



UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y
ARQUITECTURA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS
DEL LADRILLO ELABORADO CON MATERIAL
RECICLABLE Y CONVENCIONAL EN LA
CIUDAD DE MOQUEGUA 2021**

**PRESENTADA POR
BACHILLER HUGO OSCAR RAMOS CARTAGENA**

**ASESOR:
MGR. KARLA FIORELLA CORNEJO LECAROS**

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

MOQUEGUA - PERÚ

2023

CONTENIDO

PÁGINA DE JURADO	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
CONTENIDO	iv
INDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
ÍNDICE DE ECUACIONES	xviii
ÍNDICE DE APÉNDICES.....	xix
RESUMEN.....	xxiv
ABSTRACT.....	xxv
INTRODUCCIÓN	xxvi

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Descripción de la realidad del problema.....	1
1.2 Definición del problema.....	2
1.2.1. Problema general.....	2
1.2.2. Problemas específicos.	2
1.3 Objetivos de la investigación	2
1.3.1. Objetivo general.	2
1.3.2. Objetivos específicos.	3
1.4 Justificación.....	3
1.4.1. Grado de importancia del estudio.	3

1.4.2. Aporte fundamental que se espera alcanzar.	4
1.4.3. Aporte fundamental que se espera alcanzar.	4
1.5 Alcances y limitaciones.....	5
1.5.1. Alcances.	5
1.5.2. Limitaciones.	6
1.6 Variables	6
1.6.1. Operacionalización de variables,	6
1.7 Hipótesis de la investigación.....	8
1.7.1. Hipótesis general.	8
1.7.2. Hipótesis específicas.	8

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación.	9
2.1.1. Antecedentes a nivel internacional.....	9
2.1.2. Antecedentes a nivel nacional.	11
2.1.3. Antecedentes a nivel local.....	13
2.2 Marco teórico	16
2.2.1. Unidad de Albañilería.	16
2.2.2. Residuos Sólidos de la Construcción y Demolición.	18
2.2.3. Definición de Unidad de albañilería elaborada con material reciclable y agregados.....	20
2.2.4. Impacto de la Unidad de albañilería elaborada con material reciclable y agregados.....	21

2.2.5. Condiciones de la mezcla de mortero del ladrillo elaborado con material reciclable y agregados.	22
2.2.6. Curado del Ladrillo elaborado con material reciclable y agregados.....	22
2.2.7. Principales ventajas del Ladrillo elaborado con material reciclable y agregados.....	23
2.2.8. Cemento.	24
2.2.9. Agregados.	24
2.2.10. Propiedades del concreto en estado fresco.....	27
2.2.11. Propiedades del concreto en estado endurecido.....	28
2.2.12. Método usado para la preparación de los especímenes.....	29
2.2.13. Fabricación de la unidad de albañilería elaborada con material reciclable y agregados.....	30
2.2.14. Curado del concreto.	31
2.2.15. Ensayos a realizar en las unidades de albañilería elaboradas con material reciclable y agregados.	32

CAPÍTULO III

MÉTODO

3.1 Tipo de la investigación	46
3.2 Diseño de la investigación	46
3.3 Población y muestra	47
3.3.1. Población de estudio.	47
3.3.2. Muestra para la investigación.....	48
3.4 Descripción de instrumentos para recolección de datos.	51

CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1	Presentación de resultados por variables.....	53
4.1.1.	Trabajo administrativo.	53
4.1.2.	Trabajo de campo.	55
4.1.3.	Trabajo de laboratorio.	58
4.1.4.	Trabajo de gabinete.	97
4.2	Contrastación de hipótesis	160
4.2.1.	Hipótesis específica A.....	160
4.2.2.	Hipótesis específica B.	162
4.2.3.	Hipótesis específica C.	164
4.3	Discusión de resultados.....	167
4.3.1.	Hipótesis específica A.....	167
4.3.2.	Hipótesis específica B.	169
4.3.3.	Hipótesis específica C.	170

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	Conclusiones	172
5.2	Recomendaciones.....	175
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	177
	MATRIZ DE CONSISTENCIA	180
	APÉNDICES.....	181

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Cuadro de operacionalización de Variables.....	7
Tabla 2. Clasificación de albañilería para fines estructurales.....	16
Tabla 3. Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería	17
Tabla 4. Uso de los residuos de construcción y demolición	20
Tabla 5. Dosificación a emplear en la elaboración de la unidad de albañilería	29
Tabla 6. Incremento de $f'm$ y $v'm$ por edad.....	41
Tabla 7. Resistencias características de la albañilería Mpa (kg/cm ²).....	41
Tabla 8. Resistencias características (muretes) de la albañilería Mpa (kg/cm ²). .	43
Tabla 9. Muestras de materiales Sólidos del botadero	47
Tabla 10. Muestras Materiales Residuos Sólidos del botadero Extraídos	48
Tabla 11. Muestras para ensayo de compresión simple.....	49
Tabla 12. Muestras para ensayo de Absorción.....	49
Tabla 13. Muestras para ensayo de Succión	49
Tabla 14. Muestras para ensayo de Variabilidad	49
Tabla 15. Muestras para ensayo de Alabeo.....	50
Tabla 16. Muestras para ensayo de resistencia de prismas de Albañilería.	50
Tabla 17. Muestras para ensayo de Muretes de Albañilería.	50
Tabla 18. Ubicación de coordenadas del botadero.....	55
Tabla 19. Proporciones usualmente utilizadas en construcciones	59
Tabla 20. Ensayo de rotura de probetas a los 4 días	61
Tabla 21. Ensayo de rotura de probetas a los 7 días	62
Tabla 22. Ensayo de rotura de probetas a los 14 días	62

Tabla 23. Ensayo de rotura de probetas a los 28 días	63
Tabla 24. Ensayo de variabilidad dimensional con ladrillo Hércules H – 10 (NTP 399.613 – revisión 2017)	65
Tabla 25. Ensayo de variabilidad dimensional con ladrillo de material reciclable	66
Tabla 26. Ensayo de alabeo con ladrillo Hércules H – 10 (NTP 399.613 – revisión 2017)	68
Tabla 27. Ensayo de alabeo con ladrillo de material reciclable	69
Tabla 28. Ensayo de porcentaje de vacíos con ladrillo Hércules H – 10 (NTP 399.613 – revisión 2017)	72
Tabla 29. Ensayo de porcentaje de vacíos con ladrillo de material reciclable.....	73
Tabla 30. Ensayo de absorción con ladrillo Hércules H – 10 (NTP 399.613 – revisión 2017)	76
Tabla 31. Ensayo de absorción con ladrillo de material reciclable	77
Tabla 32. Ensayo de succión con ladrillo Hércules H – 10 (NTP 399.613 – revisión 2017)	80
Tabla 33. Ensayo de succión con ladrillo de material reciclable	81
Tabla 34. Ensayo de resistencia a la compresión simple con ladrillo Hércules H – 10 (NTP 399.613 – revisión 2017).....	84
Tabla 35. Ensayo de resistencia a la compresión simple con ladrillo de material reciclable	85
Tabla 36. Ensayo de resistencia a la compresión de prismas con ladrillo Hércules H – 10 (NTP 399.605) a los 7 días.....	88
Tabla 37. Ensayo de resistencia a la compresión de prismas con ladrillo Hércules H – 10 (NTP 399.605) a los 14 días.....	88

Tabla 38. Ensayo de resistencia a la compresión de prismas con ladrillo Hércules H – 10 (NTP 399.605) a los 21 días.....	89
Tabla 39. Ensayo de resistencia a la compresión de prismas con ladrillo de material reciclable a los 7 días	89
Tabla 40. Ensayo de resistencia a la compresión de prismas con ladrillo de material reciclable a los 14 días	90
Tabla 41. Ensayo de resistencia a la compresión de prismas con ladrillo de material reciclable a los 21 días	90
Tabla 42. Ensayo de resistencia a la compresión del mortero (50 mm) a los 4 días	94
Tabla 43. Ensayo de resistencia a la compresión del mortero (50 mm) a los 7 días	94
Tabla 44. Ensayo de resistencia a la compresión del mortero (50 mm) a los 14 días	94
Tabla 45. Ensayo de resistencia a la compresión del mortero (50 mm) a los 21 días	95
Tabla 46. Ensayo de compresión diagonal de murete con ladrillo Hércules H – 10 (NTP 399.621) a los 14 días.....	95
Tabla 47. Ensayo de compresión diagonal de murete con ladrillo Hércules H – 10 (NTP 399.621) a los 21 días.....	95
Tabla 48. Ensayo de compresión diagonal de murete con ladrillo de material reciclable a los 14 días	96
Tabla 49. Ensayo de compresión diagonal de murete con ladrillo de material reciclable a los 21 días	96

Tabla 50. Granulometría del cerámico (botadero de residuos sólidos).....	97
Tabla 51. Granulometría de la arena gruesa muestra N° 1 (Cantera Marón).....	98
Tabla 52. Granulometría de la arena gruesa muestra N° 2 (Cantera Marón).....	98
Tabla 53. Contenido de material fino de la arena gruesa.....	99
Tabla 54. Contenido de humedad de la arena gruesa.....	100
Tabla 55. Contenido de humedad del cerámico	101
Tabla 56. Ensayo de absorción de la arena	101
Tabla 57. Ensayo de absorción del cerámico	102
Tabla 58. Peso específico del agregado fino.....	102
Tabla 59. Peso específico del cerámico	102
Tabla 60. Peso unitario compactado de la arena gruesa.....	104
Tabla 61. Peso unitario suelto de la arena gruesa	104
Tabla 62. Peso unitario compactado del cerámico.....	105
Tabla 63. Peso unitario suelto del cerámico	105
Tabla 64. Peso unitario compactado del Tecnopor	106
Tabla 65. Peso unitario suelto del Tecnopor.....	106
Tabla 66. Dosificación empleada para la elaboración de la unidad de albañilería con material reciclable	107
Tabla 67. Comparación de resultados del ensayo de variabilidad dimensional..	107
Tabla 68. Comparación de resultados del ensayo de alabeo	108
Tabla 69. Comparación de resultados del ensayo de porcentaje de vacíos.....	109
Tabla 70. Comparación de resultados del ensayo de succión	110
Tabla 71. Comparación de resultados del ensayo de absorción.....	111

Tabla 72. Comparación de resultados del ensayo de resistencia a la compresión simple	112
Tabla 73. Comparación de resultados del ensayo de resistencia a la compresión de prismas de albañilería.....	113
Tabla 74. Comparación de resultados del ensayo de compresión diagonal de muretes de albañilería	113
Tabla 75. Matriz de datos SPSS – Ensayo de variación dimensional.....	133
Tabla 76. Alfa de Cron Bach – Ensayo de variación dimensional.....	134
Tabla 77. Prueba de normalidad – Ensayo de variación dimensional.....	134
Tabla 78. Valores para selección de pruebas estadísticas – Ensayo de variación dimensional	135
Tabla 79. Comparación de las pruebas estadísticas – Ensayo de variación dimensional	136
Tabla 80. Prueba de U Man – Withney – Ensayo de variación dimensional.....	136
Tabla 81. Matriz de datos SPSS – Ensayo de alabeo.....	137
Tabla 82. Alfa de Cron Bach – Ensayo de alabeo.....	138
Tabla 83. Prueba de normalidad – Ensayo de alabeo.....	138
Tabla 84. Valores para selección de pruebas estadísticas – Ensayo de alabeo ...	139
Tabla 85. U Mann – Withney – Ensayo de alabeo.....	140
Tabla 86. Matriz de datos SPSS – Ensayo de porcentaje de vacíos.....	140
Tabla 87. Alfa de Cron Bach – Ensayo de porcentaje de vacíos	141
Tabla 88. Prueba de normalidad – Ensayo de porcentaje de vacíos	141
Tabla 89. Valores para selección de pruebas estadísticas – Ensayo de porcentaje de vacíos.....	142

Tabla 90. U Mann – Withney – Ensayo de porcentaje de vacíos	143
Tabla 91. Matriz de datos SPSS – Ensayo de succión	143
Tabla 92. Alfa de Cron Bach – Ensayo de succión.....	144
Tabla 93. Prueba de normalidad – Ensayo de succión.....	144
Tabla 94. Valores para selección de pruebas estadísticas – Ensayo de succión .	145
Tabla 95. Prueba de T de Student – Ensayo de succión.....	146
Tabla 96. Matriz de datos SPSS – Ensayo de absorción.....	146
Tabla 97. Alfa de Cron Bach – Ensayo de absorción	147
Tabla 98. Prueba de normalidad – Ensayo de absorción	147
Tabla 99. Valores para selección de pruebas estadísticas – Ensayo de absorción	148
Tabla 100. Prueba de U Man – Withney – Ensayo de absorción.....	149
Tabla 101. Matriz de datos SPSS – Ensayo de resistencia a la compresión simple	149
Tabla 102. Alfa de Cron Bach – Ensayo de resistencia a la compresión simple	150
Tabla 103. Prueba de normalidad – Ensayo de resistencia a la compresión simple	150
Tabla 104. Valores para selección de pruebas estadísticas – Ensayo de resistencia a la compresión simple.....	151
Tabla 105. Prueba de T de Student – Ensayo de resistencia a la compresión simple	152
Tabla 106. Matriz de datos SPSS – Ensayo de resistencia a la compresión de prismas	153

Tabla 107. Alfa de Cron Bach – Ensayo de resistencia a la compresión de prismas	153
Tabla 108. Prueba de normalidad – Ensayo de resistencia a la compresión de prismas	154
Tabla 109. Valores para selección de pruebas estadísticas – Ensayo de resistencia a la compresión de prismas	155
Tabla 110. Prueba de T de Student – Ensayo de absorción	156
Tabla 111. Matriz de datos SPSS – Ensayo de compresión diagonal de murete	156
Tabla 112. Alfa de Cron Bach – Ensayo de compresión diagonal de murete.....	157
Tabla 113. Prueba de normalidad – Ensayo de compresión diagonal de murete	157
Tabla 114. Valores para selección de pruebas estadísticas – Ensayo de compresión diagonal de murete	158
Tabla 115. Prueba de U Mann – Withney – Ensayo de compresión diagonal de murete.....	159
Tabla 116. Análisis condicional del comportamiento estadístico de las unidades de investigación	166
Tabla 117. Evaluación del P_valor vs α – Ensayos clasificatorios.....	166
Tabla 118. Discusión – análisis de las propiedades de las unidades de albañilería elaborado con material reciclable.....	168
Tabla 119. Discusión – dosificación empleada en la elaboración de las unidades de albañilería con material reciclable.....	169
Tabla 120. Discusión – desarrollo de ensayos para clasificar la unidad de albañilería con material reciclable	171

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Cemento yura 1p alta durabilidad.....	24
Figura 2. Agregado grueso de la cantera Marón	25
Figura 3. Retazos de Cerámico	26
Figura 4. Retazos de Tecnopor.....	26
Figura 5. Molde Unidad de albañilería elaborada con material reciclable y agregados.....	31
Figura 6. Ensayo de Alabeo	32
Figura 7. Ensayo de Absorción	34
Figura 8. Ensayo de Succión.....	36
Figura 9. Ensayo de Variabilidad.....	33
Figura 10. Ensayo de compresión simple	39
Figura 11. Calibración de la Arena Calibrada.....	37
Figura 12. Ensayo de Porcentaje de Vacíos	38
Figura 13. Ensayo de Compresión de prismas de albañilería.	42
Figura 14. Ensayo de Muretes de albañilería.	44
Figura 15. Curva granulométrica del cerámico.....	114
Figura 16. Curva granulométrica de la arena gruesa muestra N° 1 (Cantera Marón)	115
Figura 17. Curva granulométrica de la arena gruesa muestra N° 2 (Cantera Marón)	115
Figura 18. Contenido de material fino de la arena gruesa.....	116
Figura 19. Contenido de humedad en la arena gruesa	116

Figura 20. Contenido de humedad del cerámico.....	117
Figura 21. Ensayo de absorción de la arena.....	117
Figura 22. Ensayo de absorción del cerámico.....	118
Figura 23. Peso específico de la arena gruesa.....	118
Figura 24. Peso específico del cerámico.....	119
Figura 25. Peso unitario compactado de la arena.....	119
Figura 26. Peso unitario suelto de la arena.....	120
Figura 27. Peso unitario compactado del cerámico.....	120
Figura 28. Peso unitario suelto del cerámico.....	121
Figura 29. Peso unitario compactado del Tecnopor.....	121
Figura 30. Peso unitario suelto del Tecnopor.....	122
Figura 31. Dosificación empleada para la elaboración de la unidad de albañilería con material reciclable.....	123
Figura 32. Comparación de resultados del ensayo de variación dimensional.....	124
Figura 33. Comparación de resultados del ensayo de alabeo.....	125
Figura 34. Comparación de resultados del ensayo de porcentaje de vacíos.....	126
Figura 35. Comparación de resultados del ensayo de succión.....	127
Figura 36. Comparación de resultados del ensayo de absorción.....	128
Figura 37. Comparación de resultados del ensayo de resistencia a la compresión simple.....	129
Figura 38. Comparación de resultados del ensayo de resistencia a la compresión de prismas de albañilería.....	130
Figura 39. Comparación de resultados del ensayo de compresión diagonal de muretes de albañilería a los 14 y 21 días.....	131

Figura 40. Gráfico de cajas de la prueba de normalidad – Ensayo de variación dimensional	135
Figura 41. Gráfico de cajas de la prueba de normalidad – Ensayo de alabeo.....	139
Figura 42. Gráfico de cajas de la prueba de normalidad – Ensayo de porcentaje de vacíos.....	142
Figura 43. Gráfico de cajas de la prueba de normalidad – Ensayo de succión...	145
Figura 44. Gráfico de cajas de la prueba de normalidad – Ensayo de absorción	148
Figura 45. Gráfico de cajas de la prueba de normalidad – Ensayo de resistencia a la compresión simple.....	151
Figura 46. Gráfico de cajas de la prueba de normalidad – Ensayo de resistencia a la compresión de prismas	154
Figura 47. Gráfico de cajas de la prueba de normalidad – Ensayo de compresión diagonal de murete	158

ÍNDICE DE ECUACIONES

	Pág.
Ecuación 1. Ensayo de variabilidad dimensional.....	64
Ecuación 2. Ensayo de porcentaje de vacíos.....	71
Ecuación 3. Ensayo de absorción.....	75
Ecuación 4. Ensayo de succión	79
Ecuación 5. Ensayo de resistencia a la compresión simple	83
Ecuación 6. Ensayo de resistencia en compresión de prismas de albañilería	88
Ecuación 7. Ensayo de compresión diagonal de muretes de albañilería.....	93

ÍNDICE DE APÉNDICES

	Pág.
Apéndice A. Formatos para la recolección de datos de los ensayos	181
Apéndice B. Ubicación del botadero.	193
Apéndice C. Recolección de los cerámicos.	194
Apéndice D. Elección de las muestras de Tecnopor.	195
Apéndice E. Cerámicos.	196
Apéndice F. Tecnopor.	196
Apéndice G. Unidades de albañilería Hércules H – 10.	197
Apéndice H. Cemento portland puzolánico 1P.	197
Apéndice I. Arena gruesa.	198
Apéndice J. Moldes para las unidades de albañilería.	199
Apéndice K. Tubos de PVC.	199
Apéndice L. Materiales de la dosificación.	200
Apéndice M. Incorporación de la arena gruesa a la mezcladora.	200
Apéndice N. Incorporación del cerámico triturado.	201
Apéndice O. Incorporación del Tecnopor.	201
Apéndice P. Incorporación del cemento.	202
Apéndice Q. Comprobación del Slump del concreto.	202
Apéndice R. Comprobación de la temperatura de la mezcla.	204
Apéndice S. Llenado de la primera capa en el molde.	205
Apéndice T. Golpes con el combo de goma.	205
Apéndice U. Varillado por capas.	206
Apéndice V. Nivelación y eliminación de exceso de la mezcla.	206

Apéndice W. Instrumentos empleados para el ensayo de variación dimensional.	207
Apéndice X. Mediciones de las caras de las unidades de albañilería Hércules H – 10.....	207
Apéndice Y. Mediciones de las caras de las unidades de albañilería con material reciclable.	208
Apéndice Z. Medida de la cara cóncava y convexa de la unidad de albañilería Hércules H – 10.....	209
Apéndice AA. Medida de la cara cóncava de la unidad de albañilería con material reciclable.	210
Apéndice BB. Unidades de albañilería Hércules H – 10 proceso y llenado con la arena calibrada.	211
Apéndice CC. Peso de la arena calibrada en la unidad de albañilería Hércules H – 10.....	211
Apéndice DD. Unidad de albañilería con material reciclable proceso y llenado con la arena calibrada.....	212
Apéndice EE. Peso de la arena calibrada en la unidad de albañilería con material reciclable.	212
Apéndice FF. Unidades de albañilería Hércules H – 10 introducidas en el horno por 24 horas.....	213
Apéndice GG. Unidades de albañilería Hércules H – 10 sumergidas en un pozo con agua potable.....	213
Apéndice HH. Peso de las unidades de albañilería Hércules H – 10.....	214

Apéndice II. Unidades de albañilería con material reciclable introducidas en el horno por 24 horas.	214
Apéndice JJ. Unidades de albañilería con material reciclable sumergidas en un pozo con agua potable.	215
Apéndice KK. Peso de las unidades de albañilería con material reciclable.....	215
Apéndice LL. Unidad de albañilería Hércules H – 10 sumergida parcialmente.	216
Apéndice MM. Control de tiempo con cronometro de las unidades de albañilería Hércules H – 10.....	216
Apéndice NN. Peso de la unidad de albañilería Hércules H – 10 parcialmente saturada.	217
Apéndice OO. Unidad de albañilería con material reciclable, sumergida parcialmente.	217
Apéndice PP. Control de tiempo con cronometro de las unidades de albañilería con material reciclable.	218
Apéndice QQ. Peso de la unidad de albañilería con material reciclable, parcialmente saturada.....	219
Apéndice RR. Instrumentos y equipos a utilizar en el ensayo de resistencia a la compresión simple.	219
Apéndice SS. Unidades de albañilería Hércules H – 10 con el refrentado y nivelado.	220
Apéndice TT. Unidades de albañilería Hércules H – 10 en la máquina de compresión.	221
Apéndice UU. Corte a la mitad de las unidades de albañilería con material reciclable.	222

Apéndice VV. Unidades de albañilería con material reciclable con el refrentado.	222
Apéndice WW. Unidades de albañilería con material reciclable en la máquina de compresión.	223
Apéndice XX. Instrumentos y equipos a utilizar en el ensayo de resistencia a la compresión de prismas de albañilería.	223
Apéndice YY. Construcción de las pilas con unidades de albañilería.....	224
Apéndice ZZ. pilas de albañilería Hércules H – 10 en la máquina de compresión.	225
Apéndice AAA. Construcción de pilas con unidades de albañilería con material reciclable.	225
Apéndice BBB. Pilas de albañilería con material reciclable en la máquina de compresión.	226
Apéndice CCC. Instrumentos para preparar las muestras de concreto que serán utilizadas en los muretes.	227
Apéndice DDD. Cubos de concreto en la máquina de compresión.	227
Apéndice EEE. Construcción del murete con unidades de albañilería Hércules H – 10.....	228
Apéndice FFF. Murete terminado con unidades de albañilería Hércules H – 10.	228
Apéndice GGG. Murete con unidades de albañilería Hércules H – 10 en la máquina de compresión.....	229
Apéndice HHH. Murete después del ensayo con unidades de albañilería Hércules H – 10.....	229

Apéndice III. Construcción del murete con unidades de albañilería con material reciclable.	230
Apéndice JJJ. Muretes terminados con unidades de albañilería con material reciclable.	230
Apéndice KKK. Murete con unidades de albañilería con material reciclable en la máquina de compresión.....	231
Apéndice LLL. Murete después del ensayo con unidades de albañilería con material reciclable.	231
Apéndice MMM. Preparación de la muestra de cerámicos para el ensayo de granulometría.	232
Apéndice NNN. Granulometría del cerámico.	232
Apéndice OOO. Preparación de la muestra de arena gruesa para el ensayo de granulometría.	233
Apéndice PPP. Granulometría de la arena gruesa.....	233
Apéndice QQQ. Peso específico y absorción de la arena gruesa.....	234
Apéndice RRR. Peso específico y absorción del cerámico.	234
Apéndice SSS. Proceso del peso unitario compactado del Tecnopor.....	235
Apéndice TTT. Proceso del peso unitario suelto del Tecnopor.	236
Apéndice UUU. Proceso del peso compactado del cerámico.	237
Apéndice VVV. Proceso del peso unitario del cerámico.	238
Apéndice WWW. Proporciones de los materiales (cemento, arena gruesa, cerámico triturado y Tecnopor triturado) en gramos.	239

RESUMEN

Los Residuos sólidos provenientes de la construcción y demolición de viviendas de albañilería, no son aprovechados una vez terminada esta labor, dándoles una inadecuada disposición final en los botaderos, lo que conlleva a problemas ambientales y sociales. La investigación presentada tuvo como objetivo general evaluar la fabricación de la unidad de albañilería compuesto con material reciclable en muros de albañilería confinada, Moquegua 2021. La Hipótesis General fue: Realizar un análisis comparativo entre una unidad de albañilería convencional y la fabricada con material reciclable. Mediante los ensayos realizados a las propiedades físicas y mecánicas, se determinó si es posible utilizarlo como una unidad de albañilería alternativo en la construcción de viviendas. El método de investigación fue el correlacional, con el propósito de vincular y relacionar las características físicas y mecánicas del ladrillo convencional, frente al ladrillo fabricado con material reciclable y agregados y el diseño empleado fue el experimental. La población correspondió a 264 especímenes entre ladrillos convencionales y elaborados con material reciclable y agregados; la muestra correspondió a toda la población, por lo que no se consideró una técnica de muestreo. Se pudo concluir que la unidad de albañilería fabricada con material reciclable y agregados en comparación con el ladrillo convencional Hércules H-10 tipo IV (ladrillera el Diamante), de acuerdo a los ensayos de laboratorio realizados, clasifico como Tipo III según el Reglamento Nacional de Edificaciones E-070 albañilería.

Palabras Clave: Propiedades físicas, propiedades mecánicas, ladrillo, material reciclable, material convencional.

ABSTRACT

Solid waste from the construction and demolition of masonry houses is not used once this work is finished, giving it an inadequate final disposal in dumps, which leads to environmental and social problems. The research presented had the general objective of evaluating the manufacture of the composite masonry unit with recyclable material in confined masonry walls, Moquegua 2021. The General Hypothesis was: Carry out a comparative analysis between a conventional masonry unit and one made with recyclable material. Through the tests carried out on the physical and mechanical properties, it was determined if it is possible to use it as an alternative masonry unit in the construction of houses. The research method was correlational, with the purpose of linking and relating the physical and mechanical characteristics of conventional brick, compared to brick made with recyclable material and aggregates, and the design used was experimental. The population corresponded to 264 specimens between conventional bricks and made with recyclable material and aggregates; the sample corresponded to the entire population, so it was not considered a sampling technique. It was possible to conclude that the masonry unit made with recyclable material and aggregates compared to the conventional brick Hercules H-10 type IV (brickyard the Diamond), according to the laboratory tests carried out, classified as Type III according to the National Regulation of Buildings E-070 masonry.

Keywords: physical properties, mechanical properties, brick, recyclable material, conventional material.

INTRODUCCIÓN

Según las estadísticas de los Censos Nacionales 2017 XII de Población y VII de Vivienda, se tiene que el 60.51% del total de las viviendas en la ciudad de Moquegua son del tipo de albañilería confinada.

La mayoría de viviendas en el Perú y Moquegua utilizan como material de construcción la albañilería confinada, lo utilizan en su mayoría las clases sociales populares, en la construcción de sus viviendas de 2 a 5 pisos, las unidades de albañilería son fabricadas en la propia región empleando medios mecanizados y de manera artesanal.

La presente investigación su objetivo principal fue determinar la fabricación de una unidad de albañilería compuesta con materiales reciclables de la zona para dar uso a materiales contaminantes y en desuso.

De esta manera se realizará una comparación entre la unidad de albañilería King Kong hércules 10 y la unidad de albañilería compuesta con material reciclable y agregados, la cual se medirá según los Ensayos clasificatorios de: Resistencia a la compresión simple, alabeo, variabilidad y absorción; ensayos no clasificatorios: Porcentaje de vacíos, succión; también se realizará ensayos a la unidad de albañilería de compresión axial (prisma de albañilería) y muretes de albañilería.

Se elaboraron las cantidades establecidas según reglamento nacional de edificaciones para cada ensayo clasificatorio, no clasificatorio y los ensayos a la unidad de albañilería se realizarán a los 7 días, 14 días y 21 días.

La presente investigación se refiere al tema “Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo convencional y ladrillo elaborado con material reciclable en la ciudad de Moquegua 2021”.

Este estudio tiene la finalidad de hallar la resistencia y clasificación alcanzada según los ensayos antes mencionados por la unidad de albañilería compuesta por material reciclable y compararla con la unidad convencional de albañilería de esta manera poderle dar uso a esta nueva unidad en un sistema de albañilería confinada haciendo uso del material como: cemento, arena gruesa, cerámica y tecnopor en desuso de la ciudad de Moquegua las cuales tendrán que estar dentro de los parámetros impuesto por los reglamentos constructivos. Esta investigación servirá como estadística para futuros estudios sobre este tema.

En el capítulo I se realiza la descripción de la realidad del problema ¿Cómo influye la fabricación de la unidad de albañilería compuesto con material reciclable en muros de albañilería confinada, Moquegua 2021?

En el capítulo II se refiere al marco teórico, donde se realizó la recopilación de definiciones de diferentes autores sobre los conceptos relacionados al tema de investigación.

En el capítulo III muestra el método, Se optó por utilizar el método correlacional, por el tipo de muestras y ensayos que se utilizaran.

En el capítulo IV da a conocer los aspectos administrativos, donde figura el cronograma de actividades y recursos que se utilizaran.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Descripción de la realidad del problema

Actualmente en la ciudad de Moquegua, las unidades de albañilería como el ladrillo mecanizado o artesanal de arcilla cocida, son empleadas en la construcción de viviendas, muros confinados y tabiques, además estos deberán cumplir las normas vigentes como:

- Norma Técnica E 070 Albañilería, NTP 399.613 método de muestreo y ensayos de ladrillos de arcilla usados en albañilería. NTP 399.605 métodos de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería, NTP 399.621 método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.

De tal manera se optó por fabricar una nueva unidad de albañilería compuesto por material reciclable y agregados que se genera en la zona, para darle un nuevo uso en la construcción de muros de albañilería confinada y cercos perimétricos. Esta unidad se podrá fabricar de una manera que no afecte el medio ambiente, sea de fácil fabricación y al alcance de todos economizando los gastos en comparación con una unidad de albañilería convencional.

1.2 Definición del problema

1.2.1. Problema general.

¿Cómo influye la fabricación de la unidad de albañilería compuesto con material reciclable en muros de albañilería confinada, Moquegua 2021?

1.2.2. Problemas específicos.

1.2.2.1 Problema específico n° 01.

¿Cómo influye las características de los agregados a utilizar en la elaboración del concreto para la fabricación de la unidad de albañilería?.

1.2.2.2 Problema específico n° 02.

¿Cómo influye las proporciones de los agregados y materiales reciclables empleados para la fabricación de la unidad de albañilería?.

1.2.2.3 Problema específico n° 03.

¿Cómo influye la clasificación de la unidad de albañilería al realizar los ensayos clasificatorios, no clasificatorios, resistencia de prismas y muretes de albañilería en la clasificación de la unidad de albañilería?.

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general.

Evaluar la fabricación de la unidad de albañilería compuesto con material reciclable en muros de albañilería confinada, Moquegua 2021.

1.3.2. Objetivos específicos.

1.3.2.1 Objetivo Específico n° 01.

Determinar las características de los agregados y materiales reciclables empleados para la fabricación de la unidad de albañilería.

1.3.2.2 Objetivo Específico n° 02.

Determinar las proporciones de los agregados y materiales reciclables empleados para la fabricación de la unidad de albañilería.

1.3.2.3 Objetivo Específico n° 03.

Determinar la influencia en la albañilería confinada, al clasificar la unidad de albañilería compuesta con material reciclable.

1.4 Justificación

1.4.1. Grado de importancia del estudio.

Actualmente en la región Moquegua con el transcurrir de los años se ve reflejado el incremento de obras y proyectos debido a la expansión de la población. Esto ha traído grandes beneficios en calidad de vida de sus habitantes, generando empleos y su productividad; sin embargo, todo esto trae repercusiones hacia el medio ambiente por los desechos de la construcción contaminándolos de manera directa, porque en su mayoría son desperdicios no controlados o dirigidos a una vía de reciclamiento formal, es decir son utilizados como desmonte o relleno para nivelar algún terreno.

1.4.2. Aporte fundamental que se espera alcanzar.

Analizando esta situación y con la finalidad de respetar el medio ambiente y aportar a la ciudad de Moquegua con un producto nuevo al que todos puedan acceder para su fabricación o mejoramiento de viviendas presento esta investigación creada y enfocada en el desarrollo de un producto sostenible de ladrillos con material reciclado como el Tecnopor, cerámico para pisos, para que empiece a ser reutilizado.

1.4.3. Aporte fundamental que se espera alcanzar.

1.4.3.1 El estudio es nuevo.

El estudio no es nuevo puesto que se está aplicando en ciudades de gran crecimiento constructivo y en donde se quiere dar solución a estos materiales que son considerados desechos. Es por esto por lo que se pretende realizar la fabricación de una unidad de albañilería con material reciclable y agregados.

1.4.3.2 El estudio es de interés.

El estudio es de interés puesto que en la Ciudad de Moquegua los desechos de construcción de las obras de infraestructura como: Cerámico para pisos y en las viviendas los desechos de Tecnopor que se genera por la compra de electrodomésticos u otros usos que se le da, para después quedar como desecho.

Se trata de darle uso a estos materiales triturándolos para generar junto a los agregados una nueva unidad de albañilería.

1.4.3.3 Es factible.

Las ventajas radican fundamentalmente que es un producto de impacto ambiental menor, desarrollar unidades de albañilería con productos reciclados de la construcción y que tengan una resistencia mecánica suficiente para cumplir con las demandas de calidad, además que tengan un menor costo unitario.

1.4.3.4 Existen otros estudios sobre este problema.

Sí, pero no son muy utilizadas por falta de conocimiento en cuanto a las propiedades mecánicas de esta nueva unidad de albañilería en comparación con la unidad de albañilería convencional.

1.5 Alcances y limitaciones

1.5.1. Alcances.

El proyecto se desarrollará a escala de laboratorio, en las instalaciones de la Universidad José Carlos Mariátegui. El diseño de mezcla para la fabricación de la unidad de albañilería tendrá la siguiente dosificación 1:2:2:1 la mezcla de concreto será realizado en el laboratorio donde se utilizará materiales como. Cemento, arena gruesa, retazos de cerámico y Tecnopor. Disponibles en la ciudad. Se usarán las herramientas necesarias para la obtención de datos e información para su diseño y cumplimiento de los objetivos.

El desarrollo de esta investigación a nivel de laboratorio permitirá que los futuros estudiantes de ingeniería civil tengan la oportunidad de observar por medio los resultados obtenidos en cuanto a los ensayos realizados, conocer las propiedades físicas y mecánicas de este producto. El estudio incluirá solo cemento portland 1p, Arena gruesa, cerámico y tecnopor de las canteras y botaderos de construcción de Moquegua, además se utilizará agua potable del laboratorio de la universidad.

1.5.2. Limitaciones.

La investigación estará destinada a la elaboración de unidades de albañilería, utilizando como materia prima los residuos sólidos triturados provenientes de los desechos de obras de construcción civil. El cemento a emplear será el cemento Portland Tipo IP, el agua será potable y la arena que se utilizará para su fabricación será de la cantera Marón ubicada en el centro poblado menor de San Antonio.

El tiempo aproximado para la realización de este proyecto de investigación es de 03 meses, en el cual serán presentadas todas las bases teóricas, los ensayos de laboratorio, se presentarán los resultados, el análisis y las conclusiones.

1.6 Variables

1.6.1. Operacionalización de variables,

1.6.1.1 Variable independiente.

Material reciclable y agregados

1.6.1.2 Variable dependiente.

Las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo convencional y reciclable.

Tabla 1

Cuadro de operacionalización de Variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Sub - dimensión	Unidad de medida	Indicadores	Escala de medición
VARIABLE DEPENDIENTE Las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo reciclable y convencional	PROPIEDADES FÍSICAS: Son aquellas que pueden ser medidas y observadas sin modificar la sustancia ya sea la identidad o en la composición.	La forma en que se obtendrá las propiedades físicas y mecánicas de un ladrillo de arcilla es mediante diversos ensayos en los cuales se aplicarán y serán sujetas a la normativa E-070.	PROPIEDADES FÍSICAS	Variación dimensional	%	Geometría	Razón
				Alabeo	mm	Geometría	Nominal
				Absorción	%	Permeabilidad	Razón
	Succión			g/200 cm ²	Succión	Nominal	
	Resistencia compresión simple			Kg/cm ²	Resistencia a Compresión	Nominal	
	Resistencia compresión de prismas de albañilería (f'm).			Kg/cm ²	Resistencia a Compresión	Nominal	
VARIABLE INDEPENDIENTE Material reciclable y agregados	Los materiales reciclables son aquellos que pueden ser reutilizados de nuevo tras su uso principal.	Se obtienen resultados mediante ensayos de laboratorio.	PROPIEDADES FISICAS DEL MATERIAL RECICLABLE Y AGREGADOS	Resistencia compresión diagonal de muretes de albañilería (V'm)	Kg/cm ²	Resistencia a Compresión	Nominal
				Granulometría	g.	Gradación	Nominal
				Contenido de Humedad	%	Humedad	Razón
				Gravedad Específica	%	Peso específico	Razón
				Absorción	%	Permeabilidad	Razón
				Peso Unitario suelto y compactado	g/cm ³	Peso unitario	Nominal

1.7 Hipótesis de la investigación

1.7.1. Hipótesis general.

La fabricación de la unidad de albañilería compuesta con material reciclable cumpliría los requisitos para muros de albañilería confinada, Moquegua 2021.

