADO**

**HUANCAYO**

**2021**

EXPEDIENTE N° : 076-2021  
 ATENCIÓN : BACH. ANIL GUANCARLO SANTIAGO ACHACHAU  
 PROYECTO : "EVALUACIÓN DE COMPORTAMIENTO DEL AGREGADO DEL CONCRETO RECICLADO EN MORTEROS DE ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUANCAYO 2020"  
 UBICACIÓN : PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNIN.



**MORTERO CON SUSTITUCION 0%**

<b>AGLOMERANTE</b>	: CEMENTO PORTLAND TIPO I
<b>DOSIFICACION</b>	: 1:4 (CEMENTO-ARENA)
<b>RELACION A/C</b>	: 0.85

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE MORTEROS ESPECÍMICOS CUBICOS DE 30mm DE LADO  
 NTP 134.051

CUBO #	FECHA DE VALEADO	FECHA DE RUPTURA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm²)	EDAD (DIAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg.)	ESFUERZO $\frac{Kg}{cm²}$	PROMEDIO $\frac{Kg}{cm²}$
1			5.00	5.00	25.00		35690	3640.38	145.62	
2	3/03/2021	6/03/2021	5.00	5.00	25.00	3	34740	3543.48	141.74	143.22
3			5.00	5.00	25.00		34880	3557.76	142.31	

**OBSERVACION**

Compresión de probetas de concreto de estructuras. Los testigos de concreto fueron curados, muestreados y proporcionados por el solicitante. El laboratorio no se responsabiliza por la variación de las muestras.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO EN SU REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (FORMA PERMANENTE) INDECOPI, GP 004 - 1983

EXPEDIENTE N° : 076-2021  
 ATENCIÓN : BACH. AXL GIANCARLO SANTIAGO ACHACHAU  
 PROYECTO : "EVALUACIÓN DE COMPORTAMIENTO DEL AGREGADO DEL CONCRETO RECICLADO EN MORTEROS DE ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUANCAYO 2020"  
 UBICACIÓN : PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNIN.



**MORTERO CON SUSTITUCION 0%**

AGLOMERANTE	: CEMENTO PORTLAND TIPO I
DOSIFICACION	: 1:4 (CEMENTO-ARENA)
RELACION A/C	: 0.85

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE MORTEROS ESPECIMENES CUBICOS DE 50mm DE LADO  
 MTP 334.054

CUBO #	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALDA (cm)	EDAD (DIAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESFUERZO (kg/cm²)	PROMEDIO (kg/cm²)
1			5.00	5.00	25.00		40750	4156.5	166.26	
2	3/03/2021	17/03/2021	5.00	5.00	25.00	14	43090	4394.16	175.77	173.43
3			5.00	5.00	25.00		43470	4433.94	177.36	

**OBSERVACIÓN**

Compresión de probetes de concreto de estructuras. Los ensayos de concreto fueron curados, muestreados y preparados por el solicitante. El laboratorio no se responsabiliza por la veracidad de las muestras.

ESTE DOCUMENTO NO DEBE REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO. SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD SEGÚN PRÁCTICA ENDECOPI. EP-004.1994



EXPEDIENTE N° : 076-2021  
 ATENCIÓN : BACH. AXEL GIANCARLO SANTIAGO ACHACHAU  
 PROYECTO : "EVALUACIÓN DE COMPORTAMIENTO DEL AGREGADO DEL CONCRETO RECICLADO EN MORTEROS DE ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUANCAYO 2020"  
 UBICACIÓN : PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNIN.



**MORTERO CON SUSTITUCIÓN 0%**

<b>AGLOMERANTE</b>	: CEMENTO PORTLAND TIPO I
<b>DOSFIFICACION</b>	: 1:1 (CEMENTO:ARENA)
<b>RELACION A/C</b>	: 0.35

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS ESPECÍMICAS CUBICAS DE 150x150x150 mm  
 LADO  
 NITP 334.001

CURSO #	FECHA DE VACIADO	FECHA DE HUPTURA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cms)	EDAD (DIAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg.)	ESFUERZO (Kg./cms)	PROMEDIO (Kg./cms)
1			5.00	5.00	25.00		44540	4543.08	181.72	183.00
2	3/03/2021	31/03/2021	5.00	5.00	25.00	28	44640	4553.28	182.13	
3			5.00	5.00	25.00		45380	4628.76	185.15	

**KLAFER SAC**  
 UNIDAD DE INGENIERÍA  
 Ing. Malino Peña Dueñas  
 ASESOR TÉCNICO CIP: 78758  
 Especialista en Mecánica de Suelos  
 Concreto y Geotécnica

**OBSERVACIÓN**

Compresión de probetas de concreto de estructuras. Las pruebas de concreto fueron curadas, muestreadas y proporcionadas por el solicitante. El laboratorio no se responsabiliza por la veracidad de las muestras.

"EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD IGUAL PERUANA (INDECOPI/09/004-3190)"

EXPEDIENTE N° : 076-2021  
 ATENCIÓN : BACH. AXEL GIANCARLO SANTIAGO ACHACHAU  
 PROYECTO : "EVALUACIÓN DE COMPORTAMIENTO DEL AGREGADO DEL CONCRETO RECICLADO EN MORTEROS DE ASENTADO DE ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUANCAYO 2020"  
 UBICACIÓN : PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNIN.



**MORTERO CON SUSTITUCIÓN 25%**

AGLOMERANTE	: CEMENTO PORTLAND TIPO I
DOSFIFICACION	: 1:4 (CEMENTO:ARENA)
RELACION A/C	: 0.85

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTEROS ESPESORES EN CUBOS DE 25 CM DE LADO  
 NTP 338.943

CUBO #	FECHA DE VACIADO	FECHA DE RUPTURA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm²)	EDAD (DÍAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg.)	ESFUERZO (kg/cm²)	PROMEDIO (kg/cm²)
1			5.00	5.00	25.00		39760	4055.52	162.22	
2	3/03/2021	6/03/2021	5.00	5.00	25.00	3	39080	3986.16	159.45	166.67
3			5.00	5.00	25.00		43710	4458.42	179.34	

**OBSERVACIÓN**

Compresión de probetas de concreto de estructuras. Los tests de concreto fueron curados, muestreados y proporcionados por el solicitante. El laboratorio no se responsabiliza por la veracidad de las muestras.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, PARA OBTENER LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (DUIK PERUANA) INDECOPIL-05-004-1921



EXPEDIENTE N° : 076-2021

ATENCIÓN : BACH. AXL GIANCARLO SANTIAGO ACHIACHAU

PROYECTO : "EVALUACIÓN DE COMPORTAMIENTO DEL AGREGADO DEL CONCRETO RECICLADO EN MORTEROS DE ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUANCAYO 2020"

UBICACIÓN : PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNIN.

**MORTERO CON SUSTITUCIÓN 25%**

<b>AGLOMERANTE</b>	CEMENTO PORTLAND TIPO I
<b>DOSFIFICACION</b>	1:14 (CEMENTO:ARENA)
<b>RELACION A/C</b>	0.85

ENSAJO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTEROS ESPECÍMENES CUBICOS DE 50mm DE LADO  
NTP 334.051

CUIDO #	FECHA DE VINCULO	FECHA DE RUPTURA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	ESPAJO (MM)	CARGA MAXIMA (N)	CARGA MAXIMA (Kg)	ESFUERZO (Kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )
1			5.00	5.00	25.00		40410	4121.02	164.87	179.49
2	3/03/2021	17/03/2021	5.00	5.00	25.00	14	45390	4629.78	185.10	
3			5.00	5.00	25.00		46180	4710.36	188.11	

**OBSERVACIÓN**

Compresión de probetas de concreto de estructuras. Los ligeros de concreto fueron curados, muestreados y proporcionados por el contratista. El laboratorio no se responsabiliza por la veracidad de las muestras.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERIA REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO. SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD (DUIK PERUANA INDECOPI) LOCAL TAMBÓ



EXPEDIENTE N° : 076-2021  
 ATENCIÓN : BACH, AXEL GUANCARLO SANTIAGO ACHACHAU  
 PROYECTO : "EVALUACIÓN DE COMPORTAMIENTO DEL AGREGADO DEL CONCRETO RECICLADO EN MORTEROS DE ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUANCAYO 2020"  
 UBICACIÓN : PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNIN.

**MORTERO CON SUSTITUCION 25%**

<b>AGLOMERANTE</b>	: CEMENTO PORTLAND TIPO I
<b>DOSFIFICACION</b>	: 1:1:9 (CEMENTO:ARENA)
<b>RELACION A/C</b>	: 0.85

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE MORTEROS ESPECIALES (MORTEROS DE ASENTADO)  
 Ley N° 10400  
 NTP 104.001

CUBO #	FECHA DE VACADO	FECHA DE SUPUESTA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	EDAD (DIAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg.)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )
1			5.00	5.00	25.00		48360	4932.72	197.31	194.17
2	3/03/2021	31/03/2021	5.00	5.00	25.00	28	46850	4778.70	191.15	
3			5.00	5.00	25.00		47560	4851.12	194.04	

**OBSERVACION**

Compresión de probetas de concreto de estructuras. Los testigos de concreto fueron curados, muestreados y proporcionalizados por el solicitante. El laboratorio no se responsabiliza por la veracidad de los muestreos.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, BAJO PENALIDAD QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (SUA PROPIEDAD INTELECTUAL) (IND-001-2013)

330

LOCAL HUANCAYO CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.  
 LOCAL EL TAMBO: PSJE CAMPOS N° 143 - PUENTE PEATONAL -FRENTE PUERTA PRINCIPAL U.N.C.P.

