



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Propiedades físico - mecánicas de los ladrillos de tereftalato de polietileno para el diseño de viviendas unifamiliares en Ate-Huaycán
2020.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Alvarez Raymundo, Jose Yerson (ORCID: 0000-0003-0028-1618)

Bartolo Guerra, Jhenyfer Natali (ORCID: 0000-0003-1841-9507)

ASESOR:

Mg. Díaz Huiza, Luis Humberto (ORCID: 0000-0003-1304-5008)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA-PERÚ

2020

DEDICATORIA

Este proyecto de investigación está dedicada a nuestros padres. Por ofrecernos su apoyo incondicional durante este periodo de 5 años de vida académica. Por escucharnos y aconsejarnos para que día a día podemos mejorar como persona y como profesional.

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios por iluminarnos y guiarnos durante esta etapa universitaria; además agradecer de forma muy especial a nuestros padres por brindarnos y darnos la oportunidad de poder de poder iniciar esta maravillosa carrera de Ingeniería Civil. Agradecer también a nuestra casa de Estudio, la Universidad César Vallejo por apoyarnos de desarrollarnos profesionalmente y brindarnos sus laboratorios para realizar nuestras investigaciones.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
I. INTRODUCCIÓN.....	17
II. MARCO TEÓRICO.....	26
III METODOLOGÍA.....	39
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	39
3.2 Variables de Operacionalización.....	40
3.3 Población y muestra, selección de la unidad de análisis.....	41
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	42
3.5 Procedimientos.....	43
3.6 Métodos de análisis de datos.....	43
3.7 Aspectos éticos.....	44
IV RESULTADOS.....	45
V DISCUSIÓN.....	152
VI CONCLUSIONES.....	154
VI RECOMENDACIONES.....	156
REFERENCIAS.....	157
ANEXOS.....	161

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos técnicos del Polietileno-Tereftalato (PET).....	31
Tabla 2. Clasificación estructural.....	33
Tabla 3. Limitaciones en su aplicación.....	34
Tabla 4. Matriz de operacionalización de la variable 1.....	40
Tabla 5. Matriz de operacionalización de la variable 2.....	40
Tabla 6. Cantidad de muestras y unidades de albañilería.....	41
Tabla 7. Cuadro de Instrumentos.....	49
Tabla 8. Granulometría agregado pet.....	51
Tabla 9. Peso unitario suelto agregado fino pet.....	52
Tabla 10. Peso unitario compactado agregado fino pet.....	52
Tabla 11. Peso específico y absorción agregado fino pet.....	53
Tabla 12. Contenido de Humedad Agregado fino pet.....	54
Tabla 13. Resistencia de la compresión promedio.....	58
Tabla 14. Asentamientos recomendados para varios tipos de consistencia.....	58
Tabla 15. Relación agua – cemento y resistencia a compresión de concreto.....	59
Tabla 16. Volumen unitario de agua.....	59
Tabla 17. Contenido de aire atrapado.....	60
Tabla 18. Volumen de agregado grueso pet por unidad de volumen de concreto.....	60
Tabla 19. Diseño mezcla.....	62
Tabla 20. <i>Diseño de mezcla con 27% de Pet.</i>	63
Tabla 21. Diseño de mezcla para 1 unidad de ladrillo con 27% de pet.....	63
Tabla 22. <i>Diseño de mezcla con 32% de Pet.</i>	63
Tabla 23. Diseño de mezcla para 1 unidad de ladrillo con 32% de pet.....	63
Tabla 24. Diseño de mezcla con 37% de Pet.....	64
Tabla 25. Diseño de mezcla para 1 unidad de ladrillo con 37% de pet.....	64
Tabla 26. Dimensiones específicas de la unidad de albañilería.....	78
Tabla 27. Resultados de ensayo de variación dimensional en unidades albañilería con 27% PET.....	79
Tabla 28. Resultados de ensayo de variación dimensional en unidades albañilería con 32% PET.....	79
Tabla 29. Resultados de ensayo de variación dimensional en unidades albañilería con 37% PET.....	79
Tabla 30. <i>Ensayo de alabeo en unidades de albañilería con 27 % de PET.</i>	81
Tabla 31. <i>Ensayo de alabeo en unidades de albañilería con 32 % de PET.</i>	81

Tabla 32. <i>Ensayo de alabeo en unidades de albañilería con 37 % de PET.</i>	82
Tabla 33. Resultados de ensayo de absorción de unidades de albañilería con 27% PET.	85
Tabla 34. <i>Resultados de ensayo de absorción de unidades de albañilería con 32% PET.</i>	85
Tabla 35. Resultados de ensayo de absorción de unidades de albañilería con 37% PET.	86
Tabla 36. <i>Resultados de ensayo de eflorescencia en unidades albañilería con 27% PET.</i>	88
Tabla 37. <i>Resultados de ensayo de eflorescencia en unidades albañilería con 32% PET.</i>	89
Tabla 38. <i>Resultados de ensayo de eflorescencia en unidades albañilería con 37% PET.</i>	89
Tabla 39. Resultados de ensayo a resistencia a la compresión de ladrillos con 27% PET a los 7 días.	94
Tabla 40. Resultados de ensayo a resistencia a la compresión de ladrillos con 32% PET a los 7 días.	94
Tabla 41. Resultados de ensayo de resistencia a la compresión de ladrillos con 37% PET a 7 días.....	94
Tabla 42. Resultados de ensayo a resistencia a la compresión de ladrillos con 27% PET a los 28 días.	96
Tabla 43. Resultados de ensayo a resistencia a la compresión de ladrillos con 32% PET a los 28 días.	96
Tabla 44. Resultados de ensayo a resistencia a la compresión de ladrillos con 37% PET a los 28 días.	97
Tabla 45. Resultados de ensayo a resistencia a la compresión axial en pilas con ladrillos con 27% PET a los 28 días.....	101
Tabla 46. Resultados de ensayo a resistencia a la compresión axial en pilas con ladrillos con 32% PET a los 28 días.....	101
Tabla 47. Resultados de ensayo a resistencia a la compresión axial en pilas con ladrillos con 37% PET a los 28 días.....	101
Tabla 48. Ensayo resistencia a compresión diagonal en muretes de albañilería de 27% PET a 14 días.....	107
Tabla 49. Ensayo resistencia a compresión diagonal en muretes de albañilería de 32% PET a 14 días.....	107

Tabla 50. Ensayo resistencia a compresión diagonal en muretes de albañilería de 37% PET a 14 días.....	107
Tabla 51. Ensayo resistencia a compresión diagonal en muretes de albañilería de 27% PET a 28 días.....	110
Tabla 52. Ensayo resistencia a compresión diagonal en muretes de albañilería de 32% PET a 28 días.....	110
Tabla 53. Ensayo resistencia a compresión diagonal en muretes de albañilería de 37% PET a 28 días.....	110
Tabla 54. Resumen de ensayo de variación dimensional en unidades de albañilería. ...	112
Tabla 55. Resumen de ensayo de alabeo en unidades de albañilería.	113
Tabla 56. Resumen de ensayo de absorción en unidades de albañilería.	114
Tabla 57. Resumen de resultados de ensayo resistencia a compresión de unidades de albañilería a 28 días.....	116
Tabla 58. Resumen de resultados de ensayo de resistencia a compresión axial en pilas con unidades de albañilería con incorporación de tereftalato de polietileno.	117
Tabla 59. Resumen de ensayo de resistencia de compresión diagonal en muretes.	118
Tabla 60. Resumen de eflorescencia en ladrillos con tereftalato de polietileno.....	120
Tabla 61. Variación dimensional de ladrillo Tipo IV.....	126
Tabla 62. Prueba de mediana de variación dimensional en ladrillo con 27% pet.	126
Tabla 63. Prueba de mediana de variación dimensional en ladrillo con 32% pet.	126
Tabla 64. Prueba de mediana de variación dimensional en ladrillo con 37% pet.	127
Tabla 65. Prueba mediana de alabeo en ladrillo con 27% Pet.	129
Tabla 66. Prueba mediana de alabeo en ladrillo con 32% Pet.	129
Tabla 67. Prueba mediana de alabeo en ladrillo con 37% Pet.	129
Tabla 68. Datos SPSS.....	130
Tabla 69. Prueba de normalidad.....	131
Tabla 70. Cuadro de pruebas de normalidad.....	131
Tabla 71. Estadísticas de grupo.	131
Tabla 72. Prueba de muestras independientes.....	132
Tabla 73. Datos SPSS.....	132
Tabla 74. Pruebas de normalidad.....	133
Tabla 75. Cuadro de pruebas de normalidad.....	133
Tabla 76. Estadísticas de grupo.	134
Tabla 77. Prueba de muestras independientes.....	134
Tabla 78. Datos SPSS.....	135
Tabla 79. Pruebas de normalidad.....	135

Tabla 80. Cuadro de pruebas de normalidad.....	135
Tabla 81. Estadísticas de grupo.	136
Tabla 82. Prueba de muestras independientes.....	136
Tabla 83. Resistencias características de la albañilería Mpa (Kg/cm ²).	138
Tabla 84. Datos SPSS.....	138
Tabla 85. Pruebas de normalidad.....	138
Tabla 86. Cuadro de pruebas de normalidad.....	139
Tabla 87. Estadísticas de grupo.	139
Tabla 88. Prueba de muestras independientes.....	139
Tabla 89. Datos SPSS.....	140
Tabla 90. Pruebas de normalidad.....	141
Tabla 91. Cuadro de pruebas de normalidad.....	141
Tabla 92. Estadísticas de grupo.	142
Tabla 93. Prueba de muestras independientes.....	142
Tabla 94. Datos SPSS.....	143
Tabla 95. Pruebas de normalidad.....	143
Tabla 96. Cuadro de pruebas de normalidad.....	144
Tabla 97. Estadísticas de grupo.	144
Tabla 98. Prueba de muestras independientes.....	144
Tabla 99. Datos SPSS.....	145
Tabla 100. Prueba de normalidad.....	145
Tabla 101. <i>Cuadro de pruebas de normalidad</i>	146
Tabla 102. Estadísticas de grupo.....	146
Tabla 103. Prueba de muestras independientes.....	147
Tabla 104. Datos SPSS.....	147
Tabla 105. Prueba de normalidad.....	148
Tabla 106. <i>Cuadro de pruebas de normalidad</i>	148
Tabla 107. Estadísticas de grupo.....	148
Tabla 108. Prueba de muestras independientes.....	149
Tabla 109. Datos SPSS.....	150
Tabla 110. Prueba de normalidad.....	150
Tabla 111. <i>Cuadro de pruebas de normalidad</i>	150
Tabla 112. Estadísticas de grupo.....	151
Tabla 113. Prueba de muestras independientes.....	151
Tabla 114. Matriz de consistencia.....	163
Tabla 115. Formato para recopilación de datos de variación dimensional.	165

Tabla 116. Formato de recopilación de datos de ensayo a resistencia a compresión ...	166
Tabla 117. Formato de recopilación de datos de ensayo de absorción.....	167
Tabla 118. Formato de recopilación de datos de ensayo a resistencia a compresión diagonal.....	168

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ladrillos con tereftalato de polietileno.....	18
Figura 2. Huaycán Zona Z.....	21
Figura 3. Clasificación de plásticos.	30
Figura 4. Botella de plástico.	30
Figura 5. Ciclo de reciclaje.	32
Figura 6. Ladrillos artesanales.	33
Figura 7. Cemento.	35
Figura 8. Mortero.....	36
Figura 9. Fases del procedimiento.	45
Figura 10. Cemento Sol.	46
Figura 11. Plástico reciclado y plástico molido.	46
Figura 12. Agua potable.....	47
Figura 13. Máquina trituradora de plástico.	48
Figura 14. <i>Curva granulométrica.</i>	51
Figura 15. Peso unitario suelto y compactado.....	54
Figura 16. Ensayo granulométrico del pet.	54
Figura 17. Certificado de ensayo granulométrico del Tereftalato de Polietileno.....	55
Figura 18. Certificado de ensayo de peso unitario suelto y compactado del tereftalato de polietileno.	56
Figura 19. Certificado de Peso específico y Absorción del Tereftalato de Polietileno.	57
Figura 20. Certificado de diseño de mezcla para 27% Pet.	65
Figura 21. Certificado de diseño de mezcla para 32% Pet.	66
Figura 22. Certificado de diseño de mezcla para 37% Pet.	67
Figura 23. Tubular Rectangular.....	68
Figura 24. Cortado de piezas para molde.....	69
Figura 25. <i>Piezas cortadas.</i>	70
Figura 26. Trazo en piezas.....	70
Figura 27. Armado de molde con espigas.	71
Figura 28. Armado de Molde.....	71
Figura 29. Moldes para elaboración de ladrillos.	72
Figura 30. Materiales.....	73
Figura 31. Cálculo de materiales.....	73
Figura 32. Mezcla de materiales.	74
Figura 33. Colocación de desmoldante.	74
Figura 34. Vaciado de la mezcla.	75

Figura 35. Reposo de mezcla y desmoldado.....	75
Figura 36. Muestras listas para su secado.	76
Figura 37. Estructura interna del ladrillo.	76
Figura 38. Ladrillos con tereftalato de polietileno.....	77
Figura 39. Ensayo de variación dimensional.	78
Figura 40. Certificado de resultados de ensayo de variación dimensional.....	80
Figura 41. <i>Certificado de resultados de ensayo de alabeo.</i>	83
Figura 42. Unidades de ladrillo en el horno.	84
Figura 43. <i>Certificado de resultados de ensayo de absorción.</i>	87
Figura 44. Certificado de resultados de ensayo de eflorescencia en unidades de albañilería.	90
Figura 45. Preparación de las unidades de albañilería antes del ensayo.	92
Figura 46. Ensayo de Resistencia a Compresión del ladrillo con 27%, 32% y 37% de plástico.	92
Figura 47. Ensayo de resistencia a compresión del ladrillo con plástico.....	93
Figura 48. Resistencia a compresión mayor en ladrillo con 32% pet a los 7 días..	93
Figura 49. Certificado de resultados de ensayo a compresión en unidades a 7 días.....	95
Figura 50. Resistencia a compresión en ladrillo con 27% pet a los 28 días.....	97
Figura 51. Resistencia a compresión en ladrillo con 32% pet a los 28 días.....	97
Figura 52. Resistencia a compresión en unidades de albañilería.	97
Figura 53. Certificado de resultados de ensayo a compresión en unidades a 28 días.....	98
Figura 54. Elaboración de pilas con ladrillos con pet.....	99
Figura 55. Medición de pilas de albañilería.	100
Figura 56. Ensayo de resistencia a compresión axial en pilas.....	100
Figura 57. <i>Certificado de resultados de ensayo a compresión axial en pilas de ladrillos con 27% pet.</i>	102
Figura 58. Certificado de resultados de ensayo a compresión axial en pilas de ladrillos con 32% pet.	103
Figura 59. Certificado de resultados de ensayo a compresión axial en pilas de ladrillos con 37% pet.	104
Figura 60. Mortero para asentamiento de ladrillos para elaboración de murete.....	106
Figura 61. Ensayo de resistencia a compresión diagonal en Murete.	106
Figura 62. Muestra para el ensayo a Compresión Diagonal en Murete en diferentes porcentajes de PET a los 14 días.	106
Figura 63. Certificado de resultados de ensayo a compresión diagonal en murete a los 14 días.....	108

