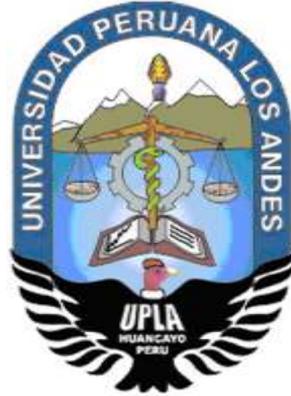


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE
CIVIL



TESIS

**DISEÑO DE LADRILLO ARTESANAL CON VIDRIO TRITURADO Y
PUZOLANA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FÍSICO -
MECÁNICAS**

Línea de Investigación institucional : Transporte y Urbanismo
Línea de Investigación de la Escuela
Profesional de Ingeniería Civil : Estructuras

PRESENTADO POR:

Bach. Janneth Yesica Guadalupe Huamán

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO CIVIL
HUANCAYO – PERÚ**

2019

HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS

DR. CASIO A. TORRES LÓPEZ
PRESIDENTE

ING. JULIO PORRAS MAYTA
JURADO

ING. JUAN J. BULLON ROSAS
JURADO

ING. MARÍA LUISA MUERAS GUTIÉRREZ
JURADO

MG. MIGUEL ANGEL CARLOS CANALES
SECRETARIO DOCENTE

ASESORES:

ASESOR TEMÁTICO:

ING. ALCIDES LUIS BRAÑEZ FABIÁN

ASESOR METODOLÓGICO:

MG. PEDRO HUGO BALVÍN RAMOS

DEDICATORIA

De manera muy especial a mi madre Yolanda Huamán por su constante apoyo incondicional y palabras alentadoras; a mi padre Demetrio Guadalupe por inculcarme la responsabilidad y hermanos Fredy, Julio, José y Paola por su apoyo moral los cuales contribuyeron a la realización de mis metas.

Janneth

AGRADECIMIENTOS

A Dios, mis padres y familiares por el apoyo constante en la realización de mis metas.

A la Universidad Peruana Los Andes por ser parte fundamental de mi formación académica y profesional, así mismo a todos los profesores que me brindaron conocimientos.

Del mismo modo, a todas aquellas personas que me ayudaron durante la elaboración de la presente tesis.

La autora

INDICE

HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS	ii
ASESORES:	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTOS	v
RESUMEN	xxii
ABSTRACT	xxiii
INTRODUCCION	xxiv
CAPITULO I	1
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Planteamiento del problema:.....	1
1.2. Formulación del problema:.....	4
1.2.1. Problema general:	4
1.2.2. Problemas específicos:.....	4
1.3. Justificación:.....	4
1.3.1. Práctica o social:	4
1.3.2. Metodología:.....	5
1.4. Delimitación del problema:.....	5
1.4.1. Delimitación Espacial:.....	5
1.4.2. Delimitaciones de la albañilería	8
1.4.3. Delimitación Temporal:.....	9
1.4.4. Delimitación económica.....	10
1.5. Limitaciones de la investigación.....	10
1.6. Objetivo.....	10
1.6.1. Objetivo general:	10
1.6.2. Objetivos específicos:.....	10
CAPITULO II	12
MARCO TEORICO.....	12
2.1. Antecedentes de la investigación:.....	12
2.1.1. Antecedentes internacionales:.....	12
2.1.2. Antecedentes nacionales:.....	13
2.1.3. Antecedentes Locales:	16
2.2. Marco Conceptual:	18

2.2.1. Materia Prima	18
2.2.2. El Ladrillo:.....	32
2.2.3. Proceso de fabricación del ladrillo	37
2.2.4. Unidad de Albañilería:	44
2.2.5. Albañilería confinada:	46
2.2.6. Muros de Albañilería.....	47
2.2.7. Propiedades Físicas y Mecánicas:	48
2.3. Marco normativo:	52
2.3.1. Normas Técnicas Peruana	52
2.3.2. Norma Técnica Peruana E070	52
2.4. Definición de Términos:	52
2.5. Hipótesis:	54
2.5.1. Hipótesis General	54
2.5.2. Hipótesis Específico:	54
2.6. Variables:	55
2.6.1. Definición conceptual de la variable.	55
2.6.2. Definición Operacional de la Variable.....	56
2.6.3. Operacionalización de la Variable:	57
CAPITULO III	59
METODOLOGÍA	59
3.1. Método de Investigación	59
3.1.1. Método general:.....	59
3.1.2. Método específico:	60
3.1.3. Método particular:.....	60
3.2. Tipo de investigación:	61
3.3. Nivel de investigación:	61
3.3.1. Nivel Explicativo:	62
3.3.2. Nivel Experimental o Predictiva	62
3.4. Diseño de investigación	63
3.4.1. Diseño de ingeniería:.....	66
3.5. Población de la muestra:.....	70
3.5.1. Población:.....	70
3.5.2. Muestra:.....	72
3.5.3. Método de Muestreo.....	¡Error! Marcador no definido.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:.....	74
3.6.1. Técnicas de recolección de datos:	74
3.6.2. Instrumentos de recolección de datos	75
3.7. Procesamiento de la información	77
3.7.1. Trabajo de campo.....	77
3.7.2. Elaboración de ladrillos de arcilla:	96
3.7.3. Elaboración de pilas y muretes de los diferentes tipos de ladrillo:.....	119
3.7.4. Ensayos de laboratorio:	129
3.8. Técnicas y Análisis de Datos:	147
3.8.1. Propiedades Físicas	147
3.8.2. Propiedades mecánicas.	170
CAPITULO IV	187
RESULTADOS	187
4.1. Resultados y clasificación según normas.	187
4.1.1. Resultados de las propiedades físicas:	187
4.1.2. Resultados de los ensayos mecánicos:.....	197
CAPITULO V	204
DISCUSION DE RESULTADOS	204
5.1. Discusión 01.....	204
5.2. Discusión 02.....	205
5.3. Discusión 03.....	209
5.4. Discusión 04.....	210
5.5. Discusión 05.....	210
CONCLUSIONES.....	212
RECOMENDACIONES	216
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	217
ANEXOS	220

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Viviendas por material de predominante en las paredes exteriores de la vivienda, de la ciudad de Huancayo.....	2
Tabla 2. Arcillas comunes para Ladrillos.....	19
Tabla 3. Composición química para ladrillos.....	20
Tabla 4. Clasificación de las puzolanas.....	24
Tabla 5. Composición química de la puzolana.....	25
Tabla 6. Colorantes de vidrio.....	27
Tabla 7. Composición del vidrio.....	29
Tabla 8. Composición de los vidrios comerciales indicados en porcentaje.....	31
Tabla 9. Partes de un ladrillo.....	33
Tabla 10. Clase de unidad de albañilería para fines estructurales.....	35
Tabla 11. Operacionalización de Variable.....	37
Tabla 12. Identificación de Muestras.....	63
Tabla 13. Identificación de elementos de diseños de investigación en la tesis.....	65
Tabla 14. Cantidad total a utilizar por tipos de ladrillos.....	71
Tabla 15. Cantidad de muestras por tipo de ladrillo para ensayos físicos.....	72
Tabla 16. Cantidad de muestras por tipo de ladrillo para ensayos mecánicos.....	73
Tabla 17. Normas y Procedimiento de los Ensayos de Propiedades Físicas.....	73
Tabla 18. Normas y procedimiento de los ensayos de propiedades mecánicas.....	74
Tabla 19. Técnicas e Instrumentos de investigación.....	76
Tabla 20. Toma de datos de puzolana recolectada.....	81
Tabla 21. Aspecto visual de la puzolana.....	82
Tabla 22. Volumen de puzolana molida.....	82
Tabla 23. Granulometría de la puzolana.....	84
Tabla 24. Toma de datos de arcilla.....	89
Tabla 25. Características de la arcilla.....	89
Tabla 26. Limite líquido, plástico e índice de plasticidad y clasificación SUCS.....	90
Tabla 27. Granulometría de la puzolana.....	90
Tabla 28. Toma de datos de vidrio triturado.....	92
Tabla 29. Características del vidrio.....	92
Tabla 30. Toma de datos del vidrio común.....	93
Tabla 31. Granulometría del vidrio triturado:.....	94

Tabla 32. Toma de datos de los pesos crudo y cocidos de ladrillera de Saños	96
Tabla 33. Dosificación del ladrillo artesanal en pesos.....	97
Tabla 34. Dosificación del ladrillo artesanal en porcentaje.....	97
Tabla 35. Dosificación para 105 unidades de ladrillo para los ensayos físicos y mecánicos	101
Tabla 36. Dosificación incorporando 10% de puzolana en gramos.....	102
Tabla 37. Dosificación incorporando 10% de puzolana en porcentaje	103
Tabla 38. Toma de Datos de los pesos crudo y cocidos del ladrillo con puzolana.	106
Tabla 39. Dosificación en pesos en kilos del ladrillo puzolánico	106
Tabla 40. Dosificación para 105 unidades de ladrillos para los ensayos físicos y mecánicos	107
Tabla 41. Dosificación incorporando 20% de puzolana y vidrio triturado en Gramos	109
Tabla 42. Dosificación incorporando 20% de puzolana y vidrio triturado en porcentaje	109
Tabla 43. Toma de Datos de los pesos húmedo, crudo y cocido del Ladrillo Mixto (Puzolana y Vidrio Triturado).....	112
Tabla 44. Dosificación en pesos en kilos del ladrillo mixto	113
Tabla 45. Dosificación por 105 unidades de ladrillo Mixto para los ensayos físicos y mecánicos	113
Tabla 46. Dosificación incorporando 30% de vidrio triturado en gramos	115
Tabla 47. Dosificación incorporando 30% de vidrio triturado en porcentaje.....	115
Tabla 48. Toma de Datos de los pesos húmedo, crudo y cocidos del ladrillo con vidrio triturado	117
Tabla 49. Dosificación en pesos en del ladrillo con vidrio triturado	117
Tabla 50. Dosificación para 105 unidades de ladrillos con vidrio triturado para los ensayos físicos y mecánicos	118
Tabla 51. Calculo de espesor de juntas de mortero	120
Tabla 52. Espesores de Junta Horizontal.....	120
Tabla 53. Instrumentos de ingeniería	129
Tabla 54. Máquinas de Ingeniería	139
Tabla 55. Número de unidades por cada muestra	142
Tabla 56. Variación de Dimensiones dadas en mm de los ladrillos artesanales con 10% de puzolana	148

Tabla 57. Variación de dimensiones dadas en mm de los Ladrillos Artesanales Mixtos (adición de puzolana y vidrio triturado)	148
Tabla 58. Variación de dimensiones dadas en mm de los Ladrillos Artesanales con Vidrio Triturado.....	149
Tabla 59. Variación de dimensiones dadas en mm de los ladrillos artesanales de la ladrillera de Saños.....	149
Tabla 60. Calculo de desviación estándar y promedio total de las muestras del ladrillo artesanal con puzolana	150
Tabla 61. Variación dimensional por cada dimensión geométrica del ladrillo con puzolana.....	151
Tabla 62. Calculo de desviación estándar y promedio total de las muestras del ladrillo mixto (puzolana y vidrio triturado)	152
Tabla 63. Variación Dimensional por cada dimensión geométrica Del Ladrillo Mixto (Puzolana y vidrio triturado)	152
Tabla 64. Calculo de desviación estándar y promedio total de las muestras del ladrillo con vidrio triturado	153
Tabla 65. Variación dimensional por cada dimensión geométrica del ladrillo con vidrio triturado	153
Tabla 66. Calculo de desviación estándar y promedio total de las muestras del ladrillo Artesanal de Saños.....	154
Tabla 67. Variación dimensional por cada dimensión geométrica del ladrillo artesanal de Saños	155
Tabla 68. Concavidad y Convexidad Promedio de unidades del Ladrillo con Puzolana	155
Tabla 69. Concavidad y Convexidad Promedio de unidades del Ladrillo Mixto (Puzolana con Vidrio Triturado).....	156
Tabla 70. Concavidad y Convexidad promedio de unidades del ladrillo con vidrio triturado	157
Tabla 71. Concavidad y Convexidad promedio de unidades del ladrillo artesanal de la ladrillera de Saños.....	158
Tabla 72. Densidad de los ladrillos artesanales con puzolana	160
Tabla 73. Densidad de los ladrillos artesanales Mixto con puzolana y vidrio triturado	161
Tabla 74. Densidad de los Ladrillos Artesanales con vidrio triturado	161

Tabla 75. Densidad de los Ladrillos Artesanales de la ladrillera de San Pedro de Saños.....	162
Tabla 76. Succión de los ladrillos artesanales con 10% de puzolana	163
Tabla 77. Succión de los ladrillos artesanales mixtos (puzolana y vidrio triturado)	164
Tabla 78. Succión de los ladrillos artesanales con vidrio triturado	165
Tabla 79. Succión de los Ladrillos Artesanales de la Ladrillera de Saños	166
Tabla 80. Absorción, absorción máxima y coeficiente de saturación de los ladrillos artesanales con 10% de puzolana	168
Tabla 81. Absorción, absorción máxima y coeficiente de saturación de los ladrillos artesanales mixtos (puzolana y vidrio triturado)	168
Tabla 82. Absorción, absorción máxima y coeficiente de saturación de los ladrillos artesanales con vidrio triturado	169
Tabla 83. Absorción, Absorción Máxima y Coeficiente de saturación de los ladrillos artesanales de la ladrillera de Saños	169
Tabla 84. Resistencia característica a compresión axial en los ladrillos con puzolana (P-1)	171
Tabla 85. Resistencia característica a compresión axial en los ladrillos mixtos (M-1)	171
Tabla 86. Resistencia característica a compresión axial en los ladrillos con vidrio triturado (V-1)	172
Tabla 87. Resistencia característica a compresión axial en los ladrillos artesanales de la ladrillera de Saños.....	172
Tabla 88. Factores de corrección de $f'm$ por Esbeltez	174
Tabla 89. Incremento de $f'm$ por Edad	174
Tabla 90. Resistencia Característica Compresión en Pilas en los ladrillos con Puzolana (P-01)	176
Tabla 91. Resistencia característica a compresión en pilas en los ladrillos mixtos vidrio triturado con puzolana (M-01).....	177
Tabla 92. Resistencia característica a compresión en pilas en los ladrillos con vidrio triturado (v-01).....	178
Tabla 93. Resistencia característica a compresión en pilas en los ladrillos tradicionales de la ladrillera de Saños.....	179
Tabla 94. Módulo de Elasticidad de los Tipos de Ladrillo.....	180
Tabla 95. Módulo de corte de los tipos de ladrillo	181

Tabla 96. Resistencia a la compresión en muretes en los ladrillos con puzolana ..	183
Tabla 97. Resistencia a la Compresión en muretes en los ladrillos mixtos (puzolana y vidrio triturado)	184
Tabla 98. Resistencia a la compresión en muretes en los ladrillos con vidrio triturado	185
Tabla 99. Resistencia a la compresión en muretes en los ladrillos artesanales de Saños.....	186
Tabla 100. Zona identificada del proyecto.....	241
Tabla 101. Factores del suelo “s”	241
Tabla 102. Periodos fundamentales de tipo de suelo “TP” y “TL”	242
Tabla 103. Factor de Amplificación Sísmica (C)	242
Tabla 104. Categoría de las edificaciones y factor de uso	243
Tabla 105. Coeficiente de reducción sísmica.....	244
Tabla 106. Parámetros sísmicos del edificio según la NTE 0.30	244
Tabla 107. Longitud de Muros en Dirección X-X y Y-Y	245
Tabla 108. Cargas Viva y Muerta del Ladrillo Puzolanico	247
Tabla 109. Cargas Viva y Muerta del Ladrillo Mixto	247
Tabla 110. TABLA 132. Cargas Viva y Muerta del Ladrillo con Vidrio Triturado	247
Tabla 111. Cargas Viva y Muerta del Ladrillo Artesanal de Saños	248
Tabla 112. Valores de aceleración espectral programa: EMD ESPECTROS E030248	
Tabla 113. Resultados de las Fuerzas en Análisis Estático con el Ladrillo Artesanal Con 10% De Puzolana	251
Tabla 114. Resultados del Análisis Sísmico con el Ladrillo Artesanal Con 10% De Puzolana	251
Tabla 115. Desplazamientos Laterales de Entrepiso en Dirección X-X con el Ladrillo con 10% de Puzolana	252
Tabla 116. Desplazamientos Laterales de Entrepiso en Dirección Y-Y con el Ladrillo con 10% de Puzolana	253
Tabla 117. Fuerzas Internas V_e (Tnf) y M_e (T-m) ante un sismo moderado (X-X)	253
Tabla 118. Fuerzas Internas V_e (Tnf) y M_r (T-m) ante un sismo moderado (Y-Y) .	253
Tabla 119. Verificación para Sismo X-X (Primer Piso).....	255
Tabla 120. Verificación para Sismo X-X (Segundo Piso)	255
Tabla 121. Verificación para Sismo Y-Y (Primer Piso).....	258
Tabla 122. Verificación para Sismo Y-Y (Segundo Piso)	258

Tabla 123. Resultados de las Fuerzas en Análisis Sísmico Estático con el Ladrillo Artesanal Con 20% De Puzolana y Vidrio Triturado.....	260
Tabla 124. Resumen de los Resultados del Análisis Sísmico con el Ladrillo Artesanal Con 20% De Puzolana y Vidrio Triturado.....	260
Tabla 125. Desplazamientos Laterales de Entrepiso en Dirección X-X con el Ladrillo con 20% de Puzolana y Vidrio triturado	261
Tabla 126. Desplazamientos Laterales de Entrepiso en Dirección Y-Y con el Ladrillo con 20% de Puzolana y Vidrio Triturado	262
Tabla 127. Fuerzas Internas V_e (Tnf) y M_e (T-m) ante un sismo moderado (X-X)	262
Tabla 128. Fuerzas Internas V_e (Tnf) y M_e (T-m) ante un sismo moderado (Y-Y)	263
Tabla 129. Verificación para Sismo X-X (Primer Piso).....	264
Tabla 130. Verificación para Sismo X-X (Segundo Piso).....	264
Tabla 131. Verificación para Sismo Y-Y (Primer Piso).....	266
Tabla 132. Verificación para Sismo Y-Y (Segundo Piso).....	266
Tabla 133. Resultados de las Fuerzas en Análisis Sísmico Estático con el Ladrillo Artesanal Con 30% De Vidrio Triturado	268
Tabla 134. . Resumen de los Resultados del Análisis Sísmico con el Ladrillo Artesanal Con 30% De Vidrio Triturado	268
Tabla 135. Desplazamientos Laterales de Entrepiso en Dirección X-X con el Ladrillo con 30% de Vidrio Triturado.....	269
Tabla 136. Desplazamientos Laterales de Entrepiso en Dirección Y-Y con el Ladrillo con 30% de Vidrio Triturado.....	269
Tabla 137. Fuerzas Internas V_e (Tnf) y M_e (T-m) ante un sismo moderado (X-X):	270
Tabla 138. Fuerzas Internas V_e (Tnf) y M_e (T-m) ante un sismo moderado (Y-Y).	270
Tabla 139. Verificación para Sismo X-X (Primer Piso).....	272
Tabla 140. Verificación para Sismo X-X (Segundo Piso).....	272
Tabla 141. Verificación para Sismo Y-Y (Primer Piso).....	274
Tabla 142. Verificación para Sismo Y-Y (Segundo Piso).....	274
Tabla 143. Resultados de las Fuerzas en Análisis Sísmico Estático con el Ladrillo Artesanal de la Ladrillera de Saños.....	276
Tabla 144. Resumen de los resultados del Análisis Sísmico con el Ladrillo artesanal de la Ladrillera de Saños.....	276
Tabla 145. Desplazamientos Laterales de Entrepiso en Dirección X-X con el Ladrillo Artesanal de la Ladrillera de Saños.....	277

Tabla 146. Desplazamientos Laterales de Entrepiso en Dirección Y-Y con el Ladrillo Artesanal de la Ladrillera de Saños.....	277
Tabla 147. Fuerzas Internas V_e (Tnf) y M_e (T-m) ante un sismo moderado (X-X)	278
Tabla 148. Fuerzas Internas V_e (Tnf) y M_e (T-m) ante un sismo moderado (Y-Y)	278
Tabla 149. Verificación para Sismo X-X (Primer Piso)	280
Tabla 150. Verificación para Sismo X-X (Segundo Piso)	280
Tabla 151. Verificación para Sismo Y-Y (Primer Piso)	282
Tabla 152. Verificación para Sismo Y-Y (Segundo Piso)	282
Tabla 153. Clase de Unidad de Albañilería para fines estructurales	187
Tabla 154. Cuadro Comparativo de Variación Dimensional de los Diferentes Tipos De Ladrillo	188
Tabla 155. Cuadro Comparativo de Alabeo de los Diferentes Tipos De Ladrillo....	189
Tabla 156. Cuadro Comparativo del Ensayo de Densidad de los diferentes tipos de Ladrillo.....	191
Tabla 157. Tabla de la Norma ITINTEC 331.018	192
Tabla 158. Tabla de la Norma Itintec 1978.	192
Tabla 159. Resultados de clasificación de Succión según NORMA ITINTEC.....	193
Tabla 160. Resultados de Clasificación de Absorción, Absorción Máxima y Coeficiente de Saturación; Según Norma Itintec 1978.....	194
Tabla 161. Requisitos complementarios; Absorción y Coeficiente de Saturación de la Norma Itintec 1978.	194
Tabla 162. Clase de Unidad de Albañilería para fines estructurales.	197
Tabla 163. Resultados de Clasificación de Compresión Axial de Unidades; según norma E070.....	197
Tabla 164. Resistencias Características de la Albañilería.....	199
Tabla 165. Resumen de la Resistencia Característica De Pilas	199
Tabla 166. Resumen de la Resistencia Característica en Muretes	200
Tabla 167. Resistencias Características de la Albañilería.....	201
Tabla 168. Cuadro comparativo de los ensayos físicos realizados	202
Tabla 169. Cuadro comparativo de los ensayos mecánicos realizados	203
Tabla 170. Resumen del Desplazamiento lateral de entrepisos en los cuatro tipos de unidades de Albañilería.....	283
Tabla 171. Resumen del Análisis Sísmico de la Cortante Basal.....	284
Tabla 172. Evaluación del Eje X-X, Primer Piso	285

Tabla 173, Evaluación del Eje Y-Y, Primer Piso	285
Tabla 174. Evaluación del Eje X-X, Segundo Piso.....	286
Tabla 175. Evaluación del Eje Y-Y, Segundo Piso.....	287

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Cantera de Puzolana – Chongos Alto	7
Figura 2. Ladrillera de San Pedro de Saños	7
Figura 3. Localización de la Investigación.....	6
Figura 4. Puzolana natural de origen volcánico pumítico	23
Figura 5. Ceniza volante y micrografía de partículas de ceniza volante	24
Figura 6. Representación bidimensional de una red cristalina de sílice frente a la sílice amorfa.....	26
Figura 7. Insumos requeridos para la fabricación del vidrio	31
Figura 8. Esquema del Proceso de Fabricación del Vidrio.....	32
Figura 9. Fabricación del ladrillo en forma artesanal.....	37
Figura 10. Diagrama de Flujo General para la Actividad Ladrillera	38
Figura 11. Proceso de fabricación del ladrillo.....	40
Figura 12. Extracción del material arcilloso.....	40
Figura 13. Dosificación para el ladrillo artesanal.....	41
Figura 14. Gaberas de madera cepillada	41
Figura 15. Posiciones del ladrillo en el moldeo y secado.....	42
Figura 16. Secado del ladrillo artesanal al ambiente.....	42
Figura 17. Preparación del horno para calcinado de ladrillos.....	43
Figura 18. Fases de la cocción del ladrillo de arcilla	44
Figura 19. Ladrillos de arcilla (izquierda), sílice – cal (centro) y de concreto (derecha)	44
Figura 20. Tipos de unidades de albañilería	45
Figura 21. Albañilería confinada.....	46
Figura 22. Unidas de Albañilería asentadas con mortero.....	47
Figura 23. Muros portantes y no portantes de albañilería confinada.....	48
Figura 24. Recolección de Puzolana.....	78
Figura 25. Ubicación de la cantera de Puzolana	79
Figura 26. Ubicación de la cantera de puzolana en Google Earth.	80
Figura 27. Secado de puzolana	81
Figura 28. Gráfico de la diferencia de pesos de la puzolana natural y puzolana molida.....	82
Figura 29. Gráfico de pérdida de volumen de la puzolana en la trituración.....	83

Figura 30. Gráfico de porcentaje de puzolana retenida en cada tamiz	84
Figura 31. Gráfico de Curva Granulométrica de la puzolana	85
Figura 32. Estratigrafía de la arcilla.....	86
Figura 33. Plano topográfico de la ladrillera de Saños	87
Figura 34. Cantera de arcilla en la ladrillera de Saños.....	88
Figura 35. Gráfico de la Curva Granulométrica de la arcilla.....	91
Figura 36. Recolección de vidrio	92
Figura 37. Gráfico de la diferencia de pesos del vidrio reciclado y vidrio triturado ...	93
Figura 38. Gráfico de porcentaje de vidrio triturado retenida en cada tamiz	95
Figura 39. Curva Granulométrica del vidrio triturado.....	95
Figura 40. Dosificación del ladrillo artesanal	97
Figura 41. Apilamiento de grandes cantidades de aserrín	99
Figura 42. Mezclado de masa cerámica con ayuda de equipo	100
Figura 43. Moldeado de la masa cerámica	100
Figura 44. Unidades de albañilería siendo apiladas al horno.....	100
Figura 45. Pesos promedio del ladrillo artesanal	101
Figura 46. Dosificación del ladrillo puzolánico.....	103
Figura 47. Secado de la puzolana recolectada	104
Figura 48. Mezcla de arcilla y agua manualmente	105
Figura 49. Incorporación del insumo puzolánico en la masa cerámica	105
Figura 50. Secado de ladrillo puzolánico.....	105
Figura 51. Comparación de pesajes del ladrillo artesanal con el ladrillo puzolánico	107
Figura 52. Dosificación del ladrillo mixto	110
Figura 53. Vista de la obtención del vidrio triturado	111
Figura 54. Incorporación del vidrio triturado en la masa cerámica	111
Figura 55. Proceso de mezclado manual con protección en pies y manos.....	112
Figura 56. Comparación de pesajes del ladrillo artesanal con el ladrillo mixto	114
Figura 57. Dosificación del ladrillo con vidrio triturado	115
Figura 58. Comparación de pesajes del ladrillo artesanal con el ladrillo con vidrio triturado	118
Figura 59. Dimensiones de Pilas.....	123
Figura 60. Hidratación de ladrillos antes de asentamiento con mortero.....	124
Figura 61. Verificación de horizontalidad con plomada	124

Figura 62. Asentamiento de ladrillos por mano de obra calificada	125
Figura 63. Dimensiones de Muretes.....	126
Figura 64. Elaboración de muretes alineados en sus 4 lados	128
Figura 65. Verificación de horizontalidad con nivel de mano	128
Figura 66. Curado de Muretes	129
Figura 67. Muestras para los ensayos físicos	131
Figura 68. Medición de ancho de los especímenes	132
Figura 69. Medición del largo de los especímenes	132
Figura 70. Medición de la concavidad	134
Figura 71. Medición de la convexidad	134
Figura 72. Colocación de las muestras en el horno	135
Figura 73. Pesaje de muestras y de ensayo de absorción.....	135
Figura 74. Horizontalización de bandeja con nivel de mano	136
Figura 75. Proceso de Succión de los ladrillos de arcilla	137
Figura 76. Muestras sumergidas en agua para ensayo de absorción	138
Figura 77. Muestras puestas al horno para ser secadas.....	139
Figura 78. Recubrimiento con yeso de los prismas de ladrillos.....	140
Figura 79. Espécimen artesanal capeado con yeso.....	141
Figura 80. Pilas, muretes y unidades de albañilería capeadas	141
Figura 81. Colocación de las unidades de albañilería en la maquina compresora.	143
Figura 82. Proceso de rotura de la unidad de albañilería.....	144
Figura 83. Colocación de muestras de pilas en la maquina compresora	145
Figura 84. Proceso de rotura del prisma de albañilería.....	145
Figura 85. Murete de ladrillo artesanal en la máquina de compresión diagonal.....	146
Figura 86. Murete de ladrillo artesanal donde se observa la falla diagonal en las juntas.....	147
Figura 87. Altura promedio para variación dimensional	147
Figura 88. Variación Dimensional	150
Figura 89. Concavidad y Convexidad Promedio de unidades del Ladrillo con Puzolana	156
Figura 90. Concavidad y Convexidad Promedio de unidades del ladrillo mixto	157
Figura 91. Concavidad y convexidad promedio de unidades del ladrillo con vidrio triturado	158

Figura 92. Concavidad y Convexidad Promedio de unidades del Ladrillo de Saños	159
Figura 93. Formula de la Densidad	160
Figura 94. Formula de la Succión	162
Figura 95. Comparación de Succión con la Norma E070 del Ladrillo Puzolánico..	163
Figura 96. Comparación de Succión con la Norma E070 del Ladrillo Mixto (puzolana y vidrio triturado)	164
Figura 97. Comparación de Succión con la Norma E070 del Ladrillo con vidrio triturado	165
Figura 98. Comparación de Succión con la Norma E070 del Ladrillo Artesanal de la Ladrillera de Saños	166
Figura 99. Fórmula de absorción	167
Figura 100. Resistencia a la compresión axial en unidades.....	170
Figura 101. Resistencia a la compresión axial en pilas.....	173
Figura 102. Factor de amplificación sísmica	243
Figura 103. Densidad de muros reforzados	244
Figura 104. Ubicación de los muros en el eje X-X	246
Figura 105. Ubicación de los Muros en el Eje Y-Y	246
Figura 106. Espectro de aceleraciones espectrales de diseño	249
Figura 107. Formula desplazamientos laterales.....	252
Figura 108. Formula de fuerza cortante	254
Figura 109. Comparación de variación dimensional por tipo de ladrillo	189
Figura 110. Comparación de alabeo por tipo de ladrillo	190
Figura 111. Comparación de densidades por tipo de ladrillo	191
Figura 112. Gráfico comparativo de succión por cada tipo de ladrillo	193
Figura 113. Gráfico de comparación de % de Absorción con la Norma E070 de los	195
Figura 114. Gráfico de Comparación de % de Absorción Máxima con la Norma E070 de los diferentes tipos de Ladrillo	195
Figura 115. Gráfico de comparación de Coeficiente de Saturación con la Norma 331.018	196
Figura 116. Gráfico de comparación de resistencia a la compresión con la Norma E070 de los diferentes tipos de Ladrillo.....	198

Figura 117. Gráfico de comparación de resistencia a la compresión axial en prismas de los diferentes tipos de Ladrillo	200
Figura 118. Gráfico de comparación de resistencia a la compresión en muretes de los diferentes tipos de Ladrillo	201

RESUMEN

En la presente tesis se formuló como problema general ¿En qué medida mejora las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal cuando se incorpora vidrio triturado y puzolana?; se presentó el objetivo general: Determinar en qué medida mejora las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal al incorporar vidrio triturado y puzolana; y se planteó como hipótesis general: La incorporación de vidrio triturado y puzolana mejora considerablemente las propiedades físicas y mecánicas del diseño del ladrillo artesanal.

El tipo de investigación fue aplicada – tecnológica, así mismo el nivel de investigación fue el explicativo – experimental y el diseño de investigación fue el experimental en su forma cuasi - experimental con post prueba conformada por un grupo de control y tres grupos experimentales, La población estuvo conformada por 105 unidades por cada tipo de ladrillo, haciendo un total de 420 unidades. El tamaño de la muestra fue igual al número de la población.

Se llegó a la conclusión de que al incorporar vidrio triturado y puzolana, hubo una mejora considerable en cuanto a sus propiedades físico - mecánicas: como resultados el ladrillo mixto obtuvo un $f'b$ de: 92.11 kg/cm² y $f'm$ de 44.08 kg/cm², el ladrillo con vidrio triturado obtuvo un $v'm$ de 5.92 kg/cm², esto a diferencia del ladrillo traído de Saños que está por debajo del mínimo especificado en la norma.

Palabras Clave: Resistencia a la compresión, albañilería confinada, ladrillos artesanales, propiedades físicas y mecánicas.

ABSTRACT

In the present thesis was formulated as a general problem: To what extent improves the physical and mechanical properties of the artisanal brick when it incorporates crushed glass and pozzolana?; the general objective was presented: To determine to what extent it improves the physical and mechanical properties of the artisan brick by incorporating crushed glass and pozzolan; and it was proposed as a general hypothesis: The incorporation of crushed glass and pozzolana considerably improves the physical and mechanical properties of the artisanal brick design.

The type of research was applied - technological, likewise the level of research was the explanatory - experimental and the research design was the experimental in its quasi - experimental form with post test conformed by a control group and three experimental groups, The population It consisted of 105 units for each type of brick, making a total of 420 units. The sample size was equal to the number of the population

It was concluded that when incorporating crushed glass and pozzolana, there was a considerable improvement in terms of its physical and mechanical properties: as a result the mixed brick obtained a f'b of: 92.11 kg / cm² and f'm of 44.08 kg / cm², the brick with crushed glass obtained a v'm of 5.92 kg / cm², this unlike the brick brought from Saños that is below the minimum specified in the norm.

Keywords: Compressive strength, confined masonry, artisan bricks, physical and mechanical properties.

INTRODUCCION

Desde la década de 1970, las construcciones de albañilería estructural se han constituido en una alternativa económica y sencilla para las edificaciones, que es preferida en muchas áreas urbanas del Perú. Según la Ing. Aguirre (2004) el ladrillo es un material de construcción básico para la albañilería confinada predominantemente en el Perú, y que atiende a la clase media y baja. Es por ello que se elaboró la presente tesis que busca ampliar los conocimientos y experimentos para la utilización de este material de construcción.

Los ladrillos artesanales elaborados en la ciudad de Huancayo no cuentan con certificaciones de Control de Calidad, ni ensayos por lote de fabricación ni mucho menos cumplen con las propiedades físico – mecánicas normalizadas. Como consecuencia de ello las edificaciones no cumplen con su vida útil, estos se ven reflejados en las fisura, grietas que se pueden notar en las edificaciones o en el peor de los casos estas edificaciones pueden colapsar ante la presencia de un sismo. Es por ello que a través de agregar nuevos insumos al ladrillo tradicional se pretende crear un nuevo material innovador con mayores ventajas para su aplicación, los cuales posean mejores características de sus propiedades físicas y mecánicas.

En la presente tesis titulada Diseño del Ladrillo Artesanal con vidrio triturado y puzolana para mejorar sus propiedades físico – mecánicas, cuyo propósito fue el de fabricar 03 tipos de ladrillo con diferentes insumos y en diferentes dosificaciones para luego compararlas todas con las unidades de albañilería traídas de la ladrillera de Saños.

Se realizó en primera instancia los ensayos de laboratorio a las unidades de albañilería, que fueron las muestras obtenidas en campo, tanto de artesanales y las

mejoradas con los nuevos insumos, Para la clasificación de los ladrillos se utilizó la Norma Técnica Peruana E.070 “unidades de albañilería”.

La presente tesis contiene los capítulos:

Capítulo I; Se planteó la problemática. Se formuló el problema general y específico así como la justificación del problema tanto social teórica y metodológica. Se delimitó el problema espacial, temporal y económico. Se limitó el problema geográficamente y también a través de unidades de albañilería, Asimismo se plantearon los objetivos.

Capitulo II; En esta parte de la investigación se presentaron los antecedentes internacionales, nacionales y locales así como el marco teórico. Se definieron los términos básicos los cuales constituyen términos relacionados con las variables de investigación. Se planteó la hipótesis tanto general como específica. Se dieron a conocer las variables tanto independientes como dependientes y se presentó la operacionalización de las variables.

Capitulo III; Se describió la metodología de la investigación y se mostraron los resultados de los ensayos de las unidades: variación dimensional, alabeo, densidad, succión, absorción, absorción máxima, coeficiente de saturación y resistencia a la compresión. Así como también ensayos en conjuntos de unidades: tales como los ensayos en pilas y muretes.

Capitulo IV; Luego de obtenidos los resultados de los ensayos se clasificó según la norma E 070 y en otros casos con la Norma ITINTEC 331.018.

Capítulo V; Se hizo el análisis y discusión de resultados en el cual se explica y discute los resultados obtenidos en la investigación siguiendo una secuencia de acuerdo a los objetivos planteados.

Finalmente se presentaron las conclusiones del trabajo y las recomendaciones al proceso de fabricación y al control de calidad de la albañilería producidas con unidades de arcilla fabricadas artesanalmente, como elemento estructural. Así como las referencias bibliográficas.

Se adjuntan como anexos, los resultados efectuados en el Laboratorio de GEOLUMAS, una galería fotográfica, así como análisis de costos por cada tipo de ladrillo.

Bach. Janneth Yesica Guadalupe Huamán.

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema:

La importancia que ha adquirido el ladrillo a través de su historia lo ha colocado como un material indispensable en la industria de la construcción, y aun dominante en cuanto a cantidades de comercialización se refiere a nivel mundial. El ladrillo es un material que posee muchas características idóneas que hacen que mucha gente lo prefiera para construir. Sin embargo estos ladrillos no cumplen simultáneamente todas las propiedades requeridas para ser catalogado como un ladrillo de calidad. Es por ello que se ve la necesidad de combinar ciertos materiales para que el ladrillo pueda mejorar dichas propiedades.

En Chile por ejemplo utilizan la puzolana para fabricar cemento, ya que cuentan con este recurso en cantidad. Es por eso que una investigación proponían usar la puzolana en la fabricación de ladrillos; al respecto Mella (2004), en su trabajo de investigación titulada: Estudio, Caracterización y Evaluación de Puzolanas locales en la masa cerámica del ladrillo; a nivel de tesis, nos dice que la puzolana empleada reduce la conductividad térmica, es por ello que el ladrillo se comporta como un aislante térmico obteniendo viviendas con temperatura deseada.

En Perú la necesidad de tener viviendas seguras y económicas ha permitido elaborar la Norma Técnica de Edificaciones E.070 Albañilería, con el propósito de estandarizar el proceso de elaboración y control de calidad de la unidad de albañilería y dentro de ello el ladrillo, ya que es un producto que se usa con frecuencia en la construcción de edificaciones.

Según el Censo 2007, realizado por el INEI se verificó que el material predominante de las paredes de las casas de la ciudad de Huancayo es el ladrillo, puesto que hay un 59.53% de casas que están hechos a base ladrillo, mientras que un 39.34% es de adobe o tapia. Teniendo este dato se dedujo que en la ciudad de Huancayo la gente prefiere el uso ladrillo y en su gran mayoría el ladrillo artesanal, este tiene una gran aceptación masiva por ser un material económico y de fácil adquisición, como se observa en la tabla 01:

Tabla 1. Viviendas por material de predominante en las paredes exteriores de la vivienda, de la ciudad de Huancayo

MATERIAL PREDOMINANTE EN LAS PAREDES EXTERIORES DE VIVIENDA									
DPTO. PROVINCIA,	LADRILLO								
DTO DE VIVIENDAS	TOTAL	O BLOQUE DE CEMENTO	ADOBE O TAPIA	MADERA	QUINCHA	ESFERA	PIEDRA CON BARRO	PIEDRA CON CAL O CEMENTO	OTRO MATERIAL
DTO DE HUANCAYO	24,951	14,921	9,732	117	51	6	25	14	85
Viviendas particulares	109,419	65,075	43,132	405	218	16	125	68	380
Ocupantes presentes									

Fuente: INEI - 2007

Sin embargo muchas veces no cumplen con ser los más resistentes, además de no tener una dirección técnica adecuada para su utilización, ello trae como resultado viviendas de ladrillo tengan problemas estructurales a lo largo de su vida útil, tales como fisuras, rajaduras, con fallas estructurales; entre otros.

Nuestra región se encuentra ubicada en la Zona 03 de acciones sísmicas en el Perú. Por ello es de vital importancia construir edificaciones resistentes, que cumplan con estándares estructurales. Evitando de esta manera futuros colapsos por problemas estructurales esto sumado a posibles sismos que puedan presentarse en la región. Las nuevas edificaciones incorporan diferentes insumos para garantizar y prevenir, comportamientos anómalos, dichos insumos son la utilización material reciclable como es el vidrio, otras usan los materiales formados por la naturaleza como es la puzolana, entre otros.

Ruiz (2015), en su tesis titulada: Influencia de la adición de vidrio triturado en resistencia a la compresión axial de un ladrillo de arcilla artesanal de Cajamarca indica que al añadir vidrio triturado a la masa cerámica mejora considerablemente la resistencia a la compresión axial.

Asimismo Aguirre (2004) en su investigación denominada: Evaluación de las características estructurales de la albañilería producida con unidades fabricadas en la Región Central Junín concluye que las unidades artesanales no cumplen con los requerimientos mínimos especificados en la Norma E070 para su uso estructural.

La presente tesis pretende incorporar insumos tales como la puzolana y el vidrio triturado a la masa cerámica del ladrillo artesanal, esto con el fin de obtener un ladrillo con mejores resultados que cumpla con lo dispuesto en la Norma E070 y de esta manera poder convertirse en un material de construcción alternativo, que harán las edificaciones más seguras y resistentes a la intemperie, todo esto con el propósito de contribuir con el desarrollo del país.

1.2. Formulación del problema:

1.2.1. Problema general:

¿De qué manera la incorporación vidrio triturado y puzolana influye en las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal?

1.2.2. Problemas específicos:

- a. ¿Cómo influye la incorporación de diferentes proporciones de vidrio triturado y puzolana en las propiedades físicas del ladrillo artesanal?
- b. ¿Qué efectos produce la incorporación de diferentes proporciones de vidrio triturado y puzolana en la resistencia a la compresión simple del ladrillo artesanal?
- c. ¿Cuáles serían los resultados de incorporar diferentes proporciones de vidrio triturado y puzolana en la resistencia a la compresión axial en prismas del ladrillo artesanal?
- d. ¿En qué grado favorece la incorporación de diferentes proporciones de vidrio triturado y puzolana, en la resistencia a la compresión diagonal de muretes del ladrillo artesanal?

1.3. Justificación:

1.3.1. Práctica o social:

La presente tesis se justifica socialmente por proponer solución a problemas estructurales de las edificaciones de la ciudad de Huancayo. Esto beneficiara a las personas, porque brindara una nueva alternativa de construcción a la población de Huancayo u otras zonas donde se requiera de un ladrillo más resistente y de mayor durabilidad, es por ello que la presente tesis, tuvo como objetivo determinar la influencia del vidrio triturado y puzolana en la resistencia de los ladrillos de arcilla que usamos en albañilería.

Así mismo al elaborar un nuevo ladrillo en grandes cantidades brindará oportunidad laboral a varias personas, por tratarse de una nueva opción de material constructivo, que de utilizarse en la construcción de viviendas representaría mayor resistencia y un largo tiempo de vida a la vivienda.

1.3.2. Metodología:

La presente tesis es una Investigación netamente experimental, los mismos que han sido guiados y orientados en todo momento por el Método Científico. Ya que se pretende crear un nuevo tipo de ladrillo, y medir su resistencia mediante ensayos de laboratorio, asimismo teniendo como instrumentos el SOFTWARE de Ingeniería el Programa ETABS, este permitió modelar una vivienda y simular su comportamiento estructural ante un sismo moderado.

1.4. Delimitación del problema:

1.4.1. Delimitación Espacial:

La presente investigación fue realizada bajo las siguientes limitantes de ubicación:

- Cantera de puzolana Anexo de Pititayo – Chongos Alto.



Figura 2. Cantera de Puzolana – Chongos Alto
FUENTE: Imagen Propia

- Ladrillera de Saños:



Figura 3. Ladrillera de San Pedro de Saños
FUENTE: Imagen Propia

- Laboratorio de Geolumas :

Para realizar ensayos físicos y mecánicos

1.4.2. Delimitaciones de la albañilería

La presente investigación delimitó las unidades artesanales de albañilería que a menudo se utilizan en la construcción de albañilería confinada en la ciudad de Huancayo – región Junín. Lo que se pretende es incorporar nuevos insumos al ladrillo tradicional para mejorar sus propiedades físico-mecánicas.

1.4.2.1. Unidades de Ladrillo Artesanal:

Tipo de ladrillo	:	Ladrillo artesanal con puzolana
Dimensiones	:	8cm x 12.00cm x 23.50cm.
Porcentaje de Arcilla	:	80.89%
Porcentaje de Agua	:	9.11 %
Porcentaje de Puzolana	:	10.00 %
Peso	:	3.38 Kg
Volumen	:	2256.00 cm ³
Procedencia:		Cantera del Anexo de Pititayo - Chongos Alto

Tipo de ladrillo:		Ladrillo artesanal mixta (elaborado con Puzolana y Vidrio triturado)
Dimensiones	:	7.70cm x 12.40cm x 23.60cm.
Porcentaje de Arcilla	:	71.88%
Porcentaje de Agua	:	8.12%
Porcentaje de Vidrio	:	10.00%
Triturado y puzolana	:	10.00%
Peso	:	3.50 Kg
Volumen	:	2253.33

Procedencia: Cantera del Anexo Pititayo y vidrios reciclados.

Tipo de ladrillo : **Ladrillo artesanal con Vidrio Triturado**

Dimensiones : 7.70cm x 12.50cm x 24.00cm.

Porcentaje de Arcilla : 60.50%

Porcentaje de Agua : 9.50%

Porcentaje de Vidrio :

Triturado : 30%.

Peso : 3.60 Kg

Volumen : 2310.00 cm³

Procedencia: reciclable de las vidrierías de Huancayo.

Tipo de ladrillo : **Ladrillo artesanal de Saños**

Dimensiones : 7.80cm x 12.30cm x 23.40 cm.

Porcentaje de Arcilla +
Aserrín : 89.87%

Porcentaje de Agua : 10.13%

Peso : 3.04 Kg

Volumen : 2101.09 cm³

Procedencia : Ladrillera de San Pedro de Saños.

1.4.3. Delimitación Temporal:

La presente investigación se delimito temporalmente al periodo de cuatro meses de investigación. Desde Junio 2018 Hasta Setiembre 2018. En el que en

el mes de junio se organizó ideas para plantear un problema y de ella sacar el tema de la tesis; en el mes de julio se presentó el plan de tesis en su totalidad para ser aprobado; en el mes de Agosto se realizó la tesis capítulo por capítulo y por último en el mes de Setiembre se concluyó con el informe final la cual fue revisada periódicamente por los asesores.

1.4.4. Delimitación económica

La presente investigación tendrá un costo total de S/. 10,000.00 Soles aproximadamente, el costo total involucra: pago del curso Taller de Tesis, pago de asesoramiento profesional, Pago de la Realización de Ensayos en el Laboratorio de Geolumas, así como viáticos y pagos de trámites.

1.5. Limitaciones de la investigación

- No hubo limitaciones en la presente investigación de tesis.

1.6. Objetivo

1.6.1. Objetivo general:

- Determinar en qué medida mejora las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal al incorporar vidrio triturado y puzolana.

1.6.2. Objetivos específicos:

- a) Demostrar la influencia de la incorporación de diferentes proporciones de vidrio triturado y puzolana en la mejora de las propiedades físicas del ladrillo artesanal.
- b) Determinar los efectos que produce la incorporación de diferentes proporciones de vidrio triturado y puzolana en la resistencia a la compresión simple del ladrillo artesanal.

- c) Verificar los resultados que se obtiene en la resistencia de la compresión axial en prismas del ladrillo artesanal al incorporar diferentes proporciones de vidrio triturado y puzolana.
- d) Establecer la efectividad de la incorporación de diferentes proporciones de vidrio triturado y puzolana para la resistencia de la compresión diagonal en muretes del ladrillo artesanal

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de la investigación:

2.1.1. Antecedentes internacionales:

Mella (2004) realizó la investigación: “*Estudio, caracterización y evaluación de puzolanas locales en la masa cerámica del ladrillo*”. La tesis se presentó en la Universidad del Bío Bío en la ciudad de Concepción, Chile.

El objetivo de la investigación fue determinar qué beneficios hay al incorporar puzolana en la masa del ladrillo artesanal, Esta investigación permitió conseguir ladrillos mejorados tanto en sus propiedades mecánicas y térmicas. Asimismo el método utilizado fue el Análisis: Luego de estudiadas las propiedades y características de la puzolana, esta fue añadida a la masa artesanal del ladrillo, y una vez secas y cocidas se analizó el comportamiento de las muestras de ladrillo mediante mediciones de: Densidad, absorción, conductividad térmica y resistencia a la compresión. Estas fueron evaluadas y comparadas con la norma vigente de Chile.

Los resultados obtenidos en esta experiencia fueron bastante alentadores, la incorporación de puzolana a la masa cerámica en porcentaje superior al 10%

mejoró significativamente la conductividad térmica, pero comprometió la absorción y la resistencia mecánica del ladrillo.

El tesista concluyó que al incorporar un porcentaje cerca al 10% de puzolana en la masa del ladrillo artesanal; hay una baja en la conductividad térmica pero no involucra a la resistencia mecánica ni la absorción. Asimismo cuando se añade un porcentaje mayor al 10% de puzolana, este mejora considerablemente la conductividad térmica pero involucra a la resistencia mecánica y absorción.

2.1.2. Antecedentes nacionales:

- Ruiz (2015) sustentó la tesis denominada: *“Influencia de la adición de vidrio triturado en la resistencia a la compresión axial de un ladrillo de arcilla artesanal de Cajamarca”*; presentada en la Universidad Privada del Norte, de la ciudad de Cajamarca. La tesis mencionada tuvo como objetivo general: determinar la resistencia de la compresión axial de un ladrillo de arcilla previamente adicionando diversas cantidades de vidrio. La presente investigación se basa en la elaboración de ladrillos de dos tipos una sin vidrio es decir solamente de arcilla y la otra es a través de añadir diversas porcentajes de vidrio, esto con el fin de aumentar la resistencia de compresión axial. Seguidamente se realizó ensayos y se comparó con la norma vigente que permitieron clasificarlos como ladrillos de mayor resistencia.

Se empleó el método de investigación científico y fue de diseño experimental, para analizar la resistencia del ladrillo de arcilla se incorporó diversos porcentajes de vidrio tales como (5%, 10%, 15%, 25% y 50%) en la masa del ladrillo de arcilla, a la edad de 28 días fueron evaluadas a través de aplicarles diversos ensayos.

Se tuvo como resultado en cuanto a sus propiedades físicas que tiene un 2.54% de límite plástico, un 42.83% de límite líquido, 9.614 de contenido de humedad, un 19.83% de índice de plasticidad, asimismo se realizó el análisis granulométrico clasificándolo como CL.

Obtenidos los ensayos de laboratorio se logró contrastar la resistencia de compresión axial de un ladrillo de arcilla sin ningún % de vidrio y la otra añadiéndole los 5 diferentes porcentajes mencionados, de ello se desprende que la resistencia máxima que es de 97.74 kg/cm² se logró al adicionarle un 10% de vidrio triturado. Al contrario de los demás porcentajes que son 5, 15, 25 y 50%, con ellos se obtuvieron resistencias más bajas que el ya mencionado. Por último al comparar el ladrillo sin ningún porcentaje de vidrio que tiene una resistencia axial de 91.64kg/cm² con el ladrillo agregado al 10% de vidrio triturado nos arroja la más alta resistencia ya que su valor alcanza 97.74kg/cm², siendo este el máximo valor.

La tesis concluyó que al adicionar el vidrio en la masa cerámica del ladrillo artesanal en la dosis exacta da buenos resultados como una alta resistencia a la compresión axial.

- Gaytán (2017) en la investigación titulada "*Análisis de la respuesta sísmica de una edificación considerando la variación del tipo de unidad de albañilería en Lima 2017*", presentada en la Universidad César Vallejos de la ciudad de Lima, con el tipo de diseño de investigación no experimental; donde se fijó como objetivo principal Determinar el tipo de unidad de albañilería con el cual la edificación tiene mejor respuesta sísmica. Para ello se estudiaron tres tipos de

unidades de ladrillo las cuales fueron: ladrillo sílico – calcáreo, ladrillo kk 11 H y el ladrillo artesanal.

El tesista concluyó que la estructura de sistema de albañilería confinada que mejor respuesta sísmica presentó fue con el ladrillo kk 11 H, por su Módulo de Elasticidad $E_m=57000 \text{ kg/cm}^2$ y Modulo de Corte $G_m=22800 \text{ kg/cm}^2$. Con respecto a las propiedades físicas y mecánicas el ladrillo sílico calcáreo mostró mejores resultados que el de arcilla. Y por último la edificación con los tres tipos de unidades en el análisis sísmico mostraron un buen comportamiento estructural cumpliendo con los requerimientos de la Norma E.030 y E.070.

- Arquíñigo (2011) Explica en su tesis titulada: *“Propuesta para mejorar la calidad estructural de los ladrillos artesanales de arcilla cocida de Huánuco”*; presentada en la Universidad Pontificia Católica del Perú de la ciudad de Lima; con nivel de investigación explicativo, porque se establecieron relaciones causa efecto, con la finalidad de explicar el efecto que se genera mediante la aplicación de la hipótesis. Y tipo de investigación experimental, debido a la manipulación de variables. Tuvo como objetivo general Obtener ladrillos artesanales de arcilla cocida que cumplan con las exigencias de la Norma E.070 (2006), en cuanto a resistencia a compresión de unidades, prismas y muretes. Para ello incluyó huecos en la cara de asiento lo que facilita la circulación de aire caliente en su interior. Y agregó un 10% de aserrín a su composición. Para medir el nivel de resistencia realizó una serie de ensayos.

Finalmente el tesista concluye que la inclusión de huecos y aserrín en el compuesto crudo hace que el ladrillo de arcilla cumpla con las exigencias de la norma E 070. En cuanto a la resistencia a la compresión de unidades llegando

a clasificar hasta un tipo IV, asimismo con respecto a la resistencia en prismas el ladrillo artesanal supero el valor del KK Artesanal. Y por últimos con respecto a la resistencia en muretes el ladrillo mejorado llego a clasificar como KK industrial.

2.1.3. Antecedentes Locales:

- Aguirre (2004) sustentó la tesis: *“Evaluación de las características estructurales de la albañilería producida en unidades fabricadas en la Región Central Junín”*; en la Pontificia Universidad Católica Del Perú, de la ciudad de Lima. El objetivo principal de la tesis fue determinar las características estructurales de la albañilería y sus componentes, con unidades fabricadas artesanalmente en las diferentes zonas de la región central Junín (Huancayo).

Para ello se hizo una investigación en campo en donde se registraron al número de artesanos y los lugares en donde operan, se clasificaron en cuatro zonas que son (Jauja, Saños, Cajas y Palian). En cuanto al insumo principal, se obtuvo sus características y también su proceso de elaboración. Para el respectivo análisis del ladrillo artesanal de los cuatro sitios mencionados, realizó sus ensayos a la unidad tales como absorción, densidad, succión variación dimensional, alabeo, compresión, y el ensayo por flexión y tracción. Así como también ensayos a la resistencia en muretes que nos da como resultado v'm. Y la compresión de pilas donde se determinó la resistencia promedio f'm.

Los resultados de los ensayos mostraron que para la variación dimensional, alabeo, absorción, densidad, las unidades clasificaron como clase IV o V para los cuatro sitios estudiados; con respecto a la resistencia a la compresión fue de 39.41 kg/cm² resultado menor al mínimo especificado en la norma E070.

Asimismo la albañilería construida con estas unidades mostraron los siguientes resultados: $f'm = 27.9 \text{ kg/cm}^2$, $E_m = 11570 \text{ kg/cm}^2$, $v'm=5.7 \text{ kg/cm}^2$, $G_m=6640 \text{ kg/cm}^2$, es decir una baja resistencia en compresión y regular comportamiento en corte.

Expuestos los resultados se concluyó que las unidades de ladrillos tiene un mejor comportamiento como conjunto llamado albañilería mas no como unidad. De los cuatro sitios evaluados el que tuvo mejor comportamiento en todos los ensayos fue de Saños.

- Peralta (2016) presentó la tesis denominado “Evaluación y ventajas de una albañilería confinada construida con ladrillos artesanales y otra con industriales en la Provincia de Huancayo” en la Universidad Continental de la ciudad de Huancayo, tuvo como objetivo principal comparar las características físicas y mecánicas, entre una albañilería confinada construida con ladrillos producidos en la provincia de Huancayo de manera artesanal y una albañilería confinada construida con ladrillos producidos de manera industrial.

Las propiedades que se analizaron fueron, porcentaje de vacíos, resistencia a la compresión, alabeo, porcentaje de absorción, dimensión y eflorescencia. Por último, el autor concluyó que hay variación en algunas dimensiones de ladrillos, por eso, recomendó utilizar de una sola marca para mantener la uniformidad, incluso, encontró que algunos ladrillos no contaban con la resistencia a la compresión indicada en la ficha técnica. Por otro lado, nos dan a conocer aquellas empresas que elaboran los ladrillos sin realizar un análisis mineralógico de la materia prima que emplean.

El tesista concluyó que los ladrillos tanto artesanales como industriales en cuanto a la prueba de la resistencia a la compresión no cumplen con lo requerido sobre su uso estructural dadas en la Norma E.070 y por ende para ser usados en un muro portante; los ladrillos artesanales no llegan a la mínima resistencia a la compresión (50 kg/cm²) y los ladrillos industriales no son sólidos pues tienen un porcentaje de vacíos mayor a 30%. Y en cuantos a sus propiedades físicas sus rangos son aceptables.

2.2. Marco Conceptual:

2.2.1. Materia Prima

Los insumos a utilizar para elaborar la masa del ladrillo artesanal son el vidrio, la puzolana y la arcilla, todas estas se consiguieron en la ciudad de Huancayo. Las mismas que se detallan a continuación:

2.2.1.1. Arcilla. El material principal utilizado para la fabricación de las unidades de albañilería es la arcilla.

a) Definición de la arcilla. Como lo menciona Gallegos (2005): Las arcillas están constituidas por silicatos de aluminio hidratados originados por rocas sedimentarias descompuestas (proceso natural con duración de miles de años) y estas contienen principalmente feldespatos como el granito; son inducidas por factores como sismos, erosiones, presión tectónica, etc.

La NTP 331.017 (2006, p.15) define a la arcilla como un “agregado mineral terroso que contiene esencialmente silicatos de aluminio hidratados. La arcilla es plástica cuando está suficientemente pulverizada y saturada, es rígida cuando está seca y es vidriosa cuando se quema a temperatura del orden de 1 000 °C”.

b) Composición de la arcilla

b.1. Composición mineralógica de las arcillas: Como componente principal tenemos al cuarzo material no plástico, este compuesto es imprescindible al momento de fundirse en el horno tomando un papel importante en proceso de transformación; y los compuestos como el caolín y la arcilla clasificados como plásticos. Los minerales compuestos en las arcillas son las siguientes:

Tabla 2. Arcillas comunes para Ladrillos

Caolinita	0 - 15%
Sericita + Illita	10 - 20%
Esmectita	0 - 5%
Clorita	0 - 5 %
Cuarzo	30 - 55 %
Feldespato	0 - 13%
Calcita	0 - 10%
Dolomita + Ankerita	< 1 %
Goethita	<1 %
Hematita	<1 %
Siderita	<1 %
Pirita	<1 %
Yeso	<1 %
Hornblenda	<1 %
Resto, amorfo bajo rayos X	1 - 10%

FUENTE: (Caracterización de las arcillas en el Perú, 2006)

b.2. Composición química de las arcillas. El compuesto principal es la sílice (SiO_2), ya que depende de su cantidad para clasificar a sus minerales; Rhodes (1990) menciona que: Es por eso que la composición química de la corteza terrestre y la de la mayoría de las arcillas los contenidos de sílice y de alúmina son los más altos dentro de la composición de los minerales.

Tabla 3. Composición química para ladrillos

Si O ₂	49.20 - 68.00%
Al ₂ O ₃	10.20 - 19.40%
Fe ₂ O ₃	2.7 - 8.0%
MgO	0.5 - 2.9%
CaO	0.3 - 9.4 %
Na ₂ O	0.3 - 1.2 %
K ₂ O	1.3 - 4.9 %
Ti O ₂	0.3 - 1.7 %
CaCO ₃	0.0 - 18.0 %
Mat. Orgánico	0.04 - 0.56%
Azufre total	0.08 - 0.16 %
PPR	5.8 - 9.9 %

FUENTE: (Caracterización de las arcillas en el Perú, 2006)

c) Características Físicas De La Arcilla.

- ✓ Las arcillas están formadas por cristales muy pequeños.
- ✓ Tienen capacidad de intercambiar iones.
- ✓ Son capaces de variar su composición química interna.
- ✓ Pueden alojar moléculas en el espacio inter laminar.
- ✓ La superficie de las láminas presenta una actividad química considerable.
- ✓ Los cambios físicos de la estructura laminar, por ejemplo el hinchamiento, son reversibles.

d) Propiedades de la arcilla. Con el fin de comprender mejor el comportamiento de la arcilla utilizada para formar la mezcla de ladrillos, a continuación se definen algunas de las propiedades más importantes de la arcilla:

d.1. Plasticidad: Es plástico porque adquiere cualquier forma que se le dé. Esta se cuantifica a través de los índices de Atterberg (Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad). La relación que existe entre el límite líquido

y el índice de plasticidad ofrece una gran información sobre la composición granulométrica, comportamiento, naturaleza y calidad de la arcilla. Al respecto Del Rio (1975, p. 175) refiere que: “Se encuentran plasticidades diferentes en las arcillas, la estructura interior no es la misma en todas las tierras y, además, los cuerpos extraños mezclados con la materia arcillosa modifican la plasticidad según su estado físico y su composición”

d.2. Contracción. Se contrae al producirse una disminución en las dimensiones del ladrillo moldeado, este pierde humedad al secarse y por ende se reduce de tamaño. Existen dos tipos de contracciones que se lleva a cabo:

- ✓ Contracción por aire, que tiene lugar después que se ha formado la unidad, pero antes de que sea secada al horno.
- ✓ Contracción por fuego, que se produce durante el proceso de quemado.

Al respecto Schneider (1980) y Dickey (1980), mencionan que: “Cualquiera de estos tipos de contracciones, si es excesivo, puede causar grietas y deformaciones en la unidad de albañilería”.

d.3. Refractariedad. Propiedad de las arcillas, que se refiere a la resistencia a los aumentos de temperatura. Todas las arcillas tienen esta propiedad, pero algunas presentan un mayor grado de refractariedad. La variación en el grado de refractariedad de una arcilla a otra se debe al contenido químico de alúmina y sílice. Si la arcilla cuenta con un porcentaje alto de estos compuestos esta propiedad será mayor.

d.4. Porosidad. La porosidad depende en gran medida del tamaño del grano que tenga la arcilla, si esta es de tamaño grande la porosidad será mayor que el de tamaño de arcilla pequeño, estas últimas quedan más unidas unas con otras y a su vez evitan que se acumulen agua entre ellas.

d.5. Color. Según Ríos (1975, p.52) dice que: “Las arcillas se presentan con variados colores, siendo blancas las arcillas más puras, pero, en general, son más o menos grises, a veces azules o negras, y frecuentemente, amarillas, rojas o pardas”.

Los diversos matices dependen de su contenido químico pero en este caso no lo determina el contenido de sílice y alúmina, sino que los causantes de la coloración lo determinan las impurezas de origen tanto mineral como orgánico, principalmente: óxido de hierro, óxido de cobalto, óxido de cobre, pentóxido de vanadio, cobalto y el óxido de manganeso.

e) Arcillas para la fabricación de ladrillos.

Gallegos (2005) menciona que: Dependiendo de las condiciones y factores que influyeron en la formación de las arcillas, éstas presentarán diferentes características propias de cada tipo que determinarán las propiedades que va a tener la mezcla de la cual formen parte, en este caso para la elaboración de ladrillos.

Es por ello que las arcillas comunes son las más adecuadas para la fabricación de ladrillos, ya que consiste en una combinación de diferentes minerales arcillosos estas son la illita y esmectita, así como otras más. Las Arcillas comunes se usan especialmente para la fabricación de ladrillos, estas son usadas como material de construcción.

- Puesto que las arcillas comunes tienen compuestos hierro, cal y alcálisis estas se pueden fundir a altas temperaturas que van desde 950°C a 1,200 °C.

- La arcillas comunes poseen granos muy irregulares, estas van desde partículas <0.002 mm. Mayoritariamente minerales de arcilla, vía las fracciones limosas (0.002 - 0.06 mm) y arenosas (0.06 - 2.0 mm).
- Puesto que la arcilla común contiene hierro, los colores con los que va son carbonatos y amarillentos a marrones.
- Las arcillas comunes son bajas en cuanto a su plasticidad difiriéndose de las arcillas caoliníticas, esmectitas y otras.

2.2.1.2. Puzolana

a) Definición. Según la Norma N.T.P. 334.090 (2006, p.65) menciona que la puzolana “Es un material silíceo o sílico-aluminoso, que finamente dividido y en presencia de agua, reacciona químicamente con el hidróxido de calcio para formar compuestos que poseen propiedades hidráulicas”.

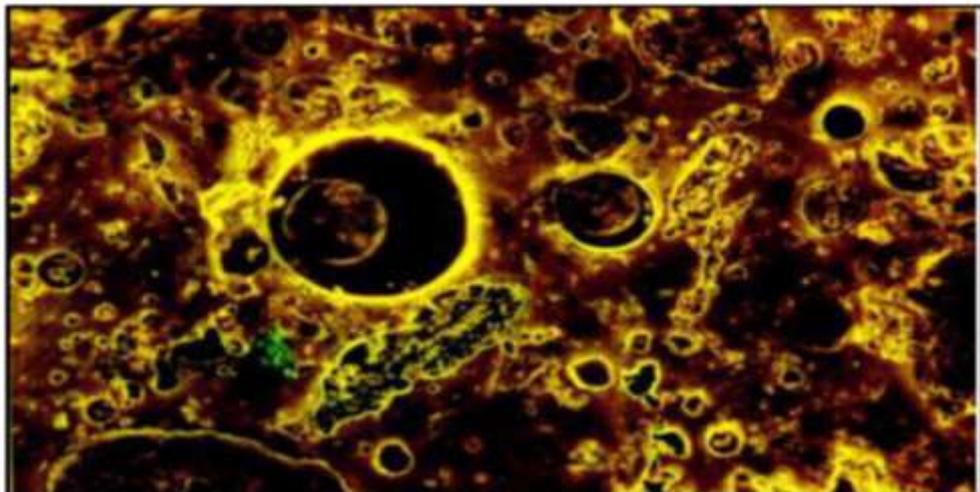


Figura 4. Puzolana natural de origen volcánico pumítico
Fuente: Texto Puzolanas, Salazar, 2004

b) Clasificación de las puzolanas según el origen. Las puzolanas, según su origen, se clasifican en dos grandes grupos: el de las naturales y el de las artificiales. De estos 02 tipos de puzolana en la tabla N° 04 se especifica el constituyente activo esencial y el material puzolánico.



Figura 5. Ceniza volante y micrografía de partículas de ceniza volante
Fuente: Villegas Martínez 2012

Tabla 4. Clasificación de las puzolanas

CLASE	CONSTITUYENTE ACTIVO ESCENCIAL	MATERIAL PUZOLANICO
Puzolanas Naturales	1. Vidrio Volcánico.	Ceniza riolítica, toba riolítica, toba dacítica.
	2. Ópalo	Diatomita, radiolarita, chert opalino
	3- Minerales de arcilla.	Tobas y pumicitas alteradas, caolín.
	a. Grupo de la caolinita	
	b. Grupo de la montmorillonita.	Pizarras opalinas, bentonita.
c. Grupo de la illita.	Arcillas de hidromicas.	
d. Mezclas de arcillas.	Silts y arcillas lacustres, depósitos tipo playas	
	4. Ceolitas	Tobas y cenizas ceolíticas
	5. Óxidos de aluminio hidratados	Bauxitas
Puzolanas Artificiales	Cenizas volantes (Fly ash). Esquistos bituminosos.	

FUENTE: Caracterización de las puzolanas, 2006

b.1. Puzolanas Naturales. Las puzolanas naturales son el resultado de erupciones volcánicas explosivas, estos se depositan alrededor del volcán o en su defecto son transportados por agentes atmosféricos ya sea por suelo o agua; estos fragmentos bioclásticos son sometidos a procesos diagenéticos de cementación; estos los llevan a transformarse en una roca compacta identificada como toba.

b.2. Puzolanas Artificiales. Son materiales que deben su condición puzolánica a un tratamiento térmico adecuado, que transforma su naturaleza originaria. Dentro de estas se encuentran las cenizas volantes y los esquistos bituminosos.

c) Caracterización de las puzolanas

c.1. Composición química de las puzolanas. En general las propiedades de las puzolanas dependen de la composición química y la estructura interna, radicando su gran diferencia en algo netamente granulométrico. Se prefiere puzolanas con composición química tal que la presencia de los tres principales óxidos (SiO_2 reactivo, Al_2O_3 , CaO) sea mayor al 70%, esto orientado a la ocupación en la fabricación de cemento, siendo estos valores favorables para dicho fin.

A continuación se muestran los valores de los compuestos químicos de la puzolana en el Tabla N° 05.

Tabla 5. Composición química de la puzolana

<i>Compuestos</i>	<i>Puzolanas Naturales</i>
SiO_2	48-71
$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$	16-22
Fe_2O_3 y FeO^5	3-10
CaO	2-10
MgO	Hasta 5
SO_3	-
Alcalis	4-8

FUENTE: Caracterización de las puzolanas

d) Propiedades físicas de las puzolanas. Las propiedades físicas más importantes de estos materiales volcánicos son:

- Peso específico menor que 1;
- Alta aislación térmica y acústica;
- Buena reactividad química;
- Colores claros, blanco amarillento y gris claro.
- La humedad de la puzolana puede variar desde un 3% hasta un 15% en términos promedio dependiendo del lugar, profundidad y de las condiciones climáticas en el momento de ser extraída.
- La densidad aparente está comprendida entre 0.8 a 1.4 g/cm³ y su densidad real puede variar entre 2.30 a 2.80 g/cm³.

2.2.1.3. Vidrio.

Saumell (2014, p. 25). Nos dice que: “el vidrio es duro, frágil y transparente o translúcido, sin estructura cristalina, obtenido por la fusión de arena silícea con potasa, que es moldeable a altas temperaturas”.

Está compuesto por una mezcla de óxidos metálicos, siendo su componente principal el óxido de sílice, conocido como silicio (SiO₄). Representados de la siguiente manera:

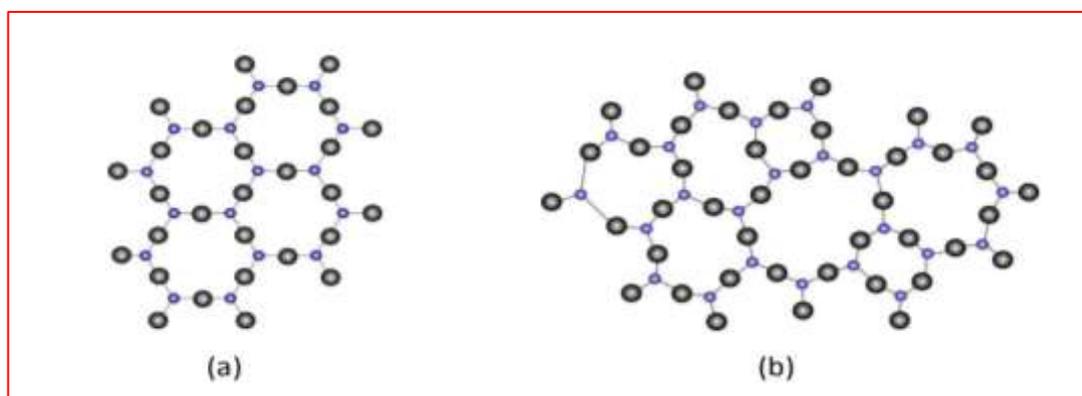


Figura 6. Representación bidimensional de una red cristalina de sílice frente a la sílice amorfa.

FUENTE: Caracterización del Vidrio, 2008

- (a) Estructura cristalina.
- (b) Estructura Amorfa vítrea

La estructura del silicio cristalino es un tetraedro, compuesto por un átomo de Sílice rodeado de cuatro átomos de oxígeno, dispuestos a distancias regulares, conformando una red cristalina con una distribución ordenada.

a) Características Físicas del Vidrio:

- **Color:** El color natural de vidrio es un tono verdoso, al que se le agregan decolorantes para hacerlo traslúcido, y colorantes para conferirle distintas tonalidades. En la tabla N° 06, se presenta los principales elementos que le dan coloración al vidrio.

Tabla 6. Colorantes de vidrio

ELEMENTO	COLOR
Óxido de cobalto	Rojo azulado
Óxido ferroso	Azul
Óxido férrico	Amarillo
Óxido de cromo	Verde grisáceo
Trióxido de cromo	Amarillo
Óxido de cobre	Verde azulado
Óxido de uranio	Verde amarillento fosforescente
Selenio elemental	Rosa
Sulfuro de cadmio coloidal	Amarillo

Fuente: Caracterización del Vidrio, 2008

- **Textura.** Presenta una superficie extremadamente lisa, homogénea, es una muy buena característica del material pues lo hace más fácil de limpiar.

- **Peso.** El peso en los vidrios difiere de acuerdo a su composición y a la densidad de los vidrios.
- **Maleabilidad.** Los vidrios presentan maleabilidad cuando se encuentran en su etapa de fundición pues pueden ser moldeados; es decir se les da la forma deseada.

b) Características Mecánicas. El uso del vidrio puede estar sometido a esfuerzos mecánicos de diferente tipo: flexión, impacto y dureza.

- **Flexión:** La resistencia a la flexión es una propiedad del vidrio muy importante, porque el vidrio está expuesto a este tipo de esfuerzo en la mayoría de los casos y es una manera de poner a prueba su resistencia. Esto se comprobará con ensayos en el laboratorio donde se verificará la carga y deflexión de este material.
- **Impacto:** Cuando se habla de ensayo de impacto para el vidrio, es importante mencionar que existen diferentes tipos de vidrio, entre los cuales están: el vidrio común o templado y el vidrio laminar. El vidrio común por no tener una estructura interna absorbe muy poco la energía de impacto, razón por la cual al momento de la falla los fragmentos de este salen volando de una manera explosiva y repentina; sin dar algún tipo de advertencia como pequeñas fisuras antes del momento de falla. Esto lo hace comportarse como un material frágil.
- **Dureza:** Es una característica intrínseca del material. Ésta depende de la densidad, y de la composición química, se manifiesta como la dificultad de romperse, ser penetrado y rayado por otros cuerpos o materiales.

c) Características Químicas. El vidrio es un material que resiste la mayoría de los agentes químicos y atmosféricos y estos son:

- **Es resistente al agua:** Mientras este a temperatura ambiente la pérdida de masa del vidrio es casi inapreciable, sin embargo si la temperatura aumenta el ataque crece grandemente.
- **Es resistente a los ácidos:** A las soluciones neutras y ácidas, a los ácidos fuertes y sus mezclas.
- **Es resistente a los agentes atmosféricos:** También con tiempos de exposición prolongados y temperaturas superiores a 100 °C, su resistencia química supera a la de la mayoría de los metales y otros materiales. Sin embargo es aconsejable evitar la condensación.

d) Composición Del Vidrio. Como ya se mencionó, el componente principal del vidrio es la sílice, obtenida a partir de arena, pedernal o cuarzo.

Desde el punto de vista estructural el vidrio común está constituido por: oxido de sílice (vitrificante), carbonato de sodio (fundente) y carbonato de calcio (estabilizante) en los porcentajes dados a continuación:

Tabla 7. Composición del vidrio

Elementos de composición de vidrio sódico – cálcico	Porcentaje
Oxido de Sílice (SiO ₂)	70%
Oxido de Sodio (Na ₂ O) o carbonato de sodio (Na ₂ O ₃)	15%
Oxido de Calcio (CaO) o carbonato de calcio (Ca ₂ CO ₃)	10%

FUENTE: Imágenes de Google

e) Propiedades del Vidrio. Los vidrios pueden tener propiedades físicas, mecánicas y químicas, estos dependen de su composición de su alto contenido de sílice; ya que algunos vidrios funden a temperaturas muy altas 1650°C, mientras que otros necesitan solo 500°C.

e.1. Propiedades físicas:

- Alta densidad (2-4 g/cm³), impermeables
- Transparentes (factor solar variable).
- Baja reacción al fuego y resistencia a choque térmico.

e.2. Propiedades químicas:

- Estables e inertes (salvo frente a ácidos fuertes y álcalis)

e.3. Propiedades mecánicas:

- Duro, Resistente a compresión y a la abrasión.
- Fractura frágil por propagación de defectos (quebradizo)
- En cuanto a resistencia mecánica, presenta normalmente una resistencia a la tracción entre 3.000 y 5.500N/cm², aunque puede llegar a sobrepasar los 70.000 N/cm² si el vidrio ha recibido un tratamiento especial.

f) Tipos de vidrio: Entre los tipos de vidrio más comunes podemos separarlos entre vidrios comerciales, los cuales son producidos a gran escala, y vidrios especiales, menos masivos pero elaborados con fines específicos.