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTÉCNIA, CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

RUC 20487134911  
 CEL. 945510108

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, DISEÑO DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGÜE, ENSAYOS DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

KLAFFER SAC  
 UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. María Peña Duññas  
 ACCESORIO TÉCNICO CAP 79858  
 Especialista en Mecánica de Suelos  
 Concreto y Geotecnia



EXPEDIENTE N° : 076-2021  
 ATENCIÓN : BACH. AXEL GIANCARLO SANTIAGO ACHACHAU  
 PROYECTO : "EVALUACIÓN DE COMPORTAMIENTO DEL AGREGADO DEL CONCRETO RECICLADO EN MORTEROS DE ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUANCAYO 2020"  
 UBICACIÓN : PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN.

**MORTERO CON SUSTITUCIÓN 50%**

AGLOMERANTE	: CEMENTO PORTLAND TIPO I
DOSIFICACION	: 1:1 (CEMENTO:ARENA)
RELACION A/C	: 0.85

ENSAJO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE MORTEROS EMPUJADORES CUBICOS DE 40mm DE LADO  
 N.I.P. 334.051

CURD #	FECHA DE VACIADO	FECHA DE RUPTURA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	EDAD (DIAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg.)	ESFUERZO (Kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO Kg/cm <sup>2</sup>
1			5.00	5.00	25.00		39500	4029	161.16	160.59
2	3/03/2021	6/03/2021	5.00	5.00	25.00	3	38290	3915.78	156.63	
3			5.00	5.00	25.00		46070	4699.14	187.97	

**OBSERVACIÓN**

Compresión de probetas de concreto de estructuras. Los testigos de concreto fueron curados y proporcionados por el solicitante. El laboratorio no se responsabiliza por la veracidad de las muestras.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBE REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, VALIENDO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (SIN PARTIALIDAD INDECOPI/05-004-1991)

EXPEDIENTE N° : 076-2021  
 ATENCIÓN : BACH. AXEL GIANCARLO SANTIAGO ACHACHAU  
 PROYECTO : "EVALUACIÓN DE COMPORTAMIENTO DEL AGREGADO DEL CONCRETO RECICLADO EN MORTEROS DE ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUANCAYO 2020"  
 UBICACIÓN : PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUMIN.

**MORTERO CON SUSTITUCIÓN 50%**

<b>AGLOMERANTE</b>	: CEMENTO PORTLAND TIPO I
<b>DOSFICACION</b>	: 1:1:4 (CEMENTO:ARENA)
<b>RELACION A/C</b>	: 0.85

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTEROS ESPECIAMENTE DISEÑADOS PARA MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA  
 LADO  
 NITP 334.091

CURSO #	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	EDAD (DÍAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESFUERZO (Kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )
1			5.00	5.00	25.00		45880	4679.76	187.19	
2	3/03/2021	17/03/2021	5.00	5.00	25.00	14	45360	4625.72	185.07	187.03
3			5.00	5.00	25.00		46280	4720.56	189.02	

**OBSERVACIÓN**

Compresión de probetas de concreto de estructuras. Las probetas de concreto fueron curadas, muestreadas y proporcionadas por el solicitante. El laboratorio no se responsabiliza por la veracidad de las muestras.  
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBE SER REPRODUCIDO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUILA PERUANA INDECOPI/SP/0001-1993).



EXPEDIENTE N° : 076-2021  
 ATENCIÓN : BACH. AXEL GIANCARLO SANTIAGO ACHACHAU  
 PROYECTO : "EVALUACIÓN DE COMPORTAMIENTO DEL AGREGADO DEL CONCRETO RECIKLADO EN MORTEROS DE ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUANCAYO 2020"  
 UBICACIÓN : PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNIN.

**MORTERO CON SUSTITUCION 50%**

<b>AGLOMERANTE</b>	: CEMENTO PORTLAND TIPO I
<b>DOSEIFICACION</b>	: 1:4 (CEMENTO:ARENA)
<b>RELACION A/C</b>	: 0.85

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE MORTEROS ESPECIMENES CUADROS DE 40mm DE LADO  
 NTP 334.214

CUBO #	FECHA DE VALEDO	FECHA DE RUPTURA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	EDAD (DIAS)	CARGA MAXIMA (N)	CARGA MAXIMA (kg.)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )
1			5.00	5.00	25.00		50040	5104.08	204.16	
2	3/03/2021	31/03/2021	5.00	5.00	25.00	28	50500	5151.00	206.04	202.79
3			5.00	5.00	25.00		48570	4954.14	198.17	

**OBSERVACION**

Compresión de probetas de concreto de estructuras. Los testigos de concreto fueron curados, muestreados y proporcionados por el solicitante. El laboratorio no se responsabiliza por la veracidad de las muestras.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD (Copia PERUANA) NÚMERO: 076.096.1991





EXPEDIENTE N° : 076-2021  
 ATENCIÓN : BACH. AXEL GIANCARLO SANTIAGO ACHIACHAU  
 PROYECTO : "EVALUACIÓN DE COMPORTAMIENTO DEL AGREGADO DEL CONCRETO RECICLADO EN MORTEROS DE ASENTADO DE ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUANCAYO 2020"  
 UBICACIÓN : PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNIN.

**MORTERO CON SUSTITUCION 75%**

<b>AGLOMERANTE</b>	: CEMENTO PORTLAND TIPO I
<b>DOSEIFICACION</b>	: 1:4 (CEMENTO:ARENA)
<b>RELACION A/C</b>	: 0.85

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE MORTEROS ESPECIALES CUBICOS DE 50mm DE LADO  
 NTP 334.001

CUBO #	FECHA DE VACADO	FECHA DE RUPTURA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	EDAD (DIAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg.)	ESFUERZO (Kg./cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )
1			5.00	5.00	25.00		35550	3626.1	145.04	140.74
2	3/03/2021	6/03/2021	5.00	5.00	25.00	3	37070	3781.14	151.25	
3			5.00	5.00	25.00		36750	3748.5	149.94	

**OBSERVACIÓN:**

Compresión de probetas de concreto de estructuras. Los listigos de concreto fueron curados, muestreados y proporcionados por el solicitante. El laboratorio no se responsabiliza por la veracidad de las muestras.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD IGUAL A LA ORIGINAL.  
 INDECOP: 07/2004, 1993



EXPEDIENTE N° : 076-2021  
 ATENCIÓN : BACH. AXEL GIANCARLO SANTIAGO ACHACHAU  
 PROYECTO : "EVALUACIÓN DE COMPORTAMIENTO DEL AGREGADO DEL CONCRETO RECICLADO EN MORTEROS DE ASENTADO DE ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUANCAYO 2020"  
 UBICACIÓN : PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN.

**MORTERO CON SUSTITUCION 75%**

AGLOMERANTE	: CEMENTO PORTLANDO TIPO I
DOSFIFICACION	: 1:4 (CEMENTO:ARENA)
RELACION A/C	: 0.85

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE MORTEROS ESPECIMENES CUBICOS DE 100mm DE LADO  
 NTP 334.061

CUBO #	FECHA DE VENCEDO	FECHA DE RUPTURA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	EDAD (DMS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg.)	ESFUERZO (Kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )
1			5.00	5.00	25.00		42140	4298.28	171.93	175.09
2	3/03/2021	17/03/2021	5.00	5.00	25.00	14	42760	4361.52	174.46	
3			5.00	5.00	25.00		43840	4471.68	178.87	

**OBSERVACIÓN**

Compresión de probetas de concreto de estructuras. Los试specimens de concreto fueron curados, muestreados y proporcionados por el solicitante. El laboratorio no se responsabiliza por la veracidad de las muestras.

SI PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (SIEMPRE JUNTO AL DOCUMENTO) (INDECOP/07004-1993)



EXPEDIENTE N° : 076-2021  
 ATENCIÓN : BACH. AXEL GUANCARLO SANTIAGO ACHACHAU  
 PROYECTO : "EVALUACIÓN DE COMPORTAMIENTO DEL AGREGADO DEL CONCRETO RECICLADO EN MORTEROS DE ASENTADO DE ALBAÑILERÍA CONFINADA,  
 HUANCAYO 2020"  
 UBICACIÓN : PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNIN.