1.7.2. Hipótesis específicas.

1.7.2.1 Hipótesis específica n° 01.

Las características de las propiedades físicas de las unidades de albañilería elaboradas con residuos sólidos, arena de la cantera Marón, y cemento portland 1p cumplirían con los parámetros de la norma E-070.

1.7.2.2 Hipótesis específica n° 02.

Realizar 01 dosificación empleando el material reciclable y agregados que alcanzarían una resistencia óptima.

1.7.2.3 Hipótesis específica n° 03.

Realizar ensayos clasificatorios, resistencia a compresión de prismas y muretes de albañilería que clasificarían la unidad de albañilería según la norma E-070, del Reglamento Nacional de Edificaciones.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación.

2.1.1. Antecedentes a nivel internacional.

A nivel internacional se hace uso de las siguientes tesis:

Aguinsaca & Albuja (2021) sustentaron la tesis “Diseño y evaluación del comportamiento estructural de mampostería sismorresistente con materiales reciclados, para emplearlos en la construcción de edificaciones”. (Tesis de Título). Universidad Central del Ecuador. Cuyo **objetivo** principal consiste en diseñar de manera experimental mampuestos sismorresistentes, según estas sus características físicas y mecánicas deben satisfacer las normativas vigentes del medio, con el fin de utilizarlos como material de la construcción en edificaciones. **Conclusiones:** a) De manera general se puede concluir que, al incluir materiales reciclados en un porcentaje óptimo a la matriz cementante de un bloque de hormigón, se puede mejorar significativamente sus propiedades mecánicas. Los resultados mostraron que es posible mejorar el comportamiento estructural de la mampostería sin aumentar en gran medida el peso de la edificación, es así que se desarrolló una

mampostería con densidades de 1540,639 Kg/m³, resistencia a la compresión de 8,18 MPa, resistencia al corte de 0,942 MPa, módulo de rigidez de 1996,79 MPa demostrando así que el uso de materiales reciclables en la matriz de los bloques de hormigón favorece a la respuesta esperada por los elementos ante la acción de un evento sísmico. b) La mampostería no estructural en una edificación genera ante la acción de un evento sísmico una interacción Pórtico – mampostería, que puede afectar considerablemente su comportamiento sísmico, ya que se modifica la rigidez de la estructura, además de generar problemas de torsión, columna corta y piso blando. Por lo cual es necesario evaluar la influencia que tiene la mampostería en el comportamiento estructural y no solo considerarla como una sobrecarga.

Caivinagua (2018). Sustento la tesis “Mampostería en seco, tipo lego con ladrillo de plástico reciclado aplicado para fines de construcción emergente”. (Tesis de Título). Universidad Técnica Particular de Loja. Cuyo **objetivo** fundamental es analizar la técnica constructiva denominada "Mampostería en seco, tipo lego con ladrillo de plástico reciclado aplicado para fines de construcción emergente", la cuál es utilizada en estos últimos años en otros países. En Perú se utiliza como nuevo método para crear arquitectura sostenible, contribuyendo de esta manera a la contaminación del medio ambiente y promoviendo así la posibilidad de construir con este nuevo tipo de material. Se llevó a cabo 3 procesos de investigación a través del plástico reciclado; obteniendo finalmente los resultados se concluyó que la mejor opción fue el experimento "C" (3) el ladrillo de PEAD, que cumple con el 95% de los requisitos mínimo exigidos según norma ISO 178 en cuanto a resistencia a la flexión, compresión, de acuerdo a estos resultados se determina que pueden ser utilizados en la construcción. a) El diseño de este ladrillo de plástico PEAD

obtiene las dimensiones y la forma de los ladrillos comunes que existen en el mercado local y no escapar del imaginario de la gente. b) Las probetas y ladrillos de polímero PEAD al enfriarse y encogerse hicieron que se arqueara el molde en los ángulos y dejó de hacerlo hasta que se libera la pieza del molde.

2.1.2. Antecedentes a nivel nacional.

A nivel nacional se hace uso de las siguientes tesis:

Ccosco & De la Cruz (2020). Sustento la tesis “Ladrillos ecológicos adicionando plástico PET y evaluación de sus propiedades físico-mecánica para el diseño de viviendas unifamiliares, Huachipa-2020”. (Tesis de Título). Universidad César Vallejo. Cuyo **objetivo** fue fabricar ladrillos ecológicos adicionando plástico PET y determinar sus propiedades físico-mecánico para la construcción de viviendas unifamiliares. El diseño de la investigación es cuasi experimental de tipo aplicada, nivel explicativo, la población es de 150 ladrillos, la muestra a emplear fue de 3 por dosificación, la técnica empleada fue la observación y los instrumentos fueron las fichas de recolección de datos que fueron aprobados por 3 expertos para su validación. Se realizaron ensayos a los ladrillos ecológicos con adición de PET en 3%, 6% y 9% para determinar sus propiedades físico- mecánicas. **Conclusiones:** a) Se determinó las propiedades físico-mecánico del ladrillo ecológico con adición de 3% de plástico PET, logrando llegar a una resistencia de compresión máxima de 135.3 kg/cm² en unidad de albañilería, de igual manera para la resistencia a compresión de pilas se logró una resistencia de 91.4 kg/cm². También para la resistencia a compresión diagonal de muretes se obtuvo una resistencia de 5.4 kg/cm². De igual modo la variación dimensional largo -0.28%, ancho -1.1% y alto 1.1%, alabeo 2mm y con una absorción de 11.1%, clasificando así como un ladrillo

de tipo IV a los 28 días de secado, estos resultados obtenidos superan a los antecedentes y también son aptos para el uso en viviendas de albañilería confinada, ya que cumplen con la resistencia requerida por norma E.070 albañilería el cual indica que, un ladrillo tipo IV debe tener como resistencia a compresión mínima el valor de 130kg/cm² en unidades de albañilería. b) Se analizó las propiedades físico-mecánico del ladrillo ecológico con adición de 6% de plástico PET, logrando llegar a una resistencia de compresión máxima de 128.5 kg/cm² en unidad de albañilería, de igual manera para la resistencia a compresión de pilas se logró una resistencia de 86.7 kg/cm². También para la resistencia a compresión diagonal de muretes se obtuvo una resistencia de 4.75 kg/cm². De igual modo la variación dimensional largo -0.28%, ancho -0.53% y alto 1.1% y alabeo 2mm y con una absorción de 9.65% de agua clasificando, así como un ladrillo de tipo III a los 28 días de secado, estos resultados obtenidos superan a los antecedentes, pero no son aptos para el uso en viviendas de albañilería confinada, ya que, los óptimos según la norma E.070 son los ladrillos de tipo IV 130kg/cm² en unidades de albañilería. Sin embargo, estos son aplicables para muros de tabiquería.

Galvan (2020). Sustento la tesis “Uso del concreto reciclado en la construcción de viviendas básicas en la provincia de Huancayo-2018”. (Tesis de Titulo). Universidad Peruana los Andes. Cuyo **objetivo** fue evaluar la utilización de agregados reciclados para ser utilizados en la construcción de viviendas básicas en la provincia de Huancayo – 2018. La hipótesis general que se verificó fue: Si es posible el uso del concreto reciclado en la construcción de viviendas básicas en la provincia de Huancayo – 2018. El método empleado para esta investigación fue el científico, el tipo de investigación fue la aplicada, de nivel descriptivo - explicativo

y diseño experimental. La población para su estudio, estuvo conformada por 1026 muestras, en esta investigación no se utilizó la técnica de muestreo, más bien se empleó el censo, porque la población del lugar fue pequeña. **Conclusiones:** a) Las propiedades físicas del concreto utilizando agregado reciclado difieren de manera no significativa de las propiedades como, el asentamiento, peso unitario, rendimiento, contenido de aire, exudación y el tiempo de fraguado; sin embargo, estas propiedades pueden mejorarse si se usa aditivos; en la que la dosificación no supere una concentración del 1.5 %. b) Debido a que los valores del concreto con agregado reciclado son menores en comparación a los elaborados de manera convencional, el comportamiento estructural es menor; pues la cortante basal es menor y los desplazamientos son mayores; sin embargo, en ningunos de los casos están por debajo de los límites permisibles.

2.1.3. Antecedentes a nivel local.

A nivel local se hace uso de las siguientes tesis:

Valdivia (2021). Sustento la tesis “Identificación de las propiedades de las unidades de albañilería de arcilla que se comercializan en Moquegua, 2019”. (Tesis de Título). Universidad José Carlos Mariátegui. Cuyo **objetivo** fue investigar la incertidumbre de datos específicos y exactos al momento de realizar un diseño de albañilería en la ciudad de Moquegua, datos que corresponden a las características físico-mecánicas de las unidades de albañilería. Con esta misión se visitó todas las empresas que comercializan unidades de albañilería estructural en Moquegua a finales del año 2019, con el fin de recolectar las muestras necesarias de cada empresa para su posterior evaluación y estudio mediante ensayos de laboratorio, los cuales fueron: variación dimensional, alabeo, resistencia a la compresión,

absorción, resistencia a la compresión de prismas y esfuerzo admisible en tracción por flexión. **Conclusiones:** a) Se estudiaron y determinaron las propiedades físicas y mecánicas de tres tipos de unidades de albañilería estructural que se comercializan en Moquegua, tras la realización de los siguientes ensayos en el laboratorio: alabeo, variación dimensional, resistencia a la compresión, absorción, resistencia a la compresión de prismas de albañilería, esfuerzo admisible en tracción por flexión de la unidad de albañilería. b) De acuerdo a la clasificación que se aprecia en la Tabla 3 de esta investigación; las unidades de albañilería estudiada no se encuentran en la clasificación adecuada, tal como se aprecia en la interpretación de resultados Tabla 31. La degradación del tipo de ladrillo se debe primordialmente a los bajos resultados que se obtuvieron en el ensayo de resistencia a la compresión.

Cahui (2021). Sustento la tesis “Evaluación de la resistencia del concreto de $f'c$ 210 kg/cm² mediante el empleo de aditivo superplastificante reductor de agua - Moquegua, 2019”. (Tesis de Titulo). Universidad José Carlos Mariátegui. Cuyo **objetivo** fue mejorar la resistencia del concreto $f'c$ 210 kg/cm² para optimizar los trabajos en auto construcción evaluando el concreto fresco y endurecido con el cemento Yura 1P tipo 1 para el diseño se realiza mediante el método ACI 211, Con la utilización del aditivo sikament 306 superplastificante, al adicionar en el concreto $f'c$ 210 kg/cm² las siguientes proporciones de aditivo con respecto al peso de cemento como son. 0,5 %, 1 %, 1,5 %, 2 %, y 3 % para luego hacer una comparación de su resistencia en distintas edades de curado como son 7, 14, 21 y 28 días, se evaluara 80 muestras con aditivo y 16 muestras sin aditivo, los testigos de concreto $f'c$ 210 kg/cm² curado en temperatura donde no afecte a la resistencia, dicho procedimiento se tomó de la NTP 339,183 y la ASTM C 39, los testigos se

rompieron a compresión y se comparó la resistencia, por otro lado se realizó el análisis estadístico y análisis de costo. **Conclusiones: a)** Se concluyó realizando la comparación de resultado obtenido en los testigos de concreto $f'c$ 210 kg/cm² y concreto $f'c$ 210 kg/cm² con aditivo sikament^R 306 superplastificante reductor de agua de alto rango que mantiene la trabajabilidad y existe incremento de resistencia a los 28 días con aditivo de 0,5 % gana 3,86 %, con 1,0 % gana 7,72 %, con 1,5 % gana 9,99 %, con 2 % gana 12,58 %, con 3 % gana 3,73 % de incremento de resistencia con relación al diseño patron especificado, sin producir segregación. b) De la comparación del concreto $f'c$ 210 kg/cm² y el concreto $f'c$ 210 kg/cm² con aditivo sikament^R 306 aditivo superplastificante reductor de agua de alto rango que mantiene la trabajabilidad el máximo incremento de resistencia fue 12,58 % a los 28 días con 2 % de aditivo por lo que se verifico y se tiene la norma ASTM C39.

2.2 Marco teórico

2.2.1. Unidad de Albañilería.

Es aquella unidad (ladrillo) que de acuerdo a su dimensión y peso puede ser manipulada con una sola mano. Se denomina bloque a aquella unidad que debido a su tamaño y peso requiere de las dos manos para que pueda ser manipulado. Las unidades de albañilería mencionados en esta norma son ladrillos y bloques que para su fabricación se emplea arcilla, sílice-cal o concreto, como materia prima. Estas unidades fabricadas son sólidas, huecas, alveolares o tubulares y serán fabricadas de una manera artesanal o industrial. Cuando las unidades sean curadas por inmersión en agua, el plazo como mínimo para ser utilizadas es de 28 días. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2020).

2.2.1.1 Clasificación para fines estructurales.

Para un diseño estructural, las unidades de albañilería se basarán en las siguientes características que se indican en la tabla 2. (Norma E 0.70).

Tabla 2

Clasificación de albañilería para fines estructurales.

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (mm)			ALABEO (mm)	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Mpa (kg/cm ²)
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Hasta 150 mm		
	Ladrillo I	± 8	± 6		
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 P ⁽²⁾	± 7	± 6	± 4	8	2,0(20)

Nota: Datos de la Norma E.070 Albañilería RNE – 2020 (tabla n° 01).

(1) Bloque usado en la construcción de muros portantes

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

2.2.1.2 Limitaciones en su aplicación.

La utilización de estas unidades de albañilería estará condicionada según lo que se indica en la Tabla 3.

Tabla 3

Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería

Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales			
	Zona sísmica 2 y 3		Zona Sísmica 1
TIPO	Muro portante en edificios de 4 pisos a más	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo edificio
Sólido artesanal (*)	No	Si, hasta 2 pisos	Si
Sólido Industrial	Si	Si	Si
Alveolar	Si	Si	Si
	Celdas totalmente con grout	Celdas parcialmente con grout	Celdas parcialmente con grout
Hueca	No	No	Si
Tubular	No	No	Si, hasta 2 pisos

Nota: Datos extraídos de la Norma E.070 Albañilería RNE -2020 (tabla n° 02)

(*) Las limitaciones indicadas establecen condiciones mínimas que pueden ser exceptuadas con el respaldo de un informe y memoria de cálculo sustentada por un ingeniero civil.

2.2.1.3 Aceptación de la Unidad.

Si la unidad de albañilería ensayada obtuviera más del 20% de dispersión en cuanto a sus resultados (coeficiente de variación), para aquellas unidades fabricadas industrialmente, y 40% para unidades elaboradas de manera artesanal, se tendrá que escoger otra muestra para su respectivo ensayo y si continua esta dispersión de sus resultados se rechazará el lote.

El ensayo de absorción no superara el:

- 22% para unidades de arcilla y sillico calcáreas.
- 12% para bloques de concreto clase P.
- 15% para bloques de concreto NP

La superficie a asentarse para Bloque clase P será igual a 25 mm y para los bloques de clase NP será de 12 mm, este será el espesor de sus caras laterales.

La superficie exterior e interior de la unidad de albañilería no deberá presentar materias extrañas como: guijarros, conchuelas o nódulos de naturaleza calcárea.

Tampoco presentara manchas de color blanco de origen salitroso en su exterior.

La unidad de albañilería de arcilla tendrá una cocción uniforme (bien cocida), presentará un color uniforme y no tendrá vitrificaciones. La unidad de albañilería al ser golpeada en sus caras laterales con un martillo, o cualquier objeto metálico, producirá un sonido metálico.

La unidad de albañilería no presentará en su superficie exterior e interior grietas, hendiduras, resquebrajaduras, fracturas, o cualquier defecto similar que vaya a perjudicar su resistencia y durabilidad.

2.2.2. Residuos Sólidos de la Construcción y Demolición.

2.2.2.1 Definición.

Se denominan residuos sólidos provenientes de la construcción y demolición, aquellos que cumplen con la definición de residuo sólido que está contenida en la Ley N.º 27314, Ley General de Residuos Sólidos, son generados durante el proceso de construcción de edificaciones e infraestructura, estas se refieren a aquellas obras nuevas como: Demolición, ampliación, cercado, reestructuración, obras menores u otros. (Decreto Supremo n° 057 Presidencia del Consejo de Ministros, 2004).

2.2.2.2 Clasificación.

- Residuos Sólidos de la construcción y demolición peligrosos.
- Residuos no peligrosos (reutilizables, reciclables).

2.2.2.3 Objetivo del reaprovechamiento de residuos.

Su objetivo principal es reducir y minimizar los residuos sólidos provenientes de la construcción y demolición.

De esta manera se obtendrá beneficios cuando se reutilice, si no se puede reaprovechar los residuos sólidos, se aplicará estrategias y procedimientos preventivos que se encargaran de minimizar su volumen y peligrosidad.

2.2.2.4 Reciclaje de materiales de demolición no clasificados.

Los materiales obtenidos que estén debidamente granulados que provenga de la demolición de las obras civiles o edificaciones, estas pueden ser reutilizadas para la preparación de mezclas asfálticas, capas de fundación, concreto reciclado y rellenos que no sean portantes, todo esto en cumplimiento con la Norma Técnica Peruana que esté vigente (NTP). El material a reutilizar no tendrá que tener trozos de plástico, madera, fierro y otros elementos peligrosos.

Este material será triturado hasta llegar al tamaño final que se requiere mediante su tamizado final.

2.2.2.5 Usos de los residuos de construcción y demolición.

De acuerdo a la siguiente tabla 4, se observa los usos que se le puede dar al material reciclable o reaprovechable.

Tabla 4*Uso de los residuos de construcción y demolición*

Alternativa de uso de los Residuos	Desviación Estándar
Concreto	Utilizarlo como masa para rellenos Utilizarlo como suelo en carreteras Utilizarlo como grava suelta Utilizarlo para producir morteros Utilizarlo como un material granulado
Cerámico	Utilizarlo en la elaboración de adoquines Usarlo para dar acabados en fachadas Usarlo para dar acabados distintos.
Tecnopor	Usarlo como material para relleno
Tejas y bloques	Utilizarlo para formar bases para nuevos productos.

Nota: Otros usos asignados a los residuos provenientes de estos materiales.

2.2.3. Definición de Unidad de albañilería elaborada con material reciclable y agregados.

La unidad de albañilería elaborada con materiales reciclables como: retazos de cerámico, tecnopor y agregados como: el cemento, arena gruesa. Su diseño está basado exclusivamente para reutilizar los materiales como tecnopor y cerámico, que son materiales que siempre generan desperdicios, que normalmente son desechados como basura y acumulados como desmonte.

En su proceso se trata de darle una proporción adecuada de todos sus componentes para llegar a una resistencia óptima y clasificarlo según tabla de ensayos.

2.2.4. Impacto de la Unidad de albañilería elaborada con material reciclable y agregados.

2.2.4.1 Impactos medioambientales.

En la industria de los ladrillos, gran parte del **impacto ambiental** es producido por las elevadas cantidades de los contaminantes (cocción del ladrillo artesanal) que se producen al realizar esta actividad afectando de esta manera la calidad del aire.

Con esta nueva unidad de albañilería no se necesitará de una cocción, será elaborado al aire libre y su secado estará sujeto a un curado adecuado.

2.2.4.2 Impacto Económico.

Los costos que se realizaran al comprar todos los componentes del ladrillo elaborado con material reciclable a comparación de la compra de un ladrillo mecanizado, se reducen en un 20 % aproximadamente del costo total de ladrillos mecanizados.

Además de elaborarlos por cualquier persona, siempre en cuanto respete las proporciones al realizar la mezcla.

Este producto está destinado pensando en las familias con escasos recursos económicos.

2.2.4.3 Impactos Estructurales.

La clasificación al realizar los ensayos de laboratorio, nos indicara que tipo de unidad de albañilería es y sustentar de esta manera que se puede utilizar en una albañilería confinada.

Además, su forma y aspecto que se le dio al ladrillo está diseñado de tal forma que tenga una mejor resistencia a la compresión simple y a la compresión axial de prismas de albañilería.

Sus Cantos del ladrillo están diseñados para que al momento del estucado este tenga una mejor adherencia del mortero.

2.2.5. Condiciones de la mezcla de mortero del ladrillo elaborado con material reciclable y agregados.

La mezcla del mortero debe cumplir los siguientes requisitos:

- a) La mezcla no deberá presentar segregación y su exudación deberá ser muy baja.
- b) En el momento del fraguado este no tendrá que presentar grietas ni malformaciones.

2.2.6. Curado del Ladrillo elaborado con material reciclable y agregados.

Definimos como hidratación al desarrollo de la reacción química al mezclar el cemento con el agua. Esta reacción llamado hidratación del cemento necesita la presencia de la humedad, condiciones que den a la mezcla un curado favorable y tiempo.

El tiempo de curado se define como el tiempo que necesita el concreto para realizar su curado total y estar a una adecuada temperatura y con este proceso lograr la correcta y total hidratación de todas las partículas del espécimen y llegar a la resistencia requerida (Rivva, 2000, p. 12).

2.2.7. Principales ventajas del Ladrillo elaborado con material reciclable y agregados.

- La forma geométrica de esta unidad de albañilería permite una mayor adherencia entre ladrillo-mortero y que tenga una mejor resistencia a la compresión.
- Las dos perforaciones que tiene esta unidad de albañilería serán de utilidad para poder aprovecharlo para colocar los conductos de agua y electricidad de diámetros pequeños (1/2", 5/8", 3/4" y 1").
- La clasificación de la unidad de albañilería elaborado con material reciclable (cerámico y tecnopor triturados) y agregados, permite su uso estructural en muros portantes.
- Los residuos de cerámico en una construcción, se utilizarán para la fabricación de esta unidad nueva de albañilería, evitando de esta manera que su disposición finalmente sean los rellenos sanitarios, esta reutilización es un aporte para contribuir con la protección del medio ambiente.
- Para el proceso de fabricación no se requiere un horno para su quemado, tampoco emite CO₂, que por el contrario si produce el quemado de ladrillo artesanal de arcilla, con esto damos entender que el impacto ambiental negativo que generará será mínimo.
- Con el diseño de mezcla se puede obtener diversas dosificaciones y así mismo resistencias variables, puede estar enmarcado de acuerdo a la necesidad de los proyectos.

2.2.8. Cemento.

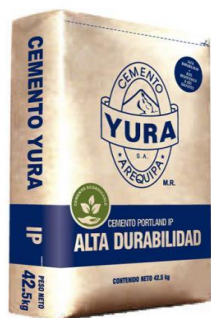
La palabra cemento nos indica que es un material conglomerante que presenta propiedades físicas y químicas de adherencia y cohesión, y estas cualidades le permiten enlazar todos los fragmentos minerales entre ellos, para adquirir una mezcla compacta con la resistencia deseada y durabilidad convenientes. (Sanchez, 2001, p. 27)

2.2.8.1 Cemento portland Puzolánico 1P.

El cemento portland puzolánico 1P está compuesto por elementos de origen volcánico. “Es un cemento que ha sido cuidadosamente fabricado respetando los estándares más estrictos de la industria del cemento, apoyando a disminuir la contaminación ambiental, por cada metro cubico se reduce considerablemente las emisiones CO2, aportando la disminución de gases contaminantes que provocan el efecto. (Yura S.A., 2017, p. 1).

Figura 1

Cemento yura 1p alta durabilidad



Nota: Yura S.A (2022)

2.2.9. Agregados.

2.2.9.1 Agregado fino (arena gruesa).

Agregado fino es el material que pasa el tamiz estándar de 9.5 milímetros (3/8 pulgada), este agregado puede ser producto de la desintegración natural o artificial

y debe cumplir con todos los límites impuestos por la NTP 400.037 (Normalización, 2008).

Figura 2

Agregado grueso de la cantera Marón



Nota: Agregado grueso (arena), de la cantera Marón.

2.2.9.2 Cerámico.

Es utilizado para revestir las paredes y pisos. Para la fabricación de este material se emplea una combinación de: Cuarzos, arcillas y otros materiales, que son moldeados, prensados, luego son sometidos a un proceso de secado y al final se tratan a una temperatura de 1300 °C.

Su resultado final es un material compacto y vitrificado, que tendrá como característica ser resistente al desgaste y su absorción es muy baja cuando entra en contacto con el agua.

Figura 3

Retazos de Cerámico



Nota: Retazos de Cerámico, del botadero de Residuos Sólidos del Centro Poblado Menor de Chen Chen.

2.2.9.3 Tecnopor.

El **Tecnopor** es aquel poliestireno expandido (EPS), derivado del petróleo. Para producirlo, se inyecta aire al poliestireno, esto hace que sea muy ligero, además de ser económico.

Después de ser usados, los productos señalados, si son arrojados al ambiente pueden tardar hasta 500 años en degradarse.

Figura 4

Retazos de Tecnopor



Nota: Retazos de tecnopor Triturado.

2.2.9.4 Agua de mezcla.

El agua es muy importante en la preparación del concreto y morteros, es el responsable de que todas las partículas del cemento se hidraten y logre su máxima

capacidad de unión. La cantidad de cemento que se usa en la mezcla le corresponde una cantidad de agua del agregado total que se necesita para la hidratación de todas las partículas de cemento; la cantidad de agua restante su función es maximizar la fluidez de la pasta de la mezcla, el agua restante cumple una función de lubricante entre los agregados y obtener la capacidad de gestión adecuada de las mezclas recién preparadas. Un parámetro que debe de respetar el agua de mezcla es que no debe contener sustancias como aceites, ácidos, álcalis o materia orgánica. (Gutierrez, 2003, p. 46).

2.2.10. Propiedades del concreto en estado fresco.

2.2.10.1 Trabajabilidad.

La trabajabilidad se define como la facilidad con la que se puede mezclar una cierta cantidad de materiales para formar el concreto, y luego, en determinadas condiciones de trabajo, se puede manejar, transportar y colocar con un mínimo esfuerzo y que sea homogéneo.

2.2.10.2 Consistencia.

Se define como consistencia del concreto en estado fresco como aquella propiedad la cual determina la humedad en la mezcla, por su grado de fluidez; se sabe que a más humedad tenga la mezcla, mayor será la fluidez del concreto durante el proceso de colocación. (Rivva, 2000, p. 208).

2.2.10.3 Cohesividad.

La cohesión es una propiedad del concreto fresco o concreto recién mezclado gracias a ello se puede manejar el peligro de la segregación en el proceso de colocación del concreto fresco, al mismo tiempo aporta a la prevención de asperezas

y el proceso de compactación del concreto fresco se vuelve más fácil. (Rivva, 2000, pp. 211, 212).

2.2.10.4 Segregación.

Se define la segregación a aquella separación que ocurre cuando el concreto es mezclado, estas empiezan a separarse en sus partes que lo componen (cemento, agregado grueso y agregado fino), esto hace que las partículas más pesadas se queden en el fondo y las más livianas suban a la parte superior. (Rivva, 2000, p. 210).

2.2.10.5 Exudación.

Se define como exudación al fenómeno cuando una cantidad de agua de la mezcla procede a elevarse, normalmente por la sedimentación de los sólidos. Esta particularidad se puede apreciar seguidamente cuando el concreto se ha colocado y consolidado en lugar de colocado terreno o encofrado y seguirá hasta que comienza la etapa de fraguado de la mezcla fresca. (Rivva, 2000, pp. 211 y 212).

2.2.11. Propiedades del concreto en estado endurecido.

2.2.11.1 Resistencia.

Se define como resistencia al máximo esfuerzo que va a soportar el concreto sin presentar agrietamiento o romperse. En laboratorios se realiza la prueba a compresión por el cual estos datos son usados como índice de calidad del concreto.

2.2.11.2 Durabilidad.

El concreto debe ser capaz de poder endurecerse y conservar sus propiedades a lo largo del tiempo. El concreto durable es aquel que tiene la capacidad de resistir

satisfactoriamente, los efectos de todas las condiciones de servicio a las cuales estará expuesta durante su vida útil.

2.2.11.3 Peso Unitario.

Se sabe que el concreto liviano, preparado a base de agregado grueso de origen artificial o natural de baja gravedad específica deberá estar entre los parámetros de 480 kg/m³ a 1600 kg/m³. El peso unitario del concreto pesado, preparado a base de agregado grueso de origen artificial o natural de baja gravedad específica puede presentar parámetros elevados hasta los 5,000 kg/m³. (Rivva, 2000, p. 213).

2.2.12. Método usado para la preparación de los especímenes.

En la elaboración de las unidades de albañilería se utilizaron retazos sobrantes y triturados de cerámicos pasantes del tamiz de 1/2" (fig. N° 01), también se utilizará tecnopor triturado de 2.00 mm a 4.00 mm.

El agregado fino (arena gruesa) se extrajo de la cantera Marón al cual se le realizara los ensayos de granulometría y contenido de finos para que cumplan según reglamento (ASTM C-136)

El cemento a emplear será el Cemento Yura 1P multipropósito. (42.5 kg) y el agua a emplear será agua potable.

Tabla 5

Dosificación a emplear en la elaboración de la unidad de albañilería

DOSIFICACIÓN	CEMENTO (kg.)	ARENA (m ³)	CERAMICO (m ³)	TECNOPOR (m ³)	AGUA (L)
1:2:2:1	413.5	0.52	0.53	0.26	186

Nota: Datos del Reglamento de Costos y presupuestos en edificaciones (Capeco.2003).

2.2.13. Fabricación de la unidad de albañilería elaborada con material reciclable y agregados.

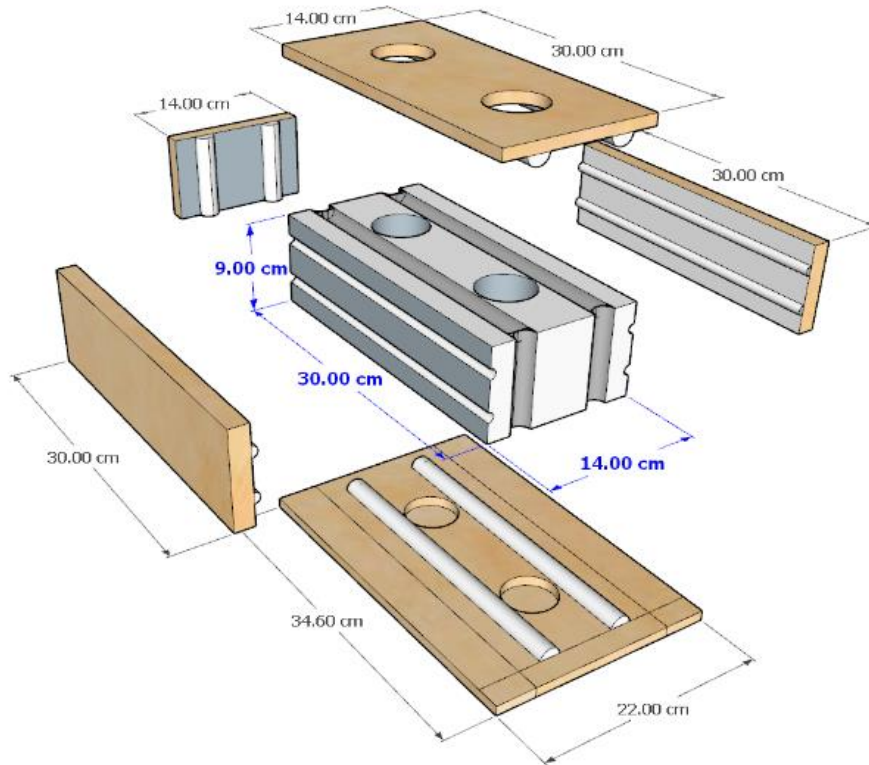
Las relaciones Cemento: Arena: Cerámico: Tecnopor, fueron calculadas con base en la masa del Cemento, que siempre se mantuvo constante en todos los especímenes. Se procura mantener el mismo volumen del espécimen y evitar que las diferencias en las propiedades sean asociadas a diferencias en la geometría.

Para la elaboración de los especímenes, las cantidades de Cemento, Arena gruesa, cerámico y tecnopor, se mezclarán uniformemente utilizando un trompo eléctrico, de la siguiente manera:

1. Primero adicionaremos el agua una cuarta parte del total.
2. Luego agregaremos la arena gruesa, seguido de los retazos de cerámico, después se agregará el tecnopor triturado.
3. Por último, se agregará el Cemento, inmediatamente se agregará toda el agua.
4. Se esperará unos 3 minutos luego parar la máquina, y se procederá a llenar los moldes del ladrillo.
5. Se lo llenara en 3 capaz previo varillado 20 veces por cada capa y 10 golpes alrededor del molde (combo de goma).
6. Se desmoldará pasado 1 hora, y se esperará 24 horas para luego curarlas por inmersión en el agua y dejar que fragüen.
7. Se utilizará para el ensayo una vez pasado los 28 días de curado.

Figura 5

Molde para la unidad de albañilería elaborada con material reciclable y agregados



Nota: Molde con medidas para la fabricación de la Unidad de albañilería.

2.2.14. Curado del concreto.

El curado es la actividad que ayuda a controlar y lograr mantener la humedad adecuada y mantener al concreto en una temperatura favorable, a lo largo de la etapa de hidratación de todas las partículas cementantes, a fin de desarrollar sus propiedades del diseño de mezcla.

La humedad en el concreto no solo es para evitar que el viento y el sol lo maltraten o sequen altamente al concreto recién preparado, más bien impedir la aparición de grietas por el fenómeno de contracción plástica las cuales aparecen por la pérdida del agua de exudación por evaporación. (Concremax, 2015).

2.2.15. Ensayos a realizar en las unidades de albañilería elaboradas con material reciclable y agregados.

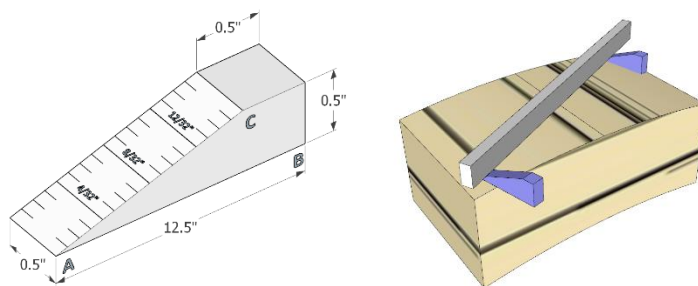
2.2.15.1 Propiedades físicas.

2.2.15.1.1 Ensayo de Alabeo.

El ensayo se realizará con una regla metálica graduada de acero, además de una cuña de medición (longitud = 60 mm, ancho = 12,5 mm, 12,5 mm de espesor) esta cuña debe estar graduada y numerada en divisiones de 1 mm.

Figura 6

Ensayo de Alabeo



Nota: Herramienta para medir la concavidad y convexidad de la unidad de albañilería.

Los especímenes se limpiarán con una brocha o escobilla todo el polvo que este adherido en las superficies, se verificará:

La concavidad o convexidad de la superficie que tiene a lo largo de la unidad de albañilería se colocara la regla longitudinalmente o diagonalmente.

2.2.15.1.1.1 Calculo y reporte.

Reportar todas las medidas de distorsión de cada espécimen que sea ensayado con una aprox. de 1 mm.

2.2.15.1.2 Ensayo de Variabilidad Dimensional.

Para este ensayo emplearemos una regla de metal graduada que tendrá divisiones de 1 mm y un Vernier para medir los especímenes.

Medir 10 unidades que estén completas y secas, estas se medirán individualmente su: Largo, Ancho y alto a través de los 02 extremos y en ambas caras desde el punto medio de los bordes que limitan las caras.

Registrar estas 04 medidas con aprox. De 1 mm. Esto será tanto para el largo, ancho y alto.

Obtenido los resultados se proceden a aplicar la siguiente fórmula:

$$V (\%) = \frac{M_e - M_p}{M_e} \times 100$$

Donde:

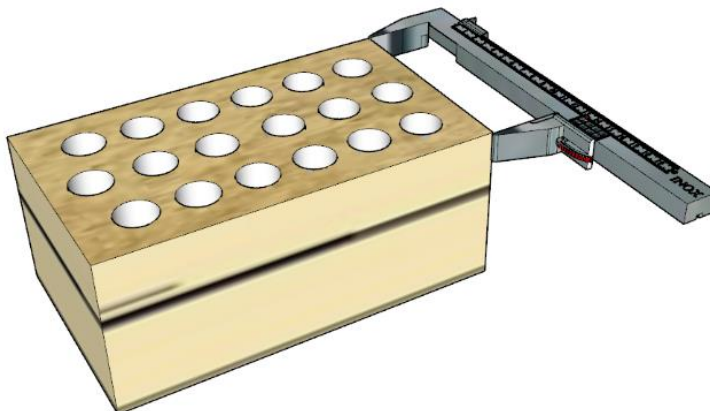
$V(\%)$ = Variabilidad dimensional (%).

M_e = Medida establecida por fabrica en mm.

M_p = Medida establecida para el promedio del espécimen (mm.)

Figura 7

Ensayo de Variabilidad



Nota: Herramienta para medir con precisión la unidad de albañilería (vernier).

2.2.15.1.3 Ensayo de Absorción.

Llevar los especímenes de ladrillo a un horno ventilado que este a una temperatura de 105°C a 115°C por 24 horas, luego retirarlas del horno y durante un intervalo de 2 horas estas tendrán que mostrar un aumento o pérdida que no sea mayor al 0.2% con respecto a la última pesada.

Luego sumergir el espécimen seco y enfriado, en agua limpia (potable, destilada o agua de lluvia) esta tendrá que estar a una temperatura entre 15,5 °C a 30 °C durante 24 horas. Luego retirar el espécimen de la poza de curado y con un paño limpiar el agua de su superficie y después pesarlo. En un intervalo de 5 minutos posteriores serán pesados los especímenes una vez que hayan sido retirados del agua.

2.2.15.1.3.1 Cálculo y reporte.

Utilizar la siguiente expresión para el cálculo:

$$A (\%) = \frac{100(W_s - W_d)}{W_d}$$

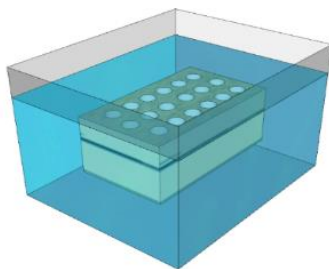
A (%) = Absorción en porcentaje.