Tabla 8. Composición de los vidrios comerciales indicados en porcentaje

<i>Elementos</i>	<i>Sódico— cálcico</i>	<i>Plomo</i>	<i>Borosilicato</i>	<i>Sílice</i>
Sílice	70-75	53-68	73-82	96
Sodio	12-18	5-10	3-10	
Potasio	0-1	1-10	0.4-1	
Calcio	5-14	0-6	0-1	
Plomo		15-40	0-10	
Boro			5-20	3-4
Aluminio	0.5-3	0-2	2-3	
Magnesio	0-4			

FUENTE: Imágenes de Google

El tipo de vidrio que representa el mayor porcentaje de la producción mundial, es el sílico-sódico-cálcico. Dentro de sus aplicaciones más comunes se tiene su uso como elemento constructivo en ventanas, puertas, vitrinas, espejos, etc. en recipientes, en elementos decorativos tales como botellas, vasos, jarros, etc.

g) Fabricación de vidrios:



Figura 7. Insumos requeridos para la fabricación del vidrio
FUENTE: Imágenes Google

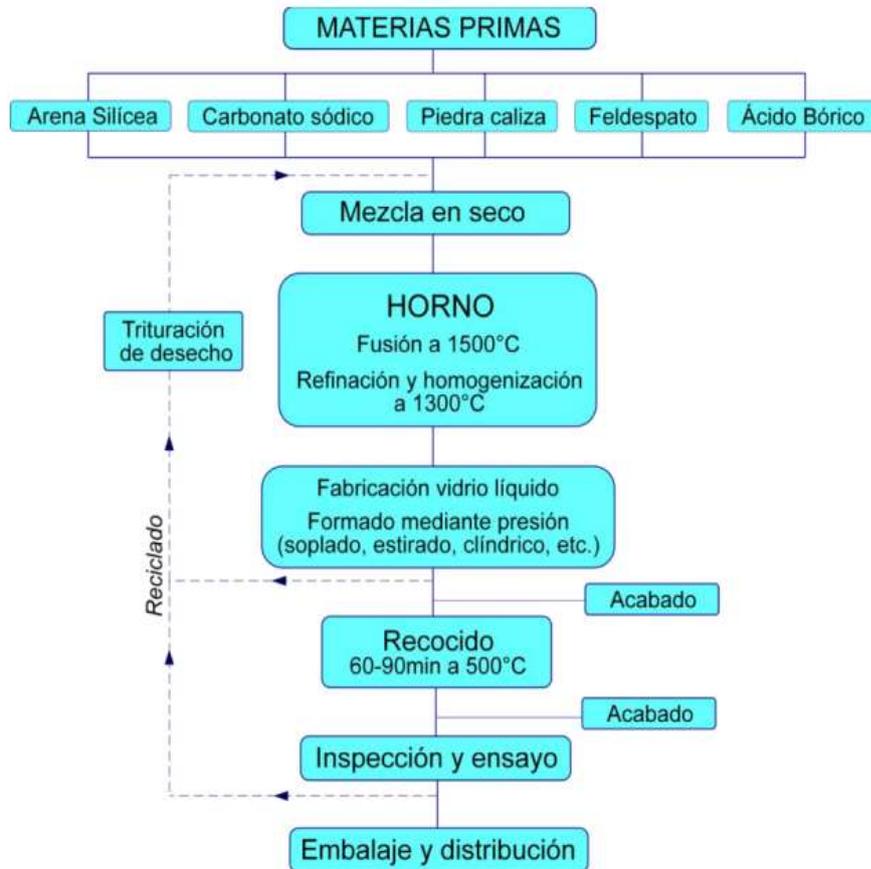


Figura 8. Esquema del Proceso de Fabricación del Vidrio
FUENTE: Caracterización del Vidrio

2.2.2. El Ladrillo:

2.2.2.1. Origen del ladrillo artesanal

Desde tiempos antiguos el hombre creó diversas herramientas que ayudaron a su civilización, tal es así que con elementos tan comunes como tierra, agua, aire (para secar) y fuego (para cocinar) el hombre logró fabricar un material como el ladrillo que con muy pocas variantes tecnológicas, continúan manteniendo su demanda hasta el día de hoy.

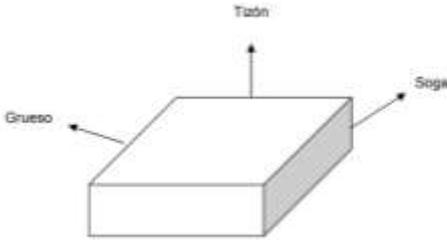
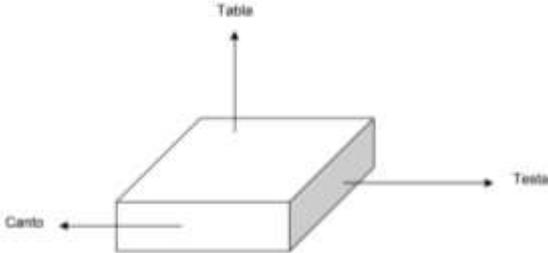
Su difusión se debió al hecho de que el hombre le dio un tamaño que se adecuaba a su mano y, para ello, recurrió a la naturaleza con materias primas accesibles, que se encuentran a nuestra alrededor.

2.2.2.2. Definición del ladrillo artesanal

Moreno, (1981, p.30) definen a los ladrillos como: “pequeñas piezas cerámicas en forma de paralelepípedo, compuestas por arcillas, estas son moldeables, comprimidas y expuestas a una cocción. Se pueden utilizar en todo tipo de construcciones porque su forma es regular y fácil de manejar”.

2.2.2.3. Partes de un ladrillo:

Tabla 9. Partes de un ladrillo

PARTES DE UN LADRILLO	GRAFICO
Las aristas de un ladrillo reciben la denominación siguiente:	
Soga: arista mayor.	
Tizón: arista media.	
Grueso: Arista menor.	
Las caras reciben la denominación siguiente:	
- Tabla: cara mayor	
- Canto: cara media	
- Testa: cara menor	

FUENTE: Propia

2.2.2.4. Características de los ladrillos: Del Río (1975), Moreno (1981), Somayaji (2001) y Gallegos (2005), coinciden en que un ladrillo considerado

como bueno, para muros de albañilería, debe poseer las características generales siguientes:

- ✓ Homogeneidad en su masa.
- ✓ Ausencia de fisuras y defectos.
- ✓ Regularidad tanto en su forma como en las dimensiones de las distintas piezas.
- ✓ Dureza suficiente para poder resistir cargas pesadas.
- ✓ Resistencia a la compresión y a la flexión.
- ✓ Formas regulares para que las hiladas de los muros sean de espesor uniforme
- ✓ Aristas vivas y ángulos rectos
- ✓ Igualdad de coloración.
- ✓ Ser poroso, sin exceso, para poder tomar bien el mortero.
- ✓ No contener sales solubles para no propiciar la eflorescencia.
- ✓ Poseer un sonido metálico al ser golpeado con un martillo u otro objeto similar, puesto que cuando se da este sonido es una muestra que el ladrillo es bueno.

Asimismo, El Reglamento Nacional de Edificaciones (Norma E.070 Albañilería) manifiesta que el ladrillo no tendrá:

- ✓ Materias extrañas en sus superficies o en su interior, tales como guijarros, conchuelas o nódulos de naturaleza calcárea.
- ✓ No tendrá un color que no sea uniforme y no presentará vitrificaciones.
- ✓ No tendrá resquebrajaduras, fracturas, hendiduras o grietas u otros defectos similares que degraden su durabilidad y/o resistencia.

- ✓ No tendrá manchas o vetas blanquecinas de origen salitroso o de otro tipo.
- ✓ No tendrá una cocción que no sea buena.

2.2.2.5. Clasificación de ladrillos

El Reglamento Nacional de Edificaciones clasifica al ladrillo en cinco tipos: éstas están basadas en sus propiedades:

- **Tipo I:** Muy bajas Resistencia y durabilidad. Estos tipos de ladrillos son adecuados para construcciones de albañilería en condiciones de servicio con requisitos mínimos.
- **Tipo II:** Baja resistencia y durabilidad. Adecuado para construcciones de albañilería en condiciones de servicio moderadas.
- **Tipo III:** Resistencia y durabilidad media. Adecuado para construcciones de albañilería de propósito general.
- **Tipo IV:** Alta resistencia y durabilidad. Adecuado para construcciones de albañilería en condiciones de servicio rigurosas.
- **Tipo V:** Muy alta resistencia y durabilidad. Adecuado para construcciones de albañilería en condiciones de servicio particularmente rigurosas.

Tabla 10. Clase de unidad de albañilería para fines estructurales

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (Máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN f'_b mínimo en MPa (Kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4.9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6.9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9.3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12.7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17.6 (180)

f'_b = Resistencia característica a compresión axial de las unidades de albañilería.
Fuente: NTP E-070.

MPa = Megapascal.

FUENTE: NTP E-070

La Norma Técnica Peruana 331.017 (2003), clasifica a los ladrillos de arcilla, en cuatro tipos, de la siguiente manera:

- **Tipo 21:** Para uso donde es necesaria alta resistencia a la compresión y resistencia a la penetración de humedad y acción fría severa.
- **Tipo 17:** Para uso general, donde la resistencia moderada a la compresión y resistencia a la acción del frío ya la penetración de humedad es necesaria.
- **Tipo 14:** Este tipo de ladrillo requiere moderada resistencia a la compresión; para uso general.
- **Tipo 10:** Este tipo de ladrillo requiere moderada resistencia a la compresión; para uso general.

2.2.2.6. Propiedades del ladrillo artesanal.

Las propiedades principales de las unidades de albañilería se dividen en 02 categorías:

a) Propiedades físicas relacionadas al aspecto visual del ladrillo.

- **Color:** Esta se determina por el compuestos químico de las arcillas, el que establece en este caso el color del ladrillo es el hierro, y el proceso de quemado.
- **Textura:** La textura depende de los moldes utilizados en su elaboración, esta saltara a simple vista por su apariencia y su superficie plana.

b) Propiedades ingenieriles.

Las propiedades ingenieriles están relacionadas con la resistencia estructural y estas son:

- Resistencia a la compresión
- Variación dimensional
- Alabeo
- Absorción
- Succión
- Resistencia a la Congelación
- Resistencia al Fuego
- Aislamiento Térmico

2.2.3. Proceso de fabricación del ladrillo

2.2.3.1. Tipos de proceso de fabricación

La producción de ladrillos puede llevarse a cabo de tres formas, de acuerdo a la Norma Técnica Peruana:

a) Artesanal: Ladrillo fabricado con procedimientos predominantemente manuales. El amasado o moldeado es hecho a mano. El ladrillo producido artesanalmente se caracteriza por variaciones de unidad a unidad.



Figura 9. Fabricación del ladrillo en forma artesanal
Fuente: Imagen Propia

b) Semi-Industrial: Es el ladrillo fabricado con procedimientos manuales, donde el proceso de moldeado se realiza con maquinaria elemental que en ciertos casos extruye, a baja presión, la pasta de arcilla. El ladrillo semi-industrial se caracteriza por presentar una superficie lisa.

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

Las formas de producción artesanal y semi-industrial, tienen los mismos pasos o secuencias, únicamente variando en los instrumentos, métodos y herramientas utilizadas para la producción.

2.2.3.2. Fabricación de ladrillo artesanal:

De acuerdo a la Guía de Buenas Practicas Ladrilleras Artesanales (aprobado por Resolución Ministerial N°102-2010-PRODUCE del 19.04.210) el proceso de fabricación artesanal consta de las siguientes etapas:

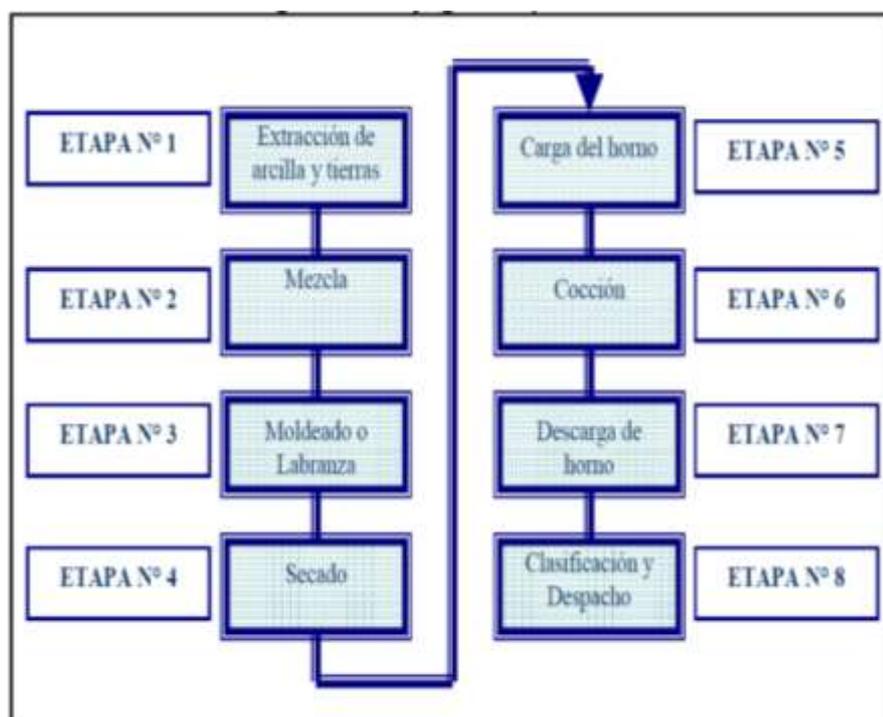


Figura 10. Diagrama de Flujo General para la Actividad Ladrillera
FUENTE: Guía De Buenas Prácticas Ladrilleras Artesanales

a) Control de calidad en fabricación artesanal. Algunos de estos controles de calidad son los siguientes:

- Arcilla limpia sin residuos (materia orgánica), para la mezcla
- Obtener una finura adecuada visual en el mezclado
- Colocación de los ladrillos en el horno
- Las horas de cocimiento

b) Actividades del proceso de fabricación. En toda la región central se tiene similar procedimiento de fabricación de ladrillo artesanal; sin embargo cada una ellas tiene su particularidad. Para la investigación se tomó como zona de experimentación el anexo de San Pedro de Saños; puesto que en una investigación anterior por parte de la Ingeniera Dionisia, dio como resultado de los ensayos que se realizaron en los ladrillos, la de mayor resistencia son los de San Pedro de Saños, es por eso que se optó por esta zona.

En San Pedro de Saños que fue la zona de estudio, la mezcla es a partir de la arcilla, agua y bastante aserrín la cual le da consistencia necesaria para que la masa no se agriete. Para un mejor calcinado se utiliza carbón la cual ayuda al mejor cocido del ladrillo.

Las actividades del proceso artesanal para la fabricación de ladrillo de arcilla, comprenden las actividades de extracción del material, dosificación de la mezcla y amasado, moldeado, secado y finalmente calcinación de las unidades. La cual se describe a continuación.



Figura 11. Proceso de fabricación del ladrillo
FUENTE: Guía De Proceso de Fabricación

b.1. Extracción del Material. Esta actividad implica el desmembramiento de la arcilla desde la cantera en su estado natural, para ello se utiliza herramientas rústicas, como el pico y la pala.



Figura 12. Extracción del material arcilloso
FUENTE: Imagen Propia

b.2. Dosificación, Mezcla y amasado. La dosificación de la arcilla implica echar los insumos como la arcilla y agua en cantidades aceptables, hasta conseguir una masa plástica moldeable. A esta dosificación de arcillas, se agrega aserrín para darle consistencia a la masa cerámica del ladrillo;

ayudados por herramientas menores y pisado de la masa con los pies, hasta conseguir una masa plástica moldeable, luego se deja reposar cubriéndole con plástico para que no pierda humedad durante el moldeado.



Figura 13. Dosificación para el ladrillo artesanal
FUENTE: Imagen Propia

b.3. Moldeado de las unidades: El moldeado de las unidades consiste en llenar la mezcla en los moldes de madera, llamados “gaveras”. Se compacta con las manos después se quita el excedente con una de regla madera.



Figura 14. Gaveras de madera cepillada
FUENTE: Imagen Propia

b.4. Secado de las unidades: El secado consiste en el desprendimiento del agua unida físicamente a la pasta; Después de 24 horas de tendidas las

unidades en el tendal en forma horizontal, se levanta éstas de costado para continuar el secado durante las otras 24 horas.

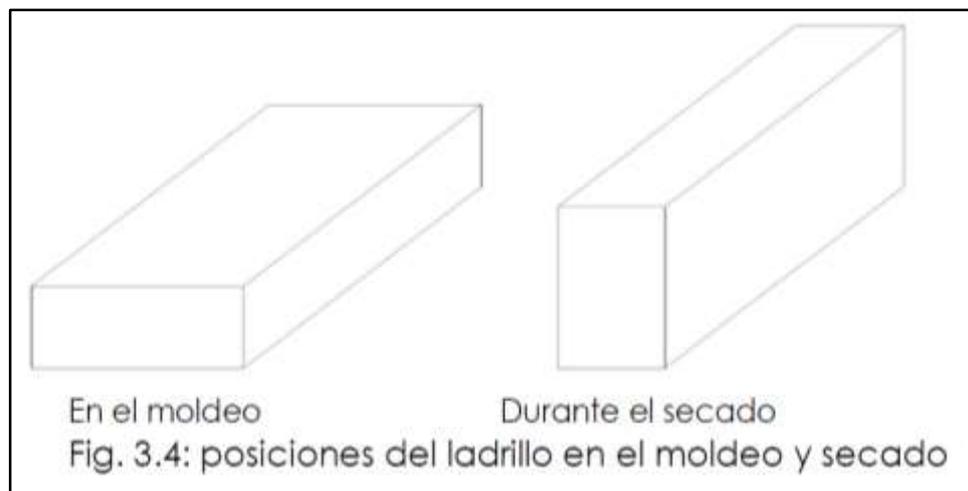


Figura 15. Posiciones del ladrillo en el moldeo y secado
FUENTE: Imágenes de Google



Figura 16. Secado del ladrillo artesanal al ambiente
FUENTE: Imagen Propia

Luego de otras 48 a 64 horas, es posible colocarlas en pircas de dos unidades cruzadas y con aberturas entre ellas y hasta una altura de 1 a 1.20m, por espacio de 10 días; después de este tiempo, ya se tiene aptas las unidades para ser calcinadas en los hornos.

b.5. Cocción de las unidades: La cocción consiste en someter los ladrillos secos a condiciones de altas temperaturas por tiempos prolongados en hornos, para ello se utiliza como insumo el carbón que ayuda a la buena

cocción; para la calidad de calcinación que los productores quieran alcanzar, se quema por 72 horas aproximadamente.



Figura 17. Preparación del horno para calcinado de ladrillos
FUENTE: Imagen Propia

La cocción consta de 03 fases:

- **Pre calentamiento:** Primera fase de la cocción que implica eliminar el agua de la arcilla; esta termina cuando la temperatura a la cual es sometida el ladrillo alcanza los 100°C.
- **Cocción:** Es la fase en donde la temperatura llega hasta los 700°C, en ella el agua se elimina químicamente unida al ladrillo.
- **Enfriamiento:** En esta fase en donde la temperatura baja desde la cocción hasta lo normal (de 500°C a 600°C); en esta etapa se garantiza el color y la dureza del ladrillo.

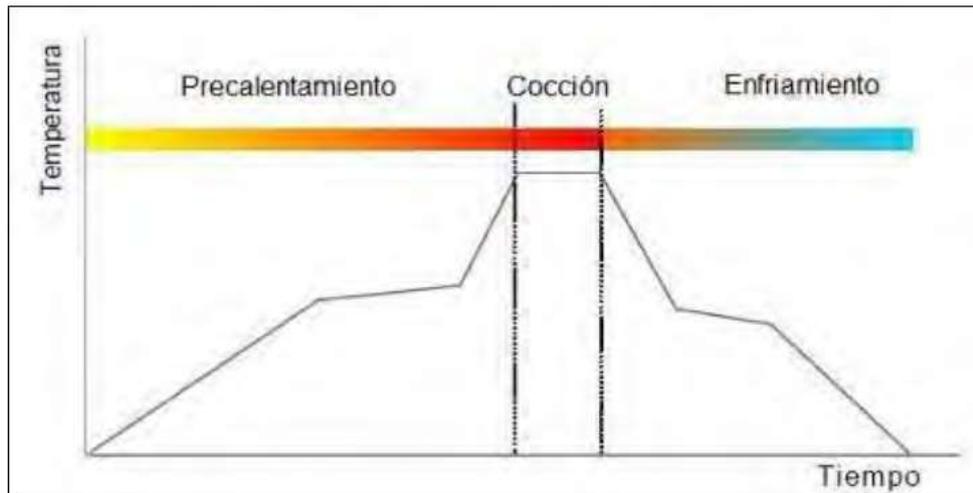


Figura 18. Fases de la cocción del ladrillo de arcilla
 FUENTE: Proceso de fabricación ladrillo

2.2.4. Unidad de Albañilería:

Según Villegas (2008) nos dice que: En el mercado de la construcción existen tres clases de unidades de albañilería, que se diferencian por los materiales que lo conforman, sus propiedades físicas, mecánicas y sus características geométricas, estos son los ladrillos: de arcilla cocida, las silico-calcáreas y las bloquetas de concreto.

Para la presente investigación se utilizó los ladrillos de arcilla cocida para la elaboración de ladrillos mejorados.



Figura 19. Ladrillos de arcilla (izquierda), sílice – cal (centro) y de concreto (derecha)
 FUENTE: Imágenes Google

2.2.4.1. Tipos De Unidades de ladrillo. Arango (2002) nos dice que la tipología de las unidades de albañilería se realiza casi universalmente basándose en el área neta, medida en proporción a la superficie bruta de la cara de asiento, y en las características de los alveolos. La tipología no tiene que ver ni con el tamaño de las unidades, es decir, para el mismo tipo puede haber ladrillos o bloques, ni con la materia prima con la que elaboran.

En la figura N° 18 se ilustra los diferentes tipos de unidades de albañilería que son los siguientes:

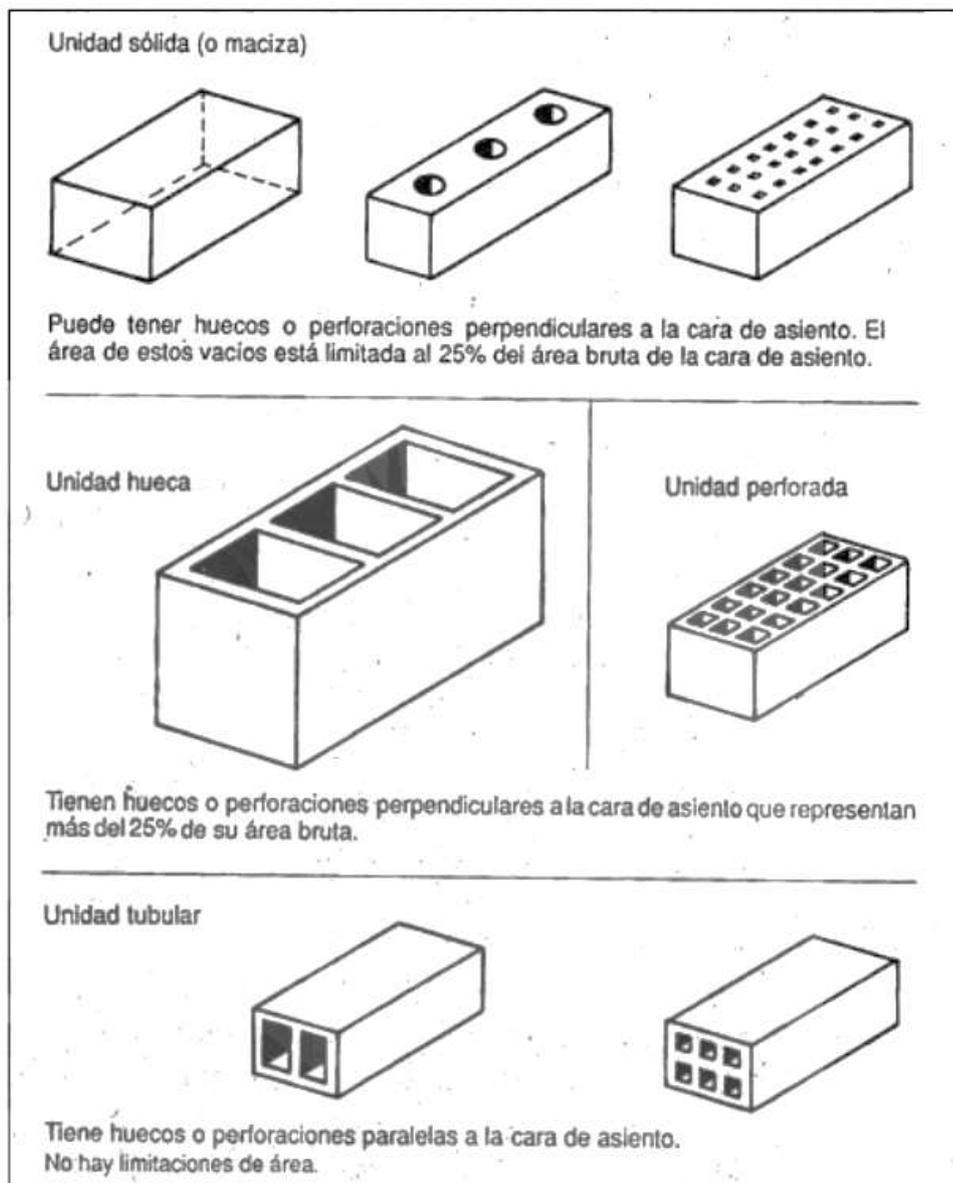


Figura 20. Tipos de unidades de albañilería
FUENTE: Arango 2002

La presente tesis se enfocó en elaborar nuevos ladrillos con insumos como la puzolana y vidrio triturado de forma artesanal en la Ladrillera de Saños, luego se realizó ensayos y de esta manera se determinó sus propiedades físicas y mecánicas.

2.2.5. Albañilería confinada:

Se llama albañilería confinada a la estructura que está formada por muros de unidades de albañilería (ladrillos de arcilla) estas están amarrados o confinados por estructuras de concreto.

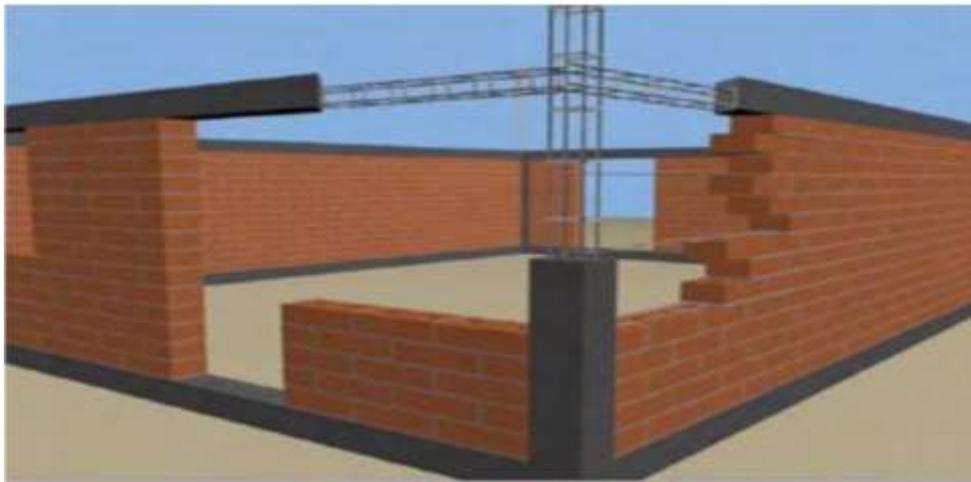


Figura 21. Albañilería confinada
FUENTE: Imágenes Google

2.2.5.1. Características de la Albañilería Confinada:

- Primero se construye los muros de ladrillo y posteriormente se llena las columnas de amarre.
- Debe estar enmarcado en sus cuatro lados por elementos de concreto armado o la cimentación.
- La distancia máxima entre ejes de columnas será como máximo dos veces la distancia entre elementos de refuerzo horizontal (vigas).
- Todos los empalmes y anclajes de la armadura serán eficientes.

2.2.6. Muros de Albañilería.

Los muros de albañilería son elementos estructurales compuestos por unidades de albañilería asentadas y cuya adherencia está asegurado con mortero.



Figura 22. Unidades de Albañilería asentadas con mortero
FUENTE: Imágenes Google

Los muros de Albañilería confinada generalmente se dividen en 02: que son muros portantes y no portantes:

a) Muros Portantes. Los muros estructurales transmiten las cargas verticales y horizontales de la vivienda hasta la cimentación. Son los muros que se emplean como elementos estructurales. Están sujetos a todo tipo de fuerza.

b) Muros Tabique o No Portantes. Son los muros que no reciben carga vertical. Son usados en cercos, parapetos y divisiones de ambientes. Estos muros deben diseñarse ante cargas perpendiculares a su plano originadas por el viento sismo u otras cargas de empuje.

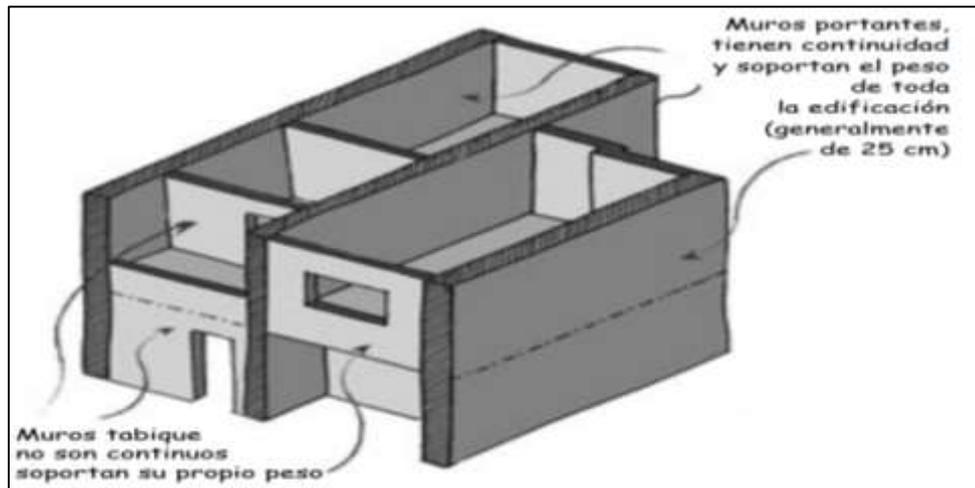


Figura 23. Muros portantes y no portantes de albañilería confinada
FUENTE: Imágenes Google

2.2.7. Propiedades Físicas y Mecánicas:

El estudio de las propiedades mecánicas y físicos del ladrillo; nos dan a conocer la durabilidad de la edificación ante el intemperismo y sobre la resistencia de la misma.

Estas dos razones y los resultados de los ensayos en laboratorio son utilizados para conocer la medida de la resistencia. Cabe señalar que los ensayos se hicieron con unidades de 4 tipos de ladrillos (Ladrillos de la Ladrillera Saños, Ladrillos con puzolana, ladrillo mixto (vidrio y puzolana) y ladrillo con vidrio triturado).

Las propiedades que se estudiaron son las siguientes:

2.2.7.1. Propiedades Físicas.

a) Variabilidad dimensional: Está estrechamente relacionada con la unidad nominal, o mejor con relación a la unidad promedio y, principalmente, la variabilidad de la altura de la unidad. Gallegos y Casabonne (2005) menciona que la: variabilidad dimensional define la altura de las hiladas, ya que se manifiesta con mayores variaciones, en la necesidad de aumentar el espesor

de la junta de mortero por encima de lo estrictamente necesario por adhesión, que es de 9 a 12 mm, conduciendo a una albañilería menos resistente en compresión. Al respecto San Bartolomé (1994) menciona que: Por cada incremento de 3 mm en el espesor de las juntas horizontales (adicionales al mínimo requerido de 10 mm), la resistencia a compresión de la albañilería disminuye en 15%; asimismo, disminuye la resistencia al corte.

b) Alabeos. Estas son medidas en las superficies de asiento tanto sus concavidades como sus convexidades. San Bartolomé (1994) menciona que: El mayor alabeo (concavidad o convexidad) del ladrillo conduce a un mayor espesor de la junta; asimismo, puede disminuir la adherencia con el mortero al formarse vacíos en las zonas más alabeadas; o incluso, puede producir fallas de tracción por flexión en la unidad.

c) Densidad: Es una característica física que describe el grado de compactación de una sustancia. Es una manera de identificar y clasificar diferentes materiales.

d) Succión: Es la velocidad con la que absorbe la cara de la unidad de albañilería. Según las palabras de Gallegos (2005) y Casabonne (2005) nos dicen que la succión es: “la medida de la avidez de agua de la unidad de albañilería en la cara de asiento y es una de las características fundamentales para definir la relación mortero-unidad en la interface de contacto, y, por lo tanto, la resistencia a tracción de la albañilería”.

e) Absorción: Propiedad física que se refiere a la capacidad de retener una sustancia (agua) en un estado líquido.

e.1) Absorción Máxima: Considerada como una medida de impermeabilidad. Se aplican valores máximos porque se usan condiciones en las que el ladrillo está en constante contacto con el agua sin usar recubrimiento protector.

Según Gallegos, H. y Casabonne, C. (2005). Se denomina absorción y absorción máxima a la diferencia de peso entre la unidad mojada y la unidad seca expresada en porcentaje del peso de la unidad seca.

e.2) Coeficiente de Saturación: es una medida de durabilidad cuando esta se encuentra a la acción de la intemperie.

2.2.7.2. Propiedades mecánicas.

Al realizar los ensayos de unidades, pilas y muretes obtenemos las características de la albañilería simple y medimos su resistencia a compresión corte y tracción respectivamente.

2.2.7.2.1. Resistencia a la compresión: Los autores Gerardo (2009) y Jesús (2009) definen la importancia de este ensayo porque sus resultados es un indicador de la durabilidad y calidad de la unidad de albañilería ensayada.

Con los ensayos realizados a las pilas y muretes podremos obtener resultados que nos permitan calcular las resistencias a compresión f'_m (pilas) y a corte V'_m (muretes). El otro aspecto fundamental del ensayo es que nos permitirá analizar y comprender el comportamiento estructural de los muros de albañilería confinada ante eventos sísmicos y capacidad de carga. Pudiendo predecir las posibles formas de falla de la albañilería. Los resultados de los ensayos serán de gran importancia para el diseño de muros portantes de albañilería confinada. Ya que es Propiedad netamente mecánica hace que la unidad de albañilería soporte la compresión por unidad, axial y diagonal.

a. Resistencia a la Compresión Del Ladrillo.

De acuerdo con el procedimiento de la NTC 4017 Las unidades de mampostería de arcilla cocida deben cumplir con la resistencia mínima a la compresión. En los ladrillos artesanales, la resistencia neta se calcula dividiendo por el área de apoyo de los ladrillos.

Los valores altos de la resistencia a la compresión señalan buena calidad para todos los fines estructurales y de exposición. Los valores bajos, en cambio son muestra de unidades que producirán albañilería poco resistente y poco durable.

San Bartolomé (1994) señala que la resistencia a compresión ($f'b$) expresa sólo la calidad de la unidad empleada, ensayada bajo las mismas condiciones. Esto se debe a que el valor $f'b$ depende de la altura de la probeta (a menor altura, mayor resistencia), del capping empleado, y de la restricción al desplazamiento lateral impuesto por los cabezales de la máquina de ensayos (acción de confinamiento transversal a la carga aplicada).

b. Resistencia a la compresión axial en prismas. Los prismas o pilas de albañilería son ladrillos enteros asentadas una sobre otra mediante mortero. La altura de los prismas es en razón de la esbeltez. Estas pilas cumplen una determinada edad para finalmente ser ensayadas a compresión axial, estas determinan el control de calidad de la albañilería y para definir el diseño estructural de la construcción de un muro portante de albañilería confinada.

c. Resistencia a la Compresión Diagonal En Muretes. La resistencia a la compresión diagonal consiste en someter los muros a lo largo de sus diagonales; cuando se aplica la carga vertical este produce esfuerzos de tensión

perpendicular a la dirección de la carga. Estos esfuerzos conducen a la falla del murete en sentido vertical entre las dos esquinas cargadas.

2.3. Marco normativo:

2.3.1. Normas Técnicas Peruana

El objeto de las normas NTP 399.604 y 399.613, establece los procedimientos para el muestreo y ensayos de las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de arcilla cocida, utilizados en albañilería

2.3.2. Norma Técnica Peruana E070

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

2.4. Definición de Términos:

- **Lote:** Es el conjunto de ladrillos de la misma forma y tamaño fabricados en condiciones similares de producción.
- **Muestra:** Es el grupo de ladrillos extraídos al azar del lote para efectos de obtener la información necesaria que permita apreciar las características de ese lote.
- **Espécimen:** Es cada una de las unidades en donde se aplicará cada ensayo especificado en la Norma.
- **Puzolana:** las puzolanas son materiales silíceos o, que por sí solos posee poco o ningún valor cementante, pero que finamente divididos y en medio húmedo a temperatura ambiente, reaccionan químicamente con la cal, formando un compuesto con propiedades cementantes.

- **Vidrio:** El vidrio es duro, frágil y transparente o translúcido, sin estructura cristalina, obtenido por la fusión de arena silícea con potasa, que es moldeable a altas temperaturas
- **Resistencia:** La capacidad de un sólido para soportar presiones y fuerzas aplicadas sin quebrarse, deformarse o sufrir deterioros.
- **Ladrillo:** Se denomina ladrillo a aquella unidad cuyas dimensiones permitan que pueda ser manipulada con una sola mano; y bloque, a aquella que requiera de ambas manos para su manipulación.
- **Arcilla:** Las arcillas son constituyentes esenciales de gran parte del suelo y sedimentos debido a que son, en su mayor parte, productos finales de la meteorización de los silicatos que, formados a mayores presiones y temperaturas, en el medio exógeno se hidrolizan.
- **Plasticidad:** Característica de la arcilla que le permite ser moldeada y retener la forma, sin deformarse.
- **Horno:** Construido con ladrillos refractarios y provisto de un equipo de calentamiento alimentado por leña como combustible y al alcanzar muy altas temperaturas, hace posible el horneado o quema de las piezas.
- **Molde:** Elemento generalmente de madera, que contiene una forma hueca, el negativo de una forma, que será llenada con pasta en forma de suspensión líquida espesa, con lo que se obtendrá la forma positiva.
- **Mezcla:** Agregación o incorporación de varias sustancias o cuerpos que no tienen entre sí acción química.
- **Muro Portante:** Son elementos estructurales de una edificación, están sujetos a diferentes solicitaciones, en el plano como en el plano perpendicular, tanto vertical como lateral y permanente.

- **Pilas:** Las pilas de albañilería con prismas compuestas por dos o más unidades de albañilería una sobre otra unidad mediante un mortero.
- **La Albañilería:** Es un conjunto de unidades adheridas entre sí con algún material, como el mortero de barro o de cemento. Las unidades pueden ser naturales (piedras) o artificiales (adobe, tapias, ladrillos y bloques). Este sistema fue creado por el hombre a fin de satisfacer sus necesidades, principalmente de vivienda.

2.5. Hipótesis:

2.5.1. Hipótesis General

La incorporación de vidrio triturado y puzolana al ladrillo artesanal, mejora considerablemente sus propiedades físico – mecánicas.

2.5.2. Hipótesis Específico:

- a) La adición de determinados porcentajes de vidrio triturado y puzolana influyen positivamente en las propiedades físicas del ladrillo artesanal.
- b) La incorporación de vidrio triturado y puzolana produce efectos positivos en la resistencia a la compresión simple del ladrillo artesanal.
- c) La adición de determinados porcentajes de vidrio triturado y puzolana generan resultados positivos en la resistencia a la compresión axial en prismas del ladrillo artesanal.
- d) La incorporación de diferentes proporciones de vidrio triturado y puzolana favorece considerablemente en la resistencia a la compresión diagonal en muretes del ladrillo artesanal.

2.6. Variables:

Una variable es una propiedad que tiene una variación que puede medirse u observarse. Según lo definido por Sampieri (2010, p.93)

2.6.1. Definición conceptual de la variable.

Definición especializada que describe la esencia o características de la variable; adecuada a los requerimientos de la investigación.

2.6.1.1. Variable independiente (X):

Vidrio triturado y puzolana

Unidades de ladrillo fabricadas con puzolana y vidrio triturado.

La puzolana. Es un material silíceo o sílico-aluminoso, que finamente dividido y en presencia de agua, reacciona químicamente con el hidróxido de calcio para formar compuestos que poseen propiedades hidráulicas. (Norma ASTM C618 y NT.P. 334.090).

El vidrio. Según Saumell (2014, p. 25). Nos dice que: “el vidrio es duro, frágil y transparente o translúcido, sin estructura cristalina, obtenido por la fusión de arena silícea con potasa, que es moldeable a altas temperaturas”.

Está compuesto por una mezcla de óxidos metálicos, siendo su componente principal el óxido de sílice, conocido como silicio (SiO_4).

2.6.1.2. Variable dependiente (Y):

Propiedades Físico Mecánicas

El estudio de las propiedades mecánicas y físicos del ladrillo; nos dan a conocer la durabilidad de la edificación ante el intemperismo y sobre la resistencia de la misma.

2.6.2. Definición Operacional de la Variable

Una definición operacional constituye el conjunto de procedimientos que describe las actividades que un observador debe realizar para recibir las impresiones sensoriales (sonidos, impresiones visuales o táctiles, etc.), que indican la existencia de un concepto teórico en mayor o menor grado (Reynolds, 1971, p. 52).

2.6.2.1. Variable independiente (X):

La puzolana. Mide el porcentaje de puzolana de la cantera de Chongos Alto, dicho porcentaje adicionado a la masa cerámica del ladrillo artesanal será en un 10% de puzolana.

El vidrio. Mide el porcentaje de vidrio triturado reciclado (vidrio común que pasa por un proceso de aplastamiento), dicho porcentaje adicionado a la masa cerámica del ladrillo artesanal será en un 30%.

2.6.2.2. Variable dependiente (Y):

Propiedades Físicas

Conjunto de ensayos de laboratorio que miden las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos.

Propiedades Mecánicas

Conjunto de ensayos de laboratorio que miden las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos.

2.6.3. Operacionalización de la Variable:

Variables	Definición Conceptual	Definición operacional	Sub Variables o Dimensiones	Indicadores	Unidad
VARIABLE INDEPENDIENTE VIDRIO TRITURADO Y PUZOLANA	<p>La puzolana. Es un material silíceo o sílico-aluminoso, que finamente dividido y en presencia de agua, reacciona químicamente con el hidróxido de calcio para formar compuestos que poseen propiedades hidráulicas. (Norma ASTM C618 y NT.P. 334.090)</p> <p>El vidrio. Según Saumell (2014, p. 25). Nos dice que: “el vidrio es duro, frágil y transparente o translúcido, sin estructura cristalina, obtenido por la fusión de arena silícea con potasa, que es moldeable a altas temperaturas”. Está compuesto por una mezcla de óxidos metálicos, siendo su componente principal el óxido de sílice, conocido como silicio (SiO₄).</p>	<p>Mide el porcentaje de puzolana de la cantera de Chongos Alto, dicho porcentaje adicionado a la masa cerámica del ladrillo artesanal será en un 10% de puzolana.</p>	PUZOLANA NATURAL	<p>Peso de la puzolana Granulometría</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Kg • G (Tamiz)
		<p>Mide el porcentaje de vidrio triturado reciclado (vidrio común que pasa por un proceso de aplastamiento), dicho porcentaje adicionado a la masa cerámica del ladrillo artesanal será en un 30%.</p>	VIDRIO TRITURADO	<p>Peso del vidrio triturado Granulometría</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Kg ✓ G (Tamiz)
				Variación dimensional	Variac. Dimen (%)
				Alabeo	Alab. (mm)

VARIABLE DEPENDIENTE: PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS	El estudio de las propiedades mecánicas y físicos del ladrillo; nos dan a conocer la durabilidad de la edificación ante el intemperismo y sobre la resistencia de la misma.	Conjunto de ensayos de laboratorio que miden las propiedades físicos de los ladrillos.	PROPIEDADES FISICAS	Densidad	Dens. (g/cm ³)		
				Succión	Suc. (Kg/cm ² .min)		
				Absorción, Absorción Máxima y coeficiente de saturación	Abs. (%)		
				Conjunto de ensayos de laboratorio que miden las propiedades mecánicas de los ladrillos.	PROPIEDADES MECÁNICAS	Resistencia a la compresión simple	F'b (kg/m ²)
						Resistencia a la Compresión Axial en Prismas.	F'm (kg/m ²)
						Resistencia a la Compresión Diagonal en muretes.	V'm (kg/m ²)

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método de Investigación

3.1.1. Método general:

La presente investigación se desarrolló con el **Método Científico** como método general, ya que como lo define Gonzales (2015, p.19) el método científico es una ciencia que busca adquirir conocimientos sobre fenómenos desde una óptica más generalizada a través de la investigación que es un proceso sistemático, organizado y objeto a responder una determinada pregunta.

En la presente investigación se observó un problema muy común en las construcciones de la ciudad de Huancayo, muchas de estas tienen deficiencias tales como fisuras, grietas o desmoronamientos en los muros de la albañilería confinada (sistema muy usado en la población). Este problema se atribuyó a dos cosas, la primera al mal proceso constructivo y la otra al pésimo material que usan las personas en la construcción de sus viviendas, siendo este último el más grave, ya que en los ensayos realizados al ladrillo artesanal se vio que este no cumple en cuanto a resistencia a lo mínimo especificado en la norma. Partiendo de esto se formuló la hipótesis (posibles soluciones) al

problema planteado, para corroborar dicha hipótesis se realizaron ensayos de laboratorio tanto al ladrillo común, como a los ladrillos mejorados, del análisis de los resultados se llegó a la conclusión que es que empleando otros insumos tales como puzolana y vidrio triturado se obtiene un ladrillo mejorado la cual posee mayor resistencia que el ladrillo artesanal tradicional.

3.1.2. Método específico:

Asimismo la tesis es de carácter **hipotético deductivo** porque como lo menciona Cerda (1991, p.45) “es un procedimiento que toma unas aseveraciones en calidad de hipótesis y, por lo tanto, comprueba tales hipótesis deduciendo de ellas, en conjunto con otros conocimientos que ya poseemos, conclusiones que confrontamos con los hechos”.

Es así que en la presente tesis se planteó una hipótesis fundamental la cual se dedujo en hipótesis específicos; estas se comprobaron y analizaron mediante el diseño de investigación adecuado: que es a partir de la incorporación de ciertos porcentajes de puzolana y vidrio triturado a la masa cerámica del ladrillo genera cambios en sus propiedades. Es decir se parte de proposiciones generales o más universales para llegar a una afirmación particular. Estas se comprobaron experimentalmente a partir de la realización de ensayos de laboratorio.

3.1.3. Método particular:

Así también el método aplicado en la tesis es el **Empírico** con sus tres fases que es la observación, medición y experimentación: en la primera etapa se obtuvo conocimiento previo acerca del ladrillo su proceso de elaboración así

como sus propiedades; en la segunda fase se desarrolló la medición de estos ladrillos a través de ensayos de laboratorio. Por último teniendo conocimientos previos del ladrillo así como su comportamiento, se procedió a elaborar un nuevo ladrillo con diferentes insumos las cuales lograron un mejor comportamiento en cuanto a resistencia.

3.2. Tipo de investigación:

El tipo de investigación es **aplicada**, puesto que como Borja (2012) lo menciona: “La investigación aplicada busca conocer, actuar y modificar una realidad problemática”. Es por ello que la presente tesis se acogió a esta descripción ya que utilizó conocimientos previos sobre el uso de la puzolana y vidrio triturado para aplicar estos insumos en la elaboración de un nuevo ladrillo, la cual tuvo como propósito mejorar las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal.

La presente investigación también fue **tecnológica** puesto que como lo define Canales (1989): “Es un proceso mediante el cual una invención, idea, concepto o conocimiento se introduce en el mercado en forma de nuevos o mejores productos, procesos o servicios”. Es así que en busca de la solución en cuanto a la deficiencia estructural de las viviendas de la ciudad de Huancayo, es que se elaboró un nuevo material de construcción, adicionando diversos porcentajes de puzolana y vidrio triturado, para lo cual se modificaron la dosificación de los materiales que la componen, obteniendo así unidades con propiedades físicas incrementadas y las propiedades mecánicas variadas.

3.3. Nivel de investigación:

El nivel de investigación de la tesis está dado por el Nivel Explicativo – Experimental.

3.3.1. Nivel Explicativo:

La investigación de nivel explicativo trata de descubrir, investigar y determinar las relaciones causales funcionales que existe entre las variables de manera que se pueda explicar el cómo, cuánto, donde y por qué ocurre un fenómeno, esto lo manifiesta (Rodríguez Arainga, 2011 pág. 52). Es por ello que en la presente investigación se establecieron relaciones causa efecto, con la finalidad de explicar el efecto que se genera mediante la aplicación de la hipótesis.

Fundamentándome con esta teoría afirmo que la investigación es de nivel explicativo, ya que tiene como finalidad explicar de qué forma ciertos porcentajes de vidrio triturado y puzolana (variable independiente) inciden en las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos (variable dependiente).

3.3.2. Nivel Experimental o Predictiva

En la presente tesis el nivel de investigación fue el experimental ya que como lo dice Caballero (2000, p.52): “Es una investigación que se realiza luego de conocer las características del fenómeno o hecho que se investiga (variables) y las causas que han determinado que tenga tales y cuales características”.

Es por ello que a través de la manipulación de la variable independiente, que en este caso fueron: la incorporación de la puzolana natural y el vidrio triturado en la masa cerámica del ladrillo, las cuales fueron en proporciones de 10% de puzolana, 20% de ambos insumos (vidrio triturado y puzolana) y 30% de vidrio triturado, se pudo obtener un nuevo ladrillo, a las cuales se le realizaron diversos ensayos de laboratorio, que determinaron las propiedades

físicas y mecánicas (variable dependiente) de cada tipo de ladrillo, estas fueron comparadas con la Norma E 070; para saber a qué tipo de ladrillo clasifica.

3.4. Diseño de investigación

El diseño que se utilizó fue el experimental en su forma de cuasi - experimental, se estudió únicamente con post-prueba que estuvo conformado por un grupo de control y tres grupos experimentales. Es decir La manipulación de variables alcanzó dos niveles presencia y ausencia de vidrio triturado y puzolana.

- ✓ El grupo experimental 01, correspondió al ladrillo artesanal mejorado, con 10% de puzolana Natural, denominados (P-01) esto fue en reemplazo del aserrín (insumo utilizado en la Ladrillera de Saños)
- ✓ El grupo experimental 02, correspondió al ladrillo mixto, con 10% de puzolana Natural y 10% de vidrio triturado haciendo un total de 20%, denominados (M-01) esto fue en reemplazo del aserrín (insumo utilizado en la Ladrillera de Saños).
- ✓ El grupo experimental 03, correspondió al ladrillo artesanal con 30% de vidrio triturado denominados (V-01) esto es en reemplazo del aserrín (insumo utilizado en la Ladrillera de Saños).
- ✓ Grupo de Control, correspondió a la producción artesanal de la ladrillera de Saños, se siguió la técnica tradicional y las cuales fueron quemados en el tercio intermedio del horno, denominado LOTE.

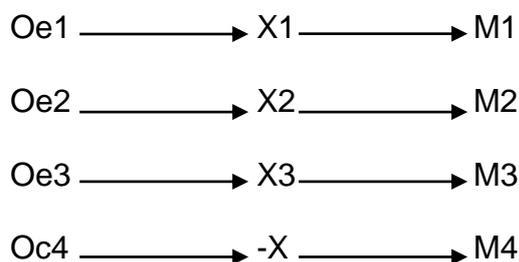
Tabla 11. Identificación de Muestras

Nº de Orden	Zona/forma de Obtención	Tipos de Muestra	Denominación de Muestras	Significado
01	Chongos Alto Anexo de Pititayo	Muestra 01	P-01	Puzolana al 10%

02	Mixto	Muestra 02	M-01	Vidrio triturado y puzolana 20%
03	Reciclado	Muestra 03	V-01	Vidrio Triturado 30%
04	Ladrillera de Saños	Muestra 04	LA-01	Dosificación Tradicional

Datos Obtenidos de Campo (Elaboración Propia)

El esquema de la investigación será el siguiente:



Donde:

- Oe1 = Ladrillo Artesanal a la cual se le aplicara el estimulo
- Oe2 = Ladrillo Artesanal a la cual se le aplicara el estimulo
- Oe3 = Ladrillo Artesanal a la cual se le aplicara el estimulo
- Oc4 = Ladrillo Artesanal no se le aplicara el estimulo
- X1 = Vidrio Triturado
- X2 = Mixta (Vidrio triturado y Puzolana)
- X3 = Puzolana
- X = Ausencia de Vidrio y Puzolana
- M1 = Medición de las propiedades físicas y mecánicas del Ladrillo Artesanal con puzolana
- M2 = Medición de las propiedades físicas y mecánicas del Ladrillo Artesanal Mixto (vidrio triturado y puzolana)

M3 = Medición de las propiedades físicas y mecánicas del Ladrillo Artesanal con Vidrio Triturado

M4 = Medición de las propiedades físicas y mecánicas del Ladrillo Artesanal sin puzolana ni vidrio

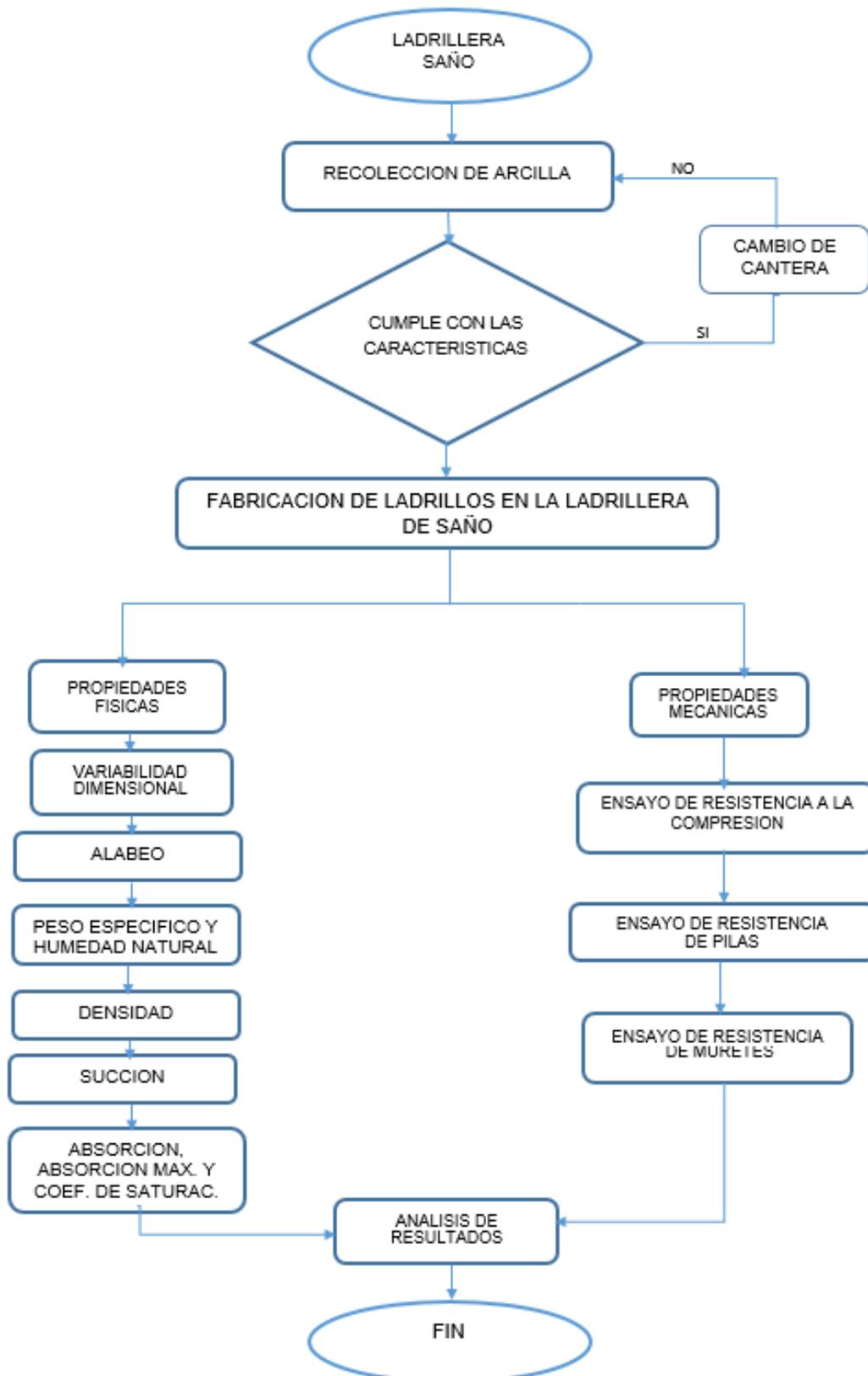
- ✓ El tratamiento en la producción de los cuatro grupos fue prácticamente siguiendo la misma técnica artesanal, la variación en los ladrillos mejorados estuvo en las diferentes proporciones de los insumos (con inclusión de puzolana natural y vidrio triturado). El resto del proceso, se mantuvo para los cuatro grupos.
- ✓ Finalmente las evaluaciones post prueba que se realizaron en todos los grupos, fue mediante ensayos de laboratorio que determinaron las propiedades mecánicas y físicas del ladrillo (variables dependientes).

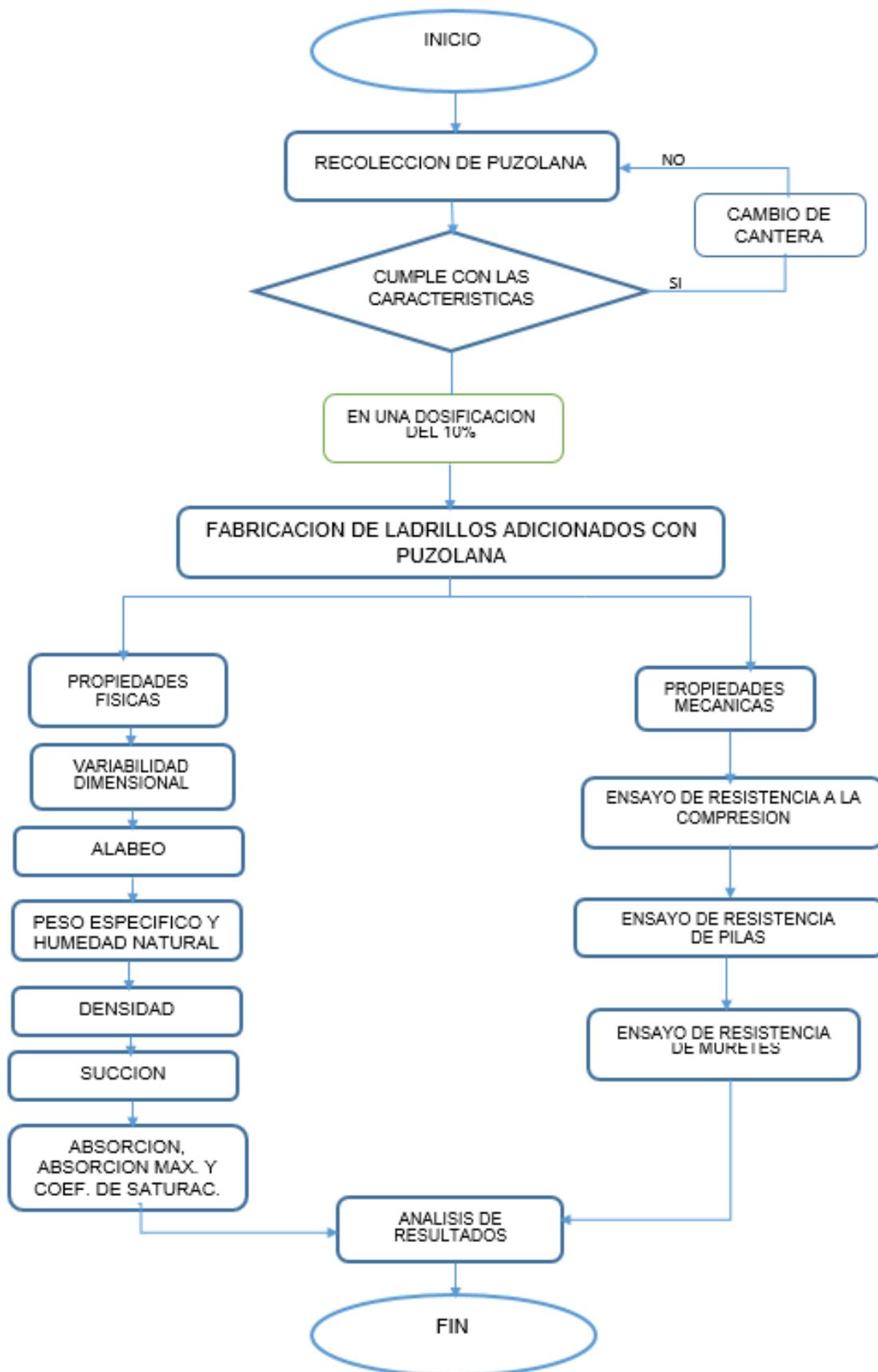
Tabla 12. Identificación de elementos de diseños de investigación en la tesis

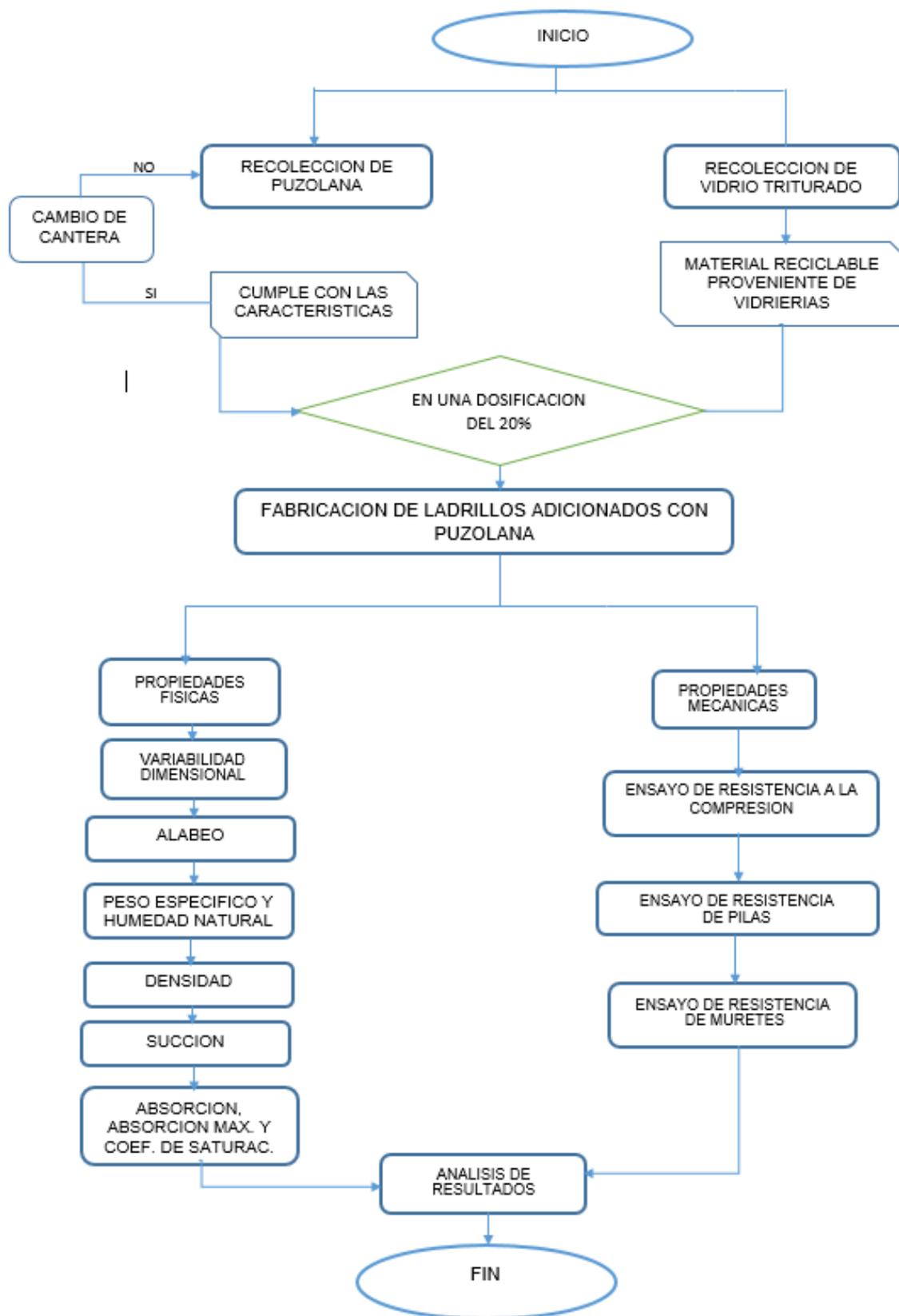
<i>Grupo de Control</i>		<i>Variable Independiente</i>		<i>Post Prueba</i>	
Oe 1	Diseño de ladrillo Artesanal con adición de puzolana natural	X1	Adición de Puzolana en un 10%	M1	Propiedades Físicas y Mecánicas
Oe 2	Diseño de ladrillo Artesanal Mixto con adición de vidrio triturado y puzolana natural	X2	Adición de vidrio triturado y puzolana en un 20%	M2	
Oe 3	Diseño de ladrillo Artesanal con adición de vidrio triturado	X3	Adición de vidrio triturado en un 30%	M3	
Oc 4	Ladrillo Artesanal de la Ladrillera de Saños	-X	Ladrillera "Saños"	M4	

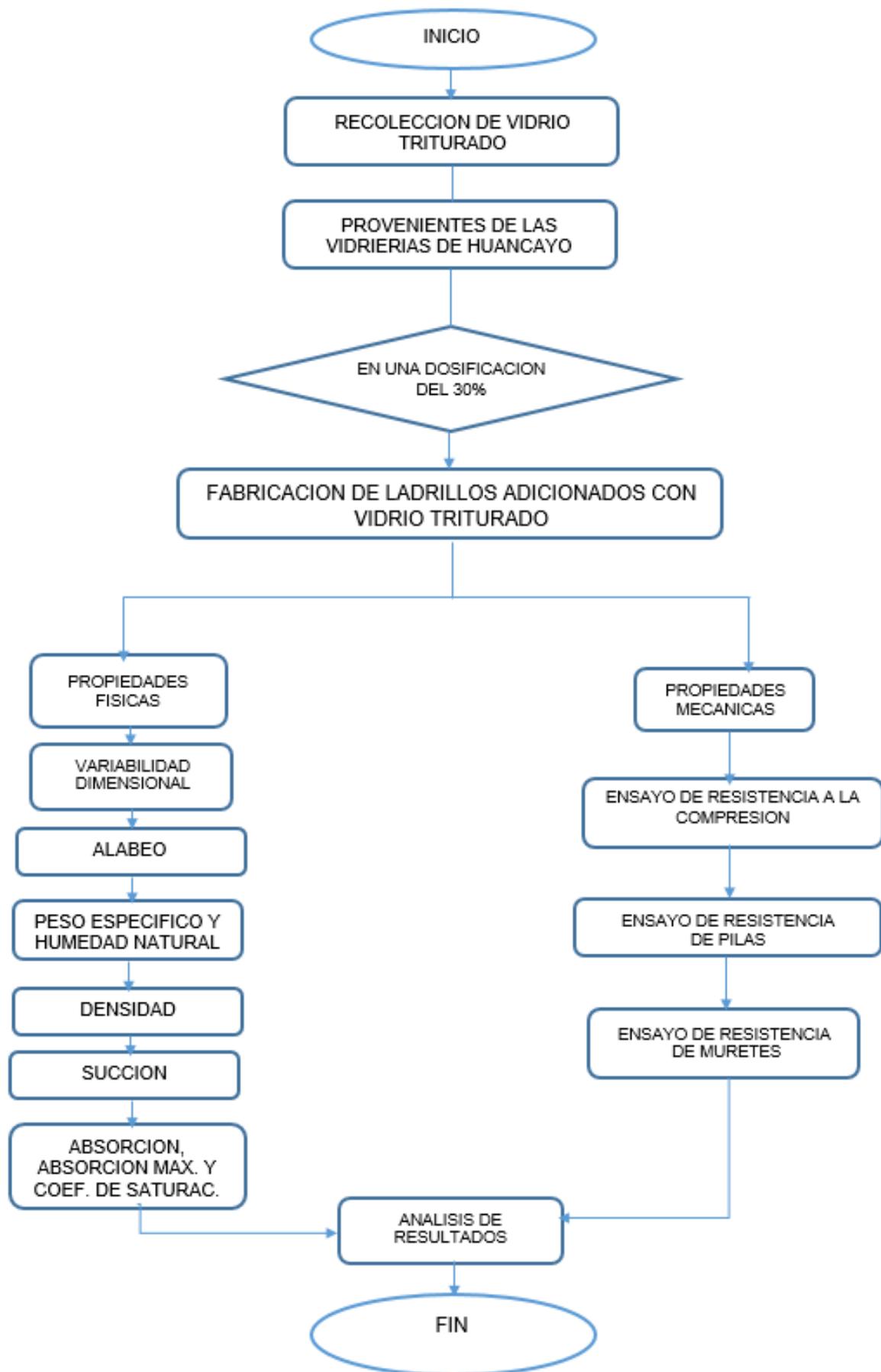
FUENTE: Datos obtenidos de Campo (Elaboración Propia)

3.4.1. Diseño de ingeniería:









3.5. Población de la muestra:

3.5.1. Población:

3.5.1.1. Descripción de la Población. Desde un punto de vista estadístico, se denomina población o universo al conjunto de elementos o sujetos que serán motivo de estudio. La población de la presente tesis estuvo compuesta por unidades de albañilería manejables con una sola mano (ladrillos); traídos de la misma ladrillera de Saños; así como los que fueron elaborados con adiciones de puzolana de la cantera en el Anexo de Pititayo, del distrito de Chongos Alto; en la ciudad de Huancayo y con adiciones de vidrio triturado que es netamente reciclado. Y la combinación de ambas tanto vidrio triturado y puzolana.

3.5.1.2. Cuantificación de la Población. Debido a que la población de la presente tesis incluyeron nuevos insumos, no es un material de construcción usado en la ciudad o región, a excepción de los ladrillos artesanales traídos de la misma ladrillera de Saños; por lo que la población total estuvo conformada por 420 unidades de ladrillos artesanales adicionados con puzolana de la cantera del Anexo Pititayo y vidrio triturado netamente reciclado, así como la combinación del vidrio y puzolana. Estas fueron iguales a la cuantificación de la muestra. Prescindiendo que las muestras de ladrillo fueron usadas para realizar un total de 08 ensayos de las cuales para cada ensayo se realizó 05 veces con el fin de obtener un promedio y proceder con los cálculos, asimismo tanto para el ensayo en prismas y muretes se usó más de un ladrillo ya que se unió con mortero y asimismo se hicieron 05 de cada uno de ellas para obtener promedio.

Con fines de representar de una mejor manera la población, se definió las cuatro poblaciones de la siguiente manera:

- a. Población 1:** Constituido por 105 pilas de ladrillos artesanales fabricados en la Ladrillera de Saños con su propia dosificación de la zona.
- b. Población 2:** Formada por 105 pilas de ladrillos artesanales añadidos con puzolana natural ligados con arcilla en un 10% de dosificación de la puzolana.
- c. Población 3:** Constituido por 105 pilas de ladrillos artesanales fabricados añadidos con vidrio triturado y puzolana natural ligados con arcilla en un 20% de dosificación de ambos tanto de puzolana como de vidrio.
- d. Población 4:** Constituido por 105 pilas de ladrillos artesanales añadidos con vidrio triturado ligados con arcilla en un 30% de dosificación del vidrio.

Tabla 13. Cantidad total a utilizar por tipos de ladrillos

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD
1.00.00	<i>Ladrillos Artesanales Común</i>	
1.01.00	Ladrillos Artesanales	105
2.00.00	<i>Ladrillos adicionados con puzolana</i>	
2.01.00	Ladrillos con puzolana natural en un 10%	105
	<i>Ladrillos adicionados con puzolana y vidrio triturado</i>	
3.00.00		
3.01.00	Ladrillos con puzolana global y vidrio triturado en un 20%	105
4.00.00	<i>Ladrillos adicionados con vidrio triturado</i>	
4.01.00	Ladrillos con Vidrio Triturado reciclado al 30%	105
	TOTAL	420

Datos Obtenidos de Campo (Elaboración Propia)

3.5.2. Muestra:

3.5.2.1. Descripción de la muestra:

La muestra es un subconjunto de elementos que pertenecen a la población. En la presente tesis la muestra fue igual a la población puesto que la misma cantidad de ladrillos dada en la población, se utilizaron todas para realizar ensayos físicos y mecánicos. Entonces la muestra fue un total de 420 entre ladrillos de arcilla adicionados con porcentaje de vidrio triturado y puzolana natural del Anexo de Pititayo en Chongos Alto. Y las traídas de la ladrillera de Saños.

3.5.2.2. Cuantificación de la Muestra

El tamaño de la muestra fue igual a la población divididos de la siguiente manera: 105 unidades de albañilería adicionados con puzolana, 105 unidades de albañilería adicionados con vidrio triturado, 105 unidades de albañilería adicionados con vidrio triturado y puzolana; y 105 unidades de albañilería fabricados en la misma ladrillera de Saños.

Cada muestra fue distribuida en ensayos de propiedades físicas y mecánicas. De tal forma que por cada ensayo se contaron con 05 unidades mínimamente y estas se distribuyeron de la siguiente manera:

Tabla 14. Cantidad de muestras por tipo de ladrillo para ensayos físicos

<i>Ensayos Físicos</i>	<i>Muestras por cada dosificación</i>			
	<i>P-10</i>	<i>M-20</i>	<i>V-30</i>	<i>LT-01</i>
Variación Dimensional	10	10	10	10
alabeo	10	10	10	10
Densidad	5	5	5	5

Succión	5	5	5	5
Absorción, Absorción Máxima y Coeficiente de Saturación	5	5	5	5
<i>Unidades para cada ensayo</i>	35	35	35	35
<i>Total Unidades o Especímenes</i>				140

Datos Obtenidos en campo (Elaboración Propia)

Tabla 15. Cantidad de muestras por tipo de ladrillo para ensayos mecánicos

<i>Ensayos Mecánicos</i>	<i>Muestras por cada dosificación</i>			
	<i>P-10</i>	<i>M-20</i>	<i>V-30</i>	<i>LT-01</i>
Ensayo de Compresión Simple (Compresión a la unidad)	5	5	5	5
Ensayo de Pilas (Resistencia de Tracción por Flexión)	15	15	15	15
Ensayo de Muretes (Resistencia al Corte)	50	50	50	50
<i>Unidades por cada ensayo</i>	70	70	70	70
<i>Total de Unidades o Especímenes</i>				280

Datos Obtenidos en campo (Elaboración Propia)

Asimismo Basándonos en las Normas NTP y la Norma ITINITEC procederemos a desarrollar cada uno de los ensayos planteados; la cual se resume en el cuadro N° 02 y N° 03.

Tabla 16. Normas y Procedimiento de los Ensayos de Propiedades Físicas

<i>Ensayo</i>	<i>Norma NTP</i>	<i>Norma ITINTEC</i>
Método o Procedimiento de ensayo para determinar la variación dimensional de la muestra	NTP 399.613 NTP 399.604	Norma Itintec 331.019
Método o Procedimiento de ensayo para determinar el alabeo de la muestra	NTP 399.018 NTP 399.613	Norma Itintec 331.019
Método o Procedimiento de ensayo para determinar La Densidad.	NTP 331.019 NTP 331.018	Norma Itintec 331.019

Método o Procedimiento de ensayo para determinar La Succión de la muestra	NTP 399.018	Norma Itintec 331.019
Método o Procedimiento de ensayo para determinar la Absorción, Absorción Máxima y Coeficiente de Saturación de la muestra.	NTP 331.018 NTP 399.604	Norma Itintec 331.019

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 17. Normas y procedimiento de los ensayos de propiedades mecánicas

<i>Ensayo de las propiedades mecánicas</i>		
<i>Prueba</i>	<i>Norma NTP</i>	<i>Norma ITINTEC</i>
Método de Ensayo de Laboratorio de Resistencia a la compresión de las unidades.	NTP 399.613 NTP 399.604	Norma ITINTEC 331.018 331.019
Método de Ensayo de Laboratorio de Resistencia de la albañilería a compresión Axial de Prismas o Pilas	NTP 399.605 NTP 399.621	Norma ITINTEC 331.018
Método de Ensayo de Laboratorio de Resistencia de la albañilería a compresión Axial de Prismas o Pilas	NTP 399.605 NTP 399.621	Norma ITINTEC 331.019

FUENTE: Elaboración Propia

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

3.6.1. Técnicas de recolección de datos:

Según Moreno (2000, p. 35) nos indica que las técnicas de recolección de datos nos ayuda analizar el comportamiento y la relación entre las variables que se ha seleccionado para su estudio, el cual tiene que apoyar o descartar las hipótesis con base a mediciones de las variables, es importante que se utilice técnicas e instrumentos de medición apropiados, adecuadamente diseñados de alta validez y confiabilidad.

a) Observación. La observación es una de las técnicas más primordiales en la investigación científica es un análisis detenido de los diferentes aspectos de un fenómeno, se realiza con el objetivo de estudiar sus características, comportamientos dentro del contexto, o donde se desenvuelva el propio fenómeno, así lo indica (Gómez Gonzáles, y otros, 2015 pág. 174). Una de las técnicas que se realizó de acuerdo a la teoría mencionada es la observación donde se obtuvo los datos de campo de todo el proceso de elaboración del ladrillo; el cual fue de mucha relevancia para el análisis de resultados.

3.6.2. Instrumentos de recolección de datos

Para esta investigación se utilizaron como instrumentos de recolección de datos:

- Los libros, así como la revisión de otras tesis sirvieron de guía para realizar la siguiente investigación.
- Los formatos de laboratorio, en el cual se recopilaron los datos obtenidos de los ensayos de laboratorio, donde se anotaron los resultados de los ensayos de las propiedades físicas (ensayos de variabilidad dimensional, densidad, alabeo, succión, absorción, absorción máxima y coeficiente de saturación) y de las propiedades mecánicas (resistencia a la compresión simple, axial y diagonal); así como el procedimiento del mismo, para luego ser comparados, en el caso de los ladrillos.
- Se emplearon hojas de cálculo para obtener los resultados de cada uno de los ensayos y contrastarlos con la normativa correspondiente. Y así mediante el uso de gráficos y la norma E070 poder clasificarlos.

- El uso de software como el Programa Etabs; la cual ayudo a modelar una vivienda de 02 pisos por cada tipo de ladrillo para medir la resistencia del muro de albañilería.
- El análisis de datos se dio a través de la modelación de una vivienda de 02 pisos con el software ETABS, la cual nos ayudó para el diseño de muros portantes por cada tipo de ladrillo, seguidamente se procesó resultados en las hojas de Microsoft Excel.

En tal sentido en el cuadro N° 04, se muestra el uso de las técnicas e instrumentos utilizados en el proceso de desarrollo de la investigación, tales como la recolección de la información, proceso experimental y análisis de resultados:

Tabla 18. Técnicas e Instrumentos de investigación

ITEM	TECNICA	INSTRUMENTO
01.00.00	Técnicas de campo	
01.01.00	Observación	Ficha de observación de procedimiento de elaboración de ladrillo. Registro de observación de extracción de materia prima
02.00.00	Técnicas de investigación documental y bibliográfica	
02.01.00	Técnica de análisis documental	Libros, revistas, tesis y textos especializados en albañilería
03.00.00	Técnicas de proceso experimental	
03.01.00	Técnicas de laboratorio	Fichas técnicas de ensayos de laboratorio. Norma NTP ITINTEC y ASTM, para procedimiento de ensayos.

04.00.00	Técnicas para proceso y análisis de datos		
04.01.00	Evaluación y procesamiento de datos	y	Desarrollo de los cálculos en software (Excel, Etabs)
05.00.00	Técnicas de Análisis de Resultados		
05.01.00	Evaluación y análisis de resultados		Hojas de cálculo de Excel para verificar resultados de investigación. Norma E070 para contrastar resultados.

FUENTE: Elaboración Propia

3.7. Procesamiento de la información

3.7.1. Trabajo de campo

3.7.1.1. Recolección de la puzolana

a. Elección de la puzolana.