Figura 64. Ensayo de resistencia de compresión diagonal en muretes de albañilería a los 28 días.....	109
Figura 65. Ensayo de resistencia de compresión diagonal en muretes de albañilería elaborados con ladrillos fabricados con 27%, 32% y 37% pet.....	109
Figura 66. Certificado de resultados de ensayo a compresión diagonal en muretes a los 28 días.....	111
Figura 67. Gráfico comparativo de ensayo de absorción con distintas clases de ladrillo.	115
Figura 68. Gráfico comparativo de resistencia a compresión de unidades de albañilería con diferentes tipos de ladrillos de la norma E. 070.	116
Figura 69. <i>Gráfico comparativo de resistencia a compresión axial con los demás tipos de ladrillos de la norma E.070.....</i>	118
Figura 70. Gráfico comparativo de resistencia a compresión diagonal con distintas clases de ladrillo, según la norma E.070.....	119
Figura 71. Asignación de variables, valores y etiquetas.	120
Figura 72. Asignación de valores correspondientes.	121
Figura 73. Opciones para Explorar datos.	121
Figura 74. Asignación de variables.....	121
Figura 75. Selección de opción Gráficos de normalidad.....	122
Figura 76. Resumen de procesamiento de datos.	122
Figura 77. Prueba de normalidad.	123
Figura 78. Opciones para realizar Prueba T de Student.....	123
Figura 79. Asignación de variables.....	124
Figura 80. Definición de grupos.....	124
Figura 81. Estadísticas de grupo y prueba de muestras independientes.	125
Figura 82. Cuadro comparativo del ensayo de variación dimensional con la norma E.070	127
Figura 83. Cuadro comparativo del ensayo de variación dimensional con la norma E.070.....	128
Figura 84. <i>Cuadro comparativo del ensayo de variación dimensional con la norma E.070.....</i>	128
Figura 85. Hoja de Validación de instrumentos.	169
Figura 86. Formato de Opinión de expertos de instrumentos de investigación.....	169
Figura 87. Formato de Opinión de expertos de instrumentos de investigación.....	170
Figura 88. Formato de Opinión de expertos de instrumentos de investigación.....	171
Figura 89. Formato de cotización de ensayos de laboratorio.....	172

Figura 90. Certificado de calibración con símbolo de Acreditación.....	173
Figura 91. Certificado de calibración de prensa de concreto.....	174
Figura 92. Certificado de calibración de Balanza.....	175
Figura 93. Certificado de calibración de horno.....	176
Figura 94. Vaciado de Mezcla.....	177
Figura 95. Mezcla de materiales.....	177
Figura 96. Secado de ladrillos.....	177
Figura 97. Reposo de mezcla en molde.....	177
Figura 99. Elaboración de unidades de albañilería.....	177
Figura 98. Ladrillos con Tereftalato de Polietileno.....	177
Figura 100. Mayor resultado de resistencia a compresión en unidades de albañilería.....	177
Figura 101. Ensayo a compresión de unidades de albañilería.....	177
Figura 102. Pilas y Muretes.....	177

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ACI: American Concrete Institute.

CEVE: Centro Experimental de la Vivienda Económica.

INDECOPI: Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual.

MIDIS: Ministerio de desarrollo e inclusión social.

MINAN: Ministerio de Ambiente.

PEAD: Polietileno de Alta Densidad.

PET: Tereftalato de Polietileno.

RNE: Reglamento Nacional de Edificaciones.

UFRO: Universidad de la Frontera.

RESUMEN

Este proyecto de investigación titulada “Propiedades físico - mecánicas de los ladrillos de tereftalato de polietileno para el diseño de viviendas unifamiliares en Ate-Huaycán 2020”. Investigación realizada con el objetivo de determinar la influencia de las propiedades físico - mecánicas en los ladrillos de tereftalato de polietileno con la finalidad de establecer una dosificación exacta para elaborar ladrillos portantes. Esta investigación tendrá una metodología experimental de tipo cuantitativa. para ello se realizaron ensayos específicos al tereftalato de polietileno para poder obtener algunos valores requeridos para el diseño de mezcla correspondiente. A partir de ello realizó el diseño de mezcla correspondiente con los valores de 27%, 32% y 37% Pet para la elaboración de ladrillos, estas fueron evaluadas mediante ensayos realizados a los 28 días de edad; en el ensayo de variación dimensional se observó que los ladrillos con tereftalato de polietileno presentan mínimas variaciones en las dimensiones, así mismo en el ensayo de alabeo se obtuvo resultados permitidos según la normativa con respecto a la concavidad o convexidad del ladrillo, juntamente en el ensayo de absorción representa que la unidad es resistente a la intemperie, obteniendo rangos bajos de 5.3%, 2.2% y 4.1% respectivamente lo cual está permitido; además de ello en el ensayo de resistencia a compresión de unidades evaluada a los 28 días de edad se obtuvo como máximo valor 213.1 kg/cm^2 de la unidad de albañilería con 32%Pet, clasificándolo como ladrillo Tipo V y los resultado de resistencia a compresión diagonal tienen un valor máximo de 9.3 Kg/cm^2 a los 28 días de edad. Concluyendo que se determinó la influencia significativa de las propiedades físico-mecánicas de los agregados en los ladrillos de tereftalato de polietileno para el diseño de viviendas unifamiliares en Ate-Huaycán 2020.

Palabras clave: Tereftalato de polietileno, propiedades físico – mecánicas, ladrillos.

ABSTRACT

This research project entitled "Physical-mechanical properties of polyethylene terephthalate bricks for the design of single-family homes in Ate-Huaycán 2020". Research carried out with the aim of determining the influence of the physical - mechanical properties in polyethylene terephthalate bricks in order to establish an exact dosage to produce bearing bricks. This research will have a quasi-experimental quantitative methodology. For this, specific tests were carried out on polyethylene terephthalate in order to obtain some values required for the corresponding mixture design. From this, he made the corresponding mixture design with the values of 27%, 32% and 37% Pet for the elaboration of bricks, these were evaluated through tests carried out at 28 days of age; In the dimensional variation test, it was observed that bricks with polyethylene terephthalate present minimal variations in dimensions, likewise in the warping test, results allowed according to the regulations were obtained with respect to the concavity or convexity of the brick, together in the test of absorption represents that the unit is resistant to the elements, obtaining low ranges of 5.3%, 2.2% and 4.1% respectively which is allowed; Furthermore, in the compressive strength test of units evaluated at 28 days of age, a maximum value of 213.1kg/cm² of the masonry unit was obtained with 32% Pet, classifying it as Type III brick and the results of compressive strength diagonal have a maximum value of 9.3Kg/cm² at 28 days of age. Concluding that the significant influence of the physical-mechanical properties of the aggregates in the polyethylene terephthalate bricks for the design of single-family homes in Ate-Huaycán 2020 was determined.

Keywords: Polyethylene terephthalate, physical - mechanical properties, bricks

I. INTRODUCCIÓN

Esta investigación fue realizada a partir de la evaluación y estudio generada por la inadecuada gestión y excesiva contaminación de residuos sólidos a nivel mundial. Según el informe dado por el Banco Mundial en un panorama de gestión de estos desechos refiere que se deben tomar acciones y medidas urgentes para poder mitigar el incremento excesivo de esta contaminación, a través de los próximos años, en consecuencia, al crecimiento poblacional en todo el mundo. De la misma forma también refiere 2016 se produjo más de 240 millones de toneladas de desechos sólidos; de los cuales un 12% se representan en los residuos plásticos, generados por una inadecuada gestión y recolección de los mismos.

De tal manera también el Centro Experimental De La Vivienda Económica (CEVE) refieren que el propósito de tratar de compensar o equilibrar el crecimiento poblacional con la gestión de residuos; es por ello que esta investigación tiene como finalidad realizar elementos a base de materiales reciclables en el sector construcción teniendo como objetivos; innovar con las alternativas de componentes de la construcción de manera liviana, así también obteniendo una buena resistencia mecánica apto para cumplir con los requerimientos de habitabilidad; así mismo beneficiar la relación entre el sector construcción y el medio ambiente, colaborando así con la mitigación de contaminación; dado que se sabe que el material plástico tarda mucho tiempo en biodegradarse y mucho más si estos materiales se encuentran enterrados; es por ello que esta alternativa tiene como propósito también el de promover el reciclaje, ya que, es una alternativa beneficiosa en el aspecto ambiental, dado que se reducen las cantidades de basurales y residuos al aire libre (Gaggino, 2008, p. 140).

Es por ello que varios países como Argentina, Colombia iniciaron proyectos hace ya algunos años, obteniendo resultados satisfactorios, ya que, son alternativas amigables con el medio ambiente.

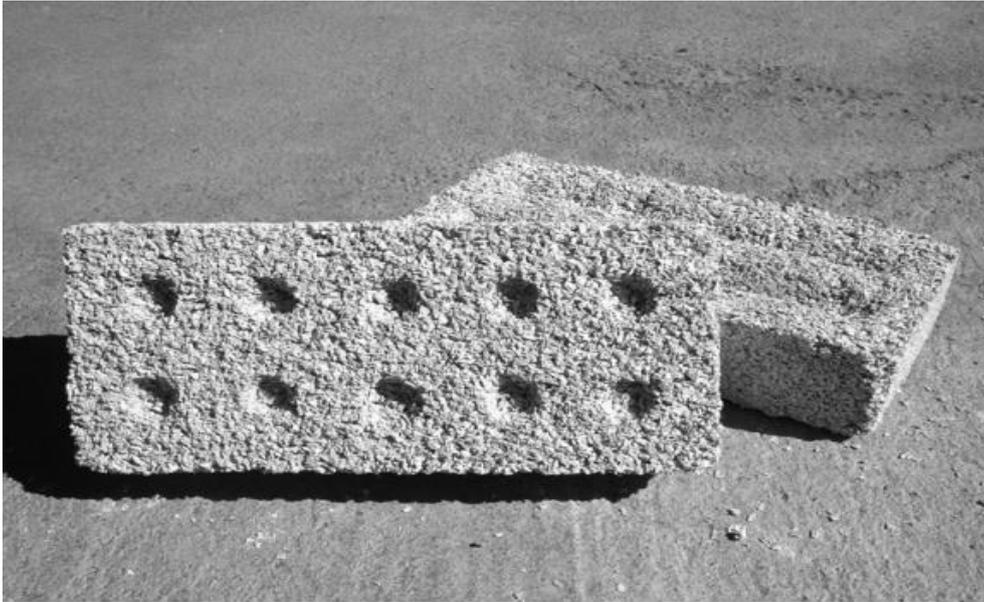


Figura 1. Ladrillos con tereftalato de polietileno.

A nivel mundial se ha ido innovando y buscando nuevas estrategias para equilibrar diversas situaciones y problemáticas, a partir de ello es donde Gerardo Gran Scheuch, estudiante de Ingeniería en la Universidad Central en Chile elabora un proyecto de viviendas sustentables, lo cual impulso a que él pueda innovar en la fabricación de ladrillos incorporando plástico triturado con el propósito de ayudar y contribuir con la mejora de la sociedad, esperando poder ayudar en la construcción de viviendas en diversos lugares de pobreza extrema; así mismo generar puestos de trabajo para la fabricación y construcción de viviendas de material reciclable e incentivar la construcción sostenible, logrando adaptar esta iniciativa a la realidad en Chile.

Si bien se sabe que para la construcción de alguna vivienda es indispensable definir el tipo de material a utilizarse, sabiendo también las necesidades que deberán cumplir. Se sabe que el ladrillo es un material indispensable para la construcción y que comúnmente en su gran mayoría se utiliza los ladrillos cocidos de arcilla en la construcción de hogares en zonas urbanas. Según el Manual del Maestro Constructor refiere que existen 2 tipos de muros, los cuales son portantes que cumplen con el objetivo de resistir el peso de la estructura y tabiques que tienen la función de separar diversos ambientes.

En estos últimos 5 años las unidades de albañilería han tenido varios cambios en el modo de fabricación, dosificación y agregados que los conforman entre una de ellas se encuentra la inserción de tereftalato de polietileno (PET) como un nuevo material para la fabricación de las unidades de albañilería para poder lograr construcciones más eficaces y ecológicas.

En Ecuador la empresa TRITUBOT están desarrollando ladrillos con Cemento, polvo de piedra, PET, aditivo y agua luego pasa a un proceso de vibrado y de compactación para luego obtener las unidades de albañilería. Este nuevo producto está teniendo gran acogida en este país teniendo el apoyo de los colegios y así desarrollando compañías de recolección teniendo como objetivo la creación de aulas con ladrillos PET cabe recalcar que solo lo utilizar en muros no portantes.

En Chile, algunos de los alumnos en la Universidad de la Frontera (UFRO) de la facultad de Ingeniería industrial desarrollaron el Plastic Brick que son ladrillos hechos de PET ensamblable tipo lego, promovido por la gran contaminación que tiene Chile ya que es el segundo país más contaminado de Latinoamérica. Desarrollando con 10 toneladas de plástico una casa de 45m² y para cada ladrillo se requiere de 25 botellas la cual se calienta a altas temperaturas permitiendo derretirse y formando los bloques de ladrillo. En sus propiedades más representativas es ser altamente térmico, pero teniendo deficiencias en resistencia a compresión la cual solo es utilizado en muros no portantes.

En el Perú de acuerdo al Ministerio de Ambiente (MINAN) que para el cierre del 2019 se produjo 7 millones de toneladas de residuos sólidos siendo un problema que pasa que cada año y no se realiza algo esto tiene un índice de crecimiento muy alto. El estado peruano trabaja en varios proyectos de reciclaje que ayude a concientización de los ciudadanos de cada departamento, pero la acogida es muy poca teniendo un 1.9% de personas que recicla siendo una cifra de menor intensidad para la cantidad de desechos que se genera diariamente, por tal motivo en el año 2010 se inicia esta investigación de ladrillos ecológicos.

Una de las investigaciones más importantes que se desarrolló en el Perú fue para optar el grado de ingeniero civil con el tema “El comportamiento estructural de muro utilizando ladrillos con agregados de plástico para viviendas en Campoy– San Juan de Lurigancho ” donde como finalidad tenían analizar los comportamientos de estos muros que fueron elaborados con los ladrillos tereftalato de polietileno realizando ensayos de compresión y absorción, En conclusión, a los diferentes ensayos a la resistencia a compresión se consigue 139 kg/cm^2 (Calderón, Rodríguez, 2018,p.8).