W_d = Peso Seco (especimen).

W_s = Peso saturado (especimen), después de sumergirlo en agua.

Figura 8

Ensayo de Absorción



Nota: Unidad de Albañilería sumergida en agua.

2.2.15.1.4 Ensayo de Succión.

La succión es la rapidez que tiene el agua al adherirse a una unidad de albañilería en la cara de asiento y es una característica que define la adherencia que existe entre mortero y la unidad de albañilería.

El ensayo consiste en llevar los especímenes de ladrillo a un horno ventilado que este a una temperatura de 105°C a 115°C por 24 horas, luego retirarlas del horno y durante un intervalo de 2 horas estas tendrán que mostrar un aumento o pérdida que no sea mayor al 0.2% con respecto a la última pesada, luego sumergir 3 mm en el agua, el espécimen en una de sus caras de asiento por espacio de 1 minuto y luego secar con un paño seco e inmediatamente pesar el espécimen (anotar su peso).

La Norma E.070 especifica que la succión de los ladrillos debe estar comprendida entre los 10 y 20 gr/200 cm² –min. "NO HUMEDECER" Cuando excede este valor es necesario regar a los ladrillos de arcilla durante 30 min, un día antes del asentado.

La succión esta expresada en gramos por minuto en un área normalizada de 200 cm². La succión se calculó con la siguiente fórmula:

2.2.15.1.4.1 Cálculo y reporte.

Utilizar la siguiente expresión para el cálculo:

$$Succión = \frac{(P_{sat.} - P_{sec.}) \times 200}{Area}$$

Succión = Succión del espécimen (g/200cm-min).

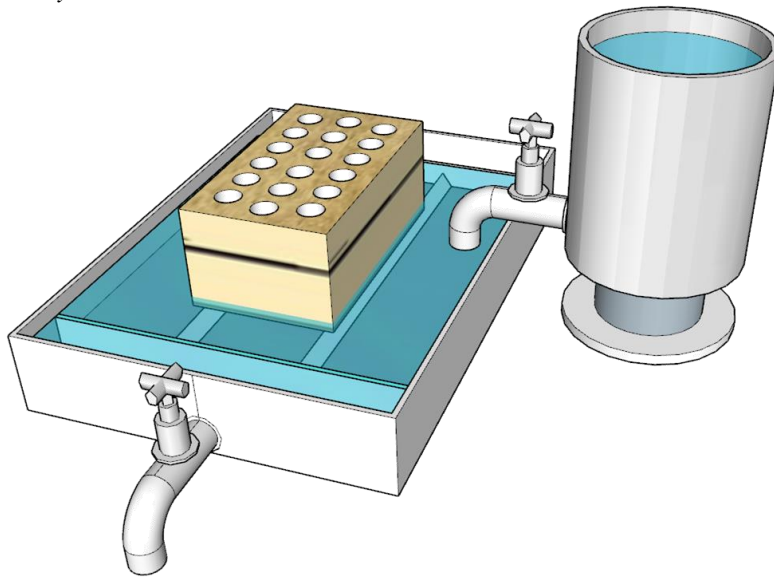
$P_{sat.}$ = Peso Saturado (especimen), luego de 1 minuto.

$P_{sec.}$ = Peso seco (especimen), después de ser retirado del horno a temperatura ambiente.

$Area_{(LxA)}$ = Área de la superficie del espécimen en contacto con el agua.

Figura 9

Ensayo de Succión



Nota: Unidad de albañilería sumergida 3mm. sobre el depósito de agua.

2.2.15.1.5 Ensayo de Porcentaje de Vacíos.

En este ensayo se observará la relación que existe entre el volumen bruto de la unidad de albañilería (largo x ancho x alto) y el volumen de los espacios vacíos que existe en dicha unidad.

Este ensayo se realiza para determinar la clasificación de la unidad de albañilería (hueca o maciza):

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

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

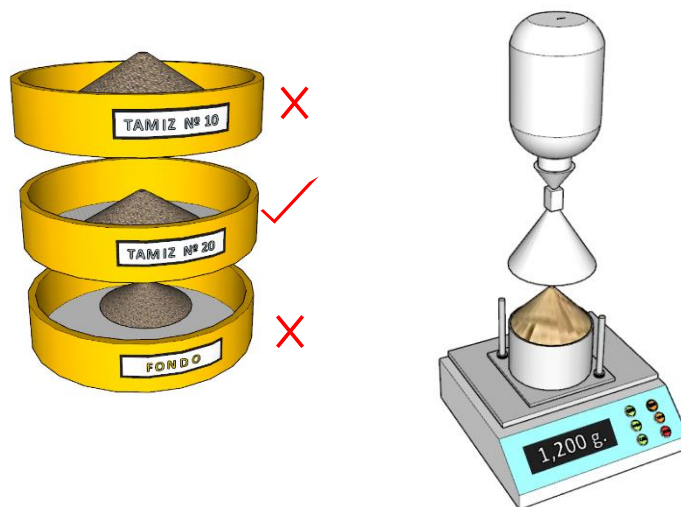
Utilizaremos 10 unidades de albañilería, mediremos, (largo, ancho y alto), luego colocaremos la unidad en una bandeja plana y comenzaremos a rellenar los espacios vacíos (alveolos), con arena calibrada, hasta el ras de la superficie, limpiar el sobrante con una brocha y levantar la unidad de albañilería, quedará solo la arena en la bandeja esta se pesará, repetiremos este proceso 10 veces. Una vez obtenido los resultados, sabremos si es una unidad hueca o sólida.

Antes tamizar esta arena (calibrar), utilizaremos la malla N° 10 y N° 20, se utilizará el retenido en la malla N° 20 lo demás se descartará.

Utilizaremos un molde de Proctor modificado Ø 6", se lo pesara y hallara su volumen respectivo, luego rellenar el molde Proctor con un depósito para densidad de campo, una vez repleto de arena calibrada el molde Proctor, este se enrasara con una regla metálica la superficie y limpiar todo el sobrante, para después pesar en una balanza; repetir este proceso unas 05 (cinco) veces y promediar los cinco resultados que se obtendrán, para así obtener el peso específico de la arena calibrada.

Figura 10

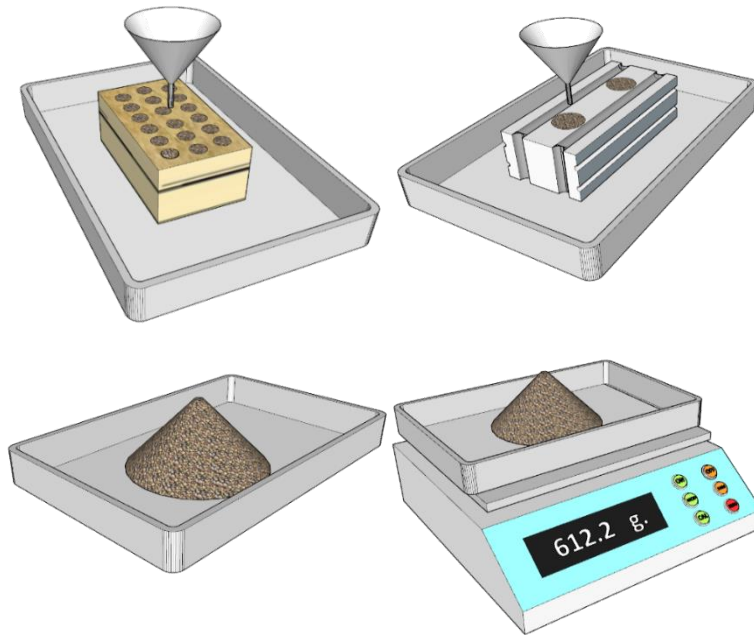
Calibración de la Arena Calibrada



Nota: Arena graduada, tamizada para obtener su posterior densidad.

Figura 11

Ensayo de Porcentaje de Vacíos



Nota: Hallando el porcentaje de vacíos de la unidad de albañilería.

2.2.15.1.5.1 Cálculo y reporte.

Calcúlese y repórtese empleando la siguiente fórmula:

Hallando la Densidad de la Arena Calibrada:

$$D_{AC} = \frac{P_a}{V_a}$$

Donde:

D_{AC} = Peso Específico arena calibrada. (g/cm^3)

P_a = Peso de la Arena. (g.)

V_a = Volúmen de la Arena (cm^3)

Hallando el Porcentaje de Vacíos:

$$\% VA = \frac{V_{ar}}{V_{prom}} \times 100$$

Donde:

$\% VA$ = Porcentaje de Vacíos. (%)

Var = Volumen de la Arena. (cm³)

Vprom = Volumen de la Unidad de albañilería. (cm³)

2.2.15.2 Propiedades mecánicas.

2.2.15.2.1 Ensayo de resistencia a la compresión simple.

Este ensayo consistirá en la mitad de una unidad seca y enfriada, esta tendrá la altura y su ancho de la muestra original y la longitud de esta muestra será igual a la mitad de la longitud total. Las unidades de ensayo se obtendrán mediante cualquier método de corte que aproximadamente produzcan que sus extremos sean planos y paralelos, estos no tendrán astillas ni rajaduras. Se ensayarán cinco especímenes.

2.2.15.2.1.1 Cálculo y reporte.

Calcúlese y repórtese empleando la siguiente formula:

$$R_c = \frac{M_c}{A_b}$$

Donde:

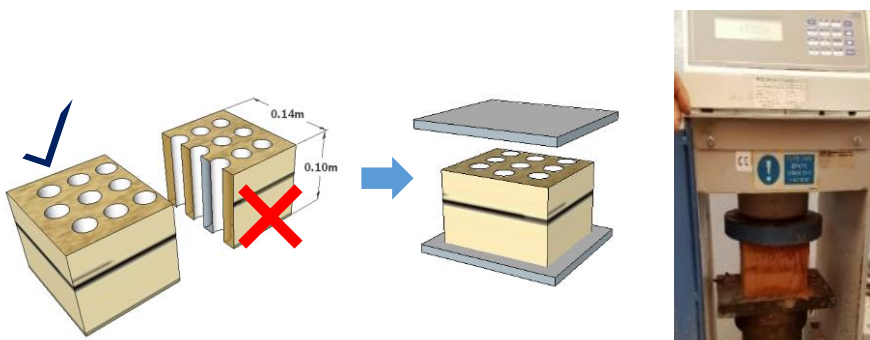
R_c = Resistencia a la compresión simple (kg/cm²)

M_c = Carga máxima (kgf o N.)

A_b = Área promedio bruta de la superficie en contacto superior e inferior de la muestra (cm²).

Figura 12

Ensayo de compresión simple



Nota: Corte realizado a la unidad de albañilería para su capeado y posterior compresión.

2.2.15.2.2 Ensayo de resistencia en compresión de prismas de albañilería.

Una muestra está constituida por 03 prismas contruidos del mismo material y también ensayados a la misma edad.

Este método de prueba proporciona un medio para evaluar las propiedades de resistencia a la compresión de un lugar de la construcción de albañilería en el campo.

Mediante los prismas de albañilería que se obtengan de la construcción de una edificación en conformidad con la norma *NTP 399.605 (2018)*, en este ensayo se determinará la superficie bruta y su interpretación de resultados estará a cargo del juicio de un profesional.

2.2.15.2.2.1 Construcción de primas para albañilería.

Los prismas estarán contruidos con unidades que representen a aquellas utilizadas en la construcción. Las unidades resultantes serán una celda o celdas completamente cerradas que asegurarán una superficie de apoyo completa sobre la sección transversal neta del prisma.

2.2.15.2.2.2 Curado.

Los prismas se curarán durante 48 horas después de que hayan sido elaborados, luego se los envolverán en bolsas de plástico.

Se los ubicaran en una zona que tenga una temperatura que oscile entre los $24^{\circ}\text{C} \pm 8^{\circ}\text{C}$ ($75^{\circ}\text{F} \pm 15^{\circ}\text{F}$). Dos días antes de ser ensayado, retirar las bolsas del prisma de albañilería y continuar con su almacenamiento a una temperatura de $24^{\circ}\text{C} \pm 8^{\circ}\text{C}$ ($75^{\circ}\text{F} \pm 15^{\circ}\text{F}$) y tenerlo a una humedad relativa que sea inferior al 80 %. No deberá existir humedad visible en la superficie del prisma a ensayar. Los

ensayos de prismas de albañilería se harán de acuerdo a lo indicado en la tabla 6, la edad de los prismas se determinará a partir del momento en que se asentaron las unidades.

Tabla 6

Incremento de $f'm$ por edad

Descripción	Edad	14 días	21 días
Pilas	Ladrillos de arcilla y bloques de concreto	1.1	1

Nota: Datos de la Norma E.070 Albañilería Reglamento Nacional de Edificaciones (tabla n° 08).

Tabla 7

Resistencias características de la albañilería Mpa (kg/cm²)

Materia Prima	Denominación	Pilas F'm
Arcilla	King Kong Artesanal	3,4(35)
	King Kong Industrial	6,4(65)
	Rejilla Industrial	8,3(85)
Silice – Cal	King Kong Normal	10,8(110)
	Dédalo	9,3(95)
	Estándar y mecano	10,8(110)
Concreto	Bloque Tipo P	7,3(74)
		8,3(85)
		9,3(95)
		11,8(120)

Nota: Datos de la Norma E.070 Albañilería Reglamento Nacional de Edificaciones (tabla n° 08).

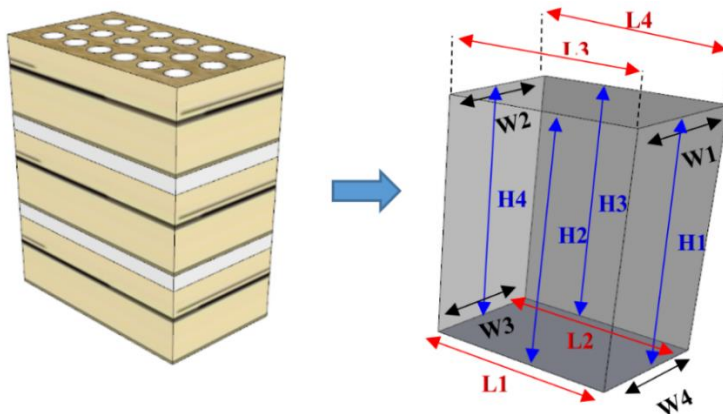
2.2.15.2.2.3 Mediciones y determinación del área bruta.

Como se indica en la Figura 10, se medirá con una aproximación de 1 mm, la longitud (largo de la unidad) y el ancho en ambos bordes de las caras tanto superior e inferior de los prismas. Determinaremos la longitud y el ancho del prisma sacando un promedio de las cuatro medidas de cada dimensión. Medir la altura del prisma

en el centro de cada lado que tenga una aproximación de 1 mm. Luego se Determinará la altura del prisma promediando las 04 medidas.

Figura 13

Ensayo de Compresión de prismas de albañilería.



Nota: Medidas a realizar una vez construido la pila de unidades de albañilería.

2.2.15.2.3 Ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.

El ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería sirve para hallar el módulo de corte de la albañilería (ver tabla 7).

Este ensayo consiste en someter (muretes de albañilería) a una carga de compresión a lo largo de sus diagonales, esta carga vertical generará esfuerzos de tensión crecientes que estarán orientados perpendicularmente en la dirección de la carga aplicada. Los esfuerzos que se generen provocarán una falla que agrietara el murete verticalmente entre las dos esquinas donde se aplicó la carga.

2.2.15.2.3.1 Construcción de Muretes de albañilería.

Los Muretes serán cuadrados con una dimensión mínima aproximada de 60 cm x 60 cm, estos serán construidos empleando unidades que representen a aquellas

utilizadas en la construcción, se empleará la misma mano de obra y el mortero será el mismo empleado para la construcción de muros en obra.

Se construirán 03 muretes iguales para realizar este ensayo.

Cuando se hagan construcciones de hasta 02 pisos (zona sísmica 3 y 2) será verificado con un ensayo (v'm) con 03 muretes cada 1000 m2 del área techada.

Cuando se hagan construcciones de hasta 03 a más pisos (zona sísmica 3 y 2) será verificado con un ensayo (v'm) con 03 muretes cada 500 m2 del área techada.

2.2.15.2.3.2 Curado.

Luego de la construcción de los muretes, estos no deberán ser movidos de su lugar de origen por lo menos durante un tiempo de 7 días, estarán almacenados al aire en el laboratorio como mínimo 28 días, a una temperatura de $24^{\circ}\text{C} \pm 8^{\circ}\text{C}$, las muestras estarán a una humedad relativa entre 25% y 75% libres de corrientes de aire.

Tabla 8

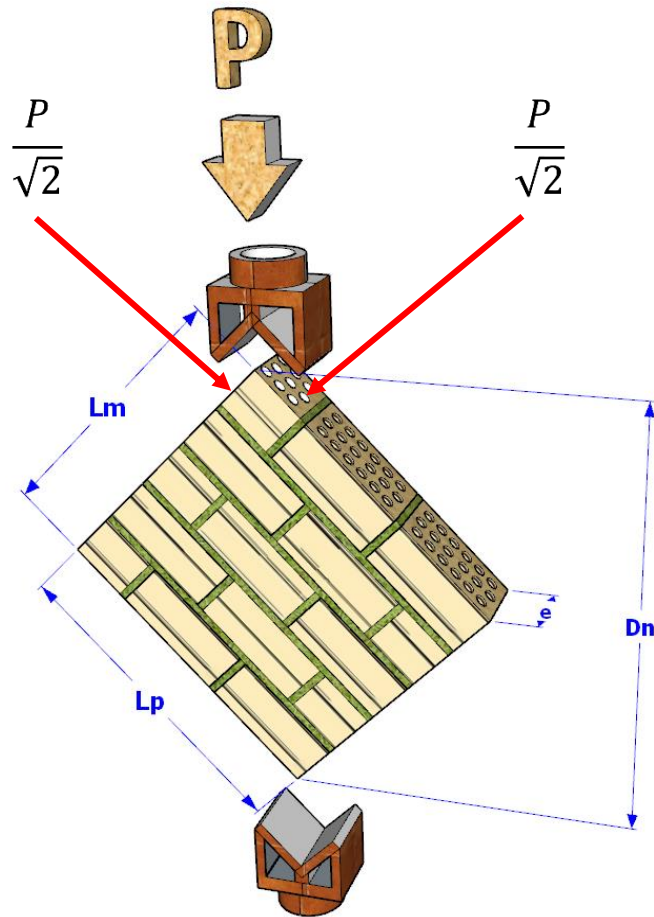
Resistencias características (muretes) de la albañilería Mpa (kg/cm²).

Materia Prima	Denominación	Muretes V'm
Arcilla	King Kong Artesanal	0,5 (5,1)
	King Kong Industrial	0,8 (8,1)
	Rejilla Industrial	0,9 (9,2)
Silice – Cal	King Kong Normal	1,0 (9,7)
	Dédalo	1,0 (9,7)
	Estándar y mecano	0,9 (9,2)
Concreto	Bloque Tipo P	0,8 (8,6)
		0,9 (9,2)
		1,0 (9,7)
		1,1 (10,9)

Nota: Datos de la Norma E-070 Albañilería, Reglamento Nacional de Edificaciones (tabla nº 09)

Figura 14

Ensayo de Muretes de albañilería.



Nota: Medidas a tomar del murete de albañilería antes de ser ensayado.

2.2.15.2.3.3 Cálculo y reporte.

Calcúlese y repórtese empleando la siguiente formula:

$$V_m = \frac{P}{A_d}$$

Donde:

V_m = Resistencia de la Compresión diagonal (kg).

P = Carga de Rotura (kg).

A_d = Área de la Diagonal (cm²).

$$D_n = \sqrt{Lm^2 + Lp^2}$$

Donde:

D_n = Dimensión Diagonal (cm).

Lm = Lados del Murete (cm).

Lp = Lados del Murete (cm).

$$A_d = D_n \times e$$

Donde:

A_d = Área de la Diagonal (cm²).

D_n = Dimensión Diagonal (cm).

e = Espesor del Murete (cm).

CAPÍTULO III

MÉTODO

3.1 Tipo de la investigación

La siguiente investigación corresponderá al tipo CORRELACIONAL, su propósito es vincular y relacionar las características físicas y mecánicas del ladrillo convencional frente al ladrillo fabricado con material reciclable y agregados.

El estudio CORRELACIONAL vincula la variable independiente con la variable dependiente por medio de un patrón predecible para una población o grupo. (Hernández, Fernandez, & Baptista, 2006, p. 83)

3.2 Diseño de la investigación

El diseño de investigación será del campo EXPERIMENTAL. Se publicó que el estudio experimental se observa cuando manipulamos una variable experimental no demostrado, en una posición altamente controlado, para obtener el resultado de por qué causa se genera un acontecimiento particular, (Tamayo, 2004, p. 47).

3.3 Población y muestra

3.3.1. Población de estudio.

La población del cual se estudiará será la comprendida por el conjunto muestras de ladrillo elaborado con material reciclable y agregados se elaborara el diseño de mezcla con porcentajes ya establecidos en cuanto a su dosificación y 01 ensayo patrón con ladrillos convencionales como el ladrillo King Kong hércules 10 que es mayormente comercializado en la ciudad de Moquegua, para ver su comparación en cuanto a resultados y así determinar el uso que se le dará a los ladrillos fabricados con material reciclable y agregados.

La población del cual se estudiará será la comprendida por el conjunto de materiales encontrados en el botadero de residuos sólidos de construcción:

Tabla 9

Muestras de materiales Sólidos del botadero

DESCRIPCIÓN	ESTADO	OBSERVACIONES DE COMO SE ENCONTRARON EN EL LUGAR
TECNOPOR	EN RETAZOS	ESPARCIDOS
CERAMICOS	EN RETAZOS	EN BOLSAS DE PAPEL
PORCELANATO	EN RETAZOS	EN BOLSAS DE PAPEL
LADRILLOS	TRITURADOS	ESPARCIDOS
CANALETAS PARA CERAMICOS	EN RETAZOS	EN BOLSAS DE PAPEL
DRYWALL (PLANCHAS)	TRITURADOS Y EN RETAZOS	ESPARCIDOS
BLOQUETAS DE CONCRETO	TRITURADOS	ESPARCIDOS
TUBOS DE DESAGUE Y AGUA	EN RETAZOS	ESPARCIDOS

3.3.2. Muestra para la investigación.

Para la elaboración del concreto con resistencia de acuerdo a la dosificación empleada, se realizaron muestras del ladrillo elaborado con material reciclable en función a las normas técnicas peruanas (NTP) de concreto. Se realizó un (01) diseño usando la siguiente dosificación 1:2:2:1, en total se **realizarán 129 muestras para esta dosificación**, para ser sometidas a los ensayos de: compresión simple (10), Absorción (10), Variabilidad y alabeo (10) y Ensayo de Prismas de albañilería (27) y ensayo de muretes de albañilería (72). También se **ensayarán 135 muestras de Ladrillo Convencional King Kong hércules 10** (ladrillera el diamante), para ser sometidas a los ensayos de: compresión simple (10), Absorción (10), Variabilidad y alabeo (10), ensayo de Prismas de albañilería (27) y ensayo de muretes de albañilería (78).

Para la muestra en la elaboración de la unidad de albañilería compuesto con material reciclable y agregados se consideró la siguiente muestra:

Tabla 10

Muestras Materiales Residuos Sólidos del botadero Extraídos

DESCRIPCIÓN	ESTADO	OBSERVACIONES DE COMO SE ENCONTRARON EN EL LUGAR
TECNOPOR	EN RETAZOS	ESPARCIDOS
CERAMICOS	EN RETAZOS	EN BOLSAS DE PAPEL

Tabla 11*Muestras para ensayo de compresión simple*

Ensayo de Resistencia a la compresión simple			
DESCRIPCIÓN	DOSIFICACION	MUESTRAS	TOTAL
Ladrillo King Kong Hercules 10	TIPO IV	10 muestras	10 muestras
Diseño N° 1	1:2:2:1	10 muestras	10 muestras

Tabla 12*Muestras para ensayo de Absorción*

Ensayo de Absorción			
DESCRIPCIÓN	DOSIFICACION	MUESTRAS	TOTAL
Ladrillo King Kong Hercules 10	TIPO IV	10 muestras	10 muestras
Diseño N° 1	1:2:2:1	10 muestras	10 muestras

Tabla 13*Muestras para ensayo de Succión*

Ensayo de Succión			
DESCRIPCIÓN	DOSIFICACION	MUESTRAS	TOTAL
Ladrillo King Kong Hercules 10	TIPO IV	10 muestras	10 muestras
Diseño N° 1	1:2:2:1	10 muestras	10 muestras

Tabla 14*Muestras para ensayo de Variabilidad*

Ensayo de Variabilidad			
DESCRIPCIÓN	DOSIFICACION	MUESTRAS	TOTAL
Ladrillo King Kong Hercules 10	TIPO IV	10 muestras	10 muestras
Diseño N° 1	1:2:2:1	10 muestras	10 muestras

Tabla 15*Muestras para ensayo de Alabeo*

Ensayo de Alabeo			
DESCRIPCIÓN	DOSIFICACION	MUESTRAS	TOTAL
Ladrillo King Kong Hercules 10	TIPO IV	10 muestras	10 muestras
Diseño N° 1	1:2:2:1	10 muestras	10 muestras

Tabla 16*Muestras para ensayo de resistencia de prismas de Albañilería.*

Ensayo de Prismas de Albañilería			
DESCRIPCIÓN	DOSIFICACION	MUESTRAS	TOTAL
Ladrillo King Kong Hercules 10	TIPO IV	09 muestras (7,14 y 21 días)	09 muestras (27 und.)
Diseño N° 1	1:2:2:1	09 muestras (7,14 y 21 días)	09 muestras (27 und.)

Tabla 17*Muestras para ensayo de Muretes de Albañilería.*

Ensayo de Muretes de Albañilería			
DESCRIPCIÓN	DOSIFICACION	MUESTRAS	TOTAL
Ladrillo King Kong Hercules 10	TIPO IV	06 muestras (14 y 21 días)	06 muestras (78 und.)
Diseño N° 1	1:2:2:1	06 muestras (14 y 21 días)	06 muestras (72 und.)

3.4 Descripción de instrumentos para recolección de datos.

Para el presente estudio, los instrumentos para la recolección de datos que se emplearan son:

- Las hojas con formato establecido para cada ensayo.
- Los equipos del laboratorio tales como :
 - ✓ El horno Eléctrico: El mismo que genera calor a una temperatura controlada en grados Celsius (°C) y/o grados Fahrenheit (°F) en su interior y se usa para el secado de materiales por un tiempo determinado de acuerdo al ensayo.
 - ✓ La máquina de Compresión (100 tn.): El cual medirá la resistencia a la compresión de cada muestra, para cada ensayo la máquina tiene una configuración de su velocidad distinta, de acuerdo al tipo de material a comprimir.
 - ✓ La balanza de precisión: El cuál determinara los pesos de las muestras y especímenes para cada ensayo.
 - ✓ Los Tamices: Para realizar la granulometría de los materiales.
 - ✓ Cono para densidad Ø 6" y molde proctor Ø 6".
 - ✓ Moldes para realizar el ensayo de peso unitario de los agregados.
 - ✓ Canastilla para gravedad específica del cerámico triturado.
 - ✓ Picnómetro de 500 ml, cono y pisón para gravedad específica de la arena.
 - ✓ Vernier, regla metálica de 60 cm,
 - ✓ Esmeril de corte de 6"

- ✓ Trompo eléctrico para concreto, cono de abrams, varilla de acero de $\text{Ø } 5/8'' \times 24''$ de longitud, combo de goma de 16 oz, carretilla, lampa, cucharon metálico y wincha de 3mt.
- ✓ Moldes para probeta de concreto $\text{Ø } 4'' \times 8''$ de altura.
- Software SPSS Statistics.
- Programa Office Excel, para el cálculo de los ensayos.
- Fotografías de los ensayos realizados.

- ✓ *Apendice A*. Formatos para recolección de datos de los ensayos a realizar.

CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1 Presentación de resultados por variables

En la presente investigación se analizó las unidades de albañilería con material reciclable en la zona urbana de la ciudad de Moquegua, iniciando con la adecuada dosificación que se requiere para este tipo de unidades, luego se procedió con su elaboración y evaluación de los respectivos ensayos establecidos en la NTP (Norma Técnica Peruana).

Para la obtención de los respectivos resultados en la presente investigación se siguió los siguientes procedimientos:

4.1.1. Trabajo administrativo.

El presente estudio requirió de materiales reciclables los cuales se recolectaron del botadero de desechos de materiales de construcción ubicado en el Centro Poblado de Chen – Chen (ubicados a unos 200 metros aproximadamente al costado de la Planta de Tratamiento de la EPSS) de la ciudad de Moquegua, el cual es de acceso público, a pesar de ello se tuvo presente las respectivas medidas de seguridad como zapatos de seguridad, guantes, casco, entre otros para evitar cualquier accidente.

Se necesitó el uso de un laboratorio para realizar los respectivos ensayos mencionados anteriormente a las unidades de albañilería con material reciclable. Para ello se investigó en la Universidad José Carlos Mariátegui (UJCM) que requisitos se tienen que presentar para poder usar las instalaciones de su laboratorio. Luego, de verificar la información requerida se procedió a elaborar una solicitud de autorización para el uso del Laboratorio de Materiales, Concreto y Mecánica de Suelos (MCMS) de la UJCM, al Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, quien es el Dr. Alberto Cristóbal Flores Quispe. El Director de la Escuela Profesional accediendo al pedido, y dirigió el **OFICIO N° 0193 – 2021/CPIC/UJCM** al Jefe del Laboratorio de MCMS, el encargado es el Dr. Guido Elar Ordoñez Carpio, para que evalué si el laboratorio está en condiciones para el uso correspondiente y de ser el caso autorice el ingreso. Siendo favorable la petición solicitada, se dio como respuesta el **OFICIO N° 0001 – 2021 – NOVIEMBRE/LMCMS/UJCM**.

Aprobándose el respectivo documento, se procedió a establecer y coordinar las fechas que se requieran para realizar los ensayos y demás procedimientos que sean necesarios.

Se realizó coordinaciones con la Ladrillera El Diamante, la cual permitió la selección de un lote de ladrillos necesarias para los respectivos ensayos, tomándose una muestra de 135 unidades de albañilería industriales con un costo total de S/. 166.00.

En el caso del cemento, se eligió el Cemento Yura tipo 1P. Este se adquirió de la Ferretería Fátima E.I.R.L. ubicado en el Distrito de San Antonio.

Y para el agregado fino, se coordinó con la Cantera Marón, la cual está ubicada también en el distrito de San Antonio para que permitiera la extracción de muestra de la arena gruesa, siendo un costo de S/30.00

4.1.2. Trabajo de campo.

Se realizaron los siguientes trabajos de campo para recabar los resultados necesarios en el desarrollo de la presente investigación, teniendo presente los procedimientos e implementos adecuados para evitar cualquier incidente o variación en los resultados finales de los diferentes ensayos aplicados.

4.1.2.1 Ubicación de la zona de estudio.

La extracción y recolección del material reciclable, tanto de los cerámicos como el Tecnopor, utilizados en la elaboración de las unidades de albañilería se ubicó en el botadero de desechos de materiales de construcción ubicado en el Centro Poblado de Chen – Chen (ubicados a unos 200 metros aproximadamente al costado de la Planta de Tratamiento de la EPSS) en el Distrito de Moquegua.

✓ *Apendice B. Ubicación del botadero.*

Tabla 18

Ubicación de coordenadas del botadero

Altitud	Este	Norte
1520	295732.56	8097928.60

Nota: Datos de la ubicación del botadero de residuos sólidos.

4.1.2.2 Métodos selección del material.

El método que se aplicó para la recolección de los cerámicos requeridos fue de apreciación visual y de textura de preferencia lisos, descartándose así los que estaban muy triturados.

- ✓ *Apéndice C.* Recolección de los cerámicos.

En el caso del Tecnopor se eligió muestras que se encuentren con poca cantidad de impurezas y sean unidades enteras de preferencia.

- ✓ *Apéndice D.* Elección de las muestras de Tecnopor.

4.1.2.3 Extracción de material.

Los materiales que se extrajeron del botadero son:

Cerámicos: uno de los materiales que se reutilizara son los cerámicos, que es un material desechado en su mayor parte por el sector de la construcción; por lo que utilizarlo como materia prima en la elaboración de este tipo de ladrillo permitirá darles un segundo uso debido a sus características de resistencia al desgaste y durabilidad.

- ✓ *Apéndice E.* Cerámicos.

Tecnopor: otro de los materiales a utilizar es el Tecnopor, el cual al ser desechado en el ambiente puede durar en desintegrarse alrededor de 500 años, es por ello importante reutilizarlos, y aprovechar las características que presentan como aislamiento y bajo peso (liviano).

- ✓ *Apéndice F.* Tecnopor.

Una vez recolectado los materiales reciclables como los retazos de cerámicos y unidades de Tecnopor desechables, fueron trasladados a las instalaciones del laboratorio de Materiales, Concreto y Mecánica de Suelos de la UJCM con la debida coordinación de la Oficina de Dirección de Carrera de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

4.1.2.4 Adquisición del material.

Unidades de albañilería: se adquirieron los ladrillos Hércules H – 10 tipo IV de la Ladrillera El Diamante, como muestra de las unidades de albañilería industriales

- ✓ *Apéndice G.* Unidades de albañilería Hércules H – 10.

Cemento: se utilizó el Cemento portland puzolánico 1P debido a sus características que beneficiarán en la elaboración de la unidad de albañilería con material reciclado.

- ✓ *Apéndice H.* Cemento portland puzolánico 1P.

Agregado fino: el tipo de agregado que se requirió fue de arena gruesa debido a sus propiedades, con una gradación que pasa por el tamiz estándar de 9.5 milímetros (3/8 pulgada)

- ✓ *Apéndice I.* Arena gruesa.

Madera: se requirió este material para realizar los moldes de las unidades de albañilería con material reciclable

- ✓ *Apéndice J.* Moldes para las unidades de albañilería.

Tubo: la aplicación de los tubos de PVC (policloruro de vinilo) se da por lo general en las instalaciones de interiores de una construcción, pero en esta

investigación de la elaboración de ladrillos con materiales reciclables, serán utilizados para crear las perforaciones que cuentan los ladrillos tradicionales.

- ✓ *Apéndice K. Tubos de PVC.*

4.1.3. Trabajo de laboratorio.

Luego, de la extracción y adquisición de los materiales necesarios, se procedió con la elaboración de las unidades de albañilería con material reciclable y posteriormente a la aplicación de los ensayos de laboratorio respectivos indicados en la NTP para evaluar sus propiedades físicas y mecánicas.

Entre los ensayos aplicados para las propiedades físicas tenemos:

- ✓ Ensayo de variación dimensional
- ✓ Ensayo de alabeo
- ✓ Ensayo de porcentaje de vacíos
- ✓ Ensayo de succión
- ✓ Ensayo de absorción

Y los ensayos establecidos para las propiedades mecánicas tenemos:

- ✓ Ensayo de resistencia a la compresión simple
- ✓ Ensayo de resistencia en compresión de prismas de albañilería
- ✓ Ensayo de compresión diagonal de muretes de albañilería

4.1.3.1 Diseño de la unidad de albañilería con material reciclado.

Guiado de la norma técnica CAPECO (Cámara Peruana de la Construcción) se utilizó y aplico la tabla de dosificaciones para cada tipo de material en volumen, como vemos en la siguiente tabla:

Tabla 19*Proporciones usualmente utilizadas en construcciones*

Proporciones usualmente utilizadas en construcción					Materiales por M ³			
f'c (Kg/cm ²)	a/c	Slump (pulg)	Tamaño Agregado	Dosificación en volumen	Cemento (bolsas)	Arena (m ³)	Piedra (m ³)	Agua (m ³)
140	0.61	4	3/4	1: 2.5: 3.5	7.01	0.51	0.64	0.184
175	0.51	3	1/2	1: 2.5: 2.5	8.43	0.54	0.55	0.185
210	0.45	3	1/2	1: 2: 2	9.73	0.52	0.53	0.186
245	0.38	3	1/2	1: 1.5: 1.5	11.5	0.5	0.51	0.187
280	0.38	3	1/2	1: 1: 1.5	13.34	0.45	0.51	0.189

Nota: Datos tomados del Reglamento CAPECO (Costos y presupuestos en edificaciones 8ava Edición, P. 21).

Estableciendo de esta manera la adecuada dosificación requerida para la unidad de albañilería con material reciclable, siendo el resultado de 1:2:2:1. Esto nos indica que se utilizara una unidad de cemento por dos unidades de cerámico, dos unidades de arena gruesa y una unidad de Tecnopor, (todo en volumen).

Además, se basó y aplico las siguientes normas del ASTM (American Society for Testing and Materials):

- ✓ ASTM C – 136 “Análisis Granulométrico”
- ✓ ASTM C – 566 “Humedad Natural”
- ✓ ASTM C – 29 “Peso Unitario de los Agregados”
- ✓ ASTM C – 127 “Gravedad Especifica y Absorción del Agregado Grueso”
- ✓ ASTM C – 128 “Gravedad Especifica y Absorción del Agregado Fino”
- ✓ ASTM C – 117 “Material más fino pasante de la malla N° 200 (lavado del material)”

4.1.3.2 *Elaboración de unidades de material reciclable.*

Para la elaboración de las unidades de albañilería con material reciclable, realizaremos la mezcla de dosificación que se ha calculado. Comenzaremos teniendo todos los materiales debidamente pesados de acuerdo a la dosificación indicada.

- ✓ *Apéndice L* Materiales de la dosificación.

En el trompo mezclador de concreto se vierte primero las $\frac{3}{4}$ partes del agua a emplear, después la arena gruesa, luego pasamos con el cerámico triturado seguido del Tecnopor, cemento y el agua sobrante.

- ✓ *Apéndice M*. Incorporación de la arena gruesa a la mezcladora.
- ✓ *Apéndice N*. Incorporación del cerámico triturado.
- ✓ *Apéndice O*. Incorporación del Tecnopor.
- ✓ *Apéndice P*. Incorporación del cemento.