Existen 3 canteras de puzolana natural en el distrito de Chongos Alto, las cuales son: Paraje Antapongo, Orillas del río la Virgen y Anexo Pititayo. Se optó por extraer la puzolana del anexo Pititayo, ya que esta puzolana presenta mejores características tanto físicas como químicas que las demás.

Esta cantera se ubica en el distrito de Chongos Alto, que se encuentra aproximadamente a 2 horas y 45 minutos de la ciudad de Huancayo, de fácil

acceso para realizar la extracción. Se extrajo un promedio total de 100 kg de Puzolana Natural para uso en esta investigación.



Figura 24. Recolección de Puzolana
FUENTE: Imagen Propia

b. Ubicación de cantera. La cantera de la puzolana, se encuentra ubicada en:

- Anexo: Ptitayo
- Distrito: Chongos Alto
- Provincia: Huancayo
- Coordenadas UTM: 462455.00 E, 8638298.00 N
- Altitud: 3582.00 msnm.

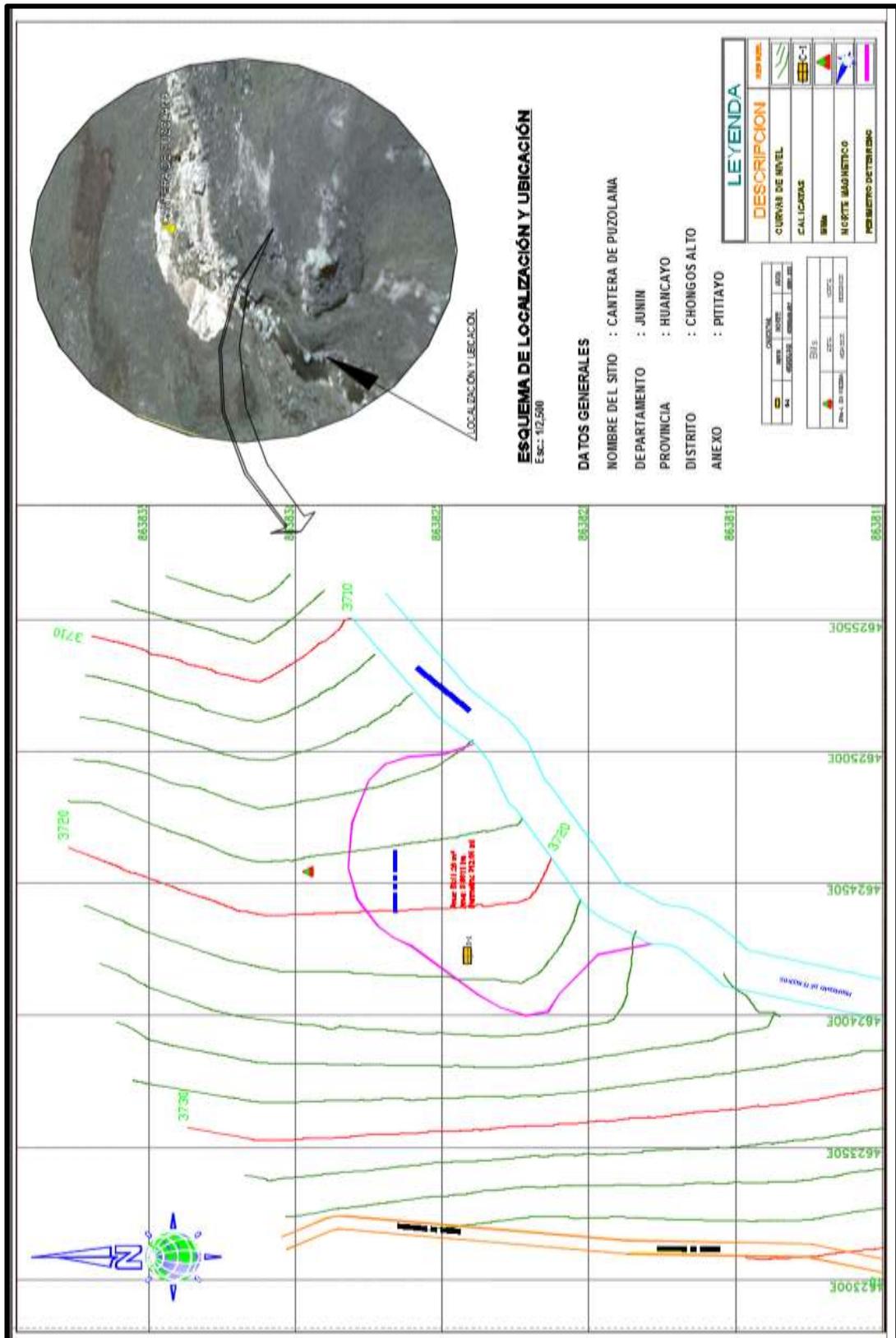


Figura 25. Ubicación de la cantera de Puzolana
FUENTE: Diseño Propio

• **Tipo de puzolana:**

- Según su origen: Puzolana natural (tufos y cenizas volcánicas).

- Según N.T.P 334.104: La puzolana natural del distrito de Chongos Alto es una puzolana de clase N.



Figura 26. Ubicación de la cantera de puzolana en Google Earth.
FUENTE: Google Earth

• **Equipos e instrumentos para recolección de puzolana**

- ✓ Herramientas manuales
- ✓ Vehículo de transporte
- ✓ Bolsa de arpillera

c. Elección del punto de extracción de puzolana

Para la elección del punto de extracción de la puzolana se escogió de la parte intermedia de la cantera ya que en ella se encontró puzolana natural sin sustancias contaminantes, la puzolana que no está contaminada tiene peso ligero, es frágil y color uniforme, teniendo en cuenta estos tres indicadores, se escogió la puzolana con mejores condiciones.

Para hacer uso de la puzolana natural, se tuvo que realizar un tratamiento previo del material efectuando primero su secado y

posteriormente su molienda, con la finalidad de que la puzolana tenga finura similar a la del cemento. En estado natural las muestras presentaron alrededor **de 2.83%** de contenido de humedad, así mismo se encontró pequeños pedazos de material consolidado que fueron molidos para su mayor aprovechamiento.

Una vez que se eligió y se extrajo la puzolana natural se transportó a la zona de Huancayo para el respectivo proceso de secado y molienda.



Figura 27. Secado de puzolana
FUENTE: Imagen Propia

d. Toma de datos

La cantidad de puzolana natural recolectada de la cantera del Anexo de Pititayo fue de 100 kg tal como lo muestra la tabla N° 20; tiene tamaños de entre 3/8 a 3/4.

Tabla 19. Toma de datos de puzolana recolectada

Material	Cantidad (Kilogramos/ m3)
Puzolana Natural	100.00 kg.
Puzolana molida y triturada	85.00 kg

FUENTE: Propia

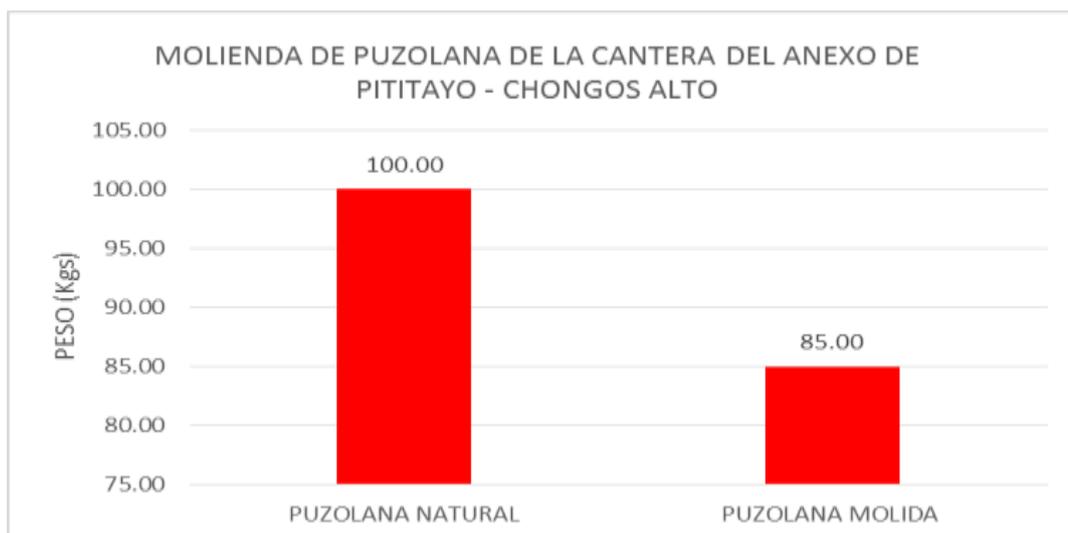


Figura 28. Gráfico de la diferencia de pesos de la puzolana natural y puzolana molida
FUENTE: Propia

Dicha puzolana como lo especifica en Tabla N° 21, es de color blanco, tiene peso ligero y es frágil, lo que indica que la puzolana no está contaminada con partículas ni con sustancias del suelo.

Tabla 20. Aspecto visual de la puzolana

Características del material puzolánico	
Color	Blanco
Origen	Volcánico
Tipo	Poroso
Estado	Húmedo
Tenacidad	Frágil
Peso extraído (kg)	100 Kg
Cantidad (m3)	0.08 m3

FUENTE: Propia

Luego del proceso de la molienda se observó que la puzolana de cantera pierde un porcentaje de su volumen tal como lo muestra la tabla N° 17:

Tabla 21. Volumen de puzolana molida

Material	Volumen recolectado (m3)

Puzolana natural	0.08 m ³
Puzolana molida y triturada	0.07 m ³

FUENTE: Propia

En el gráfico adjunto se puede ver la cantidad de recolección de la puzolana extraída de la cantera del Anexo de Pititayo de Chongos Alto en su estado natural, en el proceso de molienda y trituración el material se redujo a 0.07 m³, esto debido a que la puzolana contiene vacíos, por lo tanto al convertirse en polvo estos vacíos son ocupados por la puzolana.

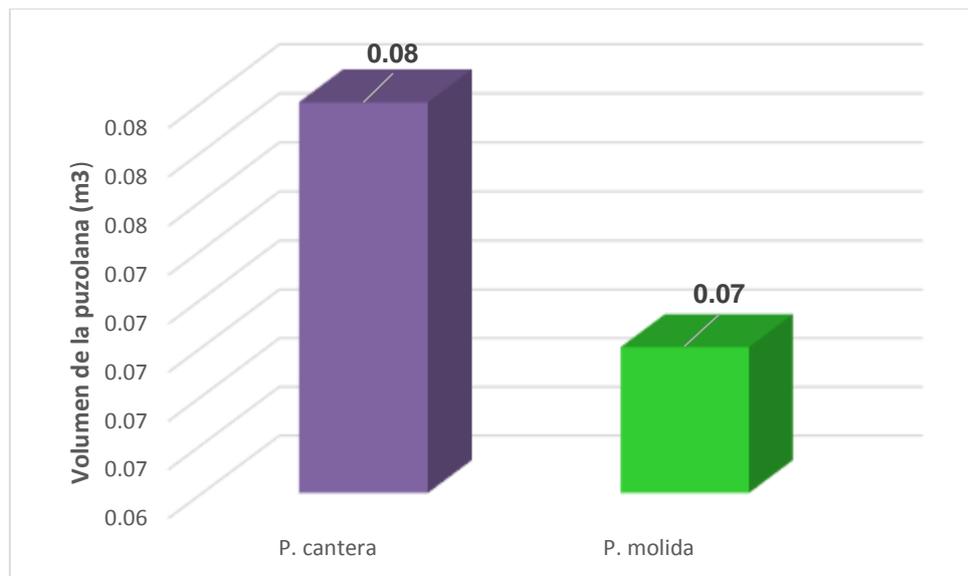


Figura 29. Gráfico de pérdida de volumen de la puzolana en la trituración
FUENTE: Propia

El análisis granulométrico de la puzolana es una manera de determinar las proporciones relativas de los diferentes tamaños de las partículas de la puzolana; para realizar el analizar granulométrico de la puzolana se tomó una pequeña porción de la puzolana, la misma que se llevó a Laboratorio y la misma que se resume en el siguiente cuadro:

Tabla 22. Granulometría de la puzolana

Po= 500 gramos						
Tamiz (mm)	Tamiz (ASTM)	Peso retenido	Peso corregido	% retenido	% Retenido acumulado	% Que pasa
4.75	Nº 4	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2.36	Nº 8	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1.18	Nº 16	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
0.60	Nº 30	34.80	35.00	7.00	7.00	93.00
0.43	Nº 40	77.35	77.50	15.50	22.50	77.50
0.30	Nº 60	94.25	94.50	18.90	41.40	58.60
0.15	Nº 100	126.85	127.00	25.40	66.80	33.20
0.075	Nº 200	165.92	166.00	33.20	100.00	0.00
<i>Total</i>		<i>499.17</i>	<i>500.00</i>	<i>100.00</i>		

FUENTE: Elaboración Propia

Se tiene la distribución de tamaños de la puzolana en la proporción como se observa en la siguiente figura Nº 30; de ello se desprende que la mayor cantidad del material quedo retenida en la malla Nº 100, con un 25.40% y la menor cantidad quedo retenida en la malla Nº 30, con un 7%.

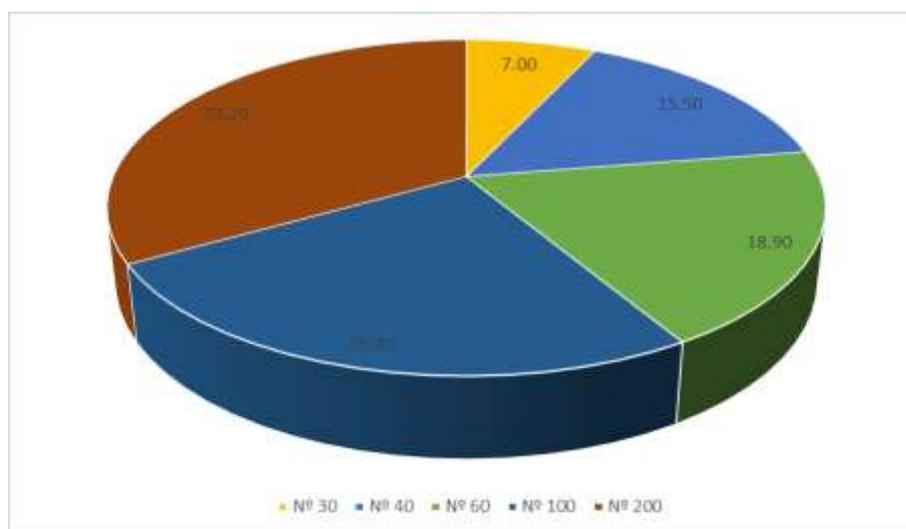


Figura 30. Gráfico de porcentaje de puzolana retenida en cada tamiz
Fuente: Elaboración Propia

En la figura N° 31; se muestra los resultados del análisis granulométrico en ella se presenta los porcentajes de cada clase de suelo, agrupados de acuerdo al diámetro de sus partículas.



Figura 31. Gráfico de Curva Granulométrica de la puzolana
FUENTE: Elaboración Propia

3.7.1.2. Recolección de arcilla

a. Elección de la arcilla. En una tesis anterior por parte de la ingeniera Dionisia Gaspar con respecto a la evaluación de la calidad de ladrillos de las distintas zonas de Huancayo, como son: Palian, Cajas, San Pedro de Saño y Jauja; salió como resultado que en la zona de San Pedro de Saño el resultado de su resistencia es mucho mayor que en las demás zonas, aunque ninguno llega al mínimo especificado por la Norma E070.

Es por ello que en la presente investigación se tomó las muestras de arcilla del Distrito de San Pedro de Saño; la cual presenta buenas características físicas y químicas; esta se ubica a 40 minutos de Huancayo; su extracción es fácil de realizar puesto que es accesible. La cantera de la arcilla está junto a la fábrica del ladrillo artesanal. En estado natural la muestra de arcilla presentó 10.2% de contenido de humedad.

Se extrajo un promedio total de 1100.00 kg de arcilla para uso en la presente investigación.



Figura 32. Estratigrafía de la arcilla
FUENTE: Imagen Propia

• **Ubicación de la cantera de Arcilla:**

La cantera de la Arcilla, se encuentra ubicada en:

- Distrito: San Pedro de Saños
- Provincia: Huancayo
- Región: Junín
- Coordenadas UTM: 470568.00 E, 8678010.00 N
- Altitud: 3255.50 msnm.

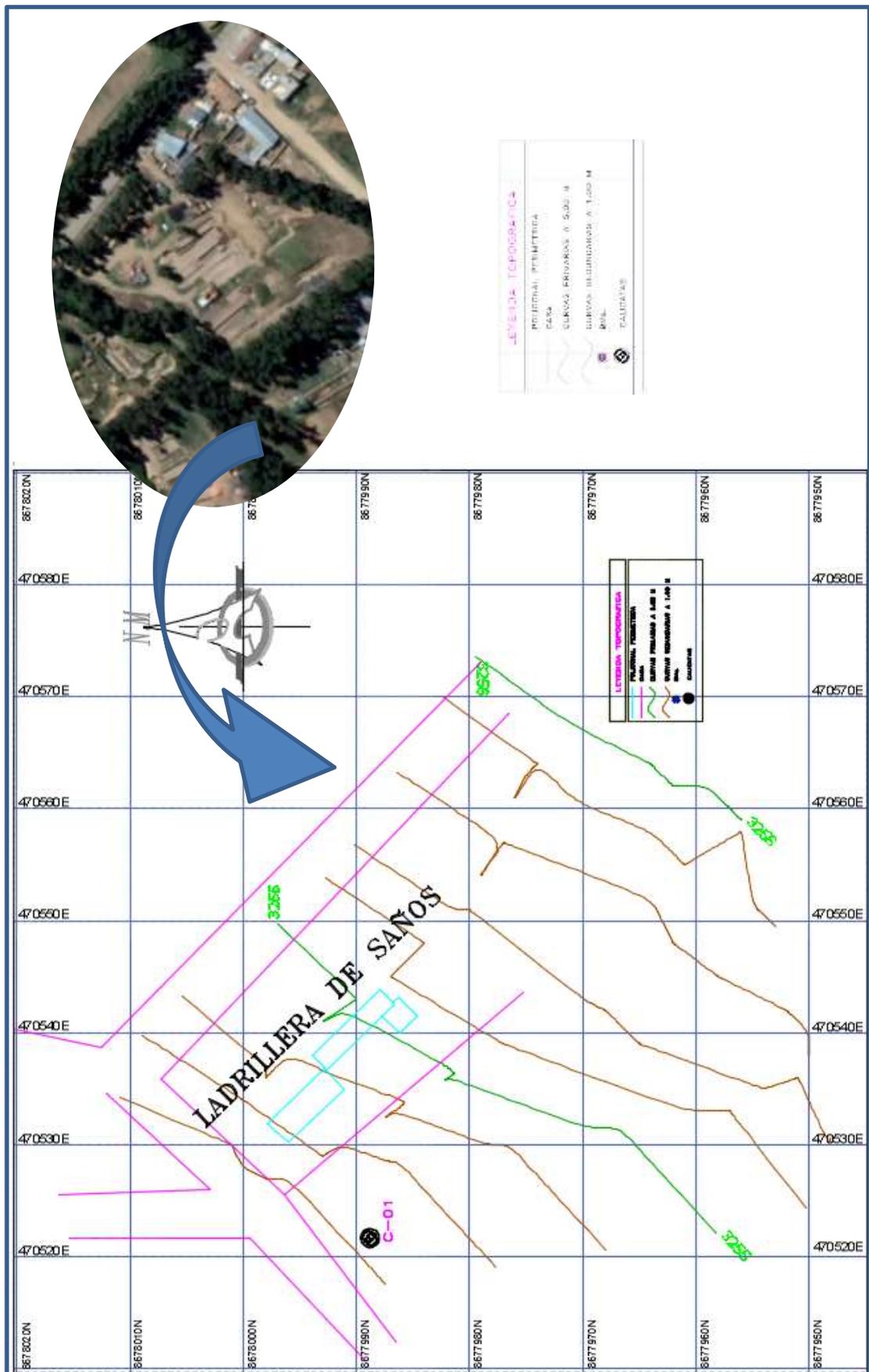


Figura 33. Plano topográfico de la ladrillera de Saños
FUENTE: Diseño

- **Tipo de Arcilla:**

Según su origen: Arcillas comunes

- **Equipos e instrumentos para recolección de puzolana**

- ✓ Herramientas manuales

- ✓ Bolsa de arpillera

b. Elección del punto de extracción de arcilla. Para la elección del punto de extracción de la arcilla se escogió de la parte intermedia de la cantera ya que en ella se encontró arcilla natural sin sustancias contaminantes, la arcilla que no está contaminada tiene peso ligero, es frágil y color uniforme, teniendo en cuenta estos tres indicadores se escogió la arcilla a utilizar.



Figura 34. Cantera de arcilla en la ladrillera de Saños
FUENTE: Imagen Propia

Una vez que se eligió y se extrajo la arcilla natural se juntó un total de 1100.00 kg; tanto para el análisis granulométrico como para la materia prima para el ladrillo artesanal.

- c. **Toma de datos.** La cantidad de arcilla recolectada de la cantera de San Pedro de Saños fue de 1100 Kg; tiene tamaños inferior a 0.0039 mm

Tabla 23. Toma de datos de arcilla

Material	Cantidad (kg)
Arcilla	1100.00 kg

FUENTE: Propia

Con respecto a las características de la arcilla; se tiene que la arcilla recolectada es de color marrón claro, tiene peso ligero y es frágil, lo que indica que la arcilla no está contaminada con partículas y sustancias del suelo.

Tabla 24. Características de la arcilla

Características del material de arcilla	
Color:	Marrón Claro
Origen:	Mineral
Tipo:	Poroso, absorbente y resistente
Estado:	Seco
Tenacidad	Frágil
Peso extraído (kg)	1100 Kg.

FUENTE: Propia

Se tomó una porción de la arcilla, libre de materias contaminantes la misma que se le llevo a un Laboratorio de Suelos y se le hizo los respectivos ensayos; de ella se desprende que según clasificación SUCS las muestras son arcillas inorgánicas de media plasticidad, arcillas con grava, arena y finos.

Tabla 25. Limite líquido, plástico e índice de plasticidad y clasificación SUCS

MATERIAL	CANTERA	MUESTRA	LIMITE LIQUIDO (LL)	LIMITE PLASTICO (LP)	INDICE DE PLASTICIDAD	PESO ESPECIFICO	CLASIFIC SUCS
ARCILLA	ESTRATO 01	M-1	19.08	9.43	9.65	2.15	CL

FUENTE: Propia

El análisis granulométrico de la arcilla es una manera de determinar las proporciones relativas de los diferentes tamaños de las partículas de la arcilla; para realizar el analizar granulométrico de la arcilla se tomó una pequeña porción de la arcilla, la misma que se llevó a Laboratorio y la misma que se resume en el siguiente cuadro:

Tabla 26. Granulometría de la puzolana

Po=	500	gramos				
Tamiz (mm)	Tamiz (ASTM)	Peso retenido	Peso corregido	% retenido	% Retenido acumulado	% Que pasa
76.20	3"	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
50.30	2"	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
38.10	1 1/2"	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
25.40	1"	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
19.05	3/4"	7.48	7.50	1.50	1.50	98.50
12.70	1/2"	10.48	10.50	2.10	3.60	96.40
9.52	3/8"	2.48	3.00	0.60	4.20	95.80
6.35	1/4"	2.49	2.50	0.50	4.70	95.30
4.75	Nº 4	3.99	4.00	0.80	5.50	94.50
2.00	Nº 10	1.98	2.00	0.40	5.90	94.10
0.84	Nº 20	3.95	4.00	0.80	6.70	93.30
0.60	Nº 30	6.99	7.00	1.40	8.10	91.90
0.43	Nº 40	7.49	7.50	1.50	9.60	90.40
0.30	Nº 60	10.49	10.50	2.10	11.70	88.30
0.15	Nº 100	0.99	1.00	0.20	11.90	88.10
0.075	Nº 200	3.48	3.50	0.70	12.60	87.40

mayor N° 200	436.96	437.00	87.40	100.00	0.00
Total	499.25	500.00	100.00		

FUENTE: Propia

De la tabla N° 21, Se tiene la distribución de tamaños de la arcilla; de ello se desprende que la mayor cantidad del material quedo retenida en el fondo, con un 87.40% y la menor cantidad quedo retenida en la malla N° 100, con un 0.20%.

En la figura N° 35, se muestra los resultados del análisis granulométrico de la arcilla; en ella se muestra los porcentajes de cada clase de suelo, agrupados de acuerdo al diámetro de sus partículas.

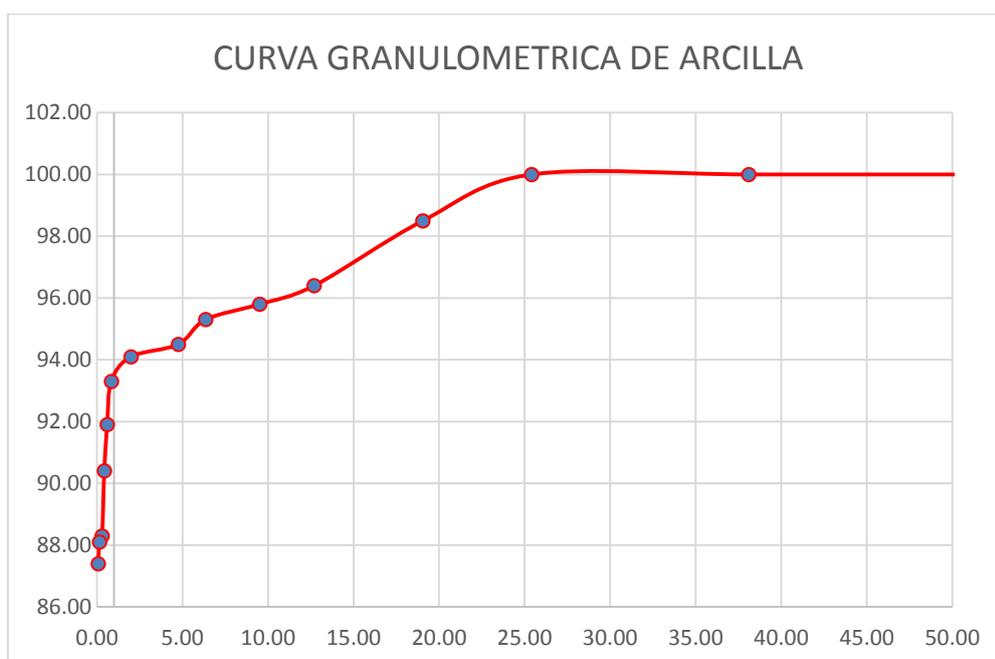


Figura 35. Gráfico de la Curva Granulométrica de la arcilla
FUENTE: Elaboración Propia

3.7.1.3. Recolección de vidrio triturado:

a. Elección de vidrio triturado. La recolección de vidrio, fue recolectado de las diversas vidrierías ubicadas en la ciudad de Huancayo, todas ellas material desechable de dichos establecimientos. Se extrajo un

promedio total de 190 kg de vidrio triturado para uso en esta investigación.



Figura 36. Recolección de vidrio
FUENTE: Propia

b. Toma de datos:

La cantidad de vidrio triturado reciclable recolectado de vidrierías de la zona de Huancayo fue de 190 kg.

Tabla 27. Toma de datos de vidrio triturado

Material	Cantidad (Kg)
Vidrio Triturado	190.00 kg

FUENTE: Propia

Dicho material recolectado son piezas de diferentes tipos de vidrio de color transparente, tiene peso ligero por ser retazos de vidrio y es frágil por su misma composición.

Tabla 28. Características del vidrio

Características del material de vidrio triturado	
Color	Transparente

Origen	arena, pedernal o cuarzo
Tipo	vidrio común
Estado	seco
Tenacidad	duro y frágil
Peso extraído (kg)	190.00 kg.

FUENTE: Propia

Luego del proceso de la trituración del vidrio se observó que el vidrio triturado pierde un porcentaje de cantidad del vidrio; tal como lo muestra la tabla N° 30:

Tabla 29. Toma de datos del vidrio común

Material	Peso recolectado (kg)
Vidrio reciclado	190.00
Vidrio triturado	170.00

FUENTE: Propia

En el gráfico adjunto se puede ver la cantidad de recolección del vidrio común de las vidrierías ubicadas en la ciudad de Huancayo y después de que fue triturada, se puede notar que hay una ligera disminución de peso.

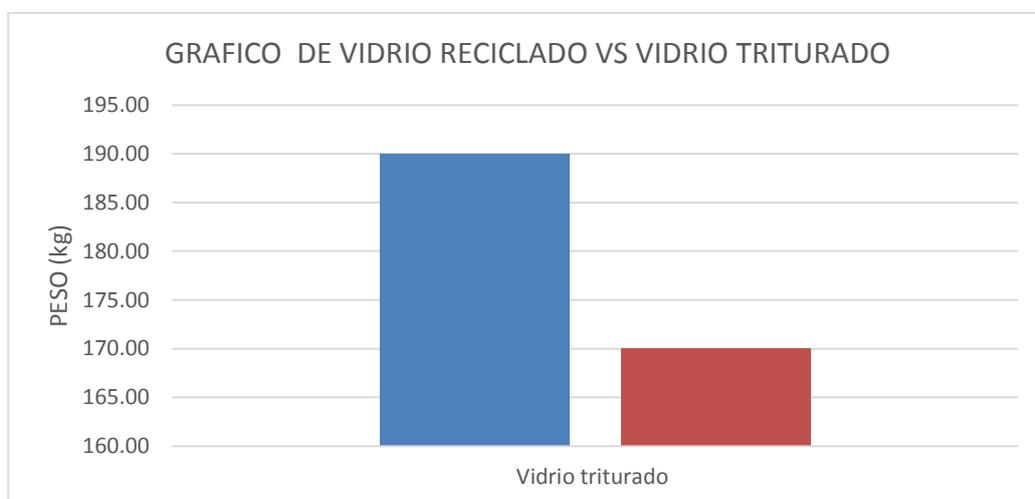


Figura 37. Gráfico de la diferencia de pesos del vidrio reciclado y vidrio triturado

FUENTE: Propia

El análisis granulométrico del vidrio triturado es una manera de determinar las proporciones relativas de los diferentes tamaños de las partículas del vidrio triturado; para realizar el analizar granulométrico del vidrio; se tomó una pequeña porción del vidrio, la misma que se llevó a Laboratorio y la misma que se resume en el siguiente cuadro:

Tabla 30. Granulometría del vidrio triturado:

ABERTURA		RETENIDO EN gr		% retenido Acumulado	% Que pasa	Límite % que pasa ASTM C33
Tamiz (mm)	Tamiz (ASTM)	Peso retenido	Peso corregido			
9.50	3/8"	3.80	0.00	0.00	100.00	100
4.75	Nº 4	32.40	32.40	4.54	95.46	95-100
2.38	Nº 8	100.40	132.80	18.59	81.41	80-100
1.19	Nº 16	200.50	333.30	46.67	53.33	50-85
0.60	Nº 30	176.30	509.60	71.35	28.65	25-60
0.30	Nº 50	111.40	621.00	86.95	13.05	10--30
0.15	Nº 100	54.10	675.10	94.53	5.47	2--10
0.075	Nº 200	21.50	696.60	97.54	2.46	—
FUENTE		17.60	714.20	100.00	0.00	

Error admisible (e): 0.806 ≤ 1% **ok**
Módulo de Finura (MF): 3.226

Se tiene la distribución de tamaños del vidrio triturado en la proporción como se observa en la siguiente figura Nº 38; de ello se desprende que la mayor cantidad del material quedo retenida en la malla Nº 16, con un 27.92% y la menor cantidad quedo retenida en la malla 3/8", con un 0.53%.

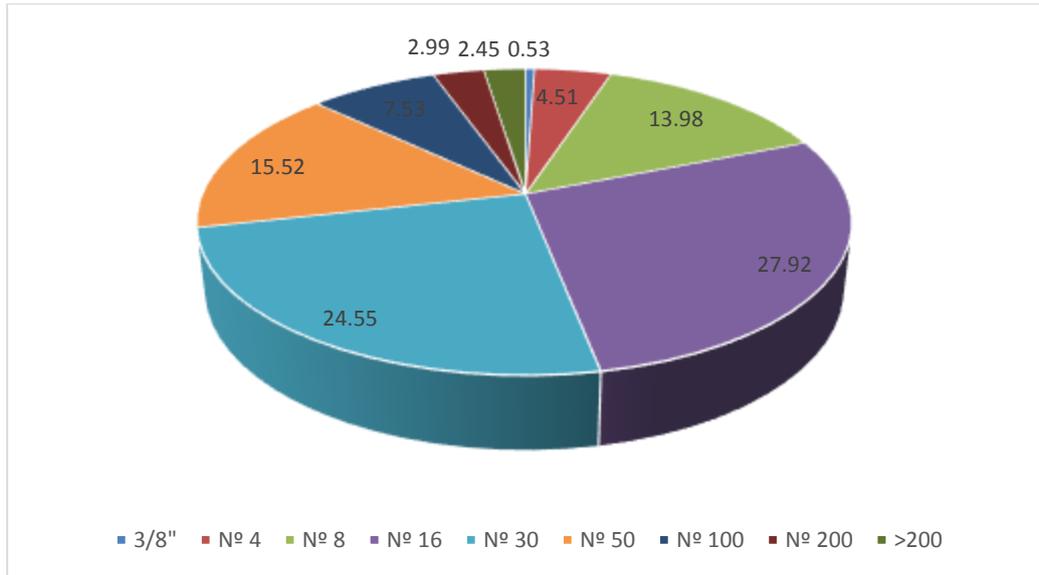


Figura 38. Gráfico de porcentaje de vidrio triturado retenida en cada tamiz
FUENTE: Elaboración Propia

En la figura N° 39; se muestra los resultados del análisis granulométrico en ella se presenta los porcentajes de cada clase de suelo, agrupados de acuerdo al diámetro de sus partículas.

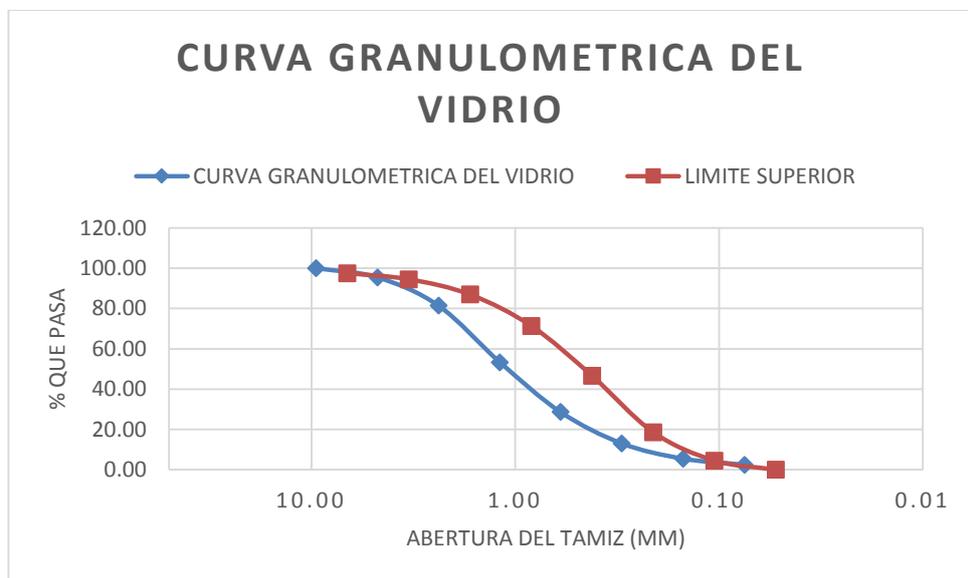


Figura 39. Curva Granulométrica del vidrio triturado
FUENTE: Elaboración Propia

3.7.2. Elaboración de ladrillos de arcilla:

3.7.2.1. Elaboración de ladrillos de arcilla en la ladrillera de Saños:

a. Materiales usados para la elaboración de ladrillos de la ladrillera de Saños.

Los materiales utilizados en la presente investigación han sido los siguientes:

- ✓ Arcilla
- ✓ Aserrín
- ✓ Leña para cocción
- ✓ Carbón

b. Dosificación del ladrillo tradicional de la ladrillera de Saños:

Para calcular el porcentaje de insumos de los ladrillos fabricados en la ladrillera de Saños se tomaron muestras del peso húmedo, crudo y cocido de la misma Ladrillera (un total de 05 muestras) de estas se promediaron los resultados de tal manera que quedó de la siguiente manera:

Tabla 31. Toma de datos de los pesos crudo y cocidos de ladrillera de Saños

<i>Ladrillo artesanal</i>	<i>Peso Húmedo (gr.)</i>	<i>Peso Crudo (gr.)</i>	<i>Peso Cocido (gr.)</i>
Ladrillo 01	4236.52	3425.68	3036.00
Ladrillo 02	4215.64	3410.25	3040.00
Ladrillo 03	4075.65	3342.35	3035.00
Ladrillo 04	4085.95	3345.89	3038.00
Ladrillo 05	4115.26	3375.85	3039.50
Promedio	4145.80	3380.00	3037.70

FUENTE: Propia

El peso promedio del ladrillo crudo es de 3380.00 gramos y el peso del ladrillo cocido es de 3038 gramos. En base al peso del ladrillo crudo se calcula el peso de los insumos del ladrillo que es la arcilla, agua y aserrín:

Tabla 32. Dosificación del ladrillo artesanal en pesos

<i>Descripción</i>	<i>Peso (gr.)</i>	<i>Peso (kg.)</i>	<i>Porcentaje (%)</i>
Peso del ladrillo crudo	3380	3.38	100
Peso del ladrillo cocido	3037.70	3.04	89.87
Agua en el Ladrillo	342.3	0.34	10.13
Arcilla + Aserrín en el Ladrillo	3037.7	3.04	89.87

FUENTE: Propia

Del cuadro se desprende que los porcentajes de los insumos utilizados en el ladrillo son los siguientes:

Tabla 33. Dosificación del ladrillo artesanal en porcentaje

<i>Insumos</i>	<i>% dosif.</i>
Arcilla + Aserrín	89.87%
Agua	10.13%
Total	100%

FUENTE: Propia

Asimismo en el gráfico adjunto se muestra la dosificación del ladrillo artesanal de la ladrillera de Saños



Figura 40. Dosificación del ladrillo artesanal

FUENTE: Propia

b) Procedimiento de la elaboración del ladrillo:

- Se procedió con la recolección de la arcilla, la misma que fue extraída de la misma cantera que queda en el mismo lugar.
- Seguidamente se mezclaron el agua con arcilla. En la ladrillera de Saños la dosificación con la cual trabajaron fue dado por números de buggies de arcilla así como por baldes de agua. Su producción fue a destajo.
- Para darle consistencia y buen acabado a la mezcla utilizaron el aserrín el cual es apilado en grandes cantidades en la ladrillera.
- los materiales dosificados se colocaron con mucho cuidado a la maquina mezcladora para que la materia prima del ladrillo como son: arcilla, aserrín y agua estén uniformemente regulados y combinados. Posteriormente a la salida de esta se pudo observar una masa pastosa y concisa; la cual nos indicó que ya está lista para amoldarla.
- Teniendo ya la masa lista se procedió a la colocación de la mezcla en la gaberías (denominado así al material de molde que usa para poner la masa dosificada)
- Los ladrillos frescos en masa que recién se fabricaron se pusieron en la intemperie la cual es un área segura y con amplia ventilación, para que pueda tener un secado uniforme, la recomendación fue que deben de secar una semana antes de ser introducidos al horno y su posterior quemado de las unidades de albañilería.
- Seguidamente se procedió con el pesaje del ladrillo húmedo con ayuda de una balanza al gramo.
- Ya obtenidas las muestras secas; se procedió con el cocido del ladrillo en el horno preparado para ello.

- Ya obtenidas las muestras secas, se preparó el horno para asentar los ladrillos, se puso carbón en la parte media del horno para una mejor cocción.
- Posterior a la semana del secado de los ladrillos, se preparó el horno que tuvo una capacidad para seis millares de ladrillos, para quemar los ladrillos se colocaron con mucho cuidado en el horno, se utilizó el carbón para una mejor cocción, el proceso de cocción duró un periodo de 21 días.
- Seguidamente al periodo del quemado de ladrillos; el horno ladrillero se enfrió mínimamente por 12 horas, posteriormente se retiró los ladrillos del horno con mucho cuidado, teniendo así un total de 105 ladrillos elaborados en la misma ladrillera de Saños.



Figura 41. Apilamiento de grandes cantidades de aserrín
FUENTE: Imagen Propia



Figura 42. Mezclado de masa cerámica con ayuda de equipo
FUENTE: Imagen Propia



Figura 43. Moldeado de la masa cerámica
FUENTE: Imagen Propia



Figura 44. Unidades de albañilería siendo apiladas al horno
FUENTE: Imagen Propia

c) Preparación de los 105 ladrillos de la ladrillera de Saños :

Puesto que a los ladrillos elaborados en San Pedro de Saños se les hizo ensayos por cada propiedad física y mecánica, se sacó el peso por cada unidad de ladrillo en kilogramos, así como el total de kilos de insumos que se necesitaron para los 105 ladrillos las cuales fueron usadas para todos los ensayos requeridos para este tipo de ladrillo.

Tabla 34. Dosificación para 105 unidades de ladrillo para los ensayos físicos y mecánicos

<i>Insumos</i>	<i>Cantidad Total</i>
Arcilla (Kg) + Aserrín (Kg)	319.20
Agua (Kg/m3)	35.70
Total	354.90

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados de los pesos promedio de los ladrillos artesanales de Saños por unidad; se resume en el siguiente gráfico:

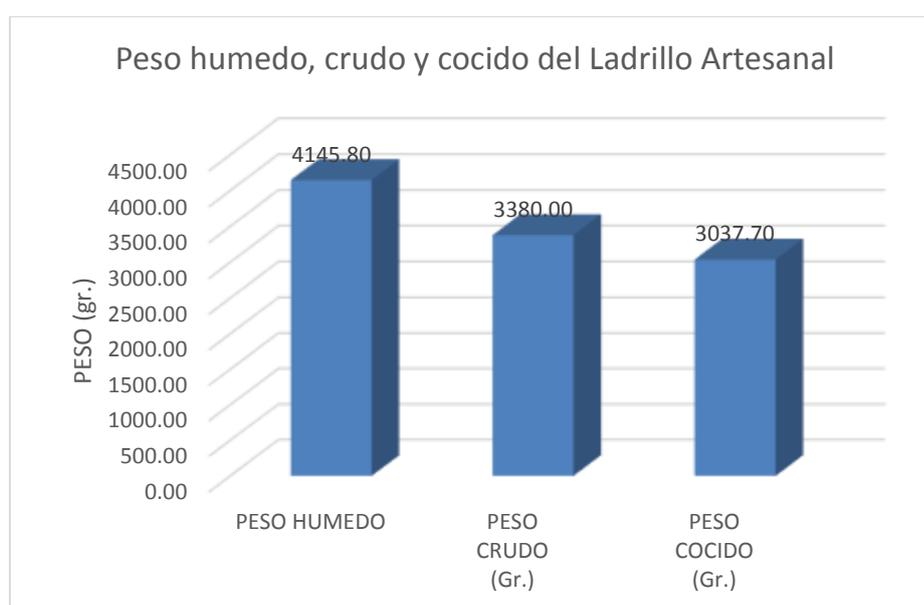


Figura 45. Pesos promedio del ladrillo artesanal
FUENTE: Elaboración Propia

3.7.2.2. Elaboración de ladrillos de arcilla adicionados con puzolana molida:

a. Materiales para ladrillo artesanal con puzolana:

Los materiales utilizados para la elaboración del ladrillo con puzolana fueron los siguientes:

- ✓ Arcilla
- ✓ Puzolana
- ✓ Leña para cocción
- ✓ Carbón

b. Dosificación del ladrillo adicionado con puzolana natural molida.

Para la dosificación del ladrillo puzolánico se tomaron como base los pesos crudo y cocido de los ladrillos artesanales de San Pedro de Saños. Asimismo se quitó el insumo del aserrín que se usa en la fábrica de ladrillos Saños por ser el material que le da consistencia.; este fue reemplazado por la puzolana en el porcentaje de un 10%; partiendo de esto tenemos el siguiente cuadro en donde se calculó el peso en gramos del agua y también de la arcilla:

Tabla 35. Dosificación incorporando 10% de puzolana en gramos

<i>Insumos</i>	<i>Peso Crudo</i>	<i>Peso cocido</i>	<i>agua</i>	<i>Arcilla</i>
agua + arcilla	3042	2733.93	308.07	2733.93
puzolana	338	303.77		
Total	3380	3037.7		

FUENTE: Elaboración Propia

En la siguiente Tabla se muestra la siguiente dosificación de cada uno de los insumos del ladrillo puzolánico en porcentaje:

Tabla 36. Dosificación incorporando 10% de puzolana en porcentaje

<i>Insumos</i>	<i>Peso en gramos</i>	<i>Peso en Kilos</i>	<i>%</i>
puzolana	338	0.34	10
agua	308.07	0.31	9.11
arcilla	2733.93	2.73	80.89
Total	3380	3.38	100

FUENTE: Elaboración Propia

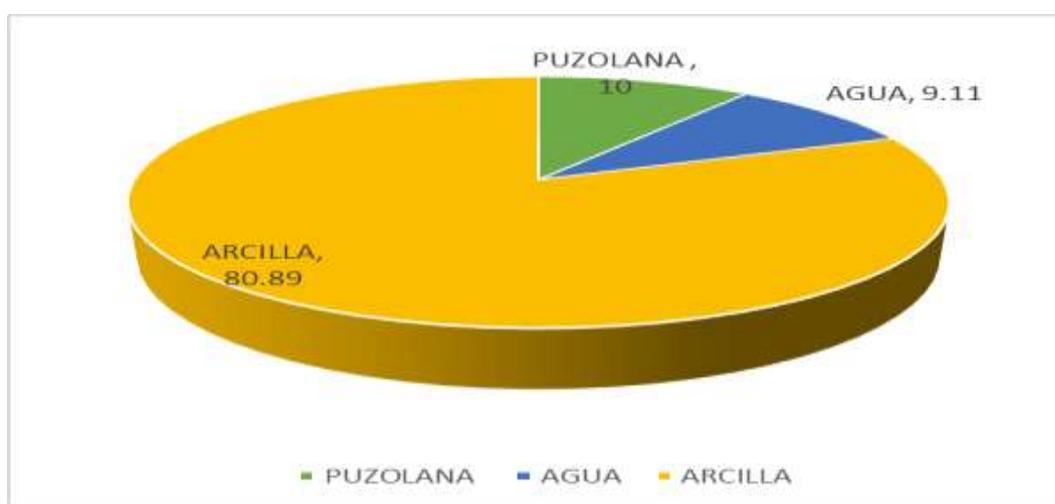


Figura 46. Dosificación del ladrillo puzolánico
FUENTE: Elaboración Propia

c) Procedimiento de la elaboración del ladrillo con puzolana.

- Obtenidas la puzolana de la cantera del anexo de Pititayo Chongos Alto se procedió a moler la puzolana muy fina como el de una arena. Asimismo se procedió a la Ladrillera de Saños.
- Se extrajo arcilla de la cantera la misma que se encuentra en la ladrillera.
- Se procedió con la mezcla de la arcilla, agua y puzolana, este último utilizado en reemplazo del aserrín que es uno de los insumos que se utilizó en la Ladrillera Saños.

- Se vertió la mezcla manualmente con la ayuda de una lampa, se procedió a mezclar todos los insumos incluido la puzolana, añadiendo agua necesaria para la dosificación
- Obtenida ya la masa pastosa se procedió con el moldeo del nuevo material, con la ayuda de la gavera (material de molde del ladrillo)
- Luego de moldeado la mezcla se sacaron los ladrillos del molde con mucho cuidado, para no deformar de la masa.
- Una vez obtenidas las muestras secas, se preparó el horno para asentar los ladrillos, se puso carbón en la parte media del horno.
- Se acomodó los ladrillos secos al horno preparado para su cocción por un lapso de 21 días.
- Pasados los 21 días del cocido del ladrillo, se procedió con el retiro de la muestra del horno.



Figura 47. Secado de la puzolana recolectada
FUENTE: Imagen Propia



Figura 48. Mezcla de arcilla y agua manualmente
FUENTE: Imagen Propia



Figura 49. Incorporación del insumo puzolánico en la masa cerámica
FUENTE: Imagen Propia



Figura 50. Secado de ladrillo puzolánico
FUENTE: Imagen Propia

d) Preparación de los 105 ladrillos con puzolana :

Con los porcentajes obtenidos calculados para el ladrillo puzolánico, se elaboraron 05 muestras de estas; de los cuales obtuve los siguientes pesos crudo y cocido.

Tabla 37. Toma de Datos de los pesos crudo y cocidos del ladrillo con puzolana

<i>Ladrillo puzolánico</i>	<i>Peso húmedo (gr.)</i>	<i>Peso crudo (gr.)</i>	<i>Peso cocido (gr)</i>
Ladrillo 01	4256.25	3557	3376.00
Ladrillo 02	4260.35	3558.5	3377.65
Ladrillo 03	4295.65	3562.6	3379.75
Ladrillo 04	4280.78	3560.25	3378.90
Ladrillo 05	4275.95	3559.85	3374.80
Promedio	4273.80	3559.64	3377

FUENTE: Elaboración Propia

Del cuadro se desprende que se aumentó un 10% de puzolana y por ende hubo un aumento sustancial del peso del ladrillo. Con los porcentajes calculados y el promedio del pesaje obtenido del ladrillo puzolánico tenemos para cada insumo los siguientes pesos en gramos:

Tabla 38. Dosificación en pesos en kilos del ladrillo puzolánico

<i>Descripción</i>	<i>%</i>	<i>Peso en Crudo (gr.)</i>	<i>Peso en Kilos</i>
Agua en el ladrillo	9.13	325.00	0.33
Arcilla en el ladrillo	80.87	2878.68	2.88
Puzolana	10	355.96	0.36
TOTAL	100	3559.64	3.56

FUENTE: Propia

Puesto que a nuestro ladrillo con puzolana le haremos ensayos por cada propiedad física y mecánica, sacamos el peso total de kilos de insumos que necesitamos para los 105 ladrillos las cuales serán usadas para todos los ensayos mencionados líneas arriba.

Tabla 39. Dosificación para 105 unidades de ladrillos para los ensayos físicos y mecánicos

<i>Insumos</i>	<i>Cantidad total</i>
Arcilla (Kg)	302.4
Agua (Kg/m ³)	34.65
Puzolana (kg)	37.8
Total	374.85 K

FUENTE: Propia

Teniendo los resultados de los pesos promedio de los ladrillos artesanales de Saños y ladrillos puzolánicos, procedimos a compararlos en el siguiente gráfico:

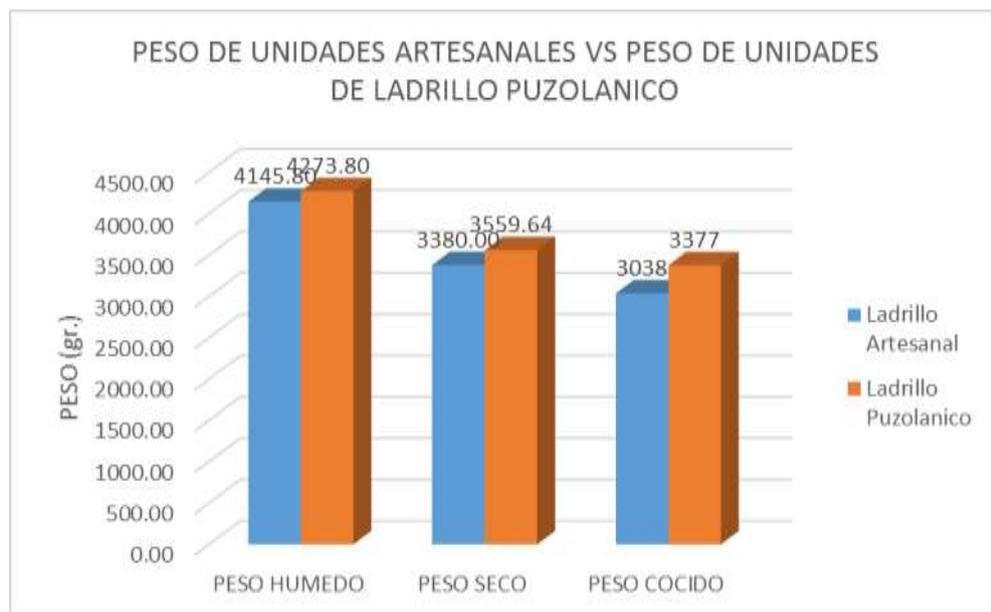


Figura 51. Comparación de pesajes del ladrillo artesanal con el ladrillo puzolánico
FUENTE: Elaboración Propia

Se puede afirmar a partir de los datos que los ladrillos puzolánicos tienen un peso relativamente mayor comparados con los ladrillos artesanales tradicionales debido a sus partículas porosas que retiene más agua y durante el proceso de cocido fue eliminada, como se muestra en la figura N° 51.

3.7.2.3. Elaboración de ladrillos de arcilla adicionados con puzolana molida y vidrio triturado:

a. Materiales para Ladrillo Artesanal con Puzolana y Vidrio Triturado

Los materiales utilizados en la elaboración del ladrillo mixto fueron los siguientes:

- ✓ Arcilla
- ✓ Agua
- ✓ Puzolana
- ✓ Vidrio triturado
- ✓ Leña para cocción
- ✓ Carbón

b. Dosificación del ladrillo adicionado con vidrio triturado y puzolana

(ladrillo mixto). Para la dosificación del ladrillo mixto se tomaron como base los pesos crudo y cocido de los ladrillos artesanales de San Pedro de Saños. Asimismo se quitó el insumo del aserrín que se usa en la fábrica de ladrillos Saños por ser el material que le da consistencia.; este fue reemplazado por la puzolana en el porcentaje de un 10% y también por Vidrio Triturado en un 10%; que hacen un total de 20%.

Puesto que nuestro ladrillo mejorado será agregarle 20% de Puzolana y vidrio triturado a nuestra mezcla; partiendo de esto tenemos el siguiente cuadro en donde calculamos el peso en gramos del agua y también de la arcilla:

Tabla 40. Dosificación incorporando 20% de puzolana y vidrio triturado en Gramos

<i>Insumos</i>	<i>Peso crudo (gr.)</i>	<i>Peso cocido (gr.)</i>	<i>agua</i>	<i>arcilla</i>
agua + arcilla	2704	2430.16	273.84	2430.16
puzolana	338	303.77		
vidrio	338	303.77		
Total	3380	3037.70		

FUENTE: Elaboración Propia

En la Tabla N° 42, se muestra la siguiente dosificación de cada uno de los insumos del ladrillo mixto en porcentaje:

Tabla 41. Dosificación incorporando 20% de puzolana y vidrio triturado en porcentaje

<i>Insumos</i>	<i>Peso en gramos</i>	<i>Peso en Kilos</i>	<i>%</i>
Puzolana	338	0.338	10%
Vidrio	338	0.338	10%
Agua	273.84	0.27384	8.12%
Arcilla	2430.16	2.43016	71.88%
Total	3380	3.38	100%

FUENTE: Elaboración Propia

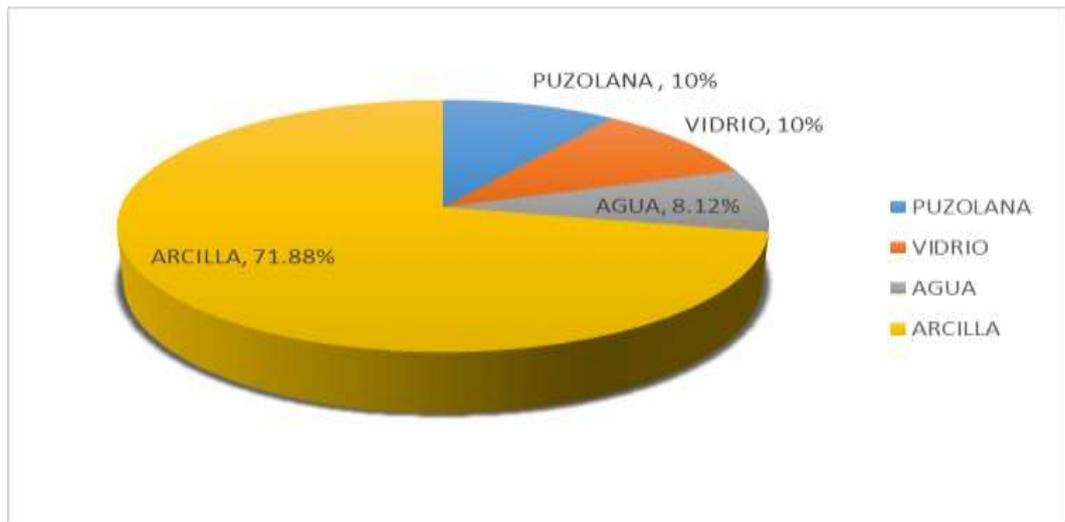


Figura 52. Dosificación del ladrillo mixto
FUENTE: Elaboración Propia

c. Procedimiento de la elaboración del ladrillo:

- Obtenidas la puzolana molida y el vidrio triturado, se procedió a pesarlas y a dosificarlas para el ladrillo mejorado.
- Se extrajo arcilla de la cantera, la misma que se encuentra en la ladrillera de San Pedro de Saños.
- Se procedió con la mezcla de la arcilla y agua
- En reemplazo al aserrín que es uno de los insumos que se utiliza en la Ladrillera Saños; se añadió puzolana molida y vidrio triturado; en la mezcla de arcilla y agua.
- Se vertió la puzolana y vidrio triturado manualmente con ayuda de unos guantes y botas; se combinó todo con la ayuda de una lampa.
- Se obtuvo una masa pastosa y bien dosificada se procedió con el moldeo del material, para eso se utilizó material de molde del ladrillo, llamadas gabereras.
- Una vez bien moldeado se sacaron los ladrillos del molde con mucho cuidado, para no deformar de la masa.

- Ya obtenidas las muestras secas, se preparó el horno para asentar los ladrillos, se puso carbón en la parte media del horno
- Pasados los 21 días del cocido del ladrillo, se procedió con el retiro de las muestras del horno.



Figura 53. Vista de la obtención del vidrio triturado
FUENTE: Imagen Propia



Figura 54. Incorporación del vidrio triturado en la masa cerámica
FUENTE: Imagen Propia



Figura 55. Proceso de mezclado manual con protección en pies y manos
FUENTE: Imagen Propia

d. Preparación de los 105 ladrillos mixtos :

Con los porcentajes obtenidos calculados para el ladrillo mixto, elaboramos 05 muestras de estas; de los cuales obtuve los siguientes pesos crudo y cocido.

Tabla 42. Toma de Datos de los pesos húmedo, crudo y cocido del Ladrillo Mixto (Puzolana y Vidrio Triturado)

<i>Ladrillo Mixto</i>	<i>Peso (gr.)</i>	<i>Peso crudo (gr.)</i>	<i>Peso cocido (gr)</i>
Ladrillo 01	4380.2	3665.2	3483.50
Ladrillo 02	4372.45	3660.84	3481.65
Ladrillo 03	4392.52	3678.52	3486.52
Ladrillo 04	4405.95	3685.2	3488.65
Ladrillo 05	4410.26	3693.56	3489.72
promedio	4392.28	3676.66	3486.01

FUENTE: Elaboración Propia

Del cuadro se desprende que al aumentar un 20% de puzolana y vidrio triturado; hay un aumento sustancial del peso del ladrillo. Con los porcentajes calculados y el promedio del pesaje obtenido del ladrillo mixto tenemos para cada insumo los siguientes pesos en gramos:

Tabla 43. Dosificación en pesos en kilos del ladrillo mixto

Descripción	%	Peso en crudo (gr.)	Peso en kilos
Agua en el ladrillo	8.12	298.54	0.30
Arcilla en el ladrillo	71.88	2642.78	2.64
Vidrio triturado	10	367.77	0.37
Puzolana	10	367.67	0.37
TOTAL	100	3676.76	3.68

FUENTE: Elaboración Propia

Puesto que a nuestro ladrillo con Vidrio triturado y puzolana le haremos ensayos por cada propiedad física y mecánica, sacamos el peso por unidad de ladrillo en kilogramos, así como el total de kilos de insumos que necesitamos para los 105 ladrillos las cuales serán usadas para todos los ensayos mencionados líneas arriba.

Tabla 44. Dosificación por 105 unidades de ladrillo Mixto para los ensayos físicos y mecánicos

<i>Insumos</i>	<i>Cantidad total</i>
Arcilla (Kg)	303.60
Agua de Diseño (Kg/m3)	34.50
Vidrio Triturado (kg)	42.55
Puzolana (kg)	42.55
Total	423.20

Fuente: Elaboración Propia

Teniendo los resultados de los pesos promedio de los ladrillos artesanales de Saños y Ladrillos Mixtos, se procedió a compararlos en el siguiente gráfico:



Figura 56. Comparación de pesajes del ladrillo artesanal con el ladrillo mixto
FUENTE: Elaboración Propia

Se puede afirmar a partir de los datos que los ladrillos mixtos tienen un peso relativamente mayor comparados con los ladrillos artesanales tradicionales debido a sus partículas porosas que retiene más agua y durante el proceso de cocido fue eliminada, como se muestra en la figura N° 56.

3.7.2.4. Elaboración de ladrillos de arcilla adicionados con vidrio triturado:

a. Materiales para Ladrillo Artesanal con Vidrio Triturado.

Los materiales utilizados en la elaboración del ladrillo mixto fueron los siguientes:

- ✓ Arcilla
- ✓ Vidrio triturado
- ✓ Leña para cocción
- ✓ Carbón

b. Dosificación del ladrillo adicionado con vidrio triturado. Para la dosificación del ladrillo con vidrio triturado se tomaron como base los pesos crudo y cocido de los ladrillos artesanales de San Pedro de Saños.

Asimismo se quitó el insumo del aserrín que se usa en la fábrica de ladrillos de Saños por ser el material que le da consistencia.; este fue reemplazado por el vidrio triturado en un porcentaje de 30%. Partiendo de esto en la tabla N° 46 se especifica el peso en gramos del agua, de la arcilla y del vidrio triturado:

Tabla 45. Dosificación incorporando 30% de vidrio triturado en gramos

<i>Insumos</i>	<i>Peso crudo (gr.)</i>	<i>Peso cocido (gr.)</i>	<i>agua</i>	<i>arcilla</i>
agua + arcilla	2366	2044.9	321.1	2044.9
Vidrio	1014	992.1		
Total	3380	2044.9		

FUENTE: Elaboración Propia

En la Tabla N° 47, se muestra la dosificación de cada uno de los insumos del ladrillo con vidrio triturado en porcentaje:

Tabla 46. Dosificación incorporando 30% de vidrio triturado en porcentaje

<i>Insumos</i>	<i>Peso en gramos</i>	<i>Peso en Kilos</i>	<i>%</i>
Vidrio	1014	1.01	30
Agua	321.1	0.32	9.5
Arcilla	2044.9	2.04	60.5
Total	3380	3.38	100%

FUENTE: Elaboración Propia

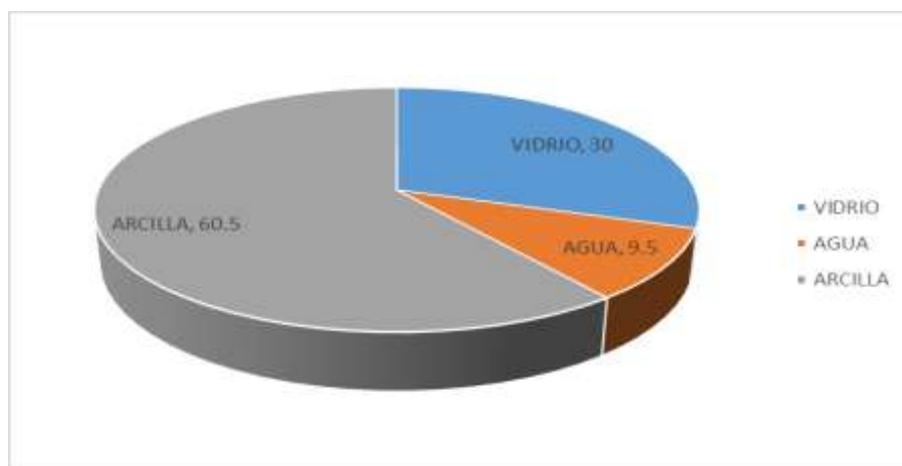


Figura 57. Dosificación del ladrillo con vidrio triturado

FUENTE: Elaboración Propia

c. Procedimiento de la elaboración del ladrillo:

- Se realizó la trituración de los vidrios de manera manual, con ayuda de una comba.
- Después se pesó la cantidad a utilizar en la mezcla, con la ayuda de una romana.
- Se realizó la recolección de la materia prima de la arcilla. La misma que está al lado de la Fábrica de ladrillos de San Pedro de Saño.
- Se realizó mezcla la arcilla y agua, y se le añadió el vidrio triturado; en la mezcla de arcilla y agua.
- Se vertió la mezcla manualmente, el operador estuvo protegido con guantes y botas de jebe, con la ayuda de una lampa se procedió a mezclar los 03 insumos, se vertió agua necesaria para la mezcla.
- Se colocó una cantidad necesaria de mezcla en cada molde. Compactándose de manera cuidadosa
- Una vez moldeado se sacaron los ladrillos del molde con mucho cuidado, para no deformar de la masa.
- Se esperó 07 días para que las muestras sequen a cielo abierto.
- Ya obtenidas las muestras secas, se preparó el horno para asentar nuestros ladrillos, se puso carbón en la parte media del horno.
- Se acomodó los ladrillos secos al horno preparado para su cocción por un lapso de 21 días.
- A los 21 días del cocido del ladrillo, se procedió con el retiro de mi muestra del horno.

d. Preparación de los 105 ladrillos con vidrio triturado:

Con los porcentajes obtenidos calculados para el ladrillo con vidrio triturado, elaboramos 05 muestras de estas; de los cuales obtuve los siguientes pesos húmedo, crudo y cocido

Tabla 47. Toma de Datos de los pesos húmedo, crudo y cocidos del ladrillo con vidrio triturado

<i>Ladrillo con vidrio triturado</i>	<i>Peso (gr.)</i>	<i>Peso crudo (gr.)</i>	<i>Peso cocido (gr)</i>
Ladrillo 01	4535.62	3781.5	3599.00
Ladrillo 02	4516.84	3768.5	3578.00
Ladrillo 03	4525.78	3770.95	3586.00
Ladrillo 04	4528.95	3773.34	3592.65
Ladrillo 05	4530.64	3775.45	3593.75
PROMEDIO	4527.57	3773.95	3589.88

FUENTE: Elaboración Propia

Del cuadro se desprende que al aumentar un 30% de vidrio triturado hay aumento sustancial del peso del ladrillo. Con los porcentajes calculados y el promedio del pesaje obtenido del ladrillo con vidrio triturado; tenemos para cada insumo los siguientes pesos en gramos:

Tabla 48. Dosificación en pesos en del ladrillo con vidrio triturado

Descripción	%	Peso en crudo (gr.)	Peso en kilos
Agua en el Ladrillo	9.5	358.53	0.36
Arcilla en el Ladrillo	60.5	2283.24	2.28
Vidrio Triturado	30	1132.18	1.13

TOTAL	100	3773.95	3.77
-------	-----	---------	------

FUENTE: Propia

Puesto que a nuestro ladrillo con puzolana le haremos ensayos por cada propiedad física y mecánica, sacamos el peso total de kilos de insumos que necesitamos para los 105 ladrillos las cuales serán usadas para todos los ensayos mencionados líneas arriba.

Tabla 49. Dosificación para 105 unidades de ladrillos con vidrio triturado para los ensayos físicos y mecánicos

Insumos	Cantidad Total
Arcilla (Kg)	239.4
Agua (Kg/m3)	37.8
Vidrio Triturado (kg)	118.65
TOTAL	395.85 K

FUENTE: Propia

Teniendo los resultados de los pesos promedio de los ladrillos artesanales de Saños y Ladrillos con vidrio triturado, procedimos a compararlos en el siguiente gráfico:



Figura 58. Comparación de pesajes del ladrillo artesanal con el ladrillo con vidrio triturado

FUENTE: Elaboración Propia

Se puede afirmar a partir de los datos que los ladrillos con vidrio triturado tienen un peso relativamente mayor comparados con los ladrillos artesanales tradicionales debido a sus partículas porosas que retiene más agua y durante el proceso de cocido fue eliminada, como se muestra en la figura N° 58.

3.7.3. Elaboración de pilas y muretes de los diferentes tipos de ladrillo:

a. Materiales para Muretes Y Pilas

Para la construcción de pilas y muretes se utilizaron los siguientes materiales:

- ✓ Ladrillos de la fábrica de San Pedro de Saños
- ✓ Ladrillos con puzolana
- ✓ Ladrillos con vidrio triturado
- ✓ Ladrillo Mixto (vidrio triturado y puzolana)
- ✓ **Cemento Sol (Pórtland Tipo I)**

Especificaciones del fabricante:

Norma técnica: ASTM C-150 y Norma Técnica Peruana 334.009.

Marca comercial: SOL.

Presentación: bolsas de 42.5 kg / granel.

- ✓ **Agregados**

La arena fina fue comprada en una ferretería local.

Los agregados usados en la ciudad de Huancayo generalmente provienen de la Cantera del distrito de Chupuro.

- ✓ **Otros**

Agua.

Todos los materiales utilizados en la construcción de pilas y muretes fueron comprados y conseguidos por mí.

b) Elaboración Técnica. La elaboración de los prismas y muretes fue encargado a un albañil de la localidad, bajo mi supervisión. Los cuales fueron construidos en la misma fecha en la ciudad de Huancayo, en las instalaciones de mi casa. Para asumir el espesor de las juntas tanto de las pilas como de los muretes se calculó el espesor con los datos obtenidos en la variación dimensional las cuales nos arrojaron un espesor de 1.5. cm.

Tabla 50. Calculo de espesor de juntas de mortero

Variación dimensional		
Especímenes	H. Prom (mm)	H. Prom (%)
P-01	79.48	0.16
M-01	77.38	0.32
V-01	76.54	0.31
LT-01	77.29	0.35

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 51. Espesores de Junta Horizontal

Espesores de junta horizontal				
Especímenes	Desviación Estándar (mm)	Junta calculada = $4\text{mm} + 2 \cdot \square$ (mm)	Mínimo requerido 10mm + la junta calculada	Junta Requerida en cm
P-01	0.13	4.25	14.25	1.43

M-01	0.25	4.50	14.50	1.45
V-01	0.24	4.47	14.47	1.45
LT-01	0.27	4.54	14.54	1.45

Fuente: Elaboración Propia

c) Preparación del mortero para muretes y pilas. La norma E 070 especifica que para la preparación del mortero estará constituido por agregado fino y una mezcla de aglomerantes; a los cuales se les tiene que añadir la cantidad necesaria que proporcione una mezcla sin segregación del agregado trabajable y adhesiva. Se tuvo en cuenta lo establecido en la NTP 399.607.

Para la presente investigación se realizó el mortero para pilas y muretes con la proporción cemento portland tipo I – arena fina: 1: 4.

d) Para la elaboración de las pilas y muretes se tomó las siguientes consideraciones:

- ✓ Se empleó mano de obra calificada para el asentado de ladrillos.
- ✓ En esta investigación se realizará el curado constante de pilas y muretes de albañilería (3 veces al día cada 8 horas).
- ✓ Las pilas elaboradas responden al criterio de muros portantes.
- ✓ Para la determinación del espesor de las juntas horizontales de las pilas y muretes se calculó en el ensayo de la variación dimensional.

e) Construcción de pilas de albañilería

Para la construcción de los prismas se tuvo en cuenta el rango de esbelteces definido en la Norma E070, ya que esta define la altura del prisma:

Para ello se tuvo en cuenta:

- ✓ Su fácil construcción a través de emplear unidades enteras.
- ✓ El lugar de almacenamiento, que fue un lugar seco
- ✓ Se transportó al Laboratorio Geolumas.

Teniendo en cuenta estos requisitos se hicieron 20 prismas hechas con ladrillos Artesanales y ladrillos artesanales mejorados. De 03 hileras cada una con un espesor de juntas de 1.5 cm. Las pilas destinadas para la ejecución de este ensayo, fueron elaboradas por personal capacitado (albañil). Se procedió a elaborar 4 pilas de albañilería, las cuales fueron repartidas de la siguiente manera:

- ✓ Para la primera serie se construyeron las pilas con ladrillos artesanales traídos de la Ladrillera Saños.
- ✓ Para la Segunda serie se construyeron pilas con ladrillos con Puzolana.
- ✓ Para la Tercera serie se construyeron pilas con ladrillos con puzolana y vidrio triturado.
- ✓ Para la Cuarta Serie se construyeron pilas con ladrillos con vidrio triturado.

La cantidad de pilas es en función a la zona sísmica, número de pisos y área techada según la norma E 070, Para el departamento de Junín según la NTP E 030 está clasificado como zona sísmica 3, y el análisis será para edificaciones de 3 a 5 pisos por lo que se requerirá de 3 pilas por cada tipo de ladrillo. El espesor de junta horizontal será el mínimo de 10 mm especificado por la NTP E 070.

Además cada Pila se ensayó a los 21 días de edad de acuerdo a lo que indica la NTP E070, con lo cual también se mantuvo constante el tiempo de

curado. Por lo tanto, la construcción de 04 pilas (que corresponde a una serie de ladrillos) se realizó en 2 días de trabajo.

Pilas de albañilería

Espesor de junta	:	1.5 cm.
Cantidad de unidades	:	3 unidades por pila.
Edad de ensayo	:	28 días.
Curado	:	Vía húmeda, 3 veces por día.
Altura	:	32.60 cm

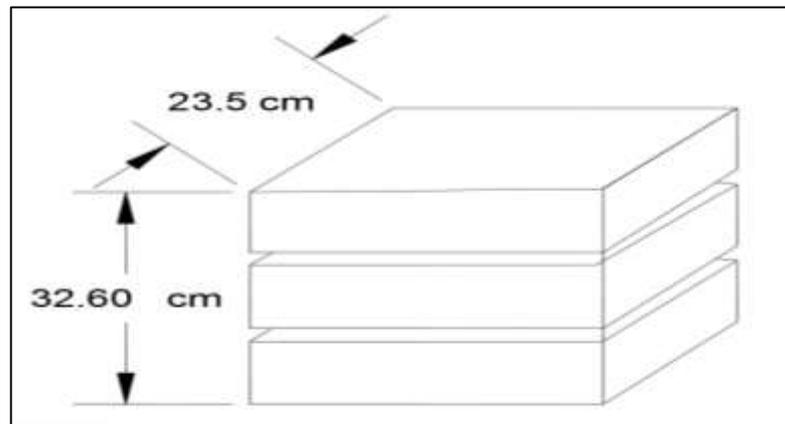


Figura 59. Dimensiones de Pilas
FUENTE: Elaboración Propia

Para la construcción de las pilas se siguieron los siguientes pasos:

- ✓ Media hora antes de la construcción se procedió con la hidratación de los ladrillos artesanales, previa a su asentamiento para mejorar la adherencia unidad mortero.
- ✓ El personal especializado comenzó a elaborar las pilas de ladrillos de 3 unidades, considerando aspectos de verticalidad, espesor de junta y dimensiones especificadas; estas unidades se asentaron una sobre otra con las superficies limpias de polvo y sin agua libre.

- ✓ Los prismas se construyeron verificando su verticalidad con una plomada y una regla metálica. Se procuró que la pila estuviera a plomo por sus 4 costados.
- ✓ El espesor de las juntas de mortero fue de 1.50 cm y se controló este grosor con una regla de madera (escantillón), previamente a esta regla se le hacen unas marcas que indican la altura de cada una de la hiladas a colocar.
- ✓ Luego de terminadas las pilas se procedió con el curado durante 7 días.
- ✓ Pasado los 21 días, se procedió hacer el recubrimiento con yeso en ambas caras inferior y superior.



Figura 60. Hidratación de ladrillos antes de asentamiento con mortero
FUENTE: Elaboración Propia



Figura 61. Verificación de horizontalidad con plomada
FUENTE: Elaboración Propia

f) Construcción de los Muretes de Albañilería.

El trabajo consistió en construir un murete a escala con los ladrillos de arcilla en estudio, mediante ensayos mecánicos se sometió a una determinada fuerza diagonal y así se midió con mucha precisión la resistencia a la compresión diagonal $V'm$ (corte).

En la NTP 399.621 ha elegido el tamaño de esta muestra como el menor tamaño que sería razonable representativo de un muro de albañilería a escala natural, así con estos ensayos poder evaluar su comportamiento ante las fuerzas aplicadas y que estos resultados nos puedan ayudar en el diseño.



Figura 62. Asentamiento de ladrillos por mano de obra calificada
FUENTE: Elaboración Propia

El diseño comprende una geometría cuadrada de 48cm por cada lado, el espesor será el de la albañilería y estará compuesto por 5 hileras de ladrillos de arcilla, el cual estará compuesto 2.0 unidades de albañilería por hilada. Estas estarán asentadas con mortero 1:4, con juntas horizontales de 1.5. cm.

Muretes de albañilería

- Espesor de junta vertical : 1.5 cm.
- Espesor de junta horizontal : 1.5 cm
- Cantidad de unidades : 2 unidades por hilada.

- Cantidad de hiladas : 05 hiladas por muro
- Edad de ensayo : 28 días.
- Curado : Vía húmeda, 3 veces por día.
- Altura – Ancho : 46 cm

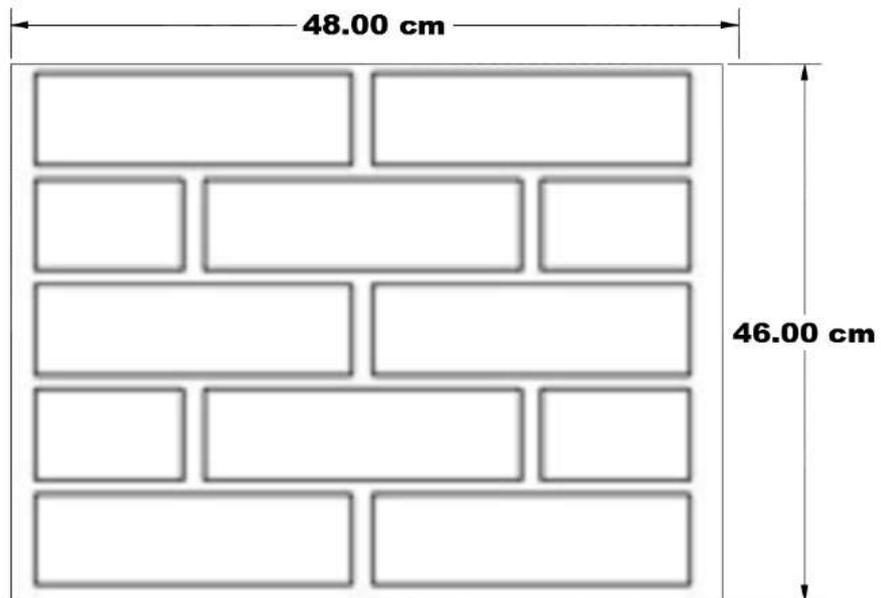


Figura 63. Dimensiones de Muretes
FUENTE: Elaboración Propia

- ✓ Previo al asentado de los ladrillos se realizó el humedecimiento de estas unidades de albañilería durante media hora, 12 horas antes de la construcción cuyo fin es que la albañilería no absorba la humedad del mortero.
- ✓ Las unidades se asentaron una sobre otra con las superficies limpias de polvo y sin agua libre. El alineamiento se realizó presionando verticalmente las unidades sin bambolearlas.
- ✓ Los muretes se construyeron verificando su verticalidad con una plomada y reglas metálicas.