A nivel local se observa que Huaycán tiene la gran problemática de la pobreza y por ende miles de familias peruanas se hallan en una economía muy baja, ya sea por distintos factores como lo es el desempleo; teniendo como consecuencia que gran mayoría de personas no tengan las posibilidades para acceder a una vivienda con las condiciones requeridas de habitabilidad. Es por ello que estas personas utilizan diversos materiales de baja calidad y costo para poder tener un hogar acogedor. De tal manera, se busca que las botellas de plástico mayormente fabricadas de PET y el reciclaje de estas puedan permitir la implementación y utilización de este material en diversas industrias de la construcción civil y servir como alternativa ecológica. La utilización de estas botellas PET brinda una tecnología sostenible y apropiada, no genera gastos de energía ni requiere grandes inversiones tampoco produce desechos que puedan contribuir a la contaminación ambiental.

El reciclaje de estas botellas se realiza de una manera factible y sobre todo se da de una forma bastante económica, además contribuiría en reducir las altas cantidades de residuos plásticos acumulados en calles, parques, avenidas, Esta alternativa ecológica sería factible al ser complementado y utilizado en el ámbito de la construcción y teniendo la oportunidad de disminuir el déficit de vivienda, ya que, sector de la construcción civil en estos últimos tiempos ha tenido un crecimiento económico favorable y amigable con el ambiente.

De tal manera esta investigación busca implementar la utilización de ladrillos de concreto y plástico reciclado en el ámbito de la construcción civil, las cuales

tiene una demanda muy exigente las cuales son fabricados con: cemento, agregado grueso, agregado fino y arcilla. Por lo tanto, en esta investigación se busca analizar Propiedades físico - mecánicas de los ladrillos de tereftalato de polietileno para el diseño de viviendas unifamiliares en Ate-Huaycán 2020.



Figura 2. Huaycán Zona Z.

Formulación del problema

En esta investigación se formula el siguiente problema general: ¿De qué manera influye el tereftalato de polietileno en las propiedades físico – mecánicas de los ladrillos para el diseño de viviendas unifamiliares en Ate-Huaycán 2020?, así mismo, también se plantea tres problemas específicos para determinar las propiedades físicas y mecánicas los ladrillos fabricados con tereftalato de polietileno por lo tanto se plantea: ¿De qué modo influye el tereftalato de polietileno en las propiedades físicas de los ladrillos para el diseño de viviendas unifamiliares en Ate-Huaycán 2020?, ¿En qué medida influye el tereftalato de polietileno en las propiedades mecánicas de los ladrillos para el diseño de viviendas unifamiliares en Ate-Huaycán 2020? y por último ¿Cuál es el efecto del tereftalato de polietileno en las propiedades mecánicas de muros portantes para el diseño de viviendas unifamiliares en Ate-Huaycán 2020?.

Justificación del estudio.

La reciente investigación tiene como finalidad buscar nuevas alternativas de construcción sostenible. La implementación de plástico en la elaboración de las unidades de albañilería como materia prima, para obtener ladrillos portantes y sobre todo que sean económicos y accesibles para los pobladores del distrito de Ate exactamente en la zona de Huaycán.

Justificación Teórica

La actual investigación tiene como finalidad el estudio de las principales propiedades de las unidades de albañilería elaborados con (PET) y tener nuevas alternativas de construcciones sostenibles. La obtención del diseño de mezcla con una dosificación exacta para elaborar ladrillos portantes. Toda la información adquirida y visualizada será recopilada, procesada y difundida para que sirva como base de futuras investigaciones sobre construcciones ecológicas.

La justificación teórica del TEREFTALATO DE POLIETILENO (PET) (V1), La implementación de PET busca modificar propiedades mecánicas que tienen que ver con la durabilidad de los ladrillos con diferentes dosificaciones con tal de establecer una dosificación óptima para proponer nuevas alternativas de muros portantes y así poder contribuir a las construcciones ya existentes. Es de vital importancia buscar nuevos materiales que ayuden a concientizar a las personas y la importancia de la recolección selectiva de las (3R). Dejando como base todos los datos analizados en este proyecto para así contribuir con futuras investigaciones de construcciones sostenibles que cumplan con los requerimientos mínimos de las normas que le prevalecen.

La justificación teórica de las PROPIEDADES FÍSICAS - MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS (V2), Es poder mejorar las propiedades mecánicas de los ladrillos convencionales aplicando nuevos materiales, procesos y técnicas que ayuden a superar los requerimientos mínimos de las normas de albañilería y así poder reemplazar los ladrillos convencionales y generando construcciones sostenibles que ayuden al medio ambiente.

Justificación Práctica

La reciente investigación se argumenta como la búsqueda de una nueva alternativa que soluciona a dos grandes problemas actuales del distrito de Ate cual es la contaminación y el déficit de vivienda por ellos nos vemos incentivados en el estudio de la implementación de este nuevo material como un agregado para elaborar los ladrillos.

Los analices desarrollados a las propiedades físicas- mecánicas presentadas en esta investigación servirán para difundir esta nueva practica de recolección de este tipo de residuos sólidos reutilizarlos como material que servirá para elaborar ladrillos portantes y ecológicos.

Se dará a conocer la dosificación óptima para elaborar un diseño de mezcla para muros portantes, también daremos conocer las ventajas que presenta este material ante los ladrillos convencional, ya que cuenta con una mejoría en el aspecto social, ambiental y sobre todo en el económico.

La finalidad de los ladrillos elaborados con PET es reemplazar a los ladrillos convencionales y poder utilizarlos en cualquier tipo de vivienda ya que estos serán ladrillos portantes denominados tipo IV o V.

Los resultados obtenidos se presentarán a las autoridades pertinentes para poner esta investigación a su disposición como el Ministerio de desarrollo e inclusión social (MIDIS), Ministerio del Ambiente (MINAN) y la Municipalidad de Huaycán para que con su apoyo podamos aplicar en zonas rurales de baja economía y así poder contribuir con el progreso de nuestro país.

Justificación Metodológica.

La presente investigación se realizó con el enfoque cuantitativo, mediante ensayos vamos analizar informaciones obtenidas en laboratorio para poder analizar las propiedades físicas- mecánicas y servir como antecedentes hacia futuras investigación, con este método se llegará a conocer la variación de sus

propiedades de los ladrillos al agregar el tereftalato de polietileno en diferentes porcentajes.

Justificación económica

En el distrito de Ate exactamente en la zona de Huaycán una gran cantidad de sus pobladores no cuentan con una vivienda de material noble ya que las construcciones tradicionales son caras tales como los materiales, mano de obra, transporte. Por eso la elaboración de estos ladrillos con PET tendrán un costo más bajo de los tradicionales teniendo las mismas características que estos. Con el apoyo de la municipalidad se puede realizar campañas y convenios para que todos tengan la accesibilidad de este material. Ayudando así a miles de familias de bajos recursos económicos.

Formulación de objetivos.

La utilización de tereftalato de polietileno como agregado para la fabricación de ladrillo ayuda a realizar construcciones sostenibles y sobre todo estos ladrillos pueden reemplazar a los convencionales ya que tendrán propiedades físicas y mecánicas iguales o mayores a estas, calificándolos como ladrillos portantes.

En la presente investigación se formuló el siguiente objetivo general: Determinar la influencia del tereftalato de polietileno en las propiedades físico – mecánicas de los ladrillos para el diseño de viviendas unifamiliares en Ate-Huaycán 2020. Del mismo modo se formuló tres objetivos específicos que es analizar la influencia del tereftalato de polietileno en las propiedades físicas de los ladrillos mediante los ensayos de variación dimensional y alabeo, definir la influencia del tereftalato de polietileno en las propiedades mecánicas de los ladrillos mediante el ensayo de resistencia a compresión y por último analizar el efecto del tereftalato de polietileno en las propiedades mecánicas de muros portantes mediante el ensayo de resistencia a compresión diagonal.

Formulación Hipótesis

En relación con nuestros antecedentes investigados se plantea la siguiente hipótesis general el tereftalato de polietileno influirá de manera favorable en las

propiedades físico – mecánicas de los ladrillos para el diseño de viviendas unifamiliares en Ate-Huaycán 2020. También se formula tres hipótesis el tereftalato de polietileno intervendrá de manera favorable en las propiedades físicas de los ladrillos para el diseño de viviendas unifamiliares en Ate-Huaycán 2020, además el tereftalato de polietileno influirá de manera favorable en las propiedades mecánicas de los ladrillos para el diseño de viviendas unifamiliares en Ate-Huaycán 2020 y por último el tereftalato de polietileno tendrá un efecto favorable en las propiedades mecánicas de muros portantes para el diseño de viviendas unifamiliares en Ate-Huaycán 2020.

II. MARCO TEÓRICO

Antecedentes Internacionales

(Aguirre, 2013). En la tesis titulada “El plástico reciclado como elemento constructor de la vivienda”. El autor menciona que la investigación realizada tiene como objetivo analizar las construcciones ecológicas dadas con materiales reciclables, es por ello que también menciona a la arquitectura ecológica con estos materiales, con el fin de aplicarlo en el medio, teniendo en cuenta factores externos como la climatología, pero con un mayor enfoque en la mitigación de la contaminación excesiva del medio ambiente, dado que es un problema a nivel mundial; de la misma forma realizar prototipos y ensayos de probetas de concreto con plástico incorporado que garanticen los requerimientos según la normativa. Aplicando una metodología experimental. Obteniendo como resultados con respecto a la resistencia a compresión de las probetas con la incorporación del plástico obteniendo valores menores a 100 Kg/cm^2 aun con la inclusión de un aditivo. En la cual se llegó a la conclusión que la mezcla no podría ser utilizada en elementos estructurales, ya que, para cumplir la función de elementos estructurales se debería obtener resistencias mayores a 120 Kg/cm^2 ; sin embargo, para la fabricación de bloques incorporando plástico triturado refiere que se requiere una menor resistencia oscilando entre 45 Kg/cm^2 , por ende de una u otra forma el autor refiere que se realicen estos bloques, dado que es una alternativa viable, siendo utilizados para levantamiento de mampostería.

(Silvestre, 2015). En su tesis titulada “Análisis de concreto con tereftalato de polietileno (PET) como aditivo para aligerar elementos estructurales”, investigación realizada a partir de los antecedentes sísmicos del lugar, con la finalidad de implementar alternativas que mejoren los métodos de construcción, de tal manera de disminuir los efectos que los eventos sísmicos puedan producir. Consecuentemente esta investigación tiene como objetivos, analizar el uso de PET con la finalidad de mejorar las propiedades de estructuras que cumplan con los requerimientos establecidos en su Normativa, dado a ello se busca determinar el comportamiento de la mixtura de concreto con incorporación de PET, determinar variación de peso y resistencia en probetas con incorporación de PET en diferentes porcentajes como 3%, 5% y 7% sobre mezcla de concreto simple

con un valor de resistencia de 210 Kg/cm^2 . Aplicando un tipo de investigación experimental. Obteniendo como resultados desfavorables, ya que, a mayor incorporación de PET se presenta una menor resistencia a compresión. finalmente se llegó a la conclusión según las evaluaciones no se logró poseer una variación significativa con respecto a los pesos de las probetas, dado que se incorporaron porcentajes mínimos de PET, además se observa fallas con la adherencia del concreto con el PET, por ende, no cumple con los requerimientos establecidos del medio de investigación.

(Rojas y Rueda, 2014). En su tesis titulada “Análisis del comportamiento mecánico de ladrillos estructurales utilizando el polipropileno de materiales plásticos reciclables”; investigación realizada con el propósito de contribuir a la mitigación de desechos plásticos en grandes cantidades y así también creando un producto alternativo, reciclable en la construcción, de manera que reduzca los costos en la misma, dado a ello se debe analizar el comportamiento mecánico del ladrillo incorporando plástico para su fabricación, evaluar sus propiedades, realizando ensayos, de tal manera que se pueda comparar con el ladrillo tradicional. Aplicando una metodología experimental. Así mismo en el procedimiento de fabricación de ladrillos con porcentajes de 10%, 20% y 30% de agregado plástico y pruebas a compresión a los 7, 14, 28 días de fraguado del nuevo material se obtuvo como mayor resultado 127.45 Kg/cm^2 en promedio de 3 unidades, mientras que de forma individual se obtuvo 107 Kg/cm^2 a los 28 días. En conclusión, se determinó que, a mayor incorporación de plástico, la resistencia disminuye, sin embargo, se presenta una disminución de un 7,46% con respecto a un ladrillo de concreto normal; además que este producto tiene un peso más liviano, adaptable para muros de tabiquería.

Antecedentes Nacionales.

En la tesis titulada “Propiedades físico mecánico de ladrillos fabricados con residuos plásticos y material agregado, Chiclayo”, indico como objetivo proponer una alternativa sostenible en la construcción, aportando datos sobre las propiedades físico mecánicas en la fabricación de estos nuevos materiales como

lo son los ladrillos elaborados de concreto con incorporación de plásticos, dado que estos materiales son considerados resistentes, se encuentran de manera económica y sobre todo que es una alternativa amigable con el medio ambiente; es por ello que esta investigación tiene como objetivos disentrir si los ladrillos con incorporación de 3, 5, 7% de residuos plásticos en forma de picadillo, califican como Tipo I, así mismo describir las características y determinar las propiedades físico mecánica del nuevo material; además de promoviendo la concientización con respecto al reciclaje y el impacto satisfactorio en la sociedad en la provincia de Chiclayo. Usando una metodología cuasi experimental de tipo cuantitativa. Obteniendo como resultados de resistencia de 48.10 Kg/cm², 35.42 Kg/cm² y 25.79 Kg/cm², considerándose como muros no portantes. Por otro lado, el autor menciona que la fabricación de este nuevo material contribuye a una mejor gestión de los plásticos, asegurando también la calidad de estos bloques según la normatividad peruana. Consecuentemente se llegó a la conclusión que los materiales no cumplían con los requerimientos de un ladrillo de Tipo I, sin embargo, cumple con los valores de resistencia de bloques para muros no portantes, dado que para ello se requiere una resistencia a partir de los 20 Kg/cm²; de tal manera que este nuevo producto puede ser de uso en tabiquería para separaciones y división de ambientes, ya que, son mucho más ligeros que los ladrillos tradicionales (Risco, 2018, págs. 6,13, 40, 60, 61).

En la tesis titulada. "Influencia de la dosificación en las características físico-mecánica de la unidad de ladrillo fabricados con productos plásticos reciclados 2018". Estudio de investigación que tiene como propósito de reducir la contaminación producida por la mala gestión de residuos sólidos; además mejorar la economía del país, dado que existe una gran cifra de personas encontradas en la pobreza extrema, a partir de ello, se propuso contribuir en la fabricación de ladrillos con material reciclable para así también mitigar el déficit de viviendas en el país. Así también esta investigación tiene como propósito el determinar la influencia de la dosificación para la fabricación de los ladrillos reciclables, ya sea las características físico-mecánicas en su masa, dimensión y la resistencia a compresión de estos materiales. Aplicando una metodología de tipo cuasi experimental aplicada. Obteniendo como resultados que al incorporar un 70% de

PET para la producción del material, 30% de Polietileno de alta densidad (PEAD) y aditivo acelerante, de manera que se observó que esta dosificación influye en la masa, dimensión de la unidad del ladrillo, asimismo en la resistencia dando como valor 104 Kg/cm², 53 Kg/cm². Finalmente, el autor concluye que la adición de Pet tiene una influencia consecuente en las propiedades físicas y mecánicas; así mismo que estos materiales pueden ser aplicados en la construcción, de manera de transformar los residuos plásticos para un mejor desarrollo social, ambiental y económico en el Perú (Flores, 2018, págs. 23, 28, 59).