**MORTERO CON SUSTITUCION 75%**

AGLOMERANTE	: CEMENTO PORTLAND TIPO I
DOSIFICACION	: 1:4 (CEMENTO-ARENA)
RELACION A/C	: 0.85

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE MORTEROS ESPECIENES CUADROS DE 15cm x 15cm x 15cm  
 LADO  
 NTP 334.051

CURSO #	FECHA DE VACIADO	FECHA DE RUPTURA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm²)	EDAD (DIAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESFUERZO (Kg/cm²)	PROMEDIO (Kg/cm²)
1			5.00	5.00	25.00		45110	4703.22	188.13	186.89
2	3/03/2021	31/03/2021	5.00	5.00	25.00	28	46040	4696.08	187.84	
3			5.00	5.00	25.00		45270	4517.54	184.70	

**OBSERVACIÓN**

Compresión de probetas de concreto de estructuras. Las probetas de concreto fueron curadas, muestreadas y proporcionadas por el solicitante. El laboratorio no se responsabiliza por la veracidad de las muestras.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (TODA PÁGINA INDECOPI, 06-006-1983)





# **LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**PROYECTO:**

**“EVALUACIÓN DE  
COMPORTAMIENTO DEL  
AGREGADO DEL CONCRETO  
RECICLADO EN MORTEROS DE  
ASENTADO DE MUROS DE  
ALBAÑILERÍA CONFINADA,  
HUANCAYO 2020”**

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL  
DE PRISMAS ELABORADAS CON 3  
HILADAS**

**HUANCAYO**

**2021**



EXPEDIENTE N° : 076-2021  
 ATENCIÓN : BACH. AXEL GIANCARLO SANTIAGO ACHACHAU  
 PROYECTO : "EVALUACIÓN DE COMPORTAMIENTO DEL AGREGADO DEL CONCRETO RECICLADO EN MORTEROS DE ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUANCAYO 2020"  
 UBICACIÓN : PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN.

**MORTERO CON SUSTITUCION 0%**

<b>AGLOMERANTE</b>	: CEMENTO PORTLAND TIPO I
<b>UNIDAD DE ALBAÑILERIA</b>	: LADRILLO KING KONG 18 huecos L: 23 cm A: 12.5 cm H: 9 cm
<b>DOSIIFICACION</b>	: 1:4 (CEMENTO-ARENA)
<b>RELACION A/C</b>	: 0.85
<b>JUNTAS</b>	Jh: 1.2 cm Jv: 1.2 cm

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AJAL DE PRISMAS (PRISMAS ELABORADAS CON 3 HELADAS) N° 7305 003

CURSO #	FECHA DE VACIADO	FECHA DE RUPTURA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm²)	EDAD (DÍAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (kgf)	ESFUERZO (kg/cm²)	PROMEDIO (kg/cm²)
1			23.00	12.50	387.50		176520	10005.04	62.63	61.74
2	3/03/2021	10/03/2021	23.00	12.50	387.50	7	171410	17483.82	60.81	
3			23.00	12.50	387.50		174160	17764.32	61.79	

**KLAFER SAC**  
UNIDAD DE INGENIERIA  
 Ing. Mauricio Ponce Dueñas  
 ASESOR TÉCNICO CIP: 78838  
 Especialista en Mecánica de suelos  
 Concreto y Geotécnica

**Observación** Comprobación de probetas de concreto de estructuras. Los ensayos de concreto fueron curados, muestreados y preparados por el solicitante. El laboratorio no se responsabiliza por la veracidad de las muestras.

LOCAL HUANCAYO: CALLE REAL 441 - 455 CHICLA HUANCAYO.  
 LOCAL EL TAMBO: PSJE CAMPOS N° 143 - PUENTE PEATONAL - FRENTE PUERTA PRINCIPAL U.N.C.P.

RUC 20487134911  
 CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTÉCNIA, CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERIA, MADERA, ACERO, DISEÑO DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.



EXPEDIENTE N° : 076-2021  
 ATENCIÓN : BACH. AXEL GIANCARLO SANTIAGO ACHACHAU  
 PROYECTO : "EVALUACIÓN DE COMPORTAMIENTO DEL AGREGADO DEL CONCRETO RECICLADO EN MORTEROS DE ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUANCAYO 2020"  
 UBICACIÓN : PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN.

**MORTERO CON SUSTITUCION 0%**

<b>AGLOMERANTE</b>	: CEMENTO PORTLANDO TIPO I
<b>UNIDAD DE ALBAÑILERÍA</b>	: LADRILLO KING KONG 18 HUECOS L: 23 cm A: 12.5 cm H: 9 cm
<b>DOSIFICACION</b>	: 1:4 (CEMENTO-ARENA)
<b>RELACION A/C</b>	: 0.85
<b>JUNTAS</b>	Jh: 1.2 cm Jv: 1.2 cm

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AJUSTAL DE PROBIDAS (PRUEBAS TIPOWAS ELABORADAS CON 3 EJEMPLARES NTP 900.02)**

CURIO #	FECHA DE VACEADO	FECHA DE RUPTURA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cms)	EDAD (DMS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESTUERO (kg/cm2)	PROMEDIO (kg/cm2)
1			23.00	12.50	287.50		200790	20400.58	71.24	
2	3/03/2021	31/03/2021	23.00	12.50	287.50	28	197090	20103.18	69.92	70.16
3			23.00	12.50	287.50		195410	19931.82	69.33	

**OBSERVACIÓN**

Compración de probadas de concreto de estructuras. Los ensayos de concreto fueron curados, muestreados y proporcionados por el subcontratista.

LOCAL HUANCAYO: CALLE REAL 441 - TEL: 0532816500  
 LOCAL EL TAMBO: PSJE CAMPOS N° 143 - PUENTE PEATONAL -FRENTE PUERTA PRINCIPAL U.N.C.P.

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTÉCNIA, CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

RUC 20487134911  
 CEL. 945510108

KLAFER SAC  
 UNIDAD DE INGENIERIA  
 Ing. MSc. José Peña Dueñas  
 ASISTENTE TÉCNICO CIP-79628  
 Especialista en Muestreos de suelos  
 Concreto y Geotecnia

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO,  
 DISEÑO DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE  
 RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.



EXPEDIENTE N° : 076-2021  
 ATENCIÓN : BACH. AYL GIANCARLO SANTIAGO ACHACHAU  
 PROYECTO : "EVALUACIÓN DE COMPORTAMIENTO DEL AGREGADO DEL CONCRETO RECICLADO EN MORTEROS DE ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUANCAYO 2020."  
 UBICACIÓN : PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN.

**MORTERO CON SUSTITUCION 25%**

<b>AGLOMERANTE</b>	: CEMENTO PORTLAND TIPO I
<b>UNIDAD DE ALBAÑILERÍA</b>	: LADRILLO KING KONG 18 HUECOS L: 23 cm. A: 12.5 cm H: 9 cm
<b>DOSIFICACION</b>	: 1:4 (CEMENTO:ARENA)
<b>RELACION A/C</b>	: 0.85
<b>JUNTAS</b>	Jh: 1.2 cm Jv: 1.2 cm

EMBAJO DE BESO TENGA LA COMPRESION AXIAL DE PRUEBA (PROGRAMA ELABORADAS CON 3 MUESTRAS)  
 117/ 200 kg

CURSO #	FECHA DE VULCADO	FECHA DE RUPTURA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm²)	EDAD (DIAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESFUERZO (kg/cm²)	PROMEDIO (kg/cm²)
1			23.00	12.50	287.50		187810	19156.62	66.63	
2	3/03/2021	10/08/2021	23.00	12.50	287.50	7	196480	20040.96	69.71	69.00
3			23.00	12.50	287.50		199180	20316.36	70.67	

**KLAFER SAC**  
 UNIDAD DE INGENIERÍA  
 Ing. Mario Peña Durán  
 ASESOR TÉCNICO CIP: 78803  
 Especialista en Mecánica de Suelos  
 Concreto y Geotecnia

**OBSERVACIÓN**  
 Compresión de probetas de concreto de estructuras. Los ensayos de concreto fueron curados, muestreados y proporcionados por el solicitante. El laboratorio no es responsable por la veracidad de las muestras.

LOCAL HUANCAYO: CALLE REAL 441 - 635  
 LOCAL EL TAMBO: PSJE CAMPOS N° 143 - PUENTE PEATONAL - FRENTE PUERTA PRINCIPAL U.N.C.P.  
 SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA, CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

RUC 20487134911  
 CEL. 945510108

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, DISEÑO DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PIEDRA A TIERRA, ETC.



EXPEDIENTE N° : 076-2021  
 ATENCIÓN : BACH. AXEL GIANCARLO SANTIAGO ACHACHAU  
 PROYECTO : "EVALUACIÓN DE COMPORTAMIENTO DEL AGREGADO DEL CONCRETO RECICLADO EN MORTEROS DE ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUANCAYO 2020"  
 UBICACIÓN : PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN.