- ✓ Se procuró que el murete estuviera a plomo por sus 4 costados. Además de ello con ayuda del nivel se procedió al alineamiento de los ladrillos luego del asentado con mortero de los ladrillos.
- ✓ Se procedió con la medición de los ladrillos salientes para proceder a cortarlos y llegar a la alineación exacta.
- ✓ El corte de los ladrillos se hizo con un esmeril, la terminación de los ladrillos cortados fue lisa y sin resquebrajaduras.
- ✓ Para la elaboración de los muretes se usó un mortero de mezcla 1:5 con espesor de junta de 1.5 cm, y se controló este grosor con una regla de madera (escantillón); previamente a esta regla se le hacen unas marcas que indican la altura de cada una de la hiladas a colocar. Procurando que las dimensiones no pasaran de 50.0 x 50.0 cm y esté a plomo.
- ✓ Luego de ello se procedió al asentado de los trozos del ladrillo
- ✓ Después de Terminadas los muretes se procedió con el curado durante 7 días.
- ✓ Pasado los 20 días, se procedió hacer el recubrimiento con yeso en ambas caras inferior y superior.
- ✓ Para el ensayo se tuvo que trasladar los 4 muretes; hasta el mismo laboratorio, para lo cual se hizo un embalaje especial de cada uno de ellos y se transportaron hasta el laboratorio, donde finalmente se desembalaron y se procedió hacer el ensayo.



Figura 64. Elaboración de muretes alineados en sus 4 lados
FUENTE: Elaboración Propia



Figura 65. Verificación de horizontalidad con nivel de mano
FUENTE: Elaboración Propia



Figura 66. Curado de Muretes
FUENTE: Elaboración Propia

3.7.4. Ensayos de laboratorio:

3.7.4.1. Ensayos de laboratorio para propiedades físicas:

Los ensayos se realizaron de acuerdo a la NTP 339.613, la NTP 331.018

3.7.4.1.1. Instrumentos de ingeniería.

Para realizar ensayos de laboratorio para las propiedades físicas se emplearon los siguientes instrumentos.

Tabla 52. Instrumentos de ingeniería

<i>Instrumento</i>	<i>Descripción</i>	<i>Referencia</i>
Regla metálica	Regla de acero graduada, de 30 cm. con divisiones desde un extremo de 1 mm	

Balanza

Con capacidad no menor de 2kg y que permita pesadas con una precisión de 0.5 g.



Vernier

Para determinar las dimensiones del ladrillo.



Cuña metálica.-

Cuña graduada en milímetros. Una cuña de medición de 60 mm de longitud por 12.5 mm de ancho por 12.5 mm de espesor en un extremo.



Horno

Con libre circulación de aire que permita mantener una temperatura entre 110 °C y 115 °C



Bandeja o recipiente para agua

Con profundidad interior de no mayor de 12,5 mm y de un largo y ancho tales que resulte un área de no menor de 2 000 cm².



3.7.4.1.2. Muestras para ensayos:

Las muestras están constituidas por ladrillos secos enteros, obtenidos según la Norma ITINTEC 331.019; y la norma NTP 331.01813

La norma indica que se utilizará 10 unidades seleccionadas para determinar el tamaño por cada lote de 50 millares. Para los diferentes ensayos físicos se utilizaron en alguna de ellas 10 unidades por cada tipo de ladrillo y en otras solo 05 depende de la importancia del ensayo, en el siguientes cuadro se describe la cantidad de unidades por cada tipo de ensayo.



Figura 67. Muestras para los ensayos físicos
FUENTE: Elaboración Propia

3.7.4.1.3. Procedimientos por cada tipo de ensayo:

a. Variación dimensional del artesanal:

Esta prueba se realiza para verificar las dimensiones de los ladrillos, ya que ninguna unidad tiene las dimensiones exactas como se indica en las especificaciones técnicas. También es necesario realizar esta prueba para determinar el espesor de las juntas de la albañilería; ya que el rango aceptable de estas es de 10 mm a 15 mm; porque la variación de la junta lleva a una albañilería con baja resistencia a la compresión y a la fuerza de corte.

a.1. Procedimiento.

El método consiste en medir las tres dimensiones de las unidades de longitud y altura, con un ancho de regla de metal calibrado:

- La longitud, ancho y alto se mide en ambos lados y en ambos extremos a partir de los puntos medios de los bordes que limitan las caras, registra esas cuatro medidas con una aproximación de 1 mm y registra su promedio con una aproximación de 0,5 mm.



Figura 68. Medición de ancho de los especímenes
FUENTE: Imagen Propia



Figura 69. Medición del largo de los especímenes
FUENTE: Imagen Propia

b. Alabeo del ladrillo artesanal:

El alabeo es la curvatura cóncava o convexa que está en las caras más grandes del ladrillo.

El efecto de alabeo es muy similar a la de la variación dimensional, ya que al determinar el espesor de las juntas, esto influye en la resistencia a la compresión y la resistencia al corte de albañilería.

La NTP recomienda considerar 4 casos de distorsión en la superficie:

- ✓ Superficies Cóncavas
- ✓ Bordes Cóncavos
- ✓ Superficies Convexas
- ✓ Bordes Convexos

b.1. Procedimiento:

A continuación se describirán los procedimientos realizados en las dos caras mayores del ladrillo. (NTP 399.018):

- ✓ Para medir la superficie cóncava, coloque la regla metálica milimetrada, esta se coloca en forma diagonal en el centro de las caras paralelas al del asiento.
- ✓ Para la medición de la convexidad; con la ayuda de la regla metálica se coloca en forma diagonal de vértice a vértice, en el centro de las caras y se procedió a medir el alabeo.



Figura 70. Medición de la concavidad
FUENTE: Imagen Propia



Figura 71. Medición de la convexidad
FUENTE: Imagen Propia

c. Ensayo de densidad:

La densidad es la relación que existe entre la masa y el volumen, esta va relacionada directamente con la resistencia a la compresión del ladrillo. A partir de ensayos realizados, se evaluará la calidad de ladrillo con que se cuenta.

c.1. Procedimiento:

Se siguió los procedimientos especificados en la NTP 331.01814.

- ✓ Se calientan los especímenes en el horno entre 110°C y 115°C. Luego se enfrían y se procede a pesarlas.

- ✓ Coloque la muestra en un balde lleno de agua en estado de ebullición para su saturación máxima.
- ✓ Se pesa el espécimen sumergido; equilibrando previamente la balanza con el dispositivo de suspensión y la muestra sumergido.



Figura 72. Colocación de las muestras en el horno
FUENTE: Imagen Propia



Figura 73. Pesaje de muestras y de ensayo de absorción
FUENTE: Imagen Propia

d. Ensayo de Succión:

La succión es la medida de la rapidez con la que el ladrillo absorbe agua del mortero y es la característica fundamental para definir la adherencia mortero-unidad en la albañilería. Esta propiedad define tanto la resistencia a tracción como la resistencia a fuerza cortante de la albañilería.

d.1. Procedimiento. Para el ensayo de la succión de los ladrillos, se realizaron siguiendo las indicaciones de la Norma Técnica Peruana 331.018.

Los cinco ladrillos seleccionados fueron colocados al horno eléctrico durante un tiempo de 24 horas, y se deseca a temperatura de 110°.

- Se extrajeron los ladrillos del horno y se pesaron en una balanza de precisión.
- Se montó la bandeja para la prueba, se horizontalizó el fondo de la bandeja mediante un nivel de mano (nivel de burbuja).
- En un recipiente nivelado, se vertió agua en forma constante para mantener el nivel del agua en el recipiente.
- Se colocó el ladrillo encima de los soportes, en una película de agua de 3mm durante un lapso de tiempo de 01 min.
- Pasado el minuto, se retiró el ladrillo, se secó y pesó con una balanza de precisión de 0,5 g.



Figura 74. Horizontalizacion de bandeja con nivel de mano
FUENTE: Imagen Propia



Figura 75. Proceso de Succión de los ladrillos de arcilla
FUENTE: Imagen Propia

e. Ensayos de absorción, absorción máxima y coeficiente de saturación:

e.1. La absorción Es la medida de transferencia del agua desde un medio externo a una unidad de albañilería (ladrillo).

Las unidades de arcilla para tener más poros en su estructura, aumenta su capacidad de absorción, a su vez, la unidad quedará más vulnerable al intemperismo.

e.2. La absorción máxima. Es la medida de la cantidad de agua que puede contener una unidad saturada. Para su medición se tomó como referencia la Norma INTINTEC 331.007.

e.3. El coeficiente de saturación. Es una medida de la facilidad con que una unidad puede saturarse con agua. Esta calcula su resistencia al intemperismo.

e.4. Procedimientos. Para el ensayo de absorción de los ladrillos, se realizaron siguiendo las indicaciones de la Norma Técnica Peruana 399.613.

- Se realiza el pesado de la muestra antes y después de sumergirla.

- Las muestras se introducen en un pozo de agua y se sumergen durante 24 horas, su temperatura está comprendida entre 15°C y 30°C.
- Después de que las muestras hayan sido sumergidas se secan en un horno ventilado en el horno entre 110°C y 115°C.
- Asimismo para obtener la absorción máxima se procedió a hervir las muestras en un lapso de 05 horas. Pasado el tiempo se procedió a pesarla en estado saturado.
- Se procedió a tomar pesos de cada una de las etapas de la unidad de ladrillo tales como el peso natural, como el peso seco; el peso después de 24 horas de sumersión y el peso tomado después de 05 horas de ebullición. Se puede notar que por cada tipo de ladrillo el peso varía sustancialmente.



Figura 76. Muestras sumergidas en agua para ensayo de absorción
FUENTE: Imagen Propia



Figura 77. Muestras puestas al horno para ser secadas
FUENTE: Imagen Propia

3.7.4.2. Ensayos de laboratorio para propiedades mecánicas:

Los ensayos se realizaron de acuerdo a la NTP 339.613, la NTP 331.018

3.7.4.2.1. Máquinas de ingeniería.

Para realizar ensayos de laboratorio para las propiedades mecánicas se emplearon las siguientes máquinas.

Tabla 53. Máquinas de Ingeniería

<i>Instrumento</i>	<i>Descripción</i>	<i>Referencia</i>
Equipo de compresión	Aparato para el ensayo de resistencia de compresión axial de pilas y unidades de albañilería,	

Equipo de compresión de de resistencia compresión axial para muretes



FUENTE: Imagen Propia

3.7.4.2.2. Preparación de los especímenes:

Se utilizaron unidades completas para esta prueba, para la cual las superficies de ladrillos se enrazaron en una capa de 3 mm de espesor, esta capa se aplicara 24 horas antes de la prueba; de modo que la superficie no presente desnivel actual en relación con el cabezal de la máquina compresora para obtener resultados más consistentes.

A cada pila y murete de ladrillo se coloca el capping de yeso para que exista una distribución uniforme de carga en la superficie en donde estará en contacto con las varillas y la placa metálica.



Figura 78. Recubrimiento con yeso de los prismas de ladrillos
FUENTE: Elaboración Propia



Figura 79. Especimen artesanal capeado con yeso
FUENTE: Imagen Propia



Figura 80. Pilas, muretes y unidades de albañilería capeadas
FUENTE: Imagen Propia

3.7.4.2.3. Muestras para ensayos:

Se recomienda ensayar 5 especímenes por lote, por lo tanto se ensayó un total de 20 especímenes (5 de cada tipo de ladrillo) para el ensayo de resistencia de compresión de unidades. Así también se ensayó 20 especímenes de pilas (05 pilas por cada tipo de ladrillo). Y por últimos se ensayaron 20 especímenes de muretes (5 muretes por cada tipo de ladrillo)

Tabla 54. Número de unidades por cada muestra

<i>Ensayo</i>	<i>Nº de especímenes por lote</i>	<i>Nº de unidades por cada espécimen</i>	<i>Total de unidades</i>
Unidades	5	1	5
Pilas	5	3	15
Muretes	5	10	50

FUENTE: Imagen Propia

De la tabla se desprende que hay:

- 01 unidad de ladrillo para el ensayo de resistencia de compresión simple, la norma recomienda ensayar 05 especímenes o muestras por cada tipo de ladrillo o también llamado lote; de esto se deduce que hay 05 unidades por cada tipo de ladrillo.
- 03 unidades de ladrillo por cada pila y la norma recomienda ensayar 05 especímenes o muestras por cada tipo de ladrillo o también llamado lote, de esto se deduce que hay 15 unidades por cada tipo de ladrillo.
- 10 unidades de ladrillo por cada murete y la norma recomienda ensayar 05 especímenes o muestras por cada tipo de ladrillo o también llamado lote; de esto se deduce que hay 50 unidades por cada tipo de ladrillo.

3.7.4.2.4. Procedimientos por cada tipo de ensayo:

a. Ensayo de resistencia a la compresión de unidades:

El ensayo de compresión de la unidad, se desarrolló en base a las especificaciones de la Norma ITINTEC 331.018 y 331.019.

Procedimiento.

- Se toman las dimensiones del ladrillo para determinar el área de la cara de contacto entre el ladrillo y la máquina compresora.
- Se coloca la muestra a la maquina compresora haciendo coincidir el eje de la maquina con el eje longitudinal de la muestra.
- Se aplicó la carga axial con una velocidad de desplazamiento entre los cabezales de 1.25 mm/min. Esto para determinar la carga de rotura.
- Las unidades llegaron a la rotura presentando dos tipos de fallas ya previstas: fallas por aplastamiento (de forma más común) y fallas por corte debido a la aplicación de carga vertical.



Figura 81. Colocación de las unidades de albañilería en la maquina compresora
FUENTE: Imagen Propia



Figura 82. Proceso de rotura de la unidad de albañilería
FUENTE: Imagen Propia

b. Ensayo de resistencia a la compresión axial (pilas de albañilería):

Las pilas son muestras de albañilería compuesto por dos o más hiladas de unidades de albañilería, unidas entre sí con capas horizontales de mortero. Estas al someterlos a carga de rotura nos darán como resultado el $f'm$ y el $e'm$ necesarios para el diseño de muros.

Procedimiento. Para el ensayo de la tracción de los ladrillos, se realizaron siguiendo las indicaciones de la Norma Técnica Peruana 399.613.

- Con la regla metálica se tomaron las dimensiones del ladrillo, siendo el ancho y el espesor.
- Se procedió a colocar la muestra con la cara mayor más plana sobre los soportes y en la parte superior del ladrillo se colocó la placa de acero. El ensayo consistió en someter a la unidad de pilas a la acción de una carga concentrada creciente a una velocidad de desplazamiento de 1.25 mm/min;
- Se aplicó la carga hasta que se produzca rotura por aplastamiento en las pilas. Durante el comportamiento que desempeñó las pilas

ante las cargas axiales se analizó la forma en la que fallan estos prismas



Figura 83. Colocación de muestras de pilas en la maquina compresora
FUENTE: Imagen Propia



Figura 84. Proceso de rotura del prisma de albañilería
FUENTE: Imagen Propia

c. Ensayo de resistencia a la compresión diagonal (muretes de albañilería):

Este ensayo consiste en someter los muretes a una determinada fuerza diagonal y así se poder medir con mucha precisión la resistencia a la compresión diagonal $V'm$ (corte). El siguiente ensayo se realizó con el objetivo de determinar el comportamiento a carga lateral de la mampostería, la resistencia a la tensión y tipo de falla.

Procedimiento. Para el ensayo de la tracción de los ladrillos, se realizaron siguiendo las indicaciones de la Norma Técnica Peruana 399.613.

- Para el desarrollo de la compresión diagonal de muretes, se coordinó con el Laboratorio de Suelos de GEOLUMAS.
- Se procedió a llevar nuestras muestras de los muretes en el Laboratorio de Suelos GEOLUMAS; Su equipo de ensayo de compresión tiene como máximo la capacidad de 1m entre los cabezales de apoyo para el ensayo de muretes.
- Los muretes fueron colocados en el marco metálico y posteriormente se le aplicó la carga a una velocidad de 1 ton/min, hasta que hasta que se produzca rotura por aplastamiento del murete.
- Se pudo apreciar que presentó falla diagonal del murete



Figura 85. Murete de ladrillo artesanal en la máquina de compresión diagonal
FUENTE: Imagen Propia



Figura 86. Murete de ladrillo artesanal donde se observa la falla diagonal en las juntas

FUENTE: Imagen Propia

3.8. Técnicas y Análisis de Datos:

3.8.1. Propiedades Físicas

3.8.1.1. Variación Dimensional:

Para fines de cálculo se tomaron las dimensiones de Largo, Ancho y la Altura para esta última se promedia sus 04 alturas en mm medidos en las superficies, como se muestra en la figura inferior para la altura h.

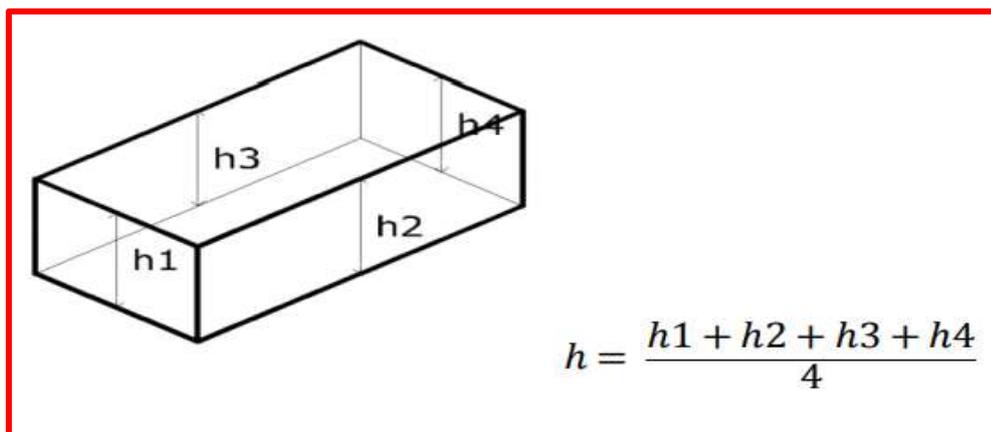


Figura 87. Altura promedio para variación dimensional

FUENTE: Imagen Google

La variación dimensional se determinó para cada arista (Tabla N° 56,57, 58 y 59) de las 10 unidades de albañilería seleccionadas por cada tipo de muestra.

En las siguientes tablas se muestran las dimensiones geométricas dadas en mm de cada tipo de ladrillo (ladrillo con puzolana, ladrillo mixto, ladrillo con vidrio triturado y ladrillo artesanal de Saños).

Tabla 55. Variación de Dimensiones dadas en mm de los ladrillos artesanales con 10% de puzolana

Especímen	Dimensiones Geométricas (mm)											
	Largo				Ancho				Espesor			
	L1	L2	L3	L4	A1	A2	A3	A4	E1	E2	E3	E4
P-1	232.5	232.0	232.6	232.2	122.2	122.5	122.7	122.7	79.8	79.6	79.2	79.6
P-2	232.2	232.2	232.0	232.5	122.3	122.2	122.5	122.6	79.6	79.6	79.6	79.6
P-3	232.3	232.0	232.0	232.6	122.7	122.2	122.4	122.6	79.6	79.5	79.6	79.6
P-4	232.5	232.0	232.0	232.7	122.5	122.8	122.4	122.2	79.5	79.1	79.6	79.5
P-5	232.0	232.6	232.6	232.4	122.3	122.7	122.2	122.7	79.1	79.8	79.6	79.8
P-6	232.3	232.0	232.7	232.7	122.7	122.2	122.6	122.3	79.3	79.8	79.2	79.2
P-7	232.2	232.8	232.0	232.0	122.2	122.2	122.3	122.2	79.1	79.3	79.6	79.2
P-8	232.7	232.3	232.0	232.6	122.6	122.5	122.5	122.2	79.5	79.8	79.8	79.6
P-9	232.6	232.5	232.4	232.2	127.0	122.3	122.3	122.7	79.1	79.5	79.8	79.4
P-10	232.5	232.8	232.4	232.0	122.5	122.5	122.5	122.5	79.8	79.1	79.1	79.4

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 56. Variación de dimensiones dadas en mm de los Ladrillos Artesanales Mixtos (adición de puzolana y vidrio triturado)

Especímen	Dimensiones Geométricas (mm)											
	Largo				Ancho				Espesor			
	L1	L2	L3	L4	A1	A2	A3	A4	E1	E2	E3	E4
M-1	236.0	236.5	236.0	236.2	123.2	123.6	123.5	123.8	77.0	77.0	77.2	77.5
M-2	236.0	236.1	236.2	236.0	123.9	123.2	123.8	123.8	77.4	77.3	77.6	77.6
M-3	236.3	236.6	236.7	236.8	123.6	123.8	123.4	123.5	77.0	77.0	77.0	77.4
M-4	236.0	236.5	236.7	236.2	123.8	123.4	123.9	123.8	77.4	77.1	77.0	77.0
M-5	236.5	236.4	236.4	236.2	123.6	123.4	123.4	123.1	77.8	77.9	77.7	77.8
M-6	236.3	236.2	236.3	236.0	123.6	123.8	123.4	123.5	77.5	77.2	77.4	77.8
M-7	236.9	236.0	236.3	236.1	123.4	123.4	123.7	123.2	77.8	77.9	77.7	77.8
M-8	236.0	236.3	236.2	236.4	123.4	123.1	123.8	123.7	77.0	77.1	77.6	77.9

M-9	236.3	236.4	236.2	236.3	123.1	123.5	123.2	123.4	77.0	77.0	77.4	77.9
M-10	236.4	236.3	236.4	236.8	123.8	123.4	123.9	123.8	77.0	77.8	77.0	77.0

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 57. Variación de dimensiones dadas en mm de los Ladrillos Artesanales con Vidrio Triturado

<i>Especímen</i>	<i>Dimensiones Geométricas (mm)</i>											
	<i>Largo</i>				<i>Ancho</i>				<i>Espesor</i>			
	<i>L1</i>	<i>L2</i>	<i>L3</i>	<i>L4</i>	<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>A3</i>	<i>A4</i>	<i>E1</i>	<i>E2</i>	<i>E3</i>	<i>E4</i>
V-1	239.8	239.6	239.2	239.4	124.2	124.4	124.1	124.9	76.0	76.0	76.3	76.5
V-2	239.1	239.4	238.9	238.9	124.1	124.2	125.0	124.2	76.0	76.2	76.9	77.0
V-3	239.5	239.5	239.4	239.5	124.7	124.8	124.2	125.0	76.2	77.0	76.5	76.6
V-4	239.9	239.5	239.5	238.9	124.0	124.9	124.7	125.0	76.1	76.0	77.0	77.0
V-5	239.5	239.5	239.5	239.0	124.1	124.9	124.5	124.9	75.9	76.0	75.9	77.0
V-6	239.5	239.7	239.3	239.7	124.9	124.6	124.9	123.9	76.8	77.0	77.0	77.0
V-7	239.5	238.9	239.8	239.4	124.2	124.6	124.9	125.0	76.9	76.2	76.3	76.9
V-8	239.2	239.5	239.8	239.5	125.0	124.8	124.5	124.2	77.0	76.0	76.0	77.0
V-9	239.1	239.2	239.7	239.8	124.8	124.9	124.8	124.1	77.0	76.8	76.2	76.1
V-10	239.5	239.5	239.5	239.2	124.8	124.7	124.1	124.2	77.0	76.4	77.0	77.0

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 58. Variación de dimensiones dadas en mm de los ladrillos artesanales de la ladrillera de Saños.

<i>Especímen</i>	<i>Dimensiones Geométricas (mm)</i>											
	<i>Largo</i>				<i>Ancho</i>				<i>Espesor</i>			
	<i>L1</i>	<i>L2</i>	<i>L3</i>	<i>L4</i>	<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>A3</i>	<i>A4</i>	<i>E1</i>	<i>E2</i>	<i>E3</i>	<i>E4</i>
LT-1	233.4	233.7	233.4	233.2	122.2	122.5	122.9	123.0	76.9	76.9	77.0	77.0
LT-2	232.9	232.9	233.4	233.8	122.1	122.8	122.1	122.2	77.2	77.3	77.3	77.0
LT-3	233.4	233.9	233.8	233.8	122.2	122.6	122.8	122.9	77.4	77.0	77.6	77.6
LT-4	233.6	233.6	233.8	232.9	122.9	122.6	122.7	122.5	76.9	77.8	77.0	77.0
LT-5	233.8	233.7	233.5	232.9	122.8	122.7	122.8	122.2	76.9	77.2	76.9	77.0
LT-6	233.4	233.6	234.0	233.2	122.8	122.7	122.6	122.8	77.3	77.0	77.0	77.0
LT-7	233.8	233.4	233.8	238.0	123.7	122.8	122.8	122.4	78.0	77.2	77.6	77.9
LT-8	234.0	233.6	233.7	233.8	122.4	122.2	122.8	122.7	77.0	77.9	77.9	77.0

LT-9	233.9	233.8	232.9	234.0	123.0	122.1	122.8	122.9	77.0	78.0	78.0	78.0
LT-10	233.4	233.1	233.8	233.1	122.8	122.1	122.2	123.0	77.0	78.0	77.0	77.0

FUENTE: Elaboración Propia

Para obtener la variación dimensional se calculó primeramente el promedio total del largo, ancho y espesor de cada unidad de ladrillo; así como la desviación estándar de cada una de ellas.

Para el cálculo de variación dimensional expresada en porcentaje y según la norma E.070, se obtiene como el cociente entre la desviación estándar y el valor promedio de la muestra, multiplicado por 100 (coeficiente de variación), tal como se muestra en la ecuación:

$$V\% = \frac{\sigma}{x} 100$$

Donde:

σ = desviación estándar. x = dimensión promedio.

Figura 88. Variación Dimensional
FUENTE: Imagen Google

a) Ladrillo Artesanal Con Puzolana:

En la siguiente tabla se muestra el resultado promedio de las dimensiones del ladrillo puzolánico, así como también el cálculo de la desviación estándar del promedio.

Tabla 59. Cálculo de desviación estándar y promedio total de las muestras del ladrillo artesanal con puzolana

Especímen	Promedio			Promedio Total			Desviación Estándar			Valor final		
	L	A	E	L	A	E	L	A	E	L	A	E

P-1	232.3	122.5	79.6									
P-2	232.2	122.4	79.6									
P-3	232.2	122.5	79.6									
P-4	232.3	122.5	79.4									
P-5	232.4	122.5	79.6	232.34	122.55	79.48	0.09	0.36	0.13	232.25	122.19	79.36
P-6	232.4	122.4	79.4									
P-7	232.3	122.2	79.3									
P-8	232.4	122.5	79.7									
P-9	232.4	123.6	79.4									
P-10	232.4	122.5	79.4									

FUENTE: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestra el resultado de la variación dimensional por cada dimensión geométrica tanto de la longitud, ancho y espesor; del ladrillo puzolánico

Tabla 60. Variación dimensional por cada dimensión geométrica del ladrillo con puzolana

<i>Dimensión</i>	<i>Variación Final (%)</i>	
Longitud	0.04	%
Ancho	0.30	%
Espesor	0.16	%

FUENTE: Elaboración Propia

b) Ladrillo Artesanal Mixto (puzolana y vidrio triturado):

En la siguiente tabla se muestra el resultado promedio de las dimensiones del ladrillo mixto, así como también el cálculo de la desviación estándar del promedio.

Tabla 61. Calculo de desviación estándar y promedio total de las muestras del ladrillo mixto (puzolana y vidrio triturado)

<i>Especímen</i>	<i>Promedio</i>			<i>Promedio Total</i>			<i>Desviación Estándar</i>			<i>Valor final</i>		
	<i>L</i>	<i>A</i>	<i>E</i>	<i>L</i>	<i>A</i>	<i>E</i>	<i>L</i>	<i>A</i>	<i>E</i>	<i>L</i>	<i>A</i>	<i>E</i>
M-1	236.2	123.5	77.2									
M-2	236.1	123.7	77.5									
M-3	236.6	123.6	77.1									
M-4	236.4	123.7	77.1									
M-5	236.4	123.4	77.8	236.31	123.54	77.38	0.15	0.14	0.25	236.16	123.40	77.13
M-6	236.2	123.6	77.5									
M-7	236.3	123.4	77.8									
M-8	236.2	123.5	77.4									
M-9	236.3	123.3	77.3									
M-10	236.5	123.7	77.2									

FUENTE: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestra el resultado de la variación dimensional por cada dimensión geométrica tanto de la longitud, ancho y espesor del ladrillo mixto.

Tabla 62. Variación Dimensional por cada dimensión geométrica Del Ladrillo Mixto (Puzolana y vidrio triturado)

<i>Dimensión</i>	<i>Variación Final (%)</i>	
Longitud	0.06	%
Ancho	0.12	%
Espesor	0.32	%

FUENTE: Elaboración Propia

c) Ladrillo artesanal (vidrio triturado):

En la siguiente tabla se muestra el resultado promedio de las dimensiones del ladrillo con vidrio triturado, así como también el cálculo de la desviación estándar del promedio.

Tabla 63. Calculo de desviación estándar y promedio total de las muestras del ladrillo con vidrio triturado

<i>Especímen</i>	<i>Promedio</i>			<i>Promedio Total</i>			<i>Desviación Estándar</i>			<i>Valor final</i>		
	<i>L</i>	<i>A</i>	<i>E</i>	<i>L</i>	<i>A</i>	<i>E</i>	<i>L</i>	<i>A</i>	<i>E</i>	<i>L</i>	<i>A</i>	<i>E</i>
V-1	239.5	124.4	76.2									
V-2	239.1	124.4	76.5									
V-3	239.5	124.7	76.6									
V-4	239.4	124.6	76.5									
V-5	239.3	124.6	76.2	239.40	124.56	76.54	0.13	0.12	0.24	239.28	124.45	76.31
V-6	239.5	124.6	77.0									
V-7	239.4	124.7	76.6									
V-8	239.5	124.6	76.5									
V-9	239.4	124.7	76.5									
V-10	239.4	124.5	76.9									

FUENTE: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestra el resultado de la variación dimensional por cada dimensión geométrica tanto de la longitud, ancho y espesor; del ladrillo con vidrio triturado.

Tabla 64. Variación dimensional por cada dimensión geométrica del ladrillo con vidrio triturado

<i>Dimensión</i>	<i>Variación Final (%)</i>	
Longitud	0.05	%

Ancho	0.09	%
Espesor	0.31	%

FUENTE: Elaboración Propia

d) Ladrillo Artesanal de la Ladrillera de Saños:

En la siguiente tabla se muestra el resultado promedio de las dimensiones del ladrillo artesanal de Saños, así como también el cálculo de la desviación estándar del promedio.

Tabla 65. Calculo de desviación estándar y promedio total de las muestras del ladrillo Artesanal de Saños

<i>Especímen</i>	<i>Promedio</i>			<i>Promedio Total</i>			<i>Desviación Estándar</i>			<i>Valor final</i>		
	<i>L</i>	<i>A</i>	<i>E</i>	<i>L</i>	<i>A</i>	<i>E</i>	<i>L</i>	<i>A</i>	<i>E</i>	<i>L</i>	<i>A</i>	<i>E</i>
LT-1	233.4	122.7	77.0									
LT-2	233.3	122.3	77.2									
LT-3	233.7	122.6	77.4									
LT-4	233.5	122.7	77.2									
LT-5	233.5	122.6	77.0	233.64	122.63	77.29	0.42	0.16	0.27	233.22	122.47	77.02
LT-6	233.6	122.7	77.1									
LT-7	234.8	122.9	77.7									
LT-8	233.8	122.5	77.5									
LT-9	233.7	122.7	77.8									
LT-10	233.4	122.5	77.3									

FUENTE: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestra el resultado de la variación dimensional por cada dimensión geométrica tanto de la longitud, ancho y espesor; del ladrillo artesanal de Saños Chico.

Tabla 66. Variación dimensional por cada dimensión geométrica del ladrillo artesanal de Saños

<i>Dimensión</i>	<i>Variación Final (%)</i>	
Longitud	0.18	%
Ancho	0.13	%
Espesor	0.35	%

FUENTE: Elaboración Propia

3.8.1.2. Alabeo:

Para la toma de Datos se consideró las medidas tomadas en los ensayos de alabeo de cada una de las unidades de albañilería por tipo de muestra. Como indica la norma E.070 [SENCICO, 2004], el alabeo de la unidad de albañilería será tomado como el valor promedio. El resultado obtenido en milímetros indica si la unidad es cóncava o convexa.

a) Ladrillo Artesanal Con Puzolana:

En la tabla y gráfico adjunto se puede notar que hay mayor convexidad que concavidad en los ladrillos con puzolana.

Tabla 67. Concavidad y Convexidad Promedio de unidades del Ladrillo con Puzolana

<i>Especímen Nº</i>	<i>Cara Superior</i>		<i>Cara Inferior</i>	
	<i>Concavidad (mm)</i>	<i>Convexidad (mm)</i>	<i>concavidad (mm)</i>	<i>Convexidad (mm)</i>
P-1	0.00	2.00	1.00	0.00
P-2	0.00	3.00	1.00	0.00
P-3	1.50	0.00	0.00	1.50
P-4	1.00	0.00	0.00	1.50
P-5	0.00	2.00	1.00	0.00
P-6	0.50	0.00	0.00	3.00
P-7	0.00	2.50	1.00	0.00
P-8	1.00	0.00	0.00	3.00

P-9	0.00	2.00	1.00	0.00
P-10	0.00	1.50	1.00	0.00
Promedio	Concavidad		1.00	mm
	Convexidad		2.21	mm
ALABEO			2	mm

FUENTE: Elaboración Propia

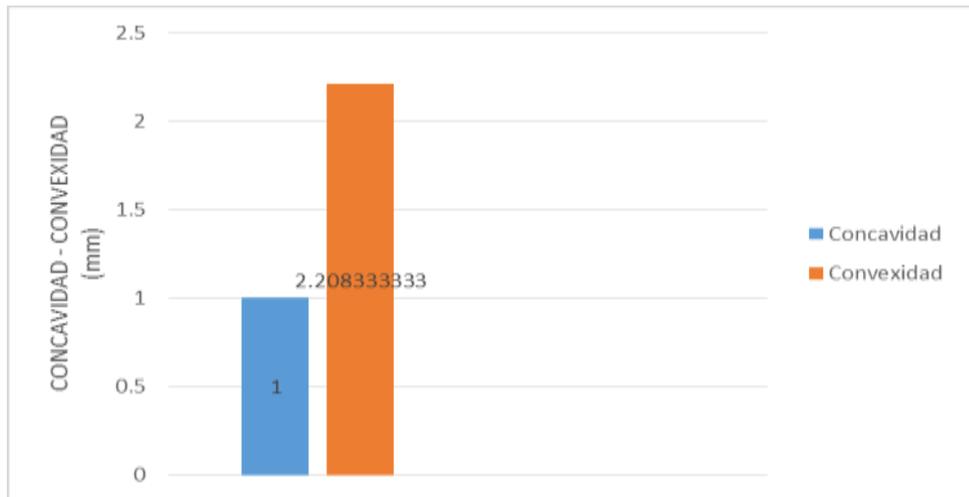


Figura 89. Concavidad y Convexidad Promedio de unidades del Ladrillo con Puzolana

FUENTE: Elaboración Propia

b) Ladrillo Artesanal Mixto:

En la tabla y gráfico adjunto se puede notar que hay mayor convexidad que concavidad en los ladrillos mixtos.

Tabla 68. Concavidad y Convexidad Promedio de unidades del Ladrillo Mixto (Puzolana con Vidrio Triturado)

Especímen Nº	Cara Superior		Cara Inferior	
	Concavidad (mm)	Convexidad (mm)	concavidad (mm)	Convexidad (mm)
M-1	0.00	0.75	1.00	0.00
M-2	0.00	3.00	1.00	0.00
M-3	1.50	0.00	0.00	1.50
M-4	1.00	0.25	0.00	1.50
M-5	0.00	0.75	1.00	0.00
M-6	0.50	0.00	0.00	0.50
M-7	0.00	1.00	1.00	0.00

M-8	1.00	0.00	0.00	3.00
M-9	0.00	0.00	1.00	0.00
M-10	0.00	1.50	1.00	0.00
Promedio	Concavidad		1.00	mm
	Convexidad		1.42	mm
ALABEO			1	mm

FUENTE: Elaboración Propia

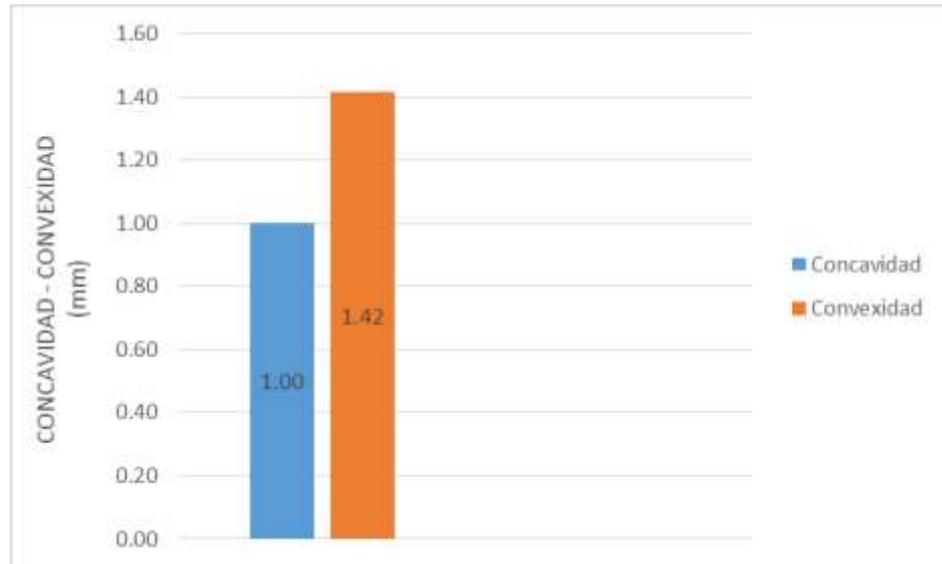


Figura 90. Concavidad y Convexidad Promedio de unidades del ladrillo mixto (puzolana con vidrio triturado)
FUENTE: Elaboración Propia

c) Ladrillo artesanal con vidrio triturado:

En la tabla y gráfico adjunto se puede notar que hay mayor concavidad que convexidad en los ladrillos con vidrio triturado.

Tabla 69. Concavidad y Convexidad promedio de unidades del ladrillo con vidrio triturado

Especímen Nº	Cara Superior		Cara Inferior	
	Concavidad (mm)	Convexidad (mm)	concavidad (mm)	Convexidad (mm)
V-1	0.00	0.25	1.00	0.00
V-2	0.00	0.00	1.00	0.50
V-3	0.00	0.00	0.00	1.50
V-4	1.00	0.25	0.75	0.00
V-5	0.00	0.75	1.00	0.00
V-6	0.50	0.00	0.00	0.50

V-7	1.00	1.00	1.00	0.00
V-8	1.00	0.50	0.00	2.00
V-9	0.75	1.00	1.00	0.00
V-10	0.00	0.50	1.00	0.00
Promedio	Concavidad		1.09	mm
	Convexidad		0.92	mm
ALABEO			1	mm

FUENTE: Elaboración Propia

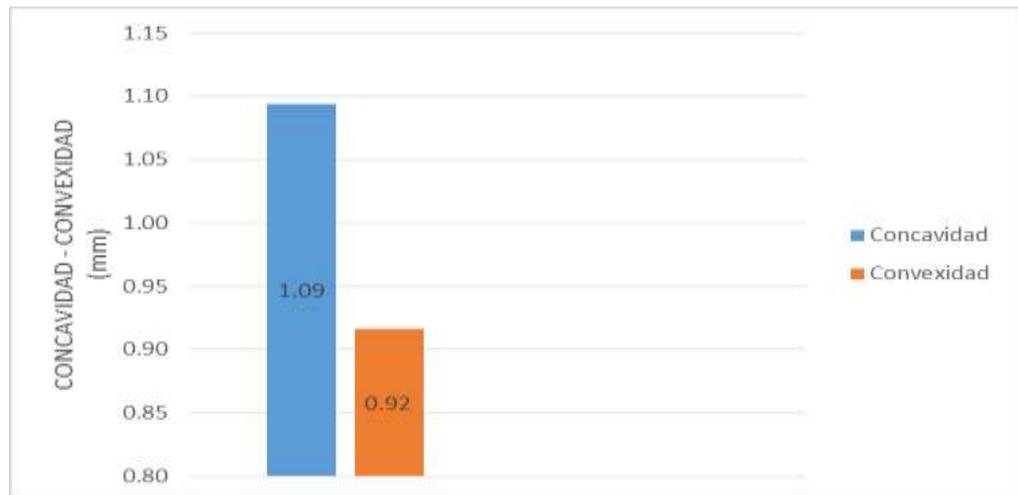


Figura 91. Concavidad y convexidad promedio de unidades del ladrillo con vidrio triturado

FUENTE: Elaboración Propia

d) Ladrillo artesanal de la ladrillera de Saños:

En la tabla y gráfico adjunto se puede notar que hay mayor convexidad que concavidad en los ladrillos de la Ladrillera de San Pedro de Saños.

Tabla 70. Concavidad y Convexidad promedio de unidades del ladrillo artesanal de la ladrillera de Saños

Especímen Nº	Cara Superior		Cara Inferior	
	Concavidad (mm)	Convexidad (mm)	concavidad (mm)	Convexidad (mm)
LT-1	0.00	0.00	1.00	0.00
LT-2	0.25	1.00	0.00	0.00
LT-3	1.00	0.00	0.00	1.50
LT-4	0.25	0.25	0.75	0.00
LT-5	0.00	1.00	0.50	1.75
LT-6	0.50	0.00	0.00	0.50

LT-7	1.00	0.00	1.00	0.00
LT-8	1.00	0.50	0.00	2.00
LT-9	0.75	1.00	1.00	0.00
LT-10	0.00	0.50	1.00	0.00
Promedio	Concavidad		1.03	mm
	Convexidad		1.07	mm
ALABEO			1	mm

FUENTE: Elaboración Propia.

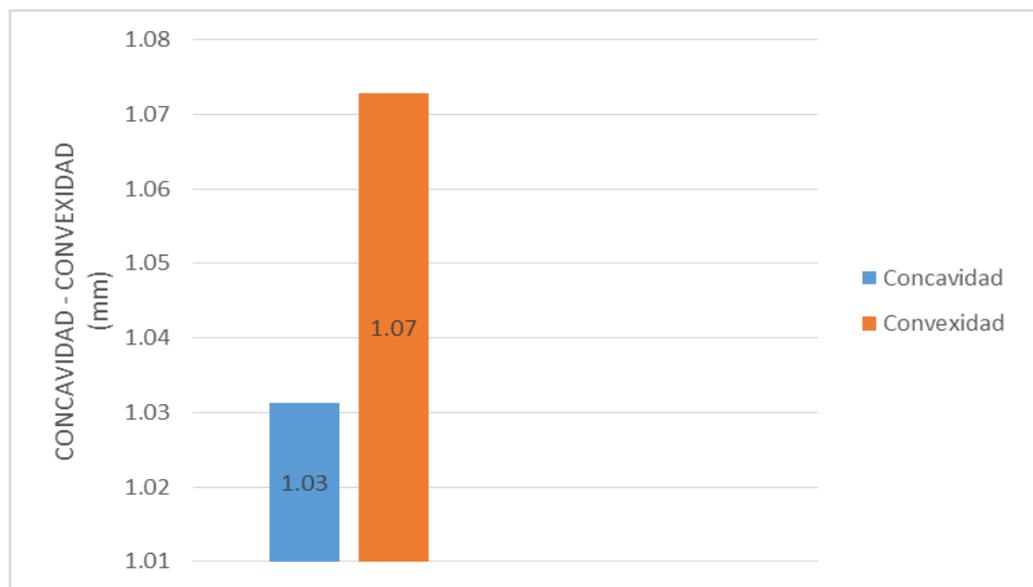


Figura 92. Concavidad y Convexidad Promedio de unidades del Ladrillo de Saños
FUENTE: Elaboración Propia

3.8.1.3. Densidad:

La densidad es la relación del peso del espécimen seco sumergido dado en gramos; y el volumen que es la diferencia entre el peso del espécimen saturado y el peso de la canastilla. Siendo la fórmula la siguiente:

$$\rho = \frac{P_{seco}}{V} \quad \dots(4)$$

$$V = P_1 - P_2 \quad \dots(5)$$

Donde:

V = Volumen en centímetros cúbicos. (cm³)

P_1 = Peso del espécimen saturado, sumergido. Más el peso de la canastilla (gr.)

P_2 = Peso de la canastilla. (gr.)

P_{seco} = Peso del espécimen seco, sumergido. (gr.)

Figura 93. Formula de la Densidad
FUENTE: Elaboración Propia

Obtenidos los pesos natural, seco y saturado. Se procedió a calcular la densidad del lote de ladrillos al promedio de los valores obtenidos para cada espécimen están dadas en gr/cm³ con dos decimales.

Tabla 71. Densidad de los ladrillos artesanales con puzolana

Ladrillo con puzolana	Peso natural (gr.)	Peso seco (gr)	Peso S.S.S. (gr)	P2 (gr.)	P1 (gr.)	V (cm3)	ρ (gr/cm3)
Nº				Peso canastilla	Peso espécimen saturado	P1-P2	Pseco/V
P-01	3382.25	3375.50	3421.85	905	2895.2	1990.2	1.70
P-02	3385.65	3378.95	3425.3	905	2898.65	1993.65	1.69
P-03	3380.56	3372.50	3418.95	905	2885.62	1980.62	1.70
P-04	3390.05	3380.10	3450.26	905	2920.65	2015.65	1.68
P-05	3384.56	3376.45	3423.85	905	2896.65	1991.65	1.70
PROMEDIO							1.69

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 72. Densidad de los ladrillos artesanales Mixto con puzolana y vidrio triturado

<i>Ladrillo mixto</i>	<i>Peso natural (gr.)</i>	<i>Peso seco (gr)</i>	<i>Peso S.S.S. (gr)</i>	<i>P2 (gr.)</i>	<i>P1 (gr.)</i>	<i>V (cm3)</i>	ρ (gr/cm3)
<i>Nº</i>				<i>Peso canastilla</i>	<i>Peso especimen saturado</i>	<i>P1-P2</i>	<i>Pseco/V</i>
M-01	3493.15	3482.95	3529.30	905	2796.35	1891.35	1.84
M-02	3495.80	3485.60	3531.95	905	2785.65	1880.65	1.85
M-03	3506.05	3495.85	3542.20	905	2776.56	1871.56	1.87
M-04	3493.82	3483.62	3529.97	905	2786.00	1881	1.85
M-05	3505.82	3495.62	3541.97	905	2786.56	1881.56	1.86
PROMEDIO							1.85

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 73. Densidad de los Ladrillos Artesanales con vidrio triturado

<i>Ladrillo mixto</i>	<i>Peso natural (gr.)</i>	<i>Peso seco (gr)</i>	<i>Peso S.S.S. (gr)</i>	<i>P2 (gr.)</i>	<i>P1 (gr.)</i>	<i>V (cm3)</i>	ρ (gr/cm3)
<i>Nº</i>				<i>Peso canastilla</i>	<i>Peso especimen saturado</i>	<i>P1-P2</i>	<i>Pseco/V</i>
V-01	3607.85	3597.65	3644.00	905	3145.80	2240.80	1.61
V-02	3607.05	3596.85	3643.20	905	3145.00	2240.00	1.61
V-03	3608.80	3598.60	3644.95	905	3146.75	2241.75	1.61
V-04	3604.42	3594.22	3640.57	905	3142.37	2237.37	1.61
V-05	3610.05	3599.85	3646.20	905	3148.00	2243.00	1.60
PROMEDIO							1.61

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 74. Densidad de los Ladrillos Artesanales de la ladrillera de San Pedro de Saños.

<i>Ladrillo mixto</i>	<i>Peso natural (gr.)</i>	<i>Peso seco (gr)</i>	<i>Peso S.S.S. (gr)</i>	<i>P2 (gr.)</i>	<i>P1 (gr.)</i>	<i>V (cm3)</i>	<i>ρ (gr/cm3)</i>
<i>Nº</i>				<i>Peso canastilla</i>	<i>Peso espécimen saturado</i>	<i>P1-P2</i>	<i>Pseco/V</i>
LT-01	3046.06	3035.86	3078.36	905	2728.56	1823.56	1.66
LT-02	3056.45	3046.25	3092.60	905	2826.56	1921.56	1.59
LT-03	3043.46	3033.26	3079.61	905	2896.53	1991.53	1.52
LT-04	3050.46	3040.26	3086.61	905	2726.56	1821.56	1.67
LT-05	3059.15	3048.95	3095.30	905	2736.59	1831.59	1.66
PROMEDIO							1.62

FUENTE: Elaboración Propia

3.8.1.4. Succión:

La succión se determina en gramos por minutos en un área normalizada estándar de 200 cm². Para el proceso de cálculo se empleó la siguiente fórmula:

$$Succión(gr/200 - cm^2 - min) = \frac{200 * (Pm - Ps)}{A}$$

Donde:

A: Área de contacto.

Ps = peso seco de la muestra

Pm = peso de la muestra húmeda, después de la succión.

Figura 94. Formula de la Succión
FUENTE: Elaboración Propia

Para ello se procedió a tomar datos de cada una de las etapas del ensayo de succión de las unidades de ladrillos de cada muestra. Tales datos son el peso después de secarlo en el horno y el peso saturado.

Tabla 75. Succión de los ladrillos artesanales con 10% de puzolana

Especímen	L	A	E	Área neta	Peso seco	Peso saturado	Succión
	(cm)	(cm)	(cm)	(cm ²)	(gr)	(gr)	gr/(200cm ² -min)
P-01	23.25	12.25	7.96	284.81	3376.00	3425.00	34.41
P-02	23.27	12.36	7.96	287.62	3374.20	3470.00	66.62
P-03	23.24	12.25	7.94	284.69	3373.25	3465.35	64.70
P-04	23.23	12.25	7.93	284.57	3374.95	3475.30	70.53
P-05	23.22	12.24	7.97	284.21	3376.10	3478.20	71.85
						Promedio =	61.62

FUENTE: Elaboración Propia.

En el grafico mostrado abajo todas las unidades del ladrillo puzolánico están muy por encima del parámetro de la Norma E070 que está entre el rango de 10 y 20 gr/m en un área de 200 cm², es por ello que es recomendable que las unidades de arcilla sean regadas durante 30 minutos, entre 10 y 15 horas antes del asentado, con lo cual se reducirá la succión y mejorara la adherencia mortero – ladrillo.



Figura 95. Comparación de Succión con la Norma E070 del Ladrillo Puzolánico
FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 76. Succión de los ladrillos artesanales mixtos (puzolana y vidrio triturado)

<i>Especímen</i>	<i>L</i>	<i>A</i>	<i>E</i>	<i>Área neta</i>	<i>Peso seco</i>	<i>Peso saturado</i>	<i>Succión</i>
	<i>(cm)</i>	<i>(cm)</i>	<i>(cm)</i>	<i>(cm²)</i>	<i>(gr)</i>	<i>(gr)</i>	<i>gr/(200cm²-min)</i>
M-01	23.6	12.34	7.72	291.22	3483.00	3526.95	30.18
M-02	23.69	12.34	7.10	292.33	3481.00	3535.65	37.39
M-03	23.63	12.31	7.78	290.89	3482.60	3587.00	71.78
M-04	23.64	12.36	7.79	292.19	3484.20	3567.50	57.02
M-05	23.6	12.39	7.74	292.40	3485.70	3570.20	57.80
						Promedio =	50.83

FUENTE: Elaboración Propia

En la figura N° 96 el grafico muestra que todas las unidades del ladrillo mixto al igual que el puzolánico están por encima del parámetro de la Norma E070 que está entre el rango de 10 y 20 gr/m en un área de 200 cm², es por ello que es recomendable que las unidades de arcilla sean regadas durante 30 minutos, entre 10 y 15 horas antes del asentado, con lo cual se reducirá la succión y mejorara la adherencia mortero – ladrillo.

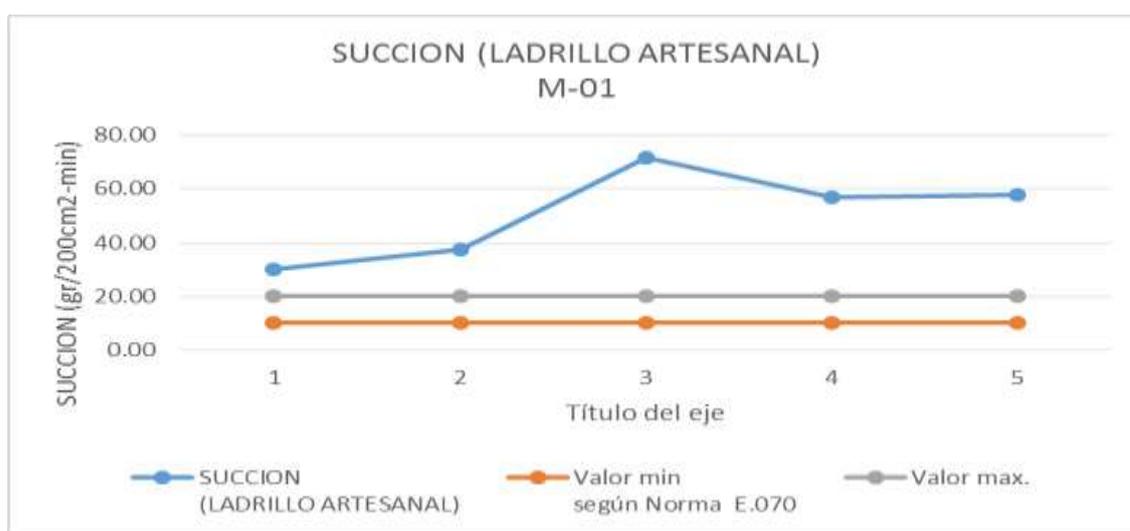


Figura 96. Comparación de Succión con la Norma E070 del Ladrillo Mixto (puzolana y vidrio triturado)

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 77. Succión de los ladrillos artesanales con vidrio triturado

Especímen	L (cm)	A (cm)	E (cm)	Área neta (cm ²)	Peso seco (gr)	Peso saturado (gr)	Succión gr/(200cm ² -min)
V-01	23.98	12.49	7.60	299.51	3599.00	3630.25	20.87
V-02	23.92	12.41	7.70	296.85	3598.62	3635.45	24.81
V-03	23.89	12.50	7.64	298.63	3598.75	3648.45	33.29
V-04	23.87	12.46	7.63	297.42	3598.25	3649.50	34.46
V-05	23.92	12.44	7.69	297.56	3597.98	3636.45	25.86
						Promedio =	27.86

FUENTE: Elaboración Propia

En el grafico mostrado abajo todas las unidades del ladrillo con vidrio triturado al igual que el puzolánico y el mixto están por encima del parámetro de la Norma E070 que está entre el rango de 10 y 20 gr/m en un área de 200 cm², es por ello que es recomendable que las unidades de arcilla sean regadas durante 30 minutos, entre 10 y 15 horas antes del asentado, con lo cual se reducirá la succión y mejorara la adherencia mortero – ladrillo.

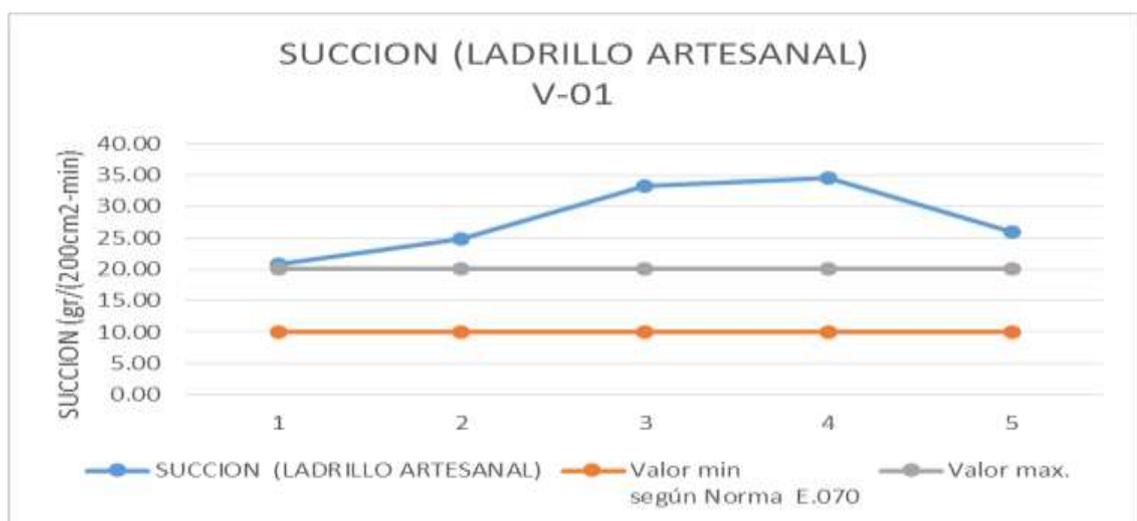


Figura 97. Comparación de Succión con la Norma E070 del Ladrillo con vidrio triturado
FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 78. Succión de los Ladrillos Artesanales de la Ladrillera de Saños

Especímen	L	A	E	Área neta	Peso seco	Peso saturado	Succión
	(cm)	(cm)	(cm)	(cm ²)	(gr)	(gr)	gr/(200cm ² -min)
LT-01	23.37	12.22	7.74	285.58	3036.00	3095.62	41.75
LT-02	23.36	12.29	7.69	287.09	3035.65	3125.65	62.70
LT-03	23.4	12.27	7.80	287.12	3035.20	3135.65	69.97
LT-04	23.39	12.30	7.73	287.70	3036.10	3136.85	70.04
LT-05	23.38	12.24	7.72	286.17	3035.85	3135.26	69.48
						Promedio =	62.79

FUENTE: Elaboración Propia

En el grafico mostrado abajo todas las unidades del ladrillo artesanal de Saños están por encima del parámetro de la Norma E070 que está entre el rango de 10 y 20 gr/m en un área de 200 cm², es por ello que es recomendable que las unidades de arcilla sean regadas durante 30 minutos, entre 10 y 15 horas antes del asentado, con lo cual se reducirá la succión y mejorara la adherencia mortero – ladrillo.

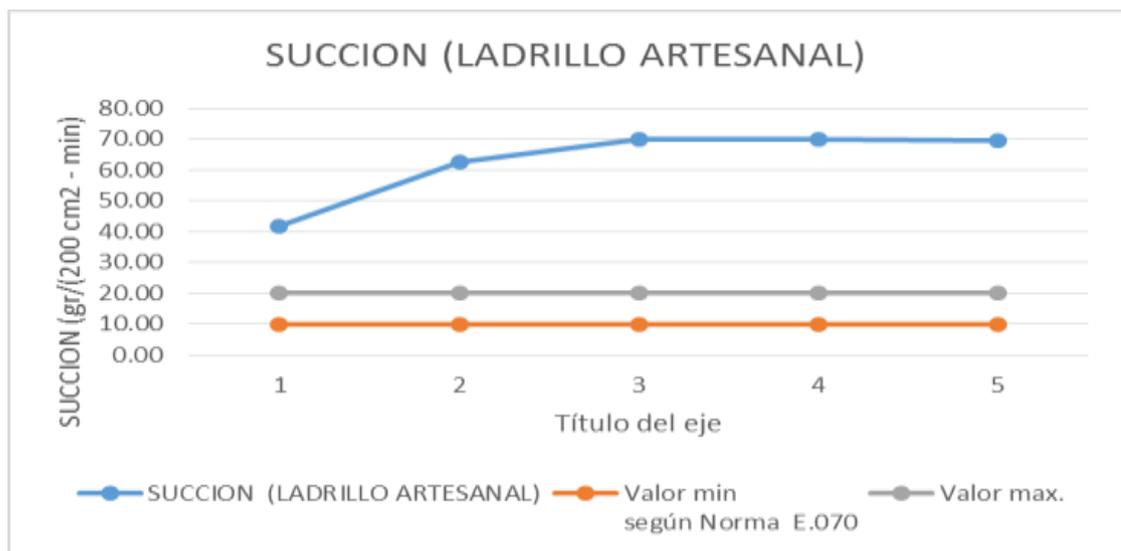


Figura 98. Comparación de Succión con la Norma E070 del Ladrillo Artesanal de la Ladrillera de Saños

FUENTE: Elaboración Propia

3.8.1.5. Absorción, Absorción Máxima Y Coeficiente De Saturación:

a. Absorción:

La Absorción es la razón de la diferencia de peso (peso después de sumergido en 24 horas y peso seco) entre el peso seco y esto se conoce como absorción expresada en porcentaje. De acuerdo con la siguiente fórmula:

La absorción se halla mediante la expresión:

$$\text{Absorción} = \frac{(W_a - W_s)}{W_s} \times 100$$

Donde:

W_a = Peso de la unidad de albañilería saturada luego de 24 horas de inmersión en agua (gr).
 W_s = Peso seco de la unidad de albañilería (gr).

Figura 99. Fórmula de absorción
FUENTE: Elaboración Propia

b. Absorción Máxima:

Cuando las unidades hierven durante 5 horas antes de pesarlas en estado saturado, recibe el nombre de absorción máxima, expresada en porcentaje.

$$\text{ABS. MAX.} = \frac{G5 - G3}{G3} \times 100$$

Donde:

Abs. Max. = Contenido de agua absorbida, en porcentaje

G3 = Es la masa del espécimen seco, en gramos

G5 = Es la masa del espécimen saturado luego de 05 horas de ebullición.

c. Coeficiente de Saturación:

El coeficiente de saturación es la razón entre dichos porcentajes (NTP 399.6043).

$$\text{COEF. SAT.} = \frac{\text{Absor.}}{\text{Absor. Max.}}$$

Los resultados de absorción que se obtuvieron se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 79. Absorción, absorción máxima y coeficiente de saturación de los ladrillos artesanales con 10% de puzolana

Especímen	Peso(gr)				Absor.	Abs. Max	Coef. Saturac. %
	Peso Natural (gr)	Peso Seco (gr)	24n inm.	5h ebull.	%	%	
P-01	3382.50	3377.50	3981.20	4156.80	17.87	23.07	0.77
P-02	3380.20	3374.90	3935.80	4135.60	16.62	22.54	0.74
P-03	3379.50	3369.25	3926.30	4112.80	16.53	22.07	0.75
P-04	3381.50	3371.50	3935.60	4120.60	16.73	22.22	0.75
P-05	3380.65	3378.95	3976.80	4153.80	17.69	22.93	0.77
	Promedio				17.09	22.57	0.76

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 80. Absorción, absorción máxima y coeficiente de saturación de los ladrillos artesanales mixtos (puzolana y vidrio triturado)

Especímen	Peso(gr)				Absor.	Abs. Max	Coef. Saturac. %
	Peso Natural (gr)	Peso Seco (gr)	24n inm.	5h ebull.	%	%	

M-1	3488.90	3482.50	4050.65	4230.90	16.31	21.49	0.76
M-2	3489.65	3483.65	4025.86	4210.56	15.56	20.87	0.75
M-3	3487.95	3481.75	4010.85	4115.85	15.20	18.21	0.83
M-4	3486.52	3480.95	4008.95	4108.90	15.17	18.04	0.84
M-5	3501.60	3495.60	4105.80	4245.80	17.46	21.46	0.81
Promedio					15.94	20.01	0.80

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 81. Absorción, absorción máxima y coeficiente de saturación de los ladrillos artesanales con vidrio triturado

Especímen	Peso(gr)				Absor.	Abs. Max	Coef. Saturac. %
	Peso Natural (gr)	Peso Seco (gr)	24n inm.	5h ebull.	%	%	
V-01	3605.20	3598.65	4168.65	4345.75	15.84	20.76	0.76
V-02	3603.25	3597.86	4165.35	4340.75	15.77	20.65	0.76
V-03	3610.25	3599.65	4185.35	4358.20	16.27	21.07	0.77
V-04	3604.85	3596.87	4166.95	4342.50	15.85	20.73	0.76
V-05	3602.74	3595.87	4160.85	4330.85	15.71	20.44	0.77
Promedio					15.89	20.73	0.77

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 82. Absorción, Absorción Máxima y Coeficiente de saturación de los ladrillos artesanales de la ladrillera de Saños

Especímen	Peso(gr)				Absor.	Abs. Max	Coef. Saturac. %
	Peso Natural (gr)	Peso Seco (gr)	24n inm.	5h ebull.	%	%	
LT-1	3605.20	3038.95	3608.95	4345.75	18.76	43.00	0.44

LT-2	3603.25	3045.25	3620.50	4340.75	18.89	42.54	0.44
LT-3	3610.25	3035.65	3606.50	4358.20	18.80	43.57	0.43
LT-4	3604.85	3040.40	3610.25	4342.50	18.74	42.83	0.44
LT-5	3602.74	3033.75	3600.35	4330.85	18.68	42.76	0.44
Promedio					18.77	42.94	0.44

FUENTE: Elaboración Propia

3.8.2. Propiedades mecánicas.

3.8.2.1. Resistencia de compresión axial de unidades:

Con los datos de la carga ejercida por la máquina de compresión y mediciones de la cara de contacto de pilas de albañilería que fueron ensayadas por compresión axial, se realizó un análisis con el siguiente procedimiento:

Área de contacto:	$A = L_{prom} \times A_{prom}$
Resistencia a compresión axial:	$f' = \frac{P}{A}$
Resistencia corregida:	$f'm = f' \times F$
Desviación estándar:	$s = \sqrt{\frac{\sum(x - x_{prom})^2}{n - 1}}$
Resistencia característica:	$F'm = f'm - Ds$

Figura 100. Resistencia a la compresión axial en unidades
FUENTE: Elaboración Propia

Dónde:

L_{prom} = Largo de cara de contacto promedio

A_{prom} = Ancho de cara de contacto promedio

P = Fuerza de compresión axial en pilas de albañilería

F = Factor de corrección por esbeltez

n = Cantidad de muestras

f' = Resistencia a la compresión del espécimen en (kg/cm²)

Ds = Desviación Estándar

F'b = Resistencia Característica

De lo anterior se desprende que: la resistencia a la compresión axial, se determinó dividiendo la carga de rotura (F), en el área bruta (A) de la unidad y la resistencia característica se obtendrá restando la desviación estándar al valor promedio de la muestra. Para la resistencia de compresión de unidades, se tomaron primeramente las dimensiones como longitud, altura y espesor; así como la carga de rotura dada en el ensayo; puesto que se nos da en KN; convertimos a Kg-f.

Tabla 83. Resistencia característica a compresión axial en los ladrillos con puzolana (P-1)

Ladrillo con puzolana Nº	Dimensiones (cm)			Área (cm ²)	Carga de Rotura (Kg-f)	Resistencia a la Compresión f'b (kg-f/cm ²)	Resistencia a la Compresión en Mpa (kg-f/cm ²)
	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)				
P - 1	23.25	12.27	79.5	285.28	20562.35	72.08	7.07
P - 2	23.23	12.24	79.65	284.34	21565.88	75.85	7.44
P - 3	23.22	12.23	78.95	283.98	24896.65	87.67	8.60
P - 4	23.28	12.21	79.25	284.25	25845.78	90.93	8.92
P - 5	23.52	12.25	79.65	288.12	20546.20	71.31	6.99
					§	9.12	
					Promedio	79.57	
			Resistencia característica.		Prom.- §	70.45	

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 84. Resistencia característica a compresión axial en los ladrillos mixtos (M-1)

Ladrillo mixto Nº	Dimensiones (cm)			Área (cm ²)	Carga de Rotura (Kg-f)	Resistencia a la Compresión f'b (kg-f/cm ²)	Resistencia a la compresión en Mpa (kg-f/cm ²)
	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)				
M - 01	23.65	12.38	77.5	292.79	25654.85	87.62	8.59

M - 02	23.6	12.36	77.8	291.70	29854.75	102.35	10.04
M - 03	23.67	12.32	77.65	291.61	28965.89	99.33	9.74
M - 04	23.64	12.3	7.45	290.77	28965.45	99.62	9.77
M - 05	23.69	12.38	7.75	293.28	29845.65	101.76	9.98
					§	6.02	
					Promedio	98.14	
					Resistencia característica. Prom.- §	92.11	

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 85. Resistencia característica a compresión axial en los ladrillos con vidrio triturado (V-1)

Ladrillo con vidrio triturado Nº	Dimensiones (cm)			Área (cm ²)	Carga de Rotura (Kg-f)	Resistencia a la compresión f'b (kg-f/cm ²)	Resistencia a la compresión en Mpa (kg-f/cm ²)
	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)				
V - 01	23.98	12.46	76.60	298.79	19568.99	65.49	6.42
V - 02	23.95	12.45	76.55	298.18	19225.43	64.48	6.32
V - 03	23.92	12.40	76.22	296.61	17898.45	60.34	5.92
V - 04	23.94	12.39	77.00	296.62	20545.78	69.27	6.79
V - 05	23.97	12.42	77.85	297.71	21499.62	72.22	7.08
					§	4.56	
					Promedio	66.36	
					Resistencia característica. Prom.- §	61.80	

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 86. Resistencia característica a compresión axial en los ladrillos artesanales de la ladrillera de Saños

Ladrillo con vidrio triturado Nº	Dimensiones (cm)			Área (cm ²)	Carga de Rotura (Kg-f)	Resistencia a la compresión f'b (kg-f/cm ²)	Resistencia a la compresión en Mpa (kg-f/cm ²)
	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)				
LT -01	23.34	12.22	77.45	285.21	8729.65	30.61	3.00
LT -02	23.35	12.28	77.70	286.74	11856.45	41.35	4.05

LT -03	23.36	12.26	77.15	286.39	11524.65	40.24	3.95
LT -04	23.38	12.19	77.35	285.00	10955.66	38.44	3.77
LT -05	23.37	12.24	77.50	286.05	9856.23	34.46	3.38
					§	4.44	
					Promedio	37.02	
				Resistencia característica	Promedio.-	32.58	
					§		

FUENTE: Elaboración Propia

3.8.2.2. Resistencia de Compresión Axial En Pilas:

La resistencia a la compresión f'_m está definida como la carga máxima axial entre el área de la sección transversal. Es una de las principales propiedades de la unidad de albañilería, valores altos indican que son de buena calidad para fines estructurales y de exposición; en cambio valores bajos, indican poca resistencia y poca durabilidad. El cálculo de la **resistencia en compresión** f'_m , se determinó con la ecuación.

$$f'_m = C \frac{P_{\text{máx}}}{\text{Área}}$$

$$f'_m = \frac{F}{A}$$

Donde:

f'_m : Resistencia a la compresión (kg/cm²)

F: Fuerza máxima de rotura (kg)

A: Área de la unidad de albañilería (cm²)

Figura 101. Resistencia a la compresión axial en pilas
FUENTE: Elaboración Propia

Donde:

f'_m : Resistencia a la Compresión

F : Fuerza máxima de rotura (kg)

A : Área de la unidad de albañilería (cm²)

Donde C es un coeficiente de corrección por esbeltez, y toma valores según la Tabla 6., si la esbeltez estuviera entre 2 valores se hace una simple interpolación para asignar el valor de la misma.

Tabla 87. Factores de corrección de $f'm$ por Esbeltez

FACTORES DE CORRECCIÓN DE $f'm$ POR ESBELTEZ						
Esbeltez	2.0	2.5	3.0	4.0	4.5	5.0
Factor	0.73	0.80	0.91	0.95	0.98	1.00

(*) Interpolación linealmente para valores intermedios de esbeltez.

FUENTE: Norma E070, 2007

Para la presente investigación se tomó el valor de 1.00, para el coeficiente pues las pilas fueron ensayadas a los 21 días.

Tabla 88. Incremento de $f'm$ por Edad

INCREMENTO DE $f'm$ POR EDAD			
EDAD		14 DÍAS	21 DÍAS
MURETES	LADRILLOS DE ARCILLA	1.15	1.05
	BLOQUES DE CONCRETO	1.25	1.05
PILAS	LADRILLOS DE ARCILLA Y BLOQUES DE CONCRETO	1.10	1.00

FUENTE: Tabla 08 de la Norma E070

Para la toma de datos del ladrillo en pilas, se tomaron primeramente las dimensiones como longitud, altura y espesor; así como la carga de rotura dada en el ensayo; puesto que se nos da en KN; convertimos a Kg-f. Se calculó la esbeltez que está dada por la altura entre el espesor, para hallar el factor de corrección se interpola la esbeltez obtenida con el cuadro de factores de corrección. El coeficiente I se halla en base a la edad de los prismas, esta se compara con la tabla de incremento por edad. Y por último la resistencia característica se obtendrá restando la desviación estándar al

valor promedio de la muestra. La tabla N° muestra los resultados de la resistencia a la compresión en pilas por cada tipo de ladrillo:

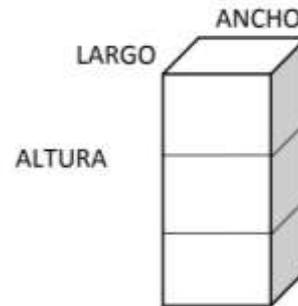


Tabla 89. Resistencia Característica Compresión en Pilas en los ladrillos con Puzolana (P-01)

PILA	espesor (cm)	longitud (cm)	altura (cm)	A (cm ²)	P (kg-f)	esbeltez	Factor de corrección	f'm (P/A) aparente	Resist. Correg.	Coef. I	Resist. Caract.
P-01	12.48	23.45	48.15	292.66	21318.84	3.86	0.939	72.85	68.39	1.00	68.39
P-02	12.52	23.58	48.25	295.22	12700.59	3.85	0.938	43.02	40.35	1.00	40.35
P-03	12.49	23.6	48.54	294.76	16556.12	3.89	0.941	56.17	52.86	1.00	52.86
P-04	12.45	23.49	48.35	292.45	13986.56	3.88	0.940	47.83	44.97	1.00	44.97
P-05	12.5	23.55	48.42	294.38	12204.97	3.87	0.940	41.46	38.96	1.00	38.96
									σ		12.07
									Promedio		49.11
									Promedio - σ		37.04

FUENTE: Elaboración Propia

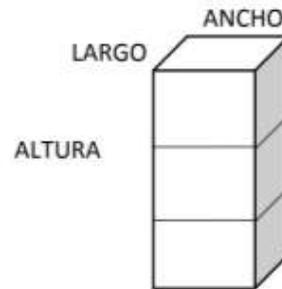


Tabla 90. Resistencia característica a compresión en pilas en los ladrillos mixtos vidrio triturado con puzolana (M-01)

<i>PILA</i>	<i>espesor (cm)</i>	<i>longitud (cm)</i>	<i>altura (cm)</i>	<i>A (cm²)</i>	<i>P (kg-f)</i>	<i>esbeltez</i>	<i>Factor de corrección</i>	<i>f'm (P/A) aparente</i>	<i>Resist. Correg.</i>	<i>Coef. l</i>	<i>Resist. Caract.</i>
M-01	12.56	23.55	47.1	295.79	14884.72	3.75	0.930	50.32	46.80	1.00	46.80
M-02	12.6	23.45	47.25	295.47	16208.08	3.75	0.930	54.86	51.02	1.00	51.02
M-03	12.58	23.48	47.35	295.38	15252.65	3.76	0.931	51.64	48.06	1.00	48.06
M-04	12.55	23.43	47.18	294.05	13285.65	3.76	0.931	45.18	42.06	1.00	42.06
M-05	12.53	23.5	47.2	294.46	16235.65	3.77	0.932	55.14	51.37	1.00	51.37
									σ		3.78
									Promedio		47.86
									Promedio - σ		44.08

FUENTE: Elaboración Propia

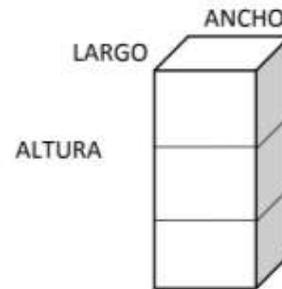


Tabla 91. Resistencia característica a compresión en pilas en los ladrillos con vidrio triturado (v-01)

<i>Pila</i>	<i>espesor (cm)</i>	<i>longitud (cm)</i>	<i>altura (cm)</i>	<i>A (cm²)</i>	<i>P (kg-f)</i>	<i>esbeltez</i>	<i>Factor de corrección</i>	<i>f'm (P/A) aparente</i>	<i>Resist. Correg.</i>	<i>Coef. l</i>	<i>Resist. Caract.</i>
V-01	12.54	23.52	47.6	294.94	13985.65	3.80	0.934	47.42	44.29	1.00	44.29
V-02	12.55	23.5	47.58	294.93	11505.26	3.79	0.933	39.01	36.40	1.00	36.40
V-03	12.53	23.49	47.62	294.33	12985.6	3.80	0.934	44.12	41.21	1.00	41.21
V-04	12.49	23.58	47.55	294.51	11785.65	3.81	0.935	40.02	37.41	1.00	37.41
V-05	12.52	23.56	47.52	294.97	15895.65	3.80	0.934	53.89	50.33	1.00	50.33
									σ		5.65
									PROMEDIO		41.93
									PROMEDIO - σ		36.28

FUENTE: Elaboración Propia

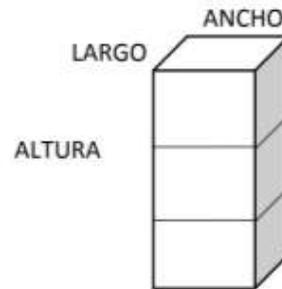


Tabla 92. Resistencia característica a compresión en pilas en los ladrillos tradicionales de la ladrillera de Saños

<i>Pila</i>	<i>espesor (cm)</i>	<i>longitud (cm)</i>	<i>altura (cm)</i>	<i>A (cm²)</i>	<i>P (kg-f)</i>	<i>esbeltez</i>	<i>Factor de corrección</i>	<i>f'm (P/A) aparente</i>	<i>Resist. Correg.</i>	<i>Coef. l</i>	<i>Resist. Caract.</i>
LT-01	12.06	23.51	46.58	283.53	10526.52	3.86	0.939	37.13	34.85	1.00	34.85
LT-02	12.05	23.48	46.2	282.93	12586.25	3.83	0.936	44.48	41.66	1.00	41.66
LT-03	12.08	23.46	46.35	283.40	11985.65	3.84	0.937	42.29	39.64	1.00	39.64
LT-04	12.1	23.41	46.65	283.26	9995.89	3.86	0.939	35.29	33.13	1.00	33.13
LT-05	12.25	23.5	46.85	287.88	16325.84	3.82	0.936	56.71	53.06	1.00	53.06
									σ		7.84
									Promedio		40.47
									Promedio - σ		32.62

FUENTE: Elaboración Propia

a) Módulo de elasticidad:

El módulo de elasticidad se obtendrá según la siguiente fórmula (Norma E.070):

$$Em = 500 \times f'm$$

Donde:

E´m: Módulo de elasticidad

F´m: Resistencia a la compresión axial en la albañilería.