Con la mezcla terminada, realizamos los ensayos indicados en la norma entre ellos tenemos el Slump y la medición de temperatura.

- ✓ *Apéndice Q*. Comprobación del Slump del concreto.
- ✓ *Apéndice R*. Comprobación de la temperatura del concreto.

Después pasamos de inmediato a los moldes elaborados para estas unidades de albañilería y comenzamos a rellenarlos antes que se endurezca el concreto. Para el relleno del concreto lo dividiremos en tres partes del molde, llenando la primera capa daremos 20 varillados y 10 golpes alrededor del molde con un combo de goma. Repetiremos el mismo proceso para la segunda y tercera capa.

- ✓ *Apéndice S.* Llenado de la primera capa en el molde.
- ✓ *Apéndice T.* Golpes con el combo de goma,
- ✓ *Apéndice U.* Varillado por capas.
- ✓ *Apéndice V.* Nivelación y eliminación de exceso en la mezcla.

Adicionalmente la norma nos indica realizar ensayos de rotura de probetas, por lo cual se tomará una muestra de la mezcla utilizada para la elaboración de unidades de albañilería con material reciclable y será sometida a ensayos de compresión.

Tabla 20

Ensayo de rotura de probetas a los 4 días

Ensayo de rotura de probetas a los 4 días							
N°	Descripción	Fecha			Dato		Resistencia
		Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga (kg)	Diam. (cm)	F'c (kg/cm ²)
1	Probeta elaborada con Material Reciclable y Agregados. (P-1) (Ø = 4" x 8")	01/12/2021	05/12/2021	4	2340	10.25	28.36
2	Probeta elaborada con Material Reciclable y Agregados. (P-2) (Ø = 4" x 8")	01/12/2021	05/12/2021	4	2470	10.18	30.35
3	Probeta elaborada con Material Reciclable y Agregados (P-3) (Ø = 4" x 8")	01/12/2021	05/12/2021	4	2447	10.20	29.95

Nota: Rotura de probetas de concreto en la máquina de compresión a los 4 días de curado.

Tabla 21*Ensayo de rotura de probetas a los 7 días*

Ensayo de rotura de probetas a los 7 días							
N°	Descripción	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Dato Carga (kg)	Diam. (cm)	Resistencia F ^c (kg/cm ²)
1	Probeta elaborada con Material Reciclable y Agregados (P-4) (Ø = 4" x 8")	01/12/2021	08/12/2021	7	4406	10.15	54.45
2	Probeta elaborada con Material Reciclable y Agregados (P-5) (Ø = 4" x 8")	01/12/2021	08/12/2021	7	4040	10.20	49.44
3	Probeta elaborada con Material Reciclable y Agregados (P-6) (Ø = 4" x 8")	01/12/2021	08/12/2021	7	4210	10.12	52.34

Nota: Rotura de probetas de concreto en la máquina de compresión a los 7 días de curado.

Tabla 22*Ensayo de rotura de probetas a los 14 días*

Ensayo de rotura de probetas a los 14 días							
N°	Descripción	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Dato Carga (kg)	Diam. (cm)	Resistencia F ^c (kg/cm ²)
1	Probeta elaborada con Material Reciclable y Agregados (P-7) (Ø = 4" x 8")	01/12/2021	15/12/2021	14	6050	10.13	75.07
2	Probeta elaborada con Material Reciclable y Agregados (P-8) (Ø = 4" x 8")	01/12/2021	15/12/2021	14	5860	10.15	72.42
3	Probeta elaborada con Material Reciclable y Agregados (P-9) (Ø = 4" x 8")	01/12/2021	15/12/2021	14	5980	10.14	74.05

Nota: Rotura de probetas de concreto en la máquina de compresión a los 14 días de curado.

Tabla 23*Ensayo de rotura de probetas a los 28 días*

Ensayo de rotura de probetas a los 28 días							
N°	Descripción	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga (kg)	Dato Diam. (cm)	Resistencia f_c (kg/cm ²)
1	Probeta elaborada con Material Reciclable y Agregados (P-10) ($\varnothing = 4" \times 8"$)	01/12/2021	29/12/2021	28	7310	10.15	90.34
2	Probeta elaborada con Material Reciclable y Agregados. (P-11) ($\varnothing = 4" \times 8"$)	01/12/2021	29/12/2021	28	7214	10.18	88.63
3	Probeta elaborada con Material Reciclable y Agregados. (P-12) ($\varnothing = 4" \times 8"$)	01/12/2021	29/12/2021	28	7120	10.20	87.13

Nota: Rotura de probetas de concreto en la máquina de compresión a los 28 días de curado.

4.1.3.3 *Ensayo de variabilidad dimensional.*

El ensayo de variabilidad dimensional consiste en la evaluación individual de las medidas (largo, ancho y altura) de las unidades de albañilería debido a que no cuentan con las mismas dimensiones. Para la aplicación de este ensayo se basó de la norma NTP 399.613. El ensayo consto de:

- ✓ 10 unidades enteras y secas por muestra.
- ✓ Una regla de acero graduada
- ✓ Un calibrador de Vernier.

Para el desarrollo del presente ensayo se respetó los parámetros e indicaciones de la Norma Técnica Peruana. Se coloco la unidad en una superficie plana y se midió milimétricamente las dimensiones en tres puntos de cada arista que limita cada cara. Teniendo un promedio de las 4 medidas del espécimen ensayado con una aproximación de $\pm 1\text{mm}$.

- ✓ *Apéndice W.* Instrumentos empleados para el ensayo de variación dimensional.
- ✓ *Apéndice X.* Mediciones de las caras de las unidades de albañilería Hércules H – 10.
- ✓ *Apéndice Y.* Mediciones de las caras de las unidades de albañilería con material reciclable.

Para el cálculo de los resultados se procedió a aplicar la siguiente fórmula:

$$\text{Variación (\%)} = \frac{(M_e - M_p)}{M_e} \times 100 \dots\dots\dots [\text{Ecuación 1}]$$

Donde:

M_e = Medida estándar

M_p = Medida promedio

4.1.3.3.1 Ladrillo Hércules.

Tabla 24

Ensayo de variabilidad dimensional con ladrillo Hércules H – 10 (NTP 399.613 – revisión 2017)

Ensayo de variabilidad dimensional de unidades de albañilería																		
NTP 399.613 (2017)																		
N° de muestra	Longitud (cm)					Ancho (cm)					Altura (cm)							
	L1	L2	L3	L4	Lo	A1	A2	A3	A4	Ao	H1	H2	H3	H4	Ho			
H - 1	23.87	23.89	23.87	23.91	23.88	13.81	13.78	13.83	13.82	13.81	9.95	9.95	9.95	9.93	9.95			
H - 2	23.80	23.97	23.89	23.88	23.89	13.82	13.85	13.84	13.87	13.84	9.97	9.97	9.99	9.99	9.98			
H - 3	23.72	23.85	23.83	23.78	23.80	13.82	13.85	13.84	13.87	13.84	9.97	9.97	9.99	9.99	9.98			
H - 4	23.70	23.80	23.80	23.77	23.77	13.80	13.79	13.75	13.78	13.78	9.95	9.89	9.93	9.90	9.92			
H - 5	23.77	23.75	23.75	23.75	23.75	13.75	13.76	13.79	13.76	13.77	9.90	9.88	10.03	9.89	9.93			
H - 6	23.75	23.78	23.76	23.78	23.77	13.71	13.76	13.77	13.75	13.75	9.90	9.88	9.85	9.83	9.87			
H - 7	23.75	23.81	23.88	23.85	23.82	13.82	13.87	13.74	13.74	13.79	9.91	9.82	9.89	9.90	9.88			
H - 8	23.75	23.73	23.78	23.78	23.76	13.75	13.81	13.79	13.75	13.77	9.98	9.93	9.96	9.88	9.94			
H - 9	23.88	23.93	23.95	23.93	23.92	13.83	13.81	13.80	13.77	13.80	9.90	9.94	9.94	10.03	9.95			
H - 10	23.88	23.83	24.02	24.07	23.95	13.68	13.65	13.82	13.72	13.72	9.92	9.91	10.07	9.85	9.94			
Medidas Promedio					$\bar{L} =$	23.83					$\bar{A} =$	13.79					$\bar{H} =$	9.93
Medidas Estándar					$L =$	24.00					$A =$	14.00					$H =$	10.00
Desviación Estándar					$\sigma L =$	0.19					$\sigma A =$	0.10					$\sigma H =$	0.11
% Variación					$\% =$	0.70					$\% =$	1.52					$\% =$	0.68
Clasifica por Variabilidad Dimensional como										: LADRILLO TIPO V								

Nota: Resultados del Ensayo y clasificación de acuerdo a Reglamento Nacional de Edificaciones (Norma E-070 albañilería, tabla n° 01).

4.1.3.3.2 Ladrillo elaborado con material reciclable.

Tabla 25

Ensayo de variabilidad dimensional con ladrillo de material reciclable

Ensayo de variabilidad de unidades de albañilería																	
NTP 399.613 (2017)																	
N° de muestra	Longitud (cm)					Ancho (cm)					Altura (cm)						
	L1	L2	L3	L4	Lo	A1	A2	A3	A4	Ao	H1	H2	H3	H4	Ho		
D - 1	30.10	29.97	29.98	30.03	30.02	14.13	14.07	14.13	14.17	14.13	9.02	9.02	9.03	8.98	9.01		
D - 2	30.30	30.27	30.10	30.20	30.22	14.09	14.22	14.17	14.18	14.16	9.16	9.07	9.16	9.16	9.14		
D - 3	30.07	30.07	30.10	30.10	30.08	14.09	14.22	14.17	14.18	14.16	9.16	9.07	9.16	9.16	9.14		
D - 4	30.13	30.13	30.20	30.17	30.16	14.05	14.06	14.08	14.11	14.08	9.28	9.24	9.27	9.29	9.27		
D - 5	30.07	29.63	30.07	30.17	29.98	14.24	14.18	14.17	14.22	14.20	9.01	9.02	9.06	9.04	9.03		
D - 6	30.17	30.10	30.20	30.17	30.16	14.32	14.25	14.23	14.27	14.27	9.12	9.20	9.22	9.17	9.18		
D - 7	30.07	30.23	30.20	30.20	30.18	14.14	13.97	14.08	14.20	14.10	9.21	9.21	9.21	9.14	9.19		
D - 8	30.15	30.03	30.20	30.10	30.12	14.03	14.03	14.14	14.12	14.08	9.21	9.20	9.18	9.21	9.20		
D - 9	30.37	30.37	30.31	30.27	30.33	14.17	14.11	14.13	14.16	14.14	9.05	9.14	9.06	9.12	9.09		
D - 10	30.13	30.13	30.20	30.17	30.16	14.09	14.21	14.21	14.09	14.15	9.12	9.12	9.19	9.07	9.13		
Medidas promedio					$\bar{L} =$	30.14					$\bar{A} =$	14.15				$\bar{H} =$	9.14
Medidas estándar					$L =$	30.00					$A =$	14.00				$H =$	9.00
Desviación estándar					σ_L	0.29					σ_A	0.18				σ_H	0.23
% Variación					% =	-0.47					% =	-1.05				% =	-1.53
Clasifica por Variabilidad Dimensional como:											: LADRILLO TIPO V						

Nota: Resultados del Ensayo y clasificación de acuerdo a Reglamento Nacional de Edificaciones (Norma E-070 albañilería, tabla n° 01).

4.1.3.4 Ensayo de alabeo.

El ensayo de alabeo consiste en la evaluación individual de la concavidad y convexidad de las unidades de albañilería debido a que cada cara sea superior o inferior no son idénticas. Para la aplicación de este ensayo se basó de la norma NTP 399.613.

Este ensayo requirió de:

- ✓ 10 unidades enteras y secas por muestra.
- ✓ Una regla de acero
- ✓ Una escobilla de cerdas suaves
- ✓ Una cuña de medición graduada o regla graduada y numerada con divisiones de 1 mm.

Para el desarrollo del presente ensayo se identificó la cara superior e inferior de la unidad de albañilería, para esto se basó en la superficie que este más lisa (cara superior) y la más rugosa (cara inferior); luego se posiciono la unidad en una superficie plana colocándose una regla de acero de forma diagonal en la cara horizontal, de esta manera se identificó si la cara es cóncava o convexa.

En el caso que la cara sea cóncava el alabeo lo ubicaremos en el centro de la unidad.

- ✓ *Apéndice Z.* Medida de la cara cóncava y convexa de la unidad de albañilería Hércules H – 10.
- ✓ *Anexo AA.* Medida de la cara cóncava y convexa de la unidad de albañilería con material reciclable.

Y en el caso de ser una cara convexa, el alabeo lo encontraremos en los extremos, de las cuales se escogerá la que tenga mayor distancia para su cálculo.

Para el cálculo se procedió a realizar una sumatoria de los resultados y luego dividirlo entre la cantidad de unidades de albañilería ensayadas, en este caso fueron 10 unidades. Con este promedio se evaluó en la tabla de alabeo (máximo en mm) para determinar el tipo de ladrillo que corresponde.

4.1.3.4.1 Ladrillo Hércules.

Tabla 26

Ensayo de alabeo con ladrillo Hércules H – 10 (NTP 399.613 – revisión 2017)

Ensayo de alabeo de unidades de albañilería				
NTP 399.613				
N° de muestra	Cara superior		Cara inferior	
	Cóncavo mm	Convexo mm	Cóncavo mm	Convexo mm
H - 1	0.00	2.20	2.75	0.00
H - 2	4.83	0.00	0.00	2.50
H - 3	0.00	2.50	3.00	0.00
H - 4	1.50	0.00	3.50	0.00
H - 5	3.00	0.00	1.50	0.00
H - 6	0.00	2.50	0.00	3.00
H - 7	2.50	0.00	2.00	0.00
H - 8	1.50	0.00	2.00	0.00
H - 9	1.00	0.00	0.00	1.50
H - 10	0.00	1.50	2.00	0.00
H - 11	3.50	0.00	1.50	0.00
Promedio	Cóncavo (mm)		3.61 mm	
	Convexo (mm)		3.14 mm	
	-			
	Alabeo máximo obtenido:		3.61 mm	
	-			
La unidad de albañilería clasifica como:			"Ladrillo tipo IV"	

Nota: Resultados del Ensayo y clasificación de acuerdo a Reglamento Nacional de Edificaciones (Norma E-070 albañilería, tabla n° 01).

4.1.3.4.2 Ladrillo elaborado con material reciclable.

Tabla 27

Ensayo de alabeo con ladrillo de material reciclable

Ensayo de alabeo de unidades de albañilería				
	NTP 3999.613			
N° de muestra	Cara superior		Cara inferior	
	Cóncavo mm	Convexo mm	Cóncavo mm	Convexo mm
D - 1	0.00	0.00	1.20	0.00
D - 2	1.00	0.00	0.20	0.00
D - 3	0.50	0.00	1.20	0.00
D - 4	0.00	0.00	0.50	0.00
D - 5	0.00	0.00	0.25	0.00
D - 6	1.00	0.00	1.00	0.00
D - 7	0.50	0.00	0.50	0.00
D - 8	0.50	0.00	0.00	0.00
D - 9	0.25	0.00	0.25	0.00
D - 10	0.00	0.00	0.50	0.00
Promedio	Cóncavo (mm)		0.94 mm	
	Convexo (mm)		0.00 mm	
Alabeo máximo obtenido:			0.94 mm	
La unidad de albañilería clasifica como:			"Ladrillo tipo V"	

Nota: Resultados del Ensayo y clasificación de acuerdo a Reglamento Nacional de Edificaciones (Norma E-070 albañilería, tabla n° 01).

4.1.3.5 Ensayo de porcentaje de vacíos.

El ensayo de porcentaje de vacíos nos permite identificar el tipo de unidad de albañilería según sus alveolos de acuerdo al área de vacíos que presenta la unidad. Entre los tipos más comunes tenemos solidas (con un área igual o mayor al 70%) y huecas (presentan un área menor al 70%). Se aplico la norma NTP 399.613.

Este ensayo requirió de:

- ✓ 10 unidades enteras y secas por muestra.
- ✓ Arena limpia y seca
- ✓ Cono de arena
- ✓ Regla de acero
- ✓ Proctor con una capacidad de 500 ml ($\emptyset = 6''$)
- ✓ Escobilla de cerdas suaves
- ✓ Una balanza calibrada
- ✓ Recipientes planos

Para el desarrollo del ensayo se necesitará comenzar calibrando la arena (previamente tamizada) esto se realizará con un cono de arena y un molde para proctor modificado ($\emptyset = 6''$), de este último registraremos su peso y medidas de altura y diámetro para determinar su volumen. El cono de arena lo llenaremos con la arena calibrada; luego que se llene por completo lo pasaremos al Proctor, dejaremos fluir la arena hasta que ocupe por completo la capacidad del Proctor. Nivelaremos el excedente y limpiaremos el resto que este por los alrededores, continuamos pesándolo y repetiremos este proceso cuatro veces.

Una vez terminado este paso, tendremos el peso (densidad) de la arena calibrada y seguiremos con el registro de medidas de las unidades de albañilería (alto, largo y ancho). Pesaremos el recipiente para tarar; luego colocaremos el ladrillo, llenaremos con cuidado las perforaciones de la unidad con la arena calibrada y nivelaremos el excedente que presente con ayuda de una regla de acero y también limpiaremos con la escobilla el resto. Después levantaremos la unidad de albañilería y pesaremos la arena que se encuentre dentro del recipiente.

- ✓ *Apéndice BB.* Unidades de albañilería Hércules H – 10 proceso y llenado con la arena calibrada.
- ✓ *Apéndice CC.* Peso de la arena calibrada en la unidad de albañilería Hércules H – 10.
- ✓ *Apéndice DD.* Unidades de albañilería con material reciclable proceso y llenado con la arena calibrada.
- ✓ *Apéndice EE.* Peso de la arena calibrada en la unidad de albañilería con material reciclable.

Para determinar el porcentaje de vacíos se aplicará la siguiente expresión:

$$Vacios (\%) = \frac{V_{vacios}}{V_{bruto}} \dots\dots\dots [Ecuación 2]$$

Donde:

V_{vacios} = Volumen de vacíos

V_{bruto} = Volumen bruto

4.1.3.5.1 Ladrillo Hércules.

Tabla 28

Ensayo de porcentaje de vacíos con ladrillo Hércules H – 10 (NTP 399.613 – revisión 2017)

Ensayo de porcentaje de vacíos										
(NTP N° 633.13)										
Muestra	Volumen bruto promedio (cm ³)				Vol. Bruto (cm ³)	Densidad arena (g/cm ³)	Peso arena (g)	Vol. vacíos (cm ³)	Área vacíos (cm ²)	Vacíos (%)
	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Área bruta (cm ²)						
H - 1	23.90	13.98	10.00	334.12	3341.22	1.44	2086.50	1448.96	144.90	43.37%
H - 2	23.90	13.98	10.00	334.12	3341.22	1.44	2073.40	1439.86	143.99	43.09%
H - 3	23.90	13.98	10.00	334.12	3341.22	1.44	2075.70	1441.46	144.15	43.14%
H - 4	23.90	13.98	10.00	334.12	3341.22	1.44	2079.40	1444.03	144.40	43.22%
H - 5	23.90	13.98	10.00	334.12	3341.22	1.44	2072.80	1439.44	143.94	43.08%
H - 6	23.90	13.98	10.00	334.12	3341.22	1.44	2074.80	1440.83	144.08	43.12%
H - 7	23.90	13.98	10.00	334.12	3341.22	1.44	2080.60	1444.86	144.49	43.24%
H - 8	23.90	13.98	10.00	334.12	3341.22	1.44	2075.00	1440.97	144.10	43.13%
H - 9	23.90	13.98	10.00	334.12	3341.22	1.44	2089.70	1451.18	145.12	43.43%
H - 10	23.90	13.98	10.00	334.12	3341.22	1.44	2089.10	1450.76	145.08	43.42%
									Promedio	43.22%

La unidad de albañilería clasifica como: **UNIDAD DE ALBAÑILERIA HUE CA**

Nota: Resultados del Ensayo y clasificación de acuerdo a Reglamento Nacional de Edificaciones (Norma E-070 albañilería).

4.1.3.5.2 Ladrillo elaborado con material reciclable.

Tabla 29

Ensayo de porcentaje de vacíos con ladrillo de material reciclable

ENSAYO DE PORCENTAJE DE VACIOS										
(NTP N° 633.13)										
Muestra	Volumen bruto promedio (cm ³)				Vol. Bruto (cm ³)	Y arena (g/cm ³)	Peso arena (g)	Vol. vacíos (cm ³)	Área vacíos (cm ²)	Vacíos (%)
	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Área bruta (cm ²)						
D - 1	30.02	14.13	9.01	424.04	3821.70	1.44	612.90	425.63	47.23	11.14%
D - 2	30.22	14.16	9.14	427.97	3909.85	1.44	611.70	424.79	46.50	10.86%
D - 3	30.08	14.16	9.14	426.08	3892.60	1.44	613.80	426.25	46.66	10.95%
D - 4	30.16	14.08	9.27	424.53	3935.38	1.44	612.20	425.14	45.86	10.80%
D - 5	29.98	14.20	9.03	425.86	3845.55	1.44	611.30	424.51	47.01	11.04%
D - 6	30.16	14.27	9.18	430.28	3949.29	1.44	610.00	423.61	46.15	10.73%
D - 7	30.18	14.10	9.19	425.42	3910.29	1.44	613.40	425.97	46.34	10.89%
D - 8	30.12	14.08	9.20	424.03	3900.69	1.44	610.40	423.89	46.08	10.87%
D - 9	30.33	14.14	9.09	428.87	3899.84	1.44	621.60	431.67	47.47	11.07%
D - 10	30.16	14.15	9.13	426.72	3894.13	1.44	610.20	423.75	46.43	10.88%
									Promedio	10.92%

La unidad de albañilería clasifica como: **UNIDAD DE ALBAÑILERIA SÓLIDA**

Nota: Resultados del Ensayo y clasificación de acuerdo a Reglamento Nacional de Edificaciones (Norma E-070 albañilería).

4.1.3.6 Ensayo de absorción.

El ensayo de absorción consiste en determinar la humedad que contiene las unidades de albañilería al encontrarse secas y luego ser sumergidas en agua durante un plazo determinado (24 horas). Para la aplicación de este ensayo se basó de la norma NTP 399.613.

Este ensayo requirió de:

- ✓ 10 unidades enteras y secas por muestra.
- ✓ Una balanza calibrada con una capacidad no menor a 2000 g.
- ✓ Recipiente o pozo.
- ✓ Franela.

Para el desarrollo del siguiente ensayo se utilizaron unidades de albañilería secadas en un horno por 24 horas y enfriadas a temperatura ambiente. Luego de ello se pesaron y fueron sumergidas en un pozo con agua limpia y potable a una temperatura entre 15,5 y 30 °C por un tiempo de 24 horas, posteriormente fueron retirados, limpiados con una franela y de nuevo pesados.

- ✓ *Apéndice FF.* Unidades de albañilería Hércules H – 10 introducidas en el horno por 24 horas.
- ✓ *Apéndice GG.* Unidades de albañilería Hércules H – 10 sumergidas en un pozo con agua potable.
- ✓ *Apéndice HH.* Peso de las unidades de albañilería Hércules H – 10.
- ✓ *Apéndice II.* Unidades de albañilería con material reciclable introducidas en el horno por 24 horas.

- ✓ *Apéndice JJ.* Unidades de albañilería con material reciclable sumergidas en un pozo con agua potable.
- ✓ *Apéndice KK.* Peso de las unidades de albañilería con material reciclable.

La capacidad de absorción de agua de una unidad de albañilería se determina con la siguiente expresión:

$$\text{Absorción (\%)} = \frac{(W_s - W_d)}{W_d} \times 100 \dots\dots\dots [\text{Ecuación 3}]$$

Donde:

W_s = Peso saturado

W_d = Peso seco

4.1.3.6.1 Ladrillo Hércules.

Tabla 30

Ensayo de absorción con ladrillo Hércules H – 10 (NTP 399.613 – revisión 2017)

Ensayo de absorción			
NTP 399.613 (2017)			
Muestra	Peso seco (g)	Peso saturado (g)	Absorción
			$Absorción (\%) = \frac{P_{sat} - P_{seco}}{P_{seco}} \times 100$
H-1	3104.7	3555.5	14.52
H-2	3102.6	3531.7	13.83
H-3	3093.6	3542.9	14.52
H-4	3096.8	3550.6	14.65
H-5	3111.2	3535.2	13.63
H-6	3088.8	3504.3	13.45
H-7	3088.3	3537.2	14.54
H-8	3109	3548.6	14.14
H-9	3156.8	3609.7	14.35
H-10	3145.5	3599.5	14.43
Absorción (%)			14.21 %

La unidad de albañilería clasifica como:

"Ladrillo tipo V"

Nota: Resultados del Ensayo y clasificación de acuerdo a Reglamento Nacional de Edificaciones (Norma E-070 albañilería) y Normas Técnicas ITINTEC 331.017.

4.1.3.6.2 Ladrillo elaborado con material reciclable.

Tabla 31

Ensayo de absorción con ladrillo de material reciclable

Ensayo de absorción			
NTP 399.613 (2017)			
Muestra	Peso seco (g)	Peso saturado (g)	Absorción
			$Absorción (\%) = \frac{P_{sat} - P_{seco}}{P_{seco}} \times 100$
D - 1	5869.6	6275.2	6.91
D - 2	5822.5	6219.2	6.81
D - 3	5671.5	6187.5	9.10
D - 4	5822.5	6348	9.03
D - 5	5777.3	6196	7.25
D - 6	5927.7	6354	7.19
D - 7	5766.9	6195.3	7.43
D - 8	5606.6	6064.7	8.17
D - 9	5836.7	6324	8.35
D - 10	5633	6118.1	8.61
Absorción (%)			7.88 %
La unidad de albañilería clasifica como:			"Ladrillo tipo V"

Nota: Resultados del Ensayo y clasificación de acuerdo a Reglamento Nacional de Edificaciones (Norma E-070 albañilería) y Normas Técnicas ITINTEC 331.017.

4.1.3.7 Ensayo de succión.

El ensayo de succión consiste en la rapidez que tiene el agua al adherirse a una unidad de albañilería en la cara inferior (lado que presente concavidad) y es una característica que establece la adherencia que existe entre mortero y la unidad de albañilería. Para la aplicación de este ensayo se basó de la norma NTP 399.613.

Este ensayo requirió de:

- ✓ 10 unidades enteras y secas por muestra.
- ✓ Bandeja o recipiente plano con una profundidad no menor a 13 mm
- ✓ Dos barras de acero no corrosible
- ✓ Una balanza calibrada con una capacidad no menor a 3000 g
- ✓ Un cronometro
- ✓ Franela

Para el desarrollo del siguiente ensayo se utilizaron diez unidades de albañilería secadas y enfriadas previamente y pesadas. Luego prepararemos el recipiente plano donde se realizará el ensayo, con la ayuda de las varillas de acero se separará el fondo del recipiente con la cara inferior de la unidad de albañilería (a una altura de 3 mm); después se dejará fluir el agua constantemente por todo el recipiente hasta una altura de 3 mm, teniendo esta parte lista, se procede a introducir la unidad la cual se colocará encima de los soportes por un tiempo de un minuto \pm 1s. Al culminar este tiempo se procede a retirar la unidad ensayada, se seca el agua superficial con un paño y de nuevo se pesa.

- ✓ *Apéndice LL.* Unidad de albañilería Hércules H – 10 sumergida parcialmente.

- ✓ *Apéndice MM.* Control de tiempo con cronometro de las unidades de albañilería Hércules H – 10.
- ✓ *Apéndice NN.* Peso de la unidad de albañilería Hércules H – 10 parcialmente saturada.
- ✓ *Apéndice OO.* Unidad de albañilería con material reciclable, sumergida parcialmente.
- ✓ *Apéndice PP.* Control de tiempo con cronometro de las unidades de albañilería con material reciclable.
- ✓ *Apéndice QQ.* Peso de la unidad de albañilería con material reciclable, parcialmente saturada.

Para el cálculo de este ensayo se aplicó la siguiente expresión:

$$Succión = \frac{(P_{succión} - P_{seco}) * 200}{Area} \dots\dots\dots [Ecuación 4]$$

Donde:

P_{seco} = Peso seco

$P_{succión}$ = Peso de succión después de 1 min.

4.1.3.7.1 Ladrillo Hércules.

Tabla 32

Ensayo de succión con ladrillo Hércules H – 10 (NTP 399.613 – revisión 2017)

Ensayo de succión										
NTP 399.613										
Muestra	Peso Seco (g)	Peso por succión (g)	L1 (cm)	L2 (cm)	Largo prom. (cm)	A1 (cm)	A2 (cm)	Ancho prom. (cm)	Área (cm ²)	Succión g/200cm ² -min
H - 1	3104.7	3183.4	24.00	23.90	23.95	13.90	13.80	13.85	331.71	47.45
H - 2	3102.6	3187.2	23.85	23.90	23.88	13.80	13.75	13.78	328.88	51.45
H - 3	3093.6	3172.2	23.80	23.85	23.83	13.90	13.80	13.85	329.98	47.64
H - 4	3096.8	3169.2	23.85	23.90	23.88	13.80	13.80	13.80	329.48	43.95
H - 5	3111.2	3196.2	23.85	23.85	23.85	13.75	13.75	13.75	327.94	51.84
H - 6	3088.8	3177.9	23.80	23.85	23.83	13.75	13.70	13.73	327.00	54.50
H - 7	3088.3	3164	23.85	23.85	23.85	13.85	13.85	13.85	330.32	45.83
H - 8	3109	3181.1	23.85	23.80	23.83	13.75	13.80	13.78	328.19	43.94
H - 9	3156.8	3226.8	24.00	24.03	24.02	13.75	13.85	13.80	331.41	42.24
H - 10	3145.5	3214.9	23.90	24.00	23.95	13.65	13.75	13.70	328.12	42.30
									Ŝ =	47.11

Como: **47.11** g/200cm² > **20** g/200 cm², entonces:

Humedecer la Unidad de albañilería antes del asentado.

Nota: Resultados del Ensayo y clasificación de acuerdo a Reglamento Nacional de Edificaciones (Norma E-070 albañilería).

4.1.3.7.2 Ladrillo elaborado con material reciclable.

Tabla 33

Ensayo de succión con ladrillo de material reciclable

Ensayo de succión										
NTP 399.613										
Muestra	P seco (g)	P succión (g)	L1 (cm)	L2 (cm)	Largo (prom.)	A1 (cm)	A2 (cm)	Ancho (prom.)	Área (cm ²)	Succión g/200cm ² -min
D - 1	5869.6	5900.8	24.00	23.90	23.95	13.90	13.80	13.85	331.71	18.81
D - 2	5822.5	5850	23.85	23.90	23.88	13.80	13.75	13.78	328.88	16.72
D - 3	5671.5	5710.3	23.80	23.85	23.83	13.90	13.80	13.85	329.98	23.52
D - 4	5822.5	5846.7	23.85	23.90	23.88	13.80	13.80	13.80	329.48	14.69
D - 5	5777.3	5811.8	23.85	23.85	23.85	13.75	13.75	13.75	327.94	21.04
D - 6	5927.7	5958.8	23.80	23.85	23.83	13.75	13.70	13.73	327.00	19.02
D - 7	5766.9	5803.4	23.85	23.85	23.85	13.85	13.85	13.85	330.32	22.10
D - 8	5606.6	5636.1	23.85	23.80	23.83	13.75	13.80	13.78	328.19	17.98
D - 9	5836.7	5855.8	24.00	24.03	24.02	13.75	13.85	13.80	331.41	11.53
D - 10	5633	5651.1	23.90	24.00	23.95	13.65	13.75	13.70	328.12	11.03
									Σ =	17.64
Como: 17.64 g/200cm² < 20 g/200 cm² , entonces:										Humedecer Ligeramente La Unidad de albañilería antes del asentado

Nota: Resultados del Ensayo y clasificación de acuerdo a Reglamento Nacional de Edificaciones (Norma E-070 albañilería).

4.1.3.8 Ensayo de resistencia a la compresión simple.

El ensayo de resistencia a la compresión simple consiste en la resistencia que soportan las unidades de albañilería de manera individual frente a una carga axial, estas unidades se cortarán a la mitad para ser ensayadas. Esta es la fuerza que presenta la unidad de albañilería por unidad de área al ser sometidas por una carga constante. Para la aplicación de este ensayo se basó de la norma NTP 399.613.

Este ensayo requirió de:

- ✓ 10 unidades enteras y secas por muestra.
- ✓ Cemento portland 1P
- ✓ Yeso
- ✓ Nivel
- ✓ Esmeril de 7"
- ✓ Recipientes

Para la aplicación de este ensayo se utilizará la mitad de cada unidad de albañilería de las cuales se establecerá la altura, ancho y la mitad del largo de la unidad original, recordar que estas unidades deben encontrarse secas y enfriadas previamente. Antes de ser ensayadas se realizará un refrentado o capping ya sea de yeso o con azufre de esta manera se tendrá las caras superior e inferior uniformes y se tendrá una mejor distribución de la fuerza aplicada, en este caso se eligió que sea de yeso, este paso consiste en cubrir ambas caras opuestas de las unidades de albañilería con una mezcla de cemento y yeso (1:3), la cual será vaciada en una superficie plana cubierta de aceite para evitar que se adhiera. Este espesor de refrentado no debe exceder de 3 mm, luego se dejará reposar por un periodo de 24 horas. Después, de

este tiempo las unidades serán sometidas a una carga constante dentro de la máquina de compresión.

- ✓ *Apéndice RR.* Instrumentos y equipos a utilizar en el ensayo de resistencia a la compresión simple.
- ✓ *Apéndice SS.* Unidades de albañilería Hércules H – 10 con el refrentado y nivelado.
- ✓ *Apéndice TT.* Unidades de albañilería Hércules H – 10 en la máquina de compresión.
- ✓ *Apéndice UU.* Corte a la mitad de las unidades de albañilería con material reciclable.
- ✓ *Apéndice VV.* Unidades de albañilería con material reciclable con el refrentado.
- ✓ *Apéndice WW.* Unidades de albañilería con material reciclable en la máquina de compresión.

El cálculo del ensayo se aplicará con la siguiente expresión:

$$\text{Resistencia a la compresión } (F'b) = \frac{P}{A} \dots \dots \dots [\text{Ecuación 5}]$$

Donde:

P= fuerza

A= área

4.1.3.8.1 Ladrillo Hércules.

Tabla 34

Ensayo de resistencia a la compresión simple con ladrillo Hércules H – 10 (NTP 399.613 – revisión 2017)

Ensayo de compresión de unidades de albañilería														
NTP 399.613														
Muestra	Largo				Ancho				Largo prom.	Ancho prom.	Alto prom.	Área bruta (cm ²)	Pu (kg)	F'b (kg/cm ²)
	L1	L2	L3	L4	A1	A2	A3	A4						
M - 1	12.00	12.05	12.20	12.27	13.80	13.68	13.77	13.78	12.13	13.76	9.86	166.88	19130	114.63
M - 2	12.30	12.40	12.35	12.33	13.70	13.55	13.65	13.55	12.35	13.61	9.88	168.05	25410	151.21
M - 3	12.35	12.35	12.41	12.35	13.80	13.82	13.85	13.75	12.37	13.81	9.90	170.70	24770	145.11
M - 4	12.35	12.50	12.33	12.35	13.85	13.75	13.85	13.75	12.38	13.80	9.95	170.88	28350	165.91
M - 5	11.90	11.90	11.90	12.00	13.70	13.50	13.80	13.70	11.93	13.68	9.82	163.07	26490	162.44
M - 6	11.35	11.50	11.33	11.36	13.75	13.68	13.78	13.75	11.39	13.74	9.92	156.43	23220	148.44
M - 7	11.40	11.38	11.25	11.35	13.85	13.55	13.84	13.52	11.35	13.69	9.93	155.31	24190	155.75
M - 8	11.17	11.00	11.10	11.10	13.78	13.75	13.75	13.72	11.09	13.75	9.88	152.52	18880	123.79
M - 9	11.10	11.20	11.30	11.11	13.70	13.70	13.70	13.70	11.18	13.70	9.96	153.13	22210	145.04
M - 10	11.20	11.10	11.40	11.40	13.70	13.60	13.70	13.70	11.28	13.68	9.88	154.19	24670	160.00
												Fb = (kg/cm ²)	147.23	
												Desv = (kg/cm ²)	5.50	
												F'b = (kg/cm ²)	141.73	
La unidad de albañilería clasifica como:											Ladrillo tipo IV			

Nota: Resultados del Ensayo y clasificación de acuerdo a Reglamento Nacional de Edificaciones (Norma E-070 albañilería, tabla n° 01).

4.1.3.8.2 Ladrillo elaborado con material reciclable.

Tabla 35

Ensayo de resistencia a la compresión simple con ladrillo de material reciclable

Ensayo de compresión de unidades de albañilería														
NTP 399.613														
N° de muestras	Largo				Ancho				L prom	A prom	H prom	Área bruta (cm ²)	Pu (kg)	F'b (kg/cm ²)
	L1	L2	L3	L4	A1	A2	A3	A4						
D - 1	14.78	14.80	14.85	15.00	14.12	14.10	14.15	14.12	14.86	14.12	9.17	209.83	23970	114.2
D - 2	14.95	14.95	15.00	14.95	14.10	14.15	14.12	14.15	14.96	14.13	9.12	211.42	26420	125.0
D - 3	15.12	15.00	15.00	15.10	14.10	14.10	14.15	14.10	15.06	14.11	9.09	212.46	22630	106.5
D - 4	14.95	15.00	15.12	15.15	14.18	14.15	14.12	14.00	15.06	14.11	9.16	212.46	21870	102.9
D - 5	15.20	15.15	14.85	14.95	14.15	14.13	14.16	14.12	15.04	14.14	9.11	212.63	27040	127.2
D - 6	15.18	15.14	15.10	15.10	14.18	14.15	14.18	14.15	15.13	14.17	9.13	214.32	23420	109.3
D - 7	15.30	15.25	15.00	15.00	14.18	14.15	14.15	14.12	15.14	14.15	9.03	214.20	23090	107.8
D - 8	15.00	15.10	14.85	14.90	14.18	14.15	14.17	14.15	14.96	14.16	9.06	211.91	21920	103.4
D - 9	14.95	14.85	14.90	14.95	14.00	14.02	14.05	14.00	14.91	14.02	9.14	209.04	21160	101.2
D - 10	15.00	14.95	14.95	14.90	14.18	14.18	14.15	14.18	14.95	14.17	9.06	211.88	23180	109.4
												Fb = (kg/cm ²)	110.7 kg/cm ²	
												Desv = (kg/cm ²)	3.0 kg/cm ²	
												F'b = (kg/cm ²)	107.7 kg/cm ²	
La unidad de albañilería clasifica como :												Tipo III		

Nota: Resultados del ensayo y clasificación de acuerdo a Reglamento Nacional de Edificaciones (Norma E-070 albañilería, tabla n° 01).