**MORTERO CON SUSTITUCION 25%**

<b>AGLOMERANTE</b>	: CEMENTO PORTLAND TIPO I
<b>UNIDAD DE ALBAÑILERÍA</b>	: LADRILLO KING KONG 18 HUECOS L: 23 cm A: 12.5 cm H: 9 cm
<b>DOSIFICACION</b>	: 1:4 (CEMENTO:ARENA)
<b>RELACION A/C</b>	: 0.85
<b>JUNTAS</b>	Jhc: 1.2 cm Jv: 1.2 cm

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AJAL DE PROBAS, PROBAS ELABORADAS CON 3 HEADS) (N° 308.008)

CUIDO #	FECHA DE VUCEADO	FECHA DE RUPTURA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm²)	EDAD (DIAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÍNIMA (kg.)	ESFUERZO (kg/cm²)	PROMEDIO (kg/cm²)
1	3/08/2021	17/03/2021	23.00	12.50	287.50	14	201280	20630.56	71.41	72.21
2			23.00	12.50	287.50		208380	21254.76	73.93	
3			23.00	12.50	287.50		200970	20498.94	71.30	

KLAFER S.A.C.  
UNIDAD DE INGENIERÍA  
Ing. María Peña Dueñas  
ASesor TÉCNICO CIP-72998  
Especialista en Mercadotecnia de suelos  
Concreto y Geotécnica

Observación: Compresión de probetas de concreto de estructuras. Los ensayos de concreto fueron curados, muestreados y proporcionados por el solicitante. El laboratorio no se responsabiliza por la veracidad de los muestreos.

LOCAL HUANCAYO: CALLE REAL 441 - ASESORIA TECNICA HUANCAYO  
 LOCAL EL TAMBO: PSJE CAMPOS N° 143 - PUENTE PEATONAL - FRENTE PUERTA PRINCIPAL, U.N.C.P.

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA, CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, DISEÑO DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

RUC 20487134911  
CEL. 945510108



EXPEDIENTE N° : 076-2021  
 ATENCIÓN : BACH. AKL GIANCARLO SANTIAGO ACHACHAU  
 PROYECTO : "EVALUACIÓN DE COMPORTAMIENTO DEL AGREGADO DEL CONCRETO RECICLADO EN MORTEROS DE ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUANCAYO 2020"  
 UBICACIÓN : PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNIN.

**MORTERO CON SUSTITUCION 25%**

<b>AGLOMERANTE</b>	: CEMENTO PORTLAND TIPO I
<b>UNIDAD DE ALBAÑILERÍA</b>	: LADRILLO KING KONG 18 HUECOS L: 23 cm A: 12.5 cm H: 9 cm
<b>DOSFICACION</b>	: 1:4 (CEMENTO:ARENA)
<b>RELACION A/C</b>	: 0.85
<b>JUNTAS</b>	Jh: 1.2 cm Jv: 1.2 cm

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL DE PRUEBAS PREPARADAS EN LABORATORIO CON 3 (TRES) EJEMPLOS

CUBO #	FECHA DE VACIADO	FECHA DE RUPTURA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm2)	EDAD (DIAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg.)	ESFUERZO (Kg/cm2)	PROMERIO (Kg/cm2)
1			23.00	12.50	287.50		216550	22088.1	76.83	
2	3/03/2021	31/03/2021	23.00	12.50	287.50	28	224730	22922.44	79.73	77.91
3			23.00	12.50	287.50		217560	22191.12	77.19	

**observación**

Compresión de probetas de concreto de estructuras. Los testigos de concreto fueron curados, muestreados y proporcionados por el solicitante. El laboratorio no se responsabiliza por la veracidad de las muestras.

El presente documento no deberá utilizarse sin autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad según sea necesario (09-004-1990)

LOCAL HUANCAYO: CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO  
 LOCAL EL TAMBO: PSJE CAMPOS N° 143 - PUENTE PEATONAL -FRENTE PUERTA PRINCIPAL U.N.C.P.

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTÉCNIA, CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, DISEÑO DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

KLAFER S.A.C.  
UNIDAD DE INGENIERÍA  
Ing. Mario Peña Dueñas  
ASESOR TÉCNICO CIP- 78938  
Especialista en Mecánica de suelos  
Geotecnia y Geotécnia

RUC 20487134911  
CEL. 945510108



EXPEDIENTE N° : 076-2021  
 ATENCIÓN : BACH. AXEL GIANCARLO SANTIAGO ACHACHAU  
 PROYECTO : "EVALUACIÓN DE COMPORTAMIENTO DEL AGREGADO DEL CONCRETO RECICLADO EN MORTEROS DE ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUANCAYO 2020"  
 UBICACIÓN : PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN.

**MORTERO CON SUSTITUCION 50%**

<b>AGLOMERANTE</b>	: CEMENTO PORTLAND TIPO I
<b>UNIDAD DE ALBAÑILERIA</b>	: LADRILLO KING KONG 18 HUECOS L: 23 cm A: 12.5 cm H: 9 cm
<b>DOSFICACION</b>	: 1:4 (CEMENTO-ARENA)
<b>RELACION A/C</b>	: 0.85
<b>JUNTAS</b>	H: 1.2 cm Jv: 1.2 cm

ENSAJO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION PARA DE PRUEBAS PRUEBAS ESTACIONADAS CON 3 REAJES  
 NTP 300.100

CUBO #	FECHA DE VACIADO	FECHA DE RUPTURA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALSA (cm)	EDAD (DÍAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (kg)	ESFUERZO (kg/cm²)	PROMEDIO (kg/cm²)
1	3/03/2021	10/03/2021	23.00	12.50	287.50	7	204140	20822.28	72.43	72.08
2			23.00	12.50	287.50		201540	20557.08	71.50	
3			23.00	12.50	257.50		203820	20789.64	72.31	

**OBSERVACIÓN:** Compresión de probetas de concreto de estructuras. Los testigos de concreto fueron curados, muestreados y proporciones por el solicitante. El laboratorio no se responsabiliza por la veracidad de las muestras.

LOCAL HUANCAYO: CALLE REAL 441 - 285 CHILCA HUANCAYO.  
 LOCAL EL TAMBO: PSJE CAMPOS N° 143 - PUENTE PEATONAL - FRENTE PUERTA PRINCIPAL U.N.C.P.  
EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBE SER FIRMADO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA INFORMACION SEA SU TOTALIDAD SIN PERJURIA RESPECTO CP 004, 1995.



RUC 20487134911  
 CEL. 945510108





EXPEDIENTE N° : 076-2021  
 ATENCIÓN : BACH. AXEL GIANCARLO SANTIAGO ACHACHAU  
 PROYECTO : "EVALUACIÓN DE COMPORTAMIENTO DEL AGREGADO DEL CONCRETO RECICLADO EN MORTEROS DE ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUANCAYO 2020"  
 UBICACIÓN : PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNIN.

**MORTERO CON SUSTITUCION 50%**

<b>AGLOMERANTE</b>	: CEMENTO PORTLAND TIPO I
<b>UNIDAD DE ALBAÑILERÍA</b>	: LADRILLO KING KING 18 HUECOS L: 23 cm A: 12.5 cm H: 9 cm
<b>DOSFICACION</b>	: 1:4 (CEMENTO:ARENA)
<b>RELACION A/C</b>	: 0.85
<b>JUNTAS</b>	Jh: 1.2 cm Jv: 1.2 cm

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION ASIAL DE PRUEBAS (PRUEBAS E, ADJUNTAS CON 3 REPLICAS) K117-202-00

CUBO #	FECHA DE VACIADO	FECHA DE RUPTURA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ÁREA (cm²)	EDAD (DÍAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (kgf.)	ESFUERZO (kgf/cm²)	PROMEDIO (kgf/cm²)
1	3/03/2021	17/03/2021	23.00	12.50	287.50	14	215370	21967.74	76.41	77.65
2			23.00	12.50	287.50		217280	22162.56	77.09	
3			23.00	12.50	287.50		223910	22838.82	79.44	

**observación**

Compresión de probetas de concreto de estructuras. Los testigos de concreto fueron curados, muestreados y proporcionados por el solicitante. El laboratorio no se responsabiliza por la veracidad de las muestras.

LOCAL HUANCAYO: CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.  
 LOCAL EL TAMBO: PSJE CAMPOS N° 143 - PUENTE PEATONAL -FRENTE PUERTA PRINCIPAL U.N.C.P.  
EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBE SER REPRODUCIDO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (OTRA REPLICA INDECOPI) (PÁG. 04) 1991

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA, CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, DISEÑO DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

RUC 20487134911  
 CEL. 945510108

KLAFER S.A.C.  
 UNIDAD DE INGENIERÍA  
 Ing. MAURO POÑA DUEÑAS  
 ASESOR TÉCNICO CIP: 78884  
 Especialista en Mecánica de Suelos  
 Concreto y Geotecnia



EXPEDIENTE N° : 076-2021  
 ATENCIÓN : BACH. AXIL GIANCARLO SANTIAGO ACHACHAU  
 PROYECTO : "EVALUACIÓN DE COMPORTAMIENTO DEL AGREGADO DEL CONCRETO RECICLAO EN MORTEROS DE ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUANCAYO 2020"  
 UBICACIÓN : PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNIN.