En la tesis titulada “Comportamiento estructural de muro utilizando ladrillos con agregados de plástico para viviendas en Campoy, San Juan de Lurigancho – 2018”, indicó que tiene como objetivo el sustituir el uso de ladrillo King Kong por el uso de ladrillos con agregado de plástico, dado que es una alternativa viable en el ámbito de la construcción, dado que, contribuye a la mitigación de contaminación excesiva y contribuir a la mejora de nivel económico en el lugar. además, determinar el comportamiento estructural del muro mediante la utilización de ladrillos a base de plásticos reciclados, elaborados de forma artesanal, además cumplir las características requeridas según la normativa E-0.70 del Reglamento Nacional de Edificaciones. Utilizando una metodología de tipo experimental, con diseño aplicada. Obteniendo como resultados a través de ensayos realizados en el laboratorio sobre la resistencia a compresión, el resultado mayor es de 139 Kg/cm², en pilas obteniendo un resultado de 137.6 Kg/cm², en el ensayo compresión diagonal en muretes se obtuvo un valor de 4.2, 4.4 y 4.8 Kg/cm². Así también se obtuvo un 13.7% de absorción en el ensayo de permeabilidad. Finalmente, los autores concluyen que según la resistencia se logró clasificar a los ladrillos como Tipo IV, además que los ladrillos cumplen con la normativa establecidas, de manera que se utilice en muros de sistemas aperticados (Calderón y Rodríguez, 2019, págs. 16, 51, 62).

Teorías relacionadas al tema.

Tereftalato de Polietileno (PET).

PET es un tipo de materia prima plástica derivada del petróleo. Se compone de petróleo crudo, gas y aire. Según la Asociación Latinoamericana de la Industria Plástica, ALIPLAST, un kilo de PET está compuesto por 64% de petróleo, 23% de derivados líquidos del gas natural y 13% de aire (Rendón, 2008, p.8).

Los PET son sustancias sintéticas de una estructura macromolecular ya que poseía una gran cantidad de moléculas de alcoholes, hidrocarburos y compuestos netamente orgánicos. El año 1941 fue patentado como polímero por J. R. Whinfield y J.T. Dicknson, ya en el año 1955 se empezó a fabricar envases para la distribución de líquidos teniendo como un agregado especial ya que es totalmente reciclable.

		PET o PETE Botellas de agua y bebidas, envases de alimentos
		HDPE Bolsas plásticas Bolsas de yogurt Productos de limpieza
		PVC o V Mangueras Cables eléctricos Tubos y cañerías
		LDPE Algunas botellas Bolsas muy diversas Bolsas de basura Manteles
		PP Envases de aderezos Algunos shampoo Tapas, envases snacks
		PS Vajillas desechables Bandejas de comida *No plumavit
		OTROS Comida de perros Envases doypack

Figura 3. Clasificación de plásticos.



Figura 4. Botella de plástico.

Propiedades del tereftalato de polietileno (PET)

La alta resistencia de este material con respecto a su densidad, resistencia a los ácidos, aislamiento eléctrico y térmico lo convierte en un material excelente con magníficas ventajas. Específicamente el (PET) presenta las siguientes ventajas las cuales son:

- Excelentes propiedades térmicas.
- Excelente resistencia al desgaste.
- Buena resistencia química.
- Excelente desenvolvimiento a esfuerzos continuos.

Con las ventajas mencionadas se puede afirmar que el PET es un material que puede ser incorporado para utilizarse en la construcción civil mediante la fabricación de estos nuevos ladrillos, además de ello se menciona en la tabla 1, las propiedades del tereftalato de polietileno, presentada a continuación.

Tabla 1. Datos técnicos del Polietileno-Tereftalato (PET).

DATOS TÉCNICOS DEL POLIETILENO-TEREFTALATATO (PET)		
PROPIEDADES MECÁNICAS		
Peso Específico	134	g/cm ³
Resistencia a la tracción	825	Kg/cm ²
Resistencia a la flexión	1450	Kg/cm ²
Alargamiento a la rotura	15	%
Modulo de elasticidad (Tracción)	28550	Kg/cm ²
Resistencia al desgaste por roce	MUY BUENA	
Absorción de humedad	0.25	%
PROPIEDADES TÉRMICAS		
Temperatura de fusión	255	°C
Conductividad térmica	Baja	
Temperatura de deformabilidad por calor	170	°C
Temperatura de ablandamiento de Vicat	175	°C
Coefficiente de dilatación lineal de 23 a 100° C	0.00008	mm por °C
PROPIEDADES QUÍMICAS		
Resistencia a álcalis débiles a Temperatura Ambiente	Buena	
Resistencia a ácidos débiles a Temperatura Ambiente	Buena	
Comportamiento a la combustión	Arde con mediana dificultad	
Propagación de llama	Mantiene la llama	
Comportamiento al quemado	Gotea	

Fuente: Adaptado de Plásticos Mecanizables, 2017.

Reciclaje de plástico

El reciclaje de plásticos a nivel nacional se realiza en varios ámbitos desde personas humildes hasta empresas que se dedican al reciclaje directo, hasta la producción de notables productos reciclados.



Figura 5. Ciclo de reciclaje.

Unidad de Albañilería

Para la Norma E.0.70 (2016),” Ladrillos y bloques de arcilla cocida, de concreto o de sílice -cal. Puede ser sólida, hueca, alveolar o tubular” (p.296).

- **Ladrillos Artesanales**

Para la Norma ITINTEC 331.017 (1978),” Es el ladrillo fabricado con procedimientos predominantemente manuales. El amasado o moldeado es hecho a mano o con maquinaria elemental que en ciertos casos se extruye, a baja presión, la pasta de arcilla [...]” (p.1).

Normas técnicas

La norma E.070 encontrada en el Reglamento Nacional de Edificaciones nos brinda los requisitos como base que deben cumplir todos los materiales de obra ya sea en control de calidad y exigencias mínimas que deben cumplir ante el análisis y diseño de estos. Esta norma establece el tamaño y peso que deben tener los ladrillos.



Figura 6. Ladrillos artesanales.

Tabla 2. Clasificación estructural.

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSION (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)

Fuente: Reglamento nacional de edificaciones,2016.

Tabla 3. Limitaciones en su aplicación.

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

Fuente: Reglamento nacional de edificaciones,2016.

- **Ministerio del Ambiente**

La creación de esta ley N° 29157 es para poder fiscalizar y estandarizar los límites máximos permisibles de emisión atmosférica en el momento de la fabricación de ladrillos. Este decreto obliga a toda empresa encargada de fabricar ladrillos a tener un control y monitoreo al momento de producir estas, también, tienen que presentar un reporte actualizado y acreditado por El Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI) o laboratorios donde las autoridades competentes establecen unos estándares que no afecten al medio ambiente.

- **Agregados**

Según Romero y Hernández (2014),” Los agregados son partículas pétreas que dan una resistencia mecánica y textura superficial, que garantiza la adherencia a la pasta de cemento; controlan los cambios volumétricos que comúnmente se presentan durante el fraguado del concreto” (p.25).

- **Cemento**

Según Romero y Hernández (2014),” El cemento es un material aglutinante que presenta propiedades de adherencia y cohesión, permite la unión de materiales minerales entre sí, formando una mezcla compacta y homogénea” (p.30).



Figura 7. Cemento.

Fuente: <http://www.asocem.org.pe/>

- **Granulometría**

Según Romero y Hernández (2014),” La granulometría es la composición en porcentajes de los diversos tamaños de agregados en una muestra. Esta propiedad indica la cantidad de material en peso que es retenida parcialmente de cada tamaño y se muestra en una escala de mayor a menor tamaño [...]” (p.28).

- **Diseño de mezcla**

Según Parra y Bautista (2010),” La dosificación de una mezcla de concreto es la determinación de la combinación más económica y practica de los componentes del concreto para que este sea trabajable en su estado plástico (concreto fresco) y para que adquiera las propiedades requeridas [...]” (p.40).

- **Mortero**

Para la Norma E.0.70 (2016),” El mortero estará constituido por una mezcla de aglomerantes y agregado fino a los cuales se añadirá la máxima cantidad de agua que proporcione una mezcla trabajable, adhesiva y sin segregación del agregado [...]” (p.298).



Figura 8. Mortero.

- **Método ACI**

Es la dosificación exacta de los insumos mediante tablas establecidas en el método ACI para así obtener una mezcla adecuada para elaborar nuestros ladrillos.

- **Muro Portante**

Para la Norma E.0.70 (2016),” Muro diseñado y construido en forma tal que pueda transmitir cargas horizontales y verticales de un nivel al nivel inferior o a la cimentación. Estos muros componen la estructura de un edificio de albañilería y deberán tener continuidad vertical” (p.296).

- **Muro No Portante**

Para la Norma E.0.70 (2016),” Muro diseñado y construido en forma tal que sólo lleva cargas provenientes de su peso propio y cargas transversales a su plano. Son, por ejemplo, los parapetos y los cercos” (p.296).

Propiedades Mecánicas

Según Romero y Hernández (2014),” Las propiedades mecánicas permiten diferenciar los materiales que componen la mezcla; ya sea por su composición, estructura o comportamiento, cuando estos reaccionan a efectos físicos y químicos. Las propiedades mecánicas describen los comportamientos de dureza, resistencia, tenacidad y adherencia de los materiales pétreos” (p.28).

- **Resistencia a la Compresión**

Según la Norma ITINTEC 331.017 (1978),” La propiedad más significativa de la albañilería es la resistencia a compresión definiendo su calidad estructural y su resistencia a la intemperie” (p.6).

Propiedades Físicas

Según Romero y Hernández (2014),” Las propiedades físicas tienen mayor importancia en el comportamiento mecánico de las mezclas de concreto, porque de ellas depende la resistencia y la durabilidad de la mezcla en estado endurecido [...]” (p.27).

- **Absorción**

Según Parra y Bautista (2010),” Es la masa del agua que llena los poros permeables de las partículas de agregados sin incluir el agua adherida a la superficie de las mismas, expresada como porcentajes de la masa seca del agregado, después de secado a 100 grados” (p.18).

- **Succión**

Según la Norma ITINTEC 331.017 (1978),” [...] El mortero, debido a la rápida pérdida de parte del agua que es absorbida por el ladrillo, se deforma y endurece no logrando un contacto completo e íntimo con la cara del siguiente ladrillo” (p.8).

- **Coeficiente de Saturación**

Según la Norma ITINTEC 331.017 (1978),” [...] A mayor coeficiente de saturación, mayor será la cantidad de agua que absorbe rápidamente el ladrillo y consecuentemente inferior su resistencia a la intemperie [...]” (p.7).

- **Densidad**

Según la Norma ITINTEC 331.017 (1978),” A partir de ensayos realizados se ha establecido que existe una relación estrecha entre la densidad del ladrillo y sus otras propiedades. A mayor densidad mejores propiedades de resistencia y de perfección geométrica [...]” (p.6).

III METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Diseño metodológico

La investigación fue de carácter **EXPERIMENTAL** ya que se “Refiere a un estudio en el que se manipulan deliberadamente las variables independientes (supuestas causas-antecedentes) [...]” (Hernández Sampieri.p.153).

Tipo de investigación

Esta investigación fue de tipo **APLICADA** cuya intención fue dar solución a problemas y circunstancias concretas e identificables.

Método - Enfoque

“El método de investigación es **CUANTITATIVA**, ya que es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no se puede “brincar” o eludir pasos, utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico [...]” (Hernández Sampieri.p.138).

Nivel

La investigación fue de nivel **EXPLICATIVO**, ya que se realizó un análisis a las causas de los fenómenos.

3.2 Variables de Operacionalización.

Variable 1: TEREFALATO DE POLIETILENO

Tabla 4. Matriz de operacionalización de la variable 1.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
TEREFALATO DE POLIETILENO	<ul style="list-style-type: none"> PET es un tipo de materia prima plástica derivada del petróleo. Se compone de petróleo crudo, gas y aire. Según la Asociación Latinoamericana de la Industria Plástica, ALIPLAST, un kilo de PET está compuesto por 64% de petróleo, 23% de derivados líquidos del gas natural y 13% de aire (Rendón, 2008, p.8). 	<p>Los plásticos de tereftalato de polietileno serán triturados hasta obtener un tamaño de partículas adecuado para realizar el diseño de mezcla con diferentes porcentajes de plástico y agregados para así analizar sus propiedades mediante ensayos en laboratorio.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Diseño de mezcla. 	<ul style="list-style-type: none"> Porcentaje de Tereftalato de Polietileno (27%,32% y 37%) Relación A/C. 	(%) (Kg/m ²) (mm) (Kg)
			<ul style="list-style-type: none"> Propiedades físicas del tereftalato de polietileno. 	<ul style="list-style-type: none"> Absorción. Tamaño de partículas. Peso Especifico. Peso Unitario. 	

Fuente: Elaboración propia.

Variable 2: PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS

Tabla 5. Matriz de operacionalización de la variable 2.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
PROPIEDADES FÍSICAS - MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS	<p>Según la Norma ITINTEC 331.017 (1978), "La resistencia a la compresión de la albañilería (f'm) es su propiedad más importante. En términos generales, define no sólo el nivel de su calidad estructural, sino también el nivel de su resistencia a la intemperie o a cualquier otra causa de deterioro [...] (p.6).</p>	<p>Se determinará las propiedades físicas - mecánicas de los ladrillos fabricados con tereftalato de polietileno para ser utilizadas en muros portantes mediante ensayos de laboratorio.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Propiedades físicas. 	<ul style="list-style-type: none"> Peso específico. Dimensiones. 	(kg) (mm) (Kg/m ²)
			<ul style="list-style-type: none"> Propiedades mecánicas. 	<ul style="list-style-type: none"> Resistencia a compresión. 	
			<ul style="list-style-type: none"> Muro portantes. 	<ul style="list-style-type: none"> Compresión axial. Compresión diagonal. 	

Fuente: Elaboración propia.

3.3 Población y muestra, selección de la unidad de análisis

Población

“La población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones [...]” (Hernández Sampieri.p159).

Para la realización de nuestro estudio estamos definiendo como población a los 270 ladrillos fabricados con tereftalato de polietileno (PET) que serán elaborados por los estudiantes.

Muestra

“Se dice que es una parte de las unidades de análisis sobre las cuales se ha aplicado algún criterio de selección” (Zapata,2005, p.127).

Nuestra muestra será de 270 ladrillos en general:

Tabla 6. Cantidad de muestras y unidades de albañilería.

ELEMENTOS	ENSAYO	N° Muestras por ensayo por dosificación	ENSAYO		Total de ladrillos
			7días	28 días	
Ladrillos de cemento con 27%, 32% y 37% Pet	Variación dimensional	3	0	9	9
	Alabeo	3	0	9	9
	Absorción	3	0	9	9
	Eflorescencia	3	0	9	9
	Resistencia a compresión en unidades	3	9	9	18
	Resistencia a compresión axial en pilas	3	0	9	36
	Resistencia a compresión diagonal en muretes	3	3	9	180
Total					270

Fuente: Elaboración propia.