4.1.3.9 Ensayo de resistencia en compresión de prismas de albañilería.

El ensayo de resistencia de compresión de prismas (o pilas) de albañilería son compuestos por tres o más unidades enteras, asentadas una sobre otra mediante el mortero (cemento y arena 1:3). El ensayo se desarrollará con una máquina de compresión con una velocidad de carga controlada. Se aplico para el ensayo la norma NTP 399.605.

Para este ensayo se necesitó de:

- ✓ 27 unidades enteras y secas por muestra.
- ✓ Cemento portland 1P
- ✓ Arena gruesa
- ✓ Yeso
- ✓ Nivel
- ✓ Recipientes
- ✓ Herramientas manuales (plancha de batir, badilejo)

Construcción de los prismas de albañilería:

Se comenzó con el riego de las unidades de albañilería, por un tiempo de 10 a 15 minutos, luego dejar reposar unos 5 minutos, realizar este proceso antes de la construcción de las pilas. Debemos identificar la cara cóncava de cada unidad ya que esta cara ira hacia abajo. La mezcla que se utilizará será de cemento y arena gruesa en una relación de 1:3, las unidades serán asentadas una sobre otra con una junta entre 1 a 1.5 mm. Luego de realizar la mezcla de mortero, se procede a colocar una buena cantidad encima del primer ladrillo con la ayuda de una badilejo y plancha de batir, distribuiremos para que cubra toda la superficie, tener en cuenta

que al colocar cada unidad de albañilería se nivelará tanto perpendicular y longitudinalmente la cara superior de esta. Al terminar la construcción de los prismas (en total se elaboraron 9 muestras) se dejarán almacenados a temperatura ambiente y no se moverán en un plazo de 7 días. Antes de realizar el ensayo se debe tomar las medidas de cada prisma (altura, largo y ancho), con un promedio de tres medidas por lado. El siguiente paso es el refrentado o capping de cemento y yeso en una dosificación de 1:3, este se realiza en una superficie plana y limpia la cual se encontrará aceitada para evitar que se quede adherida, este refrentado tendrá un espesor no mayor a 3 mm, tanto en la cara superior como inferior del prisma de esta manera se obtendrá una adecuada distribución de la fuerza aplicada durante la compresión. Teniendo esto terminado se procederá a realizar el ensayo colocando cada prisma en la máquina de compresión con una carga y velocidad uniforme.

- ✓ *Apéndice XX.* Instrumentos y equipos a utilizar en el ensayo de resistencia a la compresión de prismas de albañilería.
- ✓ *Apéndice YY.* Construcción de las pilas con unidades de albañilería Hércules H – 10.
- ✓ *Apéndice ZZ.* Pilas de albañilería Hércules H – 10 en la máquina de compresión.
- ✓ *Apéndice AAA.* Construcción de pilas con unidades de albañilería con material reciclable.
- ✓ *Apéndice BBB.* Pilas de albañilería con material reciclable en la máquina de compresión.

El cálculo de este ensayo se dará con la siguiente expresión:

$$\text{Resistencia a la compresión (F'b)} = \frac{P}{A} \dots \dots \dots [\text{Ecuación 6}]$$

4.1.3.9.1 Ladrillo Hércules.

Tabla 36

Ensayo de resistencia a la compresión de prismas con ladrillo Hércules H – 10 (NTP 399.605) a los 7 días

Ensayo de resistencia a la compresión de pilas de albañilería										
NTP 399.605										
Muestra	Dimensiones			Área bruta (cm ²)	Esbeltez e = alto/ ancho	P máx. (kg)	F'm (kg/cm ²)	Factor de corrección x esbeltez	Factor de corrección x edad	F'm corregido (kg/cm ²)
	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)							
H - 1	23.7	13.8	31.8	327	2.30	22880	69.96	0.772	1.2	64.81
H - 2	23.8	13.7	31.8	326	2.32	20880	64.04	0.775	1.2	59.55
H - 3	23.7	13.6	31.9	322	2.35	23520	72.97	0.778	1.2	68.16
									F'm Prom =	64.17
									σ =	5.45
									f'm =	58.72

Tabla 37

Ensayo de resistencia a la compresión de prismas con ladrillo Hércules H – 10 (NTP 399.605) a los 14 días

Ensayo de resistencia a la compresión de pilas de albañilería										
NTP 399.605										
Muestra	Dimensiones			Área bruta (cm ²)	Esbeltez e = alto/ ancho	P máx. (kg)	F'm (kg/cm ²)	Factor de corrección x esbeltez	Factor de corrección x edad	F'm corregido (kg/cm ²)
	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)							
H - 4	23.8	13.8	32.2	328.4	2.33	28590	87.05	0.777	1.1	74.37
H - 5	23.7	13.7	31.8	324.7	2.32	29735	91.58	0.775	1.1	78.07
H - 6	23.9	13.9	31.9	332.2	2.29	28440	85.61	0.771	1.1	72.63
									F'm prom =	75.02
									Σ =	3.54
									F'm =	71.48

Tabla 38

Ensayo de resistencia a la compresión de prismas con ladrillo Hércules H – 10 (NTP 399.605) a los 21 días

Ensayo de resistencia a la compresión de pilas de albañilería										
NTP 399.605										
Muestra	Dimensiones			Área bruta (cm ²)	Esbeltez e = alto/ ancho	P máx. (kg)	F'm (kg/cm ²)	Factor de corrección x esbeltez	Factor de corrección x edad	F'm corregido (kg/cm ²)
	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)							
H - 7	23.8	13.8	32.1	328.4	2.33	32380	98.59	0.776	1	76.47
H - 8	23.7	13.9	31.8	329.4	2.29	34740	105.45	0.770	1	81.23
H - 9	23.9	13.9	31.9	332.2	2.29	33260	100.12	0.771	1	77.22
									F'm Prom =	78.31
									σ =	3.54
									F'm =	74.77

4.1.3.9.2 Ladrillo elaborado con material reciclable.

Tabla 39

Ensayo de resistencia a la compresión de prismas con ladrillo de material reciclable a los 7 días

Ensayo de resistencia a la compresión de pilas de albañilería										
NTP 399.605										
Nº	Dimensiones			Área bruta (cm ²)	Esbeltez e = alto/ ancho	P máx. (kg)	F'm (kg/cm ²)	Factor de corrección x esbeltez	Factor de corrección x edad	F'm corregido (kg/cm ²)
	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)							
P - 1	30.1	14	29.8	421.4	2.13	19150	45.44	0.748	1.2	40.79
P - 2	31.8	14	30.2	445.2	2.16	21050	47.28	0.752	1.2	42.67
P - 3	32	14	30.5	448	2.18	20656	46.11	0.755	1.2	41.77
									fm prom	41.74
									σ =	1.33
									f'm =	40.42

Tabla 40*Ensayo de resistencia a la compresión de prismas con ladrillo de material reciclable a los 14 días*

Ensayo de resistencia a la compresión de pilas de albañilería										
NTP 399.605										
N°	Dimensiones			Área bruta (cm ²)	Esbeltez e = alto/ ancho	P máx. (kg)	F'm (kg/cm ²)	Factor de corrección x esbeltez	Factor de corrección x edad	F'm corregido (kg/cm ²)
	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)							
P - 4	30.3	14	32.2	424.2	2.30	29020	68.41	0.772	1.1	58.09
P - 5	30.1	14	32	421.4	2.29	27784	65.93	0.770	1.1	55.84
P - 6	30.5	14	31.5	427	2.25	28196	66.03	0.765	1.1	55.57
Fm prom										56.50
$\sigma =$										1.85
F'm =										54.66

Tabla 41*Ensayo de resistencia a la compresión de prismas con ladrillo de material reciclable a los 21 días*

Ensayo de resistencia a la compresión de pilas de albañilería										
NTP 399.605										
N°	Dimensiones			Área bruta (cm ²)	Esbeltez e = alto/ ancho	P máx. (kg)	F'm (kg/cm ²)	Fact. De corrección x esbeltez	Fact. De corrección x edad	Fm corregido (kg/cm ²)
	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)							
P- 7	30.1	14	32	421.4	2.29	39300	93.26	0.770	1	71.81
P- 8	30.3	14.1	30.5	427.23	2.16	41100	96.20	0.753	1	72.42
P- 9	30	14	31.5	420	2.25	38700	92.14	0.765	1	70.49
F'm prom										71.57
$\sigma =$										1.17
F'm =										70.41

4.1.3.10 Ensayo de compresión diagonal de muretes de albañilería.

El ensayo de la compresión diagonal del murete tiene como finalidad determinar el módulo de corte que tiene la albañilería. En este ensayo se aplicará una carga de compresión vertical a lo largo de la diagonal del murete; por lo que el esfuerzo que se genere producirá una falla que agrietará el murete de esquina a esquina. Para este ensayo se basó en la norma NTP 399.621.

En este ensayo se utilizó:

- ✓ 78 (ladrillos H-10 hercules) y 72 (unidad de albañilería elaborada con material reciclable y agregados) unidades enteras y secas por muestra.
- ✓ Cemento portland 1P
- ✓ Arena gruesa
- ✓ Nivel
- ✓ Plomada
- ✓ Carretilla
- ✓ Herramientas manuales (plancha de batir, badilejo).

Para iniciar con la construcción de los muretes debemos realizar el ensayo de la resistencia a la compresión del mortero de esta manera determinaremos si es apta o no y podremos continuar con los demás ensayos.

- ✓ *Apéndice CCC.* Instrumentos para preparar las muestras de concreto que serán utilizadas en los muretes.
- ✓ *Apéndice DDD.* Cubos de concreto en la máquina de compresión.

4.1.3.10.1 Construcción del murete de albañilería

Repetiremos el riego de las unidades de albañilería por un tiempo de 10 a 15 minutos luego dejar reposar unos 5 minutos, realizar este proceso antes de la construcción. La construcción de los muretes constara de 5 hiladas esto equivale a 12.5 unidades de albañilería, por lo que necesitaremos cortar a la mitad tres unidades con anterioridad. Seguimos con la mezcla de mortero, esta será de cemento y arena con una relación de dosificación de 1:3; luego ubicamos la primera fila de las unidades de albañilería con una separación de 1 a 1.5 mm, tanto vertical como horizontalmente, colocaremos una buena cantidad de mortero y lo distribuiremos uniformemente por toda la fila con apoyo de un badilejo y plancha de pulir. Después pondremos la segunda fila de unidades (de manera intercalada), y nivelaremos el largo total del murete, así como en su ancho, también nos ayudaremos con una plomada para comprobar que todo se encuentre nivelado. Continuaremos con los mismos pasos hasta llegar a la última hilada, el murete deberá tener como mínimo una altura de 60 cm.

Luego de terminar la construcción, los muretes no serán movidos por un periodo de 7 días y serán almacenados a una temperatura $24\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 8\text{ }^{\circ}\text{C}$. con una humedad relativa entre 25% y 75 %, luego se procederá a realizar el ensayo a los 14 y 21 días según sea el caso.

Antes de realizar el ensayo se debe tomar las medidas de cada murete (altura, base, diagonal y espesor). Teniendo esto terminado se procederá a realizar el ensayo colocando cada murete de manera diagonal en la máquina de compresión especializada para estos ensayos.

- ✓ *Apéndice EEE.* Construcción del murete con unidades de albañilería Hércules H – 10.
- ✓ *Apéndice FFF.* Murete terminado con unidades de albañilería Hércules H – 10.
- ✓ *Apéndice GGG.* Murete con unidades de albañilería Hércules H – 10 en la máquina de compresión.
- ✓ *Apéndice HHH.* Murete después del ensayo con unidades de albañilería Hércules H – 10.
- ✓ *Apéndice III.* Construcción del murete con unidades de albañilería con material reciclable.
- ✓ *Apéndice JJJ.* Muretes terminados con unidades de albañilería con material reciclable.
- ✓ *Apéndice KKK.* Murete con unidades de albañilería con material reciclable en la máquina de compresión.
- ✓ *Apéndice LLL.* Murete después del ensayo con unidades de albañilería con material reciclable.

Para el cálculo de este ensayo se aplicó la siguiente expresión:

$$\textit{Compresión diagonal de murete (V'm)} = \frac{P}{A} \dots\dots\dots [\textit{Ecuación 7}]$$

4.1.3.10.2 Cubos de mortero.

Tabla 42

Ensayo de resistencia a la compresión del mortero (50 mm) a los 4 días

Ensayo de resistencia a la compresión del mortero									
Nº	Datos								
	Volumen (cm ³)	Largo	Ancho	Alto	Sección (cm ²)	Masa (g.)	Densidad (g/cm ³)	Carga (kg-f)	Resistencia f _c (kg/cm ²)
1	130.562	5.14	5.02	5.06	25.803	293.030	2.244	1520.000	58.908
2	134.742	5.14	5.11	5.13	26.265	287.900	2.137	1520.000	57.871
3	133.432	5.11	5.12	5.10	26.163	289.050	2.166	1580.000	60.390

Tabla 43

Ensayo de resistencia a la compresión del mortero (50 mm) a los 7 días

Ensayo de resistencia a la compresión del mortero									
Nº	Dato								
	Volumen (cm ³)	Largo	Ancho	Alto	Sección (cm ²)	Masa (g.)	Densidad (g/cm ³)	Carga (kg-f)	Resistencia f _c (kg/cm ²)
1	131.866	5.10	5.12	5.05	26.112	296.030	2.245	1780.000	68.168
2	131.605	5.05	5.13	5.08	25.907	290.900	2.210	1610.000	62.147
3	132.390	5.08	5.11	5.10	25.959	295.050	2.229	1805.000	69.533

Tabla 44

Ensayo de resistencia a la compresión del mortero (50 mm) a los 14 días

Ensayo de resistencia a la compresión del mortero									
Nº	Dato								
	Volumen (cm ³)	Largo	Ancho	Alto	Sección (cm ²)	Masa (g.)	Densidad (g/cm ³)	Carga (kg-f)	Resistencia f _c (kg/cm ²)
1	135.782	5.20	5.10	5.12	26.520	300.030	2.210	2700.000	101.810
2	140.067	5.20	5.20	5.18	27.040	298.900	2.134	2840.000	105.030
3	137.114	5.12	5.20	5.15	26.624	299.050	2.181	3030.000	113.807

Tabla 45*Ensayo de resistencia a la compresión del mortero (50 mm) a los 21 días*

Ensayo de resistencia a la compresión del mortero									
N°	Volumen (cm ³)	Largo	Ancho	Alto	Dato				Resistencia f'c (kg/cm ²)
					Sección (cm ²)	Masa (g.)	Densidad (g/cm ³)	Carga (kg-f)	
1	136.578	5.10	5.20	5.15	26.520	295.030	2.160	3270.000	123.303
2	134.477	5.15	5.12	5.10	26.368	293.900	2.186	3160.000	119.842
3	137.374	5.10	5.18	5.20	26.418	297.050	2.162	3202.000	121.205

4.1.3.10.3 Ladrillo Hércules.**Tabla 46***Ensayo de compresión diagonal de murete con ladrillo Hércules H – 10 (NTP 399.621) a los 14 días*

Ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería							
N°	Dimensiones			Área		Fuerza (kg)	Resistencia al corte V'm (kg/cm ²)
	Base (cm)	Altura (cm)	Diagonal (cm)	Espesor (cm)	D x t (cm)		
1	63.8	57.5	85.888	14	1202.427	6042.17	5.025
2	63.5	58.2	86.136	14	1205.910	5945.94	4.931
3	63	56.5	84.624	14	1184.738	5494.82	4.638
Vm Prom =							4.865
$\sigma =$							0.202
V'm =							4.663

Tabla 47*Ensayo de compresión diagonal de murete con ladrillo Hércules H – 10 (NTP 399.621) a los 21 días*

Ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería							
N°	Dimensiones			Área		Fuerza (kg)	Resistencia al corte V'm (Kg/cm ²)
	base (cm)	altura (cm)	diagonal (cm)	espesor (cm)	D x t (cm ²)		
1	63.5	58.5	86.339	14	1208.752	8362.17	6.918
2	63.2	57	85.107	14	1191.501	9225.94	7.743
3	63.15	57.4	85.339	14	1194.741	6714.82	5.620
Vm Prom =							6.760
$\sigma =$							1.070
V'm =							5.690

4.1.3.10.4 Ladrillo elaborado con material reciclable.

Tabla 48

Ensayo de compresión diagonal de murete con ladrillo de material reciclable a los 14 días

Ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería							
N°	Dimensiones		Área		Fuerza (kg)	Resistencia al corte V'm (kg/cm2)	
	Base (cm)	Altura (cm)	Diagonal (cm)	Espesor (cm)			D x t (cm2)
1	62.00	62.00	87.681	14	1227.537	5189.42	4.228
2	61.70	62.70	87.967	14	1231.537	4754.42	3.861
3	62.20	63.20	88.674	14	1241.436	4584.42	3.693
						Vm Prom =	3.927
						Σ =	0.273
						V'm =	3.654

Tabla 49

Ensayo de compresión diagonal de murete con ladrillo de material reciclable a los 21 días

Ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería							
N°	Dimensiones		Área		Fuerza (kg)	Resistencia al corte V'm (Kg/cm2)	
	Base (cm)	Altura (cm)	Diagonal (cm)	Espesor (cm)			D x t (cm2)
1	62.5	62.5	88.388	14	1237.437	7479.42	6.044
2	61.5	62	87.328	14	1222.598	6734.42	5.508
3	62.3	63	88.602	14	1240.426	6104.42	4.921
						Vm Prom =	5.491
						Σ =	0.562
						V'm =	4.930

4.1.4. Trabajo de gabinete.

Después del desarrollo de los pasos anteriores se logró satisfactoriamente los resultados necesarios en el laboratorio, tanto para las unidades de albañilería industrializados como los de material reciclable.

Con todo ello se procederá a la respectiva comparación y evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de ambas unidades de albañilería y si son aptos o no para la aplicación en la construcción.

4.1.4.1 Matriz de datos – Hipótesis.

4.1.4.1.1 Hipótesis Especifica HD1.

Tabla 50

Granulometría del cerámico (botadero de residuos sólidos)

Granulometría del cerámico					
Tamiz		Peso	% Retenido	% Acumulado	% Pasante
Denominación	mm	retenido			
3"	76.200		0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500		0.00	0.00	100.00
2"	50.800		0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100		0.00	0.00	100.00
1"	25.400		0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050		0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	1156.20	46.40	46.40	53.60
Nº 4	4.760	1026.40	41.19	87.58	12.42
Nº 8	2.380	235.20	9.44	97.02	2.98
Nº 16	1.190	58.90	2.36	99.39	0.61
Nº 30	0.590	15.30	0.61	100.00	0.00
Nº 50	0.279	0.00	0.00	100.00	0.00
Nº 100	0.149	0.00	0.00	100.00	0.00
Nº 200	0.074	0.00	0.00	100.00	0.00
< Nº 200		0.00	0.00	100.00	0.00

Nota: Pesos obtenidos en cada tamiz, luego de realizado el tamizado del cerámico triturado.

- ✓ *Apéndice MMM.* Preparación de la muestra de cerámicos para el ensayo de granulometría.
- ✓ *Apéndice NNN.* Granulometría del cerámico.

Tabla 51

Granulometría de la arena gruesa muestra N° 1 (Cantera Marón)

Granulometría de arena gruesa M – 1					
Tamiz					
Denominación	mm	Peso retenido	% Retenido	% Acumulado	% Pasante
3"	76.200		0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500		0.00	0.00	100.00
2"	50.800		0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100		0.00	0.00	100.00
1"	25.400		0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050		0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700		0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525		0.00	0.00	100.00
N° 4	4.760	0.30	0.04	0.04	99.96
N° 8	2.380	67.10	9.99	10.04	89.96
N° 16	1.190	162.40	24.18	34.22	65.78
N° 30	0.590	161.00	23.98	58.20	41.80
N° 50	0.279	147.90	22.03	80.22	19.78
N° 100	0.149	97.10	14.46	94.68	5.32
N° 200	0.074	35.50	5.29	99.97	0.03
< N° 200		0.20	0.03	100.00	0.00

Nota: Pesos obtenidos en cada tamiz, luego de realizado el tamizado del cerámico triturado.

Tabla 52*Granulometría de la arena gruesa muestra N° 2 (Cantera Marón)*

Granulometría de arena gruesa M – 2					
Tamiz		Peso	% Retenido	% Acumulado	% Pasante
Denominación	mm	retenido			
3"	76.200		0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500		0.00	0.00	100.00
2"	50.800		0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100		0.00	0.00	100.00
1"	25.400		0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050		0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700		0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525		0.00	0.00	100.00
N° 4	4.760	0.40	0.06	0.06	99.94
N° 8	2.380	68.10	10.38	10.44	89.56
N° 16	1.190	160.20	24.41	34.85	65.15
N° 30	0.590	150.70	22.97	57.82	42.18
N° 50	0.279	141.60	21.58	79.40	20.60
N° 100	0.149	95.90	14.61	94.01	5.99
N° 200	0.074	39.10	5.96	99.97	0.03
< N° 200		0.20	0.03	100.00	0.00

Nota: Pesos obtenidos en cada tamiz, luego de realizado el tamizado de la arena gruesa.

- ✓ *Apéndice OOO.* Preparación de la muestra de arena gruesa para el ensayo de granulometría.
- ✓ *Apéndice PPP.* Granulometría de la arena gruesa.

Tabla 53*Contenido de material fino de la arena gruesa*

Cantidad de material fino que pasa por el tamiz N° 200			
Descripción	UND	Cantidad de ensayos	
		M – 1	M – 2
Peso del material seco	g.	696.47	681.90
Peso del material seco lavado	g.	671.50	656.20
Peso de recipiente	g.	0.00	0.00
Peso neto seco		696.47	681.90
Peso del material < N° 200	g.	24.97	25.70
% material < N° 200	%	3.59	3.77
Promedio % material < N° 200	%	3.68	

Nota: Pesos obtenidos al realizar el ensayo (02 ensayos consecutivos) para obtener el porcentaje de finos en la arena gruesa.

Tabla 54*Contenido de humedad de la arena gruesa*

Contenido de humedad de la arena gruesa (NTP 399.185; MTC E 215)			
Descripción	UND	Cantidad de ensayos	
		M – 1	M – 2
Peso del material natural	g.	700.00	710.00
Peso del material seco después del horno	g.	688.80	697.20
Peso de recipiente	g.	0.00	0.00
Peso del material seco después del horno + recipiente	g.	688.80	697.20
Contenido de humedad	%	1.63	1.84
Promedio contenido de humedad	%	1.73	

Nota: Pesos obtenidos al realizar el ensayo (02 ensayos consecutivos) para obtener el porcentaje de humedad en la arena gruesa.

Tabla 55*Contenido de humedad del cerámico*

Contenido de humedad del cerámico (NTP 399.185; MTC E 215)				
Descripción	UND	Cantidad de ensayos		
		M – 1	M – 2	
Peso del material natural	g.	1696.47	1681.90	
Peso del material seco después del horno	g.	1680.50	1667.20	
Peso de recipiente	g.	0.00	0.00	
Peso del material seco después del horno + recipiente	g.	1680.50	1667.20	
Contenido de humedad	%	0.95	0.88	
Promedio contenido de humedad	%	0.92		

Nota: Pesos obtenidos al realizar el ensayo (02 ensayos consecutivos) para obtener el porcentaje de humedad del cerámico triturado.

Tabla 56*Ensayo de absorción de la arena*

Ensayo de absorción de la arena (ASTM C - 128; NTP 400.021)				
Descripción	UND	Cantidad de ensayos		
		M – 1	M – 2	
Peso del material saturado sup. Seca	g.	500.00	500.00	
Peso del material seco después del horno	g.	486.45	485.90	
Peso de recipiente	g.	0.00	0.00	
Peso del material seco después del horno + recipiente	g.	486.45	485.90	
Contenido de humedad	%	2.79	2.90	
Promedio contenido de humedad	%	2.84		

Nota: Pesos obtenidos al realizar el ensayo (02 ensayos consecutivos) para obtener el porcentaje de absorción de la arena.

Tabla 57*Ensayo de absorción del cerámico*

Ensayo de absorción del cerámico (ASTM C - 128; NTP 400.021)				
Descripción	UND	Cantidad de ensayos		
		M – 1	M – 2	
Peso del material saturado sup. Seca	g.	2526.10	2500.00	
Peso del material seco después del horno	g.	2376.80	2363.10	
Peso de recipiente	g.	0.00	0.00	
Peso del material seco después del horno + recipiente	g.	2376.80	2363.10	
Contenido de humedad	%	6.28	5.79	
Promedio contenido de humedad	%	6.04		

Nota: Pesos obtenidos al realizar el ensayo (02 ensayos consecutivos) para obtener el porcentaje de absorción del cerámico triturado.

Tabla 58*Peso específico del agregado fino*

Peso específico del agregado fino (ASTM C - 128; NTP 400.021)				
Descripción	Und	Cerámico triturado		Fórmula
		Ensayo N° 01	Ensayo N° 02	
Peso de la Muestra Saturada Superficialmente Seca	g.	500.00	500.00	T1
Peso (Fiola+ muestra sumergida en el agua).	g.	1528.58	1530.55	T2
Peso (fiola + Agua)	g.	1225.99	1229.72	T3
Peso de la Muestra Seca.	g.	486.45	485.90	T4
Peso de la Muestra Sumergida.	g.	302.59	300.83	P=T2-T3
Volumen de la Muestra	cm3	197.41	199.17	Y= T1 - P
Peso Específico Seco (Masa)	g/cm3	2.46	2.44	Z1= T4/Y
Peso Específico Saturado Superficialmente Seco.	g/cm3	2.53	2.51	Z2= T1/Y
Peso Unitario Promedio	g/cm3	2.52		

Nota: Pesos obtenidos al realizar el ensayo (02 ensayos consecutivos) para obtener el peso específico del agregado fino (arena gruesa).

Tabla 59*Peso específico del cerámico*

Peso específico del cerámico (ASTM C - 127; NTP 400.021)				
Descripción	UND	Cerámico triturado		Fórmula
		Ensayo N° 01	Ensayo N° 02	
Peso de la muestra saturada superficialmente seca	g.	2526.10	2500.00	t1
Peso (canastilla + muestra) sumergida en el agua.	g.	2308.20	2299.50	t2
Peso de la canastilla sumergida en agua.	g.	858.70	858.70	t3
Peso de la muestra seca.	g.	2376.80	2363.10	t4
Peso de la muestra sumergida.	g.	1449.50	1440.80	p=t2-t3
Volumen de la muestra	cm ³	1076.60	1059.20	y= t1 - p
Peso específico seco (masa)	g/cm ³	2.21	2.23	z1= t4/y
Peso específico saturado superficialmente seco.	g/cm ³	2.35	2.36	z2= t1/y
Peso unitario promedio	g/cm ³	2.35		

Nota: Pesos obtenidos al realizar el ensayo (02 ensayos consecutivos) para obtener el peso específico del cerámico triturado.

- ✓ *Apéndice QQQ.* Peso específico y absorción de la arena gruesa.
- ✓ *Apéndice RRR.* Peso específico y absorción del cerámico.

Tabla 60*Peso unitario compactado de la arena gruesa*

Peso unitario compactado de la arena gruesa (ASTM C - 29: NTP 400.017)					
Descripción	Und	Cerámico triturado			Fórmula
		Ensayo N° 01	Ensayo N° 02	Ensayo N° 03	
Peso del Molde	G.	6956.10	6956.10	6956.10	P1
Peso del Molde + Muestra	g.	12712.90	12729.00	12737.13	P2
Peso de la Muestra	g.	5756.80	5772.90	5781.03	Q = P2 - P1
Volumen del Molde	cm3	3211.81	3211.81	3211.81	V
Peso Unitario Suelto (Individual)	g/cm3	1.792	1.797	1.800	W = Q / V
Peso Unitario Promedio	g/cm3		1.797		

Nota: Pesos obtenidos al realizar el ensayo (03 ensayos consecutivos) para obtener el peso unitario compactado del agregado fino (arena gruesa).

Tabla 61*Peso unitario suelto de la arena gruesa*

Peso unitario suelto de la arena gruesa (ASTM C - 29: NTP 400.017)					
Descripción	UND	Cerámico triturado			Fórmula
		Ensayo N° 01	Ensayo N° 02	Ensayo N° 03	
Peso del Molde	g.	6956.10	6956.10	6956.10	P1
Peso del Molde + Muestra	g.	12356.40	12344.00	12335.00	P2
Peso de la Muestra	g.	5400.30	5387.90	5378.90	Q = P2 - P1
Volumen del Molde	cm3	3211.81	3211.81	3211.81	V
Peso Unitario Suelto (Individual).	g/cm3	1.681	1.678	1.675	W = Q / V
Peso Unitario Promedio	g/cm3		1.678		

Nota: Pesos obtenidos al realizar el ensayo (03 ensayos consecutivos) para obtener el peso unitario suelto del agregado fino (arena gruesa).

Tabla 62*Peso unitario compactado del cerámico*

Peso unitario compactado del cerámico (ASTM C - 29: NTP 400.017)					
Descripción	Und	Cerámico triturado			Fórmula
		Ensayo N° 01	Ensayo N° 02	Ensayo N° 03	
Peso del Molde	g.	6512.00	6512.00	6512.00	P1
Peso del Molde + Muestra	g.	10660.40	10615.30	10643.10	P2
Peso de la Muestra	g.	4148.40	4103.30	4131.10	$Q = P2 - P1$
Volumen del Molde	cm ³	3254.21	3254.21	3254.21	V
Peso Unitario Suelto (Individual).	g/cm ³	1.275	1.261	1.269	$W = Q / V$
Peso Unitario Promedio	g/cm ³		1.268		

Nota: Pesos obtenidos al realizar el ensayo (03 ensayos consecutivos) para obtener el peso unitario compactado del cerámico triturado.

Tabla 63*Peso unitario suelto del cerámico*

Peso unitario suelto del cerámico (ASTM C - 29: NTP 400.017)					
Descripción	UND	Cerámico triturado			Fórmula
		Ensayo N° 01	Ensayo N° 02	Ensayo N° 03	
Peso del Molde	g.	6512.00	6512.00	6512.00	P1
Peso del Molde + Muestra	g.	10262.40	10241.30	10267.10	P2
Peso de la Muestra	g.	3750.40	3729.30	3755.10	$Q = P2 - P1$
Volumen del Molde	cm ³	3254.21	3254.21	3254.21	V
Peso Unitario Suelto (Individual).	g/cm ³	1.152	1.146	1.154	$W = Q / V$
Peso Unitario Promedio	g/cm ³		1.151		

Nota: Pesos obtenidos al realizar el ensayo (03 ensayos consecutivos) para obtener el peso unitario suelto del cerámico triturado.

Tabla 64*Peso unitario compactado del Tecnopor*

Peso unitario compactado del Tecnopor (ASTM C - 29: NTP 400.017)					
Descripción	UND	Tecnopor triturado			Fórmula
		Ensayo N° 01	Ensayo N° 02	Ensayo N° 03	
Peso del Molde	g.	6512.00	6512.00	6512.00	P1
Peso del Molde + Muestra	g.	6539.70	6539.40	6540.10	P2
Peso de la Muestra	g.	27.70	27.40	28.10	$Q = P2 - P1$
Volumen del Molde	cm ³	3254.21	3254.21	3254.21	V
Peso Unitario Suelto (Individual).	g/cm ³	0.00851	0.00842	0.00863	$W = Q / V$
Peso Unitario Promedio	g/cm ³		0.00852		

Nota: Pesos obtenidos al realizar el ensayo (03 ensayos consecutivos) para obtener el peso unitario compactado del tecnopor triturado.

Tabla 65*Peso unitario suelto del Tecnopor*

Peso unitario suelto del tecnopor (ASTM C - 29: NTP 400.017)					
Descripción	UND	Tecnopor triturado			Fórmula
		Ensayo N° 01	Ensayo N° 02	Ensayo N° 03	
Peso del Molde	g.	6512.00	6512.00	6512.00	P1
Peso del Molde + Muestra	g.	6537.70	6538.20	6538.70	P2
Peso de la Muestra	g.	25.70	26.20	26.70	$Q = P2 - P1$
Volumen del Molde	cm ³	3254.21	3254.21	3254.21	V
Peso Unitario Suelto (Individual).	g/cm ³	0.00790	0.00805	0.0082	$W = Q / V$
Peso Unitario Promedio	g/cm ³		0.00805		

Nota: Pesos obtenidos al realizar el ensayo (03 ensayos consecutivos) para obtener el peso unitario suelto del tecnopor triturado.

- ✓ *Apéndice SSS.* Proceso del peso unitario compactado del Tecnopor.
- ✓ *Apéndice TTT.* Proceso del peso unitario suelto del Tecnopor.
- ✓ *Apéndice UUU.* Proceso del peso compactado del cerámico.
- ✓ *Apéndice VVV.* Proceso del peso unitario del cerámico.

4.1.4.1.2 Hipótesis Especifica HD2.

Tabla 66

Dosificación empleada para la elaboración de la unidad de albañilería con material reciclable

Dosificación para la elaboración de la unidad de albañilería con material reciclable					
Dosificación	Cemento (kg.)	Arena (m ³)	Cerámico (m ³)	Tecnopor (m ³)	Agua (l)
1:2:2:1	414	0.52	0.53	0.26	186

✓ *Apéndice WWW.* Proporciones de los materiales (cerámicos, cemento, arena gruesa y Tecnopor) en gramos.