El módulo de elasticidad obtenido empleando la formula citada; se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 93. Módulo de Elasticidad de los Tipos de Ladrillo

<i>Resumen</i>					
<i>Tipo de ladrillo</i>	<i>Abreviatura</i>	<i>f'm Promedio (kg/cm2)</i>	<i>f'm Promedio (ton/m2)</i>	<i>Em (Ton/m2)</i>	<i>Promedio Em</i>
Ladrillo con puzolana	P-01	37.04	370.39	185194.02	150024.11
Ladrillo mixto (puzolana y vidrio triturado)	M-01	44.08	440.82	220408.70	
Ladrillo con vidrio triturado	V-01	36.28	362.79	181395.05	
Ladrillo artesanal de Saños	LT-01	32.62	326.25	163122.79	

FUENTE: Elaboración Propia

b) Módulo de corte:

El módulo de corte se obtuvo según la siguiente fórmula (Norma E.070):

$$Gm = 0.4 \times Em$$

Donde:

G m: Módulo de corte.

E m: Módulo de elasticidad.

El módulo de corte obtenido se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 94. Módulo de corte de los tipos de ladrillo

<i>Resumen</i>					
<i>Tipo de ladrillo</i>	<i>Abreviatura</i>	<i>f'm Promedio (ton/m2)</i>	<i>E'm (ton/m2)</i>	<i>G'm</i>	<i>Promedio G'm (Ton/m2)</i>
Ladrillo con puzolana	P-01	370.39	185194.02	74077.61	75012.06
Ladrillo mixto (puzolana y vidrio triturado)	M-01	440.82	220408.70	88163.48	
Ladrillo con vidrio triturado	V-01	362.79	181395.05	72558.02	
Ladrillo artesanal de Saños	LT-01	326.25	163122.79	65249.12	

FUENTE: Elaboración Propia

Los valores de módulo de elasticidad y módulo de corte obtenidos en todos los tipos de ladrillo, fueron utilizados en el análisis sísmico realizado con el programa ETABS de cada tipo de ladrillo.

3.8.2.3. Resistencia de compresión axial en muretes:

Es una propiedad importante por la similitud de la forma de falla del ensayo con la forma de falla que ocurre en algunos muros cuando son solicitados ante acciones sísmicas. El cálculo de la resistencia al corte por tracción diagonal, $v'm$, se determina con la ecuación:

$$v' m = \frac{P_{\text{máx. diagonal}}}{\text{Area. diagonal}}$$

Donde:

V'm: La resistencia al corte (por tracción diagonal)

Pmax: carga máxima diagonal

Área diagonal: área de la diagonal

De lo anterior se desprende que: se tomaron primeramente las dimensiones como longitud, altura y espesor; así como la carga de rotura dada en el ensayo; puesto que se nos da en KN; convertimos a Kg-f. La resistencia a la compresión en muretes, se determinó dividiendo la carga de rotura (F), en el área bruta (A) de la unidad y la resistencia característica se obtendrá restando la desviación estándar al valor promedio de la muestra. Como se especifican en las siguientes tablas:

Tabla 95. Resistencia a la compresión en muretes en los ladrillos con puzolana

<i>Murete</i>	<i>Largos</i>		<i>Espesor</i>	<i>Diagonal</i>	<i>Carga de rotura</i>	<i>A (cm²)</i>	<i>Presión v'm</i>	<i>Presión v'm</i>
Nº	L1 (cm)	L2 (cm)	(cm)	(cm)	Pu (kg)	A (cm ²)	(Kg/cm ²)	(Mpa)
P-01	48.1	54.6	12.5	70.9	4836.44	886.25	5.46	0.54
P-02	48.15	53.95	12.45	75.95	5100.23	945.58	5.39	0.53
P-03	48.35	54.25	12.48	72.35	4805.95	902.93	5.32	0.52
P-04	48.2	54.85	12.52	71.95	4905.68	900.81	5.45	0.53
P-05	48.45	54.65	12.42	77.95	4840.75	968.14	5.00	0.49
						σ	0.22	
						Promedio	5.32	
						Promedio - σ	5.11	

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 96. Resistencia a la Compresión en muretes en los ladrillos mixtos (puzolana y vidrio triturado)

<i>Murete</i>	<i>Largos</i>		<i>Espesor</i>	<i>Diagonal</i>	<i>Carga de rotura</i>	<i>A (cm²)</i>	<i>Presión v'm</i>	<i>Presión</i>
Nº	L1 (cm)	L2 (cm)	(cm)	(cm)	Pu (kg)	A (cm ²)	(Kg/cm ²)	v'm (Mpa)
M-01	48.70	56.00	12	79.56	5125.65	954.72	5.37	0.53
M-02	48.65	55.95	12.15	80.1	5152.65	973.22	5.29	0.52
M-03	48.55	56.05	12.18	79.95	5256.32	973.79	5.40	0.53
M-04	48.72	56.25	12.13	82.05	5352.85	995.27	5.38	0.53
M-05	48.50	56.85	12.1	80.65	5265.45	975.87	5.40	0.53
						σ	0.05	
						Promedio	5.37	
						Promedio - σ	5.32	

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 97. Resistencia a la compresión en muretes en los ladrillos con vidrio triturado

<i>Murete</i>	<i>Largos</i>		<i>Espesor</i>	<i>Diagonal</i>	<i>Carga de rotura</i>	<i>A</i> (cm ²)	<i>Presión v'm</i>	<i>Presión</i>
Nº	L1 (cm)	L2 (cm)	(cm)	(cm)	Pu (kg)	A (cm ²)	(Kg/cm ²)	v'm (Mpa)
M-01	48.35	55.50	12.5	79.65	5879.6	995.63	5.91	0.58
M-02	48.45	55.75	12.35	79.45	5880.25	981.21	5.99	0.59
M-03	48.25	55.95	12.45	78.99	5878.35	983.43	5.98	0.59
M-04	48.28	55.25	12.25	80.15	5879.45	981.84	5.99	0.59
M-05	48.22	55.45	12.28	79.24	5879.45	973.07	6.04	0.59
					σ		0.06	
					Promedio		5.98	
					Promedio - σ		5.92	

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 98. Resistencia a la compresión en muretes en los ladrillos artesanales de Saños.

<i>Murete</i>	<i>Largos</i>		<i>Espesor</i>	<i>Diagonal</i>	<i>Carga de rotura</i>	<i>A (cm²)</i>	<i>Presión v'm</i>	<i>Presión</i>
Nº	L1 (cm)	L2 (cm)	(cm)	(cm)	Pu (kg)	A (cm ²)	(Kg/cm ²)	v'm (Mpa)
M-01	49.40	56.25	12.25	80.05	4896.32	980.61	4.99	0.49
M-02	49.85	56.45	12.1	80.15	4825.65	969.82	4.98	0.49
M-03	49.25	56.32	12.08	79.98	4875.03	966.16	5.05	0.49
M-04	49.05	56.15	12.18	80.89	4796.92	985.24	4.87	0.48
M-05	49.78	56.08	12.17	80.44	4789.5	978.95	4.89	0.48
					σ		0.08	
					Promedio		4.96	
					Promedio - σ		4.87	

FUENTE: Elaboración Propia

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. Resultados y clasificación según normas.

Con la obtención de los resultados de los diferentes ensayos tanto físicos como mecánicos se podrán utilizar dichos datos para los diseños estructurales.

4.1.1. Resultados de las propiedades físicas:

4.1.1.1. Variación Dimensional:

Como se puede apreciar en el cuadro adjunto, se sacó un promedio final de cada dimensión geométrica y por cada tipo ladrillo, estos se contrastaron con la Norma E070. Clasificación de las unidades para fines estructurales; notamos que todos los tipos de ladrillo califican como ladrillo tipo V.

Tabla 99. Clase de Unidad de Albañilería para fines estructurales

TABLA 1 CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES					
CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN f_b mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4,9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6,9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12,7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17,6 (180)
Bloque P ⁽¹⁾	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
Bloque NP ⁽²⁾	± 7	± 6	± 4	8	2,0 (20)

(1) Bloque usado en la construcción de muros portantes

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

FUENTE: Norma E070.

De acuerdo a los resultados todos los tipos de ladrillo clasifican como ladrillo tipo V, desprendiéndose de ellos que no presenta variación dimensional importante.

Tabla 100. Cuadro Comparativo de Variación Dimensional de los Diferentes Tipos De Ladrillo

<i>Variación Dimensional</i>								<i>Según la NTE. 070</i>
<i>Especímen</i>	<i>Denom. Muestra</i>	<i>L.prom (mm)</i>	<i>L. prom (%)</i>	<i>A. prom (mm)</i>	<i>A. prom (%)</i>	<i>H. prom. (mm)</i>	<i>H. Prom (%)</i>	
Ladrillo puzolánico	P-01	232.34	0.04	122.55	0.30	79.48	0.16	Tipo V
Ladrillo Mixto (vidrio triturado con puzolana)	M-01	236.31	0.06	123.54	0.12	77.38	0.32	Tipo V
Ladrillo con vidrio triturado	V-01	239.40	0.05	124.56	0.09	76.54	0.31	Tipo V
Ladrillo artesanal tradicional	LT-01	233.64	0.18	122.63	0.13	77.29	0.35	Tipo V

FUENTE: Elaboración Propia

En el gráfico N° 109 se puede observar que el que tiene mayor perfección geométrica es el ladrillo puzolánico, puesto que tiene una mínima variación de 0.04% de variación en su longitud, mientras que en el ladrillo tradicional se nota mayor imperfección ya que tiene una máxima imperfección de 0.35% en su espesor. Sin embargo todas clasifican como ladrillo TIPO V, ya que ninguno sobrepasa el 2% de variación, especificado en la Norma.

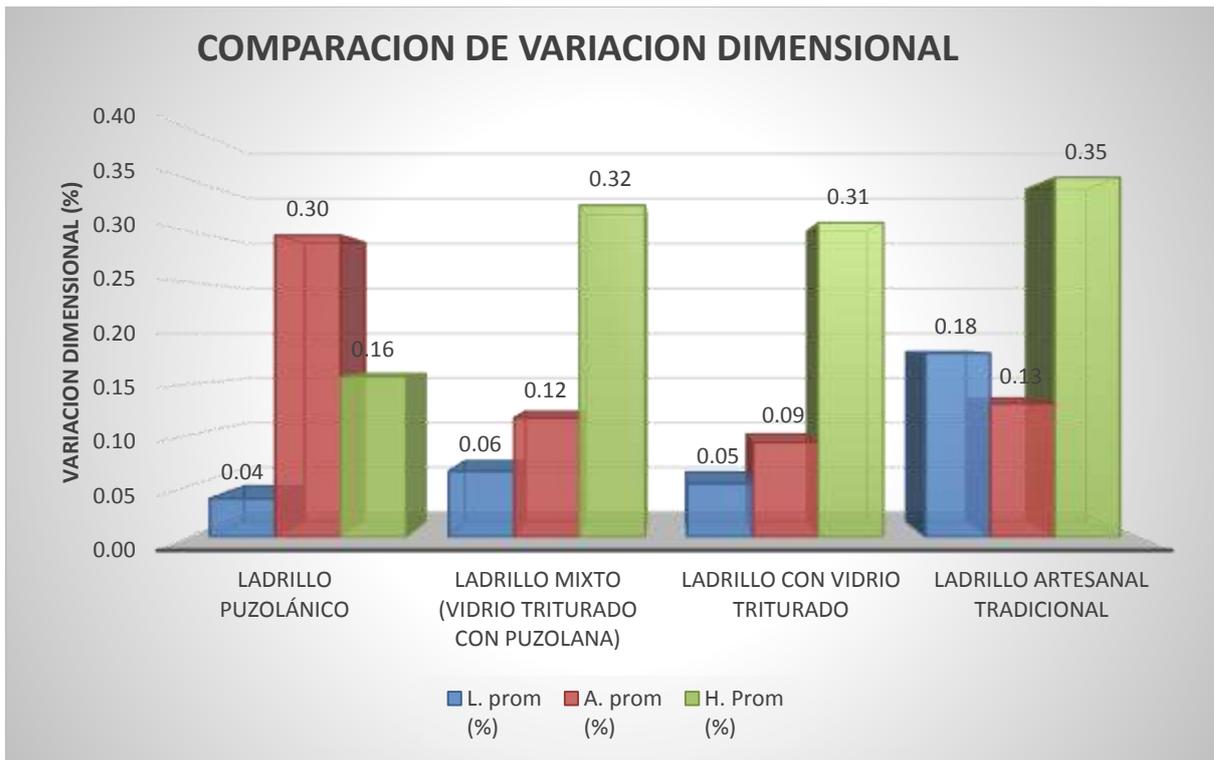


Figura 102. Comparación de variación dimensional por tipo de ladrillo
FUENTE: Elaboración Propia

4.1.1.2. Alabeo:

Como se puede apreciar en el cuadro adjunto, se sacó un promedio final de concavidad y convexidad de cada dimensión geométrica y por cada tipo de ladrillo; contrastándolos con la NORMA E070.; notamos que todos los tipos de ladrillo califican como ladrillo TIPO V; a excepción del ladrillo con puzolana que califica como ladrillo TIPO IV.

Tabla 101. Cuadro Comparativo de Alabeo de los Diferentes Tipos De Ladrillo

<i>Procedencia</i>	<i>Alabeo</i>			<i>Clasificación con la Norma E.070</i>
	<i>Denom. De la muestra</i>	<i>Concavidad (mm)</i>	<i>Convexidad (mm)</i>	
Alabeo del ladrillo puzolánico	P-01	1.00	2.21	Tipo IV

Alabeo del ladrillo mixto (vidrio triturado y puzolana)	M-01	1.00	1.42	Tipo V
Alabeo del ladrillo con vidrio triturado	V-01	1.09	0.92	Tipo V
Alabeo del ladrillo artesanal	LT-01	1.03	1.07	Tipo V

FUENTE: Elaboración Propia

En el gráfico de la figura N° 110, se puede notar que el ladrillo puzolanico tiene mayor convexidad, puesto que sobrepasa los 2 mm máximos para clasificar al ladrillo tipo V, es por eso que clasifica como ladrillo tipo IV; mientras que los demás tipos de ladrillo tienen valor menores a 2 mm clasificándose por lo tanto como ladrillo tipo V. Por lo tanto tienen características aceptables puesto que clasifican como ladrillo tipo IV y V

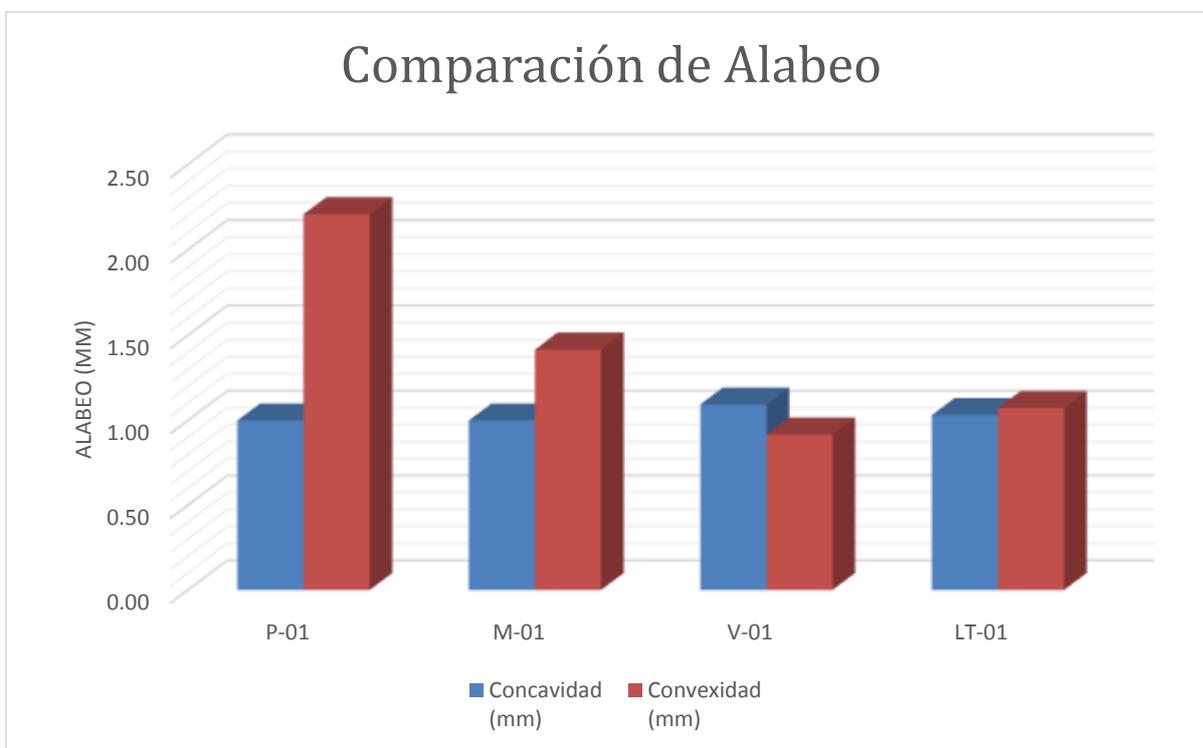


Figura 103. Comparación de alabeo por tipo de ladrillo
FUENTE: Elaboración Propia

4.1.1.3. Densidad:

Según la tabla adjunta se deducen que hay mayor densidad en los ladrillos mixtos puesto que tiene un 1.85% de densidad; seguidos por los ladrillos puzolánicos con 1.69%, esto altos valores indican que este tipo de ladrillos tienen mejores propiedades de resistencia y de perfección geométrica y por ende mejor calidad de ladrillo.

Tabla 102. Cuadro Comparativo del Ensayo de Densidad de los diferentes tipos de Ladrillo

<i>Ensayo de Densidad</i>			<i>Clasificación NTP 331.017</i>
<i>Procedencia</i>	<i>Denominac. de la Muestra</i>	<i>Densidad Promedio</i>	
Ladrillo con puzolana	P-01	1.69	Tipo IV
Ladrillo Mixto (Puzolana y vidrio triturado)	M-01	1.85	Tipo V
Ladrillo con vidrio triturado	V-01	1.61	Tipo III
Ladrillo artesanal de San Pedro de Saños	LT-01	1.62	Tipo III

FUENTE: Elaboración Propia

En la clasificación con la NORMA NTP 331.017 se clasifico al ladrillo mixto como Ladrillo Tipo V y el ladrillo puzolánico como Ladrillo Tipo IV, las otras 02 como ladrillo TIPO III.

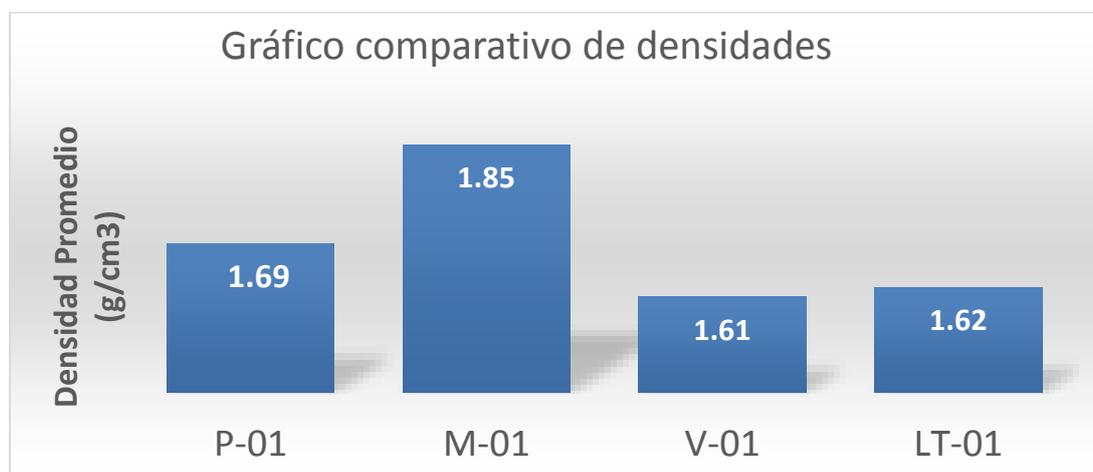


Figura 104. Comparación de densidades por tipo de ladrillo

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 103. Tabla de la Norma ITINTEC 331.018

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

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

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

FUENTE: Norma ITINTEC N° 331.018

4.1.1.4. Succión:

Según los resultados adjuntos por cada tipo de ladrillo se contrasto con la Norma Itintec 1978 para clasificar nuestros tipos de ladrillos.

Tabla 104. Tabla de la Norma Itintec 1978.

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

FUENTE: Norma ITINTEC N° 1978

En ella damos cuenta que el ladrillo artesanal con vidrio triturado clasifica como ladrillo tipo V, seguido por el Ladrillo Mixto que se clasifica como ladrillo tipo III. Asimismo en la tabla de resultado se observa que hay valores promedio de succión relativamente altos; por encima de los 20gr/min por ello es

necesario saturarlos antes de su uso. Puesto que se compromete la adherencia con el mortero en la construcción de unidades de albañilería.

Tabla 105. Resultados de clasificación de Succión según NORMA ITINTEC

Muestra	Succión		Clasificación según la Norma
	Denom. de la Muestra	Succión promedio (gr)	
Ladrillo puzolánico	P-01	61.62	Tipo II
Ladrillo mixto (puzolana con vidrio triturado)	M-01	50.83	Tipo III
Ladrillo con vidrio triturado	V-01	27.86	Tipo V
Ladrillo artesanal de Saños	LT-01	62.79	Tipo II

FUENTE: Elaboración Propia

En el grafico se observa que el ladrillo con vidrio triturado está más cerca del máximo establecido por la norma, mientras que el ladrillo tradicional de Saños está mucho más lejos, dando a entender que este último requiere mayor tratamiento.



Figura 105. Gráfico comparativo de succión por cada tipo de ladrillo
FUENTE: Elaboración Propia

4.1.1.5. Absorción, Absorción Máxima y Coeficiente de Saturación:

Según los resultados adjuntos por cada tipo de ladrillo se contrasto con la Norma Itintec 1978.y con la Norma E070.

Tabla 106. Resultados de Clasificación de Absorción, Absorción Máxima y Coeficiente de Saturación; Según Norma Itintec 1978.

MUESTRA	Denominación de la Muestra	Absorc. %	Clasificación norma E070	Abs. Max. %	Maxi. según norma ITINTEC 331.018	Coef. Saturac.	Maxi. según norma ITINTEC 331.018
Ladrillo puzolánico	P-01	17.09	Cumple	22.57	Tipo III	0.76	Tipo IV Y V
Ladrillo mixto (puzolana con vidrio triturado)	M-01	15.94	Cumple	20.01	Tipo IV Y V	0.80	Tipo IV Y V
Ladrillo con vidrio triturado	V-01	15.89	Cumple	20.73	Tipo IV Y V	0.77	Tipo IV Y V
Ladrillo artesanal de Saños	LT-01	18.77	Cumple	42.94	No clasifica	0.44	No clasifica

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 107. Requisitos complementarios; Absorción y Coeficiente de Saturación de la Norma Itintec 1978.

TIPO	ABSORCIÓN (máx. en %)	COEFICIENTE DE SATURACIÓN (máximo)(2)
I	Sin Límites	Sin Límites
II	Sin Límites	Sin Límites
III	25	0,90
IV	22	0,88
V	22	0,88

FUENTE: Norma ITINTEC N° 1978

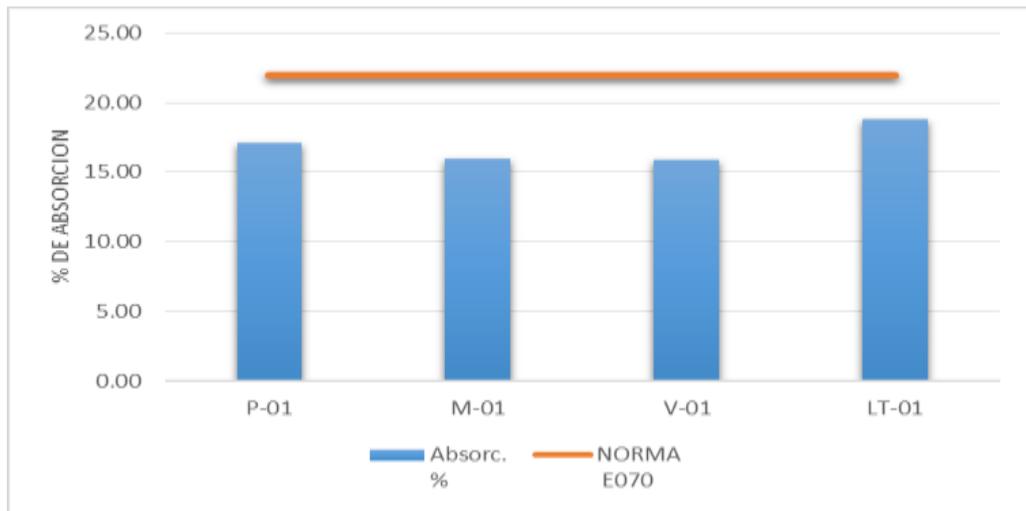


Figura 106. Gráfico de comparación de % de Absorción con la Norma E070 de los diferentes tipos de ladrillo
FUENTE: Elaboración Propia

El porcentaje de absorción promedio de los ladrillos de arcilla fabricados con puzolana, ladrillos mixtos (puzolana y vidrio triturado), vidrio triturado y ladrillo tradicional; cumplen con la norma E070 que menciona que debe ser menor de 22%; **indicando esto que el ladrillo no es poroso y resistente a la acción de la intemperie**; asegura la adecuada durabilidad de la construcción de albañilería.

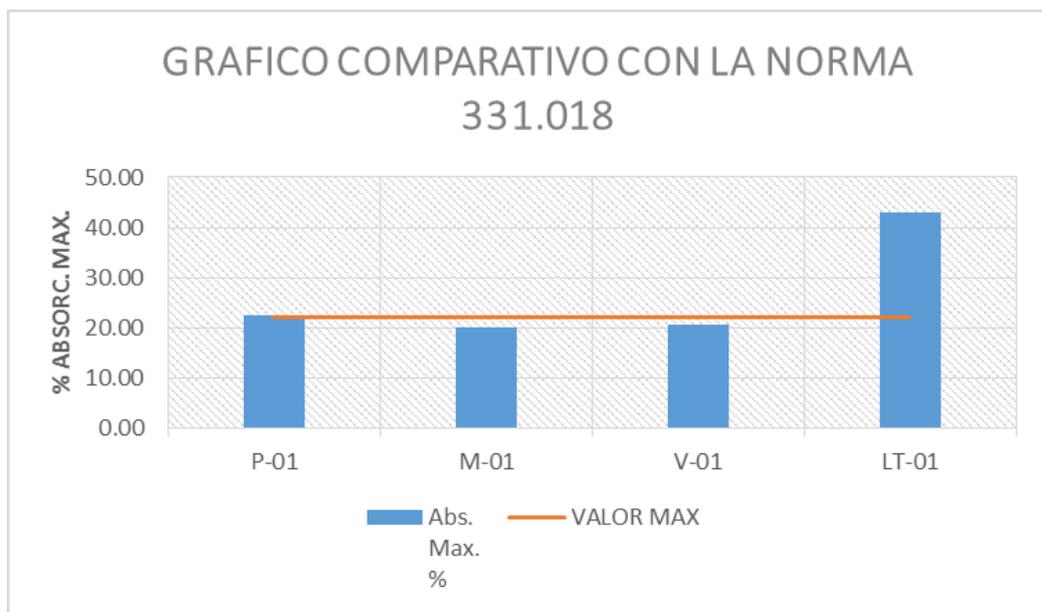


Figura 107. Gráfico de Comparación de % de Absorción Máxima con la Norma E070 de los diferentes tipos de Ladrillo
FUENTE: Elaboración Propia

También cumplen con lo establecido en la Norma Intintec 331.017 donde el máximo % de absorción es 22% para ladrillos de arcilla de tipo V.

La Norma Intintec 331.017 nos especifica que su nivel de absorción es aceptable porque no es mayor que el 22%. Por lo que nuestras unidades de ladrillo están dentro del rango establecido en la normal.

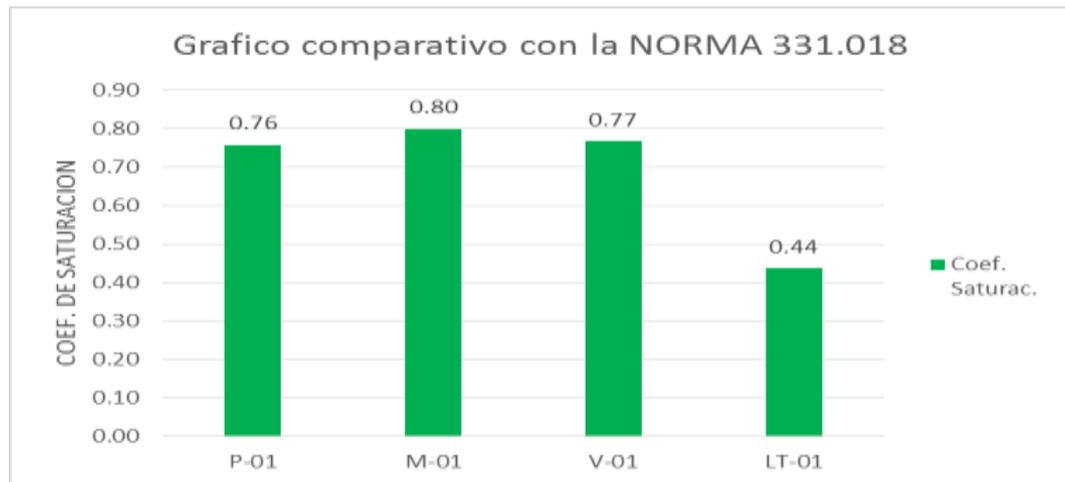


Figura 108. Gráfico de comparación de Coeficiente de Saturación con la Norma 331.018 de los diferentes tipos de Ladrillo
FUENTE: Elaboración Propia

En el gráfico comparativo del coeficiente de saturación se puede notar que el ladrillo mixto, de puzolana y el ladrillo con vidrio triturado están dentro del rango permisible según indicado en la NORMA ITINTEC 331.017. Puesto que los ladrillos con puzolana (p-01) y ladrillos con vidrio triturado v-01) son menores a 0.80, se puede deducir que son poco absorbentes y es utilizable para cualquier clima o condición de intemperismo.

Con respecto al ladrillo artesanal de Saños (LT) su coeficiente de saturación está muy por debajo de lo permisible por lo que NO CLASIFICA A NINGUN tipo de ladrillo.

4.1.2. Resultados de los ensayos mecánicos:

4.1.2.1. Resistencia de compresión axial de unidades:

Según los resultados adjuntos por cada tipo de ladrillo se contrasto con la con tabla 51 de la NORMA E070:

Tabla 108. Clase de Unidad de Albañilería para fines estructurales.

CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES	
CLASE	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN
	f_b mínimo en Mpa (kg/cm ²) sobre área bruta
Ladrillo I	4,9 (50)
Ladrillo II	6,9 (70)
Ladrillo III	9,3 (95)
Ladrillo IV	12,7 (130)
Ladrillo V	17,6 (180)

FUENTE: Norma E070.

Tabla 109. Resultados de Clasificación de Compresión Axial de Unidades; según norma E070

<i>Resumen</i>				
<i>Ladrillo</i>	<i>Denominación de la muestra</i>	<i>f' b promedio (kg/cm²)</i>	<i>f' b promedio (Mpa)</i>	<i>Clasificación según la Norma E 070</i>
Ladrillo con puzolana	P-01	70.45	6.91	Ladrillo tipo II
Ladrillo mixto	M-01	92.11	9.03	Ladrillo tipo III
Ladrillo con vidrio triturado	V-01	61.80	6.06	Ladrillo tipo I
Ladrillo con vidrio triturado	LT-01	32.58	3.19	No clasifica

FUENTE: Elaboración Propia

En el grafico se observa que la resistencia a la compresión más alta es el del ladrillo mixto clasificándose como ladrillo tipo III, mientras que el ladrillo tradicional obtiene una resistencia muy baja deduciéndose que no clasifica en ningún tipo de ladrillo.

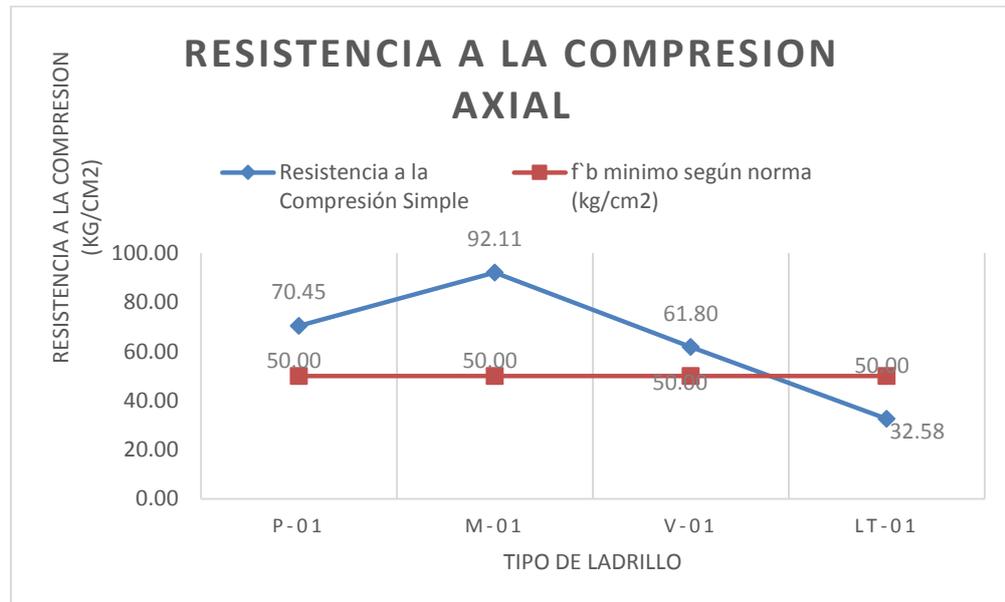


Figura 109. Gráfico de comparación de resistencia a la compresión con la Norma E070 de los diferentes tipos de Ladrillo
FUENTE: Elaboración Propia

4.1.2.2. Resistencia de compresión de pilas:

De acuerdo a la Tabla 54 (del RNE E.070) la resistencia de las pilas el ladrillo mixto calificaría entre las unidades de King Kong Industrial y artesanal. Mientras que el de puzolana y el ladrillo con vidrio triturado calificaría con KING KONG ARTESANAL.

Por otro lado el ladrillo Tradicional NO CLASIFICA como ningún tipo de ladrillo.

Tabla 110. Resistencias Características de la Albañilería

RESISTENCIAS CARACTERÍSTICAS DE LA ALBAÑILERÍA				
Mpa (kg/cm²)				
Materia prima	Denominación	UNIDAD f'b	PILAS f'm	MURETES v'm
ARCILLA	King Kong Artesanal	5,4 (55)	3,4 (35)	0,5 (5,1)
	King Kong Industrial	14,2 (145)	6,4 (65)	0,8 (8,1)
	Rejilla Industrial	21,1 (215)	8,3 (85)	0,9 (9,2)

FUENTE: Norma E070.

Tabla 111. Resumen de la Resistencia Característica De Pilas

<i>Resumen</i>				
<i>Tipo del Ladrillo</i>	<i>Abreviatura</i>	<i>f'm Promedio (kg/cm²)</i>	<i>Clasificación según Norma</i>	<i>f'm Promedio (Kg/cm²)</i>
Ladrillo con puzolana	P-01	37.04	King Kong Artesanal	37.51
Ladrillo Mixto (puzolana y vidrio triturado)	M-01	44.08	King Kong industrial y Artesanal	
Ladrillo con vidrio triturado	V-01	36.28	King Kong Artesanal	
Ladrillo tradicional de Saños	LT-01	32.62	No clasifica	

FUENTE: Elaboración Propia

Del Gráfico N° 117, se desprende que el de mayor resistencia es el Ladrillo Mixto alcanzando un 44.08 kg/ cm², mientras que el ladrillo tradicional no alcanza al mínimo especificado para ser considerado por lo menos como un KING KONG ARTESANAL. Indicando esto que el ladrillo tradicional no asegura resistencia a la vivienda.

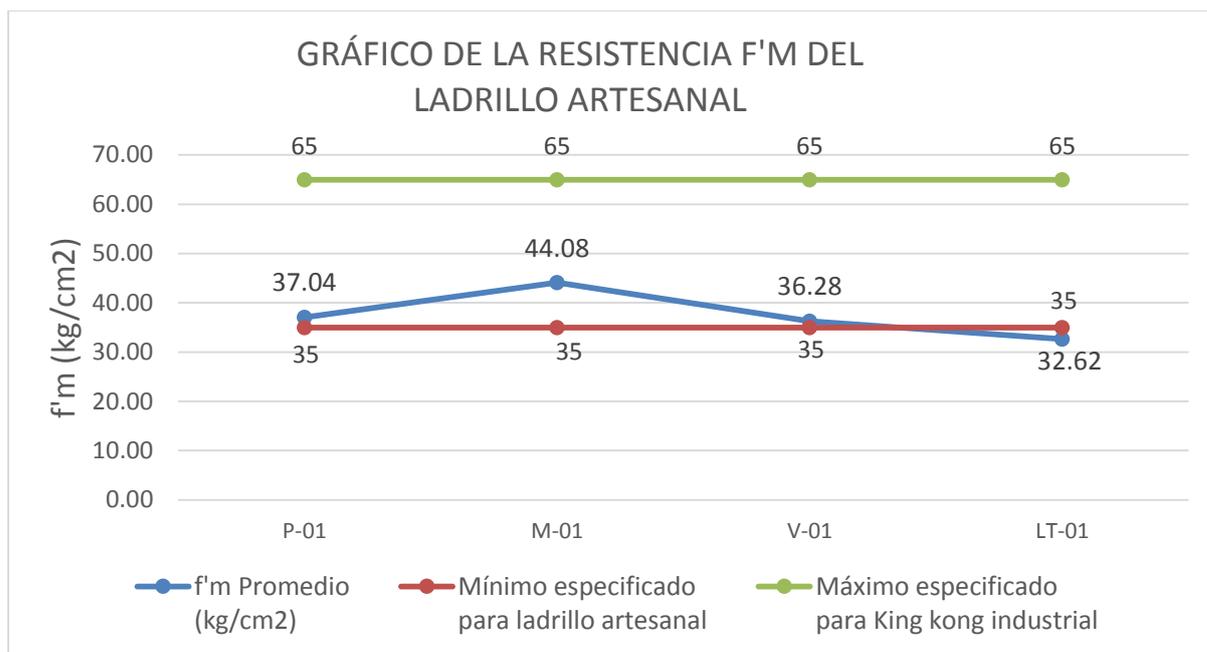


Figura 110. Gráfico de comparación de resistencia a la compresión axial en prismas de los diferentes tipos de Ladrillo
FUENTE: Elaboración Propia

4.1.2.3. Resistencia de Compresión en Muretes:

Según el ensayo de compresión a muretes todos los tipos de ladrillo clasifican A KING KONG ARTESANAL teniendo en cuenta la norma E070. A excepción del ladrillo tradicional que no clasifica en ninguna de ellas.

Tabla 112. Resumen de la Resistencia Característica en Muretes

<i>Resumen</i>					
<i>Tipo de ladrillo</i>	<i>Abrev.</i>	<i>Presión promedio v'm (kg/cm²)</i>	<i>Presión promedio v'm (Mpa)</i>	<i>Clasificación según Norma</i>	<i>v'm Promedio (Kg/cm²)</i>
Ladrillo con puzolana	P-01	5.11	0.50	King Kong Artesanal	5.30
Ladrillo Mixto (puzolana y vidrio triturado)	M-01	5.32	0.52	King Kong Artesanal	
Ladrillo con vidrio triturado	V-01	5.92	0.58	King Kong Artesanal	
Ladrillo tradicional de Saños	LT-01	4.87	0.48	No clasifica	

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 113. Resistencias Características de la Albañilería

RESISTENCIAS CARACTERÍSTICAS DE LA ALBAÑILERÍA				
Mpa (kg/cm ²)				
Materia prima	Denominación	UNIDAD f'b	PILAS f'm	MURETES v'm
ARCILLA	King Kong Artesanal	5,4 (55)	3,4 (35)	0,5 (5,1)
	King Kong Industrial	14,2 (145)	6,4 (65)	0,8 (8,1)
	Rejilla Industrial	21,1 (215)	8,3 (85)	0,9 (9,2)

FUENTE: Norma E070.

Del Gráfico N° 118, se desprende que el de mayor resistencia es el Ladrillo con vidrio triturado alcanzando un 5.92 kg/ cm², mientras que el ladrillo tradicional no alcanza al mínimo especificado para ser considerado por lo menos como un KING KONG ARTESANAL. Indicando esto que el ladrillo tradicional no asegura resistencia a la vivienda.

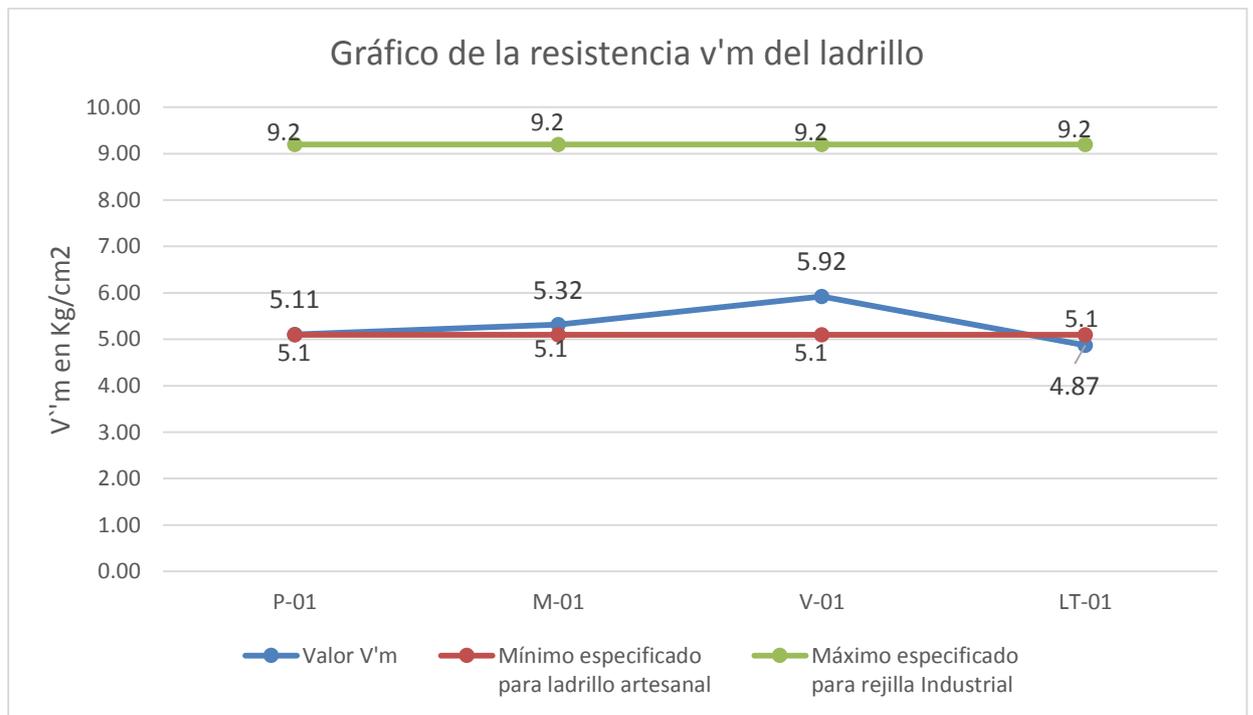


Figura 111. Gráfico de comparación de resistencia a la compresión en muretes de los diferentes tipos de Ladrillo

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 114. Cuadro comparativo de los ensayos físicos realizados

<i>Tipo de ladrillo</i>	<i>Abreviat.</i>	<i>Variación dimensional</i>	<i>Alabeo</i>	<i>Densidad</i>		<i>Succión</i>		<i>Prom. Absorción (%)</i>		<i>Prom. Absorción mx. (%)</i>		<i>Coef. De saturación</i>	
Ladrillo Puzolánico	P-01	Tipo V	Tipo V	1.69	Tipo IV	61.62	Tipo II	17.09	Tipo V	22.57	Tipo III	0.76	Tipo V
Ladrillo Mixto	M-01	Tipo V	Tipo V	1.85	Tipo V	50.83	Tipo III	15.94	Tipo V	20.01	Tipo V	0.8	Tipo V
Ladrillo con vidrio triturado	V-01	Tipo V	Tipo V	1.61	Tipo III	27.86	Tipo V	15.89	Tipo V	20.73	Tipo V	0.77	Tipo V
Ladrillo artesanal de Saños	LT-01	Tipo V	Tipo V	1.62	Tipo III	62.79	Tipo II	18.77	Tipo V	42.94	No clasifica	0.44	No clasifica

LEYENDA

	OPTIMO
	DEFICIENTE

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 115. Cuadro comparativo de los ensayos mecánicos realizados

<i>Especímen</i>	<i>Abreviat.</i>	<i>f' b</i> (kg/cm ²)		<i>f' m</i> (kg/cm ²)		<i>v' m</i> (kg/cm ²)	
Ladrillo Puzolánico	P-01	70.45	Tipo II	37.04	King kong Artesanal	5.11	King kong Artesanal
Ladrillo Mixto	M-01	92.11	Tipo III	44.08	King kong Artesanal	5.32	King kong industrial y Artesanal
Ladrillo con vidrio triturado	V-01	61.8	Tipo I	36.28	King kong Artesanal	5.92	King kong Artesanal
Ladrillo artesanal de San Pedro de Saños	LT-01	32.58	No clasifica	32.62	No clasifica	0.48	No clasifica

FUENTE: Elaboración Propia

LEYENDA

	OPTIMO
	DEFICIENTE

CAPITULO V

DISCUSION DE RESULTADOS

5.1. Discusión 01

En el objetivo general que se planteó en la presente investigación, fue determinar en qué medida mejora las propiedades físicas y mecánicas del diseño del ladrillo artesanal al incorporar vidrio triturado y puzolana. Los siguientes resultados se obtuvo mediante ensayos de laboratorio donde las propiedades físicas del ladrillo tales como variabilidad dimensional clasificaron como ladrillo tipo V; en cuanto al alabeo las unidades clasificaron como ladrillo tipo IV y V, en densidad clasificaron como ladrillo tipo III, IV y V, en succión clasificaron como ladrillo II, III Y V; absorción clasificaron como ladrillo tipo V, para la absorción máxima se tuvo que los ladrillos mejorados clasificaron como ladrillo III y V a excepción del ladrillo artesanal que no clasificó a ninguna de ellas y con respecto al coeficiente de saturación todos los ladrillos mejorados clasificaron al TIPO V a excepción del ladrillo traído de Saños que no clasifico a ningún. Esto en comparación con los resultados de los ensayos físicos del ladrillo artesanal presentado por el bachiller Peralta en su tesis denominado “Evaluación y ventajas de una albañilería confinada construida con ladrillos artesanales y otra con industriales en la Provincia de Huancayo”, en donde los resultados de los ensayos

físicos son relativamente parecidos a los resultados presentados en la presente tesis.

Con respecto a los ensayos mecánicos lo que concierne a compresión axial de unidades, se clasificó en ladrillos tipos I, II y III; con respecto a la compresión en pilas y compresión en muretes todos tuvieron clasificación óptima clasificándose como KK artesanal; mientras que las unidades traídas de la ladrillera de Saños, todas tuvieron una clasificación deficiente. Esto en comparación al trabajo de investigación del Ing. Wilson Néstor Arquíñigo titulado: “Propuesta para mejorar la calidad estructural de los ladrillos artesanales de arcilla cocida de Huánuco”; en donde el Ing. Propone crear un nuevo ladrillo a través de la incorporación de huecos y la inclusión de aserrín, en el compuesto en crudo; estos ladrillos fueron evaluados mediante ensayos arrojaron clasificaciones altas tal es así que resistencia en compresión de unidades clasifico al ladrillo tipo IV, superando a los resultado obtenidos en la investigación, en cuanto a prismas clasifico al ladrillo KK artesanal igualando a los resultado obtenidos en la presente tesis, en cuanto a muretes los resultados obtenido los clasifican como KK industrial.

5.2. Discusión 02

Como objetivo específico de la presente tesis fue el de analizar en qué medida mejora las propiedades físicas del ladrillo artesanal cuando se incorpora diferentes proporciones de vidrio triturado y puzolana al respecto se señala que:

a. Variación dimensional:

En cuanto a la variación dimensional todos las muestras clasificaron como ladrillo TIPO V, en comparación con el estudio de la ingeniera Aguirre (2004) en su tesis: Evaluación de las características estructurales de la albañilería producida en unidades fabricadas en la Región Central Junín; que los

clasifican como tipo IV y V, El coeficiente de variación que se notaron en los ensayos fue que el ladrillo con puzolana tiene las dimensiones más exactas puesto que presento una mínima variación de 0.04% en el largo, seguida por el ladrillo con vidrio triturado que mantiene una variación de 0.05%; a diferencia de las unidades artesanales de Saños que tuvo mayor variación en sus dimensiones con 0.35% en el espesor; menor al obtenido por Gaytán (2015 pág. 38) en su investigación titulada: Análisis de la respuesta sísmica de una edificación considerando la variación del tipo de unidad de albañilería en Lima 2017, que obtuvo una variación dimensional de 1.08% del espesor del ladrillo artesanal de Saños, lo cual muestra que no todos las unidades tiene las mismas dimensiones, pero de todos modos cumplen con la (N.T.P. E.070, 2006) que menciona como máximo $\pm 2\%$. h.

b. Alabeo:

En cuanto al alabeo de las unidades de albañilería del ladrillo mixto, del ladrillo con vidrio y del ladrillo artesanal clasificaron como ladrillo tipo V, a excepción del ladrillo puzolánico que clasifíco como ladrillo TIPO IV, puesto que el alabeo máximo es 2-4 mm respectivamente y cumple con todas las unidades de todos los tipos de ladrillo; donde se obtuvo valores inferiores a este. (N.T.P. E.070, 2006). En comparación con la investigación de la Ingeniería Aguirre (2004), en sus tesis Evaluación de las características estructurales de la albañilería producida con unidades fabricadas en la región central Junín.; clasifíco el ladrillo de Saños como tipo IV. Valor mayor al obtenido en la presente investigación para los ladrillos de Saños.

De ello se desprende que todas las unidades tienen características aceptables porque clasifican como unidades del tipo IV y V, por lo que se asume que las juntas serán las recomendadas (10 mm@ 15 mm); así mismo, se asume que con estas juntas la resistencia en compresión y corte podrían ser adecuadas.

c. Densidad

En la presente investigación la que tuvo mayor densidad, fue el ladrillo mixto, seguido por el ladrillo puzolanico, estas clasificaron como ladrillo tipo V y IV respectivamente; el ladrillo con vidrio triturado y el ladrillo artesanal de Saños clasificaron como ladrillo tipo III. En comparación con el estudio de Mella (2004) en su investigación “Estudio, caracterización y evaluación de puzolanas locales en la masa cerámica del ladrillo”. Que concluyó que al añadir 10% de puzolana a la masa cerámica del ladrillo, esta mejora considerablemente su densidad. Más por el contrario si aumentamos esta dosis se comprometería esta propiedad.

d. Succión:

En cuanto a la succión los ladrillos mejorados clasificaron como ladrillo tipo III y V, estos fueron los casos del ladrillo mixto y ladrillo con vidrio triturado, este último alcanzando una clasificación mayor. A excepción del ladrillo puzolánico que clasifico igual que el ladrillo artesanal de Saños son de Tipo II, también aceptable, esto porque tienen un valor demasiado alto de succión que es de 61.62 y 62.79 correspondientemente. Si comparamos estos resultados con los obtenidos por Ruiz en su investigación: “Influencia de la adición de vidrio

triturado en la resistencia a la compresión axial de un ladrillo de arcilla artesanal de Cajamarca”; que menciona que al agregar 05% de vidrio a la mezcla obtiene una succión de 21.37 gr/200 cm²-min; valor con mínimo de variación al establecido por Bartolomé (1998) que nos dice que: la succión debe tener un valor comprendido entre 10 y 20 gr/200 cm²-min; definitivamente ninguna unidad estaría dentro de ese rango por es necesario que las unidades se traten antes de asentarse.

e) Absorción, absorción máxima y coeficiente de saturación

En la presente tesis el promedio de absorción para el ladrillo artesanal con vidrio triturado y ladrillo mixto bajaron sustancialmente el porcentaje de absorción con un 15.89 y 15.94%, cumpliendo el mínimo especificado en la norma E070. Es más estos valores se acercan al del ladrillo industrial.

Esto en comparación con la investigación de Peralta titulado *Evaluación y ventajas de una albañilería confinada construida con ladrillos artesanales y otra con industriales en la Provincia de Huancayo*” que en sus resultados obtuvo como promedio de absorción del ladrillo artesanal un 21.09%, que resulta un valor sumamente alto que indicaría que los ladrillos artesanales son más porosos y por ende menos resistente,

Con respecto a la absorción máxima los ladrillos mejorados clasificaron con el ladrillo Tipo V las cuales son la mixta y con vidrio triturado que obtuvieron valores de 20.01% y 20.73% correspondientemente que está por debajo del máximo recomendado, a excepción del ladrillo puzolánico q clasificó como ladrillo tipo III y el ladrillo de Saños que no clasificó. En cuanto al coeficiente de saturación todos clasificaron como ladrillo tipo V, a excepción del ladrillo de

Saños que no clasificó a ninguno. Estos valores comparados a los obtenidos por Aguirre en su investigación *“Evaluación de las características estructurales de la albañilería producida en unidades fabricadas en la Región Central Junín”*; en donde la absorción máxima, se encuentra por encima del máximo recomendado que es 22%, esto indicaría que las unidades contienen más humedad que la necesaria. Pero que se tiene coeficientes de saturación similares en las cuatro zonas, lo cual resulta contradictorio.

5.3. Discusión 03

El objetivo específico fue identificar en qué medida mejora la resistencia de la compresión simple del ladrillo artesanal al incorporar diferentes proporciones de vidrio triturado y puzolana al respecto cabe notar que los resultados de este ensayo fueron que para el ladrillo puzolánico se obtuvo 70.45 kg/cm², el ladrillo mixto obtuvo un 92.11 kg/cm², el ladrillo con vidrio triturado obtuvo un 61.80 kg/cm², notándose de inmediato que los ladrillos mejorados clasificaron como ladrillo tipo II, III y I respectivamente, mejorando significativamente su resistencia a la compresión simple; esto a diferencia del ladrillo tradicional de Saños que obtuvo un 32.58 kg/cm², coincidiendo cercanamente con el resultado de compresión simple de unidades obtenido por la Ingeniería Dionisia en su investigación: *“Evaluación de las características estructurales de la albañilería producida con unidades fabricadas en la región central Junín”*. Que obtuvo un valor de 39.41 kg/cm², siendo éste un promedio de las 04 zonas donde fabrican ladrillos estudiados por la ingeniera. Resultados que no se aproximan al mínimo de 50 kg/cm² recomendado en la norma E.070.

5.4. Discusión 04

Se Identificó en qué medida mejora la resistencia de la compresión axial en prismas del ladrillo artesanal al incorporar diferentes proporciones de vidrio triturado y puzolana. Cuyos resultado fueron las siguientes: para el ladrillo con puzolana al 10% presento como resistencia características un f'm: 37.04 kg/cm², con ladrillo mixto al 20% (puzolana y vidrio triturado) un f'm de 44.04 kg/cm², con el ladrillo con 30% de vidrio triturado obtuvo un f'm de 36.28 kg/cm². Es así que las resistencias obtenidas con ladrillos mejorados cumplen con la Norma E070 y clasifican como KK artesanal y en ladrillo mixto incluso como KK industrial y artesanal, a diferencia del ladrillo artesanal de Saños que obtuvo un f'm de 32.62 Kg/cm²; aproximándose al resultado obtenido por la ingeniería Dionisia en sus investigación: *“Evaluación de las características estructurales de la albañilería producida en unidades fabricadas en la Región Central Junín”*; la cual obtuvo un f'm 35.56kg/cm²,. Coincidiendo en que ambas no clasifican a ningún tipo de ladrillo.

5.5. Discusión 05

Compresión diagonal

Se identificó en qué medida mejora la resistencia de la compresión diagonal en muretes en prismas del ladrillo artesanal incorporando diferentes proporciones de vidrio triturado y puzolana, las mismas que dieron como resultado que para el ladrillo puzolánico tiene un v'm de 5.11 kg/cm²; el ladrillo mixto tiene un valor de 5.32 kg/cm², el ladrillo con vidrio triturado tiene un valor de 5.92 kg/cm² todas estas clasificando como ladrillo King Kong Artesanal, a diferencia del ladrillo tradicional de Saños que no clasifica. Esto comparado con el resultado obtenido por Arquíñigo

en su tesis titulado: “*Propuesta para mejorar la calidad estructural de los ladrillos artesanales de arcilla cocida de Huánuco*”; en donde elaboró ladrillos mejorados incluyendo huecos en la cara de asiento y aserrín en la composición del crudo, al practicarles ensayos estos alcanzaron resistencias de 10.31 y 9.00 kg/cm² llegando a estar en el valor recomendado para KK industrial. Obteniendo así calidad estructural en los ladrillos artesanales.

CONCLUSIONES

1. Se determinó en qué medida mejoraron las propiedades físicas y mecánicas del diseño del ladrillo artesanal al incorporar vidrio triturado y puzolana. En cuanto a las propiedades físicas no hubo variación considerable puesto que en variación dimensional y alabeo los resultados fueron parecidos al del ladrillo tradicional ya que todos clasificaron al ladrillo tipo IV y V con valores que no superan el 2% ni los 2 mm, sin embargo en cuanto densidad hubo cierta mejoría puesto que el ladrillo mixto alcanzó los 1.85 g/cm³ y en cuanto a succión el ladrillo con vidrio triturado alcanzó los 27.86 gr/200cm²-min valores que los clasificaron como ladrillo tipo V, a diferencia del ladrillo traído de Saños que solo alcanzó clasificar como tipo II con valores de 1.62 g/cm² para densidad y 62.79 gr/200 cm²-min para succión. En otros mejoró considerablemente, como son en la absorción máxima con 20.01% y 20.73% para el ladrillo mixto y el ladrillo con vidrio triturado respectivamente. Y en cuanto a coeficiente de saturación los ladrillos mejorados obtuvieron un rango de 0.76 a 0.80 mientras que los ladrillos traídos de Saños no clasificaron a ningún tipo de ladrillo por llegar a 0.44 de coeficiente de saturación muy por debajo del mínimo establecido.

Asimismo en cuanto a propiedades mecánicas se refiere se notó una mejoría sumamente considerable en cuanto a los ladrillos mejorados ya que el ladrillo mixto obtuvo un f_b de: 92.11 kg/cm² y f_m de 44.08 kg/cm², el ladrillo con vidrio triturado obtuvo un v_m de 5.92 kg/cm² obteniendo mayor rango de clasificación el ladrillo mixto. Esto a diferencia del ladrillo traído de Saños que no clasificaron a ningún tipo de ladrillo.

2. Se demostró la influencia positiva que se logra al adicionar variados porcentajes de vidrio triturado y puzolana en la mejora del ladrillo artesanal, de ello se desprende que para:

Variación dimensional: los ladrillos mejorados tuvieron mínima variación, de ello se desprende que el ladrillo puzolánico fue el que obtuvo menor variación con un 0.04% de variación, seguido por el ladrillo con vidrio triturado con 0.05% de variación y este a su vez seguido por el ladrillo mixto con un 0.06% de variación en su longitud a diferencia del ladrillo tradicional de Saños que obtuvo mayor variación en su espesor con un 0.35% de variación. Sin embargo todas clasificaron como ladrillo tipo V, por tener su variación menos del 2%.

Alabeo: A este respecto el que tuvo menor convexidad fue el ladrillo con vidrio triturado con 0.92 mm, seguido por el ladrillo mixto con 1.00 mm de concavidad y este a su vez seguido por el ladrillo traído de Saños con 1.03 mm de concavidad todas ellas clasificándose como ladrillo tipo V. A diferencia del alabeo del ladrillo puzolánico que tiene 2.21 mm de convexidad superando el máximo establecido para clasificarse a ladrillo tipo V, es por eso que clasifica como ladrillo tipo IV.

Densidad: La densidad promedio de los ladrillos mixtos resultó 1.85g/cm³ calificándolo como tipo V según la Norma 331.017, seguidos por los ladrillos puzolánicos con 1.69 g/cm³ calificándolo como tipo IV. Tanto los ladrillos con vidrio triturado y los traídos de San Pedro de Saños clasificaron como tipo III; con 1.61 y 1.62 g/cm³ respectivamente.

Succión: La succión promedio de los ladrillos con vidrio triturado fue de 27.86 gr/200cm²-min calificándolo como tipo V según la Norma 331.017,

seguidos por los ladrillos mixtos con una succión promedia de 50.83 gr/200cm²-min calificándolo como tipo III. Tanto los ladrillos puzolánicos y los traídos de San Pedro de Saños clasificaron como tipo II; con 61.62 y 62.79 gr/200cm²-min respectivamente.

Absorción, Absorción máxima y coeficiente de saturación: En cuanto a absorción todos los ladrillos mejorados y los traídos por la ladrillera de Saños cumplieron con la Norma E.070, la cual dice que la absorción debe ser menor al 22%. Con respecto a la absorción máxima tanto el ladrillo mixto y el ladrillo con vidrio triturado clasificaron como ladrillo tipo V según la Norma 331.017, con 20.01% y 20.73% respectivamente. A diferencia del ladrillo traído de Saños que no clasificó a ninguna por estar muy por encima del especificado en la norma.

En lo que concierne al coeficiente de saturación, se concluye que todos los ladrillos mejorados que son el ladrillo puzolanico, ladrillo mixto y ladrillo con vidrio triturado con coeficiente de saturación de 0.76, 0.80 y 0.77 respectivamente clasificaron como ladrillo tipo V. A diferencia del ladrillo traído de Saños que obtuvo un coeficiente de saturación de 0.44 muy por debajo del mínimo especificado en la norma 331.017, por lo que no clasifico.

3. Se determinó en qué medida mejora la resistencia a la compresión en unidades de los ladrillos artesanales al incorporar diferentes proporciones de vidrio triturado y puzolana, con respecto a ello se concluye que el que obtuvo mayor resistencia en compresión de unidades fue el ladrillo mixto con un 92.11 kg/cm² clasificándose como ladrillo tipo III, seguido por el ladrillo puzolanico que obtuvo un 70.75kg/cm² clasificándose como ladrillo tipo II y seguido por el ladrillo con vidrio triturado con 61.80 kg/cm² clasificándose como ladrillo tipo I.

Por otro lado los ladrillos artesanales traídos de la Ladrillera de Saños tuvo como promedio 32.58 kg/cm², no logrando clasificar, pues la mínima resistencia a tener para clasificar como tipo I es 50.00 kg/cm².

4. Se verificaron los resultados obtenidos en la resistencia a la compresión axial en prismas (f'm) del ladrillo artesanal al incorporar diferentes proporciones de vidrio triturado y puzolana, de ello se desprende que el que obtuvo mayor resistencia fue el ladrillo mixto con un f'm de 44.08 kg/cm², seguido por el ladrillo puzolanico que obtuvo un f'm de 37.04 kg/cm² y este a su vez seguido por el ladrillo con vidrio triturado que obtuvo un f'm de 36.28 kg/cm², todas ellas superando ligeramente el valor para el tipo KK artesanal (Tabla 9: NTE E.070 (2006) =35kg/cm²). Por otro lado la producción artesanal traídos de la Ladrillera de Saños obtuvo un f'm de 32.62 kg/cm², valor inalcanzable al mínimo especificado por la norma.

5. Se estableció la gran efectividad que ejerce sobre el ladrillo artesanal la incorporación de vidrio triturado y puzolana. Con respecto a ello se concluye que el que obtuvo mayor v'm fue el ladrillo con vidrio triturado con un 5.92 kg/cm², seguido por el ladrillo mixto que obtuvo un v'm de 5.32 kg/cm² y este a su vez seguido por el puzolanico que obtuvo un v'm de 5.11 kg/cm². Todas ellas clasificándose como KK artesanal. A diferencia del ladrillo artesanal traído de la ladrillera de Saños que obtuvo un v'm de 4.87 kg/cm², no alcanzando el valor mínimo recomendado para su clasificación.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a las autoridades pertinentes tomar las medidas del caso en cuanto a la fiscalización de las construcciones en la ciudad de Huancayo. Estos deben cumplir con la Norma; para que no haya mucha informalidad.
2. A los gobiernos locales se les recomienda realizar asiduas capacitaciones a los trabajadores, propietarios y públicos en general; en cuanto a la buena selección de materiales; así como el proceso constructivo correcto.
3. A los profesionales encargados en la ejecución de edificaciones cumplan con lo establecido en la Norma E070, que de ello depende el comportamiento que va tener ante la presencia de un sismo.
4. A los dirigentes de las universidades crear un Plan de Extensión universitaria, que incorpore asesoramiento dirigido a los productores de ladrillos para que estos puedan mejorar su capacidad de producción en cuanto a calidad de las unidades de albañilería se refiere y así poder garantizar el cumplimiento de las características y tipología según norma.
5. Se recomienda a las instituciones competentes proponer usar y financiar nuevos proyectos que puedan ayudar a conseguir materiales de buena calidad, como puede ser el caso de los ladrillos mejorados ya que con materiales reciclables y recursos disponibles en la zona que son: la puzolana y vidrio triturado se pudo crear un nuevo ladrillo con mejores características y resistencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Aguirre, D. (2004). Evaluación de las Características Estructurales de la Albañilería producida con Unidades Fabricadas en la Región Central Junín. (Tesis de maestría), Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima.
2. Ruiz, D. (2017). Influencia de la adición de vidrio triturado en la resistencia a la compresión Axial de un ladrillo de arcilla artesanal de Cajamarca, 2015. Tesis para obtener el Grado de Ingeniero Civil. Universidad Privada del Norte. Lima.
3. Mella, A. (2017). Estudio, caracterización y Evaluación de Puzolanas Locales en la Masa Cerámica del Ladrillo. Tesis para optar el Grado de Licenciado en Ciencias de la Construcción.
4. Gaytán (2017). Análisis de la respuesta sísmica de una edificación considerando la variación del tipo de unidad de albañilería en Lima 2017. Tesis para optar le título de ingeniero Civil presentada en la Universidad César Vallejos de la ciudad de Lima. Lima.
5. Arquíñigo (2011). Propuesta para mejorar la calidad estructural de los ladrillos artesanales de arcilla cocida de Huánuco. Tesis para el Grado de Maestro; presentada en la Universidad Pontificia Universidad Católica del Perú de la ciudad de Lima.

6. Peralta (2016) Evaluación y ventajas de una albañilería confinada construida con ladrillos artesanales y otras con industriales en la Provincia de Huancayo”. Tesis para optar le título de ingeniero Civil en la Universidad Continental de la ciudad de Huancayo.
7. Hernández S. (2014) Metodología de la investigación. México D.F.: MC Graw Hill Education.
8. Caballero, A. (2014). Metodología Integral Innovadora para planes y tesis La Metodología como Formularios. México: Cengage Learning Editores.
9. Borja, M. (2012) Metodología de la Investigación Científica Para Ingenieros. Perú. Editorial PUCP. 1ra edición.
10. Gallegos (1991). Albañilería Estructural. Lima: Fondo Editorial PUCP. 2da edición.
11. Gallegos y Ríos y Casabonne, (1977). Estudio Integral de la Construcción con Albañilería: en busca de una solución económica para la vivienda multifamiliar. Lima: Editorial S.ED.
12. San Bartolomé R. (1994). Construcciones de Albañilería, Comportamiento Sísmico y Diseño Estructural. Lima: Fondo Editorial PUCP. 1era edición.

13. Castillo, A. (2007). Análisis y diseño de edificaciones de albañilería. Lima: Editorial San Marcos, 2007.
14. Moreno B. (2000). Introducción a la Metodología de la investigación educativa 2. México: Editorial Progreso S.A
15. Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). Estado de la Población Peruana 2014. (sitio en internet). Disponible en: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1157/libro.pdf Consultado: 17 de junio de 2015.
16. N.T.P. E.070. 2006. Sencico. [En línea] 2006. <http://www.sencico.gob.pe/publicaciones.php?id=230>
17. N.T.P. E.030. 2016. Sencico. [En línea] 2016. <http://www.sencico.gob.pe/publicaciones.php?id=230>.
18. ITINTEC (1978). Norma Técnica Nacional 331.017 Elementos de arcilla cocida.
19. ITINTEC (1978). Norma Técnica Nacional 331.018 Elementos de arcilla cocida.
20. INDECOPI 2006. Normas Técnicas Peruanas. Lima: INDECOPI NTP 399.613-2005; NTP 399.605-2003; NTP 399.621-2004.

ANEXOS

PANEL FOTOGRAFICO



Ladrillera de Saños Chico



Secado de Muestras



Secado de Muestras



Muestras cocidas



Puesta de Muestra en la Máquina compresora



Monitoreo de Ensayo en Muretes

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO DE LA TESIS: DISEÑO DE LADRILLO ARTESANAL CON VIDRIO TRITURADO Y PUZOLANA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS.