**MORTERO CON SUSTITUCION 50%**

<b>AGLOMERANTE</b>	: CEMENTO PORTLAND TIPO I
<b>UNIDAD DE ALBAÑILERIA</b>	: LADRILLO KING KONG 18 HUECOS L: 23 cm A: 12.5 cm H: 9 cm
<b>DOSFICACION</b>	: 1:4 (CEMENTO:ARENA)
<b>RELACION A/C</b>	: 0.85
<b>JUNTAS</b>	JH: 1.2 cm Jv: 1.2 cm

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION FINAL DE PUEBLOS Y PUEBLOS ELABORADOS CON 3 HELADAS  
 107° 300.000

CUBO #	FECHA DE VACIADO	FECHA DE RUPTURA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cms)	EJMD (MM)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg.)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )
1			23,00	12,50	287,50		236340	24106,68	83,85	
2	3/03/2021	31/03/2021	23,00	12,50	287,50	20	241160	24598,32	85,56	82,76
3			23,00	12,50	287,50		230740	23535,48	81,84	

KLAFER SAC  
 UNIDAD DE INGENIERÍA  
 Ing. Maestro Peña Dueñas  
 ASESOR TÉCNICO CIP: 71803  
 Especialista en Mecánica de suelos  
 Concreto y Geotécnica

**OBSERVACIÓN:** Compresión de probetas de concreto de estructuras. Los testigos de concreto fueron curados, muestreados y proporcionados por el solicitante. El laboratorio no se responsabiliza por la veracidad de las muestras.

LOCAL HUANCAYO: CALLE REAL 441 - 435 GHIJICA HUANCAYO.  
 LOCAL EL TAMBO: PSJE CAMPOS N° 143 - PUENTE PEATONAL -FRENTE PUERTA PRINCIPAL. U.N.C.P.

RUC 20487134911  
 CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTÉCNIA, CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.  
 ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERIA, MADERA, ACERO, DISEÑO DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.



EXPEDIENTE N° : 076-2021  
 ATENCIÓN : BACH. AXEL GIANCARLO SANTIAGO ACHACHAU  
 PROYECTO : "EVALUACIÓN DE COMPORTAMIENTO DEL AGREGADO DEL CONCRETO RECICLADO EN MORTEROS DE ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA,  
 HUANCAYO 2020"  
 UBICACIÓN : PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN.

**MORTERO CON SUSTITUCION 75%**

<b>AGLOMERANTE</b>	: CEMENTO PORTLANDO TIPO I
<b>UNIDAD DE ALBAÑILERÍA</b>	: LADRILLO KING KONG 18 HUECOS L: 23 cm A: 12.5 cm H: 9 cm
<b>DOSIFICACION</b>	: 1:4 (CEMENTO-ARENA)
<b>RELACION A/C</b>	: 0.85
<b>JUNTAS</b>	Jh: 1.2 cm Jv: 1.2 cm

ENSAJO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION LOCAL DE PRUEBAS (PRUEBAS ELABORADAS CON 3 HUECOS)  
 NIT 288-995

CUBO #	FECHA DE VACIADO	FECHA DE RUPTURA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALSA (mm)	EDAD (DÍAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÍNIMA (N/c)	ESFUERZO Kg/cm²	PROMEDIO Kg/cm²
1	9/03/2021	10/03/2021	23.00	12.50	287.50	7	172010	17545.02	61.03	59.38
2			23.00	12.50	287.50		165200	16850.4	58.61	
3			23.00	12.50	287.50		164940	16923.88	58.52	

**OBSERVACIÓN**

Compresión de probetas de concreto de estructuras. Los ensayos de concreto fueron curados, muestreados y proporcionados por el solicitante. El laboratorio no se responsabiliza por la veracidad de las muestras.

LOCAL HUANCAYO: CALLE REAL 441 - CAS CHILCA HUANCAYO. EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBE SER FOTOCOPIADO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN EL TITULARIO (OJO: VERIFICAR INDECOPI 2004-1991)

LOCAL EL TAMBO: PSJE CAMPOS N° 143 - PUENTE PEATONAL -FRENTE PUERTA PRINCIPAL U.N.C.P.

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTÉCNIA, CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, DISEÑO DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESACQUE, ENSAYOS DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

RUC: 20487134911  
 CEL: 945510108

KLAFER SAC  
 UNIDAD DE INGENIERÍA  
 Ing. Mario Peña Dueñas  
 ASesor Técnico CIP-7636  
 Especialista en Mecánica de suelos  
 Concreto y Geotécnia



EXPEDIENTE N° : 076-2021  
 ATENCIÓN : BACH. AXEL GIANCARLO SANTIAGO ACHACHAU  
 PROYECTO : "EVALUACIÓN DE COMPORTAMIENTO DEL AGREGADO DEL CONCRETO RECICLADO EN MORTEROS DE ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUANCAYO 2020"  
 UBICACIÓN : PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNIN.

**MORTERO CON SUSTITUCIÓN 75%**

<b>AGLOMERANTE</b>	: CEMENTO PORTLAND TIPO I
<b>UNIDAD DE ALBAÑILERÍA</b>	: LADRILLO KING KINGS 18 HUECOS L: 23 cm A: 12.5 cm H: 9 cm
<b>DOSEIFICACION</b>	: 1:1 (CEMENTO-ARENA)
<b>RELACION A/C</b>	: 0.85
<b>JUNTAS</b>	Jh: 1.2 cm Jh:1.2 cm

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION LABORAL DE PRUEBAS (PRUEBAS ELASTICAS CON 3 REPLICAS) 1076-2021**

CUBO #	FECHA DE VACIADO	FECHA DE RUPTURA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm²)	EDAD (DIAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg.)	ESFUERZO (kg/cm²)	PROMEDIO (kg/cm²)
1	3/03/2021	17/03/2021	23.00	12.50	287.50	14	189490	19327.0R	67.23	64.38
2			23.00	12.50	287.50		180530	18414.0G	64.05	
3			23.00	12.50	287.50		174370	17785.74	61.86	

**OBSERVACIÓN**

Compresión de probetas de concreto de estructuras. Las replicas de concreto fueron curadas, muestreadas y proporcionadas por el solicitante. El laboratorio no se responsabiliza por la veracidad de las muestras.

LOCAL HUANCAYO: CALLE REAL 441 - 445, CHILCA HUANCAYO.  
 LOCAL EL TAMBO: PSJE CAMPOS N° 143 - PUENTE PEATONAL - FRENTE PUERTA PRINCIPAL U.N.C.P.

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA, CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, DISEÑO DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

RUC: 20487134911  
 CEL: 945510108

**KLAFER S.A.C.**  
**UNIDAD DE INGENIERÍA**  
 Ing. Marino Peña Dueñas  
 ASISTENTE TÉCNICO CIP-78930  
 Especialista en Mecánica de suelos  
 Concreto y Geotécnica

EXPEDIENTE N° : 076-2021  
 ATENCIÓN : BACH. AXL GIANCARLO SANTIAGO ACHACHAU  
 PROYECTO : "EVALUACIÓN DE COMPORTAMIENTO DEL AGREGADO DEL CONCRETO RECICLADO EN MORTEROS DE ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUANCAYO 2020."  
 UBICACIÓN : PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN.

**MORTERO CON SUSTITUCION 75%**

<b>AGLOMERANTE</b>	: CEMENTO PORTLANDO TIPO I
<b>UNIDAD DE ALBAÑILERÍA</b>	: LADRILLO KING KONG 18 HUECOS L: 23 cm A: 12.5 cm H: 9 cm
<b>DOСИFICACION</b>	: 1:4 (CEMENTO:ARENA)
<b>RELACION A/C</b>	: 0.85
<b>JUNTAS</b>	Jh: 1.2 cm Nj: 1.2 cm

EMPAQUE DE RESISTENCIA A LA COMPRESION ASAL DE PRISMAS (PRISMAS ELABORADAS CON 3 HILADAS 30x30x300)

CUBO #	FECHA DE VAREADO	FECHA DE RUPTURA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	TOMO (DÍAS)	CARGA MAXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (kgf.)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )
1			23.00	12.50	287.50		190490	20245.98	70.42	69.12
2	3/03/2021	31/03/2021	23.00	12.50	307.50	28	196240	20016.48	69.62	
3			23.00	12.50	287.50		189710	19350.42	67.31	

KLAFER SAC  
UNIDAD DE INGENIERIA

Hija: Matylio Peña Dueñas  
ASESOR TÉCNICO CIP: 78636  
Especialista en Mecánica de suelos  
Concreto y Geotécnia

Observación: Compresión de probetas de concreto de estructuras. Los testigos de concreto fueron curados, muestreados y proporcionalizados por el solicitante. El laboratorio no se responsabiliza por la veracidad de las muestras.

LOCAL HUANCAYO: CALLE REAL 441 - INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA HUANCAYO  
 LOCAL EL TAMBO: PSJE CAMPOS N° 143 - PUENTE PEATONAL -FRENTE PUERTA PRINCIPAL U.N.I.C.P.  
 (SP.004.2003)

RUC 20487134911  
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA, CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, DISEÑO DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**PROYECTO:**

**“EVALUACIÓN DE  
COMPORTAMIENTO DEL  
AGREGADO DEL CONCRETO  
RECICLADO EN MORTEROS DE  
ASENTADO DE MUROS DE  
ALBAÑILERÍA CONFINADA,  
HUANCAYO 2020”**

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
DIAGONAL DE MURETES DE 600 mm X  
600 mm**

**HUANCAYO**

**2021**

EXPEDIENTE N° : 076-2021  
 ATENCIÓN : BACH. AXL GIANCARLO SANTIAGO ACHACHAU  
 PROYECTO : "EVALUACIÓN DE COMPORTAMIENTO DEL AGREGADO DEL CONCRETO RECICLADO EN MORTEROS DE ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUANCAYO 2020"  
 UBICACIÓN : PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNIN.