4.1.4.1.3 Hipótesis Especifica HD3.

4.1.4.1.3.1 Ensayo de variabilidad.

Tabla 67

Comparación de resultados del ensayo de variabilidad dimensional

N° de muestra	Ensayo de variabilidad dimensional					
	Ladrillo Hércules H - 10			Ladrillo con material reciclable		
	Largo %	Ancho %	Altura %	Largo %	Ancho %	Altura %
1	99.510	98.655	99.458	100.069	100.893	100.139
2	99.531	98.887	99.767	100.722	101.167	101.509
3	99.149	98.887	99.767	100.278	101.167	101.509
4	99.028	98.435	99.175	100.528	100.548	103.000
5	98.976	98.327	99.267	99.944	101.452	100.333
6	99.038	98.190	98.658	100.528	101.911	101.981
7	99.253	98.506	98.783	100.583	100.702	102.130
8	99.010	98.387	99.400	100.403	100.554	102.213
9	99.684	98.595	99.533	101.094	101.006	101.037
10	99.792	97.976	99.375	100.528	101.065	101.398
Promedio	99.297	98.485	99.318	100.468	101.046	101.525

4.1.4.1.3.2 *Ensayo de alabeo.*

Tabla 68

Comparación de resultados del ensayo de alabeo

N° de muestra	Ensayo de alabeo			
	Ladrillo Hércules H - 10		Material reciclable	
	Concavidad	Convexidad	Concavidad	Convexidad
1	2.750	2.200	1.20	0.00
2	4.833	2.500	1.20	0.00
3	3.000	2.500	1.70	0.00
4	5.000	0.000	0.50	0.00
5	4.500	0.000	0.25	0.00
6	0.000	5.500	2.00	0.00
7	4.500	0.000	1.00	0.00
8	3.500	0.000	0.50	0.00
9	1.000	1.500	0.50	0.00
10	2.000	1.500	0.50	0.00
11	5.000	0.000	-	-
Promedio	3.608	1.570	0.935	0.000

4.1.4.1.3.3 Ensayo de porcentaje de vacíos.

Tabla 69

Comparación de resultados del ensayo de porcentaje de vacíos

Ensayo de porcentaje de vacíos		
N° de muestra	Hércules H - 10 % vacíos	Mat. Reciclable % vacíos
1	43.370	11.140
2	43.090	10.860
3	43.140	10.950
4	43.220	10.800
5	43.080	11.040
6	43.120	10.730
7	42.240	10.890
8	43.130	10.870
9	43.430	11.070
10	43.420	10.880
Promedio	43.124	10.923

4.1.4.1.3.4 Ensayo de succión.

Tabla 70

Comparación de resultados del ensayo de succión

Ensayo de succión		
N° de muestra	Hércules H - 10 (g/200cm ² -min)	Mat. Reciclable (g/200cm ² -min)
1	47.451	18.812
2	51.448	16.724
3	47.640	23.517
4	43.949	14.690
5	51.839	21.041
6	54.496	19.022
7	45.834	22.100
8	43.938	17.977
9	42.244	11.527
10	42.302	11.033
Promedio	47.114	17.644

4.1.4.1.3.5 Ensayo de absorción.

Tabla 71

Comparación de resultados del ensayo de absorción

Ensayo de absorción		
N° de muestra	Hércules H - 10	Mat. reciclable
	% Absorción	% Absorción
1	14.520	6.910
2	13.830	6.813
3	14.524	9.098
4	14.654	9.025
5	13.628	7.247
6	13.452	7.192
7	14.536	7.429
8	14.140	8.171
9	14.347	8.349
10	14.433	8.612
Promedio	14.206	7.885

4.1.4.1.3.6 Ensayo de resistencia a la compresión simple.

Tabla 72

Comparación de resultados del ensayo de resistencia a la compresión simple

Ensayo de resistencia a la compresión simple		
N° de muestra	Hércules H-10 F'b (kg/cm ²)	Mat. reciclable F'b (kg/cm ²)
1	114.634	114.238
2	151.208	124.964
3	145.109	106.512
4	165.907	102.935
5	162.441	127.169
6	148.437	109.278
7	155.750	107.799
8	123.786	103.442
9	145.039	101.227
10	160.002	109.402
Promedio	147.231	110.697

4.1.4.1.3.7 *Ensayo de resistencia a la compresión de prismas de albañilería.*

Tabla 73

Comparación de resultados del ensayo de resistencia a la compresión de prismas de albañilería

Ensayo de resistencia a la compresión de prismas		
Días de ensayo	Hércules H-10 F'm (kg/cm ²)	Mat. reciclable F'm (kg/cm ²)
7	58.723	38.574
14	74.355	49.856
21	74.251	67.911

4.1.4.1.3.8 *Ensayo de compresión diagonal de muretes de albañilería.*

Tabla 74

Comparación de resultados del ensayo de compresión diagonal de muretes de albañilería

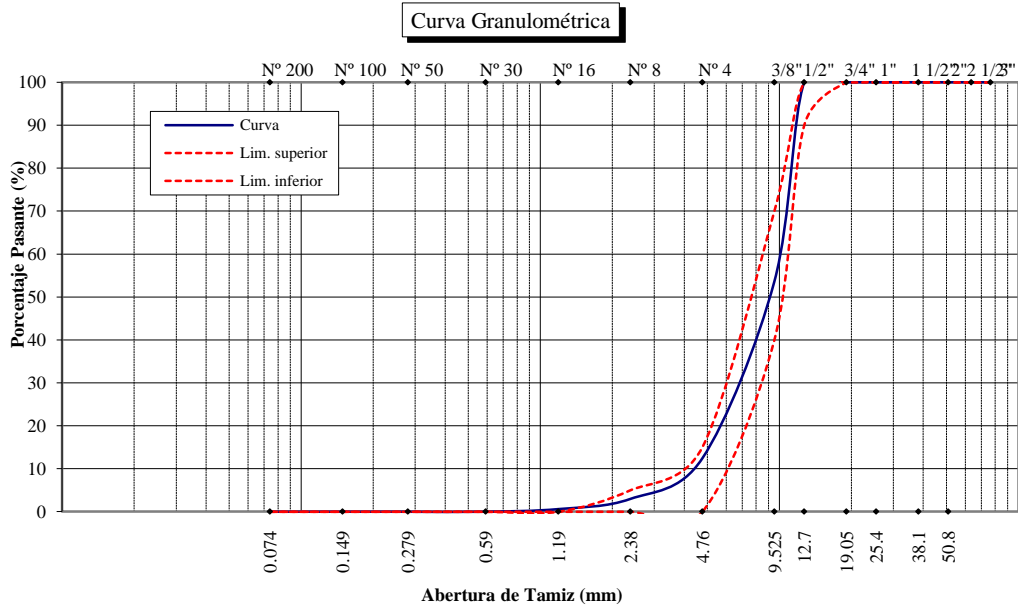
Ensayo de compresión diagonal de murete		
Días de ensayo	Hércules H-10 V'm (kg/cm ²)	Mat. reciclable V'm (kg/cm ²)
14	4.660	3.650
21	5.690	4.930

4.1.4.2 Comparación de efectos – Hipótesis.

4.1.4.2.1 Hipótesis Especifica HD1

Figura 15

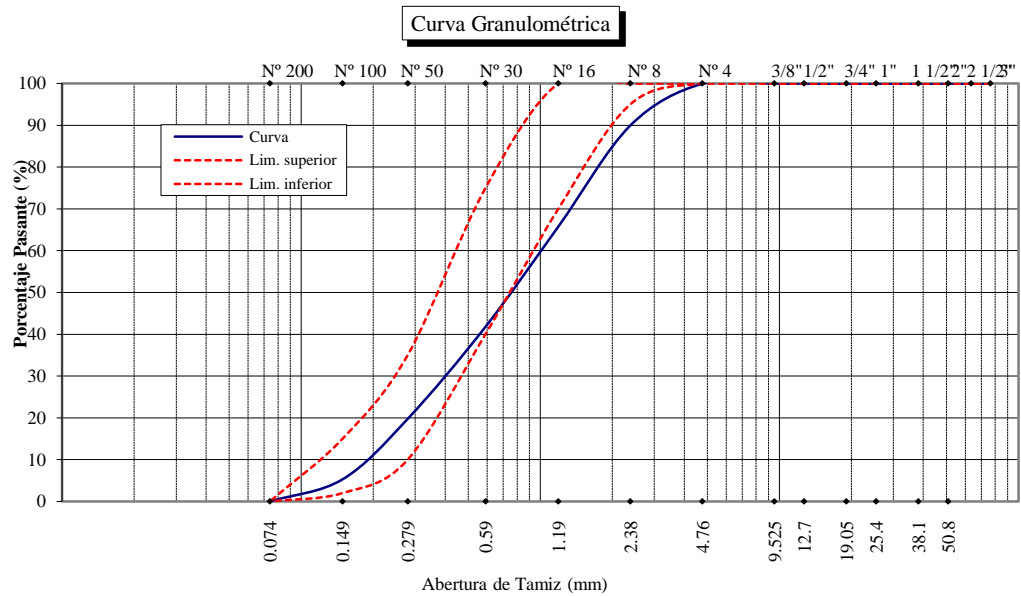
Curva granulométrica del cerámico



Nota: El cerámico proveniente del botadero de desechos de materiales de construcción ubicado en el Centro Poblado de Chen – Chen, cumple con los parámetros establecidos en la curva granulométrica.

Figura 16

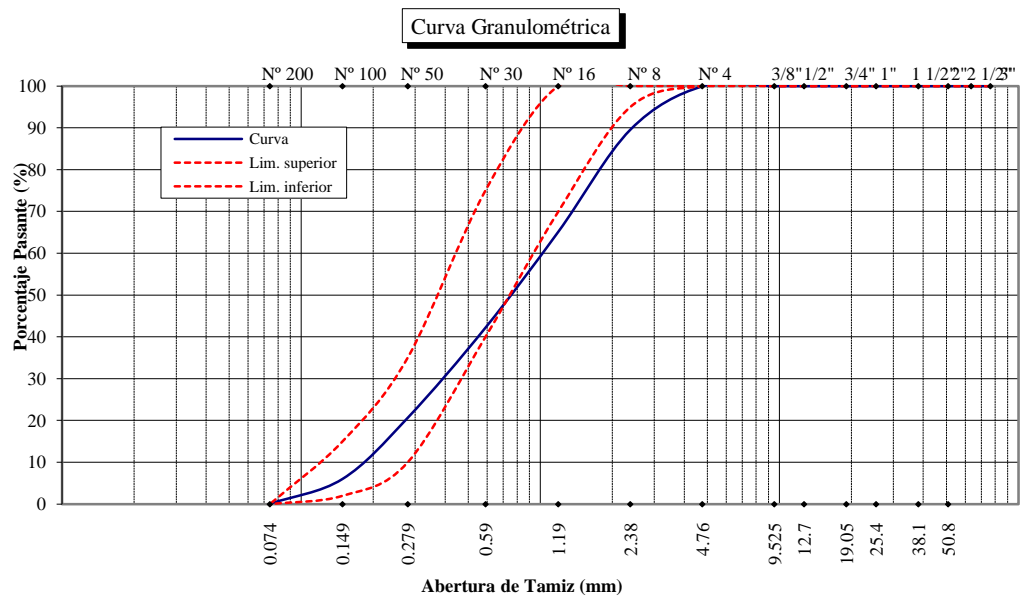
Curva granulométrica de la arena gruesa muestra N° 1 (Cantera Marón)



Nota: la muestra N° 1 de arena gruesa proveniente de la Cantera Marón se encuentra ligeramente a un costado hasta el tamiz N° 30 donde ingresa dentro de los límites establecidos en la curva granulométrica según la NTP 400.12.

Figura 17

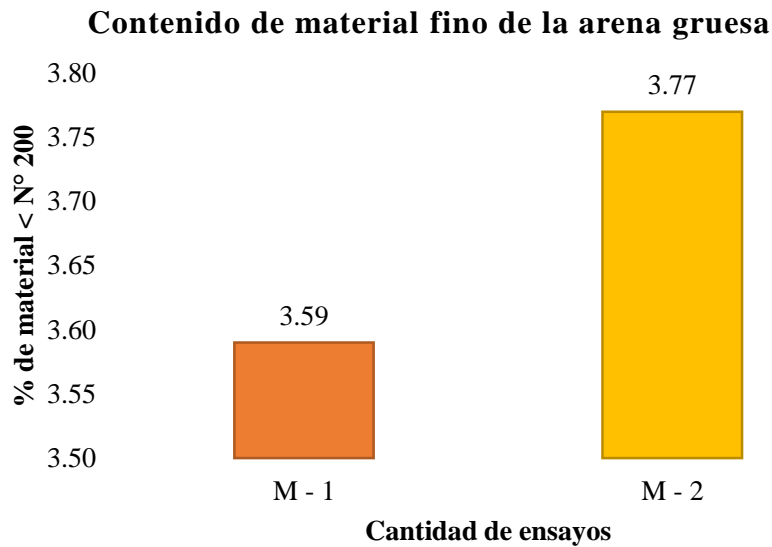
Curva granulométrica de la arena gruesa muestra N° 2 (Cantera Marón)



Nota: la muestra N° 2 de arena gruesa proveniente de la Cantera Marón se encuentra ligeramente a un costado hasta el tamiz N° 30 donde ingresa dentro de los límites establecidos en la curva granulométrica según la NTP 400.12.

Figura 18

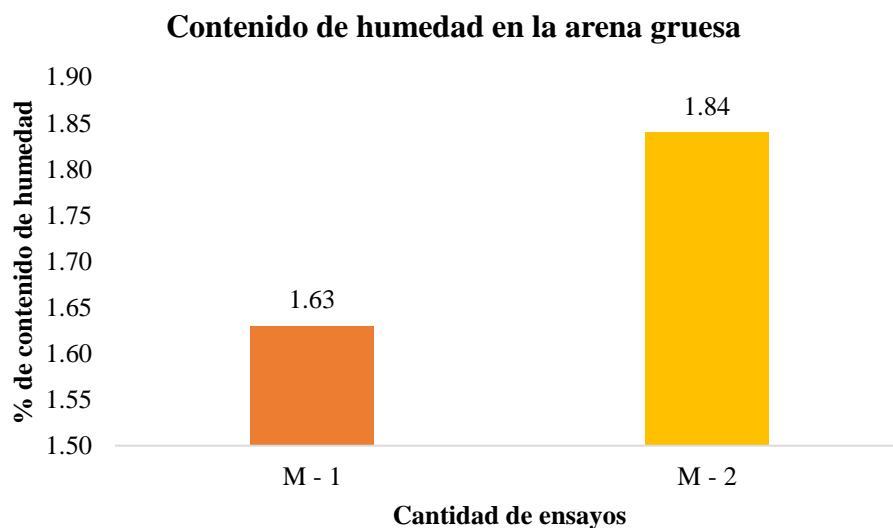
Contenido de material fino de la arena gruesa



Nota: la muestra N° 1 y N°2 de arena gruesa proveniente de la Cantera Marón cuenta con un 3.68% de porcentaje promedio de material fino de la arena gruesa < N° 200.

Figura 19

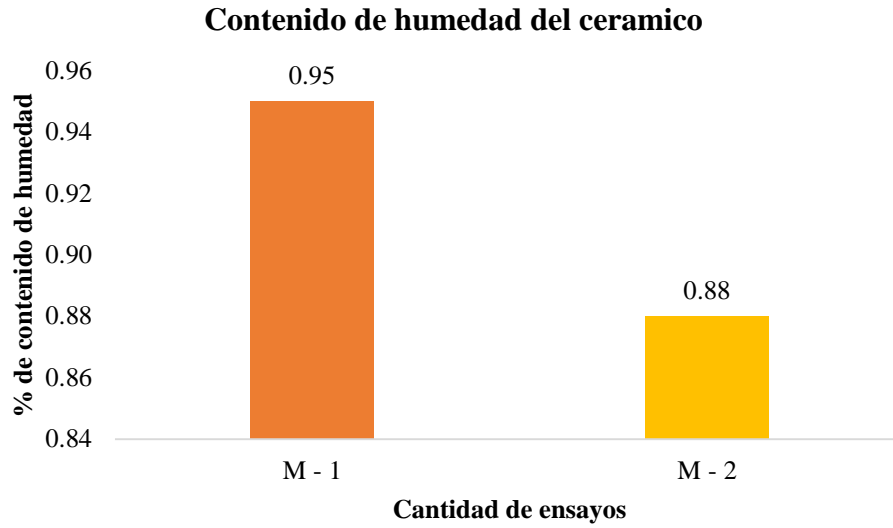
Contenido de humedad en la arena gruesa



Nota: la muestra N° 1 y N°2 de arena gruesa proveniente de la Cantera Marón cuentan con un porcentaje promedio de 1.73%.

Figura 20

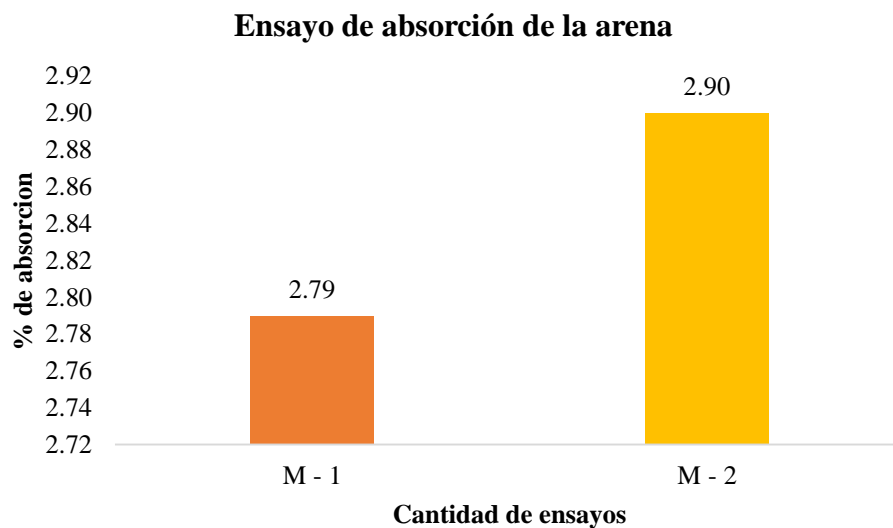
Contenido de humedad del cerámico



Nota: la muestra N° 1 y N°2 de cerámico triturado cuentan con un porcentaje promedio de 0.92%

Figura 21

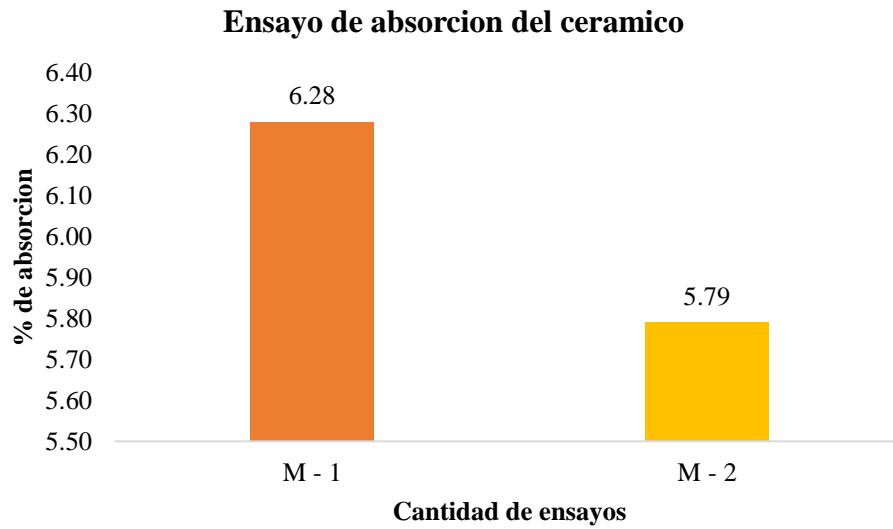
Ensayo de absorción de la arena



Nota: la muestra N° 1 y N°2 de arena gruesa proveniente de la Cantera Marón cuentan con un porcentaje promedio de 2.85%

Figura 22

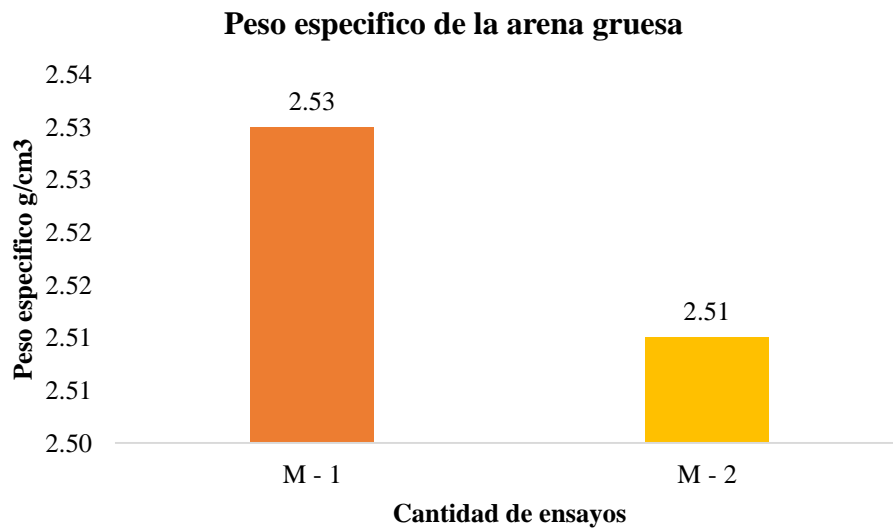
Ensayo de absorción del cerámico



Nota: la muestra N° 1 y N°2 de cerámico triturado cuentan con un porcentaje promedio de 6.04%.

Figura 23

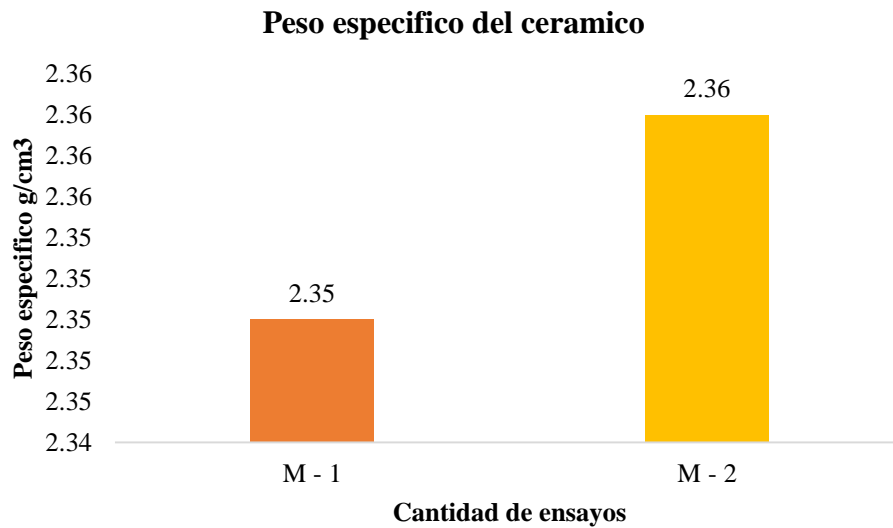
Peso específico de la arena gruesa



Nota: la muestra N° 1 y N°2 de arena gruesa proveniente de la Cantera Marón cuentan con un promedio del peso especificado de 2.52 gr/cm³.

Figura 24

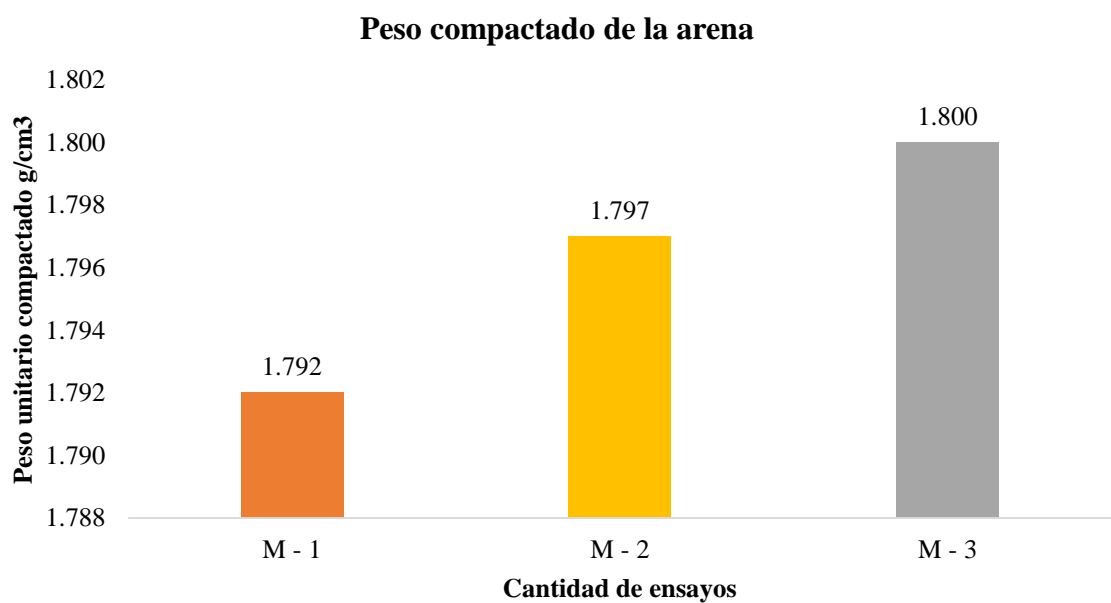
Peso específico del cerámico



Nota: La muestra N° 1 y N°2 de cerámico triturado cuentan con un promedio del peso específico de 2.35 gr/cm³.

Figura 25

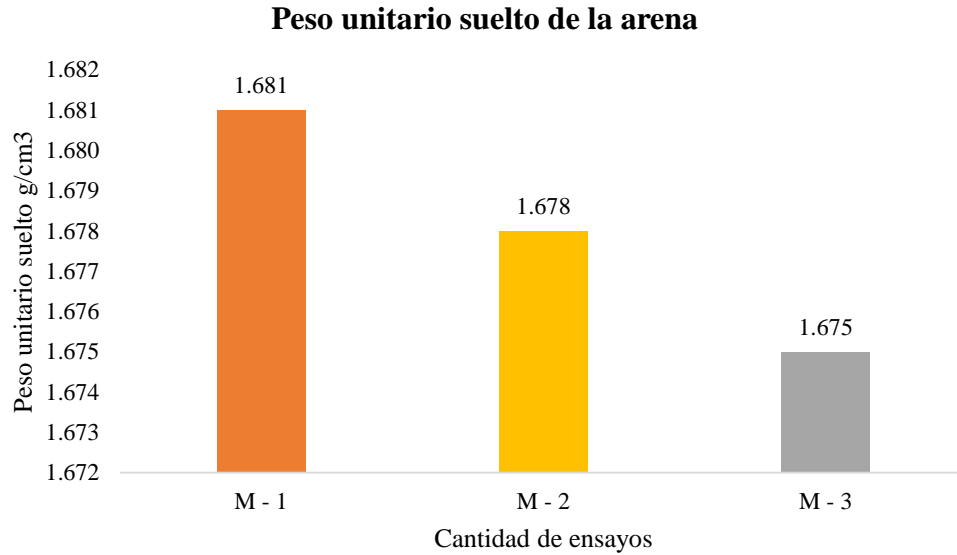
Peso unitario compactado de la arena



Nota: la muestra N° 1 y N°2 de arena gruesa proveniente de la Cantera Marón cuentan con un promedio del peso unitario compactado de 1.796 gr/cm³

Figura 26

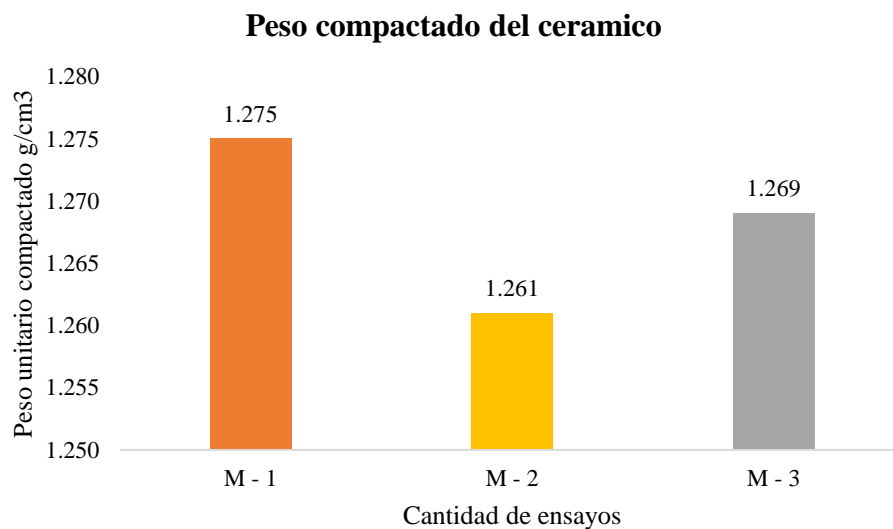
Peso unitario suelto de la arena



Nota: la muestra N° 1 y N°2 de arena gruesa proveniente de la Cantera Marón cuentan con un promedio del peso unitario suelto de 1.678 gr/cm³.

Figura 27

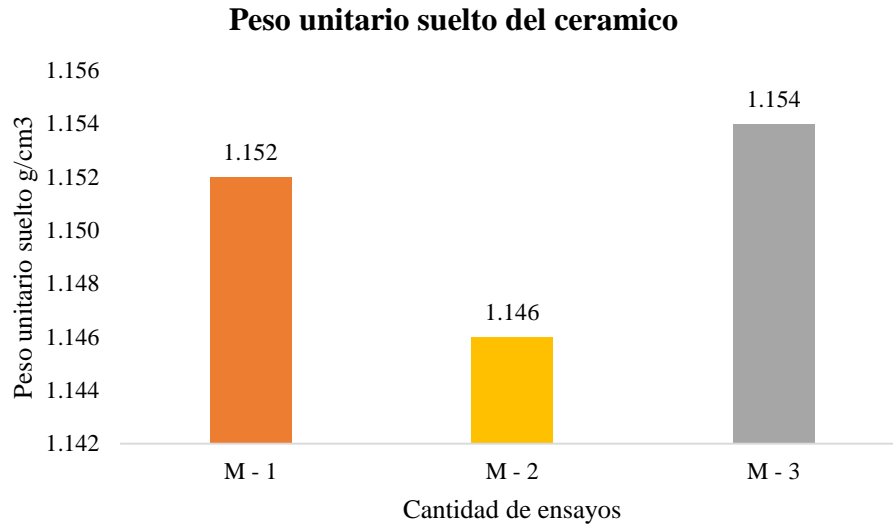
Peso unitario compactado del cerámico



Nota: la muestra N° 1, N° 2 y N° 3 de cerámico triturado cuenta con un promedio del peso unitario compactado de 1.268 gr/cm³.

Figura 28

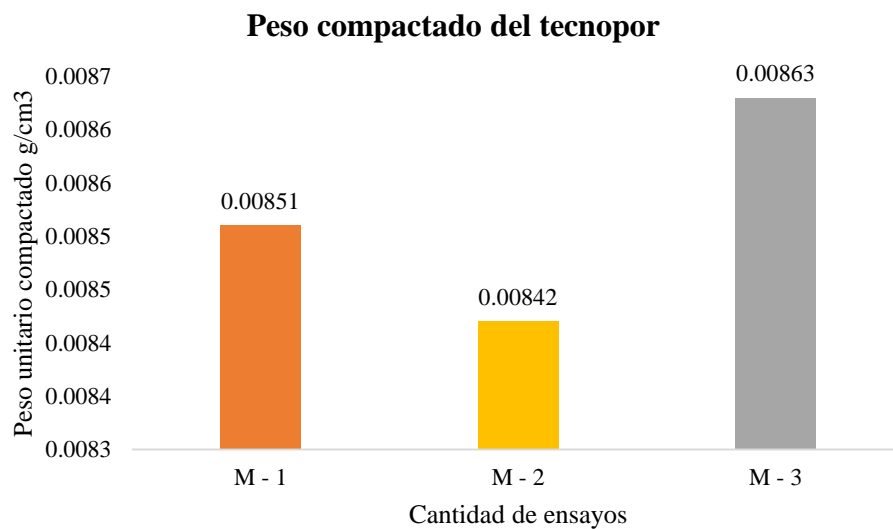
Peso unitario suelto del cerámico



Nota: la muestra N° 1, N°2 y N° 3 de cerámico triturado cuenta con un promedio del peso unitario suelto de 1.151 gr/cm³.

Figura 29

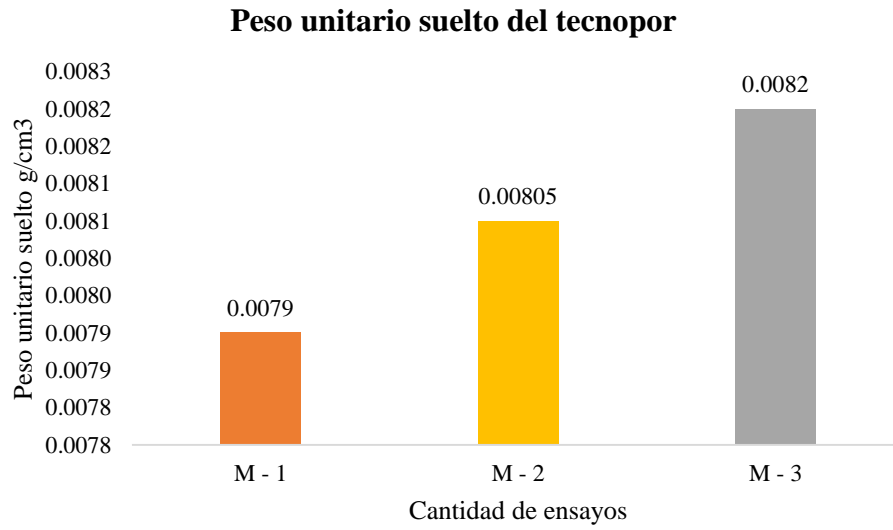
Peso unitario compactado del Tecnopor



Nota: la muestra N° 1, N°2 y N° 3 de Tecnopor cuenta con un promedio del peso unitario compactado de 0.00852 gr/cm³.

Figura 30

Peso unitario suelto del Tecnopor

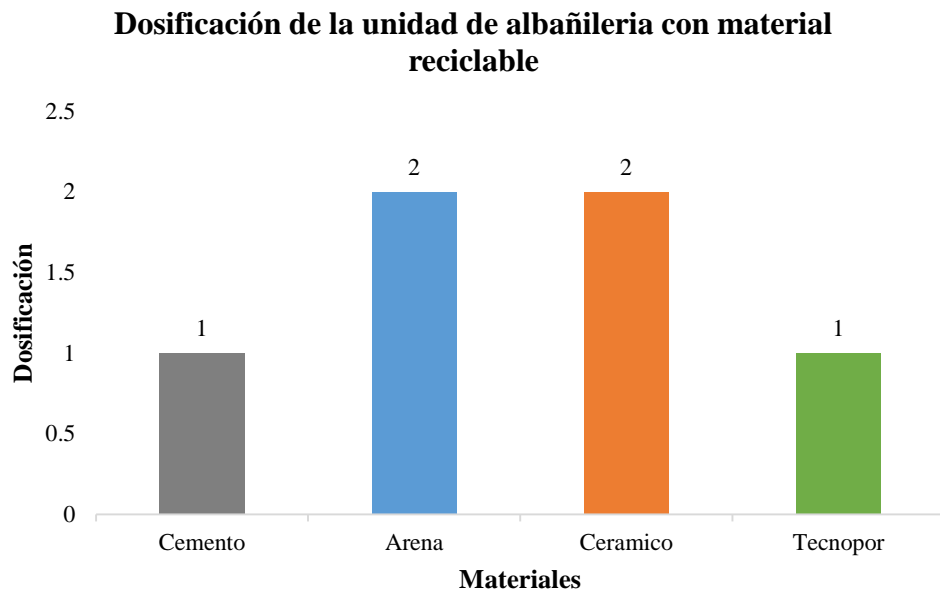


Nota: la muestra N° 1, N°2 y N° 3 de Tecnopor cuenta con un promedio del peso unitario suelto de 0.00805 gr/cm³.

4.1.4.2.2 Hipótesis Especifica HD2

Figura 31

Dosificación empleada para la elaboración de la unidad de albañilería con material reciclable

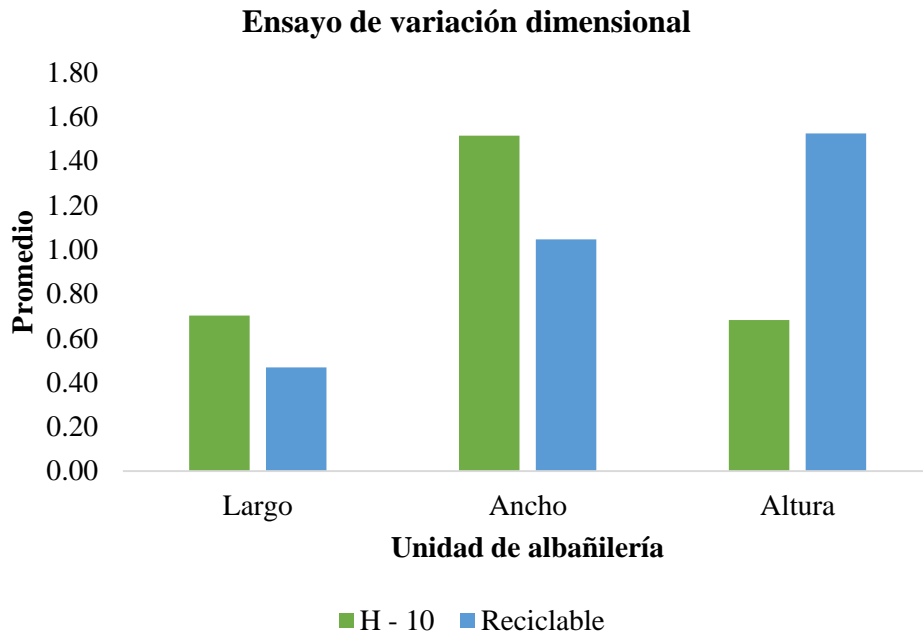


Nota: podemos observar que la dosificación final para la elaboración de las unidades de albañilería con material reciclable a la que se llegó fue de 1:2:2:1 siendo esta la relación de cemento, arena, cerámico y Tecnopor.

4.1.4.2.3 Hipótesis Específica HD3

Figura 32

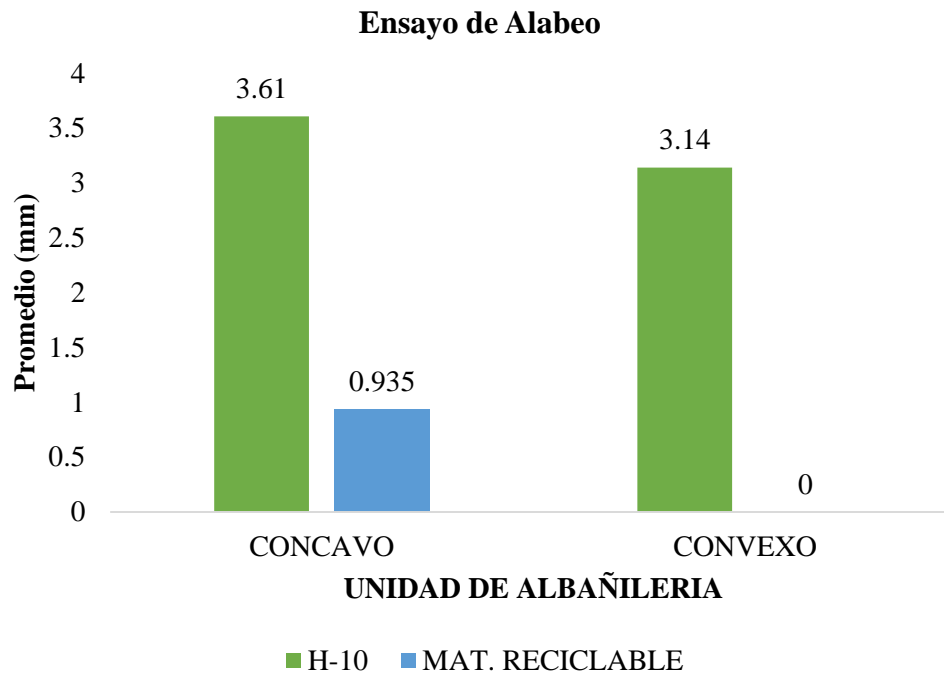
Comparación de resultados del ensayo de variación dimensional



Nota: Observamos que los valores de la unidad de albañilería Hércules H – 10 tiene una diferencia menor al 100% de la medida estándar, debido a la contracción que presenta en el momento del horneado; en cambio la unidad de albañilería con material reciclable presenta una variación mayor a la medida estándar debido a la dimensión (largo) planteada para tener mayor avance en la construcción de muros de albañilería.