Muestreo

“El muestreo no probabilístico es una técnica de muestreo que consiste en seleccionar una muestra de la población por el hecho de que sea accesible [...]” (Hernández, Sampieri.p.78).

Se utilizará el muestreo no probabilístico intencionado, ya que como investigadores definiremos los elementos que sean representativos de la muestra.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En la presente investigación se aplicará la técnica de observación directa y los datos serán relleno en cartillas y formatos de recolección de datos.

Para el desarrollo de la investigación se desarrollará en total 270 unidades de ladrillos con incorporaciones de tereftalato de polietileno en 3 diferentes porcentajes con valores de 27%, 32% y 37% de los cuales serán evaluados mediante ensayos se buscará encontrar la dosificación óptima para que la unidad de ladrillo sea clasificado como portante, para ello realizaremos ensayo de resistencia a compresión NTP 339.034 para clasificarlo según sus resultados; es por ello que se utilizará la técnica de observación directa cual nos permitirá recolectar los datos de cada ensayo que obtendremos en los laboratorios. El análisis de datos lo desarrollaremos en el software Excel 2019, dado que facilitara en la evaluación de datos y la comparación de resultados obtenidos con las muestras en tres diferentes porcentajes.

Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos a utilizar serán de acuerdo a cada ensayo a realizar, dado que cada ensayo tiene un procedimiento respectivo lo cual está establecido en la Norma Técnica Peruana (NTP); el primer ensayo que realizaremos es de la Granulometría NTP 400.012 luego para analizar nuestras unidades de ladrillos realizaremos el ensayo de resistencia a compresión NTP 339.034. para realizar los procedimientos y diseño de las unidades de ladrillos nos guiaremos del Reglamento Nacional De Edificaciones.

Validez y Confiabilidad

La validación de instrumentos, es la herramienta que se utilizara para estudiar las variables, estas serán verificadas por especialistas para corroborar la fiabilidad de resultados obtenidos; además los procedimientos que se realizará en la presente investigación tendrán los lineamientos establecidos en la Norma Técnica Peruana (NTP) y el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), así mismo los instrumentos a utilizarse en los ensayos de laboratorio contarán con los certificados de calibración correspondientes (Anexo 8), así también mencionamos la confiabilidad será dada por un juicio de profesionales expertos en el tema, lo cual se observará en el informe de opinión de expertos (Anexo 6).

3.5 Procedimientos

Para el desarrollo de la presente investigación se realizó una recolección de datos mediante investigaciones, teniendo como antecedentes tesis, artículos, revistas, publicaciones no mayores a 5 años; a partir de ello, teniendo la información suficiente se planteó la problemática general, de tal manera se definió la alternativa para poder aplicarlo en el medio y los beneficios que traería consigo en el proyecto.

Consecuentemente se planteó y eligió las variables de investigación, teniendo como variable independiente tereftalato de polietileno y como variable dependiente tenemos a las propiedades físico-mecánicas de los ladrillos. A partir de las variables establecidas se procederá a la fabricación de ladrillos con incorporación de Tereftalato de polietileno, cumpliendo con las normativas establecidas en el Reglamento Nacional de Edificaciones, luego se procederá a llevar las unidades de albañilería al laboratorio para ser analizados de acuerdo a los ensayos mencionados en la Tabla 7, a partir de los resultados los ladrillos serán clasificados según la RNE y además estos serán discutidos con los antecedentes mencionados.

3.6 Métodos de análisis de datos

Analizaremos las propiedades físico - mecánicas de los ladrillos con tereftalato de polietileno para el diseño de viviendas unifamiliares, para ello se realizará 180

unidades de albañilería, de las cuales algunas muestras serán evaluadas mediante ensayos por unidades y otras serán utilizadas para la elaboración de pilas de albañilería y muretes de 60cm x 60cm; muestras que serán analizadas mediante ensayos de laboratorio de resistencia a compresión axial y diagonal respectivamente, todos los datos obtenidos serán evaluados y comparados mediante el software Excel 2019.

3.7 Aspectos éticos

La preparación de los procesos de fabricación y desarrollo de la tesis serán evaluados por el Turnitin. La veracidad de los datos obtenidos tendrá una confiabilidad que nos otorgan los ensayos de laboratorio. Así mismo se obtendrá autenticidad de la presente investigación, dado que las fuentes de referencia fueron obtenidas cumpliendo con los requerimientos de la Organización Internacional de Normalización- ISO. Consecuentemente referimos que en la fabricación de los ladrillos se realizara dosificaciones propias de los investigadores, así como sus procedimientos teniendo como guía los lineamientos de las normas ya establecidas en el Reglamento Nacional de Edificaciones, NTP 399.613, NTP 399.604, NTP 399.605.

IV RESULTADOS

4.1 Proceso de selección y elaboración de ladrillos.



Figura 9. Fases del procedimiento.

4.1.1. Fase 1 (Selección de materiales)

Para la elaboración de nuestros ladrillos se utilizará el cemento Sol Portland Tipo I y el tereftalato de polietileno y agua, las dimensiones de cada ladrillo serán de 24 cm x 12.5 cm x 9 cm.

- **CEMENTO:** Para esta investigación de realizar los ladrillos con la incorporación de tereftalato de polietileno utilizaremos el cemento Sol Portland Tipo I.



Figura 10. Cemento Sol.

- ✓ **PLÁSTICO:** Para la elaboración de las unidades de albañilería se utilizará el plástico- tereftalato de polietileno (PET), unos de los plásticos más reciclados y encontrados con mayor facilidad, dado que son de envases de consumo masivo.



Figura 11. Plástico reciclado y plástico molido.

- ✓ **AGUA:** Varios autores mencionan que el agua es uno de los componentes más importantes de la albañilería, el agua que utilizaremos para la elaboración del ladrillo será agua potable y libre de cualquier partícula.



Figura 12. Agua potable.

Obtención de tereftalato de polietileno

Realizando un recorrido por el distrito de Ate, exactamente en la zona de Huaycán, lugar donde se tiene propuesto realizar nuestro proyecto de manera beneficiosa, se observó gran cantidad de residuos sólidos acumulados en las calles, debido a su inadecuada gestión; además cabe resaltar que dentro de estos residuos encontramos una cantidad considerable de botellas de plástico, estos envases son de bebidas, de lo cual referimos que nuestra propuesta ayudaría considerablemente a la comunidad.

Además, se observó Empresas Recicladoras ubicados en el kilómetro 18+600 (Entrada de Huaycán), consecuentemente se obtendrá botellas de plástico de la empresa RECIPLAT, la cantidad de 300 kg de botellas de plásticos, sin embargo, necesitaremos de una máquina trituradora para utilizar el plástico Pet como

agregado, para ello utilizaremos el equipo triturador de la propiedad del señor Ángel Palomino, para que las botellas de plásticos sean sometidas y obtengamos partículas de plástico para la elaboración de nuestros ladrillos ecológicos.



Figura 13. Máquina trituradora de plástico.

Selección de tamaño de partículas del plástico triturado

Para la elaboración de nuestros ladrillos con residuos de plástico y cemento optamos por utilizar un solo tamaño de partículas como máximo, ya que sabemos que está directamente relacionada con la manejabilidad de la mezcla, por ello los 450 kg de plástico triturados se tamizaran con una malla de 3 mm para así poder obtener partículas menores a 3 mm y con ello poder mejorar sus resistencias mecánicas, ya que el ladrillo tendrá una masa más homogénea.

Definir Ensayos

Tabla 7. Cuadro de Instrumentos.

TÉCNICA	INSTRUMENTOS Y EQUIPOS
Granulometría (NTP 400.012)	- Recipiente metálico - Tamices - Agitador mecánico
Variación dimensional (NTP 331.017)	- Regla graduada
Porcentaje de Absorción del Ladrillo (NTP 399 604)	- Horno Estándar para el secado - Balanza de Precisión de 0.1 gr de aproximación
Alabeo (NTP 399 604)	- Cuña o regla metálica graduada de acero - Regla metálica de 30 cm
Resistencia a Compresión Axial a la unidad del ladrillo (NTP 399.605)	- Máquina para ensayos a compresión axial de la unidad del ladrillo
Resistencia a Compresión Axial de pilas de ladrillos (NTP 399.613)	- Máquina para ensayos a compresión axial de pilas ladrillo
Resistencia a Compresión diagonal de muretes (NTP 399.621)	- Máquina para ensayos a compresión diagonal

Fuente: Elaboración propia.

- **Variación dimensional:** Se realizará a 3 unidades de ladrillo por cada dosificación que se realizará para determinar las alturas de las hiladas, si presenta una significativa variación se tendría que aumentar la junta del mortero.
- **Alabeo:** Se realizará a 3 unidades de ladrillo por cada dosificación para determinar si presenta concavidad y convexidad ya que esto puede hacer variar el ancho de la junta del mortero que como mínimo es 1 cm y máximo 1.5 cm.

- **Absorción:** Se realizará a 3 unidades de albañilería por cada dosificación para determinar la capacidad de absorción máxima cuando la muestra alcanza un estado de saturación.
- **Resistencia a compresión a pilas de ladrillos:** Se realizará 3 pilas con 3 ladrillos cada uno con una junta de 1.5 cm por cada dosificación que se realice para determinar la resistencia a compresión máxima.
- **Resistencia a compresión diagonal en muretes:** Se realizará 3 muretes por cada dosificación de 0.60m x 0.60m con una junta de 1.5 cm a los 14 días y 28 días.
- **Resistencia a compresión a unidades de albañilería:** Se realizará a 3 unidades de albañilería por cada dosificación para determinar una de sus propiedades más importantes obteniendo la resistencia a compresión máxima que puede soportar la unidad a los 7 y 28 días.

4.1.1.1. Granulometría de Tereftalato de Polietileno

El ensayo de granulométrico del Tereftalato de Polietileno (PET) fue realizado en el laboratorio MTL Geotecnia, cumpliendo con la normativa del ASTM C136 y NTP 400.12.

El ensayo de granulometría del plástico Pet, se realiza mediante la utilización de tamices con diferentes aberturas de mallas, estas tienen como función retener el material, para así poder definir el peso retenido cumpliendo con las normativas, como se puede apreciar en el siguiente cuadro con los resultados obtenidos, además de ello se logra obtener el módulo de fineza del material, teniendo un valor de 4.70.

Tabla 8. Granulometría agregado pet.

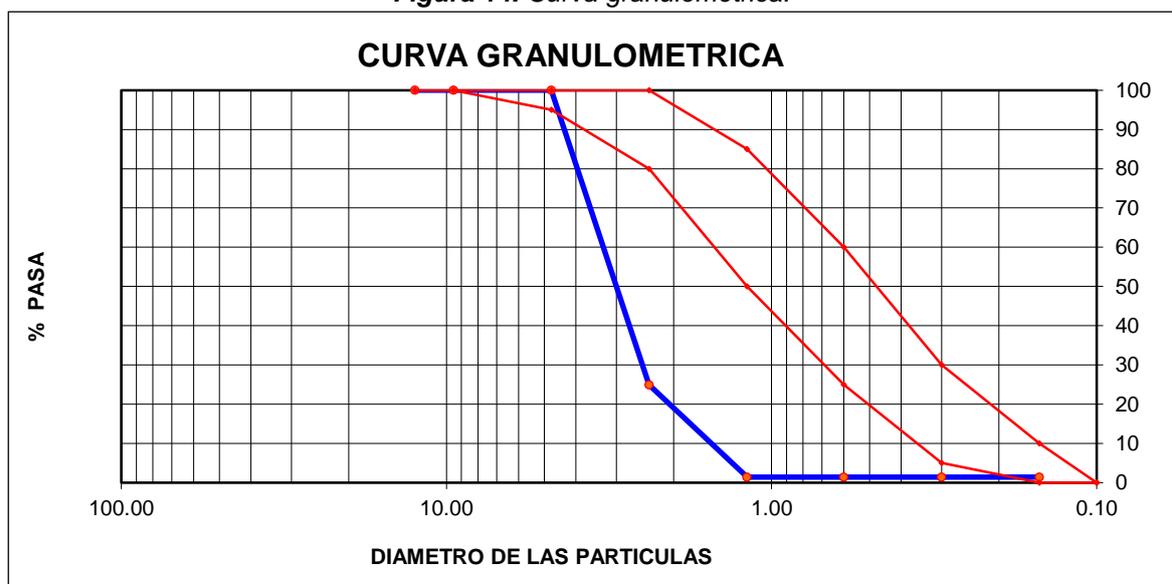
MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES ASTM C 33
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
Nº4	4.76	0.0	0.0	0.0	100.0	95 - 100
Nº8	2.38	384.8	75.1	75.1	24.9	80 - 100
Nº 16	1.19	120.5	23.5	98.6	1.4	50 - 85
Nº 30	0.60	0.2	0.0	98.6	1.4	25 - 60
Nº 50	0.30	0.1	0.0	98.6	1.4	05 - 30
Nº 100	0.15	0.1	0.0	98.6	1.4	0 - 10
FONDO		6.6	1.3	99.9	0.1	0 - 0

Fuente: Laboratorio MTL

Cabe mencionar que para obtener el módulo de fineza se requiere la sumatoria de los porcentajes retenidos en cada malla y esta ser dividida entre 100.

Así mismo podemos observar en el cuadro siguiente que la curva granulométrica del plástico Pet.

Figura 14. Curva granulométrica.



Fuente: Laboratorio MTL

4.1.1.2. Peso unitario suelto y compactado

Para la realización del ensayo de peso unitario suelto y compactado se tiene que tomar en cuenta las normativas NTP 400.017 y el ASTM C29. Además, para la realización del ensayo se requiere de algunos materiales como una bandeja metálica, en la cual se tuvo que colocar el plástico Pet compactado, para que de esa manera obtener el peso unitario suelto y compactado. Para ello se realizó las siguientes Tabla 9 y Tabla 10 mencionadas a continuación.

Tabla 9. *Peso unitario suelto agregado fino pet.*

MUESTRA N°			M - 1	M - 2	M - 3
1	Peso de la Muestra + Molde	g	5079	5072	5087
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	2716	2709	2724
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	0.984	0.982	0.987
PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO		g/cc	0.984		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. *Peso unitario compactado agregado fino pet.*

MUESTRA N°			M - 1	M - 2	M - 3
1	Peso de la Muestra + Molde	g	5682	5718	5709
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	3319	3355	3346
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.203	1.216	1.212
PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO		g/cc	1.210		

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.3. Peso específico y Absorción

Para realizar el ensayo de peso específico y absorción se debe tomar en cuenta las normativas ASTM C128 y la NTP 400.022, en las cuales se mencionan los parámetros, además de ello permite tener una confiabilidad en los ensayos.