**MORTERO CON 0 % DE SUSTITUCIÓN**

UNIDAD DE ALBAÑILERÍA	LADRELO KING KONG 18 BUECOS
AGLOMERANTE	1:23 cm. A, 12.5 cm. B, 9 cm
DOMESTICACIÓN	CEMENTO PORTLAND TIPO I
RELACION A/C	1:4 (CEMENTO:ARENA)
DEFORMADORES	: 0.85
	: 600 mm * 600mm
JUNTAS	(h: 1.2 cm) (e: 1.2 cm)

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DIAGONAL DE MUESTRAS DE 600 mm x 600 mm x 130 mm**

MURO #	FECHA DE VACADO	FECHA DE RUPTURA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	T (cm)	AREA (cm²)	EDAD (DÍAS)	P (N)	P (Kg.)	Vm (kg/cm²)	Promedio Vm (kg/cm²)
1			60.00	60.00	12.50	3600.00		72310	7375.62	6.95	
2	3/03/2021	10/03/2021	60.00	60.00	12.50	3600.00	7	81160	8278.32	7.80	7.55
3			60.00	60.00	12.50	3600.00		82510	8416.07	7.93	

**OBSERVACIÓN**

Compresión de probetas de concreto. Los agregados para la realización de los testigos de concreto fueron proporcionados por el solicitante.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD Y EN SU ORIGINALIDAD (VER PLANILLA DE CONTROL DE CALIDAD - 01/2018)

LOCAL HUANCAYO, CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.  
 LOCAL EL TAMBO: PSJE CAMPOS N° 143 - PUENTE PEATONAL - FRENTE PUERTA PRINCIPAL U.N.C.P.



EXPEDIENTE N° : 076-2021  
 ATENCIÓN : BACH. AXL GIANCARLO SANTIAGO ACHACHAU  
 PROYECTO : "EVALUACIÓN DE COMPORTAMIENTO DEL AGREGADO DEL CONCRETO RECICLADO EN MORTEROS DE ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUANCAYO 2020"  
 UBICACIÓN : PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNIN.

MORTERO CON SUSTITUCIÓN 0%

UNIDAD DE ALBAÑILERÍA	LADRILLO KING KONG 18 huecos
AGLONERANTE	1:2.3 cm A; 12.5 cm H; 9 cm
DOSEIFICACION	CIMENTO PORTLAND TIPO I
RELACION A/C	1:4 (CEMENTO-ARENA)
DIMENSIONES	1:0.85
JUNTAS	1: 600 mm * 60mm H: 1.2 cm Jv: 1.2 cm

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DIAGONAL DE MUESTRAS DE 600 mm x 600 mm x 1100 mm R1P 300 021

MURO #	FECHA DE VACEADO	FECHA DE RUPTURA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	T (cm)	AREA (cm²)	EDAD (DIAS)	P (N)	P (Kg.)	Vm (kg/cm³)	Promedio Vm (kg/cm³)
1			40.00	60.00	12.50	3600.00		88610	8861.76	8.52	
2	3/03/2021	17/03/2021	60.00	60.00	12.50	3600.00	14	82630	8426.30	7.95	8.27
3			60.00	60.00	12.50	3600.00		86880	8861.76	8.35	

OBSERVACIÓN

Compresión de probetas de concreto. Los agregados para la realización de los ensayos de concreto fueron proporcionados por el solicitante.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI, SP/004/1993)







EXPEDIENTE N° : 075-2021  
 ATENCIÓN : BACH. AXEL GIANCARLO SANTIAGO ACHACHAU  
 PROYECTO : "EVALUACIÓN DE COMPORTAMIENTO DEL AGREGADO DEL CONCRETO RECICLADO EN MORTEROS DE ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUANCAYO 2020"  
 UBICACIÓN : PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN.

MORTERO CON  
SUSTITUCIÓN 0%

UNIDAD DE ALBAÑILERÍA	LADRILLO KING KONG 18 huecos
AGLUMERANTE	L:23 cm. A:12.5 cm. H: 9 cm
DOSIFICACIÓN	CEMENTO PORTLAND TIPO I
RELACION A/C	1:4 (CEMENTO:ARENA)
DIMENSIONES	L: 0.85 : 600 mm * 600mm
JUNTAS	H: 1.2 cm   v:1.2 cm

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE  
MUESTRAS DE 600 mm x 600 mm NTP 398.021

MURO #	FECHA DE VACADO	FECHA DE RUPTURA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	T (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	EDAD (DÍAS)	P (N)	P (Kg.)	V <sub>m</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio V <sub>m</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
1			60.00	60.00	12.50	3600.00		95120	9702.24	9.15	8.74
2	3/08/2021	31/09/2021	60.00	60.00	12.50	3600.00	28	84420	8610.84	8.12	
3			60.00	60.00	12.50	3600.00		93050	9491.1	8.95	

KLAFER S.A.C  
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Mario Peña Dieñas  
ASESOR TÉCNICO CIP: 78930  
Especialista en Mecánica de Suelos  
Civil y Geotecnia

OBSERVACIÓN

Compresión de probetas de concreto. Los agregados para la realización de los testigos de concreto fueron proporcionados por el solicitante.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PURUAMA INJECOPPI 034043-1093)



EXPEDIENTE N° : 076-2021  
 ATENCIÓN : BACH. AXEL GIANCARLO SANTIAGO ACHACHAU  
 PROYECTO : "EVALUACIÓN DE COMPORTAMIENTO DEL AGREGADO DEFI. CONCRETO RECICLADO EN MORTEROS DE ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUANCAYO 2020"  
 UBICACIÓN : PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNIN.

MORTERO CON 25 % DE SUSTITUCIÓN

UNIDAD DE ALBAÑILERÍA	LADRILLO KING KONG 18 HUECOS
AGLOMERANTE	1.23 cm. A: 12.5 cm. H: 9 cm
DISOLUCIÓN	CEMENTO PORTLAND TIPO I
RELACIÓN P/C	1:4 (CEMENTO:ARENA)
DIMENSIONES	± 0.85
JUNTAS	± 600 mm * 600mm
	Jbs 1.2 cm Jr: 1.2 cm

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE MUESTRES DE 600 mm x 600 mm NTP 398.021

MURO #	FECHA DE VACIADO	FECHA DE RUPTURA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	T (cm)	ÁREA (cms)	EDAD (DIAS)	P (N)	P (Kgf)	Vm (kg/cms)	Promedio Vm (kg/cms)
1			60.00	60.00	12.50	3600.00		87870	8617.74	8.45	
2	3/03/2021	10/03/2021	60.00	60.00	12.50	3600.00	7	86320	8404.64	8.30	8.31
3			60.00	60.00	12.50	3600.00		84980	8667.96	8.17	

**OBSERVACIÓN**

Compresión de probetas de concreto. Los agregados para la realización de los resalgos de concreto fueron proporcionados por el solicitante.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBE REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA DE BUENA PRÁCTICA DE 2004: 1993)



EXPEDIENTE N° : 076-2021  
 ATENCIÓN : BACH. AXEL GIANCARLO SANTIAGO ACHACHAU  
 PROYECTO : "EVALUACIÓN DE COMPORTAMIENTO DEL AGREGADO DEL CONCRETO RECICLADO EN MORTEROS DE ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUANCAYO 2020"  
 UBICACIÓN : PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNIN.

**MORTERO CON SUSTITUCIÓN 25%**

UNIDAD DE ALBAÑILERÍA	LADRILLO KING KONG 18 HEDICOS
ALGEBRAANTE	L:23 cm A: 12.5 cm H: 9 cm
DISPOSICIÓN	CEMENTO PORTLAND TIPO I
RELACION A/C	1:4 (CEMENTO-ARENA)
DIMENSIONES	: 0.85
JUNTAS	: 600 mm * 600mm
	H: 1.2 cm I: 1.2 cm

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DIAGONAL DE MUESTRAS DE 400 mm x 400 mm NTP 399.021

MURO #	FECHA DE VACADO	FECHA DE RUPTURA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	T (cm)	ÁREA (cm²)	EDAD (MAS)	P (N)	P (Kg)	Vm (kg/cm²)	Promedio Vm (kg/cm²)
1			60.00	60.00	12.50	3600.00		93110	9447.22	0.06	
2	3/03/2021	17/03/2021	60.00	60.00	12.50	3600.00	14	90790	9250.58	0.73	8.93
3			60.00	60.00	12.50	3600.00		94610	9679.62	0.12	

OBSERVACIÓN

Compresión de probetas de concreto. Los agregados para la realización de los testigos de concreto fueron proporcionados por el solicitante.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI-02-000-1991)



EXPEDIENTE N° : 076-2021  
 ATENCIÓN : BACH. AXL GIANCARLO SANTIAGO ACHACHAU  
 PROYECTO : "EVALUACIÓN DE COMPORTAMIENTO DEL AGREGADO DEL CONCRETO RECICLADO EN MORTEROS DE ASENTADO DE ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUANCAYO 2020"  
 UBICACIÓN : PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNIN.