EGRESADO: BACH. JANETH YESSICA GUADALUPE HUAMAN

PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEORICO	HIPÓTESIS	VARIABLES Y DIMENSIONES	METODOLOGÍA
<p>1. PROBLEMA GENERAL ¿De qué manera la incorporación de vidrio triturado y puzolana influye en las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal?</p> <p>2. PROBLEMAS ESPECIFICOS</p> <p>a) ¿Cómo influye la incorporación de diferentes proporciones de vidrio triturado y puzolana en las propiedades físicas del ladrillo artesanal?</p> <p>b) ¿Qué efectos produce la incorporación de diferentes proporciones de vidrio triturado y puzolana en la resistencia a la compresión simple del ladrillo artesanal?</p> <p>c) ¿Cuáles serían los resultados de incorporar diferentes proporciones de vidrio triturado y puzolana en la resistencia a la compresión axial en prismas del ladrillo artesanal?</p> <p>d) ¿En qué grado favorece la incorporación de diferentes proporciones de vidrio triturado y puzolana, en la resistencia a la compresión diagonal de muretes del ladrillo artesanal?</p>	<p>a) OBJETIVO GENERAL Determinar en qué medida mejora las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal al incorporar vidrio triturado y puzolana.</p> <p>2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>a) Demostrar la influencia de la incorporación de diferentes proporciones de vidrio triturado y puzolana en la mejora de las propiedades físicas del ladrillo artesanal.</p> <p>b) Determinar los efectos que produce la incorporación de diferentes proporciones de vidrio triturado y puzolana en la resistencia a la compresión simple del ladrillo artesanal</p> <p>c) Verificar los resultados que se obtiene en la resistencia de la compresión axial en prismas del ladrillo artesanal al incorporar diferentes proporciones de vidrio triturado y puzolana.</p> <p>d) Establecer la efectividad de la incorporación de diferentes proporciones de vidrio triturado y puzolana en la resistencia de la compresión diagonal en muretes del ladrillo artesanal.</p>	<p>ANTECEDENTES A NIVEL INTERNACIONAL Mella (2004) realizó la investigación: "Estudio, caracterización y evaluación de puzolanas locales en la masa cerámica del ladrillo". La tesis se presentó en la Universidad del Bio Bio en la ciudad de Concepción, Chile.</p> <p>El objetivo de la investigación fue determinar qué beneficios hay al incorporar puzolana en la masa del ladrillo artesanal, Esta investigación permitió conseguir ladrillos mejorados tanto en sus propiedades mecánicas y térmicas. Asimismo el método utilizado fue el Análisis: Luego de estudiadas las propiedades y características de la puzolana, esta fue añadida a la masa artesanal del ladrillo, y una vez secas y cocidas se analizó el comportamiento de las muestras de ladrillo mediante mediciones de: Densidad, absorción, conductividad térmica y resistencia a la compresión. Estas fueron evaluadas y comparadas con la norma vigente de Chile.</p> <p>Los resultados obtenidos en esta experiencia fueron bastante alentadores, la incorporación de puzolana a la masa cerámica en porcentaje superior al 10% mejoró significativamente la conductividad térmica, pero comprometió la absorción y la resistencia mecánica del ladrillo.</p> <p>El tesista concluyó que al incorporar un porcentaje cerca al 10% de puzolana en la masa del ladrillo artesanal; hay una baja en la conductividad térmica pero no involucra a la resistencia mecánica ni la absorción. Asimismo cuando se añade un porcentaje mayor al 10% de puzolana, este mejora considerablemente la conductividad térmica pero involucra a la resistencia mecánica y absorción.</p>	<p>1.HIPÓTESIS GENERAL La incorporación de vidrio triturado y puzolana al ladrillo artesanal mejora considerablemente las propiedades físico – mecánicas.</p> <p>2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</p> <p>a) La adición de determinados porcentajes de vidrio triturado y puzolana influyen positivamente en las propiedades físicas del ladrillo artesanal.</p> <p>b) La incorporación de vidrio triturado y puzolana produce efectos positivos en la resistencia a la compresión simple del ladrillo artesanal.</p> <p>c)La adición de determinados porcentajes de vidrio triturado y puzolana generan resultados positivos en la resistencia a la compresión axial en prismas del ladrillo artesanal.</p> <p>d)La incorporación de diferentes proporciones de vidrio triturado y puzolana favorece considerablemente en la resistencia a la compresión diagonal en muretes del ladrillo artesanal.</p>	<p>1. VARIABLES Variable Independiente (X) X1. VIDRIO TRITURADO Y PUZOLANA Variable Dependiente (Y) Y1. PROPIEDADES FISICO MECANICAS.</p> <p>1. DIMENSIONES E INDICADORES</p> <p>PUZOLANA NATURAL - Peso de la puzolana. - Granulometría.</p> <p>VIDRIO TRITURADO - Peso de la puzolana. - Granulometría.</p> <p>PROPIEDADES FISICAS ✓ Variación dimensional ✓ Alabeo ✓ succión, ✓ ensayo de absorción, absorción máxima, y coeficiente de saturación</p> <p>PROPIEDADES MECANICAS: ✓ Resistencia a la Compresión Simple. ✓ Resistencia a la Tracción (Compresión Axial en Prismas.) ✓ Resistencia al Corte (Compresión Diagonal en muretes.)</p>	<p>Método de investigación Método Científico como método general; puesto que busca investigar las deficiencias que se tiene en la albañilería confinada ya sea fisuras, grietas o desmoronamientos, para ello se obtuvo conocimientos previos debido a la revisión de otras tesis, partiendo de esto se formuló la hipótesis (posibles soluciones) al problema planteado, se realizó el análisis con los resultados de ensayos que se obtuvo en laboratorio, para así llegar a las conclusiones que es que empleando el ladrillo mejorado se obtiene una resistencia mayor que el ladrillo artesanal tradicional.</p> <p>Método específico Es hipotético – deductivo porque en la investigación se planteó una hipótesis fundamental la cual se deduce en hipótesis específicos; estas se comprobó y analizo mediante el diseño de investigación adecuado: porque a partir de la incorporación de cierto porcentaje de puzolana y vidrio triturado a la masa cerámica del ladrillo genera cambios en las propiedades del ladrillo artesanal.</p>

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO DE LA TESIS: DISEÑO DE LADRILLO ARTESANAL CON VIDRIO TRITURADO Y PUZOLANA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS

EGRESADO: BACH. JANETH YESSICA GUADALUPE HUAMAN

MARCO TEORICO	MARCO TEORICO	MARCO TEORICO	MARCO TEORICO	METODOLOGÍA	METODOLOGÍA
<p>ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL Ruiz (2015) sustentó la tesis denominada: "Influencia de la adición de vidrio triturado en la resistencia a la compresión axial de un ladrillo de arcilla artesanal de Cajamarca"; presentada en la Universidad Privada del Norte, de la ciudad de Cajamarca. La tesis mencionada tuvo como objetivo general: determinar la resistencia de la compresión axial de un ladrillo de arcilla previamente adicionando diversas cantidades de vidrio. La presente investigación se basa en la elaboración de ladrillos de dos tipos una sin vidrio es decir solamente de arcilla y la otra es a través de añadir diversas porcentajes de vidrio, esto con el fin de aumentar la resistencia de compresión axial. Seguidamente se realizó ensayos y se comparó con la norma vigente que permitieron clasificarlos como ladrillos de mayor resistencia.</p> <p>Se empleó el método de investigación científico y fue de diseño experimental, para analizar la resistencia del ladrillo de arcilla se incorporó diversos porcentajes de vidrio tales como (5%, 10%, 15%, 25% y 50%) en la masa del ladrillo de arcilla, a la edad de 28 días fueron evaluadas a través de aplicarles diversos ensayos.</p> <p>Se tuvo como resultado en cuanto a sus propiedades físicas que tiene un 2.54% de límite plástico, un 42.83% de límite líquido, 9.614 de contenido de humedad, un 19.83% de índice de plasticidad, asimismo se realizó el análisis granulométrico clasificándolo como CL.</p>	<p>Obtenidos los ensayos de laboratorio se logró contrastar la resistencia de compresión axial de un ladrillo de arcilla sin ningún % de vidrio y la otra añadiéndole los 5 diferentes porcentajes mencionados, de ello se desprende que la resistencia máxima que es de 97.74 kg/cm² se logró al adicionarle un 10% de vidrio triturado.</p> <p>Al contrario de los demás porcentajes que son 5, 15, 25 y 50%, con ellos se obtuvieron resistencias más bajas que el ya mencionado. Por ultimo al comparar el ladrillo sin ningún porcentaje de vidrio que tiene una resistencia axial de 91.64kg/cm² con el ladrillo agregado al 10% de vidrio triturado nos arroja la más alta resistencia ya que su valor alcanza 97.74kg/cm², siendo este el máximo valor.</p> <p>La tesis concluyo que al adicionar el vidrio en la masa cerámica del ladrillo artesanal en la dosis exacta da buenos resultados como una alta resistencia a l compresión axial..</p>	<p>ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL Gaytán (2017) en la investigación titulada "Análisis de la respuesta sísmica de una edificación considerando la variación del tipo de unidad de albañilería en Lima 2017", presentada en la Universidad César Vallejos de la ciudad de Lima, con el tipo de diseño de investigación no experimental; donde se fijó como objetivo principal Determinar el tipo de unidad de albañilería con el cual la edificación tiene mejor respuesta sísmica. Para ello se estudiaron tres tipos de unidades de ladrillo las cuales fueron: ladrillo silico – calcáreo, ladrillo kk 11 H y el ladrillo artesanal.</p> <p>El tesista concluyó que la estructura de sistema de albañilería confinada que mejor respuesta sísmica presento fue con el ladrillo kk 11 H, por su Módulo de Elasticidad Em=57000 kg/cm² y Modulo de Corte Gm=22800 kg/cm². Con respecto a las propiedades físicas y mecánicas el ladrillo sílico calcáreo mostró mejores resultados que el de arcilla. Y por último la edificación con los tres tipos de unidades en el análisis símico mostraron un buen comportamiento estructural cumpliendo con los requerimientos de la Norma E.030 y E.070.</p>	<p>ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL Arquíñigo (2011) Explica en su tesis titulada: "<i>Propuesta para mejorar la calidad estructural de los ladrillos artesanales de arcilla cocida de Huánuco</i>"; presentada en la Universidad Pontificia Católica del Perú de la ciudad de Lima; con nivel de investigación explicativo, porque se establecieron relaciones causa efecto, con la finalidad de explicar el efecto que se genera mediante la aplicación de la hipótesis. Y tipo de investigación experimental, debido a la manipulación de variables. Tuvo como objetivo general Obtener ladrillos artesanales de arcilla cocida que cumplan con las exigencias de la Norma E.070 (2006), en cuanto a resistencia a compresión de unidades, prismas y muretes.</p> <p>Para ello incluyó huecos en la cara de asiento lo que facilita la circulación de aire caliente en su interior. Y agregó un 10% de aserrín a su composición. Para medir el nivel de resistencia realizó una serie de ensayos.</p> <p>Finalmente el tesista concluye que la inclusión de huecos y aserrín en el compuesto crudo hace que el ladrillo de arcilla cumpla con las exigencias de la norma E 070. En cuanto a la resistencia a la compresión de unidades llegando a clasificar hasta un tipo IV, asimismo con respecto a la resistencia en prismas el ladrillo artesanal supero el valor del KK Artesanal. Y por últimos con respecto a la resistencia en muretes el ladrillo mejorado llego a clasificar como KK industrial.</p>	<p>Método particular: Así también el método aplicado en la tesis es el Empírico con sus tres fases que es la observación, medición y experimentación: en la primera etapa se obtuvo conocimiento previo acerca del ladrillo su proceso de elaboración así como sus propiedades; en la segunda fase se desarrolló la medición de estos ladrillos a través de ensayos de laboratorio. Por ultimo teniendo conocimientos previos del ladrillo así como su comportamiento, se procedió a diseñar un nuevo ladrillo con diferentes insumos las cuales lograron un mejor comportamiento en cuanto a resistencia.</p>	<p>Tipo de investigación Aplicada, porque emplea conocimientos previos sobre el uso de la puzolana y vidrio triturado, para aplicar estos insumos en la elaboración de un nuevo ladrillo. También es tecnológica porque a través de la incorporación de nuevos insumos (puzolana y vidrio triturado) se crea un nuevo ladrillo que a través de sus compuestos adquiere propiedades físicas incrementadas y propiedades mecánicas variadas.</p> <p>- Nivel de Investigación Explicativo, ya que tiene como finalidad brindar un entendimiento sobre de qué forma ciertos porcentajes de de puzolana y vidrio triturado inciden en las propiedades físicas y mecánicas del ladrillos. Es una relación de causa efecto es decir si adiciono tal o cual porcentaje de insumos como este varia en sus propiedades.</p> <p>Experimental, porque se procederá a manipular las variables independientes (dosis de vidrio triturado y puzolana) y se medirá la variable dependiente (propiedades físicas y mecánicas) esto determino la calidad estructural.</p>

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO DE LA TESIS: DISEÑO DE LADRILLO ARTESANAL CON VIDRIO TRITURADO Y PUZOLANA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS

EGRESADO: BACH. JANETH YESSICA GUADALUPE HUAMAN

MARCO TEORICO	MARCO TEORICO	MARCO TEORICO	MARCO TEORICO	MARCO TEORICO	METODOLOGÍA
<p>ANTECEDENTES A NIVEL LOCAL Aguirre (2004) sustentó la tesis: "Evaluación de las características estructurales de la albañilería producida en unidades fabricadas en la Región Central Junín"; en la Pontificia Universidad Católica Del Perú, de la ciudad de Lima. El objetivo principal de la tesis fue determinar las características estructurales de la albañilería y sus componentes, con unidades fabricadas artesanalmente en las diferentes zonas de la región central Junín (Huancayo).</p> <p>Para ello se hizo una investigación en campo en donde se registraron al número de artesanos y los lugares en donde operan, se clasificaron en cuatro zonas que son (Jauja, Saños, Cajas y Palian). En cuanto al insumo principal, se obtuvo sus características y también su proceso de elaboración. Para el respectivo análisis del ladrillo artesanal de los cuatro sitios mencionados, realizó sus ensayos a la unidad tales como absorción, densidad, succión variación dimensional, alabeo, compresión, y el ensayo por flexión y tracción. Así como también ensayos a la resistencia en muretes que nos da como resultado v'm. Y la compresión de pilas donde se determinó la resistencia promedio f'm.</p> <p>Los resultados de los ensayos mostraron que para la variación dimensional, alabeo, absorción, densidad, las unidades clasificaron como clase IV o V para los cuatro sitios estudiados; con respecto a la resistencia a la compresión fue de 39.41 kg/cm² resultado menor al</p>	<p>estas unidades mostraron los siguientes resultados: f'm = 27.9 kg/cm², Em = 11570 kg/cm², v'm=5.7 kg/cm², Gm=6640 kg/cm², es decir una baja resistencia en compresión y regular comportamiento en corte. Expuestos los resultados se concluyó que las unidades de ladrillos tiene un mejor comportamiento como conjunto llamado albañilería mas no como unidad. De los cuatro sitios evaluados el que tuvo mejor comportamiento en todos los ensayos fue de Saños</p> <p>ANTECEDENTES A NIVEL LOCAL Peralta (2016) presentó la tesis denominado "Evaluación y ventajas de una albañilería confinada construida con ladrillos artesanales y otra con industriales en la Provincia de Huancayo" en la Universidad Continental de la ciudad de Huancayo, tuvo como objetivo principal comparar las características físicas y mecánicas, entre una albañilería confinada construida con ladrillos producidos en la provincia de Huancayo de manera artesanal y una albañilería confinada construida con ladrillos producidos de manera industrial.</p> <p>Las propiedades que se analizaron fueron, porcentaje de vacíos, resistencia a la compresión, alabeo, porcentaje de absorción, dimensión y eflorescencia. Por último, el autor concluyó que hay variación en</p>	<p>algunas dimensiones de ladrillos, por eso, recomendó utilizar de una sola marca para mantener la uniformidad, incluso, encontró que algunos ladrillos no contaban con la resistencia a la compresión indicada en la ficha técnica. Por otro lado, nos dan a conocer aquellas empresas que elaboran ladrillos sin realizar un análisis mineralógico de la materia prima que emplean.</p> <p>El tesista concluyó que los ladrillos tanto artesanales como industriales en cuanto a la prueba de la resistencia a la compresión no cumplen con lo requerido sobre su uso estructural dadas en la Norma E.070 y por ende para ser usados en un muro portante; los ladrillos artesanales no llegan a la mínima resistencia a la compresión (50 kg/cm²) y los ladrillos industriales no son sólidos pues tienen un porcentaje de vacíos mayor a 30%. Y en cuantos a sus propiedades físicas sus rangos son aceptables.</p>	<p>1. MARCO TEORICO REFERENCIAL</p> <p>ORIGEN DEL LADRILLO ARTESANAL Desde tiempos antiguos el hombre ha creado diversas herramientas que ayuden a su civilización, tal es así que con elementos tan comunes como tierra, agua, aire (para secar) y fuego (para cocinar) el hombre logró fabricar un material como el ladrillo que con muy pocas variantes tecnológicas, continúan manteniendo su demanda hasta el día de hoy. Su difusión se debió al hecho de que el hombre le dio un tamaño que se adecuaba a su mano y, para ello, recurrió a la naturaleza con materias primas accesibles, que se encuentren a nuestra alrededor.</p> <p>DEFINICION DEL LADRILLO ARTESANAL Los ladrillos son pequeñas piezas cerámicas en forma de paralelepípedo, compuestas por arcillas, estas son moldeables, comprimidas y expuestas a una cocción. Se pueden utilizar en todo tipo de construcciones porque su forma es regular y fácil de manejar.</p> <p>ARCILLA DEFINICION DE LA ARCILLA: Las arcillas están constituidas por silicatos de aluminio hidratados originados por rocas sedimentarias descompuestas (proceso natural con duración de miles de años</p>	<p>y estas contienen principalmente feldespato como el granito; son inducidas por factores como sismos, erosiones, presión tectónica, etc.</p> <p>PUZOLANA DEFINICION DE LA PUZOLANA "Es un material silíceo o sílico-aluminoso, que finamente dividido y en presencia de agua, reacciona químicamente con el hidróxido de calcio para formar compuestos que poseen propiedades hidráulicas". (N.T.P. 334.090).</p> <p>PUZOLANAS NATURALES. Las puzolanas naturales son el resultado de erupciones volcánicas explosivas, estos se depositan alrededor del volcán o en su defecto son transportados por agentes atmosféricos ya sea por suelo o agua; estos fragmentos piroclásticos son sometidos a procesos diagenéticos de cementación; estos los llevan a transformarse en una roca compacta identificada como toba.</p> <p>PUZOLANAS ARTIFICIALES. Son materiales que deben su condición puzolánica a un tratamiento térmico adecuado, que transforma su naturaleza originaria. Dentro de estas se encuentran las cenizas volantes y los esquistos bituminosos</p>	<p>Diseño de la Investigación - Se tiene como referencia la Clasificación de los diseños experimentales de Hernández, el diseño a utilizarse es el experimental en su forma de cuasi - experimental, estudio únicamente con post-prueba conformada por un grupo de control y tres grupos experimentales</p> <p>La manipulación de variables alcanza dos niveles presencia y ausencia de vidrio triturado y puzolana.</p> <p>Grupo experimental 01 ladrillo artesanal mejorado (con 10% de puzolana)</p> <p>Grupo experimental 02 ladrillo artesanal mejorado (con 10% de puzolana y 10% de vidrio triturado)</p> <p>Grupo experimental 03 ladrillo artesanal mejorado (con 30% de vidrio triturado)</p> <p>El control de experimento, corresponde a la producción artesanal, de la Ladrillera de Saños.</p> <p>El esquema de la investigación será el siguiente:</p>

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO DE LA TESIS: DISEÑO DE LADRILLO ARTESANAL CON VIDRIO TRITURADO Y PUZOLANA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS

EGRESADO: BACH. JANETH YESSICA GUADALUPE HUAMAN

MARCO TEORICO	MARCO TEORICO	MARCO TEORICO	MARCO TEORICO	MARCO TEORICO	MARCO TEORICO
<p>VIDRIO El vidrio es un material de apariencia dura, frágil y generalmente transparente, aunque se comporta como un sólido por poseer un aspecto macroscópico, es un fluido de muy alta viscosidad, por lo tanto; la velocidad con la que fluye es muy lenta. Sin embargo, desde el punto de vista molecular es un líquido sobre enfriado Está compuesto por una mezcla de óxidos metálicos, siendo su componente principal el óxido de silice, conocido como silicio (SiO₄).</p> <p>Proceso De Fabricación Del Ladrillo Tipos De Proceso De Fabricación</p> <p>La producción de ladrillos puede llevarse a cabo de tres formas, de acuerdo a la Norma Técnica Peruana:</p> <p>Artesanal: Ladrillo fabricado con procedimientos predominantemente manuales. El amasado o moldeado es hecho a mano. El ladrillo producido artesanalmente se caracteriza por variaciones de unidad a unidad.</p> <p>Semi-Industrial: Es el ladrillo fabricado con procedimientos manuales, donde el proceso de moldeado se realiza con maquinaria elemental que en ciertos casos extruye, a baja presión, la pasta de arcilla. El ladrillo semi-industrial se caracteriza por presentar una superficie lisa.</p>	<p>Industrial: Es el ladrillo fabricado con maquinaria que amasa, moldea y prensa o extruye la pasta de arcilla. El ladrillo producido industrialmente se caracteriza por su uniformidad.</p> <p>Unidad de Albañilería: Según Villegas (2008) nos dice que: En el mercado de la construcción existen tres clases de unidades de albañilería, que se diferencian por los materiales que lo conforman, sus propiedades físicas, mecánicas y sus características geométricas, estos son los ladrillos: de arcilla cocida, las sillico-calcáreas y las bloquetas de concreto.</p> <p>Para la presente investigación se utilizó los ladrillos de arcilla cocida para la elaboración de ladrillos mejorados.</p> <p>Albañilería confinada: Se llama albañilería confinada a la estructura que está formada por muros de unidades de albañilería (ladrillos de arcilla) estas están amarrados o confinados por estructuras de concreto.</p> <p>Muros de Albañilería. Los muros de albañilería son elementos estructurales compuestos por unidades de albañilería asentadas y cuya adherencia está asegurado con mortero.</p>	<p>a) Muros Portantes. Los muros estructurales transmiten las cargas verticales y horizontales de la vivienda hasta la cimentación. Son los muros que se emplean como elementos estructurales. Están sujetos a todo tipo de fuerza.</p> <p>b) Muros Tabique o No Portantes. Son los muros que no reciben carga vertical. Son usados en cercos, parapetos y divisiones de ambientes. Estos muros deben diseñarse ante cargas perpendiculares a su plano originadas por el viento sismo u otras cargas de empuje.</p> <p>Propiedades Físicas. - Variabilidad dimensional: Está estrechamente relacionada con la unidad nominal, o mejor con relación a la unidad promedio y, principalmente, la variabilidad de la altura de la unidad. Gallegos y Casabonne (2005) menciona que la: variabilidad dimensional define la altura de las hiladas, ya que se manifiesta con mayores variaciones, en la necesidad de aumentar el espesor de la junta de mortero por encima de lo estrictamente necesario por adhesión, que es de 9 a 12 mm, conduciendo a una albañilería menos resistente en compresión. Al respecto San Bartolomé (1994) menciona que: Por cada incremento de 3 mm en el espesor de las juntas horizontales (adicionales al mínimo requerido de 10 mm), la resistencia a compresión de la albañilería disminuye en 15%; asimismo, disminuye la resistencia al corte.</p>	<p>- Alabeos. Estas son medidas en las superficies de asiento tanto sus concavidades como sus convexidades. San Bartolomé (1994) menciona que: El mayor alabeo (concavidad o convexidad) del ladrillo conduce a un mayor espesor de la junta; asimismo, puede disminuir la adherencia con el mortero al formarse vacíos en las zonas más alabeadas; o incluso, puede producir fallas de tracción por flexión en la unidad.</p> <p>- Densidad: Es una característica física que describe el grado de compactación de una sustancia. Es una manera de identificar y clasificar diferentes materiales.</p> <p>- Succión: Es la velocidad con la que absorbe la cara de la unidad de albañilería. Según las palabras de Gallegos (2005) y Casabonne (2005) nos dicen que la succión es: "la medida de la avidez de agua de la unidad de albañilería en la cara de asiento y es una de las características fundamentales para definir la relación mortero-unidad en la interface de contacto, y, por lo tanto, la resistencia a tracción de la albañilería".</p> <p>- Absorción: Propiedad física que se refiere a la capacidad de retener una sustancia (agua) en un estado líquido.</p> <p>Absorción Máxima: Considerada como una medida de impermeabilidad. Se aplican valores máximos porque se usan condiciones en las que el ladrillo está en constante contacto con el agua sin usar recubrimiento protector.</p> <p>Según Gallegos, H. y Casabonne, C. (2005). Se denomina absorción y absorción máxima a la diferencia de peso entre la unidad mojada y la unidad.</p>	<p>seca expresada en porcentaje del peso de la unidad seca</p> <p>Coefficiente de Saturación: es una medida de durabilidad cuando esta se encuentra a la acción de la intemperie</p> <p>Propiedades Mecánicas. Resistencia a la compresión: Los autores Gerardo (2009) y Jesús (2009) definen la importancia de este ensayo porque sus resultados es un indicador de la durabilidad y calidad de la unidad de albañilería ensayada. Con los ensayos realizados a las pilas y muretes podremos obtener resultados que nos permitan calcular las resistencias a compresión f'm (pilas) y a corte V'm (muretes). El otro aspecto fundamental del ensayo es que nos permitirá analizar y comprender el comportamiento estructural de los muros de albañilería confinada ante eventos sísmicos y capacidad de carga. Pudiendo predecir las posibles formas de falla de la albañilería. Los resultados de los ensayos serán de gran importancia para el diseño de muros portantes de albañilería confinada. Ya que es Propiedad netamente mecánica hace que la unidad de albañilería soporte la compresión por unidad, axial y diagonal.</p> <p>Resistencia a la Compresión de unidades del Ladrillo. De acuerdo con el procedimiento de la NTC 4017 Las unidades de mampostería de arcilla cocida deben cumplir con la resistencia mínima a la compresión. En los ladrillos artesanales, la resistencia neta se calcula dividiendo por el área de apoyo de los ladrillos.</p>	<p>Resistencia a la compresión axial en prismas. Los prismas o pilas de albañilería son ladrillos enteros asentadas una sobre otra mediante mortero. La altura de los prismas es en razón de la esbeltez. Estas pilas cumplen una determinada edad para finalmente ser ensayadas a compresión axial, estas determinan el control de calidad de la albañilería y para definir el diseño estructural de la construcción de un muro portante de albañilería confinada.</p> <p>Resistencia a la Compresión Diagonal En Muretes. La resistencia a la compresión diagonal consiste en someter los muros a lo largo de sus diagonales; cuando se aplica la carga vertical este produce esfuerzos de tensión perpendicular a la dirección de la carga. Estos esfuerzos conducen a la falla del murete en sentido vertical entre las dos esquinas cargadas.</p>

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO DE LA TESIS: DISEÑO DE LADRILLO ARTESANAL CON VIDRIO TRITURADO Y PUZOLANA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS

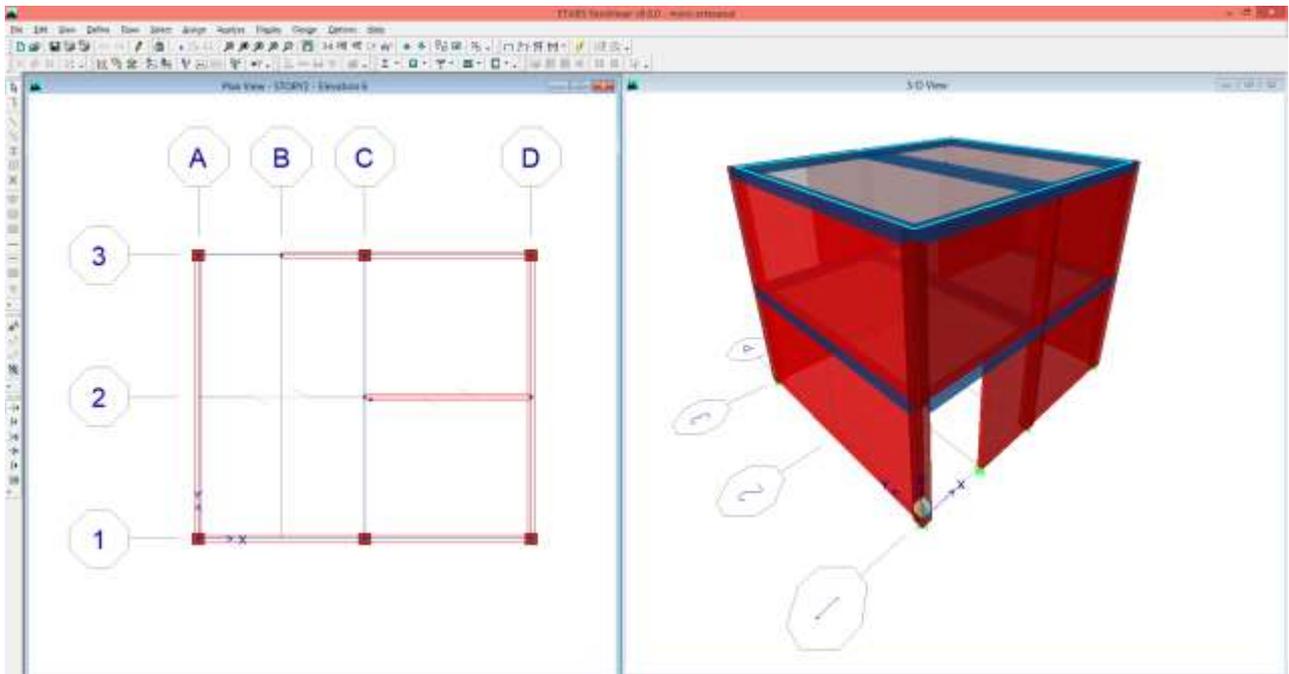
EGRESADO: BACH. JANETH YESSICA GUADALUPE HUAMAN

METODOLOGÍA	METODOLOGÍA	METODOLOGÍA			
<p>Diseño de la Investigación</p> <pre> Oe1 → X1 → M1 Oe2 → X2 → M2 Oe3 → X3 → M3 Oe4 → -X → M4 </pre> <p>Donde: Oe1 =Ladrillo Artesanal a la cual se le aplicara el estimulo Oe2 = Ladrillo Artesanal a la cual se le aplicara el estimulo Oe3 = Ladrillo Artesanal a la cual se le aplicara el estimulo Oe4 = Ladrillo Artesanal no se le aplicara el estimulo X1= Vidrio Triturado X2 = Mixta (Vidrio triturado y Puzolana) X3 = Puzolana -X = Ausencia de Vidrio y Puzolana M1 = Medición de las propiedades físicas y mecánicas del Ladrillo Artesanal con puzolana M2 = Medición de las propiedades físicas y mecánicas del Ladrillo Artesanal Mixto (vidrio triturado y puzolana) M3 = Medición de las propiedades físicas y mecánicas del Ladrillo Artesanal con Vidrio Triturado M4 = Medición de las propiedades físicas y mecánicas del Ladrillo Artesanal sin puzolana ni vidrio</p>	<p>Población está compuesta por unidades de albañilería manejables con una sola mano (ladrillos); traídos de la misma ladrillera de Saños; así como los elaborados con adiciones de puzolana de la cantera en el Anexo de Pititayo, del Distrito de Chongos Alto; en la ciudad de Huancayo; con adiciones de vidrio triturado que es netamente reciclado. Y la combinación de Ambas tanto vidrio triturado y puzolana. por lo que la población total constara de 420 unidades de ladrillos artesanales</p> <p>Muestra El tamaño de la muestra fue igual a la población divididos de la siguiente manera: 105 unidades de albañilería adicionados con puzolana, 105 unidades de albañilería adicionados con vidrio triturado, 105 unidades de albañilería adicionados con vidrio triturado y puzolana; y 105 unidades de albañilería fabricados en la misma ladrillera de Saños.</p> <p>Método de muestreo: Se consideró un método no probabilístico o muestreo dirigido, ya que la muestra fue seleccionada por criterio propio, el cual supone un procedimiento de selección informal, este se utiliza en muchas investigaciones cuantitativas; esto debido a que la población fue idéntica a la muestra que se ha empleado, abarcando el 100% de la población (no se utilizó métodos estadísticos para muestreo). De esta manera no tendremos márgenes de error o de confiabilidad en los resultados estadísticos.</p>	<p>Técnicas e instrumentos de Recolección de datos Técnicas de Campo: - Observación: ✓ <i>Fichas de observación de procedimiento de elaboración de ladrillo.</i> ✓ <i>Fichas de observación de extracción de materia prima</i></p> <p>Técnicas de Investigación Documental y bibliográfica: Revisión Bibliográfica: Libros, revistas, tesis, textos especializados en unidades de Albañilería.</p> <p>Técnicas de Proceso Experimental: Técnicas de Laboratorio: - Fichas técnicas de ensayos de laboratorio. - Norma NTP ITINTEC y ASTM para procedimiento de ensayos.</p> <p>Técnicas para proceso y análisis de datos: Evaluación y procesamiento de datos: - Desarrollo de los cálculos en Software (Excel, Etabs)</p> <p>Técnicas de análisis de Resultados: Evaluación y análisis de resultados: - Hojas de cálculo Excel para verificar los resultados de investigación - Norma E070 para contrastar resultados.</p>			

Evaluación del funcionamiento estructural.

Para evaluar el funcionamiento estructural del ladrillo se modelo una vivienda de 02 pisos de acuerdo a los tipos de unidades de albañilería.

1.- Ladrillo Artesanal



• Albañilería

Unidad de Albañilería: Artesanal

Pilas: Resistencia a la Compresión $f_m=32.62 \text{ kg/cm}^2$

Módulo de elasticidad: $E_m=500 f_m=16312 \text{ kg/cm}^2$.

Módulo de corte $G_M=0.4 \cdot E_m =6525 \text{ kg/cm}^2$.

Peso por unidad de volumen: 4200 kg/m^3 .

Módulo de Poisson $=0.25$

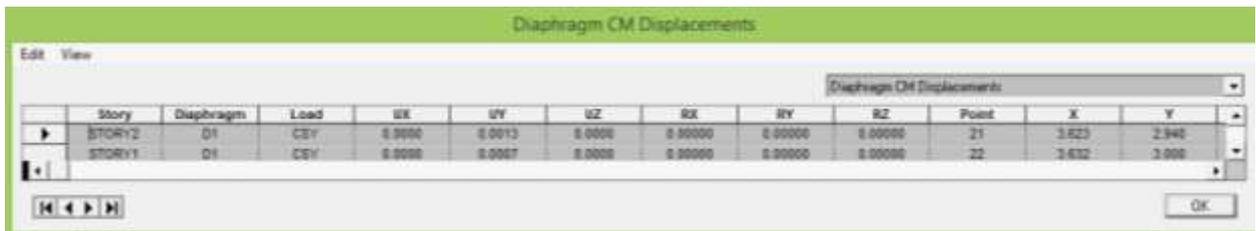
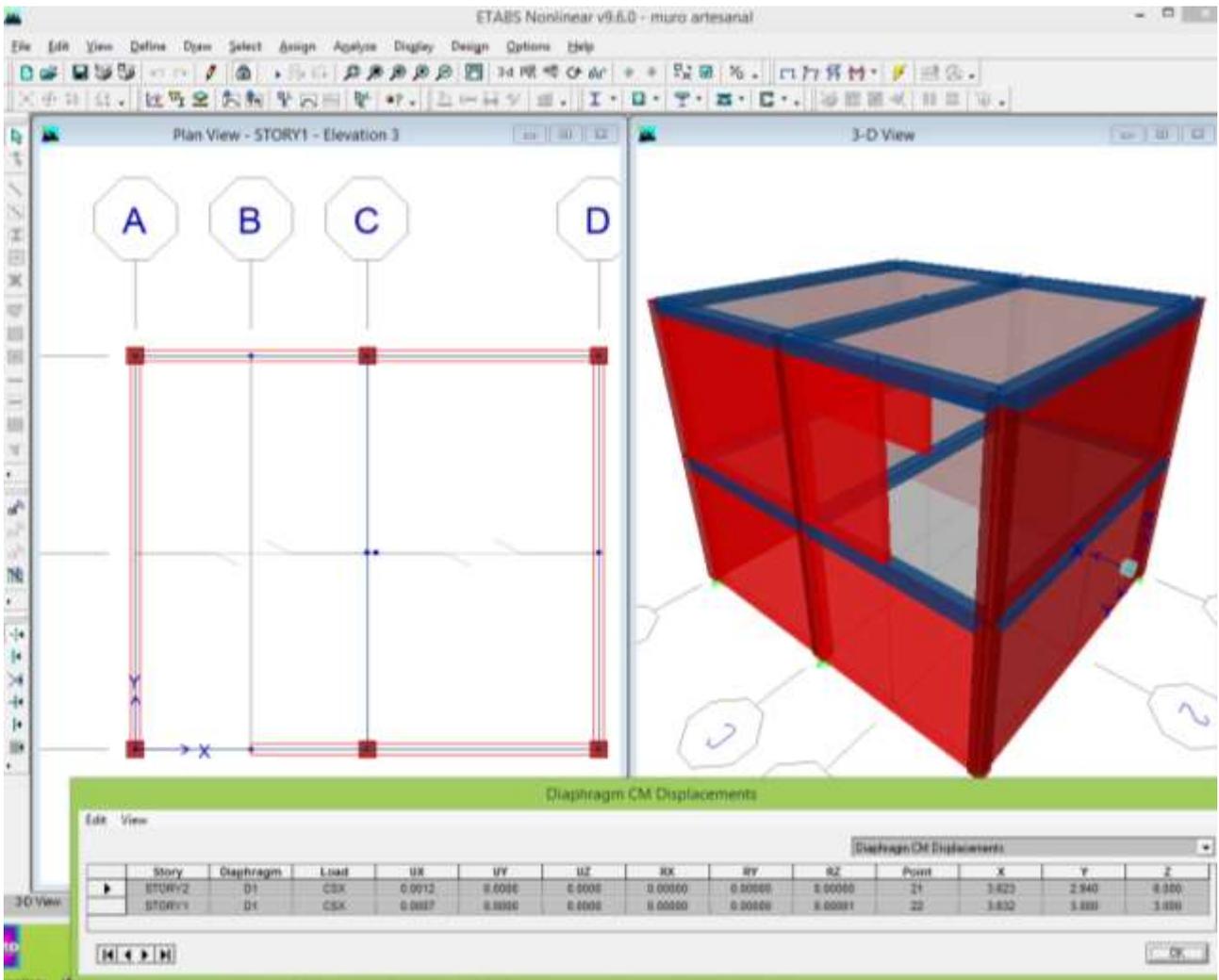
Mortero: TIPO P1: Cemento Arena - 1:4

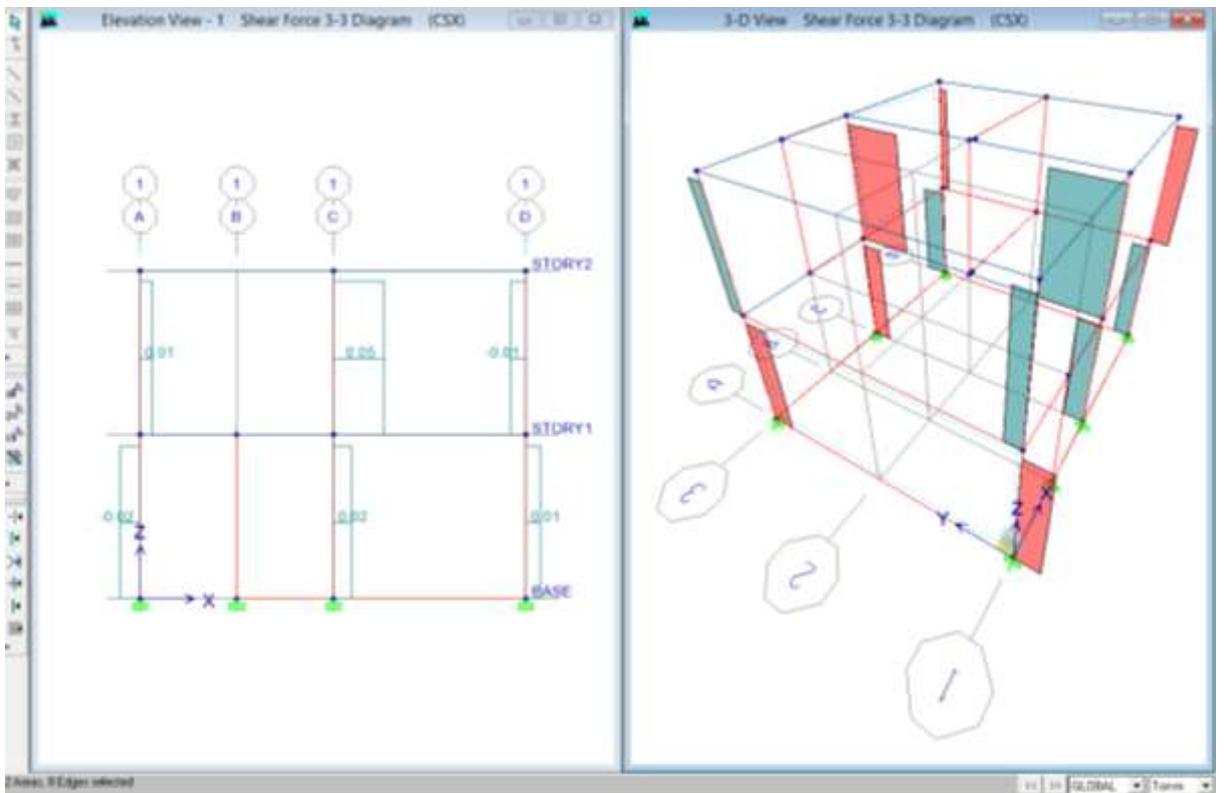
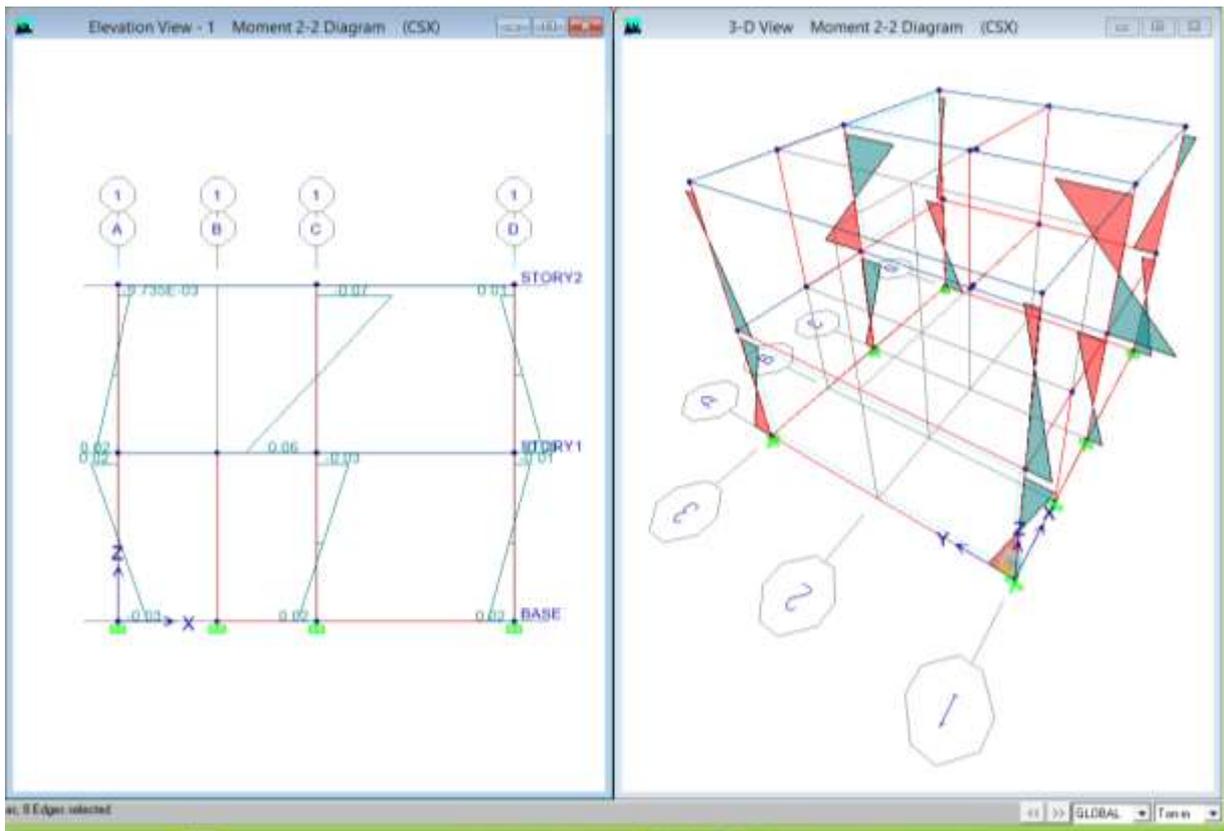
La resistencia a la compresión fue obtenida de los ensayos de laboratorio tal como se puede ver en los anexos.

Material Property Data

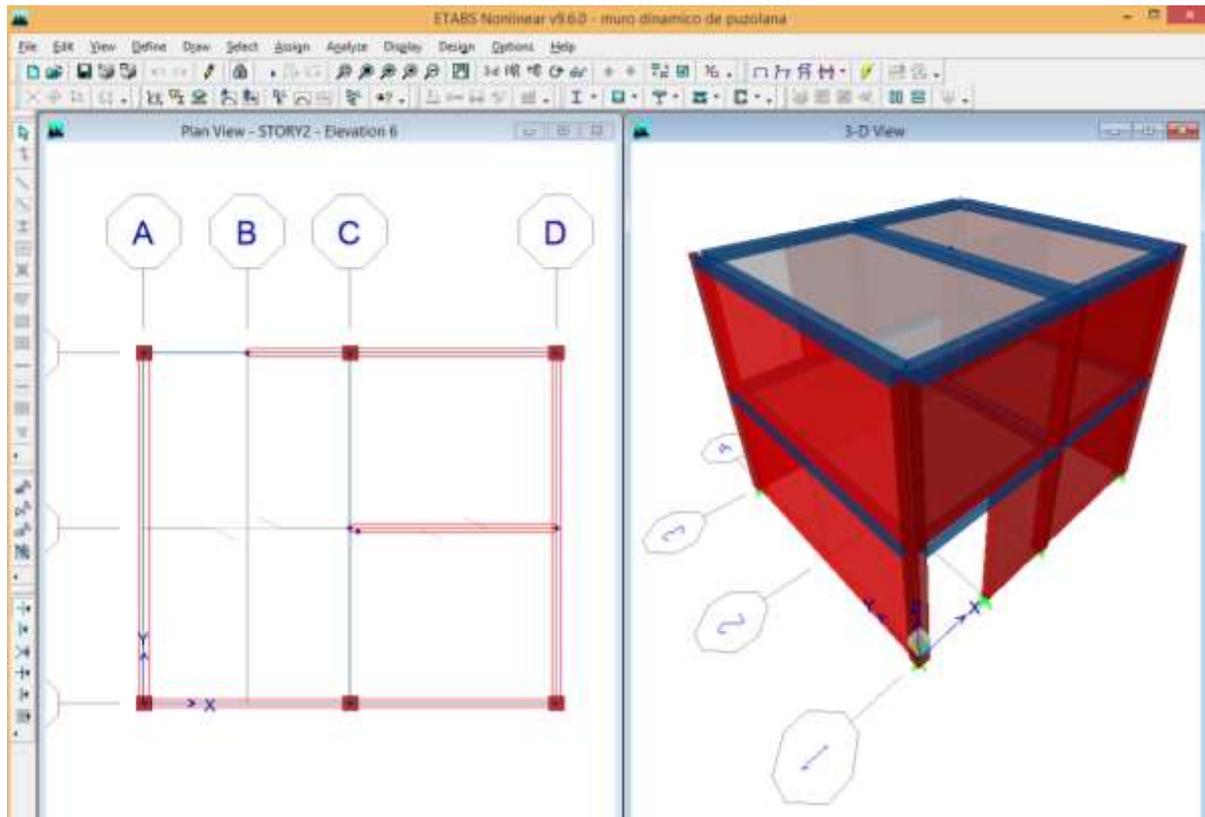
Material Name	Brick	Display Color	Color
Type of Material	<input type="checkbox"/> Isotropic <input checked="" type="checkbox"/> Orthotropic	Type of Design	Design
Analysis Property Data			
Mass per unit Volume	0.14		
Weight per unit Volume	1.29		
Modulus of Elasticity	Dir 1: 16312.79		
	Dir 2: 16312.79		
	Dir 3: 16312.79		
Poisson's Ratio	Plane 12: 0.25		
	Plane 13: 0.25		
	Plane 23: 0.25		
Coeff of Thermal Expan	Dir 1: 1.508E-06		
	Dir 2: 1.508E-06		
	Dir 3: 1.508E-06		
Shear Modulus	Plane 12: 65249.12		
	Plane 13: 65249.12		
	Plane 23: 65249.12		

OK Cancel





2.- Ladrillo con 10% de Puzolana



Material Property Data

Material Name		Display Color
Puzolana		Color
Type of Material		Type of Design
<input type="checkbox"/> Isotropic <input checked="" type="checkbox"/> Orthotropic		Design
Analysis Property Data		Design Property Data
Mass per unit Volume	0.15	
Weight per unit Volume	1.40	
Modulus of Elasticity	Di 1: 105194.02	
	Di 2: 105194.02	
	Di 3: 105194.02	
Poisson's Ratio	Plane 12: 0.25	
	Plane 13: 0.25	
	Plane 23: 0.25	
Coeff of Thermal Expan	Di 1: 1.500E-06	
	Di 2: 1.500E-06	
	Di 3: 1.500E-06	
Shear Modulus	Plane 12: 74077.61	
	Plane 13: 74077.61	
	Plane 23: 74077.61	
<input type="button" value="OK"/>		
<input type="button" value="Cancel"/>		

9.3.2.1 Análisis sísmico con el ladrillo con 10% de puzolana

Los Datos tomados de los ensayos realizados para albañilería son los siguientes:

- **Albañilería:**

Unidad de Albañilería: Artesanal

Pilas: Resistencia a la Compresión $f'_m=37.04 \text{ kg/cm}^2$

Módulo de elasticidad: $E_m=500 f'_m=18520 \text{ kg/cm}^2$.

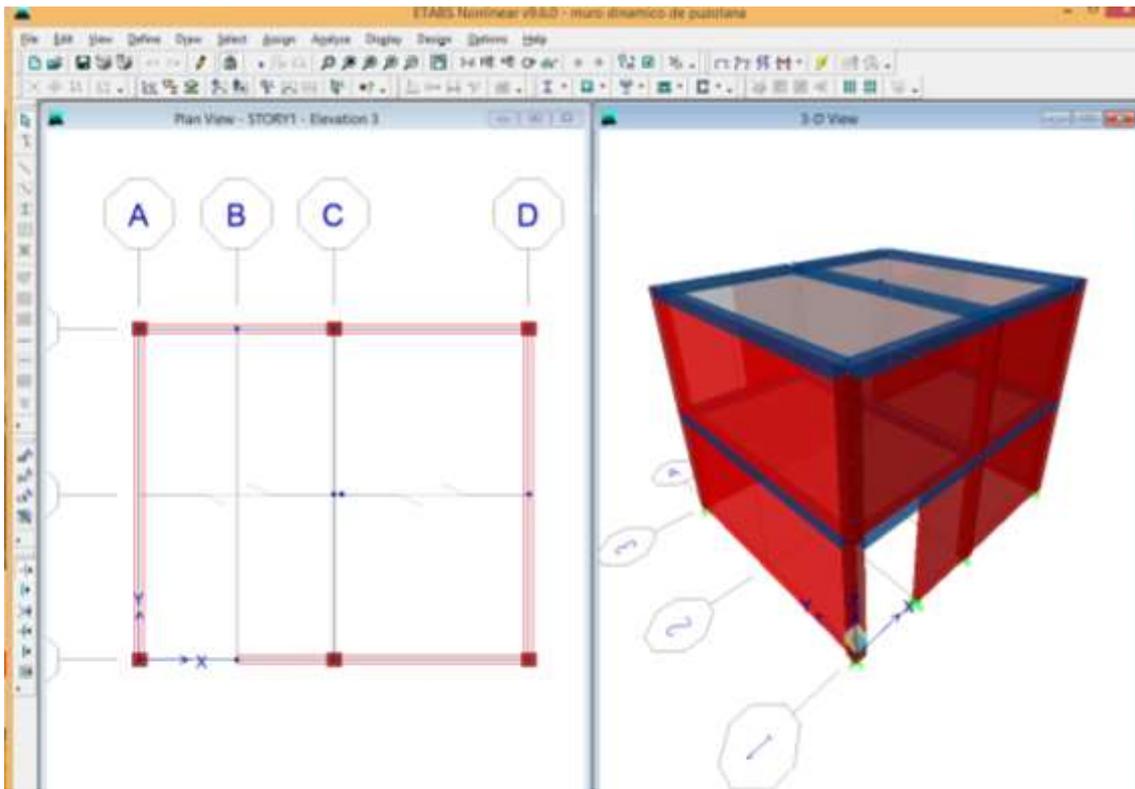
Módulo de corte $GM=0.4 \cdot E_m=7408 \text{ kg/cm}^2$.

Peso por unidad de volumen: 4200 kg/m^3 .

Módulo de Poisson=0.25

Mortero: TIPO P1: Cemento Arena - 1:4

La resistencia a la compresión fue obtenida de los ensayos de laboratorio tal como se puede ver en los anexos.



Diaphragm CM Displacements

Edit View

Diaphragm CM Displacements

	Story	Diaphragm	Load	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ	Point	X	Y
▶	STORY2	D1	CSX	0.0011	0.0008	0.0000	0.00000	0.00000	0.00000	41	3.629	2.937
▶	STORY1	D1	CSX	0.0006	0.0008	0.0000	0.00000	0.00000	0.00001	42	3.637	3.000

OK

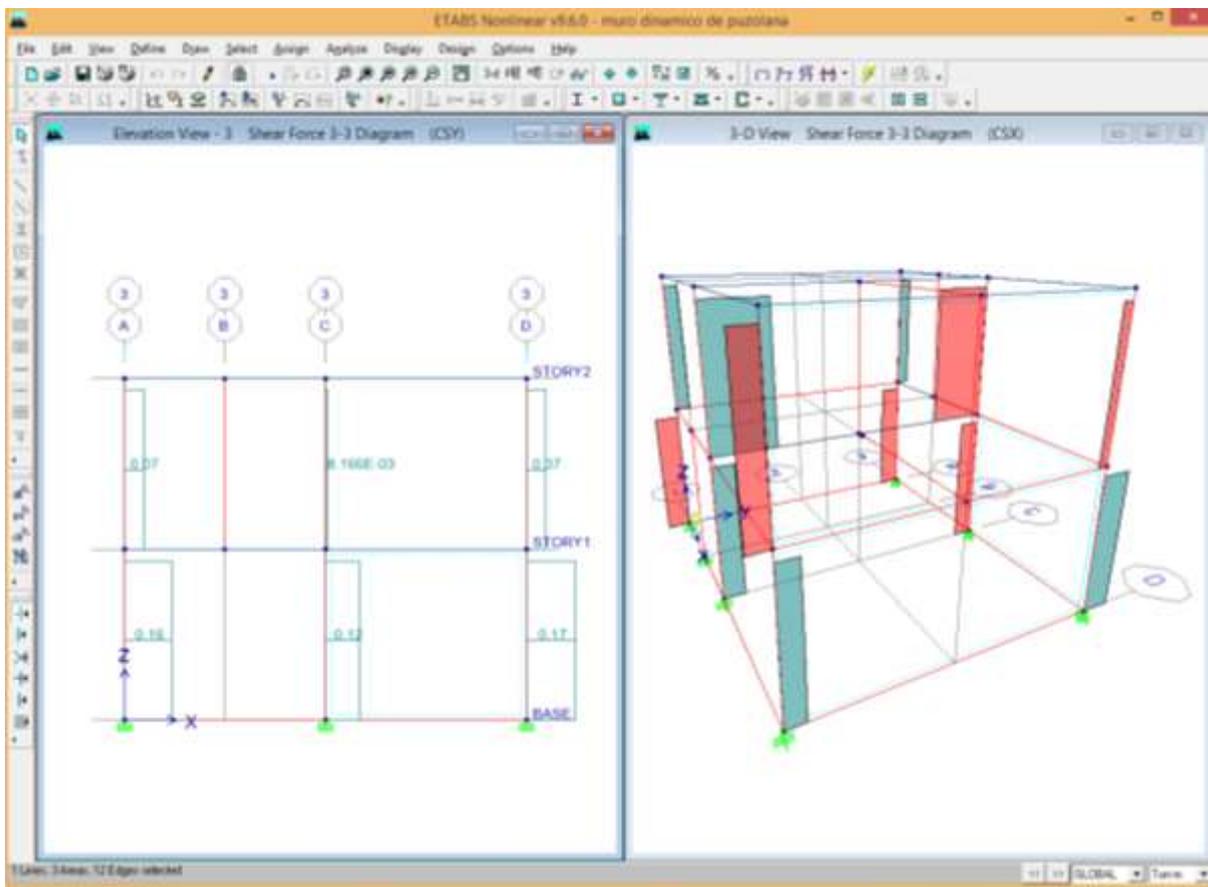
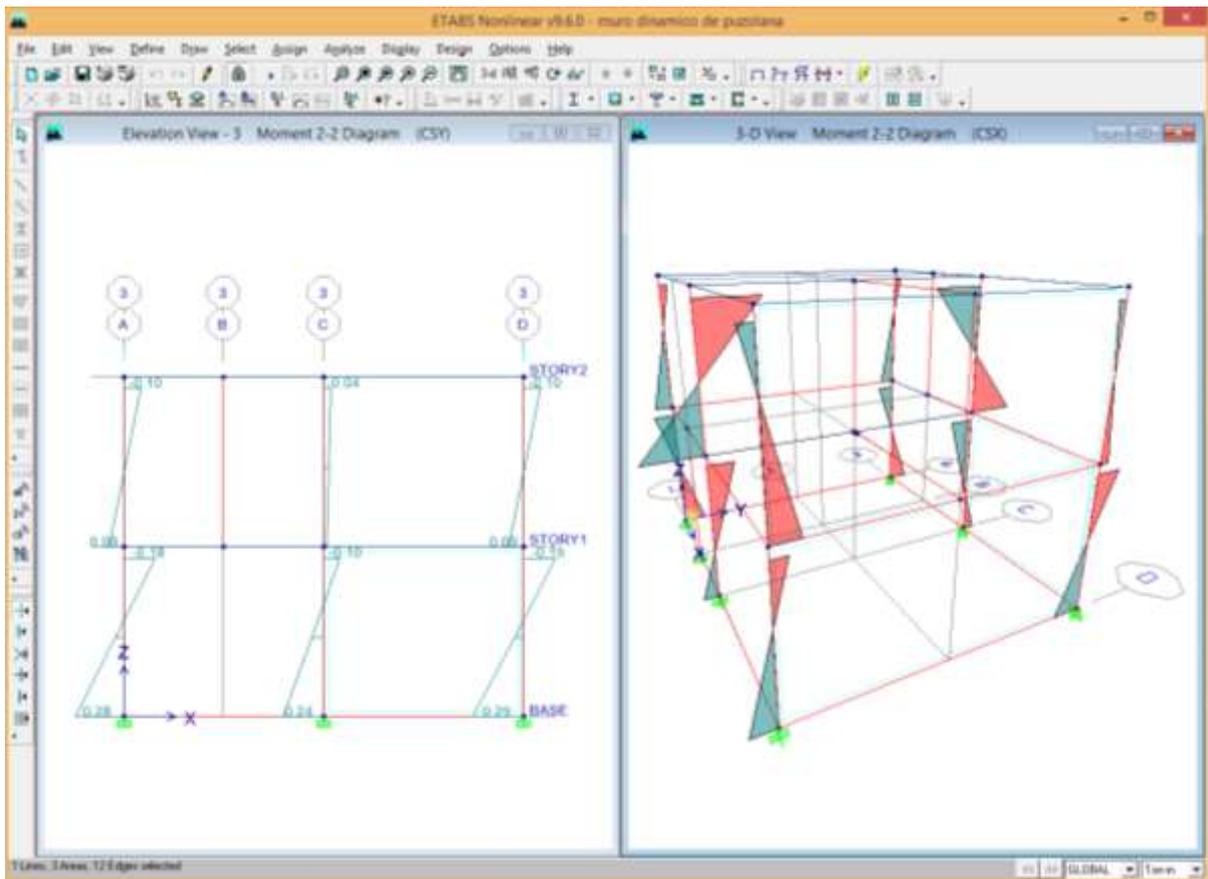
Diaphragm CM Displacements

Edit View

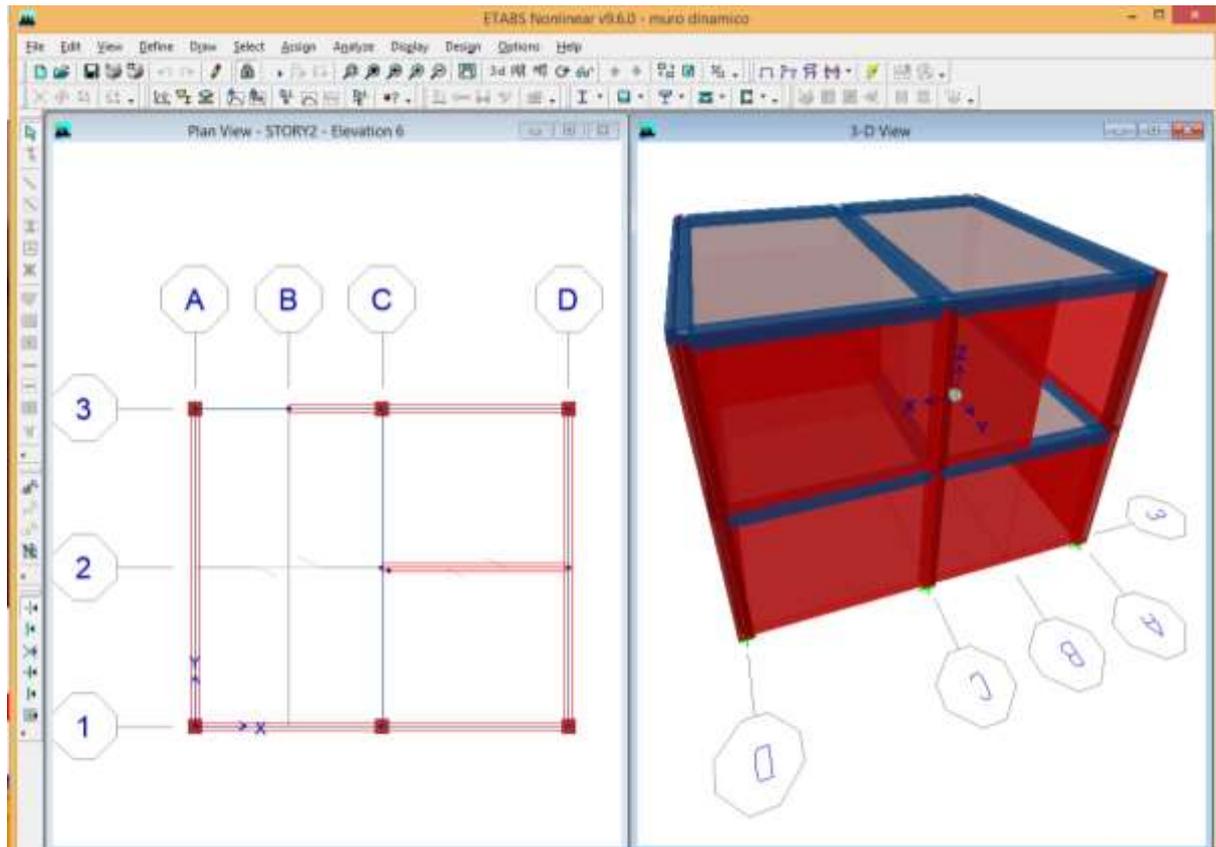
Diaphragm CM Displacements

	Story	Diaphragm	Load	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ	Point	X	Y
▶	STORY2	D1	CSY	0.0000	0.0012	0.0000	0.00000	0.00000	0.00000	41	3.629	2.937
▶	STORY1	D1	CSY	0.0000	0.0007	0.0000	0.00000	0.00000	0.00000	42	3.637	3.000

OK



3.- Ladrillo Mixto:



Los Datos tomados de los ensayos realizados para albañilería son los siguientes:

• Albañilería

Unidad de Albañilería: Artesanal

Pilas: Resistencia a la Compresión $f_m=44.08 \text{ kg/cm}^2$

Módulo de elasticidad: $E_m=500 f_m=22041 \text{ kg/cm}^2$.

Módulo de corte $G_M=0.4 \cdot E_m=8816 \text{ kg/cm}^2$.

Peso por unidad de volumen: 4200 kg/m^3 .

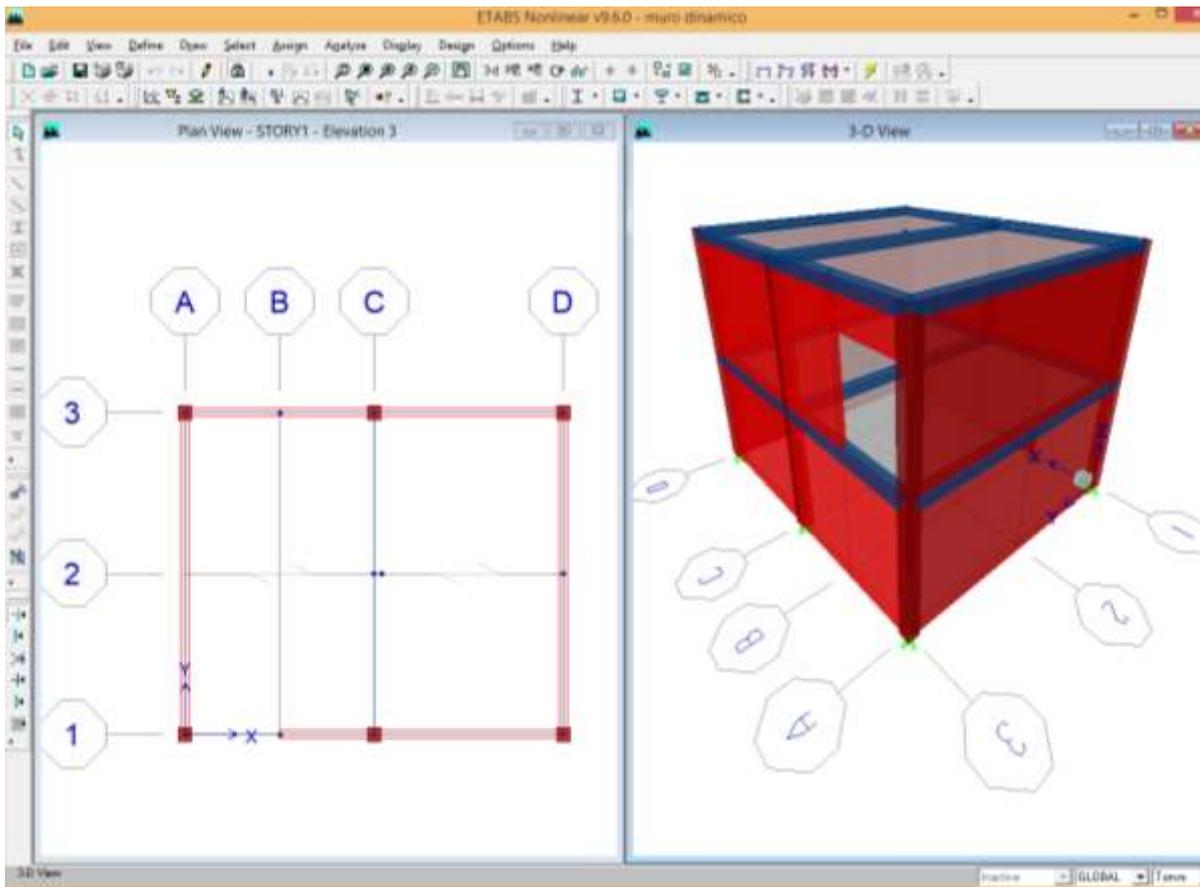
Módulo de Poisson=0.25

Mortero: TIPO P1: Cemento Arena - 1:4

La resistencia a la compresión fue obtenida de los ensayos de laboratorio tal como se puede ver en los anexos.

Material Property Data

Material Name	Albañilería	Display Color	Color
Type of Material	<input type="checkbox"/> Isotropic <input checked="" type="checkbox"/> Orthotropic	Type of Design	Design
Design	None	Design Property Data	
Analysis Property Data			
Mass per unit Volume	4200		
Weight per unit Volume	1.52		
Modulus of Elasticity	Dir 1: 220408.7 Dir 2: 220408.7 Dir 3: 220408.7		
Poisson's Ratio	Plane 12: 0.25 Plane 13: 0.25 Plane 23: 0.25		
Coeff of Thermal Expan.	Dir 1: 1.990E-06 Dir 2: 1.990E-06 Dir 3: 1.990E-06		
Shear Modulus	Plane 12: 88163.48 Plane 13: 88163.48 Plane 23: 88163.48		
		OK	Cancel



Diaphragm CM Displacements

Edit View

Diaphragm CM Displacements

Story	Diaphragm	Load	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ	Point	X	Y
STORY2	D1	CSX	0.0008	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	13	3.629	3.937
STORY1	D1	CSX	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	14	3.637	3.900

OK

Diaphragm CM Displacements

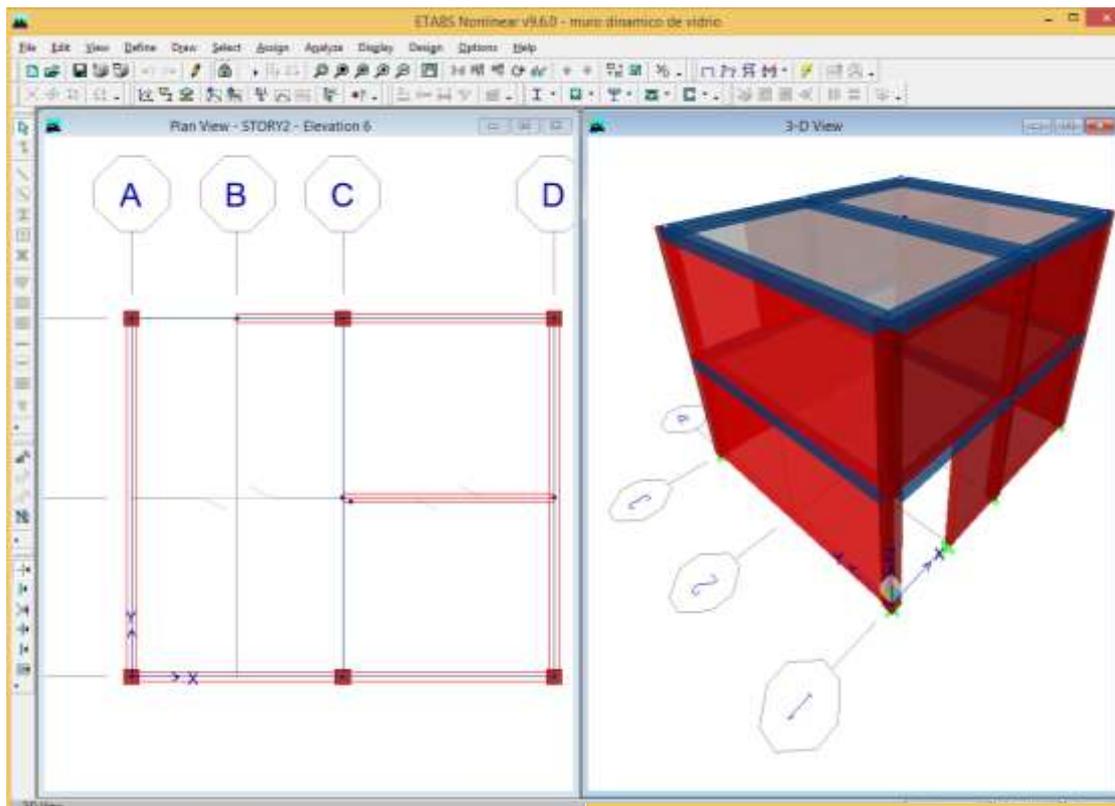
Edit View

Diaphragm CM Displacements

Story	Diaphragm	Load	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ	Point	X	Y
STORY2	D1	CSY	0.0000	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	13	3.629	3.937
STORY1	D1	CSY	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	14	3.637	3.900

OK

4.- Ladrillo con Vidrio triturado:



3.9.3.2.3 Análisis sísmico con el Ladrillo con 30% de Vidrio Triturado

Los Datos tomados de los ensayos realizados para albañilería son los siguientes:

- **Albañilería**

Unidad de Albañilería: Artesanal

Pilas: Resistencia a la Compresión $f'_m = 36.28 \text{ kg/cm}^2$

Módulo de elasticidad: $E_m = 500 f'_m = 18140 \text{ kg/cm}^2$

Módulo de corte $G_M = 0.4 \cdot E_m = 7256 \text{ kg/cm}^2$

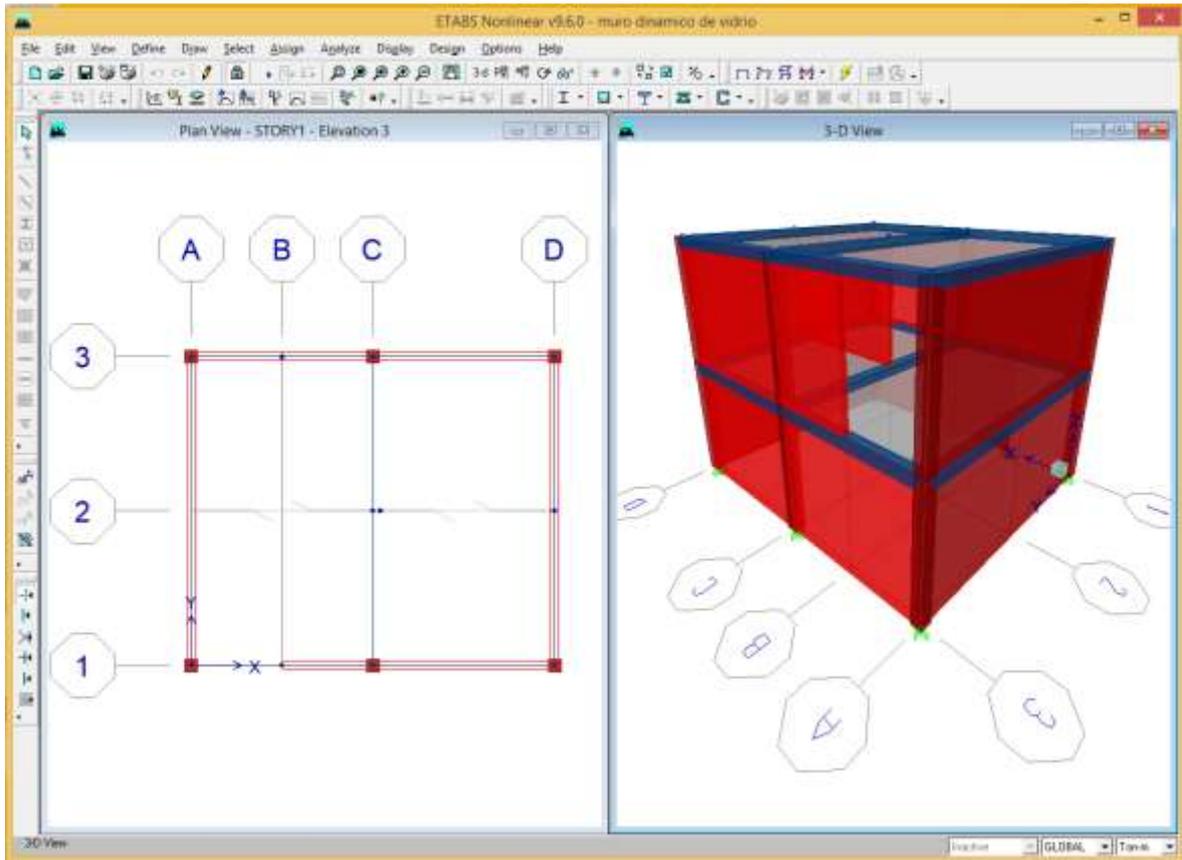
Peso por unidad de volumen: 4200 kg/m^3

Módulo de Poisson $= 0.25$

Mortero: TIPO P1: Cemento Arena - 1:4

La resistencia a la compresión fue obtenida de los ensayos de laboratorio tal como se puede ver en los anexos.

Material Property Data	
Material Name	LADRILLO
Type of Material	<input type="radio"/> Isotropic <input checked="" type="radio"/> Orthotropic
Display Color	Color: [Blue]
Type of Design	Design: [None]
Analysis Property Data	
Mass per unit Volume	0.16
Weight per unit Volume	1.56
Modulus of Elasticity	Dir 1: 181395.05 Dir 2: 181395.05 Dir 3: 181395.05
Poisson's Ratio	Plane 12: 0.25 Plane 13: 0.25 Plane 23: 0.25
Coeff of Thermal Expan	Dir 1: 1.500E-06 Dir 2: 1.500E-06 Dir 3: 1.500E-06
Shear Modulus	Plane 12: 72558.02 Plane 13: 72558.02 Plane 23: 72558.02
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Cancel"/>	



Diaphragm CM Displacements

Edit View

Diaphragm CM Displacements

	Story	Diaphragm	Load	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ	Point	X	Y
	STORY2	D1	CSX	0.0012	0.0000	0.0000	0.00000	0.00000	0.00000	13	3.635	2.934
	STORY1	D1	CSX	0.0007	0.0000	0.0000	0.00000	0.00000	0.00001	14	3.642	3.000

OK

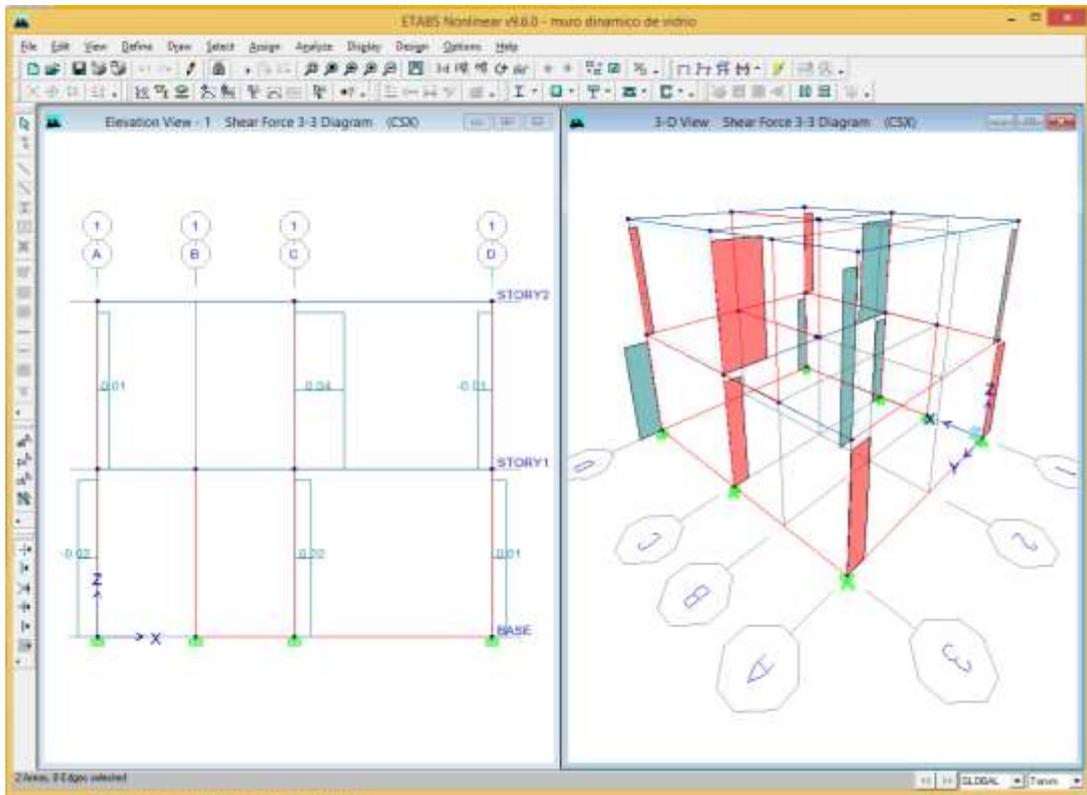
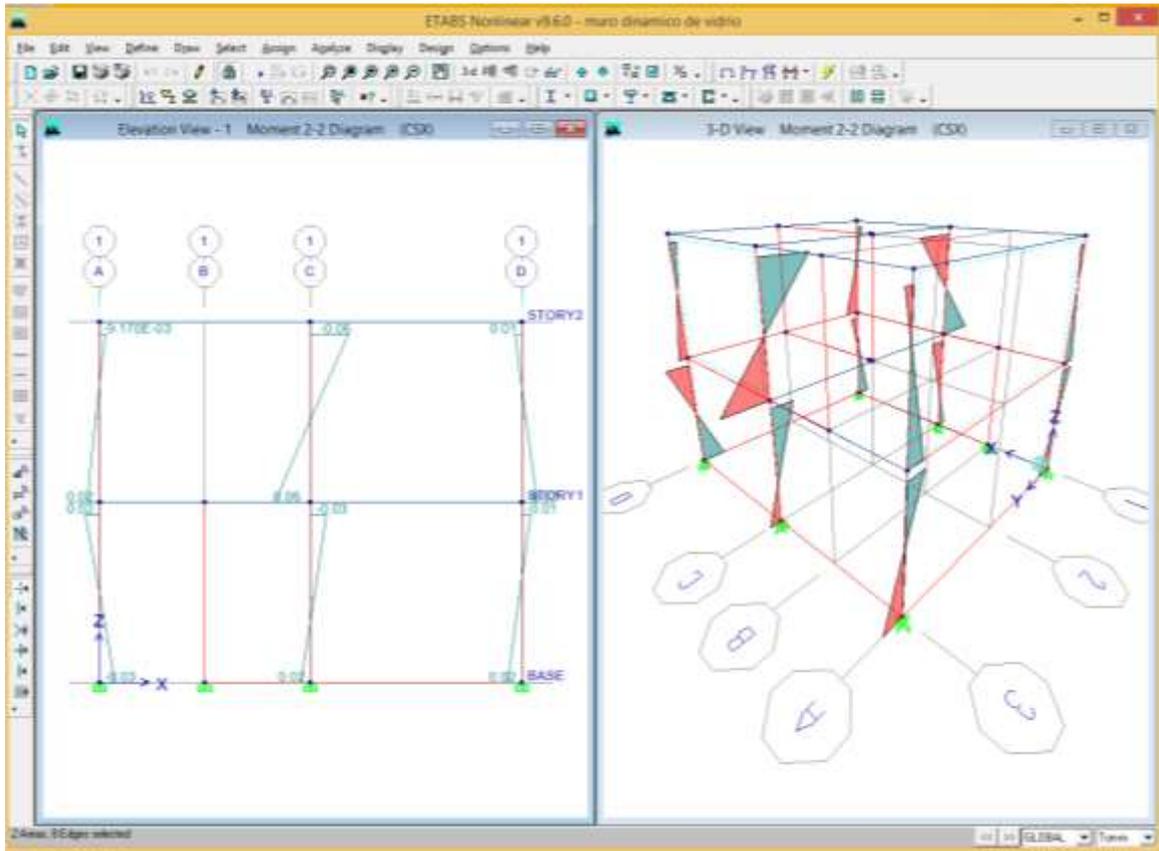
Diaphragm CM Displacements

Edit View

Diaphragm CM Displacements

	Story	Diaphragm	Load	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ	Point	X	Y
	STORY2	D1	CSY	0.0008	0.0012	0.0000	0.00000	0.00000	0.00000	13	3.635	2.934
	STORY1	D1	CSY	0.0006	0.0007	0.0000	0.00000	0.00000	0.00000	14	3.642	3.000

OK



Para el análisis del comportamiento estructural se realizó el análisis estático y dinámico siguiendo el procedimiento de las Normas E.030 Diseño sismo resistente, E.0.70 Albañilería, E.020 Cargas entre otros.

1. Análisis estático.

➤ **Parámetros del proyecto**

Los parámetros a aplicar son de acuerdo a la (N.T.P. E.030, 2016).

➤ **Factor de Zona (Z):**

Es la aceleración máxima horizontal en suelo depende de la ubicación en el territorio peruano, referencia Tabla N° 100 de Norma E.030.

Tabla 116. Zona identificada del proyecto

Región	Provincia	Distrito	Zona	Z
Junín	Huancayo	El Tambo	3	0.35

Fuente: Anexo 01 de la Norma Técnica E.030 (2016).

La vivienda proyectada se encuentra en el distrito de El tambo, Huancayo: Zona 03; Por lo tanto: $Z=0.35$

➤ **Parámetros del Suelo**

Perfil del suelo

Perfil Tipo S2: Roca o suelos muy rígidos ya que se en la zona se encuentra estrato de rocas. Y el Factor de amplificación del suelo: **S = 1.15**

Tabla 117. Factores del suelo "s"

Zona /Suelo	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z3	0.8	1.00	1.15	1.20

Fuente: Tabla 03 de la Norma Técnica E.030 (2016).

➤ Parámetros de sitio:

Se considera de acuerdo al factor de zona y el tipo de suelo del donde está ubicado el proyecto y por consiguiente en la siguiente tabla.

Tabla 118. Periodos fundamentales de tipo de suelo “TP” y “TL”

	Perfil de suelo			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
T _P (S)	0.30	0.40	0.60	1.00
T _L (S)	3.00	2.50	2.00	1.60

Fuente: Tabla 04 de la Norma Técnica E.030 (2016).

Periodos:

- T_p (S)=0.6
- T_L(S)=2.0

➤ Factor de Amplificación sísmica (C)

De acuerdo a las características del lugar donde se encuentre ubicado la obra.

Tabla 119. Factor de Amplificación Sísmica (C)

Condición del Periodo	Factor de Amplificación
T < T _P	C = 2.5
T _P < T < T _L	C = 2.5 x (T _P / T)
T > T _L	C = 2.5 x (T _P .T _L / T ²)

Fuente: Elaboración Propia

Dónde:

T = Periodo fundamental de vibración de la estructura.

Y T se calcula $T = hn/CT$

hn: Altura total del edificio.

$C_T = 60$ Es para construcciones de albañilería y para todos los construcciones de concreto armado duales, de muros estructurales y muros de ductilidad limitada.