Para iniciar con el ensayo se tuvo que pesar el plástico Pet como muestra saturada y muestra seca, para continuar con colocar el material en el interior de la fiola y se va adicionando agua hasta que llegue a su capacidad permisible, para que así adicionar un baño de agua con el objetivo de disminuir la cantidad de vacíos, para proceder a enfriar las muestras en una temperatura requerida, para que luego pueda ser colocado en el horno y finalmente dejar secar a temperatura ambiente. Para ello se detalla en la Tabla 11 con los datos obtenidos del ensayo.

Tabla 11. Peso específico y absorción agregado fino pet.

MUESTRA Nº		M -1	M - 2	PROMEDIO	
1	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balón + Peso de Agua	g	681.9	685.2	683.6
2	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balón	g	321.8	327.9	324.9
3	Peso del Agua (W = 1 - 2)	g	360.1	357.3	358.7
4	Peso del Pet Seca al Horno + Peso del Balón	g/cc	321.5	327.7	324.60
5	Peso del Balón N° 2	g/cc	171	169.8	170.40
6	Peso del Pet Seca al Horno (A = 4 - 5)	g/cc	150.5	157.9	154.20
7	Volumen del Balón (V = 500)	cc	498.0	498.2	498.1
PESO ESPECÍFICO DE LA MASA (P.E.M. = A/(V-W))		g/cc	1.09	1.12	1.11
PESO ESPEC. DE MASA S.S.S. (P.E.M. S.S.S. = 500/(V-W))		g/cc	1.09	1.12	1.11
PESO ESPECIFICO APARENTE (P.E.A. = A/[(V-W)-(500-A)])		g/cc	1.09	1.12	1.11
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) [(500-A)/A*100]		%	0.20	0.13	0.16

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.4. Contenido de Humedad

Para realizar el ensayo de contenido de humedad de los residuos plásticos Pet se debe tener en cuenta la norma NTP 339.185, este material se debe pesar en el estado seco encontrado, consecuentemente se coloca en el horno a una temperatura establecida por un tiempo de 24 horas, para posterior retirarlo y así mismo ser pesado nuevamente y realizar los cálculos requeridos para determinar el contenido de humedad de la muestra, esto será mencionado en la Tabla 12.

Tabla 12. Contenido de Humedad Agregado fino pet.

ELEMENTO	CONTENIDO HUMEDAD (%)
Agregado Fino	0.05

Fuente: Elaboración propia



Figura 16. Ensayo granulométrico del pet.



Figura 15. Peso unitario suelto y compactado.

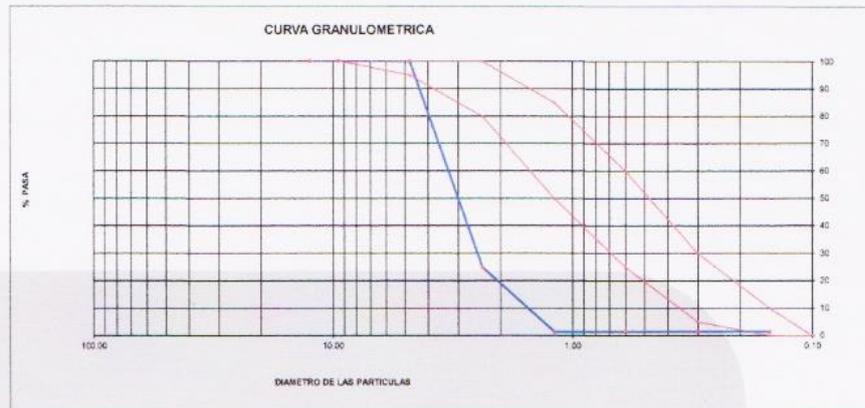
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO	Código	FOR-LTC-AG-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
ASTM C136

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Alvarez Raymundo, Jose Yerson/ Bartolo Guerra, Jhenyfer Natali
TESIS	: Propiedades físico - mecánicas de los ladrillos de tereftalato de polietileno para el diseño de viviendas unifamiliares en Ate - Huaycán 2020
UBICACIÓN	Fecha de ensayo: 09/09/2020

MATERIAL	: Pet	% W = 0.05
PESO INICIAL HUMEDO (g)	512.54	MF = 4.70
PESO INICIAL SECO (g)	512.30	

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES ASTM C 33
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
Nº4	4.75	0.0	0.0	0.0	100.0	95 - 100
Nº8	2.38	364.8	75.1	75.1	24.9	80 - 100
Nº16	1.19	120.5	23.5	98.6	1.4	50 - 85
Nº30	0.60	0.2	0.0	98.6	1.4	25 - 60
Nº50	0.30	0.1	0.0	98.6	1.4	05 - 30
Nº100	0.15	0.1	0.0	98.6	1.4	0 - 10
FONDO		6.6	1.3	99.9	0.1	0 - 0



OBSERVACIONES:
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Figura 17. Certificado de ensayo granulométrico del Tereftalato de Polietileno.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO	Código	FOR-LAB-AG-015
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS
ASTM C29

REFERENCIA	Datos de laboratorio
SOLICITANTE	Alvarez Raymundo, Jose Yerson/ Bartolo Guerra, Jhenyfer Natali
TESIS	Propiedades físico - mecánicas de los ladrillos de tereftalato de polietileno para el diseño de viviendas unifamiliares en Ate - Huaycán 2020
UBICACIÓN	Fecha de ensayo: 08/09/2020

MATERIAL	PET	CANTERA	---
----------	-----	---------	-----

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3		
1	Peso de la Muestra + Molde	g	5079	5072	5087
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	2716	2709	2724
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	0.984	0.982	0.987
PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO		g/cc	0.984		

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3		
1	Peso de la Muestra + Molde	g	5682	5718	5709
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	3319	3355	3348
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.203	1.216	1.212
PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO		g/cc	1.210		

OBSERVACIONES:
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

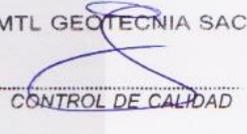
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Figura 18. Certificado de ensayo de peso unitario suelto y compactado del tereftalato de polietileno.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN	Código	FOR-LAB-AG-013
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS
ASTM C128

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Alvarez Raymundo, Jose Yerson/ Bartolo Guerra, Jhenyfer Natali
TESIS	: Propiedades físico - mecánicas de los ladrillos de tereftalato de polietileno para el diseño de viviendas unifamiliares en Ate - Huaycán 2020
UBICACIÓN	: Fecha de ensayo: 08/09/2020

MATERIAL : PET CANTERA : ---

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	PROMEDIO	
1	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balón + Peso de Agua	g	681.9	685.2	683.6
2	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balón	g	321.8	327.9	324.9
3	Peso del Agua (W = 1 - 2)	g	360.1	357.3	358.7
4	Peso del Pet Seca al Horno + Peso del Balón	g/cc	321.5	327.7	324.60
5	Peso del Balón N° 2	g/cc	171	168.8	170.40
6	Peso del Pet Seca al Horno (A = 4 - 5)	g/cc	150.5	157.9	154.20
7	Volumen del Balón (V = 500)	cc	498.0	498.2	498.1

RESULTADOS

PESO ESPECIFICO DE LA MASA (P.E.M. = A/(V-W))	g/cc	1.09	1.12	1.11
PESO ESPEC. DE MASA S.S.S. (P.E.M. S.S.S. = 500/(V-W))	g/cc	1.09	1.12	1.11
PESO ESPECIFICO APARENTE (P.E.A. = A/[(V-W)-(500-A)])	g/cc	1.09	1.12	1.11
PORCENTAJE DE ABSORCION (%) [(500-A)/A]*100]	%	0.20	0.13	0.16

OBSERVACIONES:

- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

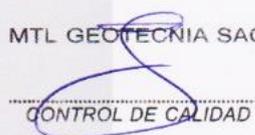
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 MTL GEOTECNIA S.A.C Suelos Controlado Asfalto Eliomar Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 21006	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Figura 19. Certificado de Peso específico y Absorción del Tereftalato de Polietileno.

4.1.2. Fase 2 (Diseño de Mezcla)

La presente investigación tiene como objetivo poder fabricar ladrillos de cemento y plástico, lo cuales cumplan la función de sostener a la estructura de una vivienda, es decir sean portantes, para ello se realizó el diseño de mezcla correspondiente. A partir de obtener los datos requeridos, se planteará la utilización del Tereftalato de Polietileno en diferentes porcentajes, los cuales son 27%, 32% y 37%, con respecto al peso total de la mezcla, así mismo se realizaron diseño de mezcla con las proporciones dadas, las cuales fueron realizadas en el laboratorio MTL GEOTECNIA. Cabe recalcar que se busca obtener la dosificación óptima para para que este nuevo material ecológico cumpla con los requisitos para ser clasificado como ladrillo tipo portante, tomando con referencia las normativas dadas en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

A continuación, se muestra los pasos para la realización de diseño de mezcla referente y el diseño de mezcla con los diferentes porcentajes de PET, los cuales estarán certificados por el laboratorio MTL GEOTECNIA.

Diseño de mezcla

a) Determinar la resistencia promedio para el diseño

Tabla 13. Resistencia de la compresión

F'c	F'cr
Menos de 210	F'c + 70
210 a 350	F'c + 84
Sobre 350	F'c + 98

Fuente: ACI 211

$$F'cr = F'c + 70$$

$$F'cr = 180 + 70$$

$$F'cr = 250 \text{ kg/cm}^2$$

b) Determinar el asentamiento

Tabla 14. Asentamientos recomendados para varios tipos de consistencia.

CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO
Seca	0" a 2"
Plástica	4" a 5"
Fluida	>6"

Fuente: ACI 211

$$\text{Slump} = 3''$$

c) Relación agua – cemento (a/c)

Tabla 15. Relación agua – cemento y resistencia a compresión de concreto.

RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS (F'CR) KG/CM2	RELACION AGUA – CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
450	0.38	---
400	0.43	---
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

Fuente: ACI 211

Mediante la Tabla 15, se puede obtener la relación agua/cemento, es este caso el $F'_{cr} = 250 \text{ kg/cm}^2$ tiene un valor de 0.62 correspondiente.

F'c **R a/c**
 250 -----> 0.62

d) Cálculo de la cantidad de agua de mezclado y aire

Tabla 16. Volumen unitario de agua.

ASENTAMIENTO	AGUA EN LT/M3, PARA LOS TAMAÑOS MÁXIMO NOMINALES DE AGREGADOS GRUESO Y CONSISTENCIAS INDICADOS							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO								
1" a 2"	207	199	190	179	168	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	218	202	190	178	160	---
CONCRETO CON AIRE INCORPORADO								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	218	205	197	184	174	166	154	---

Fuente: ACI 211.

A partir de los valores de la tabla 16 podemos interpolar el volumen unitario de agua, dado que el asentamiento es de 3" y tamaño máximo nominal es el de la malla 1/4", obteniendo:

Para un asentamiento o slump de 3", se utilizará de 258 Lt/m³

e) Determinar el Cemento

$$R \text{ a/c} = \text{a/c}$$

$$C = 258 / 0.62$$

$$C = 416.13 \text{ kg/m}^3$$

f) Cálculo del aire atrapado

Tabla 17. Contenido de aire atrapado.

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	AIRE ATRAPADO
3/8"	3.0%
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%
6"	0.2%

Fuente: ACI 211.

Debido a que el tamaño máximo nominal es el de la malla 1/4", se puede interpolar, calculando que el **aire atrapado tiene un valor de 3.5%**

g) Determinar la cantidad de Pet

Tabla 18. Volumen de agregado grueso pet por unidad de volumen de concreto.

ASENTAMIENTO	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO, SEXO Y COMPACTADO POR UNIDAD DE VOLUMEN DE CONCRETO, PARA DIFERENTES MODULOS DE FINEZA DEL AGREGADO FINO			
	MODULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: ACI 211.

Con los valores que obtenemos $M_f = 4.70$ y el Tam. Pet = 1/4", así mismo mediante la Tabla 18 se puede interpolar los valores deduciendo que:

4.60 ----->	0.17	Interpolando
4.70 ----->	X	X = 0.16
4.80 ----->	0.15	Volumen del Agregado Grueso Pet

Peso unitario Compactado Seco = $0.16 \times 1210 = 193.6$ kg

h) Cálculo del volumen absoluto de concreto para hallar el agregado fino pet de los materiales por M^3

$$\text{Volumen Absoluto} = \text{Peso Específico} / P.E \times 1000$$

$$\text{Cemento} = 416.13 / 3.12 \times 1000 = 0.133 \text{ m}^3$$

$$\text{Ag. Grueso Pet} = 193.6 / 1.11 \times 1000 = 0.174 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua} = 258 / 1000 = 0.258 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire} = 3.5 / 100 = 0.035 \text{ m}^3$$

$$\text{SUMA TOTAL} = 0.600 \text{ m}^3$$

Por lo tanto, el **Volumen Absoluto Ag. Fino Pet** = $1 - 0.600 = 0.400$

$$0.400 = \text{Peso Seco} / 1.11 \times 1000$$

$$\text{Peso Seco agregado fino Pet} = 444$$

Peso seco de los materiales:

$$\text{Cemento} : 416.13 \quad \text{kg/m}^3$$

$$\text{Pet (AF-AG)} : 444 + 193.6 = 637.6 \quad \text{kg/m}^3$$

$$\text{Agua} : 258 \quad \text{Lt/ m}^3$$

i) Corrección por humedad

$$\text{Peso } ((\% \text{Humedad} / 100) + 1)$$

Agregado Fino Pet = $444 \left(\frac{0.05}{100} + 1 \right) = 444.22 \text{ kg}$
Agregado Grueso Pet = $193.6 \left(\frac{0.05}{100} + 1 \right) = 193.69 \text{ kg}$
CORRECIÓN POR HUMEDAD TOTAL DE PET = 637.91 kg

j) Corrección por absorción

Peso (%Absorción - %Humedad / 100)

Agregado Fino Pet = $444 \left(\frac{0.16 - 0.05}{100} \right) = 0.49$

Agregado Grueso Pet = $193.6 \left(\frac{0.16 - 0.05}{100} \right) = 0.21$

CORRECCION POR ABSORCIÓN TOTAL DE PET = 0.70

Sumatoria = 0.70 → Agua Libre

k) Agua efectiva

Agua diseño + Agua libre

Agua efectiva = 258 + 0.70

Agua efectiva = 258.7 Lt/m³

l) Diseño teórico húmedo

R a/c = a / c

0.62 = 258.7 / C

C = 417.25 Kg/m³

m) Proporciones en peso

Cemento : $416.13 / 417.25 = 0.99$

PET(Af+Ag) : $637.91 / 417.25 = 1.52$

Agua : $258.7 / 417.25 = \text{con R/C } 0.62$

Tabla 19. Diseño mezcla.

DISEÑO DE MEZCLA		
MATERIALES	UND	PESO KG
Cemento	kg/m ³	413.16
Agua	Lts/m ³	258.7
Pet	kg/m ³	637.91
PESO DE LA MEZCLA	kg/m ³	1312.77(100%)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20. Diseño de mezcla con 27% de Pet.