**MORTERO CON  
SUSTITUCIÓN 2.5%**

<b>UNIDAD DE ALBAÑILERÍA</b>	LADRILLO KING KONG 18 HIPECOS
<b>ALGOMERANTE</b>	L2.3 cm. A: 12.5 cm. H: 9 cm
<b>UNIFICACIÓN</b>	CEMENTO PORTLAND TIPO I
<b>RELACIÓN A/C</b>	1-4 (CEMENTO-ARENA)
<b>DIMENSIONES</b>	: 0.85
<b>JUNTAS</b>	: 600 mm * 600mm Jto 1.2 cm Jv: 1.2 cm

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE  
MUESTRAS DE 500 mm x 500 mm NTP 200.021**

MURO #	FECHA DE VACIADO	FECHA DE RUPTURA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	T (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	EDAD (DÍAS)	P (N)	P (Kg/cm <sup>2</sup> )	Vm (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio Vm (kg/cm <sup>2</sup> )
1			60.00	61.00	12.50	3600.00		98220	10018.44	9.45	9.74
2	3/03/2021	31/03/2021	60.00	62.00	12.50	3600.00	28	95240	9510.48	8.97	
3			60.00	60.00	12.50	3600.00		98710	9864.62	9.30	

**OBSERVACIÓN**

Compresión de probetas de concreto. Los agregados para la realización de los testigos de concreto fueron proporcionados por el solicitante.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCirse SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, NI SIN QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERMANENTE INDICOMI 010004-1993).



EXPEDIENTE N° : 076-2021  
 ATENCIÓN : BACH. AXL GIANCARLO SANTIAGO ACHACHAU  
 PROYECTO : "EVALUACIÓN DE COMPORTAMIENTO DEL AGREGADO DEL CONCRETO RECICLADO EN MORTEROS DE ASENTADO DE ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUANCAYO 2020"  
 UBICACIÓN : PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNIN.

**MORTERO CON 50 % DE SUSTITUCIÓN**

UNIDAD DE ALBAÑILERÍA	LADRILLO KING KONG 18 SUELOS
AGLOMERANTE	1:23 cm. A; 12.5 cm. B; 9 cm
DISOLUCIÓN	CEMENTO PORTLAND TIPO I
RELACION A/C	1:1 (CEMENTO:ARENA)
DIMENSIONES	1: 0.85
JUNTAS	1: 600 mm * 600mm /ls: 1.2 cm /vs: 1.2 cm

**ENSAJO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DIAGONAL DE MUESTRAS DE 600 mm x 600 mm NTP 309.021**

MURO #	FECHA DE VACIADO	FECHA DE RUPTURA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	T (cm)	AREA (cm²)	EDAD (DIAS)	P (N)	P (Kg.)	V <sub>m</sub> (kg/cm²)	Promedio V <sub>m</sub> (kg/cm²)
1			60.00	61.00	12.50	3600.00		89760	4157.56	0.63	
2	3/08/2021	10/03/2021	60.00	60.00	12.50	3600.00	7	93260	9512.52	9.97	8.70
3			60.00	60.00	12.50	3600.00		88230	8999.46	8.48	

OBSERVACIÓN

Compresión de probetas de concreto. Los agregados para la realización de los testigos de concreto fueron proporcionados por el solicitante.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBEA REPRODUCirse SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (sólo PERMANENTE INDECOPI: 07/004 - 1993)

EXPEDIENTE N° : 076-2021

ATENCIÓN : BACH. AXEL GIANCARLO SANTIAGO ACHACHAU

PROYECTO : "EVALUACIÓN DE COMPORTAMIENTO DEL AGREGADO DEL CONCRETO RECICLADO EN MORTEROS DE ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUANCAYO 2020"

UBICACIÓN : PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNIN.

MORTERO CON SUSTITUCIÓN 50%

UNIDAD DE ALBAÑILERÍA	LADRILLO KING KONG 18 HUECOS
AGLOMERANTE	L:23 cm. A: 12.5 cm. H: 9 cm
DOMINICACIÓN	CEMENTO PORTLAND TIPO I
RELACION A/C	1:4 (CEMENTO:ARENA)
DIMENSIONES	: 0.85
JUNTAS	: 600 mm * 600mm
	Jts: 1.2 cm   vs 1.2 cm

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DIAGONAL DE MUEBLETES DE 400 mm x 400 mm N.P. 739.821

MURO #	FECHA DE VACADO	FECHA DE RUPTURA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	T (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	EDAD (DIAS)	P (N)	P (Kg.)	Vm (kg/cm <sup>3</sup> )	Promedio Vm (kg/cm <sup>3</sup> )
1			60.00	60.00	12.50	3600.00		95120	9702.24	9.15	9.30
2	3/03/2021	17/03/2021	60.00	60.00	12.50	3600.00	14	98270	10023.54	9.45	
3			60.00	60.00	12.50	3600.00		96660	9859.32	9.30	

OBSERVACIÓN

Compresión de probetas de concreto. Los agregados para la realización de los listigos de concreto fueron proporcionados por el solicitante.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP.004.1.001)

32 LOCAL HUANCAYO CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.

LOCAL EL TAMBO: PSJE CAMPOS N° 143 - PUENTE PEATONAL -FRENTE PUERTA PRINCIPAL- I.U.N.C.P.

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTÉCNICA, CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

RUC 20487134911  
CEL. 9455510108

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, DISEÑO DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESÁGUE, ENSAYOS DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.



EXPEDIENTE N° : 076-2021  
 ATENCIÓN : BACH. AXL GIANCARLO SANTIAGO ACHACHAU  
 PROYECTO : "EVALUACIÓN DE COMPORTAMIENTO DEL AGREGADO DEL CONCRETO RECICLADO EN MORTEROS DE ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUANCAYO 2020"  
 UBICACIÓN : PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN.

**MORTERO CON  
SUSTITUCIÓN 50%**

UNIDAD DE ALBAÑILERÍA	LADRILLO KING KONG 18 RIJOSOS
AGLOMERANTE	1-23 cm A; 12.5 cm B; 9 cm
DOSIIFICACION	CEMENTO PORTLAND TIPO I
RELACION A/A'	1/4 (CEMENTO-ARENA)
BIMENSIONES	0.85
JUNTAS	600 mm * 400mm Jc: 1.2 cm Jv: 1.2 cm

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DIAGONAL DE  
MUESTRAS DE 600 mm x 400 mm NTP 109.021

MURO #	FECHA DE VACIADO	FECHA DE RUPTURA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	T (cm)	AREA (cm²)	EDAD (DIAS)	P (N)	P (Kg)	Vm (kg/cm²)	Promedio Vm (kg/cm²)
1			60.00	60.00	12.50	3600.00		109680	11187.36	10.65	
2	3/03/2021	31/05/2021	60.00	60.00	12.50	3600.00	28	104220	10638.44	10.92	10.17
3			60.00	60.00	12.50	3600.00		103480	10554.04	9.06	

OBSERVACIÓN

Compresión de probetas de concreto. Los agregados para la realización de los testigos de concreto fueron proporcionados por el solicitante.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEAN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPH: 62-004: 1993)

LOCAL HUANCAYO: CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.

LOCAL EL TAMBO: PSJE CAMPOS N° 143 - PUENTE PEATONAL -FRENTE PUERTA PRINCIPAL U.N.C.P.

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTÉCNIA, CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

RUC 20487134911  
CEL. 9455510108

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, DISEÑO DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUERTA A TIERRA, ETC.

KLAFER SAC  
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ingr. Adolfo Peña Dueñas  
ASESOR TÉCNICO CIP: 78535  
Especialista en Mecánica de suelos  
Civil y Geotécnica



EXPEDIENTE N° : 076-2021  
 ATENCIÓN : BACH. AXL GIANCARLO SANTIAGO ACHACHAU  
 PROYECTO : "EVALUACIÓN DE COMPORTAMIENTO DEL AGREGADO DEL CONCRETO RECICLADO EN MORTEROS DE ASENTADO DE ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUANCAYO 2020"  
 UBICACIÓN : PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNIN.