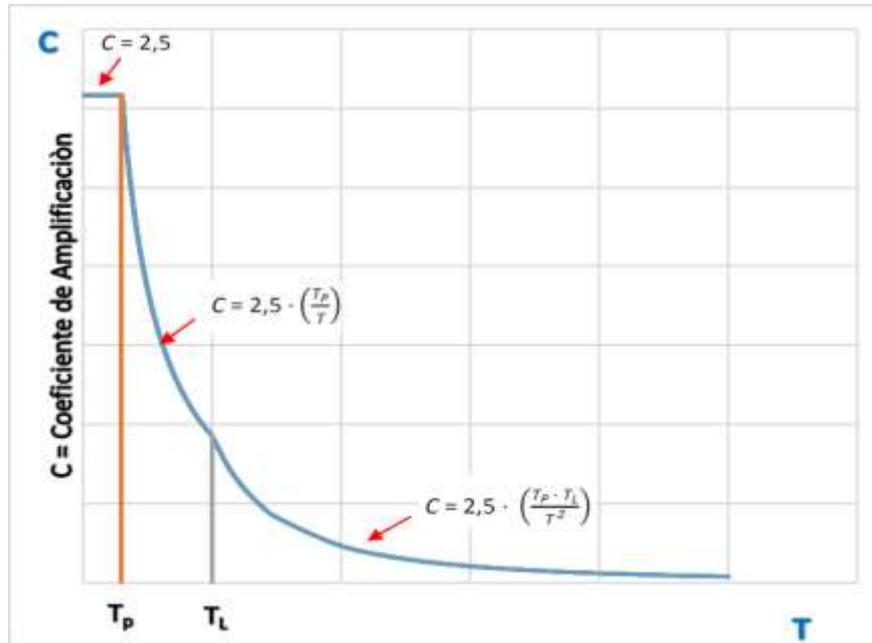


Figura 112. Factor de amplificación sísmica
FUENTE: Elaboración Propia

- Categoría de la Edificación (U): De acuerdo a la siguiente tabla se según la Norma E.0.30.

Categoría edificaciones comunes: **U=1.00**

Tabla 120. Categoría de las edificaciones y factor de uso

Categoría de las Edificaciones y Factor "U"		
Categoría	Descripción	Factor U
C	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales	1,0
Comunes	cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	

FUENTE: Tabla N° 05 de la Norma E030 (2016)

- Factor de Reducción (R): La Tabla N° 07 de la Norma E-030, a un sistema estructural de albañilería confinada le asigna un coeficiente de reducción R=6 para sismo severo.

Tabla 121. Coeficiente de reducción sísmica

Sistema Estructurales	
Sistema Estructural	Coeficiente Básico de Reducción Sísmica (R ₀)
Concreto Armado De muros estructurales	6

Fuente: Tabla 07 de la Norma Técnica E.030 (2016).

El análisis se realizara basándose en (N.T.P. E.070, 2006) del Reglamento Nacional de Edificaciones.

a) Requisitos mínimos en muros:

a.1. Densidad Mínima de Muros Reforzados.

La densidad mínima de muros portantes a fortalecer en cada dirección de la construcción se obtendrá con la siguiente formula:

$$\frac{\text{Área de Corte de los Muros Reforzados}}{\text{Área de la Planta Típica}} = \frac{\sum L \cdot t}{A_p} \geq \frac{Z \cdot U \cdot S \cdot N}{56}$$

Donde:

- L: Longitud del muro (incluyendo columnas).
- t: Espesor efectivo del muro.
- Z: Factor de zona sísmica especificado en la (N.T.P. E.030, 2016).
- U: Factor de uso o importancia, especificado en la (N.T.P. E.030, 2016).
- S: Factor de suelo especificado en la (N.T.P. E.030, 2016).
- N: Número de niveles del edificio.
- A_p: Área de planta techada.

Figura 113. Densidad de muros reforzados
FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 122. Parámetros sísmicos del edificio según la NTE 0.30

Parámetros	Factores
Z	0.35

U	1.0
S	1.15
Tp	0.6
Tl	2.5
Rx=Ry	6.48

FUENTE: Elaboración Propia

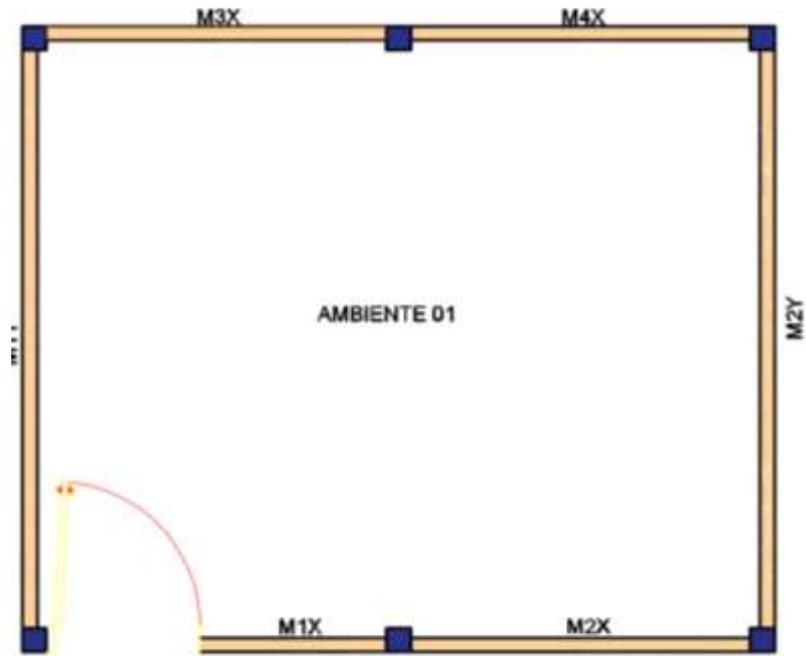
$$\frac{Z.U.S.N}{50.40} = \frac{0.35 \cdot 1.0 \cdot 1.15 \cdot 2}{50.40} = 0.0160$$

Tabla 123. Longitud de Muros en Dirección X-X y Y-Y

Dirección X-X				Dirección Y-Y			
	l(m)	t (m)	Area (m2)		l(m)	t (m)	Area (m2)
M1X	2.04	0.15	0.306	M1Y	6.5	0.15	0.975
M2X	3.88	0.15	0.582	M2Y	6.5	0.15	0.975
M3X	3.88	0.15	0.582	M3Y	6.5	0.15	0.975
M4X	3.88	0.15	0.582	M4Y	3.05	0.15	0.4575
M5X	3.88	0.15	0.582	M5Y	3.45	0.15	0.5175
M6X	3.88	0.15	0.582			$\Sigma L.t$	3.900
M7X	3.6	0.15	0.54			$\Sigma L.t/P$	0.0774
M8X	3.88	0.15	0.582				
M9X	2.04	0.15	0.306				
		$\Sigma L.t$	4.644				
		$\Sigma L.t/P$	0.0921				

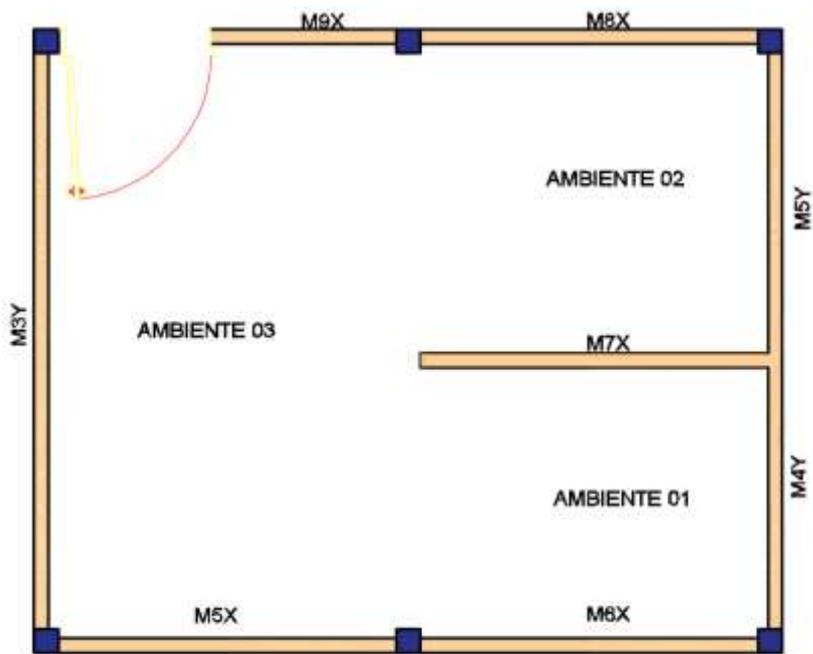
FUENTE: Elaboración Propia

La densidad de los muros en la dirección X-X de acuerdo a la condición $\Sigma L.t/A_p = 0.0921$, el cual es mayor que 0.0160, por ello, la densidad de muros es el adecuado, en la dirección Y-Y; la $\Sigma L.t/A_p = 0.0774$ es mayor que 0.0160, por lo tanto la configuración de muros es la adecuada, y cumplen con la condición de la Norma E.070.



PRIMER PISO

Figura 114. Ubicación de los muros en el eje X-X
FUENTE: Elaboración Propia



SEGUNDO PISO

Figura 115. Ubicación de los Muros en el Eje Y-Y
FUENTE: Elaboración Propia

Bajo los parámetros y datos obtenidos en la Norma E.030 y la Norma E.070 se realizó el análisis sísmico de cada uno de los tipos de ladrillo y los materiales son los siguientes:

Cargas permanentes aplicada según Norma E.030 en el Artículo 4.3. Las cargas empleadas para el análisis sísmico varían porque en la tabiquería son diferentes tipos de ladrillo y por ende diferente peso unitario:

Para el Ladrillo con Puzolana empleamos las siguientes cargas en TN:

Tabla 124. Cargas Viva y Muerta del Ladrillo Puzolanico

TIPO DE CARGA	1º PISO	2º PISO	
carga muerta	0.618	0.397	Tn
carga viva	0.200	0.200	Tn

FUENTE: Elaboración Propia

Para el Ladrillo Mixto (Puzolana y vidrio triturado) empleamos las siguientes cargas en TN:

Tabla 125. Cargas Viva y Muerta del Ladrillo Mixto

TIPO DE CARGA	1º PISO	2º PISO	
Carga Muerta	0.620	0.397	Tn
Carga Viva	0.200	0.200	Tn

FUENTE: Elaboración Propia

Para el Ladrillo con vidrio triturado empleamos las siguientes cargas en TN:

Tabla 126. TABLA 132. Cargas Viva y Muerta del Ladrillo con Vidrio Triturado

TIPO DE CARGA	1º PISO	2º PISO	
Carga Muerta	0.633	0.397	Tn
Carga Viva	0.200	0.200	Tn

FUENTE: Elaboración Propia

Para el Ladrillo Artesanal de Saños empleamos las siguientes cargas en TN:

Tabla 127. Cargas Viva y Muerta del Ladrillo Artesanal de Saños

TIPO DE CARGA	1º PISO	2º PISO	
carga muerta	0.604	0.397	Tn
carga viva	0.200	0.200	Tn

FUENTE: Elaboración Propia

Los elementos estructurales tienen las siguientes secciones:

Columnas: C1=0.25x0.25m.

Vigas: V1=0.20x0.30 m.

2. Análisis dinámico:

Las consideraciones para el análisis sísmico se realizarán mediante el procedimiento de superposición espectral donde se utilizará un espectro de diseño para obtener la respuesta máxima en la estructura, la fuerza cortante en la base, cortante de entrepisos, desplazamientos totales y relativos de entrepiso.

➤ Espectro de aceleraciones:

Tabla 128. Valores de aceleración espectral
programa: EMD ESPECTROS E030

T(seg)	Sa(cm/seg ²)	Sa(g)
0	1.523	0.155
0.1	1.523	0.155
0.2	1.523	0.155
0.3	1.523	0.155
0.4	1.523	0.155
0.5	1.523	0.155
0.6	1.523	0.155
0.7	1.306	0.133
0.8	1.143	0.116
0.9	1.016	0.104
1	0.914	0.093
1.1	0.831	0.085
1.2	0.762	0.078
1.3	0.703	0.072

1.4	0.653	0.067
1.5	0.609	0.062
1.6	0.571	0.058
1.7	0.538	0.055
1.8	0.508	0.052
1.9	0.481	0.049
2	0.457	0.047
2.1	0.415	0.042
2.2	0.378	0.039
2.3	0.346	0.035
2.4	0.317	0.032
2.5	0.292	0.03
2.6	0.27	0.028
2.7	0.251	0.026
2.8	0.233	0.024
2.9	0.217	0.022
3	0.203	0.021
3.1	0.19	0.019
3.2	0.179	0.018
3.3	0.168	0.017
3.4	0.158	0.016
3.5	0.149	0.015
3.6	0.141	0.014
3.7	0.134	0.014
3.8	0.127	0.013
3.9	0.12	0.012
4	0.114	0.012

FUENTE: Elaboración Propia

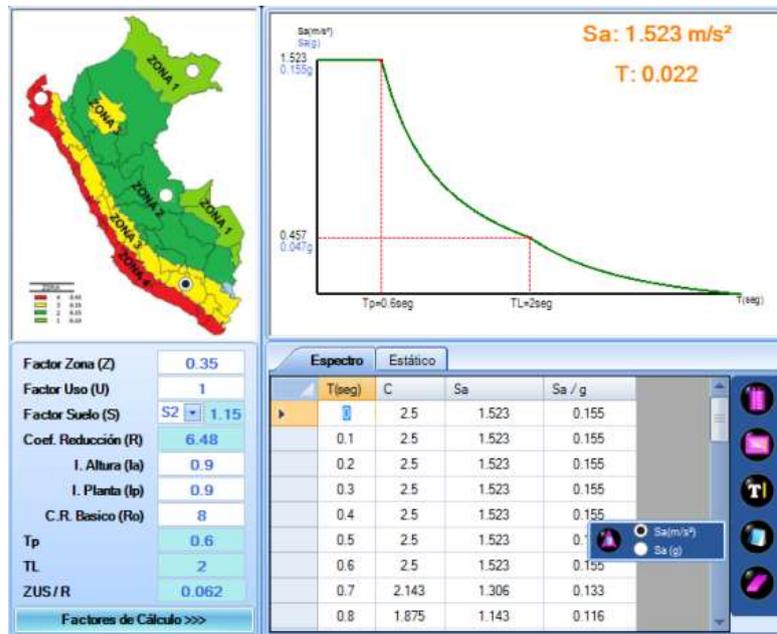


Figura 116. Espectro de aceleraciones espectrales de diseño
FUENTE: Elaboración Propia

Con los siguientes parámetros, cálculos se realiza el análisis sísmico estático y dinámico variando el tipo de unidad de albañilería.

a) Análisis sísmico con el ladrillo con 10% de puzolana

Los Datos tomados de los ensayos realizados para albañilería son los siguientes:

➤ **Albañilería:**

Unidad de Albañilería: Artesanal

Pilas: Resistencia a la Compresión $f'm=37.04 \text{ kg/cm}^2$

Módulo de elasticidad: $E_m=500 f'm=18520 \text{ kg/cm}^2$.

Módulo de corte: $GM=0.4 \cdot E_m =7408 \text{ kg/cm}^2$.

Peso por unidad de volumen: 4200 kg/m^3 .

Módulo de Poisson=0.25

Mortero: TIPO P1: Cemento Arena - 1:4

La resistencia a la compresión fue obtenida de los ensayos de laboratorio tal como se puede ver en los anexos.

Bajo criterio propio teniendo en cuenta la seguridad y la norma E.0.70 se considera los siguientes datos para la investigación.

➤ **Concreto para albañilería:**

Resistencia a la Compresión: 210 kg/cm^2

Módulo de Elasticidad: $E_c=15000 \sqrt{210}=21737.065 \text{ kg/cm}^2$.

Peso por unidad de volumen: 2400 kg/m^3 .

Módulo de Poisson: $\nu=0.15$

➤ **Acero de Refuerzo**

Esfuerzo de Fluencia: $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$

Módulo de Elasticidad: 2000000 kg/cm^2 .

Del análisis modal se obtuvo los siguientes periodos.

a.1. Distribución de la Fuerza símica en altura:

Donde:

Pi: Peso del nivel.

Hi: Altura del nivel.

V: cortante basal.

$$F_i = \alpha x V$$

$$\alpha = \frac{P_i x (h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_i h_i}$$

a.2. Cortante basal:

$$V = \frac{ZUCS}{R} P$$

Tabla 129. Resultados de las Fuerzas en Análisis Estático con el Ladrillo Artesanal Con 10% De Puzolana

<i>Nivel</i>	<i>h</i>	<i>W</i>	<i>Wh</i>	<i>Fuerza</i> <i>x</i>	<i>Fuerza</i> <i>y</i>
1	2.8	41229.33	115442.12	3669.57	3669.57
2	5.60	30067.20	168376.32	5352.19	5352.19
	Σ	71296.53	283818.44	9021.75	9021.75

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 130. Resultados del Análisis Sísmico con el Ladrillo Artesanal Con 10% De Puzolana

<i>Cortante Basal</i>	<i>Dirección X - X (Tn)</i>	<i>Dirección Y-Y (Tn)</i>
Análisis Estático	9.02	9.02

Análisis Dinámico	47.33	47.33
80% Estático	7.22	7.22

FUENTE: Elaboración Propia

Como se puede observar en la tabla las fuerzas cortantes dinámicas en ambas direcciones son superiores al 80% V est en estructuras regulares, por lo tanto no se requiere escalar las fuerzas del análisis sísmico en Etabs.

a.3. Verificación de desplazamientos laterales

Los desplazamiento laterales se verifican con la Tabla N°115 de la Norma E.030, donde la distorsión inelástica se calcula con la siguiente formula teniendo en cuenta los resultados del análisis lineal elástico donde se multiplica por R si la estructura es irregular y 0.75R regular. Para este caso es la siguiente formula:

$$D.I = 0.75X \frac{R \times D}{h} \leq 0.005$$

Donde:
 DI: Desplazamiento del análisis lineal elástico.
 R: Coeficiente de reducción, R=6
 H: Altura de entre piso.

Figura 117. Formula desplazamientos laterales
 FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 131. Desplazamientos Laterales de Entrepiso en Dirección X-X con el Ladrillo con 10% de Puzolana

<i>Dirección X-X</i>			
<i>Piso</i>	<i>Desplazamiento Entrepiso</i>	<i>Desplazamiento Inelástico</i>	<i>Deriva Limite</i>
2	0.0011	0.0024	0.005
1	0.0006	0.0013	0.005

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 132. Desplazamientos Laterales de Entrepiso en Dirección Y-Y con el Ladrillo con 10% de Puzolana

<i>Dirección Y-Y</i>			
<i>Piso</i>	<i>Desplazamiento Entrepiso</i>	<i>Desplazamiento Inelástico</i>	<i>Deriva Limite</i>
2	0.0012	0.0026	0.005
1	0.0007	0.0015	0.005

FUENTE: Elaboración Propia

Como se observa ningún resultado sobrepasa los desplazamientos en la dirección X-X y Y-Y ya que son menores a 0.005 (albañilería), lo cual cumplen con los requisitos establecidos en la Norma. Entonces se tiene muros reparables en caso de sismo severo.

a.4. Fuerzas Internas por Sismo Moderado:

En la siguiente tabla se mostrara los la Fuerza Cortante (V_e) y el Momento Flector (M_e) son los máximos valores en cada piso.

Tabla 133. Fuerzas Internas V_e (Tnf) y M_e (T-m) ante un sismo moderado (X-X)

<i>Muros</i>	<i>Piso 1</i>		<i>MUROS</i>	<i>Piso 2</i>	
	<i>Ve</i>	<i>Me</i>		<i>Ve</i>	<i>Me</i>
M1X	0.02	0.37	M5X	0.00986	0.2
M1X	0.01	0.31	M5X	0.04	0.11
M2X	0.01	0.31	M6X	0.01	0.06
M3X	0.02	0.31	M7X	0.0009	0.1
M3X	0.01	0.27	M8X	0.0095	0.25
M4X	0.02	0.26	M8X	0.04	0.11
			M9X	0.00645	0.09

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 134. Fuerzas Internas V_e (Tnf) y M_r (T-m) ante un sismo moderado (Y-Y)

<i>Muros</i>	<i>Piso 1</i>	<i>Muros</i>	<i>Piso 2</i>
--------------	---------------	--------------	---------------

	V_e	M_e		V_e	M_e
M1Y	0.16	0.03	M3Y	0.07	0.04
M1Y	0.16	0.03	M3Y	0.07	0.07
M1Y	0.12	0.004	M4Y	0.01	0.009
M1Y	0.12	0.008	M4Y	0.008	0.004
M2Y	0.17	0.01	M5Y	0.07	0.03
M2Y	0.17	0.03	M5Y	0.07	0.02

FUENTE: Elaboración Propia

a.5. Verificación de la resistencia al corte del edificio (E.070 Art.26.4)

➤ Control de Fisuración (E.070 Art.26.2 – b)

Esta disposición tiene por propósito evitar que los muros se fisuren ante los sismos moderados, que son los más frecuentes. Para el efecto se considerarán las fuerzas cortantes producidas por el sismo moderado, y se usó la siguiente formula:

$$V_e \leq 0.55 \cdot V_m$$

V_e = Es la fuerza cortante producida por el "sismo moderado" en el muro en análisis.

V_m = Es la fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal de la albañilería.

Figura 118. Formula de fuerza cortante
FUENTE: Elaboración Propia

Como se especifica la norma E.070, en el Art.26.2 – a, se tendrá que usar las fuerzas cortantes producidas por sismo moderado para los cual se utilizó un Coeficiente de Reducción $R=6$.

En la tabla N° 27 y 28 se verifica el cumplimiento de los requisitos de control de fisuración ante el Sismo Moderado X-X:

Tabla 135. Verificación para Sismo X-X (Primer Piso)

<i>Muros</i>	<i>L</i> (<i>M</i>)	<i>t</i> (<i>m</i>)	<i>Pg</i> (<i>Tn</i>)	<i>Ve</i> (<i>Tn</i>)	<i>Me</i> <i>Tn.m</i>	α	<i>Vm</i> (<i>Tn</i>)	$\frac{0.55}{Vm}$ (<i>Tn</i>)	<i>Vm/</i> <i>Ve</i>	<i>Vu</i> (<i>Tn</i>)	<i>Mu</i> <i>Tn.m</i>
M1X	2.04	0.15	4.09	0.02	0.2	0.20	0.97	0.54	48.67	0.97	9.73
M1X	2.04	0.15	1.08	0.01	0.11	0.19	0.28	0.15	27.82	0.28	3.06
M2X	3.88	0.15	4.57	0.01	0.06	0.65	1.25	0.69	124.87	1.25	7.49
M3X	3.88	0.15	2.68	0.02	0.1	0.78	0.85	0.47	42.68	0.85	4.27
M3X	3.88	0.15	2.05	0.01	0.25	0.16	0.52	0.29	51.89	0.52	12.97
M4X	3.88	0.15	4.62	0.02	0.11	0.71	1.28	0.70	63.91	1.28	7.03

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 136. Verificación para Sismo X-X (Segundo Piso)

<i>Muros</i>	<i>L</i> (<i>M</i>)	<i>t</i> (<i>m</i>)	<i>Pg</i> (<i>Tn</i>)	<i>Ve</i> (<i>Tn</i>)	<i>Me</i> <i>Tn.m</i>	α	<i>Vm</i> (<i>Tn</i>)	$\frac{0.55}{Vm}$ (<i>Tn</i>)	<i>Vm/</i> <i>Ve</i>	<i>Vu</i> (<i>Tn</i>)	<i>Mu</i> <i>Tn.m</i>
M5X	3.88	0.15	1.55	0.010	0.2	0.19	0.41	0.23	42.08	0.41	8.42
M5X	3.88	0.15	0.16	0.040	0.11	1.41	0.47	0.26	11.70	0.47	1.29
M6X	3.88	0.15	1.21	0.010	0.06	0.65	0.48	0.26	47.59	0.48	2.86
M7X	3.6	0.15	0.24	0.001	0.1	0.03	0.06	0.04	71.54	0.06	7.15

M8X	3.88	0.15	0.08	0.010	0.25	0.15	0.06	0.03	6.68	0.06	1.67
M8X	3.88	0.15	0.56	0.040	0.11	1.41	0.56	0.31	14.00	0.56	1.54
M9X	2.04	0.15	1.3	0.006	0.09	0.15	0.32	0.18	50.00	0.32	4.50

FUENTE: Elaboración Propia

➤ **Control del agrietamiento diagonal en el entrepiso:**

En cada Entrepiso superior al primero, deberá verificarse para cada muro confinado que:

$$V_{mi} > V_{ui}$$

En caso de no cumplirse con la condición, el entrepiso se agrietarse y sus confinamiento deberán ser rediseñados para soportar en forma similar al primer entrepiso.

Tabla 137. Verificación para Sismo Y-Y (Primer Piso)

<i>Muros</i>	<i>L</i> (<i>M</i>)	<i>t</i> (<i>m</i>)	<i>Pg</i> (<i>Tn</i>)	<i>Ve</i> (<i>Tn</i>)	<i>Me</i> <i>Tn.m</i>	α	<i>Vm</i> (<i>Tn</i>)	$\frac{0.55 Vm}{Vm}$ (<i>Tn</i>)	<i>Vm/</i> <i>Ve</i>	<i>Vu</i> (<i>Tn</i>)	<i>Mu</i> <i>Tn.m</i>
M1Y	6.5	0.15	5.66	0.16	0.03	34.67	19.05	10.48	119.04	19.05	3.57
M1Y	6.5	0.15	5.22	0.16	0.03	34.67	18.95	10.42	118.41	18.95	3.55
M1Y	6.5	0.15	1.14	0.12	0.004	222.86	114.34	62.89	952.81	114.34	3.33
M1Y	6.5	0.15	0.39	0.12	0.008	93.98	48.19	26.51	401.61	48.19	3.33
M2Y	6.5	0.15	4.75	0.17	0.01	110.50	57.65	31.71	339.15	57.65	3.39
M2Y	6.5	0.15	4.97	0.17	0.03	36.83	20.00	11.00	117.63	20.00	3.53

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 138. Verificación para Sismo Y-Y (Segundo Piso)

<i>Muros</i>	<i>L</i> (<i>M</i>)	<i>t</i> (<i>m</i>)	<i>Pg</i> (<i>Tn</i>)	<i>Ve</i> (<i>Tn</i>)	<i>Me</i> <i>Tn.m</i>	α	<i>Vm</i> (<i>Tn</i>)	$\frac{0.55 Vm}{Vm}$ (<i>Tn</i>)	<i>Vm/</i> <i>Ve</i>	<i>Vu</i> (<i>Tn</i>)	<i>Mu</i> <i>Tn.m</i>
M3Y	6.5	0.15	1.33	0.07	0.04	11.38	6.13	3.37	87.55	6.13	3.50
M3Y	6.5	0.15	1.75	0.07	0.07	6.50	3.73	2.05	53.28	3.73	3.73
M4Y	3.05	0.15	0.51	0.01	0.0089	3.43	0.94	0.52	94.04	0.94	0.84
M4Y	3.05	0.15	0.43	0.00817	0.0044	5.66	1.46	0.80	178.60	1.46	0.79
M5Y	3.45	0.15	1.21	0.07	0.03	8.05	2.47	1.36	35.22	2.47	1.06
M5Y	3.45	0.15	1.34	0.07	0.02	12.08	3.59	1.97	51.27	3.59	1.03

FUENTE: Elaboración Propia

b) Análisis sísmico con el Ladrillo Mixto con 20% de Puzolana y Vidrio

Triturado. Los Datos tomados de los ensayos realizados para albañilería son los siguientes:

➤ **Albañilería**

Unidad de Albañilería: Artesanal

Pilas: Resistencia a la Compresión $f'm=44.08 \text{ kg/cm}^2$

Módulo de elasticidad: $E_m=500 f'm=22041 \text{ kg/cm}^2$.

Módulo de corte $GM=0.4 * E_m = 8816 \text{ kg/cm}^2$.

Peso por unidad de volumen: 4200 kg/m^3 .

Módulo de Poisson=0.25

Mortero: TIPO P1: Cemento Arena - 1:4

La resistencia a la compresión fue obtenida de los ensayos de laboratorio tal como se puede ver en los anexos.

Bajo criterio propio teniendo en cuenta la seguridad y la norma E.0.70 se considera los siguientes datos para la investigación.

➤ **Concreto para albañilería:**

Resistencia a la Compresión: 210 kg/cm^2

Módulo de Elasticidad: $E_c=15000 \sqrt{210}$

$210=21737.065 \text{ kg/cm}^2$.

Peso por unidad de volumen: 2400 kg/m^3 .

Módulo de Poisson: $\nu=0.15$

➤ **Acero de Refuerzo**

Esfuerzo de Fluencia: $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$

Módulo de Elasticidad: 2000000 kg/cm^2 .

Del análisis modal se obtuvo los siguientes periodos.

b.1. Distribución de la Fuerza símica en altura:

Donde:

Pi: Peso del nivel.

Hi: Altura del nivel.

V: cortante basal.

$$F_i = \alpha x V$$

$$\alpha = \frac{P_i x (h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_i h_i}$$

b.2. Cortante basal:

$$V = \frac{ZUCS}{R} P$$

Tabla 139. Resultados de las Fuerzas en Análisis Sísmico Estático con el Ladrillo Artesanal Con 20% De Puzolana y Vidrio Triturado

Nivel	h	W	Wh	Fuerza x	Fuerza y
1	2.8	41309.93	115667.80	3677.52	3677.52
2	5.60	30067.20	168376.32	5353.33	5353.33
	Σ	71377.13	284044.12	9030.85	9030.85

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 140. Resumen de los Resultados del Análisis Sísmico con el Ladrillo Artesanal Con 20% De Puzolana y Vidrio Triturado

Cortante basal	Dirección X-X (Tn)	Dirección Y-Y (Tn)
Análisis estático	9.03	9.03
Análisis dinámico	47.33	47.33
80% Estático	7.22	7.22

FUENTE: Elaboración Propia

Como se puede observar en la tabla las fuerzas cortantes dinámicas en ambas direcciones son superiores al 80% V est en estructuras regulares, por lo tanto no se requiere escalar las fuerzas del análisis sísmico en Etabs.

b.3. Verificación de desplazamientos laterales

Los desplazamiento laterales se verifican con la Tabla N°11 de la Norma E.030, donde la distorsión inelástica se calcula con la siguiente formula teniendo en cuenta los resultados del análisis lineal elástico donde se multiplica por R si la estructura es irregular y 0.75R regular. Para este caso es la siguiente formula:

$$D.I = 0.75X \frac{R \times D}{h} \leq 0.005$$

Donde:
 DI: Desplazamiento del análisis lineal elástico.
 R: Coeficiente de reducción, R=6
 H: Altura de entre piso.

Tabla 141. Desplazamientos Laterales de Entrepiso en Dirección X-X con el Ladrillo con 20% de Puzolana y Vidrio triturado

<i>Dirección X-X</i>			
<i>Piso</i>	<i>Desplazamiento Entrepiso</i>	<i>Desplazamiento Inelástico</i>	<i>Deriva Limite</i>
2	0.0009	0.0019	0.005
1	0.0005	0.0011	0.005

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 142. Desplazamientos Laterales de Entrepiso en Dirección Y-Y con el Ladrillo con 20% de Puzolana y Vidrio Triturado

<i>Dirección Y-Y</i>			
<i>Piso</i>	<i>Desplazamiento Entrepiso</i>	<i>Desplazamiento Inelástico</i>	<i>Deriva Limite</i>
2	0.001	0.0021	0.005
1	0.0006	0.0013	0.005

FUENTE: Elaboración Propia

Como se observa ningún resultado sobrepasa los desplazamientos en la dirección X-X y Y-Y ya que son menores a 0.005 (albañilería), lo cual cumplen con el requisito establecido en la Norma. Entonces se tiene muros reparables en caso de sismo severo.

b.4. Fuerzas Internas por Sismo Moderado:

En la siguiente tabla se mostrara los la Fuerza Cortante (V_e) y el Momento Flector (M_e) son los máximos valores en cada piso.

Tabla 143. Fuerzas Internas V_e (Tnf) y M_e (T-m) ante un sismo moderado (X-X)

<i>Muros</i>	<i>Piso 1</i>		<i>Muros</i>	<i>Piso 2</i>	
	<i>V_e</i>	<i>M_e</i>		<i>V_e</i>	<i>M_e</i>
M1X	0.21	0.31	M5X	0.1	0.17
M1X	0.16	0.26	M5X	0.06	0.09
M2X	0.16	0.26	M6X	0.04	0.06
M3X	0.18	0.27	M7X	0.01	0.0013
M3X	0.14	0.23	M8X	0.14	0.22
M4X	0.13	0.22	M8X	0.06	0.08
			M9X	0.06	0.08

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 144. Fuerzas Internas V_e (Tnf) y M_e (T-m) ante un sismo moderado (Y-Y)

<i>Muros</i>	<i>Piso 1</i>		<i>Muros</i>	<i>Piso 2</i>	
	<i>V_e</i>	<i>M_e</i>		<i>V_e</i>	<i>M_e</i>
M1Y	0.14	0.03	M3Y	0.06	0.04
M1Y	0.14	0.03	M3Y	0.06	0.06
M1Y	0.1	0.02	M4Y	0.0094	0.0084
M1Y	0.1	0.03	M4Y	0.0065	0.0075
M2Y	0.15	0.01	M5Y	0.06	0.03
M2Y	0.15	0.02	M5Y	0.06	0.02

FUENTE: Elaboración Propia

b.5. Verificación de la resistencia al corte del edificio (E.070 Art.26.4)

➤ Control de Fisuración (E.070 Art.26.2 – b)

Esta disposición tiene por propósito evitar que los muros se fisuren ante los sismos moderados, que son los más frecuentes. Para el efecto se considerarán las fuerzas cortantes producidas por el sismo moderado, y se usó la siguiente formula:

$$V_e \leq 0.55 * V_m$$

V_e = Es la fuerza cortante producida por el "sismo moderado" en el muro en análisis.

V_m = Es la fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal de la albañilería.

Como se especifica la norma E.070, en el Art.26.2 – a, se tendrá que usar las fuerzas cortantes producidas por sismo moderado para los cual se utilizó un Coeficiente de Reducción $R=6$. En la tabla N° 114 y 115 se verifica el cumplimiento de los requisitos de control de fisuración ante el Sismo Moderado X-X:

Tabla 145. Verificación para Sismo X-X (Primer Piso)

<i>Muros</i>	<i>L</i> (<i>M</i>)	<i>t</i> (<i>m</i>)	<i>Pg</i> (<i>Tn</i>)	<i>Ve</i> (<i>Tn</i>)	<i>Me</i> <i>Tn.m</i>	α	<i>Vm</i> (<i>Tn</i>)	$\frac{0.55 Vm}{Vm}$ (<i>Tn</i>)	<i>Vm/Ve</i>	<i>Vu</i> (<i>Tn</i>)	<i>Mu</i> <i>Tn.m</i>
M1X	2.04	0.15	4.09	0.21	0.17	2.52	1.35	0.74	6.41	1.35	1.09
M1X	2.04	0.15	1.08	0.16	0.09	3.63	0.83	0.46	5.19	0.83	0.47
M2X	3.88	0.15	4.57	0.16	0.06	10.35	4.21	2.32	26.33	4.21	1.58
M3X	3.88	0.15	2.68	0.18	0.17	4.11	1.87	1.03	10.40	1.87	1.77
M3X	3.88	0.15	2.05	0.14	0.22	2.47	1.23	0.67	8.76	1.23	1.93
M4X	3.88	0.15	4.62	0.13	0.08	6.31	2.99	1.64	22.99	2.99	1.84

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 146. Verificación para Sismo X-X (Segundo Piso)

<i>Muros</i>	<i>L</i> (<i>M</i>)	<i>t</i> (<i>m</i>)	<i>Pg</i> (<i>Tn</i>)	<i>Ve</i> (<i>Tn</i>)	<i>Me</i> <i>Tn.m</i>	α	<i>Vm</i> (<i>Tn</i>)	$\frac{0.55 Vm}{Vm}$ (<i>Tn</i>)	<i>Vm/Ve</i>	<i>Vu</i> (<i>Tn</i>)	<i>Mu</i> <i>Tn.m</i>
M5X	3.88	0.15	1.55	0.100	0.17	2.28	1.05	0.58	10.54	1.05	1.79
M5X	3.88	0.15	0.16	0.060	0.09	2.59	0.83	0.45	13.79	0.83	1.24
M6X	3.88	0.15	1.21	0.040	0.06	2.59	1.07	0.59	26.72	1.07	1.60
M7X	3.6	0.15	0.24	0.010	0.0013	27.69	7.91	4.35	790.60	7.91	1.03
M8X	3.88	0.15	0.08	0.140	0.22	2.47	0.77	0.43	5.52	0.77	1.21
M8X	3.88	0.15	0.56	0.060	0.08	2.91	1.02	0.56	16.97	1.02	1.36
M9X	2.04	0.15	1.3	0.060	0.08	1.53	0.54	0.30	9.08	0.54	0.73

FUENTE: Elaboración Propia

➤ **Control del agrietamiento diagonal en el entrepiso:**

En cada Entrepiso superior al primero, deberá verificarse para cada muro confinado que:

$$V_{mi} > V_{ui}$$

En caso de no cumplirse con la condición, el entrepiso se agrietarse y sus confinamiento deberán ser rediseñados para soportar en forma similar al primer entrepiso.

Tabla 147. Verificación para Sismo Y-Y (Primer Piso)

Muros	L (M)	t (m)	Pg (Tn)	Ve (Tn)	Me Tn.m	α	Vm (Tn)	0.55 Vm (Tn)	$Vm/$ Ve	Vu (Tn)	Mu Tn.m
M1Y	6.5	0.15	5.66	0.14	0.03	30.33	16.83	9.26	120.20	16.83	3.61
M1Y	6.5	0.15	5.22	0.14	0.03	30.33	16.73	9.20	119.48	16.73	3.58
M1Y	6.5	0.15	1.14	0.1	0.02	32.50	16.90	9.29	168.98	16.90	3.38
M1Y	6.5	0.15	0.39	0.1	0.03	21.67	11.18	6.15	111.80	11.18	3.35
M2Y	6.5	0.15	4.75	0.15	0.01	97.50	51.00	28.05	340.00	51.00	3.40
M2Y	6.5	0.15	4.97	0.15	0.02	48.75	26.10	14.35	173.98	26.10	3.48

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 148. Verificación para Sismo Y-Y (Segundo Piso)

Muros	L (M)	t (m)	Pg (Tn)	Ve (Tn)	Me Tn. M	α	Vm (Tn)	0.55 Vm (Tn)	$Vm/$ Ve	Vu (Tn)	Mu Tn.m
M3Y	6.5	0.15	1.33	0.06	0.04	9.75	5.30	2.91	88.28	5.30	3.53
M3Y	6.5	0.15	1.75	0.06	0.06	6.50	3.73	2.05	62.16	3.73	3.73
M4Y	3.05	0.15	0.51	0.009	0.008	3.41	0.94	0.52	99.69	0.94	0.84
M4Y	3.05	0.15	0.43	0.007	0.008	2.64	0.73	0.40	112.89	0.73	0.85
M5Y	3.45	0.15	1.21	0.06	0.03	6.90	2.15	1.18	35.88	2.15	1.08
M5Y	3.45	0.15	1.34	0.06	0.02	10.35	3.12	1.72	52.00	3.12	1.04

FUENTE: Elaboración Propia

c) Análisis sísmico con el Ladrillo con 30% de Vidrio Triturado.

Los Datos tomados de los ensayos realizados para albañilería son los siguientes:

➤ **Albañilería**

Unidad de Albañilería: Artesanal

Pilas: Resistencia a la Compresión $f'm=36.28 \text{ kg/cm}^2$

Módulo de elasticidad: $E_m=500 f'm=18140 \text{ kg/cm}^2$.

Módulo de corte $GM=0.4 * E_m =7256 \text{ kg/cm}^2$.

Peso por unidad de volumen: 4200 kg/m^3 .

Módulo de Poisson $=0.25$

Mortero: TIPO P1: Cemento Arena - 1:4

La resistencia a la compresión fue obtenida de los ensayos de laboratorio tal como se puede ver en los anexos.

Bajo criterio propio teniendo en cuenta la seguridad y la norma E.0.70 se considera los siguientes datos para la investigación.

➤ **Concreto para albañilería:**

Resistencia a la Compresión: 210 kg/cm^2

Módulo de Elasticidad: $E_c=15000 \sqrt{210}=21737.065 \text{ kg/cm}^2$.

Peso por unidad de volumen: 2400 kg/m^3 .

Módulo de Poisson: $\nu=0.15$

➤ **Acero de Refuerzo**

Esfuerzo de Fluencia: $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$

Módulo de Elasticidad: 2000000 kg/cm^2 .

Del análisis modal se obtuvo los siguientes periodos.

c.1. Distribución de la Fuerza símica en altura:

Donde:

Pi: Peso del nivel.

Hi: Altura del nivel.

V: cortante basal.

$$F_i = \alpha x V$$

$$\alpha = \frac{P_i x (h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_i h_i}$$

c.2. Cortante basal:

$$V = \frac{ZUCS}{R} P$$

Tabla 149. Resultados de las Fuerzas en Análisis Sísmico Estático con el Ladrillo Artesanal Con 30% De Vidrio Triturado

<i>Nivel</i>	<i>h</i>	<i>W</i>	<i>Wh</i>	<i>Fuerza</i> <i>x</i>	<i>Fuerza</i> <i>y</i>
1	2.8	41260.20	115528.56	3672.61	3672.61
2	5.60	30067.20	168376.32	5352.19	5352.19
	Σ	71327.40	283904.88	9024.80	9024.80

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 150. . Resumen de los Resultados del Análisis Sísmico con el Ladrillo Artesanal Con 30% De Vidrio Triturado

<i>Cortante</i> <i>Basal</i>	<i>Dirección</i> <i>X-X (Tn)</i>	<i>Dirección</i> <i>Y-Y (Tn)</i>
Análisis Estático	9.02	9.02
Análisis Dinámico	48.57	48.57
80% Estático	7.22	7.22

FUENTE: Elaboración Propia

Como se puede observar en la tabla las fuerzas cortantes dinámicas en ambas direcciones son superiores al 80% V est en estructuras regulares, por lo tanto no se requiere escalar las fuerzas del análisis sísmico en Etabs.

c.3 Verificación de desplazamientos laterales

Los desplazamiento laterales se verifican con las Tablas N°120 y 121 de la Norma E.030, donde la distorsión inelástica se calcula con la siguiente formula teniendo en cuenta los resultados del análisis lineal elástico donde se multiplica por R si la estructura es irregular y 0.75R regular. Para este caso es la siguiente formula:

$$D.I = 0.75X \frac{R \times D}{h} \leq 0.005$$

Donde:
 DI: Desplazamiento del análisis lineal elástico.
 R: Coeficiente de reducción, R=6
 H: Altura de entre piso.

Tabla 151. Desplazamientos Laterales de Entrepiso en Dirección X-X con el Ladrillo con 30% de Vidrio Triturado

<i>Dirección X-X</i>			
<i>Piso</i>	<i>Desplazamiento Entrepiso</i>	<i>Desplazamiento Inelástico</i>	<i>Deriva Limite</i>
2	0.0012	0.0026	0.005
1	0.0007	0.0015	0.005

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 152. Desplazamientos Laterales de Entrepiso en Dirección Y-Y con el Ladrillo con 30% de Vidrio Triturado

<i>Dirección Y-Y</i>			
----------------------	--	--	--

<i>Piso</i>	<i>Desplazamiento Entrepiso</i>	<i>Desplazamiento Inelástico</i>	<i>Deriva Limite</i>
2	0.0012	0.0026	0.005
1	0.0007	0.0015	0.005

FUENTE: Elaboración Propia

Como se observa ningún resultado sobrepasa los desplazamientos en la dirección X-X y Y-Y ya que son menores a 0.005 (albañilería), lo cual cumplen con el requisito establecido en la Norma. Entonces se tiene muros reparables en caso de sismo severo.

c.4. Fuerzas Internas por Sismo Moderado:

En la siguiente tabla se mostrara los la Fuerza Cortante (V_e) y el Momento Flector (M_e) son los máximos valores en cada piso.

Tabla 153. Fuerzas Internas V_e (Tnf) y M_e (T-m) ante un sismo moderado (X-X):

<i>Muros</i>	<i>Piso 1</i>		<i>Muros</i>	<i>Piso 2</i>	
	<i>Ve</i>	<i>Me</i>		<i>Ve</i>	<i>Me</i>
M1X	0.02	0.03	M5X	0.01	0.02
M1X	0.02	0.03	M5X	0.04	0.06
M2X	0.01	0.02	M6X	0.01	0.01
M3X	0.02	0.03	M7X	0.001	0.0014
M3X	0.01	0.03	M8X	0.01	0.02
M4X	0.02	0.03	M8X	0.04	0.06
			M9X	0.007	0.0078

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 154. Fuerzas Internas V_e (Tnf) y M_e (T-m) ante un sismo moderado (Y-Y).

<i>Muros</i>	<i>Piso 1</i>	<i>Muros</i>	<i>Piso 2</i>
--------------	---------------	--------------	---------------

	<i>V_e</i>	<i>M_e</i>		<i>V_e</i>	<i>M_e</i>
M1Y	0.02	0.03	M3Y	0.02	0.04
M1Y	0.01	0.03	M3Y	0.05	0.07
M1Y	0.003	0.0035	M4Y	0.005	0.009
M1Y	0.006	0.0083	M4Y	0.0006	0.005
M2Y	0.009	0.01	M5Y	0.02	0.03
M2Y	0.02	0.03	M5Y	0.01	0.02

FUENTE: Elaboración Propia

c.5. Verificación de la resistencia al corte del edificio (E.070 Art.26.4)

➤ Control de Fisuración (E.070 Art.26.2 – b)

Esta disposición tiene por propósito evitar que los muros se fisuren ante los sismos moderados, que son los más frecuentes. Para el efecto se considerarán las fuerzas cortantes producidas por el sismo moderado, y se usó la siguiente formula:

$$V_e \leq 0.55 * V_m$$

V_e = Es la fuerza cortante producida por el "sismo moderado" en el muro en análisis.

V_m = Es la fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal de la albañilería.

Como se especifica la norma E.070, en el Art.26.2 – a, se tendrá que usar las fuerzas cortantes producidas por sismo moderado para los cual se utilizó un Coeficiente de Reducción R=6.

En la tabla N° 139 y 140, se verificó el cumplimiento de los requisitos de control de fisuración ante el Sismo Moderado X-X:

Tabla 155. Verificación para Sismo X-X (Primer Piso)

<i>Muros</i>	<i>L</i> (<i>M</i>)	<i>t</i> (<i>m</i>)	<i>Pg</i> (<i>Tn</i>)	<i>Ve</i> (<i>Tn</i>)	<i>Me</i> <i>Tn.m</i>	α	<i>Vm</i> (<i>Tn</i>)	$\frac{0.55}{V_m}$ <i>Vm</i> (<i>Tn</i>)	<i>Vm/</i> <i>Ve</i>	<i>Vu</i> (<i>Tn</i>)	<i>Mu</i> <i>Tn.m</i>
M1X	2.04	0.15	4.09	0.02	0.02	2.04	1.27	0.70	63.42	1.27	1.27
M1X	2.04	0.15	1.08	0.02	0.06	0.68	0.36	0.20	17.88	0.36	1.07
M2X	3.88	0.15	4.57	0.01	0.01	3.88	2.24	1.23	223.66	2.24	2.24
M3X	3.88	0.15	2.68	0.02	0.0014	55.43	17.55	9.65	877.63	17.55	1.23
M3X	3.88	0.15	2.05	0.01	0.02	1.94	1.06	0.59	106.43	1.06	2.13
M4X	3.88	0.15	4.62	0.02	0.06	1.29	1.46	0.80	72.89	1.46	4.37

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 156. Verificación para Sismo X-X (Segundo Piso)

<i>Muros</i>	<i>L</i> (<i>M</i>)	<i>t</i> (<i>m</i>)	<i>Pg</i> (<i>Tn</i>)	<i>Ve</i> (<i>Tn</i>)	$\frac{Me}{Tn.M}$	α	<i>Vm</i> (<i>Tn</i>)	$\frac{0.55}{V_m}$ <i>Vm</i> (<i>Tn</i>)	<i>Vm/</i> <i>Ve</i>	<i>Vu</i> (<i>Tn</i>)	<i>Mu</i> <i>Tn.m</i>
M5X	3.88	0.15	1.55	0.010	0.02	1.94	0.95	0.52	94.93	0.95	1.90
M5X	3.88	0.15	0.16	0.040	0.06	2.59	0.83	0.45	20.68	0.83	1.24
M6X	3.88	0.15	1.21	0.010	0.01	3.88	1.46	0.81	146.38	1.46	1.46
M7X	3.6	0.15	0.24	0.001	0.0014	2.57	0.78	0.43	784.20	0.78	1.10
M8X	3.88	0.15	0.08	0.010	0.02	1.94	0.61	0.34	61.12	0.61	1.22
M8X	3.88	0.15	0.56	0.040	0.06	2.59	0.92	0.51	22.98	0.92	1.38
M9X	2.04	0.15	1.3	0.007	0.0078	1.83	0.59	0.33	84.73	0.59	0.66

FUENTE: Elaboración Propia

➤ **Control del agrietamiento diagonal en el entrepiso:**

En cada Entrepiso superior al primero, deberá verificarse para cada muro confinado que:

$$V_{mi} > V_{ui}$$

En caso de no cumplirse con la condición, el entrepiso se agrietarse y sus confinamiento deberán ser rediseñados para soportar en forma similar al primer entrepiso.

Tabla 157. Verificación para Sismo Y-Y (Primer Piso)

<i>Muros</i>	<i>L</i> (<i>M</i>)	<i>t</i> (<i>m</i>)	<i>Pg</i> (<i>Tn</i>)	<i>Ve</i> (<i>Tn</i>)	<i>Me</i> <i>Tn.m</i>	α	<i>Vm</i> (<i>Tn</i>)	$\frac{0.55}{V_m}$ (<i>Tn</i>)	<i>Vm/</i> <i>Ve</i>	<i>Vu</i> (<i>Tn</i>)	<i>Mu</i> <i>Tn.m</i>
M1Y	6.5	0.15	5.66	0.02	0.03	4.33	3.52	1.94	176.00	3.52	5.28
M1Y	6.5	0.15	5.22	0.01	0.03	2.17	2.31	1.27	230.97	2.31	6.93
M1Y	6.5	0.15	1.14	0.003	0.0035	5.57	3.11	1.71	1038.03	3.11	3.63
M1Y	6.5	0.15	0.39	0.006	0.0083	4.70	2.49	1.37	415.82	2.49	3.45
M2Y	6.5	0.15	4.75	0.009	0.01	5.85	4.09	2.25	454.11	4.09	4.54
M2Y	6.5	0.15	4.97	0.02	0.03	4.33	3.36	1.85	168.06	3.36	5.04

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 158. Verificación para Sismo Y-Y (Segundo Piso)

<i>Muros</i>	<i>L</i> (<i>M</i>)	<i>t</i> (<i>m</i>)	<i>Pg</i> (<i>Tn</i>)	<i>Ve</i> (<i>Tn</i>)	<i>Me</i> <i>Tn.m</i>	α	<i>Vm</i> (<i>Tn</i>)	$\frac{0.55}{V_m}$ (<i>Tn</i>)	<i>Vm/</i> <i>Ve</i>	<i>Vu</i> (<i>Tn</i>)	<i>Mu</i> <i>Tn.m</i>
M3Y	6.5	0.15	1.33	0.02	0.04	3.25	1.97	1.08	98.47	1.97	3.94
M3Y	6.5	0.15	1.75	0.05	0.07	4.64	2.78	1.53	55.58	2.78	3.89
M4Y	3.05	0.15	0.51	0.005	0.009	1.69	0.52	0.29	104.86	0.52	0.94
M4Y	3.05	0.15	0.43	0.0006	0.005	0.37	0.19	0.10	311.35	0.19	1.56
M5Y	3.45	0.15	1.21	0.02	0.03	2.30	0.90	0.50	45.16	0.90	1.35
M5Y	3.45	0.15	1.34	0.01	0.02	1.73	0.78	0.43	77.69	0.78	1.55

FUENTE: Elaboración Propia

d) Análisis sísmico con Ladrillo Artesanal de Saños

Los Datos tomados de los ensayos realizados para albañilería son los siguientes:

➤ **Albañilería**

Unidad de Albañilería: Artesanal

Pilas: Resistencia a la Compresión $f'm=32.62 \text{ kg/cm}^2$

Módulo de elasticidad: $E_m=500 f'm=16312 \text{ kg/cm}^2$.

Módulo de corte $GM=0.4*E_m =6525 \text{ kg/cm}^2$.

Peso por unidad de volumen: 4200 kg/m^3 .

Módulo de Poisson=0.25

Mortero: TIPO P1: Cemento Arena - 1:4

La resistencia a la compresión fue obtenida de los ensayos de laboratorio tal como se puede ver en los anexos.

Bajo criterio propio teniendo en cuenta la seguridad y la norma E.0.70 se considera los siguientes datos para la investigación.

➤ **Concreto para albañilería:**

Resistencia a la Compresión: 210 kg/cm^2

Módulo de Elasticidad: $E_c=15000\sqrt{210}=21737.065 \text{ kg/cm}^2$.

Peso por unidad de volumen: 2400 kg/m^3 .

Módulo de Poisson: $\nu=0.15$

➤ **Acero de Refuerzo**

Esfuerzo de Fluencia: $f'y=4200 \text{ kg/cm}^2$

Módulo de Elasticidad: 2000000 kg/cm^2 .

Del análisis modal se obtuvo los siguientes periodos.

c.1. Distribución de la Fuerza símica en altura:

Donde:

Pi: Peso del nivel.

Hi: Altura del nivel.

V: cortante basal.

$$F_i = \alpha \times V$$

$$\alpha = \frac{P_i x (h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j h_j}$$

c.2. Cortante basal:

$$V = \frac{ZUCS}{R} P$$

Tabla 159. Resultados de las Fuerzas en Análisis Sísmico Estático con el Ladrillo Artesanal de la Ladrillera de Saños.

<i>Nivel</i>	<i>h</i>	<i>W</i>	<i>Wh</i>	<i>Fuerza x</i>	<i>Fuerza y</i>
1	2.8	40520.16	113456.45	3599.67	3599.67
2	5.60	30067.20	168376.32	5342.13	5342.13
	Σ	70587.36	281832.77	8941.80	8941.80

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 160. Resumen de los resultados del Análisis Sísmico con el Ladrillo artesanal de la Ladrillera de Saños.

<i>Cortante basal</i>	<i>Dirección X-X (Tn)</i>	<i>Dirección Y-Y (Tn)</i>
Análisis estático	8.94	8.94
Análisis dinámico	46.10	46.10
80% Estático	7.15	7.15

FUENTE: Elaboración Propia

Como se puede observar en la tabla las fuerzas cortantes dinámicas en ambas direcciones son superiores al 80% V est en estructuras regulares, por lo tanto no se requiere escalar las fuerzas del análisis sísmico en Etabs.

c.3. Verificación de desplazamientos laterales

Los desplazamiento laterales se verifican con la Tabla N°11 de la Norma E.030, donde la distorsión inelástica se calcula con la siguiente formula teniendo en cuenta los resultados del análisis lineal elástico donde se multiplica por R si la estructura es irregular y 0.75R regular. Para este caso es la siguiente formula:

$$D.I = 0.75X \frac{R \times D}{h} \leq 0.005$$

Donde:

DI: Desplazamiento del análisis lineal elástico.

R: Coeficiente de reducción, R=6

H: Altura de entre piso.

Tabla 161. Desplazamientos Laterales de Entrepiso en Dirección X-X con el Ladrillo Artesanal de la Ladrillera de Saños

<i>Dirección X-X</i>			
<i>Piso</i>	<i>Desplazamiento Entrepiso</i>	<i>Desplazamiento Inelástico</i>	<i>Deriva Limite</i>
2	0.0012	0.0026	0.005
1	0.0007	0.0015	0.005

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 162. Desplazamientos Laterales de Entrepiso en Dirección Y-Y con el Ladrillo Artesanal de la Ladrillera de Saños

<i>Dirección Y-Y</i>			
<i>Piso</i>	<i>Desplazamiento Entrepiso</i>	<i>Desplazamiento Inelástico</i>	<i>Deriva Limite</i>
2	0.0013	0.0028	0.005
1	0.0007	0.0015	0.005

FUENTE: Elaboración Propia

Como se observa ningún resultado sobrepasa los desplazamientos en la dirección X-X y Y-Y ya que son menores a 0.005 (albañilería), lo cual cumplen con el requisito establecido en la Norma. Entonces se tiene muros reparables en caso de sismo severo.

c.4. Fuerzas Internas por Sismo Moderado:

En la siguiente tabla se mostrara los la Fuerza Cortante (V_e) y el Momento Flector (M_e) son los máximos valores en cada piso.

Tabla 163. Fuerzas Internas V_e (Tnf) y M_e (T-m) ante un sismo moderado (X-X)

<i>Muros</i>	<i>Piso 1</i>		<i>Muros</i>	<i>Piso 2</i>	
	<i>V_e</i>	<i>M_e</i>		<i>V_e</i>	<i>M_e</i>
M1X	0.27	0.4	M5X	0.12	0.21
M1X	0.2	0.34	M5X	0.08	0.12
M2X	0.2	0.34	M6X	0.06	0.08
M3X	0.22	0.34	M7X	0.2	0.19
M3X	0.18	0.29	M8X	0.17	0.26
M4X	0.17	0.28	M8X	0.08	0.12
			M9X	0.08	0.1

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 164. Fuerzas Internas V_e (Tnf) y M_e (T-m) ante un sismo moderado (Y-Y)

<i>Muros</i>	<i>Piso 1</i>		<i>Muros</i>	<i>Piso 2</i>	
	<i>V_e</i>	<i>M_e</i>		<i>V_e</i>	<i>M_e</i>
M1Y	0.18	0.03	M3Y	0.07	0.04
M1Y	0.18	0.03	M3Y	0.07	0.07
M1Y	0.13	0.004	M4Y	0.01	0.0091
M1Y	0.13	0.009	M4Y	0.010	0.005
M2Y	0.19	0.01	M5Y	0.07	0.03
M2Y	0.19	0.03	M5Y	0.07	0.02

FUENTE: Elaboración Propia

c.5. Verificación de la resistencia al corte del edificio (E.070 Art.26.4)

➤ Control de Fisuración (E.070 Art.26.2 – b)

Esta disposición tiene por propósito evitar que los muros se fisuren ante los sismos moderados, que son los más frecuentes. Para el efecto se considerarán las fuerzas cortantes producidas por el sismo moderado, y se usó la siguiente formula:

$$V_e \leq 0.55 * V_m$$

V_e = Es la fuerza cortante producida por el "sismo moderado" en el muro en análisis.

V_m = Es la fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal de la albañilería.

Como se especifica la norma E.070, en el Art.26.2 – a, se tendrá que usar las fuerzas cortantes producidas por sismo moderado para los cual se utilizó un Coeficiente de Reducción $R=6$.

En la tabla N° 149 y 150 se verifica el cumplimiento de los requisitos de control de fisuración ante el Sismo Moderado X-X:

Tabla 165. Verificación para Sismo X-X (Primer Piso)

<i>Muros</i>	<i>L</i> (<i>M</i>)	<i>t</i> (<i>m</i>)	<i>Pg</i> (<i>Tn</i>)	<i>Ve</i> (<i>Tn</i>)	<i>Me</i> <i>Tn.m</i>	α	<i>Vm</i> (<i>Tn</i>)	$\frac{0.55 Vm}{Vm}$ (<i>Tn</i>)	<i>Vm/Ve</i>	<i>Vu</i> (<i>Tn</i>)	<i>Mu</i> <i>Tn.m</i>
M1X	2.04	0.15	4.15	0.27	0.21	2.62	1.38	0.76	5.10	1.38	1.07
M1X	2.04	0.15	1.1	0.2	0.12	3.40	0.80	0.44	4.00	0.80	0.48
M2X	3.88	0.15	4.7	0.2	0.08	9.70	4.04	2.22	20.22	4.04	1.62
M3X	3.88	0.15	2.78	0.22	0.12	7.11	2.81	1.55	12.79	2.81	1.53
M3X	3.88	0.15	2.08	0.18	0.26	2.69	1.30	0.71	7.22	1.30	1.88
M4X	3.88	0.15	4.75	0.17	0.12	5.50	2.77	1.52	16.31	2.77	1.96

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 166. Verificación para Sismo X-X (Segundo Piso)

<i>Muros</i>	<i>L</i> (<i>M</i>)	<i>t</i> (<i>m</i>)	<i>Pg</i> (<i>Tn</i>)	<i>Ve</i> (<i>Tn</i>)	$\frac{Me}{Tn.M}$	α	<i>Vm</i> (<i>Tn</i>)	$\frac{0.55 Vm}{Vm}$ (<i>Tn</i>)	<i>Vm/Ve</i>	<i>Vu</i> (<i>Tn</i>)	<i>Mu</i> <i>Tn.m</i>
M5X	3.88	0.15	1.56	0.120	0.21	2.22	1.04	0.57	8.64	1.04	1.81
M5X	3.88	0.15	0.14	0.080	0.12	2.59	0.82	0.45	10.28	0.82	1.23
M6X	3.88	0.15	1.26	0.060	0.08	2.91	1.18	0.65	19.65	1.18	1.57
M7X	3.6	0.15	0.23	0.200	0.19	3.79	1.13	0.62	5.64	1.13	1.07
M8X	3.88	0.15	0.04	0.170	0.26	2.54	0.78	0.43	4.61	0.78	1.20
M8X	3.88	0.15	0.58	0.080	0.12	2.59	0.92	0.51	11.55	0.92	1.39
M9X	2.04	0.15	1.34	0.080	0.1	1.63	0.57	0.31	7.13	0.57	0.71

FUENTE: Elaboración Propia

➤ **Control del agrietamiento diagonal en el entrepiso:**

En cada Entrepiso superior al primero, deberá verificarse para cada muro confinado que:

$$V_{mi} > V_{ui}$$

En caso de no cumplirse con la condición, el entrepiso se agrietarse y sus confinamiento deberán ser rediseñados para soportar en forma similar al primer entrepiso

Tabla 167. Verificación para Sismo Y-Y (Primer Piso)

<i>Muros</i>	<i>L</i> (<i>M</i>)	<i>t</i> (<i>m</i>)	<i>Pg</i> (<i>Tn</i>)	<i>Ve</i> (<i>Tn</i>)	<i>Me</i> <i>Tn.m</i>	α	<i>Vm</i> (<i>Tn</i>)	$\frac{0.55 Vm}{Vm}$ (<i>Tn</i>)	<i>Vm/Ve</i>	<i>Vu</i> (<i>Tn</i>)	<i>Mu</i> <i>Tn.m</i>
M1Y	6.5	0.15	5.69	0.18	0.03	39.00	21.27	11.70	118.18	21.27	3.55
M1Y	6.5	0.15	5.29	0.18	0.03	39.00	21.18	11.65	117.67	21.18	3.53
M1Y	6.5	0.15	1.09	0.13	0.0037	228.38	117.15	64.43	901.17	117.15	3.33
M1Y	6.5	0.15	0.4	0.13	0.0086	98.26	50.39	27.71	387.59	50.39	3.33
M2Y	6.5	0.15	4.85	0.19	0.01	123.50	64.33	35.38	338.59	64.33	3.39
M2Y	6.5	0.15	5.06	0.19	0.03	41.17	22.24	12.23	117.03	22.24	3.51

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 168. Verificación para Sismo Y-Y (Segundo Piso)

<i>Muros</i>	<i>L</i> (<i>M</i>)	<i>t</i> (<i>m</i>)	<i>Pg</i> (<i>Tn</i>)	<i>Ve</i> (<i>Tn</i>)	<i>Me</i> <i>Tn.m</i>	α	<i>Vm</i> (<i>Tn</i>)	$\frac{0.55 Vm}{Vm}$ (<i>Tn</i>)	<i>Vm/Ve</i>	<i>Vu</i> (<i>Tn</i>)	<i>Mu</i> <i>Tn.m</i>
M3Y	6.5	0.15	1.36	0.07	0.04	11.38	6.14	3.37	87.65	6.14	3.51
M3Y	6.5	0.15	1.75	0.07	0.07	6.50	3.73	2.05	53.28	3.73	3.73
M4Y	3.05	0.15	0.48	0.01	0.009	3.35	0.92	0.50	91.54	0.92	0.83
M4Y	3.05	0.15	0.41	0.010	0.005	6.44	1.64	0.90	172.72	1.64	0.78
M5Y	3.45	0.15	1.25	0.07	0.03	8.05	2.47	1.36	35.35	2.47	1.06
M5Y	3.45	0.15	1.37	0.07	0.02	12.08	3.60	1.98	51.37	3.60	1.03

FUENTE: Elaboración Propia

Resultados del análisis sísmico.

Con los diferentes tipos de ladrillos en una vivienda y con la ayuda del programa Etabs, hojas de cálculo, libros, tesis, antecedentes y ensayos se pudo determinar que la estructura que mejor respuesta tuvo fue el Ladrillo Mixto; puesto que es mayor su módulo de elasticidad y módulo de corte, que está relacionado con el tipo de composición que tiene el material. Entre el ladrillo mixto y el ladrillo puzolánico o ladrillo con vidrio tuvieron buena respuesta sísmica, lo cual se pudo realizar en el programa Etabs donde se calculó la cortante basal, las masas en cada piso, los desplazamientos y otros.

a) Resumen de desplazamientos.

Tabla 169. Resumen del Desplazamiento lateral de entresijos en los cuatro tipos de unidades de Albañilería

<i>Pisos</i>	<i>Ladrillo con Puzolana</i>		<i>Ladrillo Mixto</i>		<i>Ladrillo con Vidrio Triturado</i>		<i>Ladrillo Artesanal de Saños</i>		<i>Deriva Límite</i>
	<i>Dirección X-X</i>	<i>Dirección Y-Y</i>	<i>Dirección X-X</i>	<i>Dirección Y-Y</i>	<i>Dirección X-X</i>	<i>Dirección Y-Y</i>	<i>Dirección X-X</i>	<i>Dirección Y-Y</i>	
2	0.0024	0.0026	0.0019	0.0021	0.0026	0.0026	0.0026	0.0028	0.005
1	0.0013	0.0015	0.0011	0.0013	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.005

FUENTE: Elaboración Propia

Se puede observar que los desplazamientos en la dirección X-X y Y-Y de los cuatro tipos de unidades de albañilería son menores a 0.005 (albañilería), lo cual cumplen con el requisito establecido en la Norma E.030.

b) Resumen de Análisis Sísmico

Tabla 170. Resumen del Análisis Sísmico de la Cortante Basal

<i>Resumen de Cortante basal</i>								
<i>Tipo de Unidad</i>	<i>Ladrillo con Puzolana</i>		<i>Ladrillo Mixto</i>		<i>Ladrillo con Vidrio</i>		<i>Ladrillo de Saños</i>	
<i>Dirección</i>	<i>X-X</i>	<i>Y-Y</i>	<i>X-X</i>	<i>Y-Y</i>	<i>X-X</i>	<i>Y-Y</i>	<i>X-X</i>	<i>Y-Y</i>
Análisis Estático	9.02	9.02	9.02	9.02	9.02	9.02	8.94	8.94
Análisis Dinámico	47.33	47.33	47.33	47.33	48.57	48.57	46.1	46.1
80% Vest.	7.22	7.22	7.22	7.22	7.22	7.22	7.15	7.15

FUENTE: Elaboración Propia

En el análisis estático y dinámico se obtuvo los valores dados en la tabla N° 5.1 donde empleando los cuatro diferentes tipos de ladrillos de arcilla es igual a la cortante basal, la diferencia entre ladrillos es mínima, esta diferencia es por el peso por unidad de volumen del ladrillo con vidrio triturado que es 1560 kg/cm³ que interviene en el peso de la estructura.

c) Resumen de Control de Fisuración y Agrietamiento

En la tabla N° 27 se verifica el cumplimiento de los requisitos de control de fisuración y la resistencia al agrietamiento ante el Sismo Moderado X-X según los requerimientos establecidos en la norma Técnica E.070. Albañilería. Por consiguiente se presenta los siguientes resultados:

a. Primer Piso

Tabla 171. Evaluación del Eje X-X, Primer Piso

<i>Cont. Fisuración</i>				<i>Cont. Agrietamiento</i>			
<i>ve</i>	\leq	$0.55*vm$	<i>Condición</i>	<i>Vm</i>	\geq	<i>Ve</i>	<i>Condición</i>
0.02	\leq	0.54	Cumple Ok	0.97	\geq	0.02	Cumple Ok
0.01	\leq	0.15	Cumple Ok	0.28	\geq	0.01	Cumple Ok
0.01	\leq	0.69	Cumple Ok	1.25	\geq	0.01	Cumple Ok
0.02	\leq	0.47	Cumple Ok	0.85	\geq	0.02	Cumple Ok
0.01	\leq	0.29	Cumple Ok	0.52	\geq	0.01	Cumple Ok
0.02	\leq	0.70	Cumple Ok	1.28	\geq	0.02	Cumple Ok
0.09	\leq	0.10	Cumple Ok	5.15	\geq	0.09	Cumple Ok

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 172, Evaluación del Eje Y-Y, Primer Piso

<i>Cont. Fisuración</i>				<i>Cont. Agrietamiento</i>			
<i>ve</i>	\leq	$0.55*vm$	<i>Condición</i>	<i>Vm</i>	\geq	<i>Ve</i>	<i>Condición</i>
0.16	\leq	10.48	Cumple Ok	19.05	\geq	0.16	Cumple Ok
0.16	\leq	10.42	Cumple Ok	18.95	\geq	0.16	Cumple Ok

0.12	≤	62.89	Cumple Ok	114.34	≥	0.12	Cumple Ok
0.12	≤	26.51	Cumple Ok	48.19	≥	0.12	Cumple Ok
0.17	≤	31.71	Cumple Ok	57.65	≥	0.17	Cumple Ok
0.17	≤	11.00	Cumple Ok	20.00	≥	0.17	Cumple Ok

FUENTE: Elaboración Propia

Como podemos apreciar en la Tabla N° 27 se cumple la siguiente expresión ampliamente de acuerdo al ítem Verificación de la resistencia al corte del edificio $V_e \leq 0.55 V_m$.

b. Segundo Piso:

Tabla 173. Evaluación del Eje X-X, Segundo Piso

<i>Cont. Fisuración</i>			<i>Cont. Agrietamiento</i>				
<i>ve</i>	<i>≤</i>	<i>0.55*vm</i>	<i>Condición</i>	<i>Vm</i>	<i>≥</i>	<i>Ve</i>	<i>Condición</i>
0.010	≤	0.23	Cumple Ok.	0.41	≥	0.01	Cumple Ok.
0.040	≤	0.26	Cumple Ok.	0.47	≥	0.04	Cumple Ok.
0.010	≤	0.26	Cumple Ok.	0.48	≥	0.01	Cumple Ok.
0.001	≤	0.04	Cumple Ok.	0.06	≥	0.00	Cumple Ok.
0.010	≤	0.03	Cumple Ok.	0.06	≥	0.01	Cumple Ok.
0.040	≤	0.31	Cumple Ok.	0.56	≥	0.04	Cumple Ok.
0.006	≤	0.18	Cumple Ok.	0.32	≥	0.01	Cumple Ok.

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 174. Evaluación del Eje Y-Y, Segundo Piso

<i>Cont. Fisuración</i>			<i>Cont. Agrietamiento</i>				
<i>ve</i>	\leq	<i>0.55*vm</i>	<i>Condición</i>	<i>Vm</i>	\geq	<i>Ve</i>	<i>Condición</i>
0.07	\leq	3.37	Cumple Ok.	6.13	\geq	0.07	Cumple Ok.
0.07	\leq	2.05	Cumple Ok.	3.73	\geq	0.07	Cumple Ok.
0.01	\leq	0.52	Cumple Ok.	0.94	\geq	0.01	Cumple Ok.
0.01	\leq	0.80	Cumple Ok.	1.46	\geq	0.01	Cumple Ok.
0.07	\leq	1.36	Cumple Ok.	2.47	\geq	0.07	Cumple Ok.
0.07	\leq	1.97	Cumple Ok.	3.59	\geq	0.07	Cumple Ok.

FUENTE: Elaboración Propia

En la tabla N° 175 se verifica el cumplimiento de los requisitos de control de fisuración y la resistencia al agrietamiento ante el Sismo Moderado Y-Y según los requerimientos establecidos en la norma Técnica E.070. Albañilería.

ESTUDIOS DE LABORATORIO

2018

CONTROL DE CALIDAD

ARCILLA

TESIS : "DISEÑO DE LADRILLO
ARTESANAL CON VIDRIO TRITURADO Y
PUZOLANA PARA MEJORAR SUS
PROPIEDADES FISICO - MECANICAS"

BACH : JANNETH JESICA GUADALUPE
HUAMAN

CANTERA ARCILLA-CANTERA SAÑOS

09 DE SETIEMBRE DEL 2018

LABORATORIO GEOLUMAS SAC. N°01 DE
MECANICA DE SUELOS





SOLICITANTE : JANNETH JESICA GUADALUPE HUAMAN

PROYECTO : "DISEÑO DE LADRILLO ARTESANAL CON VIDRIO TRITURADO Y PUZOLANA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS"

CANTERA ARCILLA-CANTERA SAÑOS

UBICACIÓN :

FECHA : 09 DE SETIEMBRE DEL 2018

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : **C-1, CANTERA ARCILLA-CANTERA SAÑOS**

Muestra : **CANTERA ARCILLA**

PROG : **CANTERA SAÑOS**

Prof. (m) : **1,50 mts**

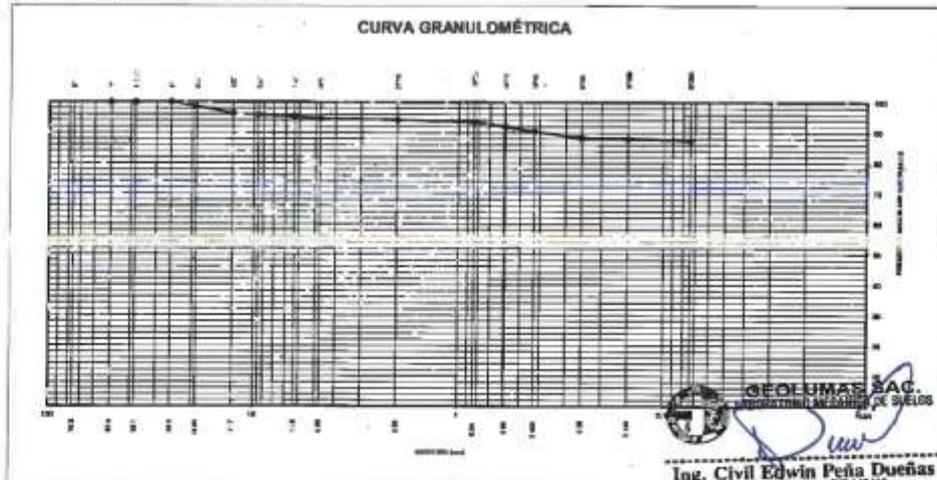
ANÁLISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - ASTM D-422

Tamiz	Abertura (mm)	(%) Parcial	(%) Acumulado Reto	(%) Acumulado Pasa
3"	76.200	-	-	-
2"	50.300	-	-	100.0
1 1/2"	38.100	-	-	100.0
1"	25.400	-	-	100.0
3/4"	19.050	1.5	1.5	98.5
1/2"	12.700	2.1	3.6	96.4
3/8"	9.525	0.6	4.2	95.8
1/4"	6.350	0.5	4.7	95.3
Nº4	4.760	0.7	5.4	94.6
Nº10	2.000	0.4	5.8	94.2
Nº20	0.840	0.8	6.6	93.4
Nº30	0.590	1.4	8.1	91.9
Nº40	0.426	1.5	9.6	90.4
Nº60	0.250	2.1	11.8	88.4
Nº100	0.149	0.2	11.9	88.1
Nº200	0.074	0.7	12.6	87.4
- Nº200		87.4		

% grava	: 5.4
% arena	: 7.2
% finos	: 87.4

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LIMITE LIQUIDO (%)	: 19.08
LIMITE PLASTICO (%)	: 9.43
INDICE PLASTICO (%)	: 9.65

Clasificación SUCS ASTM D-2487 : **CL**
Clasificación AASTHO ASTM D-3282 : **A-4(5)**
Contenido de Humedad ASTM D-2216 : **10.2%**



JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
(ALTURA DEL PUENTE CARRION)
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
RUC. 20568764995,

GEOLUMAS SAC
MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

CEL 988111156, RPM #988111156
CEL 971337776, RPM #971337776



SOLICITANTE : JANNETH JESICA GUADALUPE HUAMAN
 PROYECTO : "DISEÑO DE LADRILLO ARTESANAL CON VIDRIO TRITURADO Y PUZOLANA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS"
 UBICACIÓN : CANTERA ARCILLA-CANTERA SAÑOS
 FECHA : 09 DE SETIEMBRE DEL 2018

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-1, CANTERA ARCILLA-CANTERA SAÑOS
 Muestra : CANTERA ARCILLA
 Prof. (m) : 1,50 mts
 PROG : CANTERA SAÑOS

LIMITES DE CONSISTENCIA

Prueba N°	LIMITE PLASTICO		LIMITE LIQUIDO			
	1	2	1	2	3	4
Tara N°	15	25	36	16	12	17
N° de golpes			33	28	20	17
Tara + suelo humedo (gr)	35.8	39.9	14.7	15.6	15.3	15.6
Tara + suelo seco (gr)	34.5	38.4	13.9	14.5	13.7	13.9
Peso del agua (gr)	1.3	1.5	0.8	1.1	1.6	1.9
Peso de tara (gr)	20.8	22.4	7.5	7.9	7.2	7.0
Peso suelo seco (gr)	13.7	16.0	6.4	6.6	6.5	6.9
Contenido de humedad(%)	9.49	9.38	12.50	16.67	24.62	27.54

L Líquido 19.06
 L Plástico 9.43
 I Plástico 9.65



NOTA

GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
 Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
 INGENIERO TECNICO - CIVIL 19818
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
 (ALTURA DEL PUENTE CARRION)
 ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
 RUC. 20568764995,

CEL 988111156, RPM #988111156
 CEL 971337776, RPM #971337776



INFORME N° GEOLUMAS SAC 2018

SOLICITANTE : JANNETH JESICA GUADALUPE HUAMAN

TESIS : "DISEÑO DE LADRILLO ARTESANAL CON VIDRIO TRITURADO Y PUZOLANA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS"

LUGAR : CANTERA ARCILLA-CANTERA SAÑOS

CANTERA : CANTERA ARCILLA-CANTERA SAÑOS

FECHA : 09 DE SETIEMBRE DEL 2018

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

**MATERIAL QUE PASA TAMIZ N° 200
ASTM C-117**

**MATERIAL QUE PASA PARA TAMIZ
N° 200 25.6 %**

OBSERVACIONES

- 1.- EL PASANTE DE LA MALLA 200 SE ENCUENTRA DENTRO DE LOS RANGOS PERMISIBLES
- 2.- MUESTRA FUE IDENTIFICADO POR PERSONAL TECNICO GEOLUMAS SAC
- 3.-EL MATERIAL PASANTE POR EL TAMIZ N°200, SE ENCUENTRA DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS, EL MATERIAL ES APTO PARA SU USO EN LA ELABORACION DE UNIDADES DE LADRILLOS.



GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO, CP 165416
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS



INFORME N° 85- 2018

SOLICITANTE : JANNETH JESICA GUADALUPE HUAMAN

TESIS : "DISEÑO DE LADRILLO ARTESANAL CON VIDRIO TRITURADO Y PUZOLANA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS"

UBICACIÓN : CANTERA ARCILLA-CANTERA SAÑOS

FECHA : 09 DE SETIEMBRE DEL 2018

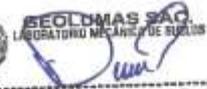
REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

AGREGADO FINO

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216

3.65 %

EL CONTENIDO DE HUMEDAD ES 3.65 %, EL MATERIAL ES APTO PARA SU USO EN LA ELABORACION DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA.


GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 156411
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEODINAMIA



ENSAYO DE MATERIA ORGANICA
ENSAYO DE MATERIA ORGANICA ASTM C-40

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
TEMA :	"DISEÑO DE LADRILLO ARTESANAL CON VIDRIO TRITURADO Y PUZOLANA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS"	FECHA :	09 DE SETIEMBRE DEL 2018
		HECHO POR :	EPD
UBICACIÓN :	CANTERA ARCILLA-CANTERA SAÑOS	CANTERA :	
PROGRESIVA :	CANTERA ARCILLA-CANTERA SAÑOS	CALICATA :	C-1
SOLICITADO POR :	JANNETH JESICA GUADALUPE HUAMAN	MUESTRA :	M-1
LADO :	CENTRAL	PROF :	1.00 mts

INFORME DE ENSAYO

Código : NTP 400.013
Título : AGREGADOS, Método de ensayo para determinar cualitativamente las impurezas orgánicas en el agregado
Código : ASTM C40-2004
Título : Standar Test Method for organic Impurities in fine Aggregates for Concrete

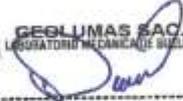
IDENTIFICACIÓN	COLOR DEL PATRÓN GARDNER CT-97	RESULTADO
CANTERA ARCILLA-CANTERA SAÑOS	Nº1	NO PRESENTA MATERIA ORGANICA

CONCLUSIONES: Cumple con las Normas establecidas

NOTA: 1.- Los materiales para dicho ensayo fueron identificados y muestreados por el polícionario
2.- El laboratorio no se responsabiliza de la veracidad de los materiales mencionados

La interpretación ajena a este recomendaciones no son de responsabilidad del especialista sin la debida consulta y lo informe escrito.

OBSERVACIONES:
EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERA REPRODUCIRSE SIN LA AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDICOP: GP 004- 1993)


GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
MIECOP REGISTRO: CIP 18619
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS
CONCRETO, GEOTECNIA Y LOGISTIA



GRAVEDAD ESPECIFICA DE ARCILLA (N.T.P. 400.022 ASTM C-128)
Y ENSAYO DE ABSORCION

SOLICITADO : JANNETH JESICA GUADALUPE HUAMAN

TEXIS : TUBERO DE LADRILLO ARTESANAL CON VIDRIO TRITURADO Y PUDOLANA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS*

FECHA : 09 DE SETIEMBRE DEL 2018

CANTERA ARCILLA-CANTERA SAÑOS

1	Peso de la Arena S.S.S. (D)	gr	500.1
2	Peso del Balón Seco	gr	170.4
3	Peso de la Arena S.S.S. + Peso del Balón (1+2)	gr	671
4	Peso de la Arena S.S.S. + Peso del Balón + Peso del Agua	gr	975
5	Peso del Agua (4-3) (W)	gr	305
6	Peso de la Tara	gr	276
7	Peso de la Tara + Arena Seca	gr	742
8	Peso de la Arena Seca (7-6) (A)	gr	466
9	Volumen del Balón (V)	cm ³	500

II. RESULTADOS

10	Peso Especifico de Masa ((AV-W)/V)	gr/cm ³	2.15
11	Peso Especifico de Masa Saturada Superficialmente Seca ((CIV-W)/V)	gr/cm ³	2.66
12	Peso Especifico Aparente ((AV-W)/(C-A))	gr/cm ³	2.80
13	Porcentaje de Absorción ((C-AVA)*100	%	4.09

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
(ALTURA DEL PUENTE CARRION)
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
RUC. 20568764995.


Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ANEXOS TÉCNICOS CIP 145418
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGÍA

CEL 988111156, RPM #988111156
CEL 971337776, RPM #971337776



GEOLUMAS SAC

MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PESO UNITARIO DE AGREGADO FINO (N.T.P. 400.017 ASTM C-29)

RUC 20568764995

SOLICITADO : JANNETH JESICA GUADALUPE HUAMAN

TESIS : "DISEÑO DE LADRILLO ARTESANAL CON VIDRIO TRITURADO Y PUZOLANA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS"

FECHA : 09 DE SETIEMBRE DEL 2018

ARCILLA

1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	19560	19784	19854
2	Peso del Recipiente	kg	5412	4850	5124
3	Peso de la Muestra (1-2)	kg	14148	14934	14530
4	Constante del Recipiente	--	106	106	106
5	P.U.S. Humedo (3*4)/1000	kg/m3	1500	1583	1540
6	P.U.S. Seco ((5)-/(5)*C.H./100))	kg/m3	1500	1496	1540
7	Promedio P.U.S. Seco	kg/m3		1524	

IL PESO UNITARIO COMPACTO

1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	23415	23547	23810
2	Peso del Recipiente	kg	7922	7522	7922
3	Peso de la Muestra (1-2)	kg	15493	15625	15888
4	Constante del Recipiente	--	106	106	106
5	P.U.S. Humedo (3*4)/100	kg/m3	1842	1856	1883
6	P.U.S. Seco ((6)-/(6)*C.H./100))	kg/m3	1642	1556	1663
7	Promedio P.U.S. Seco	kg/m3		1635	

 **GEOLUMAS SAC.**
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

Edwin Peña Dueñas

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ABSORN TECNICO, CIP 95478
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

JR 29 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
(ALTURA DEL PUENTE CARRION)
ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
RUC. 20568764995,

CEL 958111156, RPM #088111156
CEL 971337778, RPM #971337778



SOLICITANTE : JANNETH JESICA GUADALUPE HUAMAN

PROYECTO : "DISEÑO DE LADRILLO ARTESANAL CON VIDRIO TRITURADO Y PUZOLANA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS"

PUZOLANA- CANTERA PITTAYO-CHONGOS ALTO

UBICACIÓN :

FECHA : 09 DE SETIEMBRE DEL 2018

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-1, PUZOLANA- CANTERA PITTAYO-CHONGOS ALTO

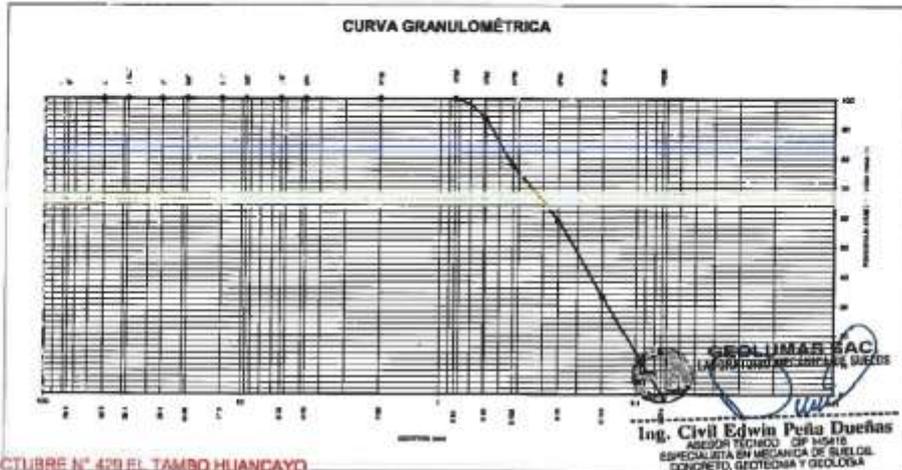
Muestra : PUZOLANA- NATURAL SIN TRATAMIENTO

PROG : PUZOLANA- CANTERA PITTAYO-CHONGOS ALTO

Prof. (m) : 1,50 mts

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D-422

Tamiz	Abertura (mm)	(%)	
		Parcial	(%) Acumulado
		Reten	Pasa
3"	76.200	-	-
2"	50.300	-	100.0
1 1/2"	38.100	-	100.0
1"	25.400	-	100.0
3/4"	19.050	-	100.0
1/2"	12.700	-	100.0
3/8"	9.525	-	100.0
1/4"	6.350	-	100.0
Nº4	4.750	-	100.0
Nº10	2.000	-	100.0
Nº20	0.840	-	100.0
Nº30	0.590	7.0	93.0
Nº40	0.425	15.5	77.5
Nº60	0.250	18.9	58.6
Nº100	0.149	25.4	33.2
Nº200	0.074	33.2	0.0
- Nº200		0.0	



JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
(ALTURA DEL PUENTE CARRIÓN)
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
RUC. 20568764995,

CEL 968111156, RPM #968111156
CEL 971337776, RPM #971337776

2018

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
ANALISIS VARIACION DIMENSIONAL

P-10, Ladrillo de arcilla con puzolana al 10%.

M-20, Ladrillo mixto (puzolana con vidrio triturado)

V-30, Ladrillo de arcilla con vidrio triturado

LT-01, Ladrillo tradicional Fabricado en la Ladrillera de Saños.



TESIS

"DISEÑO DE LADRILLO ARTESANAL CON VIDRIO TRITURADO Y PUZOLANA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS"

Bach. GUADALUPE HUAMAN, JANNETH YESICA



LABORATORIO DE
MECANICA DE SUELOS N°
01
GEOLUMAS SAC





Tabla 1 Analisis Variacion dimensional (Ladrillo de arcilla con puzolana al 10%.)

SOLICITANTE : BACH GUADALUPE HUAMAN, JANNETH YESICA
 TESIS : "DISEÑO DE LADRILLO ARTESANAL CON VIDRIO TRITURADO Y PUZOLANA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS"
 FECHA : 11 DE OCTUBRE DEL 2018
 ENSAYO : VARIACION DIMENSIONAL (Ladrillo de arcilla con puzolana al 10%.) P-01



ESPECIMEN	PROMEDIO			PROMEDIO TOTAL			DESVIACION ESTANDAR			VALOR FINAL		
	L	A	E	L	A	E	L	A	E	L	A	E
P-01	232.3	122.5	79.6	232.34	122.55	79.48	0.09	0.36	0.13	232.25	122.19	79.36
P-02	232.2	122.4	79.6									
P-03	232.2	122.5	79.6									
P-04	232.3	122.5	79.4									
P-05	232.4	122.5	79.6									
P-06	232.4	122.4	79.4									
P-07	232.3	122.2	79.3									
P-08	232.4	122.5	79.7									
P-09	232.4	123.6	79.4									
P-10	232.4	122.5	79.4									

DIMENSION	VARIACION FINAL (%)
Longitud	0.04 %
Ancho	0.30 %
Espesor	

GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
 Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
 ASESOR TECNICO CIP 14845
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
 (ALTURA DEL PUENTE CARRION)
 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
 RUC. 20568764995.

CEL 968111156, RPM #968111156
 CEL 971337776, RPM #971337776



Tabla 2 Analisis Variacion dimensional (Ladrillo mixto (puzolana con vidrio triturado))

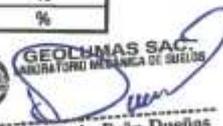
SOLICITANTE : BACH GUADALUPE HUAMAN, JANNETH YESICA
 TESIS : "DISEÑO DE LADRILLO ARTESANAL CON VIDRIO TRITURADO Y PUZOLANA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS"
 FECHA : 11 DE OCTUBRE DEL 2018
 ENSAYO : VARIACION DIMENSIONAL (Ladrillo mixto (puzolana con vidrio triturado)) M-01



ESPECIMEN	PROMEDIO			PROMEDIO TOTAL			DESVIACION ESTANDAR			VALOR FINAL		
	L	A	E	L	A	E	L	A	E	L	A	E
M-01	236.2	123.5	77.2	236.31	123.54	77.38	0.15	0.14	0.25	236.16	123.40	77.13
M-02	236.1	123.7	77.5									
M-03	236.8	123.8	77.1									
M-04	236.4	123.7	77.1									
M-05	236.4	123.4	77.8									
M-06	236.2	123.8	77.5									
M-07	236.3	123.4	77.8									
M-08	236.2	123.5	77.4									
M-09	236.3	123.3	77.3									
M-10	236.5	123.7	77.2									

Numero de datos 10 10 10
 promedio 236.3 123.5 77.4

DIMENSION	VARIACION FINAL (%)	
Longitud	0.06	%
Ancho	0.12	%
Espesor	0.32	%

GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

 Ing. Civil Edwin Pedia Dueñas
 ASESOR TECNICO CP 145419
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
 (ALTURA DEL PUENTE CARRION)
 ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
 RUC. 20568764995,

CEL 998111166, RPM #998111166
 CEL 971337778, RPM #971337778



Tabla 3 Analisis Variacion dimensional (Ladrillo de arcilla con vidrio triturado)

SOLICITANTE : BACH GUADALUPE HUAMAN, JANNETH YEBICA
 TESIS : "DISEÑO DE LADRILLO ARTESANAL CON VIDRIO TRITURADO Y PUZOLANA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FIBICO - MECANICAS"
 FECHA : 11 DE OCTUBRE DEL 2018
 ENSAYO : VARIACION DIMENSIONAL (Ladrillo de arcilla con vidrio triturado) V-01



ESPECIMEN	PROMEDIO			PROMEDIO TOTAL			DESVIACION ESTANDAR			VALOR FINAL		
	L	A	E	L	A	E	L	A	E	L	A	E
V-01	239.5	124.4	78.2	239.40	124.56	78.54	0.13	0.12	0.24	239.28	124.45	78.31
V-02	239.1	124.4	76.5									
V-03	239.5	124.7	76.6									
V-04	239.4	124.6	76.5									
V-05	239.3	124.6	76.2									
V-06	239.5	124.6	77.0									
V-07	239.4	124.7	76.6									
V-08	239.5	124.6	76.5									
V-09	239.4	124.7	76.5									
V-10	239.4	124.5	76.9									

Numero de datos 10 10 10
 promedio 239.4 124.6 76.5

DIMENSION	VARIACION FINAL (%)
Longitud	0.05 %
Ancho	0.09 %
Espesor	0.31 %

GEOLUMAS SAC
 LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
 Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
 ASESOR TECNICO CIP 145116
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLÓGIA

2018

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE ALABEO

P-10, Ladrillo de arcilla con puzolana al 10%.

M-20, Ladrillo mixto (puzolana con vidrio triturado)

V-30, Ladrillo de arcilla con vidrio triturado

LT-01, Ladrillo tradicional Fabricado en la Ladrillera de Saños.



TESIS

"DISEÑO DE LADRILLO ARTESANAL CON VIDRIO TRITURADO Y PUZOLANA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS"

Bach. GUADALUPE HUAMAN, JANNETH YESICA



**LABORATORIO DE
MECANICA DE SUELOS N°
01
GEOLUMAS SAC**





Tabla 1 Ensayo de Alabeo (Ladrillo de arcilla con puzolana al 10%)

SOLICITANTE : BACH GUADALUPE HUAMAN, JANNETH YESICA
 TESIS : "DISEÑO DE LADRILLO ARTESANAL CON VIDRIO TRITURADO Y PUZOLANA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS"
 FECHA : 11 DE OCTUBRE DEL 2018
 ENSAYO : ENSAYO DE ALABEO (Ladrillo de arcilla con puzolana al 10%) P-01



Tabla Nº 1 Datos del Ensayo de Alabeo del ladrillo artesanal

Especimen Nº	Cara Superior		Cara Inferior	
	Concavidad (mm)	Convexidad (mm)	Concavidad (mm)	Convexidad (mm)
P-01	0.00	2.00	1.00	0.00
P-02	0.00	3.00	1.00	0.00
P-03	1.50	0.00	0.00	1.50
P-04	1.00	0.00	0.00	1.50
P-05	0.00	2.00	1.00	0.00
P-06	0.50	0.00	0.00	3.00
P-07	0.00	2.50	1.00	0.00
P-08	1.00	0.00	0.00	3.00
P-09	0.00	2.00	1.00	0.00
P-10	0.00	1.50	1.00	0.00
Promedio	Concavidad	1.00		mm
	Convexidad	2.21		mm
ALABEO		2		mm

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
 (ALTURA DEL PUENTE CARRION)
 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
 RUC. 20568764995.



Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
 ASesor TÉCNICO, CIP 146418
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

CEL 988111150, RPM #988111156
 CEL 971337776, RPM #971337776



Tabla 2 Ensayo de Alabeo (Ladrillo mixto (puzolana con vidrio triturado))

SOLICITANTE : BACH GUADALUPE HUAMAN, JANNETH YESICA
TESIS : "DISEÑO DE LADRILLO ARTESANAL CON VIDRIO TRITURADO Y PUZOLANA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS"
FECHA : 11 DE OCTUBRE DEL 2018
ENSAYO : ENSAYO DE ALABEO (Ladrillo mixto (puzolana con vidrio triturado)) M-01



Tabla N° 2 Datos del Ensayo de Alabeo del ladrillo artesanal

Especimen N°	Cara Superior		Cara Inferior	
	Concavidad (mm)	Convexidad (mm)	concavidad (mm)	Convexidad (mm)
M-01	0.00	0.75	1.00	0.00
M-02	0.00	3.00	1.00	0.00
M-03	1.50	0.00	0.00	1.50
M-04	1.00	0.25	0.00	1.50
M-05	0.00	0.75	1.00	0.00
M-06	0.50	0.00	0.00	0.50
M-07	0.00	1.00	1.00	0.00
M-08	1.00	0.00	0.00	3.00
M-09	0.00	0.00	1.00	0.00
M-10	0.00	1.50	1.00	0.00
Promedio	Concavidad	1.00		mm
	Convexidad	1.42		mm
ALABEO		1		mm

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
(ALTURA DEL PUENTE CARRION)
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
RUC. 20568764995,



Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CP 155418
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLÓGIA

CEL 986111156, RPM #988111156
CEL 971337776, RPM #971337776



Tabla 3 Ensayo de Alabeo (Ladrillo de arcilla con vidrio triturado)

SOLICITANTE : BACH GUADALUPE HUAMAN, JANNETH YESICA
 TESIS : "DISEÑO DE LADRILLO ARTESANAL CON VIDRIO TRITURADO Y PUZOLANA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS"
 FECHA : 11 DE OCTUBRE DEL 2018
 ENSAYO : ENSAYO DE ALABEO (Ladrillo de arcilla con vidrio triturado) V-01



Tabla N° 3 Datos del Ensayo de Alabeo del ladrillo artesanal

Especimen N°	Cara Superior		Cara Inferior	
	Concavidad	Convexidad	concavidad	Convexidad
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
V-01	0.00	0.25	1.00	0.00
V-02	0.00	0.00	1.00	0.50
V-03	0.00	0.00	0.00	1.50
V-04	1.00	0.25	0.75	0.00
V-05	0.00	0.75	1.00	0.00
V-06	0.50	0.00	0.00	0.50
V-07	1.00	1.00	1.00	0.00
V-08	1.00	0.50	0.00	2.00
V-09	0.75	1.00	1.00	0.00
V-10	0.00	0.50	1.00	0.00
Promedio	Concavidad	1.09		mm
	Convexidad	0.92		mm
ALABEO		1		mm



Tabla 4 Ensayo de Alabeo (Ladrillo tradicional Fabricado en la Ladrillera de Saños)

SOLICITANTE : BACH GUADALUPE HUAMAN, JANNETH YESICA
 TESIS : "DISEÑO DE LADRILLO ARTESANAL CON VIDRIO TRITURADO Y PUZOLANA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS"
 FECHA : 11 DE OCTUBRE DEL 2018
 ENSAYO : ENSAYO DE ALABEO (Ladrillo tradicional Fabricado en la Ladrillera de Saños) LT-01



Tabla N° 4 Datos del Ensayo de Alabeo del ladrillo artesanal

Especimen N°	Cara Superior		Cara Inferior	
	Concavidad	Convexidad	concavidad	Convexidad
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
LT-01	0.00	0.00	1.00	0.00
LT-02	0.25	1.00	0.00	0.00
LT-03	1.00	0.00	0.00	1.50
LT-04	0.25	0.25	0.75	0.00
LT-05	0.00	1.00	0.50	1.75
LT-06	0.50	0.00	0.00	0.50
LT-07	1.00	0.00	1.00	0.00
LT-08	1.00	0.50	0.00	2.00
LT-09	0.75	1.00	1.00	0.00
LT-10	0.00	0.50	1.00	0.00
Promedio	Concavidad	1.03		mm
	Convexidad	1.07		mm
ALABEO		1		mm

 **GEOLUMAS SAC.**
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
 Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
 INGENIERO TECNICO DE INGENIERIA
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
 (ALTURA DEL PUENTE CARRION)
 ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
 RUC. 20568764995.

CEL 988111156, RPM #988111156
 CEL 971337776, RPM #971337776

2018

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ANALISIS DE DENSIDAD DE LADRILLOS

P-10, Ladrillo de arcilla con puzolana al 10%.

M-20, Ladrillo mixto (puzolana con vidrio triturado)

V-30, Ladrillo de arcilla con vidrio triturado

LT-01, Ladrillo tradicional Fabricado en la Ladrillera de Saños.



TESIS

"DISEÑO DE LADRILLO ARTESANAL CON VIDRIO TRITURADO Y PUZOLANA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICO -

MECANICAS"

Bach. GUADALUPE HUAMAN, JANNETH YESICA



LABORATORIO DE
MECANICA DE SUELOS N°
01
GEOLUMAS SAC

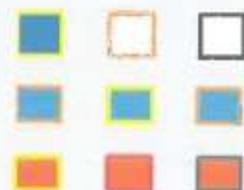




Tabla 1 Análisis de Densidad (Ladrillo de arcilla con puzolana al 10%)

SOLICITANTE : BACH GUADALUPE HUAMAN, JANNETH YESICA
TESIS : "DISEÑO DE LADRILLO ARTESANAL CON VIDRIO TRITURADO Y PUZOLANA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS"
FECHA : 11 DE OCTUBRE DEL 2016
ENSAYO : DENSIDAD (Ladrillo de arcilla con puzolana el 10%.) P-01

Ladrillo de arcilla con puzolana al 10%	PESO NAT. (gr.)	PESO SECO (gr)	PESO S.S.S. (gr)	P2 (gr.)	P1 (gr)	V (cm ³)	p (gr/cm ³)
N°				Peso canastilla	Peso espécimen saturado	P1-P2	Peso/V
P-01	3382.25	3375.50	3421.85	905	2895.2	1990.2	1.70
P-02	3386.65	3378.95	3426.3	905	2898.95	1993.65	1.69
P-03	3380.66	3372.50	3418.95	905	2885.62	1980.62	1.70
P-04	3390.05	3380.10	3450.26	905	2920.65	2015.65	1.68
P-05	3384.66	3376.45	3423.65	905	2896.66	1991.65	1.70
PROMEDIO							1.69


Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ABRIL TÉCNICO, OF. 15413
SPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y ASFALTO



Tabla 2 Analisis de Densidad (Ladrillo mixto (puzolana con vidrio triturado))

SOLICITANTE : BACH GUADALUPE HUAMAN, JANNETH YESICA
TESIS : "DISEÑO DE LADRILLO ARTESANAL CON VIDRIO TRITURADO Y PUZOLANA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS"
FECHA : 11 DE OCTUBRE DEL 2018
ENSAYO : DENSIDAD (Ladrillo mixto (puzolana con vidrio triturado)) M-01

Ladrillo mixto (puzolana con vidrio triturado)	PESO HAT (gr.)	PESO SECO (gr)	PESO S.S.S (gr)	P2 (gr.)	P1 (gr.)	V (cm ³)	p (gr/cm ³)
Nº				Peso canastilla	Peso especimen saturado	P1-P2	Peso/V
M-01	3493.15	3482.95	3529.30	905	3031.10	2126.1	1.84
M-02	3495.80	3485.80	3531.95	905	3033.75	2128.75	1.84
M-03	3508.05	3495.85	3542.20	905	3044.00	2139.00	1.83
M-04	3493.82	3483.82	3529.97	905	3031.77	2126.77	1.84
M-05	3505.92	3495.82	3541.97	905	3043.77	2138.77	1.83
PROMEDIO							1.84

**GEOLUMAS SAC**
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO, CIP 18412
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, DETERMINA Y GEOLOGIA



Tabla 3 Analisis de Densidad (Ladrillo de arcilla con vidrio triturado)

SOLICITANTE : BACH GUADALUPE HUAMAN, JANNETH YESICA
TESIS : "DISEÑO DE LADRILLO ARTESANAL CON VIDRIO TRITURADO Y PUZOLANA PARA
MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS"
FECHA : 11 DE OCTUBRE DEL 2018
ENSAYO : DENSIDAD (Ladrillo de arcilla con vidrio triturado) V-01

Ladrillo de arcilla con vidrio triturado	PESO NAT. (gr.)	PESO SECO (gr)	PESO S.S.S. (gr)	P2 (gr.)	P1 (gr.)	V (cm3)	p (gr/cm3)
Nº				Peso canastilla	Peso especimen saturado	P1-P2	Peso/V
V-01	3607.85	3587.65	3644.00	905	3145.80	2240.80	1.61
V-02	3607.05	3598.85	3643.20	905	3145.00	2240.00	1.61
V-03	3608.80	3598.60	3644.95	905	3146.75	2241.75	1.61
V-04	3604.42	3594.22	3640.57	905	3142.37	2237.37	1.61
V-05	3610.05	3598.85	3646.20	905	3148.00	2243.00	1.60
PROMEDIO							1.61

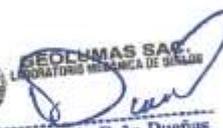

GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
Ing. Civil Edvina Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CP 10416
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO Y GEOTECNIA



Tabla 4 Analisis de Densidad (Ladrillo tradicional Fabricado en la Ladrillera de Saños)

SOLICITANTE : BACH GUADALUPE HUAMAN, JANNETH YESICA
 TESIS : "DISEÑO DE LADRILLO ARTESANAL CON VIDRIO TRITURADO Y PUZOLANA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS"
 FECHA : 11 DE OCTUBRE DEL 2018
 ENSAYO : DENSIDAD (Ladrillo tradicional Fabricado en la Ladrillera de Saños) LT-01

Ladrillo tradicional Fabricado en la Ladrillera de Saños.	PESO NAT. (gr)	PESO SECO (gr)	PESO S S S (gr)	P2 (gr)	P1 (gr)	V (cm ³)	ρ (gr/cm ³)
Nº				Peso canastilla	Peso espécimen saturado	P1-P2	Peso/v'
LT-01	3046.06	3035.86	3082.21	905	2584.01	1679.01	1.81
LT-02	3056.46	3046.25	3092.60	905	2594.40	1689.40	1.80
LT-03	3043.46	3033.26	3079.81	905	2581.41	1676.41	1.81
LT-04	3060.49	3040.28	3086.81	905	2586.41	1683.41	1.81
LT-05	3059.15	3048.95	3095.30	905	2597.10	1692.10	1.80
PROMEDIO							1.81


GEOLUMAS SAC.
 LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
 Ing. Civil Edwin Peña Duchas
 INGENIERO TECNICO OF 168416
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

2018

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

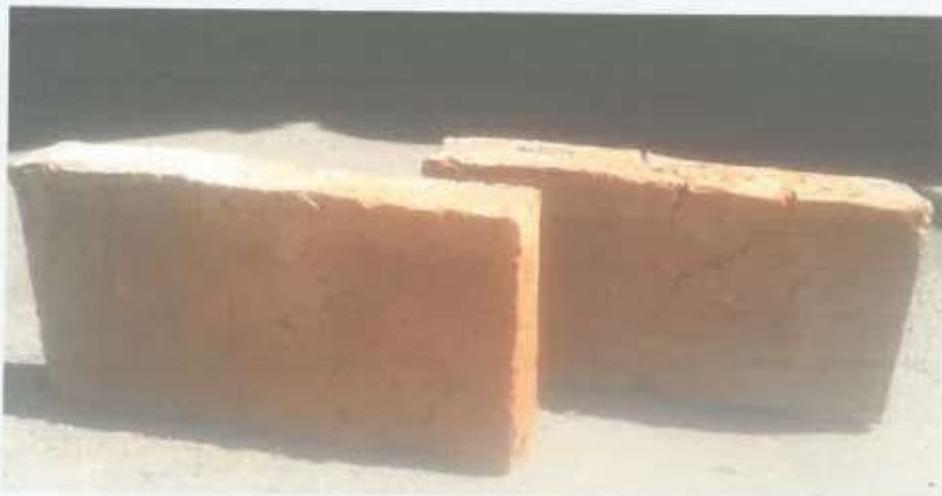
ANALISIS DE SUCCION

P-10, Ladrillo de arcilla con puzolana al 10%.

M-20, Ladrillo mixto (puzolana con vidrio triturado)

V-30, Ladrillo de arcilla con vidrio triturado

LT-01, Ladrillo tradicional Fabricado en la Ladrillera de Saños.



TESIS

"DISEÑO DE LADRILLO ARTESANAL CON VIDRIO TRITURADO Y PUZOLANA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS"

Bach. GUADALUPE HUAMAN, JANNETH YESICA



**LABORATORIO DE
MECANICA DE SUELOS N°
01
GEOLUMAS SAC**





Tabla 1 Ensayo de Succion (Ladrillo de arcilla con puzolana al 10%)

SOLICITANTE : BACH GUADALUPE HUAMAN, JANNETH YESICA
"DISEÑO DE LADRILLO ARTESANAL CON VIDRIO TRITURADO Y
TEJIDO DE PUZOLANA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICO -
MECANICAS"
FECHA : 11 DE OCTUBRE DEL 2018
ENSAYO : ENSAYO DE SUCCION (Ladrillo de arcilla con puzolana al 10%) P-01



ESPECIMEN	L (cm)	A (cm)	E (cm)	AREA NETA (cm ²)	PESO SECO (gr)	PESO SATURADO (gr)	SUCCION gr(200cm 2-min)
P-01	23.25	12.25	7.98	284.61	3376.00	3425.00	34.41
P-02	23.27	12.36	7.98	287.62	3374.20	3470.00	66.62
P-03	23.24	12.25	7.94	284.69	3373.25	3465.35	64.70
P-04	23.23	12.25	7.93	284.57	3374.95	3475.30	70.53
P-05	23.22	12.24	7.97	284.21	3376.10	3478.20	71.85
						PROMEDIO =	61.82

 **GEOLUMAS SAC**
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Duchas
PROFESION TECNICO QIP 185416
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



Tabla 2 Ensayo de Succion (Ladrillo mixto (puzolana con vidrio triturado))

SOLICITANTE : BACH GUADALUPE HUAMAN, JANNETH YESICA
"DISEÑO DE LADRILLO ARTESANAL CON VIDRIO TRITURADO Y
TESIS : PUZOLANA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICO -
MECANICAS"
FECHA : 11 DE OCTUBRE DEL 2018
ENSAYO : ENSAYO DE SUCCION (Ladrillo mixto (puzolana con vidrio triturado)) M-01



ESPECIMEN	L	A	E	AREA NETA	PESO SECO	PESO SATURADO	SUCCION
	(cm)	(cm)	(cm)	(cm ²)	(gr)	(gr)	gr/(200cm 2-min)
M-01	23.6	12.34	7.72	291.22	3483.00	3526.95	30.18
M-02	23.69	12.34	7.10	292.33	3481.00	3535.85	37.39
M-03	23.83	12.31	7.78	290.89	3482.80	3587.00	71.78
M-04	23.84	12.36	7.79	292.19	3484.20	3567.50	57.02
M-05	23.6	12.39	7.74	292.40	3485.70	3570.20	57.80
PROMEDIO							59.83

 **GEOLUMAS SAC.**
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
Edwin Peña Dueñas
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
INGENIERO TECNICO, ESP. 148419
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
(ALTURA DEL PUENTE CARRION)
ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
RUC. 20568764995.

CEL 986111156, RPM #988111156
CEL 971337776, RPM #971337776



Tabla 3 Ensayo de Succion (Ladrillo de arcilla con vidrio triturado)

SOLICITANTE : BACH GUADALUPE HUAMAN, JANNETH YESICA
TESIS : "DISEÑO DE LADRILLO ARTESANAL CON VIDRIO TRITURADO Y
PUZOLANA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICO -
MECANICAS"
FECHA : 11 DE OCTUBRE DEL 2018
ENSAYO : ENSAYO DE SUCCION (Ladrillo de arcilla con vidrio triturado) V-01



ESPECIMEN	L	A	E	AREA NETA	PESO SECO	PESO SATURADO	SUCCION
	(cm)	(cm)	(cm)	(cm ²)	(gr)	(gr)	gr/(200cm ² - 2-min)
V-01	23.98	12.49	7.80	299.51	3598.00	3830.25	20.87
V-02	23.82	12.41	7.70	296.85	3588.82	3835.45	24.81
V-03	23.89	12.50	7.84	298.83	3598.75	3848.45	33.29
V-04	23.87	12.48	7.83	297.42	3598.25	3849.50	34.48
V-05	23.82	12.44	7.89	297.58	3597.98	3836.45	25.86
						PROMEDIO	27.86

 **GEOLUMAS SAC.**
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peda Dueñas
ASISTENTE TECNICO, CIP 18418
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEODINAMICA



Tabla 4 Ensayo de Succion (Ladrillo tradicional Fabricado en la Ladrillera de Saños)

SOLICITANTE : BACH GUADALUPE HUAMAN, JANNETH YESICA
"DISEÑO DE LADRILLO ARTESANAL CON VIDRIO TRITURADO Y
TESIS : PUZOLANA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICO -
MECANICAS"
FECHA : 11 DE OCTUBRE DEL 2018
ENSAYO : ENSAYO DE SUCCION (Ladrillo tradicional Fabricado en la Ladrillera de Saños) LT-01



ESPECIMEN	L	A	E	AREA NETA	PESO SECO	PESO SATURADO	SUCCION
	(cm)	(cm)	(cm)	(cm ²)	(gr)	(gr)	gr/(200cm 2-min)
LT-01	23.37	12.22	7.74	285.58	3038.00	3095.62	41.75
LT-02	23.36	12.29	7.80	287.09	3035.85	3125.65	62.70
LT-03	23.4	12.27	7.80	287.12	3035.20	3135.85	60.97
LT-04	23.39	12.30	7.73	287.70	3038.10	3138.85	70.04
LT-05	23.38	12.24	7.72	286.17	3035.85	3135.26	69.48
						PROMEDIO	62.79
						"	

 **GEOLUMAS SAC.**
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 18418
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
(ALTURA DEL PUENTE CARRION)
ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
RUC. 20568764995,

CEL 988111156, RPM #968111156
CEL 971337776, RPM #971337776

2018

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ANALISIS DE ABSORCION

P-10, Ladrillo de arcilla con puzolana al 10%.

M-20, Ladrillo mixto (puzolana con vidrio triturado)

V-30, Ladrillo de arcilla con vidrio triturado

LT-01, Ladrillo tradicional Fabricado en la Ladrillera de Saños.



TESIS

"DISEÑO DE LADRILLO ARTESANAL CON VIDRIO TRITURADO Y PUZOLANA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS"

Bach. GUADALUPE HUAMAN, JANNETH YESICA



**LABORATORIO DE
MECANICA DE SUELOS N°
01
GEOLUMAS SAC**

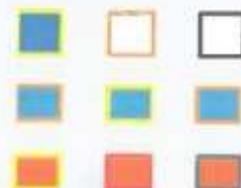




Tabla 1 Absorción (Ladrillo de arcilla con pozolana al 50%)

SOLICITANTE : SACH GUADALUPE HIRAMAN, JANETH YESICA
 TEMA : "DISEÑO DE LADRILLO ARTESANAL CON VIDRIO TRITURADO Y PUZOLANA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS"
 FECHA : 11 DE OCTUBRE DEL 2018
 ENSAYO : ABSORCION (Ladrillo de arcilla con pozolana al 10%) P-01

ESPECIMEN	PESO (gr)				Absor.		Coef. Retardo
	Peso Natural (gr)	Peso Seco (gr)	24c. mm.	5h ebul.	%	%	
P-01	3382.50	3377.50	3691.20	4125.80	17.87	23.07	0.77 %
P-02	3390.20	3374.50	3695.80	4135.80	16.62	22.64	0.74 %
P-03	3379.50	3366.25	3626.30	4112.80	16.93	22.07	0.76 %
P-04	3381.50	3371.50	3635.80	4120.80	16.79	22.22	0.76 %
P-05	3380.55	3379.55	3679.80	4153.80	17.89	22.93	0.77 %
PROMEDIO:					17.89	22.57	0.76 %

 **GEOLUMAS SAC**
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
 Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
 ABONADO EN INGENIERIA CIVIL
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



Tabla 2 Absorción (Ladrillo mixto (puzolana con vidrio triturado))

SOLICITANTE : BACH GUADALUPE HUAMAN, JANNETH YESICA
TESIS : "DISEÑO DE LADRILLO ARTESANAL CON VIDRIO TRITURADO Y PUZOLANA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS"
FECHA : 11 DE OCTUBRE DEL 2018
ENSAYO : ABSORCION (Ladrillo mixto (puzolana con vidrio triturado)) M-01

ESPECIMEN	PESO (gr)				Absor.	Abs. Max	Coef. Saturac.
	Peso Natural (gr)	Peso Seco (gr)	24h inm.	5h ebul.	%	%	
M-1	3488.80	3482.50	4050.85	4230.90	16.31	21.48	0.78 %
M-2	3489.85	3483.85	4029.88	4210.58	16.86	20.87	0.78 %
M-3	3487.95	3481.75	4010.88	4118.85	15.20	18.21	0.83 %
M-4	3486.52	3480.95	4008.98	4108.80	15.17	18.04	0.84 %
M-5	3501.80	3495.80	4105.80	4245.90	17.48	21.46	0.81 %
PROMEDIO					15.94	20.81	0.80 %

 **GEOLUMAS SAC**
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CP 18418
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNICA Y GEOLOGIA



Tabla 3 Absorción (Ladrillo de arcilla con vidrio triturado)

SOLICITANTE : BACH GUADALUPE HUAMAN, JANNETH YESICA
TESIS : "DISEÑO DE LADRILLO ARTESANAL CON VIDRIO TRITURADO Y FLIZOLANA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS"
FECHA : 11 DE OCTUBRE DEL 2018
ENSAYO : ABSORCION (Ladrillo de arcilla con vidrio triturado) V-01

ESPECIMEN	PESO (gr)				Absor.	Abs. Max	Coef. Saturac.
	Peso Natural (gr)	Peso Seco (gr)	24h inm.	5h ebul.	%	%	
V-01	3805.20	3598.85	4168.65	4345.75	15.84	20.76	0.78 %
V-02	3803.25	3597.86	4166.35	4340.75	15.77	20.86	0.78 %
V-03	3610.26	3609.65	4185.35	4368.20	16.27	21.07	0.77 %
V-04	3804.85	3598.87	4166.95	4342.50	15.86	20.73	0.78 %
V-05	3602.74	3595.87	4180.85	4330.85	16.71	20.44	0.77 %
PROMEDIO					15.89	20.73	0.77 %

**GEOLUMAS SAC**
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

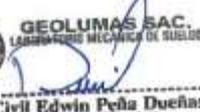
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ABSORCION, DE 19416
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



Tabla 4 Absorción (Ladrillo de arcilla con puzolana al 10%)

SOLICITANTE : BACH GUADALUPE HUAMAN, JANNETH YESICA
TESIS : "DISEÑO DE LADRILLO ARTESANAL CON VIDRIO TRITURADO Y PUZOLANA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS"
FECHA : 11 DE OCTUBRE DEL 2018
ENSAYO : ABSORCION (Ladrillo tradicional Fabricado en la Ladrillera de Saños) LT-01

ESPECIMEN	PESO (gr)				Absor. %	Abs. Max %	Coef. Saturac.
	Peso Natural (gr)	Peso Seco (gr)	24h inm.	5h ebul.			
LT-1	3605.20	3038.95	3606.95	4345.75	18.76	43.60	0.44 %
LT-2	3603.25	3045.25	3620.50	4340.75	18.89	42.54	0.44 %
LT-3	3610.25	3035.65	3606.50	4358.20	18.80	43.57	0.43 %
LT-4	3604.85	3040.40	3610.25	4342.50	18.74	42.83	0.44 %
LT-5	3602.74	3033.75	3600.35	4330.85	18.68	42.76	0.44 %
PROMEDIO					18.77	42.94	0.44 %

 **GEOLUMAS SAC.**
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ABSORCIÓN TÉCNICO, CP 145418
ESPECIALISTA EN ANÁLISIS DE SUELOS
CONCRETO Y ASFALTO

2018

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE RESISTENCIA COMPRESION AXIAL

P-10, Ladrillo de arcilla con puzolana al 10%.

M-20, Ladrillo mixto (puzolana con vidrio triturado)

V-30, Ladrillo de arcilla con vidrio triturado

LT-01, Ladrillo tradicional Fabricado en la Ladrillera de Saños.



TESIS

"DISEÑO DE LADRILLO ARTESANAL CON VIDRIO TRITURADO Y PUZOLANA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS"

Bach. GUADALUPE HUAMAN, JANNETH YESICA



**LABORATORIO DE
MECANICA DE SUELOS N°
01
GEOLUMAS SAC**





Tabla 1 Resistencia Característica a Compresión Axial (Ladrillo de arcilla con puzolana al 10%)

SOLICITANTE : BACH GUADALUPE HUAMAN, JANNETH YESICA
TESIS : "DISEÑO DE LADRILLO ARTESANAL CON VIDRIO TRITURADO Y PUZOLANA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS"
FECHA : 11 DE OCTUBRE DEL 2018
ENSAYO : RESISTENCIA CARACTERISTICA A COMPRESION AXIAL (Ladrillo de arcilla con puzolana al 10%) P-01

LADRILLO CON PUZOLANA Nº	Dimensiones (cm)			Area (cm ²)	Carga de Rotura (Kg-f)	Resistencia a la Compresion f'b (kg-f/cm ²)	Resistencia a la Compresion en Mpa (kg-f/cm ²)
	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)				
P - 1	23.25	12.27	79.5	285.28	20562.35	72.08	7.07
P - 2	23.23	12.24	79.65	284.34	21565.88	75.85	7.44
P - 3	23.22	12.23	78.95	283.98	24896.85	87.87	8.60
P - 4	23.28	12.21	79.25	284.25	25845.78	90.93	8.92
P - 5	23.52	12.25	79.65	288.12	20548.20	71.31	6.99
						5	9.12
						PROMEDIO	79.57
						PROMEDIO	79.48

RESISTENCIA CARAC.

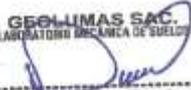
**GEOLUMAS SAC.**
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CP 18416
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



Tabla 2 Resistencia Característica a Compresión Axial (Ladrillo mixto (puzolana con vidrio triturado))

SOLICITANTE : BACH GUADALUPE HUAMAN, JANNETH YESICA
TESIS : "DISEÑO DE LADRILLO ARTESANAL CON VIDRIO TRITURADO Y PUZOLANA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS"
FECHA : 11 DE OCTUBRE DEL 2018
ENSAYO : RESISTENCIA CARACTERISTICA A COMPRESION AXIAL (Ladrillo mixto (puzolana con vidrio triturado)) M-81

LADRILLO CON PUZOLANA Y VIDRIO TRITURADO N°	Dimensiones			Area (cm ²)	Carga de Rotura (Kg-f)	Resistencia a la Compresion f'b (kg-f/cm ²)	Resistencia a la Compresion f'b en Mpa
	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)				
M - 01	23.65	12.36	77.5	292.79	25654.85	87.62	8.59
M - 02	23.6	12.36	77.8	291.70	29854.75	102.35	10.04
M - 03	23.67	12.32	77.65	291.61	28965.89	99.33	9.74
M - 04	23.64	12.3	7.45	290.77	28985.45	99.82	9.77
M - 05	23.69	12.38	7.75	293.28	28845.65	101.76	9.98
						§	6.02
						PROMEDIO	98.14
						PROM.- §	92.11

RESISTENCIA CARAC.

 **GEOLUMAS SAC.**
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
CARRI
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CP 14918
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLÓGIA



Tabla 3 Resistencia Característica a Compresión Axial (Ladrillo de arcilla con vidrio triturado)

SOLICITANTE : BACH GUADALUPE HUAMAN, JANNETH YESICA
TESIS : "DISEÑO DE LADRILLO ARTESANAL CON VIDRIO TRITURADO Y PUZOLANA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS"
FECHA : 11 DE OCTUBRE DEL 2018
ENSAYO : RESISTENCIA CARACTERISTICA A COMPRESION AXIAL (Ladrillo de arcilla con vidrio triturado) V-01

LADRILLO CON VIDRIO TRITURADO	Dimensiones			Area (cm ²)	Carga de Rotura (kg - f)	Resistencia a la Compresión f _b (kg-f/cm ²)	Resistencia a la Compresión f _b en Mpa
	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)				
N°							
V - 01	23.98	12.48	76.60	296.79	19568.99	65.49	6.42
V - 02	23.95	12.45	76.55	298.18	19225.43	64.46	6.32
V - 03	23.92	12.40	76.22	296.61	17896.45	60.34	5.92
V - 04	23.94	12.39	77.00	296.62	20545.76	69.27	6.79
V - 05	23.97	12.42	77.65	297.71	21499.62	72.22	7.06
						§ 4.56	
					PROMEDIO	66.36	
					PROM.- §	61.80	

RESISTENCIA CARAC.

**GEOLUMAS SAC**
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CP 129418
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



Tabla 4 Resistencia Característica a Compresión Axial (Ladrillo tradicional Fabricado en la Ladrillera de Safoe)

SOLICITANTE : BACH GUADALUPE HUAMAN, JANNETH YESICA
 TESIS : "DISEÑO DE LADRILLO ARTESANAL CON VIDRIO TRITURADO Y PUZOLANA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS"
 FECHA : 11 DE OCTUBRE DEL 2018
 ENSAYO : RESISTENCIA CARACTERISTICA A COMPRESION AXIAL (Ladrillo tradicional Fabricado en la Ladrillera de Safoe) LT-01

LADRILLO TRADICIONAL N°	Dimensiones			Area (cm2)	Carga de Rotura (kg - f)	Resistencia a la Compresión f _b (kg-f/cm2)	Resistencia a la Compresión f _b en Mpa
	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)				
LT-01	23.34	12.22	77.45	285.21	8729.85	30.61	3.00
LT-02	23.35	12.28	77.70	286.74	11856.45	41.35	4.05
LT-03	23.38	12.26	77.15	286.39	11524.85	40.24	3.95
LT-04	23.38	12.19	77.35	285.00	10955.88	38.44	3.77
LT-05	23.37	12.24	77.50	286.05	9856.23	34.46	3.38

RESISTENCIA CARAC.

	4.44
PROMEDIO	37.02
PROM - S	32.68

 **GEOLUMAS SAC**
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
 Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
 INGENIERO TECNICO, CIP 146418
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLÓGIA

2018

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
ENSAYO DE RESISTENCIA AXIAL EN PILAS**

P-10, Ladrillo de arcilla con puzolana al 10%.

M-20, Ladrillo mixto (puzolana con vidrio triturado)

V-30, Ladrillo de arcilla con vidrio triturado

LT-01, Ladrillo tradicional Fabricado en la Ladrillera de Saños.



TESIS

"DISEÑO DE LADRILLO ARTESANAL CON VIDRIO TRITURADO Y PUZOLANA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS"

Bach. GUADALUPE HUAMAN, JANNETH YESICA



**LABORATORIO DE
MECANICA DE SUELOS N°
01
GEOLUMAS SAC**

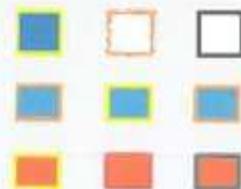
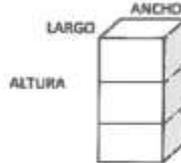




Tabla 1 Resistencia a la Compresion en Pilas (Ladrillo de arcilla con puzolana al 10%)

SOLICITANTE : SAOH GUADALUPE HUAMAN, JANNETH YESICA
 TESIS : "DISEÑO DE LADRILLO ARTESANAL CON VIDRO TRITURADO Y PUZOLANA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS"
 FECHA : 11 DE OCTUBRE DEL 2019
 ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESION EN PILAS (Ladrillo de arcilla con puzolana al 10%) P-01



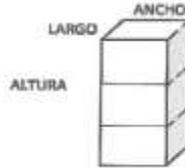
N° PILA	espesor (mm)	longitud (mm)	altura (mm)	A (kg/cm ²)	P (kg-f)	esbeltez	Factor de correccion	f _m (PIA) aparente	Resist. Correg.	Coef. f	Resist. Caract.
P-01	12.45	23.45	48.15	292.65	21315.94	3.88	0.936	72.85	68.39	1.10	68.39
P-02	12.52	23.68	48.25	356.22	12700.99	3.95	0.938	43.02	40.35	1.00	40.35
P-03	12.45	23.6	48.34	294.78	16555.13	3.89	0.941	56.17	52.89	1.00	52.89
P-04	12.45	23.49	48.36	292.45	13995.55	3.88	0.940	47.83	44.97	1.00	44.97
P-05	12.5	23.65	48.42	284.38	13204.97	3.97	0.940	41.46	38.96	1.00	38.96
σ											12.07
PROMEDIO											49.11
PROMEDIO - σ											47.84

GEOLUMAS SAC
 LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
 Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
 INGENIERO TECNICO CIP 15816
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



Tabla 2 Resistencia a la Compresion en Pilas (Ladrillo mado (puzolana con vidrio triturado))

SOLICITANTE: BACH GUADALUPE HUAMAN, JANNETH YESICA
 TESIS : "DISEÑO DE LADRILLO ARTESANAL CON VIDRIO TRITURADO Y PUZOLANA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS"
 FECHA : 11 DE OCTUBRE DEL 2018
 ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESION EN PILAS (Ladrillo mado (puzolana con vidrio triturado)) M-01



PLA	espesor (cm)	longitud (cm)	altura (cm)	A (cm ²)	P (kg-f)	esbeltez	Factor de corrección	f'm (MPa) aparente	Recor. Correg.	Coef. I	Presnt. Caract.
M-01	12.96	25.65	47.1	295.79	14864.72	3.75	0.930	50.32	46.90	1.00	46.90
M-02	12.6	23.45	47.25	295.47	15208.08	3.76	0.930	54.86	51.02	1.00	51.02
M-03	12.96	23.46	47.95	295.38	16252.95	3.78	0.931	51.84	48.06	1.00	48.06
M-04	12.65	23.43	47.15	294.05	13285.85	3.78	0.931	45.18	42.06	1.00	42.06
M-05	12.53	25.5	47.2	294.46	16226.55	3.77	0.932	55.14	51.37	1.00	51.37
σ											3.78
PROMEDIO											47.86
PROMEDIO - σ											44.08

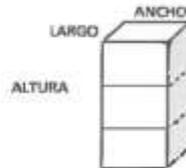
GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Duchas
 ASESOR TECNICO CIP 15415
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



Tabla 3 Resistencia a la Compresion en Pilas (Ladrillo de arcilla con vidrio triturado)

SOLICITANTE: BACH GUADALUPE HUAMAN, JANETH YESICA
 TESIS: "DISEÑO DE LADRILLO ARTESANAL CON VIDRIO TRITURADO Y PIZOLANA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS"
 FECHA: 11 DE OCTUBRE DEL 2019
 ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESION EN PILAS (Ladrillo de arcilla con vidrio triturado) V-01



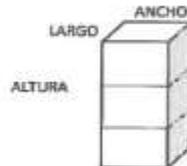
PLA	espesor (cm)	longitud (cm)	altura (cm)	A (cm ²)	P (kg-f)	esbuz	Factor de abrasion	Fm (P/A) apurata	Resist. Correg.	Coef. I	Resist. Caract.
V-01	12.54	23.62	47.6	294.94	12986.85	3.80	0.994	47.42	44.28	1.00	44.28
V-02	12.59	23.5	47.58	294.93	11505.28	3.79	0.933	39.01	36.40	1.00	36.40
V-03	12.63	23.49	47.52	294.33	12585.5	3.80	0.994	44.12	41.21	1.00	41.21
V-04	12.46	23.58	47.56	294.51	11785.86	3.81	0.935	40.02	37.41	1.00	37.41
V-05	12.52	23.56	47.52	294.97	12995.65	3.80	0.934	50.89	50.33	1.00	50.33
σ											5.85
PROMEDIO											41.93
PROMEDIO - σ											38.28

GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
 Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
 ASesor TECNICO OP 16418
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



Tabla 4 Resistencia a la Compresion en Pilas (Ladrillo tradicional Fabricado en la Ladrillera de Baños)

SOLICITANTE : BACH GUADALUPE HUAMAN, JANNEETH YESICA
 TESIS : "DISEÑO DE LADRILLO ARTESANAL CON VIDRIO TRITURADO Y PIZOLAMA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS"
 FECHA : 11 DE OCTUBRE DEL 2018
 ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESION EN PILAS (Ladrillo tradicional Fabricado en la Ladrillera de Baños) LT-01



PILA	espesor (cm)	longitud (cm)	altura (cm)	σ_c (kg/cm ²)	σ_p (kg-f)	calentamiento	Factor de correccion	f_m (PIA)	Resist. Correg.	Conf. (%)	Resist. Caracter.
LT-01	12.08	23.51	46.66	283.53	10526.32	3.86	0.939	37.13	34.85	1.00	34.85
LT-02	12.05	23.48	46.2	282.93	10590.25	3.83	0.936	44.48	41.66	1.00	41.66
LT-03	12.08	23.46	46.35	283.40	11045.65	3.84	0.937	42.29	39.64	1.00	39.64
LT-04	12.1	23.41	46.66	283.28	9895.80	3.86	0.936	35.28	33.13	1.00	33.13
LT-05	12.25	23.6	46.95	287.88	16925.84	3.82	0.936	58.71	53.08	1.00	53.08
σ											7.94
PROMEDIO											40.47
PROMEDIO - σ											32.62

GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

 Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
 ABONADO TECNICO, CP 16418
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS
 INGENIERO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
 (ALTURA DEL PUENTE CARRION)
 ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
 RUC. 20568764995,

CEL 988111156, RPM #988111156
 CEL 971337776, RPM #971337776

2018

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ANALISIS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION EN MURETES EN LADRILLOS

P-10, Ladrillo de arcilla con puzolana al 10%.

M-20, Ladrillo mixto (puzolana con vidrio triturado)

V-30, Ladrillo de arcilla con vidrio triturado

LT-01, Ladrillo tradicional Fabricado en la Ladrillera de Saños.



TESIS

"DISEÑO DE LADRILLO ARTESANAL CON VIDRIO TRITURADO Y PUZOLANA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS"

Bach. GUADALUPE HUAMAN, JANNETH YESICA



**LABORATORIO DE
MECANICA DE SUELOS N°
01
GEOLUMAS SAC**





Tabla 1 Resistencia a la compresion en muretes (Ladrillo de arcilla con puzolana al 10%)

SOLICITANTE : BACH GUADALUPE HUAMAN, JANNETH YEBICA
 TESIS : "DISEÑO DE LADRILLO ARTESANAL CON VIDRIO TRITURADO Y PUZOLANA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS"
 FECHA : 11 DE OCTUBRE DEL 2018
 ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESION EN MURETES (Ladrillo de arcilla con puzolana al 10%) P-01

MURETE	LARGOS		ESPESOR	DIAGONAL	CARGA DE ROTURA	A (cm ²)	PRESION v'm	PRESION
N°	L1 (cm)	L2 (cm)	(cm)	(cm)	Pu (kg)	A (cm ²)	(Kg/cm ²)	v'm (Mpa)
P-01	48.1	54.6	12.5	70.9	4838.44	886.25	5.46	0.54
P-02	48.15	53.95	12.45	75.95	5100.23	945.58	5.39	0.53
P-03	48.35	54.25	12.45	72.35	4905.95	902.93	5.32	0.52
P-04	48.2	54.85	12.52	71.95	4905.88	900.81	5.45	0.53
P-05	48.45	54.65	12.42	77.95	4840.75	969.14	5.70	0.49

σ 0.22
 PROMEDIO 5.32
 PROMEDIO σ 5.11

DISPERSION 4.27 %

$\sigma / \bar{\sigma}$

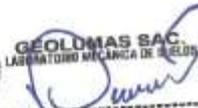

GEOLUMAS SAC
 LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
 Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
 INGENIERO TECNICO, CP 168412
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



Tabla 2 Resistencia a la compresion en muretes (Ladrillo mixto (puzolana con vidrio triturado))

SOLICITANTE : BACH GUADALUPE HUAMAN, JANNETH YEBICA
 TESIS : "DISEÑO DE LADRILLO ARTESANAL CON VIDRIO TRITURADO Y PUZOLANA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS"
 FECHA : 11 DE OCTUBRE DEL 2018
 ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESION EN MURETES (Ladrillo mixto (puzolana con vidrio triturado)) M-01

MURETE	LARGOS		ESPESOR	DIAGONAL	CARGA DE ROTURA	A	PRESION	PRESION
	L1 (cm)	L2 (cm)				(cm ²)	v'm	v'm (Mpa)
Nº	L1 (cm)	L2 (cm)	(cm)	(cm)	Pu (kg)	A (cm ²)	(Kg/cm ²)	v'm (Mpa)
M-01	48.70	56.00	12	78.56	5125.65	954.72	5.37	0.53
M-02	48.65	55.95	12.15	80.1	5100.23	973.22	5.24	0.51
M-03	48.65	56.05	12.18	78.95	5030.65	973.79	5.17	0.51
M-04	48.72	56.25	12.13	82.05	4905.88	985.27	4.93	0.48
M-05	48.80	56.85	12.1	80.65	5285.45	975.87	5.46	0.53

σ PROMEDIO 5.22
 PROMEDIO - σ 5.00

DISPERSION 4.33 %

$\sigma / v'm_{prom}$

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
 INGENIERO TECNICO, CP 16419
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLÓGIA



Tabla 3 Resistencia a la compresion en muretes (Ladrillo de arcilla con vidrio triturado)

SOLICITANTE : BACH GUADALUPE HUAMAN, JANNETH YESICA
 TESIS : "DISEÑO DE LADRILLO ARTESANAL CON VIDRIO TRITURADO Y PUZOLANA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS"
 FECHA : 11 DE OCTUBRE DEL 2018
 ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESION EN MURETES (Ladrillo de arcilla con vidrio triturado) V-01

MURETE	LARGOS		ESPESOR	DIAGONAL	CARGA DE ROTURA	A (cm ²)	PRESION v'm	PRESION
Nº	L1 (cm)	L2 (cm)	(cm)	(cm)	Pu (kg)	A (cm ²)	(Kg/cm ²)	v'm (Mpa)
V-01	48.35	55.50	12.5	79.65	5679.6	995.63	5.91	0.58
V-02	48.45	55.75	12.35	79.45	5880.25	981.21	5.99	0.59
V-03	48.25	55.95	12.45	78.99	5678.35	983.43	5.98	0.59
V-04	48.28	55.25	12.25	80.15	5679.45	981.64	5.96	0.59
V-05	48.22	55.45	12.28	79.24	5879.45	973.07	6.04	0.59
							σ	0.06
							PROMEDIO	5.98
							PROMEDIO -σ	5.92

DISPERSION 0.96 %
 $\sigma / v'm_{prom}$

GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
 Ing. Civil Edwin Peda Dueñas
 INGENIERO TECNICO CP 145419
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEODINAMICA



Tabla 4 Resistencia a la compresion en muretes (Ladrillo tradicional Fabricado en la Ladrillera de Saños)

SOLICITANTE : BACH GUADALUPE HUAMAN, JANNETH YESICA
 TESIS : "DISEÑO DE LADRILLO ARTESANAL CON VIDRIO TRITURADO Y PUZOLANA PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS"
 FECHA : 11 DE OCTUBRE DEL 2018
 ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESION EN MURETES (Ladrillo tradicional Fabricado en la Ladrillera de Saños) LT-01

MURETE	LARGOS		ESPEJOR	DIAGONAL	CARGA DE ROTURA	A (cm ²)	PRESION v'm	PRESION
Nº	L1 (cm)	L2 (cm)	(cm)	(cm)	Pu (kg)	A (cm ²)	(Kg/cm ²)	v'm (Mpa)
LT-01	49.40	56.25	12.25	80.05	4915.00	980.61	5.01	0.49
LT-02	49.85	56.45	12.1	80.15	4825.85	969.82	4.98	0.49
LT-03	49.25	56.32	12.08	79.98	4875.03	968.16	5.05	0.49
LT-04	49.05	56.15	12.18	80.89	4905.52	985.24	4.98	0.49
LT-05	49.78	56.06	12.17	80.44	4898.65	978.95	5.00	0.49

σ 0.03
 PROMEDIO 5.00
 PROMEDIO - σ 4.97

DISPERSION 0.86 %

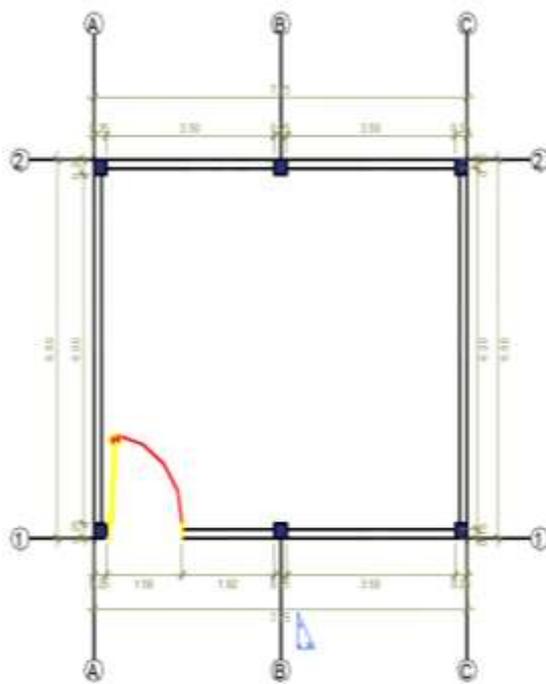
$\sigma/v'm_{prom}$


GEOLUMAS SAC
 LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
 Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
 ABOGADO TECNICO CIP 15815
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

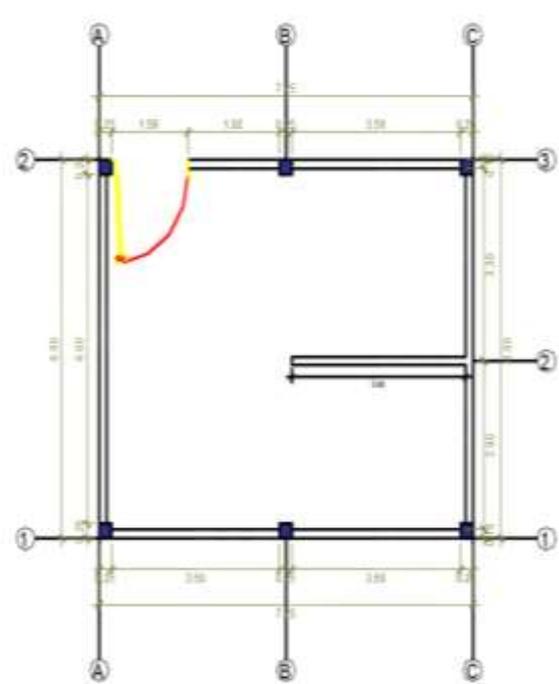
ANÁLISIS DE COSTOS ALBAÑILERÍA CON LADRILLOS ARTESANALES DE SAN PEDRO DE SAÑO, LADRILLO PUZOLANICO, LADRILLO MIXTO Y LADRILLO CON VIDRIO

1. INTRODUCCIÓN.

El elemento principal en las construcciones de albañilería confinada son los muros, es por esta razón que solo se ha evaluado económicamente a los muros. Para evaluar el aspecto económico en la vivienda de 02 pisos modelada también en el Programa ETABS, la misma que se ha presentado en la presente tesis, se ha valorizado la construcción de los muros con ladrillos artesanales traídos de la ladrillera de San Pedro de Saños, con ladrillos puzolánicos, ladrillos mixtos y ladrillo con vidrio. Este análisis de costos nos permitió evaluar en qué medida es más económica o más costosa construir una vivienda de albañilería confinada con los diferentes ladrillos mencionados arriba.



PLANTA GENERAL
PRIMER PISO



PLANTA GENERAL
SEGUNDO PISO

2. METRADOS.

Se realizó el metrado de la vivienda de 02 pisos, de la partida únicamente de albañilería, de las cuales se obtuvieron los siguientes resultados:

ITEM	DESCRIPCION DE PARTIDA	VECES	DIMENSIONES			PARC.	TOT.	UND
			LAR.	ANCH.	ALT.			
	<i>PRIMER PISO</i>							
05.01.00	MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA							
05.01.01	MURO DE LADRILLO DE CABEZA						68.38	M2
	En Eje A-A	1.00	6.00		2.80	16.80		
	En Eje C-C	1.00	6.00		2.80	16.80		
	En Eje 1 - 1	1.00	5.42		2.80	15.18		
	En Eje 2 - 2	1.00	7.00		2.80	19.60		
	<i>SEGUNDO PISO</i>							
05.02.00	MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA							
05.02.01	MURO DE LADRILLO DE CABEZA						68.38	M2
	En Eje A-A	1.00	6.00		2.80	16.80		
	En Eje C-C	1.00	6.00		2.80	16.80		
	En Eje 1 - 1	1.00	7.00		2.80	19.60		
	En Eje 3 - 3	1.00	5.42		2.80	15.18		
05.02.02	MURO DE LADRILLO DE SOGA						10.08	M2
	En Eje 2 - 2	1.00	3.60		2.80	10.08		

3. ANÁLISIS DE COSTOS.

3.1. Análisis de costos de la Albañilería con Ladrillos Artesanales de la Ladrillera De Saños.

En el diseño artesanal con el ladrillo tradicional de Saños, se tiene muros de sogá y de cabeza. En la tabla N° 179 se muestra el análisis de costos que se utilizó para calcular presupuesto de la albañilería artesanal del ladrillo de Saños.

Tabla N° 179.- Análisis de Costos Unitarios de muro de ladrillos tradicional de Saños.

Partida	01.01.01	AMARRE DE SOGA JUNTA 1.5 cm MORTERO 1:4					
Rendimiento	m2/DIA	MO.	15.0000	EQ.	15.0000	Costo unitario directo por: m2	62.51
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	

	Mano de Obra						
101010001	MAESTRO	hh	1.0000	0.5333	21.88		11.67
101010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	17.52		9.34
101010003	PEON	hh	1.0000	0.5333	15.79		8.42
							29.43
	Materiales						
202020001	ARENA GRUESA	m3		0.0322	60.00		1.932
202020002	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0096	5.00		0.05
202020003	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 KG)	bol		0.23	22.00		5.06
202020004	LADRILLO ARTESANAL COMUN	und		43.58	0.53		23.10
							30.14
	Equipos						
303030001	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		10.0000	29.43		2.94
							2.94
Partida	01.01.02	AMARRE DE CABEZA JUNTA 1.5 cm MORTERO 1:4					
Rendimiento	m2/DIA	MO.	9.0000	EQ.	9.0000	Costo unitario directo por: m2	111.85
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
101010001	MAESTRO	hh	1.0000	0.8889	21.88		19.45
101010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.8889	17.52		15.57
101010003	PEON	hh	1.0000	0.8889	15.79		14.04
							49.06
	Materiales						
202020001	ARENA GRUESA	m3		0.0700	60.00		4.20
202020002	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0150	5.00		0.08
202020003	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 KG)	bol		0.5400	22.00		11.88
202020004	LADRILLO ARTESANAL COMUN	und		78.74	0.53		41.73

						57.89
	Equipos					
303030001	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		10.0000	49.06	4.91
						4.91

3.2. Análisis de costos de la Albañilería con Ladrillos Puzolánicos:

En el diseño artesanal con ladrillos puzolanicos; se tiene muros de sogá y de cabeza. En la tabla N° 180 se muestra el análisis de costos que se utilizó para calcular presupuesto de la albañilería artesanal puzolánico.

Tabla N° 180.- Análisis de Costos Unitarios de muro de ladrillos puzolánicos.

Partida	01.01.01	AMARRE DE SOGA JUNTA 1.5 cm MORTERO 1:4					
Rendimiento	m2/DIA	MO.	15.0000	EQ.	15.0000	Costo unitario directo por: m2	55.68
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
101010001	MAESTRO	hh	1.0000	0.5333	21.88	11.67	
101010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	17.52	9.34	
101010003	PEON	hh	1.0000	0.5333	15.79	8.42	
						29.43	
	Materiales						
202020001	ARENA GRUESA	m3		0.0322	60.00	1.932	
202020002	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0096	5.00	0.05	
202020003	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 KG)	bol		0.23	22.00	5.06	
202020004	LADRILLO PUZOLANICO	und		42.79	0.38	16.26	
						23.30	
	Equipos						
303030001	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		10.0000	29.43	2.94	
						2.94	
Partida	01.01.02	AMARRE DE CABEZA JUNTA 1.5 cm MORTERO 1:4					

Rendimiento	m2/DIA	MO.	9.0000	EQ.	9.0000	Costo unitario directo por: m2	99.36
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
101010001	MAESTRO	hh	1.0000	0.8889	21.88	19.45	
101010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.8889	17.52	15.57	
101010003	PEON	hh	1.0000	0.8889	15.79	14.04	
						49.06	
	Materiales						
202020001	ARENA GRUESA	m3		0.0700	60.00	4.20	
202020002	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0150	5.00	0.08	
202020003	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 KG)	bol		0.5400	22.00	11.88	
202020004	LADRILLO PUZOLANICO	und		76.96	0.38	29.24	
						45.40	
	Equipos						
303030001	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		10.0000	49.06	4.91	
						4.91	

3.3. Análisis de costos de la Albañilería con Ladrillos Mixtos:

En el diseño artesanal con ladrillos mixtos (puzolana y vidrio triturado); se tiene muros de soga y de cabeza. En la tabla N° 181 se muestra el análisis de costos que se utilizó para calcular presupuesto de la albañilería artesanal mixto.

Tabla N° 181.- Análisis de Costos Unitarios de muro de ladrillos mixtos.

Partida	01.01.01	AMARRE DE SOGA JUNTA 1.5 cm MORTERO 1:4					
Rendimiento	m2/DIA	MO.	15.0000	EQ.	15.0000	Costo unitario directo por: m2	59.23
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
101010001	MAESTRO	hh	1.0000	0.5333	21.88	11.67	

101010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	17.52	9.34
101010003	PEON	hh	1.0000	0.5333	15.79	8.42
						29.43
	Materiales					
202020001	ARENA GRUESA	m3		0.0322	60.00	1.932
202020002	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0096	5.00	0.05
202020003	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 KG)	bol		0.23	22.00	5.06
202020004	LADRILLO MIXTO	und		43.07	0.46	19.81
						26.85
	Equipos					
303030001	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		10.0000	29.43	2.94
						2.94
Partida	01.01.02	AMARRE DE CABEZA JUNTA 1.5 cm MORTERO 1:4				
Rendimiento	m2/DIA	MO.	9.0000	EQ.	9.0000	Costo unitario directo por: m2 106.06
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
101010001	MAESTRO	hh	1.0000	0.8889	21.88	19.45
101010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.8889	17.52	15.57
101010003	PEON	hh	1.0000	0.8889	15.79	14.04
						49.06
	Materiales					
202020001	ARENA GRUESA	m3		0.0700	60.00	4.20
202020002	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0150	5.00	0.08
202020003	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 KG)	bol		0.5400	22.00	11.88
202020004	LADRILLO MIXTO	und		78.14	0.46	35.94
						52.10
	Equipos					
303030001	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		10.0000	49.06	4.91
						4.91

3.4. Análisis de costos de la Albañilería con Ladrillos con Vidrio:

En el diseño artesanal con ladrillos con vidrios; se tiene muros de sogá y de cabeza. En la tabla N° 182 se muestra el análisis de costos que se utilizó para calcular presupuesto de la albañilería artesanal con vidrio.

Tabla N° 182.- Análisis de Costos Unitarios de muro de ladrillos con vidrio

Partida	01.01.01	AMARRE DE SOGA JUNTA 1.5 cm MORTERO 1:4					
Rendimiento	m2/DIA	MO.	15.0000	EQ.	15.0000	Costo unitario directo por: m2	51.02
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
101010001	MAESTRO	hh	1.0000	0.5333	21.88	11.67	
101010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	17.52	9.34	
101010003	PEON	hh	1.0000	0.5333	15.79	8.42	
						29.43	
	Materiales						
202020001	ARENA GRUESA	m3		0.0322	60.00	1.932	
202020002	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0096	5.00	0.05	
202020003	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 KG)	bol		0.23	22.00	5.06	
202020004	LADRILLO VIDRIO	und		42.96	0.27	11.60	
						18.64	
	Equipos						
303030001	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		10.0000	29.43	2.94	
						2.94	
Partida	01.01.02	AMARRE DE CABEZA JUNTA 1.5 cm MORTERO 1:4					
Rendimiento	m2/DIA	MO.	9.0000	EQ.	9.0000	Costo unitario directo por: m2	91.26
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						

101010001	MAESTRO	hh	1.0000	0.8889	21.88	19.45
101010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.8889	17.52	15.57
101010003	PEON	hh	1.0000	0.8889	15.79	14.04
						49.06
	Materiales					
202020001	ARENA GRUESA	m3		0.0700	60.00	4.20
202020002	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0150	5.00	0.08
202020003	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 KG)	bol		0.5400	22.00	11.88
202020004	LADRILLO VIDRIO	und		78.29	0.27	21.14
						37.29
	Equipos					
303030001	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		10.0000	49.06	4.91
						4.91

De las tablas 179 y 182, se concluye que los muros de albañilería con ladrillos de vidrio resultan ser menos costosos que los muros de albañilería realizadas con ladrillos artesanal tradicional; es de 11.49 soles menos en los muros amarrados de sogas y de 24.59 soles menos en los muros amarrados de cabeza.

De las tablas 180 y 181, se concluye que los muros de albañilería realizadas con ladrillos puzolanicos resultan ser menos costosos que los ladrillos mixtos; es de 3.55 soles menos en los muros amarrados de sogas y de 6.70 soles menos en los muros amarrados de cabeza.

4. COMPARACIÓN DE PRESUPUESTOS.

4.1. Albañilería con Ladrillo Artesanal de San Pedro de Saños

Presupuesto

Presupuesto **ALBAÑILERIA CON LADRILLO ARTESANAL DE SAN PEDRO DE SAÑOS**
Lugar **HUANCAYO - HUANCAYO - JUNIN**

Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01.02.05	ALBAÑILERIA				

	PRIMER PISO				
01.02.05.01	AMARRE DE CABEZA JUNTA 1.5 cm MORTERO 1:4	m2	68.38	111.85	7,648.30
	SEGUNDO PISO				
01.02.05.02	AMARRE DE CABEZA JUNTA 1.5 cm MORTERO 1:4	m2	68.38	111.85	7,648.30
01.02.05.03	AMARRE DE SOGA JUNTA 1.5 cm MORTERO 1:4	m2	10.08	62.51	630.10
	COSTO DIRECTO				15,926.71
	PRESUPUESTO TOTAL				15,926.71

4.2. Albañilería con Ladrillo Artesanal Puzolanico

Presupuesto

Presupuesto **ALBAÑILERIA CON LADRILLO ARTESANAL PUZOLÁNICO**

Lugar **HUANCAYO - HUANCAYO - JUNIN**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01.02.05	ALBAÑILERIA				
	PRIMER PISO				
01.02.05.01	AMARRE DE CABEZA JUNTA 1.5 cm MORTERO 1:4	m2	68.38	99.36	6,794.24
	SEGUNDO PISO				
01.02.05.02	AMARRE DE CABEZA JUNTA 1.5 cm MORTERO 1:4	m2	68.38	99.36	6,794.24
01.02.05.03	AMARRE DE SOGA JUNTA 1.5 cm MORTERO 1:4	m2	10.08	55.68	561.25
	COSTO DIRECTO				14,149.73
	PRESUPUESTO TOTAL				14,149.73

4.3. Albañilería con Ladrillo Artesanal Mixto:

Presupuesto

Presupuesto **ALBAÑILERIA CON LADRILLO ARTESANAL MIXTO**

Lugar **HUANCAYO - HUANCAYO - JUNIN**

Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01.02.05	ALBAÑILERIA				
	PRIMER PISO				
01.02.05.01	AMARRE DE CABEZA JUNTA 1.5 cm MORTERO 1:4	m2	68.38	106.06	7,252.38
	SEGUNDO PISO				

01.02.05.02	AMARRE DE CABEZA JUNTA 1.5 cm MORTERO 1:4	m2	68.38	106.06	7,252.38
01.02.05.03	AMARRE DE SOGA JUNTA 1.5 cm MORTERO 1:4	m2	10.08	59.23	597.04
	COSTO DIRECTO				15,101.80
	PRESUPUESTO TOTAL				15,101.80

4.4. Albañilería con Ladrillo Artesanal con Vidrio:

Presupuesto

Presupuesto **ALBAÑILERIA CON LADRILLO ARTESANAL CON VIDRIO**

Lugar **HUANCAYO - HUANCAYO - JUNIN**

Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01.02.05	ALBAÑILERIA				
	PRIMER PISO				
01.02.05.01	AMARRE DE CABEZA JUNTA 1.5 cm MORTERO 1:4	m2	68.38	91.26	6,240.36
	SEGUNDO PISO				
01.02.05.02	AMARRE DE CABEZA JUNTA 1.5 cm MORTERO 1:4	m2	68.38	91.26	6,240.36
01.02.05.03	AMARRE DE SOGA JUNTA 1.5 cm MORTERO 1:4	m2	10.08	51.02	514.28
	COSTO DIRECTO				12,995.00
	PRESUPUESTO TOTAL				12,995.00

De las tablas anteriores se concluye:

- Si bien el costo de los muros artesanales con ladrillo tradicional, además de ser más costosos, tampoco garantizan resistencia ni durabilidad.
- Analizando el costo total de la edificación por metro cuadrado elaborados con ladrillos mejorados; el diseño con ladrillos mixtos resulta ser más costoso, esto debido a que se tiene mayor cantidad de muros amarrados en cabeza y sogá en los muros artesanales.
- Los presupuestos totales para cada diseño resulta ser diferentes por poseer cada uno ellos diferentes insumos, resultando que la tiene albañilería con ladrillo vidrioso tiene una diferencia de 2931.71 soles frente a la albañilería con

ladrillo artesanal de San Pedro de Saños, asimismo la albañilería con ladrillo mixto tiene una diferencia de 952.07 soles frente a la albañilería de ladrillo puzolánico.