DISEÑO DE MEZCLA 27% PET			Dosificación
MATERIALES	UND	PESO KG	(p ³)
Cemento	kg/m ³	708.89(54%)	1.0
Agua	Lts/m ³	249.42(19%)	14.95
Pet	kg/m ³	354.44(27%)	0.50
PESO DE LA MEZCLA	kg/m ³	1312.77 (100%)	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21. Diseño de mezcla para 1 unidad de ladrillo con 27% de pet.

PARA 1 UNIDAD DE LADRILLO CON 27% PET			BOTELLAS
COMPONENTES	CANTIDAD	%	
Residuos de plástico	1.107Kg	27	28 unid
Cemento	2.214Kg	54	
Agua	0.8Lt	19	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22. Diseño de mezcla con 32% de Pet.

DISEÑO DE MEZCLA 32% PET			Dosificación
MATERIALES	UND	PESO KG	(p ³)
Cemento	kg/m ³	643.25(49%)	1.0
Agua	Lts/m ³	249.42(19%)	16.48
Pet	kg/m ³	420.08(32%)	0.65
PESO DE LA MEZCLA	kg/m ³	1312.77(100%)	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23. Diseño de mezcla para 1 unidad de ladrillo con 32% de pet

PARA 1 UNIDAD DE LADRILLO CON 32% PET			BOTELLAS
COMPONENTES	CANTIDAD	%	
Residuos de plástico	1.300Kg	32	33 unid
Cemento	2.000Kg	49	
Agua	0.8Lt	19	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24. Diseño de mezcla con 37% de Pet.

DISEÑO DE MEZCLA 37% PET			Dosificación
MATERIALES	UND	PESO KG	(p³)
Cemento	kg/m ³	577.61(44%)	1.0
Agua	Lts/m ³	249.42(19%)	23.75
Pet	kg/m ³	485.72(37%)	1.09
PESO DE LA MEZCLA	kg/m ³	1312.77 (100%)	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25. Diseño de mezcla para 1 unidad de ladrillo con 37% de pet

PARA 1 UNIDAD DE LADRILLO CON 37% PET			BOTELLAS
COMPONENTES	CANTIDAD	%	
Residuos de plástico	1.500Kg	37	38 unid
Cemento	1.800Kg	44	
Agua	0.8Lt	19	

Fuente: Elaboración propia.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	15/09/2020

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

REFERENCIA	Datos de laboratorio
SOLICITANTE	Alvarez Raymundo, Jose Yerson/ Bartolo Guerra, Jhenyfer Natali
TESIS	Propiedades físico - mecánicas de los ladrillos de tereftalato de polietileno para el diseño de viviendas unifamiliares en Ate - Huaycán 2020
UBICACION	Lima Fecha de ensayo: 15/09/2020

MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S Kg/m ³	P. UNITARIO C Kg/m ³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
RESIDUOS PLASTICOS (27%)	1.11	4.70	0.05	0.16	984.0	1210.0

MATERIALES: CEMENTO, RESIDUOS PLASTICOS Y AGUA.

A) VALORES DE DISEÑO							
1	ASENTAMIENTO			3	pu/g		
2	TAMANO MAXIMO NOMINAL			1/4			
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.520			
4	AGUA			258			
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			3.5			
B) ANALISIS DE DISEÑO							
	FACTOR CEMENTO		416.130	Kg/m ³	9.8	Bla/m ²	
	Volumen absoluto del cemento			0.1334	m ³ /m ³		
	Volumen absoluto del Agua			0.2580	m ³ /m ³		
	Volumen absoluto del Aire			0.0350	m ³ /m ³		
	VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS					0.426	
	Volumen absoluto del residuo plastico			0.5740	m ³ /m ³		
	SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS					0.574	
						1.000	
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO							
	CEMENTO			416	Kg/m ³		
	AGUA			258	Lt/m ³		
	RESIDUOS PLASTICOS PET			637	Kg/m ³		
D) PESO DE MEZCLA				1311.3	Kg/m ³		
CORRECCION POR HUMEDAD							
	RESIDUOS PLASTICOS PET			637.5	Kg/m ³		
E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS							
	RESIDUOS PLASTICOS PET			%	Lts/m ³		
				0.11	0.7		
	AGUA DE MEZCLA CORREGIDA				258.7	Lts/m ³	
F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO							
	CEMENTO			416	Kg/m ³		
	AGUA			259	Lts/m ³		
	RESIDUOS PLASTICOS PET			637	Kg/m ³		
G) PESO DE MEZCLA				1312.3	Kg/m ³		
27% DE PET A UTILIZAR				354.3	Kg/m ³		
H) CANTIDAD DE MATERIALES (52 Lt.)							
	CEMENTO			36.85	Kg		
	AGUA			12.97	Lts		
	27% RESIDUOS PLASTICOS PET			18.42	Kg		
PROPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)						PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)	
C	1.0					C	1.0
R.P	0.50					R.P	0.76
H2o	14.95					H2o	14.95

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Figura 20. Certificado de diseño de mezcla para 27% Pet.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	15/09/2020

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

REFERENCIA	Datos de laboratorio
SOLICITANTE	Alvarez Raymundo, Jose Yerson/ Bartolo Guerra, Jhenyfer Natali
TESIS	Propiedades físico - mecánicas de los ladrillos de terrafalato de polietileno para el diseño de viviendas unifamiliares en Ate - Huaycán 2020
UBICACION	Lima Fecha de ensayo: 15/09/2020

MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
RESIDUOS PLASTICOS (32%)	1.11	4.70	0.05	0.16	984.0	1210.0

MATERIALES: CEMENTO, RESIDUOS PLASTICOS Y AGUA.

A) VALORES DE DISEÑO							
1	ASENTAMIENTO			3	in/g		
2	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL			14			
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.820			
4	AGUA			258			
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			3.5			
B) ANALISIS DE DISEÑO							
	FACTOR CEMENTO		416.130	Kg/m ³	9.8	Bls/m ³	
	Volumen absoluto del cemento			0.1334	m ³ /m ³		
	Volumen absoluto del Agua			0.2580	m ³ /m ³		
	Volumen absoluto del Aire			0.0350	m ³ /m ³		
	VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS					0.426	
	Volumen absoluto del residuo plástico			0.5740	m ³ /m ³		
	SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS					0.674	
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO						1.000	
	CEMENTO			416	Kg/m ³		
	AGUA			258	L/m ³		
	RESIDUOS PLASTICOS			637	Kg/m ³		
D) PESO DE MEZCLA				1311	Kg/m ³		
E) CORRECCION POR HUMEDAD				637.5	Kg/m ³		
F) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS							
	RESIDUOS PLASTICOS			0.11	Lts/m ³		
				0.7			
	AGUA DE MEZCLA CORREGIDA				258.7	Lts/m ³	
G) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO							
	CEMENTO			416	Kg/m ³		
	AGUA			259	Lts/m ³		
	RESIDUOS PLASTICOS			637	Kg/m ³		
H) PESO DE MEZCLA				1312	Kg/m ³		
I) 32% DE PET A UTILIZAR				420	Kg/m ³		
J) CANTIDAD DE MATERIALES (52 lit.)							
	CEMENTO			33.44	Kg		
	AGUA			12.97	Lts		
	32% RESIDUOS PLASTICOS PET			21.84	Kg		
PROPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)						PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)	
C	1.0					C	1.0
R.P	0.65					R.P	1.00
H2o	16.48					H2o	16.48

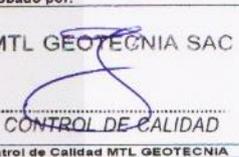
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Figura 21. Certificado de diseño de mezcla para 32% Pet

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	15/09/2020

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

REFERENCIA : Datos de laboratorio
SOLICITANTE : Alvarez Raymundo, Jose Yerson/ Bartolo Guerra, Jhenyfer Natali
TESIS : Propiedades físico - mecánicas de los ladrillos de tereftalato de polietileno para el diseño de viviendas unifamiliares en Ate - Huaycán 2020
UBICACION : Lima Fecha de ensayo: 15/09/2020

MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C Kg/m ³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
RESIDUOS PLASTICOS (37%)	1.11	4.70	0.05	0.16	984.0	1210.0

MATERIALES: CEMENTO, RESIDUOS PLASTICOS Y AGUA.

A) VALORES DE DISEÑO							
1. ASENTAMIENTO				3		pulg	
2. TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL				1/4			
3. RELACION AGUA CEMENTO				0.620			
4. AGUA				258			
5. TOTAL DE AIRE ATRAPADO %				3.5			
B) ANALISIS DE DISEÑO							
FACTOR CEMENTO			416.130	Kg/m ³	9.8	Bts/m ³	
Volumen absoluto del cemento			0.1334	m ³ /m ³			
Volumen absoluto del Agua			0.2580	m ³ /m ³			
Volumen absoluto del Aire			0.0350	m ³ /m ³			
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS						0.426	
Volumen absoluto del residuo plástico				0.5740	m ³ /m ³		
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS						1.000	
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO							
CEMENTO				416	Kg/m ³		
AGUA				258	L/m ³		
RESIDUOS PLASTICOS				637	Kg/m ³		
D) PESO DE MEZCLA				1311	Kg/m ³		
CORRECCION POR HUMEDAD							
RESIDUOS PLASTICOS				637.5	Kg/m ³		
E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS							
RESIDUOS PLASTICOS				0.11	Lts/m ³		
					0.7		
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA					258.7	Lts/m ³	
F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO							
CEMENTO				416	Kg/m ³		
AGUA				259	Lts/m ³		
RESIDUOS PLASTICOS				637	Kg/m ³		
G) PESO DE MEZCLA				1312	Kg/m ³		
37% DE PET A UTILIZAR				486			
H) CANTIDAD DE MATERIALES (52 IL)							
CEMENTO				23.20	Kg		
AGUA				12.97	Lts		
37% RESIDUOS PLASTICOS PET				25.25	Kg		
PROPORCIÓN EN PESO p₃ (húmedo)						PROPORCIÓN EN VOLUMEN p₃ (húmedo)	
C	1.0					C	1.0
R.P	1.09					R.P	1.66
H ₂ O	23.75					H ₂ O	23.75

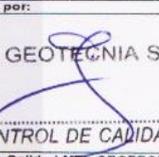
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Bases y Pavimentos	Control de Calidad - MTL GEOTECNIA

Figura 22. Certificado de diseño de mezcla para 37% Pet.

Diseño de molde

Para la elaboración de los ladrillos con incorporación de Pet requeriremos de moldes, los cuales serán diseñados a medida del ladrillo a realizar, para ello se utilizará reglas de aluminio, llamados también tubular rectangular (Figura 21), la elección de este material se debe a que beneficiará correctamente las medidas requeridas del ladrillo, además que es un material de mayor resistencia, en comparación a los moldes de madera mencionados en diversas investigaciones; cada una de estas reglas tienen medidas de 3.8cm x 10.1cm x 600cm.

Los moldes diseñados tendrán las siguientes dimensiones 142.8cm x 20.6cm x 10.1cm, los cuales servirán para fabricar 5 ladrillos por molde y cada ladrillo tendrá las siguientes medidas 24cm x 12.5cm x 9cm cumpliendo estas dimensiones a lo estipulado por la norma técnica E.070 Albañilería.

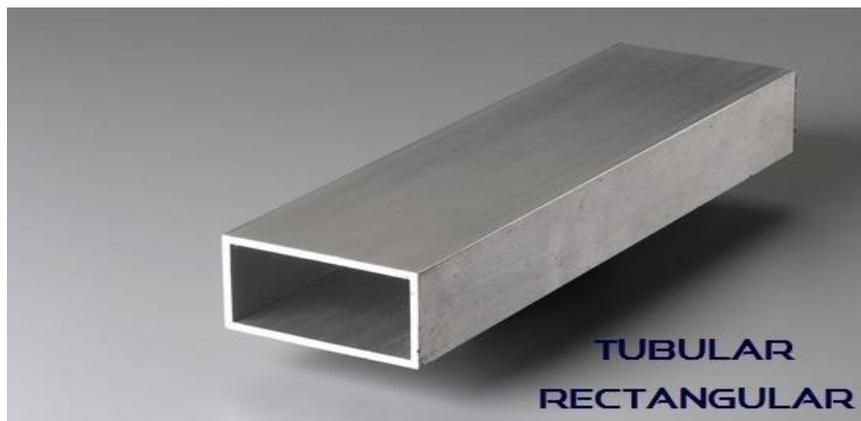


Figura 23. Tubular Rectangular.

Armado de molde

Para el armado del molde necesitaremos 1 barra del perfil tubular rectangular, 1 barra de espiga, 2 cajas de tornillo, 1 taladro y una trazadora con disco de aluminio. Teniendo las dimensiones de los ladrillos se procederá a realizar los cortes para realizar los 2 moldes propuestos de las siguientes medidas 142.8cm x 20.6cm x 10.1cm.

Procedimientos:

1. Verificar el área de trabajo y delimitar la zona para evitar interferencias.

2. Realizar una inspección a los equipos eléctricos para evitar accidentes.
3. Colocarnos los equipos de seguridad obligatorios como son los lentes de seguridad, casco, zapatos de seguridad y tapones auditivo.
4. Se procederá a realizar los cortes de las piezas, la cual se cortará 4 piezas de 142.8cm, 12 piezas de 12.5cm.

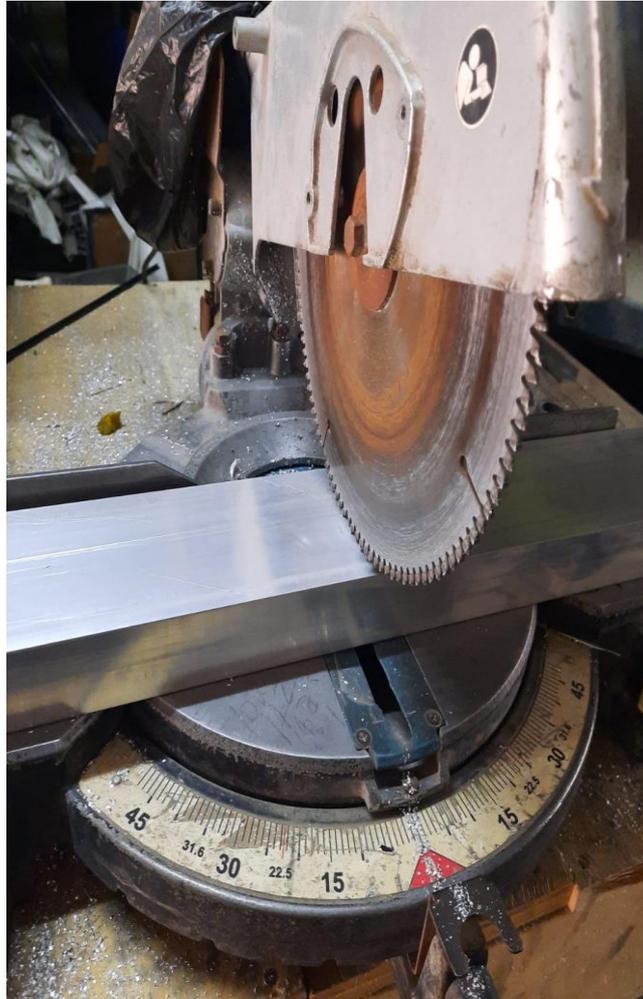


Figura 24. Cortado de piezas para molde.