**MORTERO CON 75 % DE SUSTITUCIÓN**

UNIDAD DE ALBAÑILERÍA	LADRILLO KING KONG 18 HUECOS 1.23 cm. A; 12.5 cm. H; 9 cm.
AGLOMERANTE	CEMENTO PORTLAND TIPO I
DESIGNEACIÓN	M4 (CEMENTO+ARENA)
RELACION A/C	: 0.85
DIMENSIONES	: 600 mm * 600mm
JUNTAS	It: 1.2 cm Jr: 1.2 cm

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE MORTEROS DE 600 mm \* 600 mm R.P. 309.621

MURO #	FECHA DE VACIADO	FECHA DE RUPTURA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	T (cm)	ÁREA (cm²)	EDAD (DÍAS)	P (N)	P (Kg.)	Vm (kg/cm²)	Promedio Vm (kg/cm²)
1			60.00	60.00	12.50	3600.00		741010	7540.02	7.13	
2	3/08/2021	10/03/2021	60.00	60.00	12.50	3600.00	7	841110	8570.22	8.09	7.42
3			60.00	60.00	12.50	3600.00		73270	7473.54	7.05	

KLAFER S.A.C.  
UNIDAD DE INGENIERÍA  
Ing. Martin Peña Dueñas  
ASESOR TÉCNICO CIP-70986  
Especialista en Mecánica de suelos  
Concreto y Geotécnica

**OBSERVACIÓN**

Compresión de probetas de concreto. Los agregados para la realización de los testigos de concreto fueron proporcionados por el solicitante.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD IGUAL PERUANA INIECOPI. CP-004. (1993)





EXPEDIENTE N° : 076-2021  
 ATENCIÓN : BACH. AXEL GIANCARLO SANTIAGO ACHACHAU  
 PROYECTO : "EVALUACIÓN DE COMPORTAMIENTO DEL AGREGADO DEL CONCRETO RECICLADO EN MORTEROS DE ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUANCAYO 2020"  
 UBICACIÓN : PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNIN.

**MORTERO CON SUSTITUCIÓN 75 %**

<b>UNIDAD DE ALBAÑILERÍA</b>	LADRILLO KING KONG 18 BUELOS
<b>AGLUMERANTE</b>	1.23 cm A: 12.5 cm B: 9 cm
<b>ESPECIFICACIÓN</b>	CEMENTO PORTLAND TIPO I
<b>RELACIÓN A/A'</b>	1:4 (CEMENTO:ARENA)
<b>DIMENSIONES</b>	: 0.8% : 600 mm * 600mm
<b>JUNTAS</b>	Jb: 1.2 cm Jv: 1.2 cm

**ENSAJO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE MUESTRAS DE 600 mm x 600 mm NTP 306.021**

MURO #	FECHA DE VACADO	FECHA DE RUPTURA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	T (cm)	ÁREA (cm²)	EDAD (DÍAS)	P (N)	P (kg.)	V <sub>m</sub> (kg/cm²)	Promedio V <sub>m</sub> (kg/cm²)
1			60.00	60.00	12.50	3600.00		80420	8253.84	7.70	8.13
2	3/09/2021	17/03/2021	60.00	60.00	12.50	3600.00	14	87920	8967.84	8.45	
3			60.00	60.00	12.50	3600.00		84760	8645.52	8.15	

**KLAFLER S.A.C.**  
**UNIDAD DE INGENIERÍA**  
Ing. Matías Poña Dueñas  
ASESOR TÉCNICO CIP: 76036  
Especialista en Mecánica de suelos  
Concreto y Geotécnia

**OBSERVACIÓN** Compresión de probetas de concreto. Los agregados para la realización de los testigos de concreto fueron proporcionados por el solicitante.

EL PRESENTE DOCUMENTO DEBEN REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN PREVIA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (SUA PRUEBA, INDECOPI, 09-2006-1093)



EXPEDIENTE N° : 076-2021  
 ATENCIÓN : BACH. AXL GIANCARLO SANTIAGO ACHACHAU  
 PROYECTO : "EVALUACIÓN DE COMPORTAMIENTO DEL AGREGADO DEL CONCRETO RECICLADO EN MORTEROS DE ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA,  
 HUANCAYO 2020"  
 UBICACIÓN : PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNIN.

**MORTERO CON  
SUSTITUCIÓN 75 %**

UNIDAD DE ALBAÑILERÍA	LADRILLO KING KONG 18 huecos
AGLOMERANTE	1x23 cm A- 12.5 cm h: 9 cm
BINDIFICACION	CEMENTO PORTLAND TIPO I
RELACION A/C	1:4 (CEMENTO:ARENA)
DIMENSIONES	1:0.85
JUNTAS	1: 600 mm x 600mm h: 1.2 cm jw:1.2 cm

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DIAGONAL DE  
MUEBLES DE 600 mm x 600 mm N° P- 399.034**

MURO #	FECHA DE VACADO	FECHA DE RUPTURA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	T (cm)	ÁREA (cm²)	EDAD (DÍAS)	P (N)	P (Kg.)	Vm (kg/cm²)	Promedio Vm (kg/cm²)
1			60.00	60.00	12.50	3600.00		60970	6278.04	8.75	8.59
2	3/03/2021	31/03/2021	60.00	60.00	12.50	3600.00	28	93550	9542.1	9.00	8.02
3			60.00	60.00	12.50	3600.00		83410	8507.82	8.02	

KLAFER S.A.C.  
UNIDAD DE INGENIERÍA  
Ing. Mónica Patricia Dávalos  
Analista TÉCNICO CIP-73526  
Especialista en Metodología de suelos  
Concreto y Gravitación

**OBSERVACIÓN** Compresión de probetas de concreto. Los segregados para la realización de los testigos de concreto fueron proporcionados por el solicitante.

EL PRESENTE DOCUMENTO HA SIDO AUTORIZADO POR EL INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA DE LA COMPETENCIA Y DE LA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL (INDECOPI) EN EL AÑO 2021 (INDECOPI/GE-000-1993)

# **LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**PROYECTO:**

**“EVALUACIÓN DE  
COMPORTAMIENTO DEL  
AGREGADO DEL CONCRETO  
RECICLADO EN MORTEROS DE  
ASENTADO DE MUROS DE  
ALBAÑILERÍA CONFINADA,  
HUANCAYO 2020”**

**ABRASIÓN AGREGADO NATURAL**

**HUANCAYO**

**2021**



EXPEDIENTE N° : 076-2021  
ESTUDIO : MARZO  
PETICIONARIO : BACH. AXI GIANCARLO SANTIAGO ACHACHAU  
PROYECTO : "EVALUACIÓN DE COMPORTAMIENTO DEL AGREGADO DEL CONCRETO RECICLADO EN MORTEROS DE ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUANCAYO 2020"  
FECHA DE EMISIÓN : 03 DE MARZO DE 2021

ENSAYO DE ABRASIÓN LOS ANGELES ASTM C 31, ASTM C 535, AASTHO T 96

AGREGADO NATURAL

MUESTRA M-01

GRADACIÓN: "D" 500 revoluciones en 15 minutos

ANALISIS POR TAMIZADO

TAMIZ		GRADACIONES			
		A	B	C	D
PASANTE	RETENIDO	PESO RETENIDO (gr.)			
1 1/2"	1"				
1"	3/4"				
3/4"	1/2"				
1/2"	3/8"				
3/8"	1/4"				
1/4"	N° 4				
N° 4	N° 8				1998
<b>TOTAL</b>		4958			

TAMIZ	PESO PASANTE (gr.)
N° 12	1106

KLA FER S.A.C.  
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Marijo Peña Duñías  
ASESOR TÉCNICO N° 7634  
Especialista en Mecánica de suelos  
Concreto y Geotecnia

DESGASTE : 22.13%

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993)

# **LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**PROYECTO:**

**“EVALUACIÓN DE  
COMPORTAMIENTO DEL  
AGREGADO DEL CONCRETO  
RECICLADO EN MORTEROS DE  
ASENTADO DE MUROS DE  
ALBAÑILERÍA CONFINADA,  
HUANCAYO 2020”**

**ABRASIÓN AGREGADO RECICLADO**

**HUANCAYO**

**2021**



EXPEDIENTE N° : 076-2021  
ESTUDIO : MARZO  
PETICIONARIO : BACH. AXL GIANCARLO SANTIAGO ACHACHAU  
PROYECTO : "EVALUACIÓN DE COMPORTAMIENTO DEL AGREGADO DEL CONCRETO RECICLADO EN MORTEROS DE ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUANCAYO 2020"  
FECHA DE EMISIÓN : 03 DE MARZO DE 2021

**ENSAYO DE ABRASIÓN LOS ANGELES ASTM C 31, ASTM C 535, AASTHO T 96**

**AGREGADO RECICLADO**

MUESTRA : M-01

GRADACIÓN: "D" 500 revoluciones en 15 minutos

**ANÁLISIS POR TAMIZADO**

TAMIZ		GRADACIONES			
		A	B	C	D
PASANTE	RETENIDO	PESO RETENIDO (gr.)			
1 1/2"	1"				
1"	3/4"				
3/4"	1/2"				
1/2"	3/8"				
3/8"	1/4"				
1/4"	N° 4				
N° 4	N° 8				5005
<b>TOTAL</b>		5005			

TAMIZ	PESO PASANTE (gr.)
N° 12	1242

KLAFER S.A.C.  
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. María Peña Dueñas  
ABSOR. TÉCNICO/CP 7403  
Especialista en Mecánica de suelos  
Concreto y Geotécnia

**DESGASTE : 24.82%**

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPÍ- GP-004- 1993)