Figura 33

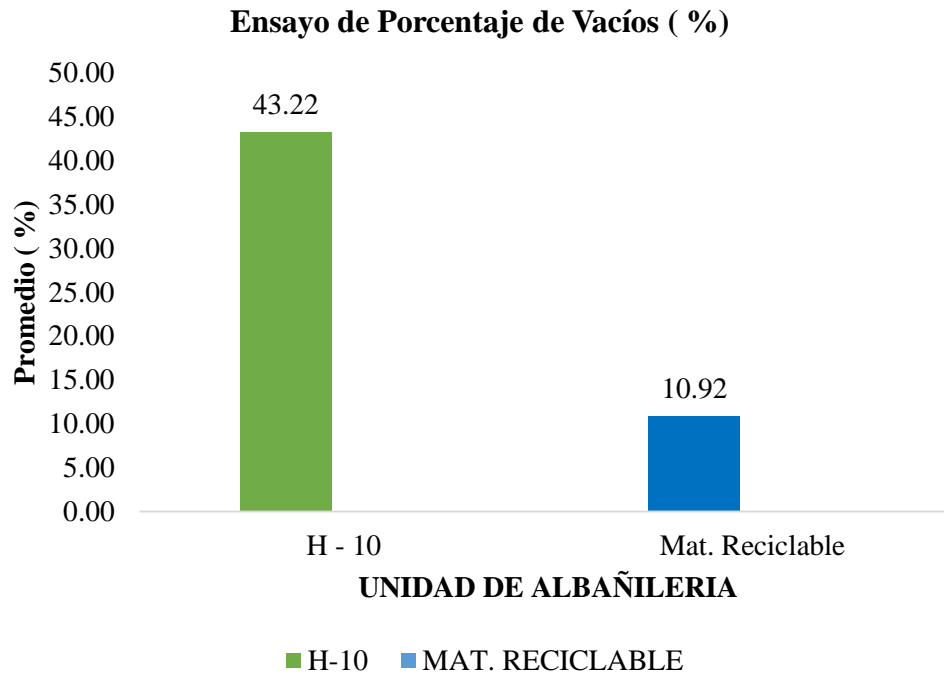
Comparación de resultados del ensayo de alabeo



Nota: se puede observar que en ambas unidades de albañilería ya sea el ladrillo Hércules H – 10 como el ladrillo con material reciclable tiene una mayor predominancia del lado cóncavo, en especial el ladrillo Hércules con un promedio de 3.61 mm.

Figura 34

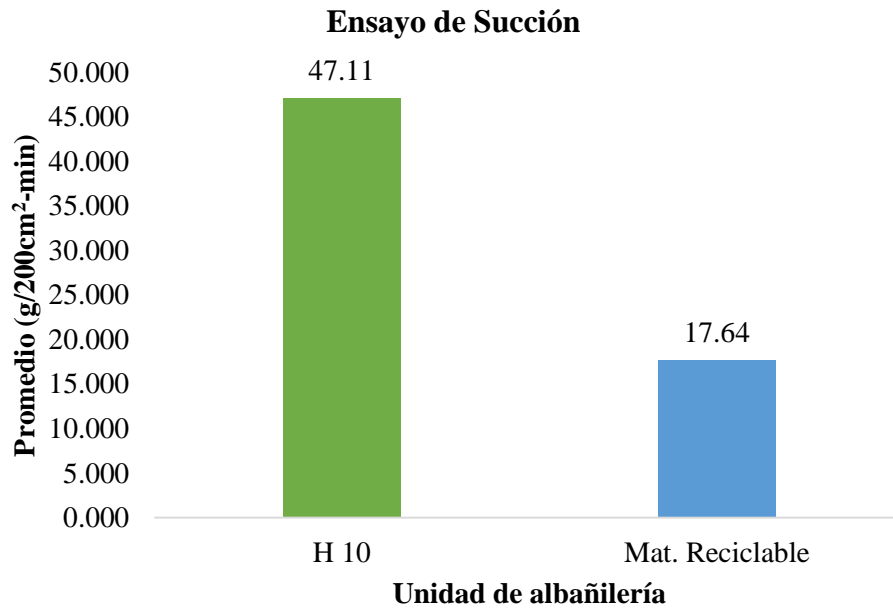
Comparación de resultados del ensayo de porcentaje de vacíos



Nota: vemos como resultado que la unidad de albañilería con mayor porcentaje de vacíos fue el ladrillo Hércules H – 10 con un promedio de 43.22% que lo clasifica como unidad de Albañilería Hueca, mientras la Unidad de albañilería con material reciclable tiene un 10.92% que lo clasifica como unidad de albañilería Sólida.

Figura 35

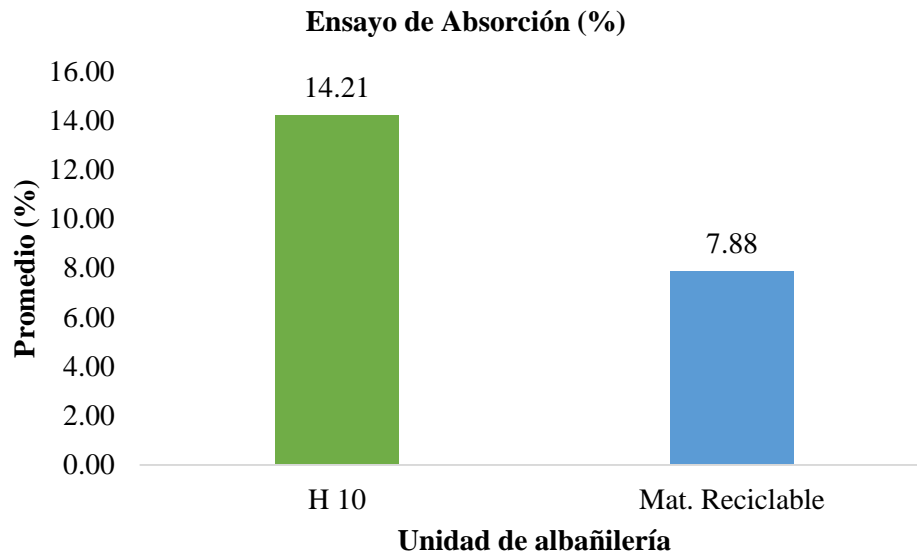
Comparación de resultados del ensayo de succión



Nota: podemos apreciar que la unidad de albañilería con mayor cantidad de succión de agua fue el ladrillo Hércules H – 10 con un promedio de 47.11 (g/200cm²-min).

Figura 36

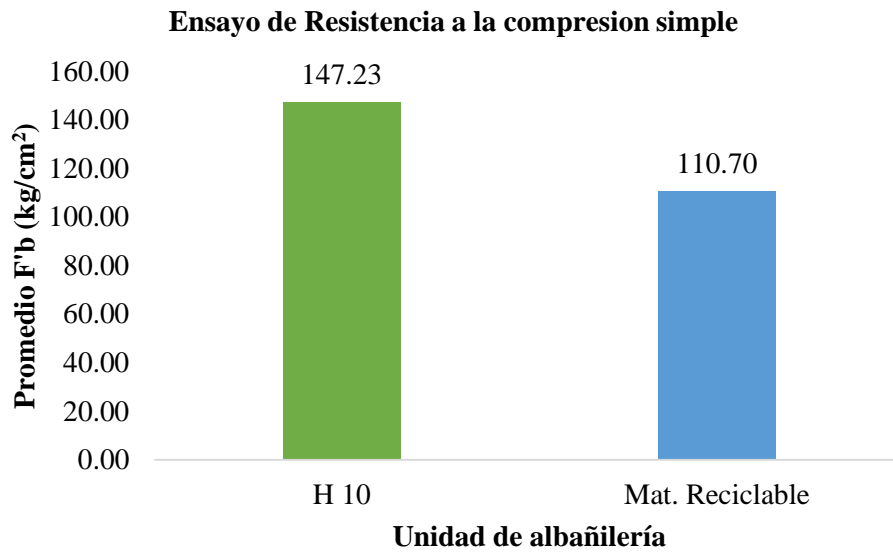
Comparación de resultados del ensayo de absorción



Nota: vemos que la unidad de albañilería con mayor presencia de absorción de agua fue el ladrillo Hércules H – 10 con un promedio de 14.21%, siendo este resultado casi el doble de la unidad de albañilería con material reciclable.

Figura 37

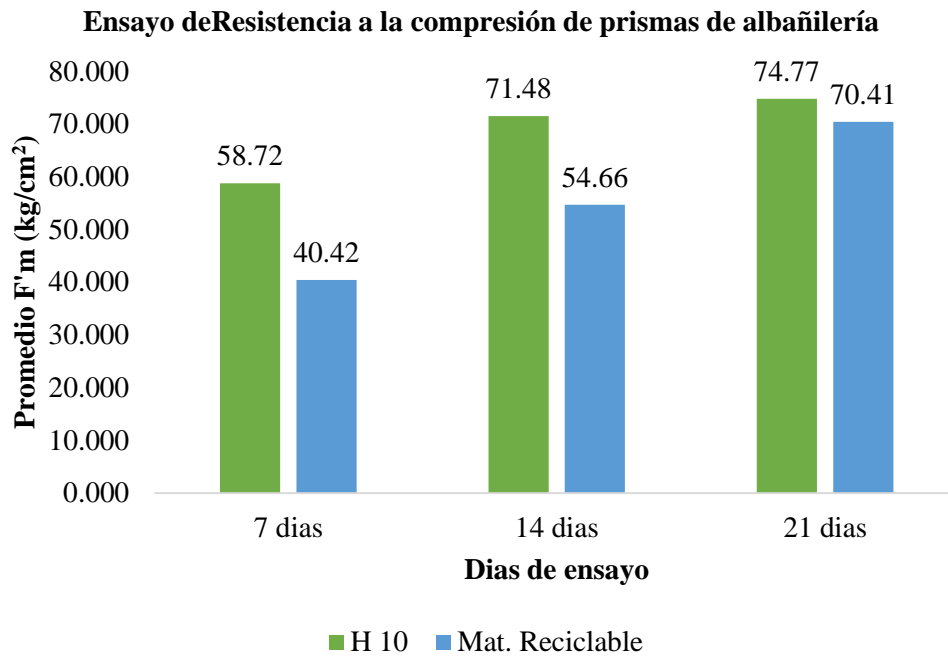
Comparación de resultados del ensayo de resistencia a la compresión simple



Nota: podemos apreciar que la unidad de albañilería con mayor resistencia a la compresión simple (F'b) fue el ladrillo Hércules H – 10 teniendo un promedio de 147.23 kg/cm².

Figura 38

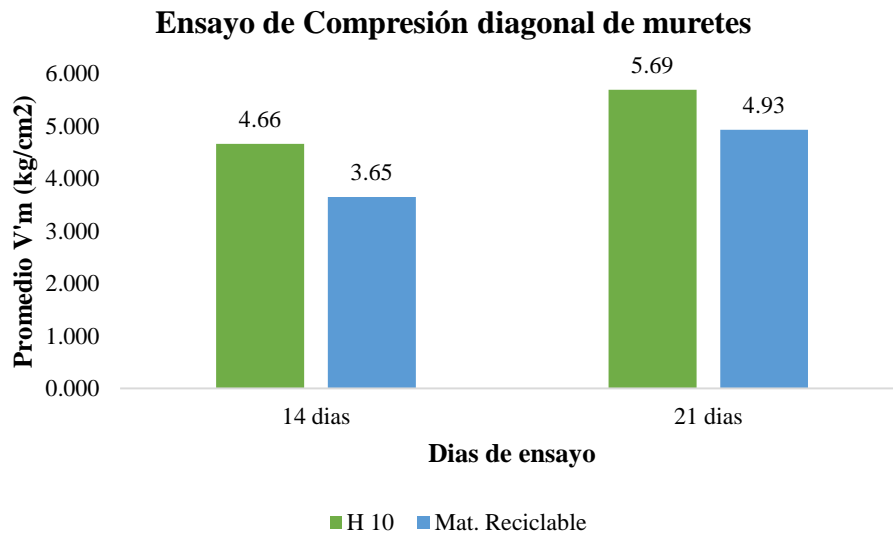
Comparación de resultados del ensayo de resistencia a la compresión de prismas de albañilería



Nota: observemos que el ensayo de resistencia a la compresión de prismas aplicado a los 7, 14 y 21 días a las unidades de albañilería presento una mayor resistencia el ladrillo Hércules H – 10; aunque el ladrillo con material reciclable de igual manera presento un incremento en cada compresión que se aplicó.

Figura 39

Comparación de resultados del ensayo de compresión diagonal de muretes de albañilería a los 14 y 21 días



Nota: podemos apreciar en el ensayo de compresión diagonal de muretes aplicado a las unidades de albañilería, quien obtuvo una mayor resistencia al corte fue el ladrillo Hércules H – 10. A pesar de ello ambas unidades de albañilería cuentan con un promedio de 4.7 kg/cm².

4.1.4.3 Estadística inferencial.

Una vez concluido los ensayos e interpretación de todos los datos necesarios para la elaboración de las unidades de albañilería con material reciclable de la presente investigación, la cual se ejecutó a través de tablas y graficas comparativas, los resultados nos servirán para dar la debida resolución a las hipótesis planteadas con una interpretación lógica y confiable. En el caso que la hipótesis presente un planteamiento variable, se resolverá con la aplicación de la estadística inferencial ya que esta nos permite evaluar de forma eficiente y sistemática los datos propios de acuerdo a las condiciones planteadas en la investigación; además de validar las conclusiones que se desarrollen de acuerdo a los datos recolectados

4.1.4.3.1 Hipótesis Específica HD3

4.1.4.3.1.1 Ensayo de variación dimensional.

Matriz de datos

Tabla 75

Matriz de datos SPSS – Ensayo de variación dimensional

Matriz de Datos SPSS – Ensayo de variación dimensional		
Ítem	H – 10	Material Reciclable
1	23.883	30.021
2	23.888	30.217
3	23.796	30.083
4	23.767	30.158
5	23.754	29.983
6	23.769	30.158
7	23.821	30.175
8	23.763	30.121
9	23.924	30.328
10	23.950	30.158
11	13.812	14.125
12	13.844	14.163
13	13.844	14.163
14	13.781	14.077
15	13.766	14.203
16	13.747	14.268
17	13.791	14.098
18	13.774	14.078
19	13.803	14.141
20	13.717	14.149
21	9.946	9.013
22	9.977	9.136
23	9.977	9.136
24	9.918	9.270
25	9.927	9.030
26	9.866	9.178
27	9.878	9.192
28	9.940	9.199
29	9.953	9.093
30	9.938	9.126

Alfa de Cronbach – Análisis de fiabilidad

Tabla 76

Alfa de Cron Bach – Ensayo de variación dimensional

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
0,956	2

Nota: IBM SPSS Statistics.

Prueba de Normalidad

Tabla 77

Prueba de normalidad – Ensayo de variación dimensional

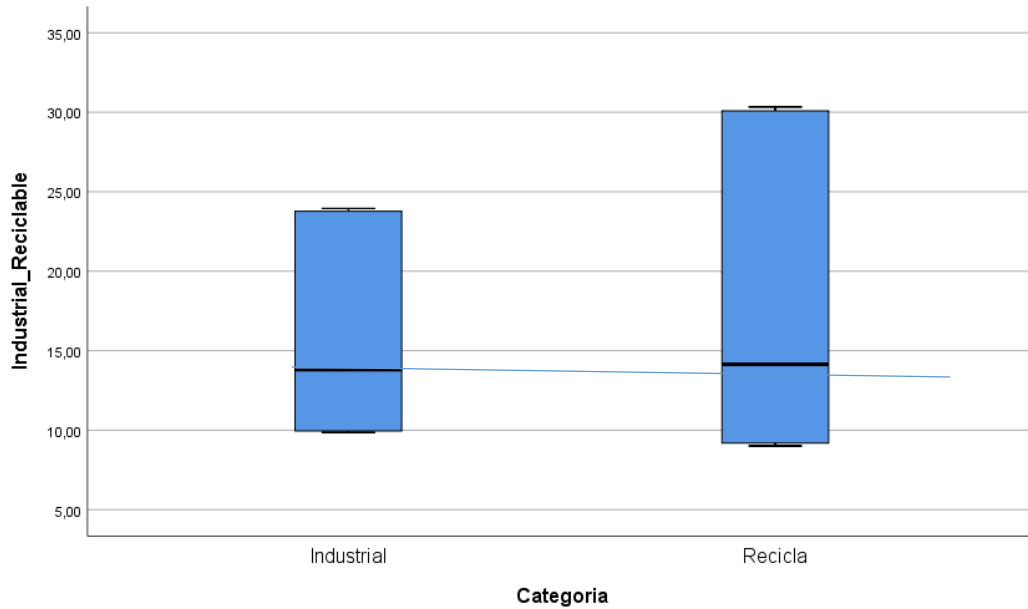
Pruebas de normalidad							
	Categoría	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Industrial –	Industrial	,298	30	,000	,752	30	,000
Reciclable	Recicla	,318	30	,000	,735	30	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota: IBM SPSS Statistics.

Figura 40

Gráfico de cajas de la prueba de normalidad – Ensayo de variación dimensional



Nota: IBM SPSS Statistics.

Valores obtenidos

Tabla 78

Valores para selección de pruebas estadísticas – Ensayo de variación dimensional

Caracteres estadísticos	Investigación
Cálculo del Alfa de Cronbach	$0.955813 \geq 1 - 0.956 = 0.044187 \geq \alpha = 4.4187\%$
Nivel de confianza	$0.955813 = f = 95.5813\%$
	Shapiro-Wilk
	P – valor = 0.000
	$\alpha = 0.044187$
Prueba de normalidad	conclusión: Grafico y Calculo
	No provienen de una distribución normal
	prueba no paramétrica
Prueba estadística	U Mann – Withney

Selección de la prueba estadística

Tabla 79

Comparación de las pruebas estadísticas – Ensayo de variación dimensional

		Pruebas No Paramétricas			Pruebas Paramétricas
Variable Aleatoria		Nominal Dicotómica	Nominal Politómica	Ordinal	Numéricos
Variable Fija	Un grupo	χ^2 Bondad de Ajuste Binomial	χ^2 Bondad de Ajuste	χ^2 Bondad de Ajuste	T de Student (una muestra)
Estudio Transversal	Dos grupos	χ^2 Bondad Corrección de Yates	χ^2 de homogeneidad	U Mann – Withney	T de Student (muestras independientes)
Muestras Independientes	Mas de dos grupos	Test exacto Fisher	χ^2 Bondad de Ajuste	H Kruskal – Wallis	Anova con un factor Intersujetos
	Dos medidas	Mc Nemar	Q de Cochran	Wilcoxon	T de Student (muestras relacionadas)
Estudio Longitudinal	Mas de dos medidas	Q de Cochran	Q de Cochran	Friedman	Anova para medidas repetidas Intrasujetos
Muestras relacionadas					

U Mann – Withney

Tabla 80

Prueba de U Man – Withney – Ensayo de variación dimensional

Estadísticos de prueba ^a	
	Industrial Reciclable
U de Mann-Whitney	400,000
W de Wilcoxon	865,000
Z	-,739
Sig. asintótica(bilateral)	,460
a. Variable de agrupación: Categoría	

Nota: IBM SPSS Statistics.

4.1.4.3.1.2 Ensayo de alabeo.

Matriz de datos

Tabla 81

Matriz de datos SPSS – Ensayo de alabeo

Matriz de Datos SPSS – Ensayo de alabeo		
ITEM	H - 10	MAT. RECICLABLE
1	0.00	0.00
2	4.83	1.00
3	0.00	0.50
4	1.50	0.00
5	3.00	0.00
6	0.00	1.00
7	2.50	0.50
8	1.50	0.50
9	1.00	0.25
10	0.00	0.00
11	2.75	1.20
12	0.00	0.20
13	3.00	1.20
14	3.50	0.50
15	1.50	0.25
16	0.00	1.00
17	2.00	0.50
18	2.00	0.00
19	0.00	0.25
20	2.00	0.50
21	2.20	0.00
22	0.00	0.00
23	2.50	0.00
24	0.00	0.00
25	0.00	0.00
26	2.50	0.00
27	0.00	0.00
28	0.00	0.00
29	0.00	0.00
30	1.50	0.00
31	0.00	0.00
32	2.50	0.00
33	0.00	0.00
34	0.00	0.00
35	0.00	0.00
36	3.00	0.00
37	0.00	0.00
38	0.00	0.00
39	1.50	0.00
40	0.00	0.00

Alfa de Cron Bach – Análisis de fiabilidad

Tabla 82

Alfa de Cron Bach – Ensayo de alabeo

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,321	2

Nota: IBM SPSS Statistics.

Prueba de Normalidad

Tabla 83

Prueba de normalidad – Ensayo de alabeo

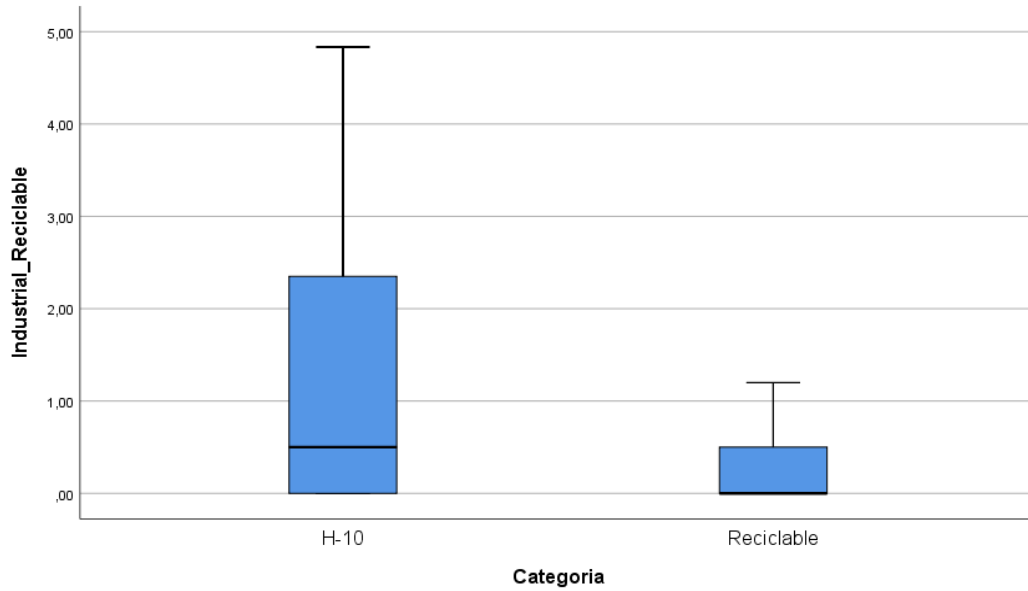
Pruebas de normalidad							
Categoría	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
Industrial-	H-10	,309	40	,000	,811	40	,000
Reciclable	Reciclable	,360	40	,000	,673	40	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota: IBM SPSS Statistics.

Figura 41

Gráfico de cajas de la prueba de normalidad – Ensayo de alabeo



Nota: IBM SPSS Statistics.

Valores obtenidos

Tabla 84

Valores para selección de pruebas estadísticas – Ensayo de alabeo

Caracteres estadísticos	Investigación
Cálculo del Alfa de Cronbach	$0.321 \geq 1 - 0.321 = 0.679 \geq \alpha = 67.9\%$
Nivel de confianza	$0.321 = f = 32.1\%$
	Shapiro-Wilk
	P – valor = 0.000
	$\alpha = 0.679$
Prueba de normalidad	conclusión: Grafico y Calculo
	No provienen de una distribución normal
	prueba no paramétrica
Prueba estadística	U Mann – Withney

U Mann – Withney

Tabla 85

U Mann – Withney – Ensayo de alabeo

Estadísticos de prueba^a	
	Industrial_Reciclable
U de Mann-Whitney	553,500
W de Wilcoxon	1373,500
Z	-2,618
Sig. asintótica(bilateral)	,009
a. Variable de agrupación: Categoría	

Nota: IBM SPSS Statistics.

4.1.4.3.1.3 Ensayo de porcentaje de vacíos.

Matriz de datos

Tabla 86

Matriz de datos SPSS – Ensayo de porcentaje de vacíos

Matriz de Datos SPSS – Ensayo de porcentaje de vacíos		
Ítem	H - 10	Material Reciclable
1	43.37	11.14
2	43.09	10.86
3	43.14	10.95
4	43.22	10.80
5	43.08	11.04
6	43.12	10.73
7	42.24	10.89
8	43.13	10.87
9	43.43	11.07
10	43.42	10.88

Alfa de Cron Bach – Análisis de fiabilidad

Tabla 87

Alfa de Cron Bach – Ensayo de porcentaje de vacíos

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,389	2

Nota: IBM SPSS Statistics.

Prueba de Normalidad

Tabla 88

Prueba de normalidad – Ensayo de porcentaje de vacíos

Pruebas de normalidad							
	Categoría	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Industrial	Industrial	,348	10	,001	,726	10	,002
Reciclable	Reciclable	,202	10	,200*	,957	10	,755

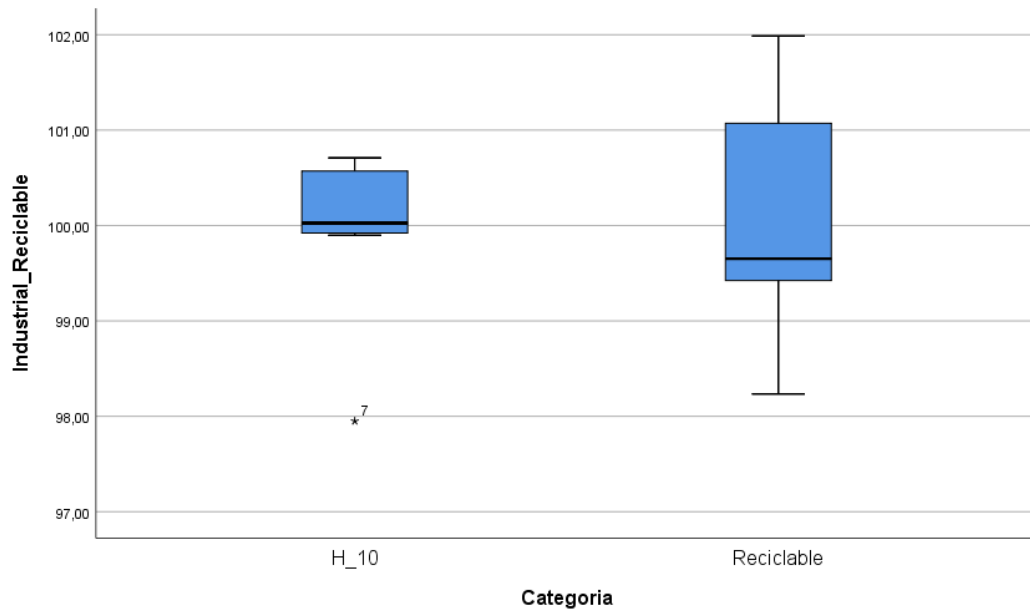
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota: IBM SPSS Statistics.

Figura 42

Gráfico de cajas de la prueba de normalidad – Ensayo de porcentaje de vacíos



Nota: IBM SPSS Statistics.

Valores obtenidos

Tabla 89

Valores para selección de pruebas estadísticas – Ensayo de porcentaje de vacíos

Caracteres estadísticos	Investigación
Cálculo del Alfa de Cronbach	$0.389 \geq 1 - 0.389 = 0.611 \geq \alpha = 61.1\%$
Nivel de confianza	$0.389 = f = 38.9\%$
	Shapiro-Wilk
	P – valor = 0.3785
	$\alpha = 0.611$
Prueba de normalidad	conclusión: Grafico y Calculo
	No provienen de una distribución normal
	prueba no paramétrica
Prueba estadística	U Mann – Withney

U Mann – Withney

Tabla 90

U Mann – Withney – Ensayo de porcentaje de vacíos

Estadísticos de prueba^a	
	Industrial_Reciclable
U de Mann-Whitney	,000
W de Wilcoxon	55,000
Z	-3,780
Sig. asintótica(bilateral)	,000
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	,000 ^b
a. Variable de agrupación: Categoría	
b. No corregido para empates.	

Nota: IBM SPSS Statistics.

4.1.4.3.1.4 Ensayo de succión.

Matriz de datos

Tabla 91

Matriz de datos SPSS – Ensayo de succión

Matriz de Datos SPSS – Ensayo de succión		
Ítem	H - 10	Material Reciclable
1	47.45	18.81
2	51.45	16.72
3	47.64	23.52
4	43.95	14.69
5	51.84	21.04
6	54.50	19.02
7	45.83	22.10
8	43.94	17.98
9	42.24	11.53
10	42.30	11.03

Alfa de Cron Bach – Análisis de fiabilidad

Tabla 92

Alfa de Cron Bach – Ensayo de succión

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,713	2

Nota: IBM SPSS Statistics.

Prueba de Normalidad

Tabla 93

Prueba de normalidad – Ensayo de succión

Pruebas de normalidad							
Categoría	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
Industrial- Reciclable	Industrial	,170	10	,200*	,918	10	,343
	Reciclable	,132	10	,200*	,948	10	,651

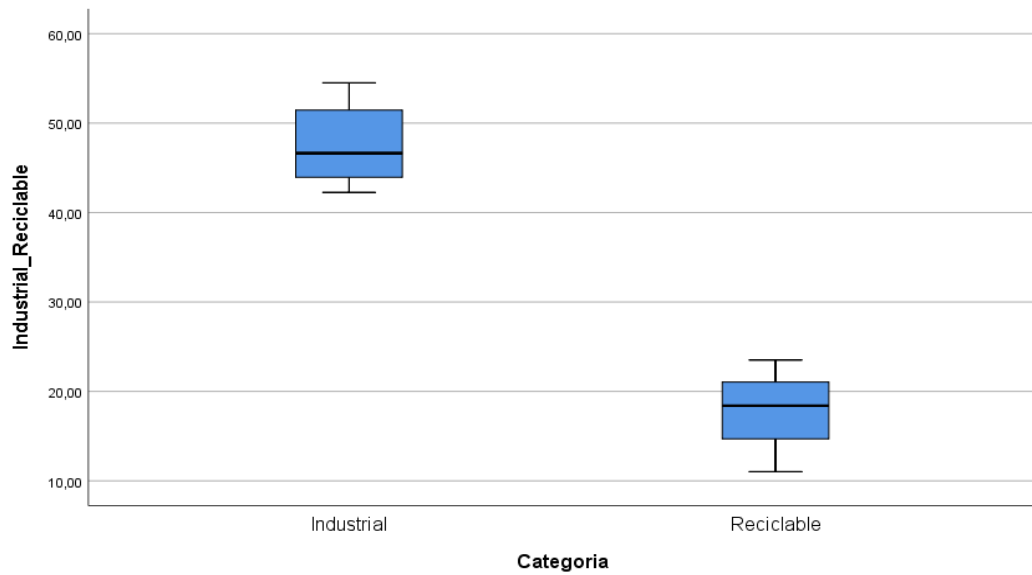
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota: IBM SPSS Statistics.

Figura 43

Gráfico de cajas de la prueba de normalidad – Ensayo de succión



Nota: IBM SPSS Statistics.

Valores obtenidos

Tabla 94

Valores para selección de pruebas estadísticas – Ensayo de succión

Caracteres estadísticos	Investigación
Cálculo del Alfa de Cronbach	$0.713 \geq 1 - 0.713 = 0.287 \geq \alpha = 28.7\%$
Nivel de confianza	$0.713 = f = 71.3\%$
Prueba de normalidad	Shapiro – Wilk P – valor = 0.497 $\alpha = 0.287$ conclusión: Grafico y Calculo proviene de una distribución normal prueba paramétrica
Prueba estadística	T de Student (muestras independientes) Levene $P_{valor} \geq \alpha \Rightarrow$ Varianzas iguales $P_{valor} \leq \alpha \Rightarrow$ Varianzas desiguales

T de Student

Tabla 95

Prueba de T de Student – Ensayo de succión

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Industrial Reciclable	Se asumen varianzas iguales	,019	,892	15,515	18	,000	2,947,000	189,950	2,547,929	3,346,071
	No se asumen varianzas iguales			15,515	17,996	,000	2,947,000	189,950	2,547,923	3,346,077

Nota: IBM SPSS Statistics.

4.1.4.3.1.5 Ensayo de absorción.

Matriz de datos

Tabla 96

Matriz de datos SPSS – Ensayo de absorción

Matriz de Datos SPSS – Ensayo de absorción		
Ítem	H - 10	Material Reciclable
1	14.52	6.91
2	13.83	6.81
3	14.52	9.10
4	14.65	9.03
5	13.63	7.25
6	13.45	7.19
7	14.54	7.43
8	14.14	8.17
9	14.35	8.35
10	14.43	8.61

Alfa de Cron Bach – Análisis de fiabilidad

Tabla 97

Alfa de Cron Bach – Ensayo de absorción

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,632	2

Nota: IBM SPSS Statistics.

Prueba de Normalidad

Tabla 98

Prueba de normalidad – Ensayo de absorción

Pruebas de normalidad							
	Categoría	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Industrial- Reciclable	Industrial	,229	10	,145	,865	10	,088
	Reciclable	,200	10	,200*	,903	10	,235

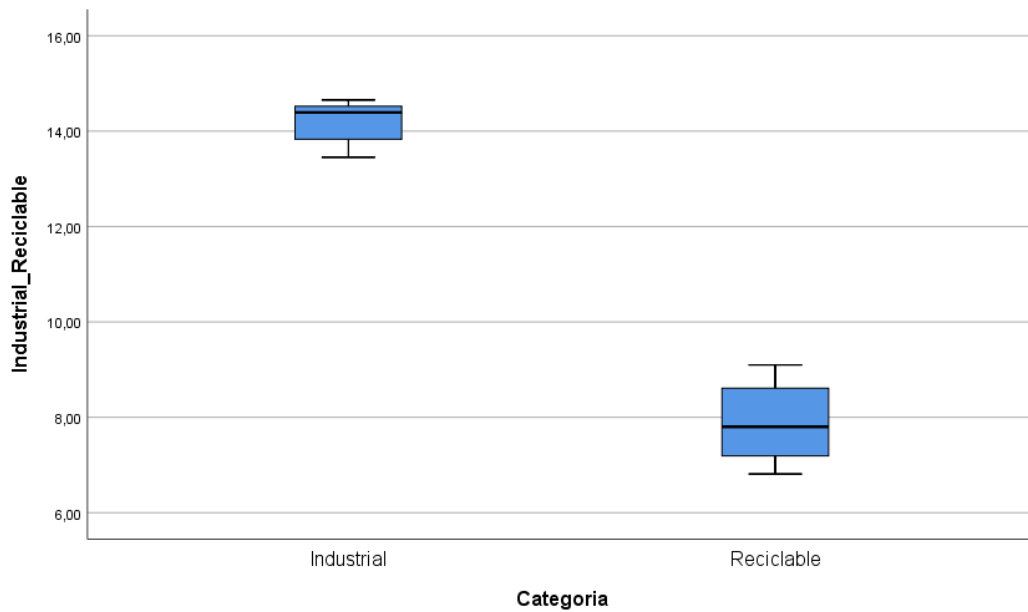
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota: IBM SPSS Statistics.

Figura 44

Gráfico de cajas de la prueba de normalidad – Ensayo de absorción



Nota: IBM SPSS Statistics

Valores obtenidos

Tabla 99

Valores para selección de pruebas estadísticas – Ensayo de absorción

Caracteres estadísticos	Investigación
Cálculo del Alfa de Cronbach	$0.632 \geq 1 - 0.632 = 0.368 \geq \alpha = 36.8\%$
Nivel de confianza	$0.632 = f = 63.2\%$ Shapiro – Wilk P – valor = 0.1615 $\alpha = 0.368$
Prueba de normalidad	conclusión: Grafico y Calculo No provienen de una distribución normal prueba no paramétrica U Mann – Withney
Prueba estadística	(muestras independientes)

U Mann – Withney

Tabla 100

Prueba de U Man – Withney – Ensayo de absorción

Estadísticos de prueba^a	
	Industrial Reciclable
U de Mann-Whitney	8,000
W de Wilcoxon	53,000
Z	-3,021
Sig. asintótica(bilateral)	,003
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	,001 ^b
a. Variable de agrupación: Categoría	
b. No corregido para empates.	

Nota: IBM SPSS Statistics.

Ensayo de resistencia a la compresión simple

Matriz de datos

Tabla 101

Matriz de datos SPSS – Ensayo de resistencia a la compresión simple

Matriz de Datos SPSS – Ensayo de compresión simple		
Ítem	H - 10	Material Reciclable
1	15.37	19.24
2	21.21	29.96
3	15.11	11.51
4	35.91	7.94
5	32.44	32.17
6	18.44	14.28
7	25.75	12.80
8	6.21	8.44
9	15.04	6.23
10	30.00	14.40

Alfa de Cron Bach – Análisis de fiabilidad

Tabla 102

Alfa de Cron Bach – Ensayo de resistencia a la compresión simple

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,457	2

Nota: IBM SPSS Statistics.

Prueba de Normalidad

Tabla 103

Prueba de normalidad – Ensayo de resistencia a la compresión simple

Pruebas de normalidad							
Categoría	Categoría	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Industrial	Industrial	,147	10	,200*	,957	10	,752
Reciclable	Reciclable	,258	10	,059	,859	10	,074

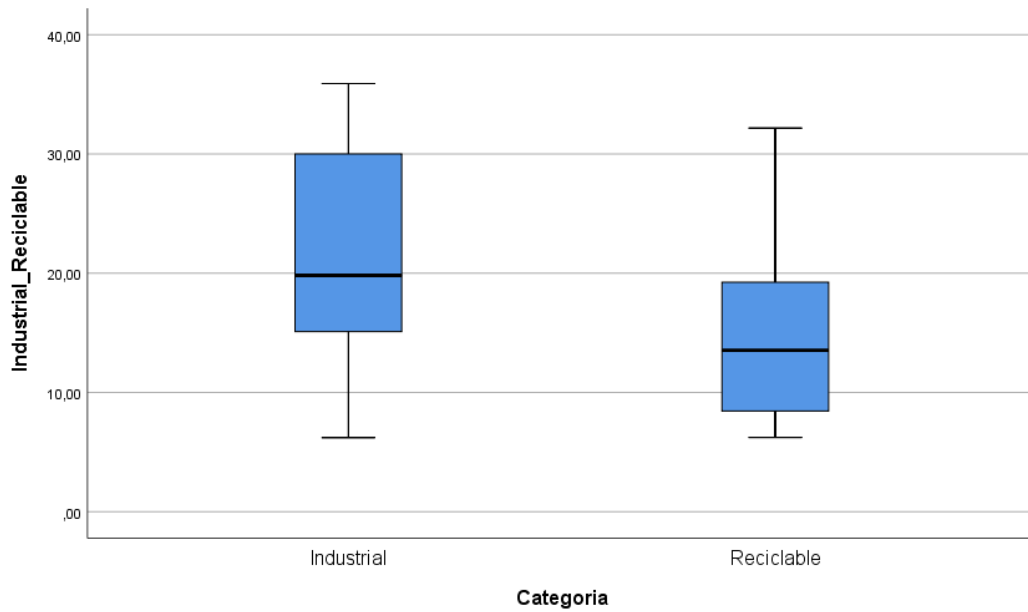
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota: IBM SPSS Statistics.

Figura 45

Gráfico de cajas de la prueba de normalidad – Ensayo de resistencia a la compresión simple



Nota: IBM SPSS Statistics.

Valores obtenidos

Tabla 104

Valores para selección de pruebas estadísticas – Ensayo de resistencia a la compresión simple

Caracteres estadísticos	Investigación
Cálculo del Alfa de Cronbach	$0.457 \geq 1 - 0.457 = 0.543 \geq \alpha = 54.3\%$
Nivel de confianza	$0.457 = f = 45.7\%$
	Shapiro-Wilk
	P – valor = 0.413
	$\alpha = 0.227$
Prueba de normalidad	conclusión: Grafico y Calculo
	Povienen de una distribución normal
	prueba paramétrica
	T de Student
Prueba estadística	(muestras independientes)

T de Student

Tabla 105

Prueba de T de Student – Ensayo de resistencia a la compresión simple

Prueba de muestras independientes											
	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias								
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia			
								Inferior	Superior		
Industrial Reciclable	Se asumen varianzas iguales		,104	,751	1,433	18	,169	5,85078	4,08322	-2,72775	14,42931
	No se asumen varianzas iguales				1,433	17,970	,169	5,85078	4,08322	-2,72877	14,43034

Nota: IBM SPSS Statistics.

4.1.4.3.1.6 Ensayo de resistencia a la compresión de prismas.

Matriz de datos

Tabla 106

Matriz de datos SPSS – Ensayo de resistencia a la compresión de prismas

Matriz de Datos SPSS – Ensayo de resistencia a la compresión de prismas		
Ítem	H - 10	Material Reciclable
1	58.72	38.57
2	74.35	49.86
3	74.25	67.91

Alfa de Cron Bach – Análisis de fiabilidad

Tabla 107

Alfa de Cron Bach – Ensayo de resistencia a la compresión de prismas

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,824	2

Nota: IBM SPSS Statistics.

Prueba de Normalidad

Tabla 108

Prueba de normalidad – Ensayo de resistencia a la compresión de prismas

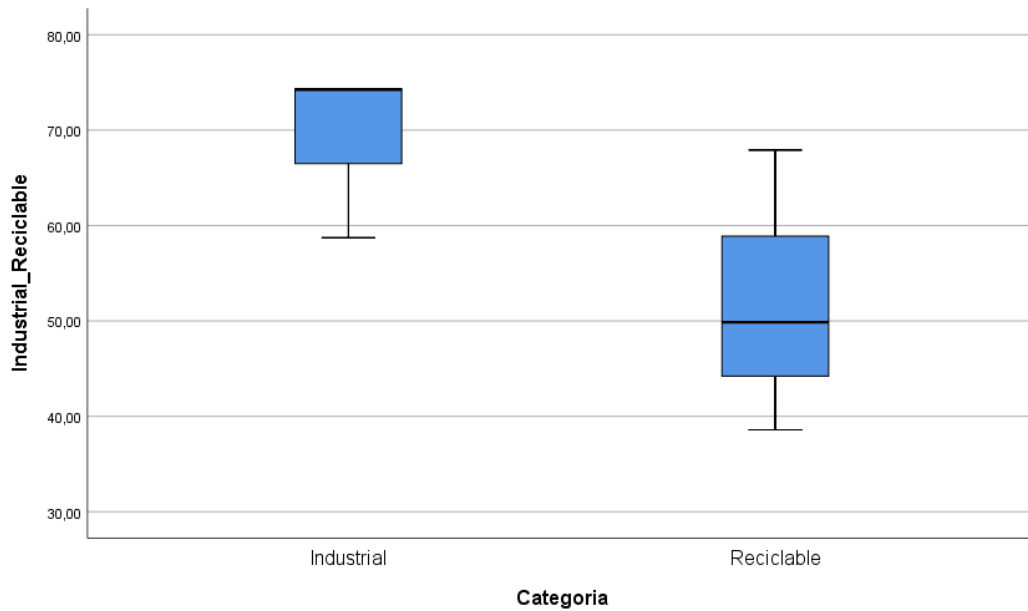
Pruebas de normalidad							
Categoría	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
Industrial-	Industrial	,383	3	.	,755	3	,011
Reciclable	Reciclable	,227	3	.	,983	3	,747

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota: IBM SPSS Statistics.

Figura 46

Gráfico de cajas de la prueba de normalidad – Ensayo de resistencia a la compresión de prismas



Nota: IBM SPSS Statistics.

Valores obtenidos

Tabla 109

Valores para selección de pruebas estadísticas – Ensayo de resistencia a la compresión de prismas

Caracteres estadísticos	Investigación
Cálculo del Alfa de Cronbach	$0.824 \geq 1 - 0.824 = 0.176 \geq \alpha = 17.6\%$
Nivel de confianza	$0.824 = f = 82.4\%$
Prueba de normalidad	Shapiro – Wilk P – valor = 0.379 $\alpha = 0.176$ conclusión: Grafico y Calculo provienen de una distribución normal prueba paramétrica
Prueba estadística	T de Student (muestras independientes) Levene = 0.471 $P_{valor} \geq \alpha \Rightarrow$ <i>Varianzas iguales</i> $P_{valor} \leq \alpha \Rightarrow$ <i>Varianzas desiguales</i>

T de Student

Tabla 110

Prueba de T de Student – Ensayo de absorción

		Prueba de muestras independientes								
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Industrial Reciclable	Se asumen varianzas iguales	0.6329	0.4708	2	4	0.1644	17	10	-11	45
	No se asumen varianzas iguales			2	3	0.1794	17	10	-13	47

Nota: IBM SPSS Statistics.

4.1.4.3.1.7 Ensayo de compresión diagonal de murete.

Matriz de datos

Tabla 111

Matriz de datos SPSS – Ensayo de compresión diagonal de murete

Matriz de Datos SPSS – Ensayo de compresión diagonal de murete		
Ítem	H - 10	Material Reciclable
1	4.660	3.650
2	5.690	4.930

Alfa de Cron Bach – Análisis de fiabilidad

Tabla 112

Alfa de Cron Bach – Ensayo de compresión diagonal de murete

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,988	2

Nota: IBM SPSS Statistics.

Prueba de Normalidad

Tabla 113

Prueba de normalidad – Ensayo de compresión diagonal de murete

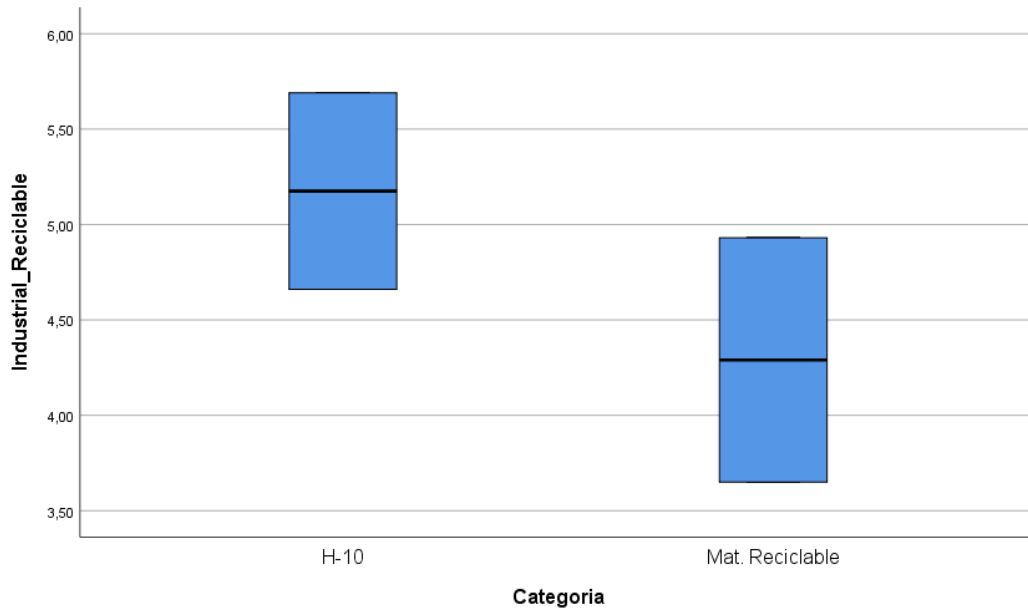
Pruebas de normalidad				
Categoría	Kolmogorov-Smirnov ^a			
	Estadístico	gl	Sig.	
Industrial-Reciclable	H-10	,260	2	.
	Mat. Reciclable	,260	2	.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota: IBM SPSS Statistics.

Figura 47

Gráfico de cajas de la prueba de normalidad – Ensayo de compresión diagonal de murete



Nota: IBM SPSS Statistics.

Valores obtenidos

Tabla 114

Valores para selección de pruebas estadísticas – Ensayo de compresión diagonal de murete

Caracteres estadísticos	Investigación
Cálculo del Alfa de Cronbach	$0.988 \geq 1 - 0.988 = 0.012 \geq \alpha = 1.2\%$
Nivel de confianza	$0.988 = f = 98.8\%$
	Shapiro-Wilk
	P – valor = 0.00
	$\alpha = 0.012$
Prueba de normalidad	conclusión: Grafico y Calculo
	No provienen de una distribución normal
	prueba no paramétrica
Prueba estadística	U Mann – Withney

U Mann – Withney

Tabla 115

Prueba de U Mann – Withney – Ensayo de compresión diagonal de murete

Estadísticos de prueba^a	
	Industrial_Reciclable
U de Mann-Whitney	1,000
W de Wilcoxon	4,000
Z	-,775
Sig. asintótica(bilateral)	,439
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	,667 ^b

a. Variable de agrupación: Categoría

b. No corregido para empates.

Nota: IBM SPSS Statistics.

4.2 Contrastación de hipótesis

4.2.1. Hipótesis específica A.

4.2.1.1 Planteamiento hipotético.

Las características de las propiedades físicas de las unidades de albañilería elaboradas con residuos sólidos, arena de la cantera Marón, y cemento portland 1p cumplirían con los parámetros de la norma E.070.

4.2.1.2 Estadísticas de resolución.

El presente estudio requirió la aplicación de una estadística descriptiva que permita apreciar los datos obtenidos y de esta manera dar solución a la hipótesis planteada, esto se realizó a través de tablas y gráficos comparativos establecidos en los apartados 4.1.4.1.1 Matriz de datos – Hipótesis y 4.1.4.2 .1 Comparación de efectos – Hipótesis, considerando que se realizó los debidos estudios tanto a los residuos sólidos como al agregado según los parámetros indicados en el Reglamento Nacional de Edificaciones E.070 Albañilería, por lo que estos valores nos permitirán entender las características de las propiedades físicas de los residuos sólidos como son el cerámico y Tecnopor, y de igual manera de la arena gruesa para establecer si cumplen con el análisis de granulometría, la curva granulométrica, el porcentaje de finos y el contenido de humedad y de esta manera se concluirá si es favorable utilizarlos o cambiarlos para la elaboración de las unidades de albañilería con material reciclable.

4.2.1.3 Hipótesis nula.

Las características de las propiedades físicas de las unidades de albañilería elaboradas con residuos sólidos, arena de la cantera Marón, y cemento portland 1p no cumplen con los parámetros de la norma E.070.

4.2.1.4 Hipótesis alterna.

Las características de las propiedades físicas de las unidades de albañilería elaboradas con residuos sólidos, arena de la cantera Marón, y cemento portland 1p cumplen con los parámetros de la norma E.070.

4.2.1.5 Resolución de la hipótesis.

De acuerdo con la estadística descriptiva desarrollada en los apartados 4.1.4.1 Matriz de datos – Hipótesis y 4.1.4.2 Comparación de efectos – Hipótesis, nos permitió determinar mejor las características de las propiedades físicas que cuentan los residuos sólidos y el agregado fino utilizados como materiales en la elaboración de las unidades de albañilería con material reciclable, ya que estas características influirán positivamente en las propiedades del resultado final. Analizado los resultados de los ensayos aplicados en los residuos sólidos (recolectado del botadero) y agregado fino (de la Cantera Marón) basados en la norma E – 070 Albañilería, se obtuvo resultados favorables permitiendo aceptar de esta manera la hipótesis planteada por parte del investigador (hipótesis alterna), basados en los valores expuestos finales concluimos que las características de las propiedades físicas de las unidades de albañilería elaboradas con residuos sólidos, arena de la cantera Marón, y cemento portland 1p cumplen con los parámetros de la norma E-070.

4.2.2. Hipótesis específica B.

4.2.2.1 Planteamiento hipotético.

Realizar 01 dosificación empleando el material reciclable y agregados que alcanzarían una resistencia óptima.

4.2.2.2 Estadísticas de resolución.

El presente estudio requirió la aplicación de una estadística descriptiva que permita apreciar los datos obtenidos y de esta manera dar solución a la hipótesis planteada, esto se realizó a través de tablas y gráficos comparativos establecidos en los apartados 4.1.4.1.2 Matriz de datos – Hipótesis y 4.1.4.2.2 Comparación de efectos – Hipótesis, considerando que se realizó los debidos estudios según lo indicado en el Reglamento Nacional de Edificaciones E – 070 Albañilería, se procederá a elaborar la dosificación adecuada para la elaboración de las unidades de albañilería con materiales reciclables y agregados basados en los resultados recolectados, y de esta manera se concluirá si es favorable utilizarlos o no para que alcanzar la resistencia optima requerida.

4.2.2.3 Hipótesis nula.

Realizar 01 dosificación empleando el material reciclable y agregados que no alcanzaran una resistencia óptima.

4.2.2.4 Hipótesis alterna.

Realizar 01 dosificación empleando el material reciclable y agregados que alcanzaran una resistencia óptima.

4.2.2.5 Resolución de la hipótesis.

De acuerdo con la estadística descriptiva desarrollada en los apartados 4.1.4.1 Matriz de datos – Hipótesis y 4.1.4.2 Comparación de efectos – Hipótesis, nos permitió identificar la dosificación que se requiere para la elaboración de las unidades de albañilería con material reciclable y de esta manera saber cuáles son las proporciones de cada material que se necesita para estas unidades. Siendo el resultado final de la dosificación de 1:2:2:1 de la relación de cemento, arena, cerámico y Tecnopor, los cuales permitieron lograr una resistencia aceptable de las unidades de albañilería con material reciclable, permitiendo aceptar de esta manera la hipótesis planteada por parte del investigador (hipótesis alterna), de acuerdo a los valores finales establecidos concluimos que la dosificación empleada con los materiales reciclables y agregados se obtuvo una resistencia óptima.

4.2.3. Hipótesis específica C.

4.2.3.1 Planteamiento hipotético.

Realizar ensayos clasificatorios, resistencia a compresión de prismas y muretes de albañilería que clasificarían la unidad de albañilería según la norma E.070, del Reglamento Nacional de Edificaciones.

4.2.3.2 Estadísticas de resolución.

Para esta hipótesis se requirió emplear una estadística inferencial debido a que analizará una mayor cantidad de datos y se requiere un mayor detalle del cálculo realizado ya que dará la resolución a la hipótesis planteada, considerando el apartado 4.1.4.1.3 Matriz de datos – Hipótesis, se ejecutarán estos valores en el programa estadístico IBM SPSS Statistics, para el cual se necesita primero preparar la información a través de series o secuencias y de esta manera efectuar el modelo estadístico que se acople al comportamiento de los valores indicados en el apartado 4.1.4.2.3 Comparación de efectos – Hipótesis, donde se establecieron las tablas y graficas correspondientes de cada ensayo realizado a las unidades de albañilería tanto al ladrillo Hércules H – 10 como al elaborado con material reciclable; además con esto proceso podremos determinar la estadística de fiabilidad, la prueba de normalidad, la prueba de T de Student entre otros resultados, y así llegar a la conclusión si estos resultados serán aptos o no para cumplir con el planteamiento de la hipótesis que se requiere evaluar.

4.2.3.3 Hipótesis nula.

Realizar ensayos clasificatorios, resistencia a compresión de prismas y muretes de albañilería que no clasifican la unidad de albañilería según la norma E.070, del Reglamento Nacional de Edificaciones.

4.2.3.4 Hipótesis alterna.

Realizar ensayos clasificatorios, resistencia a compresión de prismas y muretes de albañilería que clasifiquen la unidad de albañilería según la norma E.070, del Reglamento Nacional de Edificaciones.

4.2.3.5 Resolución de la hipótesis.

Aplicando el procedimiento de la estadística inferencial en el apartado 4.1.4.3.1 Hipótesis Específica HD3, en la cual se utilizó el programa estadístico IBM SPSS Statistics para procesar los datos obtenidos de los ensayos tanto de las propiedades físicas como mecánicas de ambas unidades de albañilería ensayadas, se permitió de esta manera obtener satisfactoriamente que se cumple el $P_valor > \alpha$, considerando el desarrollo y aplicación de esta base de datos realizada en el programa IBM SPSS Statistics procedemos a aceptar la hipótesis planteada por el investigador (hipótesis nula), debido a que se buscaba realizar los ensayos requeridos en la unidad de albañilería según la norma E.070 y de esta manera se estableció la clasificación de la presente unidad de albañilería con material reciclable estudiada, la cual fue de tipo III.

Tabla 116*Análisis condicional del comportamiento estadístico de las unidades de investigación*

Análisis condicional del comportamiento estadístico de las unidades de investigación			
Ensayo	P_valor	α	Análisis
Ensayo de variación dimensional	0.460	0.044	H0
Ensayo de alabeo	0.009	0.679	H1
Ensayo de porcentaje de vacíos	0.000	0.611	H1
Ensayo de succión	0.000	0.287	H1
Ensayo de absorción	0.003	0.368	H1
Ensayo de compresión simple	0.169	0.543	H1
Ensayo de resistencia a la compresión de prismas	0.164	0.176	H1
Ensayo de compresión diagonal de murete	0.439	0.012	H0

Tabla 117*Evaluación del P_valor vs α – Ensayos clasificatorios*

Evaluación del P_valor vs α		
$P_{valor} = 0.144$	<	$\alpha = 0.340$
Conclusión:		
Se acepta la hipótesis alterna de la investigación H_1		
Se acepta la hipótesis planteada		
Siendo el criterio para decidir:		
Si la probabilidad obtenida $P_{valor} \leq \alpha$, se rechaza H_0 (Se acepta H_1)		
Si la probabilidad obtenida $P_{valor} > \alpha$, no se rechaza H_0 (Se acepta H_0)		

Nota: IBM SPSS Statistics.

4.3 Discusión de resultados

4.3.1. Hipótesis específica A.

HD1: Las características de las propiedades físicas de las unidades de albañilería elaboradas con residuos sólidos, arena de la cantera Marón, y cemento portland 1p que cumplan con los parámetros de la norma E-070.

Muchas veces se desperdicia grandes cantidades de materiales de construcción y muy poco se hace para minimizarlo o intentar darle un segundo uso; por lo que son acumulados y olvidados en los botaderos de la ciudad. Es por ello que para estas unidades de albañilería propuestas serán elaborados con material reciclable permitiendo de esta manera dar un nuevo uso a materiales que fueron desechados, entre ellos tenemos los cerámicos y Tecnopor, que junto a la arena gruesa y cemento portland crearan en conjunto unidades de albañilería que sean aptos para la construcción. Esto se determinó a través de ensayos para identificar sus propiedades físicas y que a su vez cumplan con los parámetros establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones E – 070 Albañilería.

Presentando de esta forma sus características de las propiedades físicas de cada material que compone las unidades de albañilería con material reciclable tanto para el Tecnopor como para el cerámico este último cumpliendo con el análisis granulométrico, así como la curva granulométrica estando dentro de los parámetros de la curva superior e inferior establecidos en el RNE. De igual manera se procedió a realizar los ensayos en la arena gruesa para determinar sus propiedades físicas como el análisis granulométrico, curva granulométrica, porcentaje de finos y contenido de humedad.

Tabla 118

Discusión – análisis de las propiedades de las unidades de albañilería elaborado con material reciclable

Discusión – Análisis de las propiedades de las unidades de albañilería elaborado con material reciclable			
Ítem	Autores	Análisis	Objetivo
1	Ramos Cartagena, H. (2022)	Ladrillo elaborado con material reciclable	Determinar las características de los agregados y material reciclable
2	Morales, Arguinsaca y Puga (2021)	Mampostería con material reciclable	Emplear materiales industriales (cemento hidráulico, agua y áridos pétreos) y materiales reciclables (fibras metálicas, textiles y de caucho)
3	Calvinagua (2018)	Ladrillo de plástico reciclable	Determinar las propiedades del plástico reciclable
4	Ccosco, De la Cruz (2020)	Ladrillos ecológicos adicionando plástico PET	Establecer las características del plástico PET
5	Galván (2020)	Concreto reciclable	Uso de concreto reciclable

Luego de realizar el estudio e interpretación de los resultados de cada ensayo sobre las propiedades físicas de los materiales que se utilizaran para la elaboración de unidades de albañilería con material reciclable se determinó que cumplen satisfactoriamente con los parámetros indicados en la norma E.070, en ambos tipos de materiales empleados. Lo cual podemos compararlo con la investigación de Morales, Arguinsaca y Purga (2021) sobre los ladrillos tipo lego de la mampostería seca que permite la reutilización de fibras metálicas, textiles y de caucho; de igual manera en la investigación de Calvinagua (2018) sobre las unidades de albañilería elaborados con plástico, que permite utilizar este material que tanto tiempo demora en descomponerse y darle un segundo uso.

4.3.2. Hipótesis específica B.

HD2: Realizar 01 dosificación empleando el material reciclable y agregados para obtener una resistencia óptima.

Identificado los materiales que serán utilizados en la elaboración de las unidades de albañilería con material reciclable (siendo estos cemento portland 1p, arena gruesa, cerámicos y Tecnopor) es necesario determinar la proporción o dosificación que se requiere para diseñar este tipo de unidad de albañilería, la cual debe cumplir con lo indicado en el Reglamento Nacional de Edificaciones E.070 Albañilería, así como llegar a una resistencia optima que permita ser empleada en la construcción de viviendas. De esta manera permitirá ser una alternativa favorable al reciclaje de los materiales de construcción desechados y reducción de la contaminación.

Tabla 119

Discusión – dosificación empleada en la elaboración de las unidades de albañilería con material reciclable

Discusión – Dosificación empleada en la elaboración de las unidades de albañilería con material reciclable			
Ítem	Autores	Análisis	Objetivo
1	Ramos Cartagena, H. (2022)	Ladrillo elaborado con material reciclable	Determinar las proporciones del agregado y material reciclable
2	Morales, Arguinsaca y Puga (2021)	Mampostería con material reciclable	Determinar de acuerdo a los materiales industriales como reciclados la mezcla optima requerida
3	Calvinagua (2018)	Ladrillo de plástico reciclable	Evaluación de 3 dosificaciones con plástico reciclable.
4	Ccosco, De la Cruz (2020)	Ladrillos ecológicos adicionando plástico PET	Realizar dosificaciones de 3%, 6% y 9% del plástico PET en los ladrillos ecológicos
5	Galván (2020)	Concreto reciclable	Evaluar la dosificación adecuada del agregado reciclado

A través de pruebas y errores se pudo llegar a la dosificación adecuada, permitiendo a su vez tener una resistencia óptima para la construcción, la cual fue de 1:2:2:1 siendo esta la relación de cemento, arena, cerámico y Tecnopor; estos resultados de pruebas y errores para llegar a un resultado favorable lo podemos comparar con el estudio de Calvinagua (2018) donde las unidades de albañilería con plástico se elaboraron tres dosificaciones distintas siendo la tercera dosificación que permitió un éxito del 95% lo cual cumple con los parámetros mínimos establecidos. También podemos tomar la investigación de Ccosco (2020) tratándose de unidades de albañilería ecológicas en las cuales se añadió diferentes cantidades de plástico PET y de esta manera identificar que dosificación es mejor emplearla.

4.3.3. Hipótesis específica C.

HD3: Realizar ensayos clasificatorios, resistencia a compresión de prismas y muretes de albañilería que clasificaran a la unidad de albañilería según la norma E.070, del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Establecido la dosificación para las unidades de albañilería con material reciclable se procedió a someter estas unidades a diferentes ensayos para determinar sus propiedades tanto físicas como mecánicas, así mismo se realizó una comparación de los resultados de estos ensayos con las unidades de albañilería industriales, ya que en este caso se utilizó los ladrillos Hércules H – 10 los cuales clasifican como tipo IV.

De esta manera se pudo clasificar y determinar qué tipo de unidad de albañilería sería la unidad de albañilería estudiada.

Tabla 120*Discusión – desarrollo de ensayos para clasificar la unidad de albañilería con material reciclable*

Discusión – Dosificación empleada en la elaboración de las unidades de albañilería con material reciclable			
Ítem	Autores	Análisis	Objetivo
1	Ramos Cartagena, H. (2022)	Ladrillo elaborado con material reciclable	Realizar ensayos a las propiedades físicas y mecánicas a la unidad de albañilería.
2	Morales, Arguinsaca y Puga (2021)	Mampostería con material reciclable	Determinar a través de ensayos las propiedades físico – mecánicas de bloques de hormigón y muretes de albañilería.
3	Calvinagua (2018)	Ladrillo de plástico reciclable	Realizar ensayos a los ladrillos con plástico reciclable.
4	Ccosco, De la Cruz (2020)	Ladrillos ecológicos adicionando plástico PET	Evaluar los ensayos de las propiedades físico – mecánicas de ladrillos ecológicos con adición de PET.
5	Galván (2020)	Concreto reciclable	Analizar las propiedades del concreto reciclado.

Efectuando los diferentes ensayos aplicados para establecer las propiedades físicas y mecánicas en ambas unidades de albañilería estudiadas, según lo establecido en el Reglamento Nacional de Edificaciones E.070 Albañilería se clasifico a la unidad de albañilería elaborada con material reciclable como tipo III, la cual permite que sea apta para construcciones de viviendas de hasta dos niveles

Esto lo podemos comparar con el estudio Galván (2020) sobre el concreto reciclable ya que en esta se empleó de igual manera componentes reciclados, pero no se obtuvieron resultados favorables debido a que no se diferencia de manera relevante en comparación con el concreto convencional y su producción tuvo un alto costo; por otro lado, tenemos la investigación de Ccosco (2020) de las unidades de albañilería ecológicas las cuales presentan adición de plástico PET en diferentes proporciones, luego de realizar los ensayos se determinó que la adición de 3% de PET cumple con los requisitos de clasificación de la unidad de albañilería tipo IV de acuerdo a lo exigido por el RNE E – 070 permitiendo utilizarlos en la construcción de viviendas unifamiliares.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Con la presente investigación sobre la elaboración de unidades de albañilería con material reciclable, la cual requirió una dosificación acorde con lo establecido dentro de los parámetros del Reglamento Nacional de Edificaciones E.070 y la Norma Técnica Peruana NTP 399.613-2017 (Unidades de Albañilería, métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería), se realizó una mezcla (dosificación) de materiales comerciales, así como de materiales reciclables que en conjunto permitió elaborar la presente unidad de albañilería; por lo tanto, se pueden llegar a las siguientes conclusiones:

Primera. En esta tesis se evaluó la fabricación de la unidad de albañilería compuesto con material reciclable en muros de albañilería confinada, Moquegua 2021; realizando primero ensayos a los materiales que fueron seleccionados para la elaboración de estas unidades de albañilería y de esta manera determinar si cumplen con los requisitos mínimos establecidos en la norma, como siguiente punto se procedió a la elaboración de una dosificación empleando estos materiales y a su vez

obtener una resistencia optima que requiriera los muros de albañilería confinada y por último se desarrollaron los ensayos establecidos para determinar tanto sus propiedades físicas y mecánicas, y también realizar la comparación de ambas unidades (unidades de albañilería industriales y unidades de albañilería con material reciclable).

Segunda. En esta tesis se determinó las características de los agregados y materiales reciclables empleados para la fabricación de la unidad de albañilería; de acuerdo al debido análisis para las características de las propiedades físicas de los materiales que conformaron las unidades de albañilería con material reciclable, la cual requirió tanto de materiales industriales (arena gruesa y cemento portland 1p) así como de materiales reciclables (cerámico y Tecnopor) sometiéndolas a diferentes ensayos requeridos por el Reglamento Nacional de Edificaciones E.070 Albañilería para identificar si cumplen o no con los parámetros mínimos establecidos. Donde finalmente podemos establecer que, si cumplen con estos parámetros y por lo tanto serán los materiales adecuados para la elaboración de unidades de albañilería con material reciclable, permitiendo de esta manera reutilizar materiales de construcción que frecuentemente son desechados y acumulados en los botaderos.

Tercera. En esta tesis se realizó una dosificación empleando el material reciclable y agregados para obtener una resistencia optima; para lo cual después de pruebas y ensayos para determinar cuáles serían los materiales finales que se utilizarían para la elaboración de estas unidades de albañilería se prosiguió en establecer la dosificación requerida que permitiera a la

unidad de albañilería con material reciclable funcionar como una unidad de albañilería industrializada, para lo cual también se tomó en cuenta el factor económico que permitiera ser más accesible a cualquier persona que lo desee elaborar y/o incluir en la construcción de su vivienda. Siendo el resultado final de la dosificación requerida de 1:2:2:1 (esta es la relación de proporciones en volumen de cemento, arena gruesa, cerámico y Tecnopor) esta dosificación permitió a la unidad de albañilería con material reciclable llegar a una resistencia óptima para ser usada en la construcción.

Cuarta. En esta tesis se realizó ensayos clasificatorios, de resistencia a la compresión de prismas y muretes de albañilería para clasificar la unidad de albañilería según norma E.070, del Reglamento Nacional de Edificaciones; para ello se elaboró los ensayos establecidos en la norma E.070 Albañilería como: Variación dimensional, alabeo, absorción, succión, porcentaje de vacíos de igual manera de la resistencia a compresión simple, de prismas y muretes de albañilería para determinar las propiedades físico – mecánicas tanto de las unidades de albañilería industriales Hércules H – 10 así mismo de las unidades de albañilería con material reciclable, de esta manera permitió clasificar la unidad de albañilería estudiada como tipo III. Esto permite que la unidad de albañilería con material reciclable se use en construcciones de viviendas unifamiliares de hasta dos niveles o pisos

5.2 Recomendaciones

Ya finalizado el proceso de la investigación, siendo verificado y comprobado los datos recolectados de los ensayos realizados a las unidades de albañilería a través de cálculos, se prosiguió a dar algunas pautas o recomendaciones importantes que servirán de apoyo y base para futuras investigaciones, las cuales son:

Primera. Se aconseja a los futuros investigadores que realicen temas relacionados o similares con el presente tema de esta investigación, que no solo se limiten a fabricar unidades de albañilería con material reciclable que incluyan cerámicos y Tecnopor, pueden encontrar más materiales que lleguen a tener la misma resistencia y sean aptos para la construcción, pero recordando que se debe realizar adecuadamente todos los ensayos establecidos en Reglamento Nacional de Edificaciones E-070 albañilería, tanto a los materiales como a la unidad finalizada.

Segunda. En el proceso de la elección de los materiales que se emplearan para elaborar las unidades de albañilería con material reciclable, es importante determinar si estos materiales cumplen con los requisitos mínimos exigidos por el Reglamento Nacional de Edificaciones E-070 albañilería, para que brinden en conjunto la debida resistencia a la unidad de albañilería obtenida,

Tercera. Ya elegido los materiales que serán empleados en la elaboración de las unidades de albañilería con material reciclable, seguimos con la dosificación requerida para que estas unidades lleguen a ser óptimas para el uso de la construcción, aunque no solo debemos enfocarnos en una alta resistencia sino que esto tiene que ir de la mano con el factor económico

debido a que ambos son importantes ya que también es necesario que para su elaboración tenga un menor costo que una unidad de albañilería industrial, esto permitirá que sea más rentable para el consumidor utilizarla y recomendarla a las demás personas.

Cuarta. Para aplicar los ensayos clasificatorios de las unidades de albañilería con material reciclable se aconseja tener la asesoría adecuada para realizar la interpretación adecuada de las normas y reglamento tanto en la aplicación de cada ensayo como el resultado final, a su vez tener en claro los parámetros establecidos para cada tipo de unidad de albañilería ya que esto brindara al momento de desarrollar la parte de la estadística una comparación de resultados más sencilla.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto, F. (2017). *Tecnología del concreto*. Lima, Perú: Editorial San Marcos.
- Aguinsaca, A. & Albuja, C. (2021). *Diseño y evaluación del comportamiento estructural de mampostería sismorresistente con materiales reciclados, para emplearlos en la construcción de edificaciones (tesis de pregrado)*. Universidad Central del Ecuador, Quito.
- Cahui, E. (2021). *Evaluación de la resistencia del concreto de $F'c$ 210 kg/cm² mediante el empleo de aditivo superplastificante reductor de agua - Moquegua, 2019*. (Tesis de pregrado). Universidad José Carlos Mariátegui. Moquegua, Perú.
- Caivinagua, D. (2018). *Mampostería en seco, tipo lego con ladrillo de plástico reciclado aplicado para fines de construcción emergente*". (Tesis de pregrado). Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador, ciudad Loja.
- Calderón, A. y Rodríguez, J. (2018). *Comportamiento estructural de muro utilizando ladrillos con agregados de plástico para viviendas en Campoy, San Juan de Lurigancho – 2018* [Tesis para obtener el título profesional, Universidad Cesar Vallejo] Repositorio institucional
- Capeco. (2003). *Costos y presupuestos de edificación. Lima, Peru*. Colección del Constructor.
- Ccosco, N. & De la Cruz, L. (2020). *Sustento Ladrillos ecológicos adicionando plástico PET y evaluación de sus propiedades físico-mecánica para el diseño de viviendas unifamiliares, Huachipa-2020*. (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo. Ate, Perú.

- Gallegos, H. y Casabone, C. (2005). *Albañilería Estructural tercera edición, Pontificia universidad católica del Perú*. Fondo editorial 2005.
- Galvan, E. (2020). *Uso del concreto reciclado en la construcción de viviendas básicas en la provincia de Huancayo-2018*. (Tesis de pregrado). Universidad Peruana los Andes. Huancayo, Perú.
- Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la protección de la Propiedad Intelectual. (1978). *Norma técnica nacional ITINTEC 331.017. Elementos de arcilla cocida ladrillos de arcilla usados en albañilería requisitos*. Lima, Perú: ITINTEC.
- Instituto Nacional de Calidad. (2017). *NTP 399.613 (2017) Unidades de albañilería, métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería*. Lima, Perú: INACAL
- Instituto Nacional de Calidad. (2018). *NTP 399.605 (2018) Unidades de albañilería, métodos de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería*. Lima, Perú.
- Instituto Nacional de Calidad. (2018). *NTP 399.621 (2015) Unidades de albañilería, métodos de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería*. Lima, Perú: INACAL.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). *Manual de Carreteras especificaciones técnicas generales para construcción; tomo I*.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2020). *Norma E.070 Albañilería, Reglamento Nacional de Edificaciones*. Instituto de la Construcción y Gerencia, (Pág. 350).

Rivva, E. (2014). *Diseño de Mezclas tomo N° 2*. Lima, Perú: Instituto de la construcción y gerencia ICG.

Valdivia, E. (2021). *Identificación de las propiedades de las unidades de albañilería de arcilla que se comercializan en Moquegua, 2019*. (Tesis de pregrado). Universidad José Carlos Mariátegui. Moquegua, Perú.

Yura S.A. (2022). *Ficha técnica cemento portland tipo IP*. Recuperado de <https://www.yura.com.pe/wp-content/uploads/ficha-tecnica-yura-ip.pdf>

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo elaborado con material reciclable en el centro poblado menor de Chen - Chen de la Ciudad de Moquegua 2021.

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Método
¿Cómo influye la fabricación de la unidad de albañilería compuesto con material reciclable en muros de albañilería confinada, Moquegua 2021?	Evaluar la fabricación de la unidad de albañilería compuesto con material reciclable en muros de albañilería confinada, Moquegua 2021.	La fabricación de la unidad de albañilería compuesta con material reciclable cumpliría los requisitos para muros de albañilería confinada, Moquegua 2021.	Variable independiente: Material reciclable y agregados	Tipo de la investigación: La siguiente investigación corresponderá al tipo CORRELACIONAL, su propósito es vincular y relacionar las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo convencional y el ladrillo elaborado con material reciclable y agregados.
¿Cómo influye las características de los agregados a utilizar en la elaboración del concreto para la fabricación de la unidad de albañilería?	Determinar las características de los agregados y materiales reciclables empleados para la fabricación de la unidad de albañilería.	Las características de las propiedades físicas de las unidades de albañilería elaboradas con residuos sólidos, arena de la cantera Marón, y cemento portland 1p cumplirían con los parámetros de la norma E-070.	Variable dependiente Las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo convencional y reciclable.	Diseño de la investigación: El diseño de investigación será del campo EXPERIMENTAL.
¿Cómo influye las proporciones de los agregados y materiales reciclables empleados para la fabricación de la unidad de albañilería?	Determinar las proporciones de los agregados y materiales reciclables empleados para la fabricación de la unidad de albañilería.	Realizar una (01) dosificación empleando el material reciclable y agregados para obtener una resistencia óptima.		
¿Cómo influye la clasificación de la unidad de albañilería al realizar los ensayos clasificatorios, no clasificatorios, resistencia a compresión de prismas y muretes de albañilería?	Determinar la influencia en la albañilería confinada, al clasificar la unidad de albañilería compuesta con material reciclable.	Realizar ensayos clasificatorios, resistencia a compresión de prismas y muretes de albañilería que clasificarían la unidad de albañilería según norma E-070, del Reglamento Nacional de Edificaciones.		