Figura 25. Piezas cortadas.

5. Teniendo las piezas trozadas se procederá a realizar el trazado a la medida que colocaremos las piezas de 12.5cm.



Figura 26. Trazo en piezas.

6. Teniendo las piezas ya marcadas se procederá al armado para ello utilizaremos el taladro para poder entornillar la espiga en el paflón, verificando siempre que queden bien sujetas.



Figura 27. Armado de molde con espigas.

7. Luego se procede a colocar las piezas de 12.5cm en la espiga para luego con la ayuda del taladro la aseguramos con los tornillos y así estaría listo el molde.

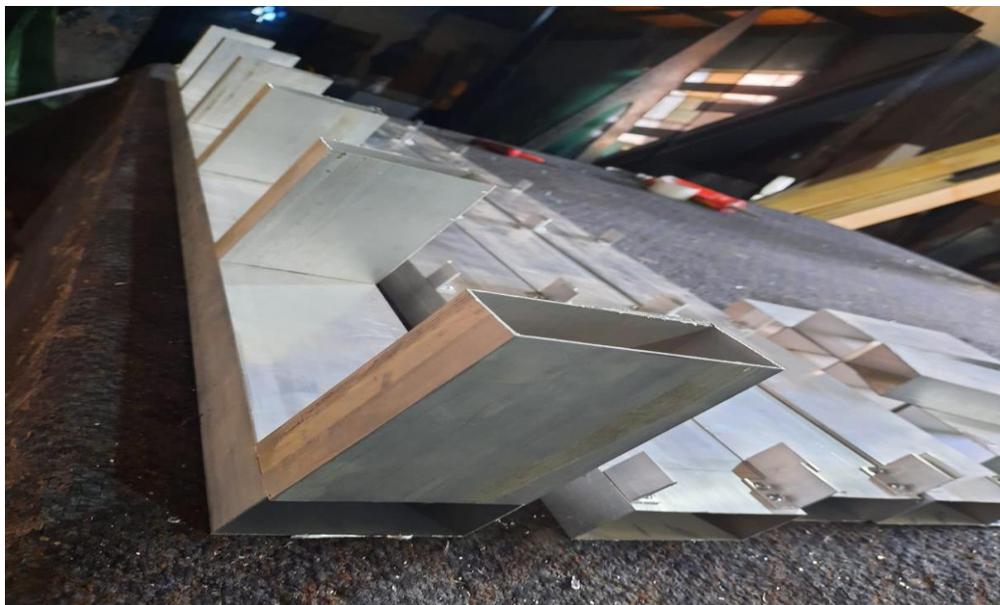


Figura 28. Armado de Molde.



Figura 29. Moldes para elaboración de ladrillos.

Proceso de fabricación

Para la elaboración de los ladrillos ecológicos se debe tener en cuenta el diseño de mezcla, para ello se realizaron ensayos de laboratorio MTL GEOTÉCNICA donde se brindó 3 dosificaciones con diferentes porcentajes de PET, a partir de ello ya se puede realizar el proceso constructivo para la fabricación de ladrillos, es por ello que se debe tener el plástico triturado, tamizado por una malla de 3 mm para poder obtener partículas de menor diámetro, además se utilizara el cemento Portland Tipo I como ligante, entonces se procederá con la mezcla en seco de ambos materiales en las cantidades necesarias; consecuentemente se pasa a la incorporación de agua poco a poco, hasta conseguir una mezcla homogénea. Además, se utilizará los moldes de aluminio, los cuales se deberán colocar en una superficie plana y cubierta de plástico para facilitar el traslado de las unidades una vez secas, además se debe utilizar el desmoldante y ser colocado en su interior para que la mezcla aun fresca pueda tener facilidades al ser desmoldada, luego se continuo con el vaciado de mezcla hasta la altura de 9 cm, al mismo tiempo se utilizó una varilla para el vibrado de la mezcla, reduciendo así el aire incorporado

Por consiguiente, se utilizó una regla metálica para emparejar la parte superior del ladrillo, luego esperamos de 30 a 40 minutos de reposo para proceder a desmoldar y con la ayuda de una regla metálica emparejamos la parte superior del ladrillo y poder retirar el molde sujetando ambos extremos con bastante cuidado, finalmente se dejaron los ladrillos al aire libre para poder esperar por 24 horas para su secado.



Figura 30. Materiales.



Figura 31. Cálculo de materiales.



Figura 32. Mezcla de materiales.



Figura 33. Colocación de desmoldante.



Figura 34. Vaciado de la mezcla.



Figura 35. Reposo de mezcla y desmoldado.



Figura 36. Muestras listas para su secado.



Figura 37. Estructura interna del ladrillo.

Selección de muestras

Para la selección de muestras se tuvo que trasladar los 270 ladrillos hacia el laboratorio, 90 ladrillos por cada dosificación, es decir 90 ladrillos con 27% PET, 90 ladrillos con 32% PET y 90 ladrillos con 37% PET, estos nuevos productos fueron fabricados en la cantidad necesaria para ser evaluadas según los ensayos ya definidos y mencionados anteriormente.



Figura 38. Ladrillos con tereftalato de polietileno.

Análisis y comparación de datos de unidades de albañilería

Para la dimensionamiento y elaboración de las unidades de ladrillo con incorporación de tereftalato de polietileno tomamos como referencia al Reglamento Nacional de Edificaciones (E0.70 Albañilería) y así también algunos datos de unidades de ladrillo tradicionales para que así subsiguientemente realicemos una comparación con los resultados que obtendremos en los ensayos ya mencionados. Mediante esta comparación observaremos la viabilidad de la unidad de albañilería Y así clasificarlo según los resultados obtenidos, cabe mencionar que se espera clasificar el nuevo producto como ladrillo Tipo V y utilizándolo en muros portantes y si no fuera el caso solo serán clasificados como muros de tabiquería.

4.1.3. Fase 3 (Trabajo de laboratorio a los 28 días)

a) Variación dimensional de los ladrillos

Para realizar el ensayo de variación dimensional, seguimos los procedimientos establecidos en la Norma Técnica Peruana NTP 331.017. La cual realizaremos a 3 unidades de ladrillo por cada dosificación ya establecida (ver tabla 8) y teniendo en cuenta las dimensiones de los ladrillos las cuales son 24 cm x 12.5 cm x 9 cm.

$$\%V = \frac{DN - DP \times 100}{DN}$$

Dónde:

%V: Variación de dimensión en porcentaje

DN: Dimensión nominal

DP: Dimensión promedio de cada dimensión

- **Herramientas**

- Regla digital.

- **Procedimiento.**

- Con la ayuda de la regla se procede a realizar la medida del largo, ancho y alto del ladrillo de ambos extremos, colocando la regla al medio de la unidad y anotando los datos obtenidos.

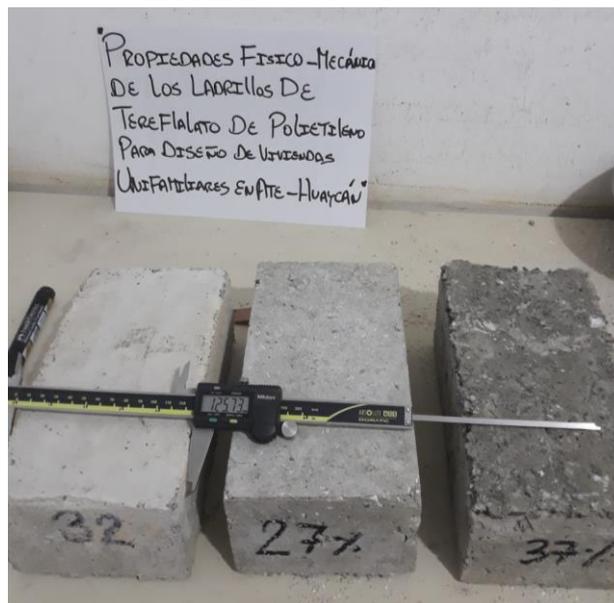


Figura 39. Ensayo de variación dimensional.

- **Instrumento de recolección de datos**

Tabla 26. Dimensiones específicas de la unidad de albañilería.

LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)
24	12.5	9

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27. Resultados de ensayo de variación dimensional en unidades albañilería con 27% PET.

ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DE LADRILLOS CON 27 % DE TEREFTALATO DE POLIETILENO						
NORMA	NTP 331.017				FECHA:	
Muestra	LARGO(cm)	%V.D	ANCHO(cm)	%V.D	ALTO(cm)	%V.D
1	23.9	0.3	12.6	-0.56	8.77	2.56
2	23.9	0.4	12.7	-1.60	8.85	1.6
3	23.8	0.8	12.6	-0.80	8.79	2.3

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28. Resultados de ensayo de variación dimensional en unidades albañilería con 32% PET.

ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DE LADRILLOS CON 32 % DE TEREFTALATO DE POLIETILENO						
NORMA	NTP 331.017				FECHA:	
Muestra	LARGO(cm)	%V.D	ANCHO (cm)	%V.D	ALTO (cm)	%V.D
1	23.9	0.29	12.6	-0.64	8.81	2.11
2	23.8	0.83	12.5	0.000	8.91	1.000
3	23.7	1.25	12.6	-0.8	8.89	1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29. Resultados de ensayo de variación dimensional en unidades albañilería con 37% PET.

ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DE LADRILLOS CON 37 % DE TEREFTALATO DE POLIETILENO						
NORMA	NTP 331.017				FECHA:	
Muestra	LARGO(cm)	%V.D	ANCHO(cm)	%V.D	ALTO(cm)	%V.D
1	23.9	0.29	12.6	-0.88	8.79	2.33
2	24	0	12.5	0.000	8.7	3.33
3	23.8	0.83	12.6	-0.88	8.78	2.44

Fuente: Elaboración propia.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO VARIACIÓN DIMENSIONAL (VD)	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	16/03/2020

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
NTP 399.613 / NTP 339.604

REFERENCIA	Datos de laboratorio		
SOLICITANTES	Alvarez Raymundo, Jose Yerson/ Bartolo Guerra, Jhenyfer Natali		
TESIS	Propiedades físico - mecánicas de los ladrillos de terrazo de polietileno para el diseño de viviendas unifamiliares en Ate - Huaycán 2020		
UBICACIÓN	Distrito de Ate	Fecha de emisión:	22/09/2020

DIMENSIONES ESPECÍFICAS:

LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)
24	12.5	9

TIPO: ADOQUINES DE CONCRETO

ESPÉCIMEN	LARGO (cm)	%VD	ANCHO (cm)	%VD	ALTO (cm)	%VD
M1-27%	23.9	0.33	12.6	-0.56	8.77	2.56
M2-27%	23.9	0.42	12.7	-1.60	8.86	1.56
M3-27%	23.8	0.83	12.6	-0.80	8.79	2.33

ESPÉCIMEN	LARGO (cm)	%VD	ANCHO (cm)	%VD	ALTO (cm)	%VD
M1-32%	23.9	0.29	12.6	-0.64	8.81	2.11
M2-32%	23.8	0.83	12.5	0.00	8.91	1.00
M3-32%	23.7	1.25	12.6	-0.80	8.89	1.22

ESPÉCIMEN	LARGO (cm)	%VD	ANCHO (cm)	%VD	ALTO (cm)	%VD
M1-37%	23.9	0.29	12.6	-0.88	8.79	2.33
M2-37%	24.0	0.00	12.5	0.00	8.7	3.33
M3-37%	23.8	0.83	12.6	-0.88	8.78	2.44

OBSERVACIONES:

- * Muestras identificadas por el solicitante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

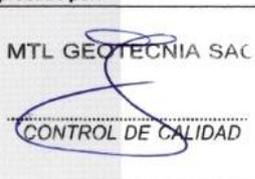
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 <p>MTL GEOTECNIA S.A.C. Suelos, Concreto y Agregados Eliodoro Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 210906</p>	 <p>MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD</p>
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Figura 40. Certificado de resultados de ensayo de variación dimensional.

b) Alabeo de los ladrillos

Para realizar el ensayo de alabeo, seguimos los procedimientos establecidos en la Norma Técnica Peruana (NTP 399 604) y también de la Norma Técnica ITINTEC 331. 018. para este ensayo utilizaremos 3 unidades de ladrillo por cada dosificación correspondiente.

El alabeo es la deformación entre las caras opuestas del ladrillo, representadas por espacios vacíos Cóncavo o Convexo.

- **Instrumentos y materiales**

- Cuña metálica graduada.
- Regla metálica de 30 cm.

- **Procedimiento**

Este ensayo se realiza colocando la unidad de albañilería en una superficie plana para a continuación introducir una cuña metálica graduada en milímetros en la zona más alabeada

- **Instrumento de recolección de datos**

Tabla 30. Ensayo de alabeo en unidades de albañilería con 27 % de PET.

Ensayo de alabeo en unidades de albañilería con 27 % de PET					
MUESTRAS	CARA SUPERIOR CONCAVIDAD (mm)	CARA SUPERIOR CONVEXIDAD (mm)	CARA INFERIOR CONCAVIDAD (mm)	CARA INFERIOR CONVEXIDAD (mm)	ALABEO MÁXIMO (mm)
M1- 27%	0	1	1	0	1
M2- 27%	1	0	1	0	1
M3- 27%	0	1	0	1	1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31. Ensayo de alabeo en unidades de albañilería con 32 % de PET.

Ensayo de alabeo en unidades de albañilería con 32 % de PET.					
MUESTRAS	CARA SUPERIOR CONCAVIDAD (mm)	CARA SUPERIOR CONVEXIDAD (mm)	CARA INFERIOR CONCAVIDAD (mm)	CARA INFERIOR CONVEXIDAD (mm)	ALABEO MÁXIMO (mm)
M1- 32%	1	0	0	1	1
M2- 32%	0	1	1	0	1
M3- 32%	1	1	0	0	1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 32. Ensayo de alabeo en unidades de albañilería con 37 % de PET.

Ensayo de alabeo en unidades de albañilería con 37 % de PET.					
MUESTRAS	CARA SUPERIOR CONCAVIDAD (mm)	CARA SUPERIOR CONVEXIDAD (mm)	CARA INFERIOR CONCAVIDAD (mm)	CARA INFERIOR CONVEXIDAD (mm)	ALABEO MÁXIMO (mm)
M1- 37%	0	1	1	1	1
M2- 37%	1	1	0	0	1
M3- 37%	0	0	1	1	1

Fuente: Elaboración propia.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ALABEO	Código	FOR-LAB-CO-010
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	16/03/2020

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
NTP 399.613 / NTP 399.604

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTES	: Alvarez Raymundo, Jose Yerson/ Bartolo Guerra, Jhenyfer Natali
TESIS	: Propiedades físico - mecánicas de los ladrillos de tereftalato de polietileno para el diseño de viviendas unifamiliares en Ate - Huaycán 2020
UBICACIÓN	: Distrito de Ate. Fecha de emisión: 22/09/2020

TIPO : ADOQUINES DE CONCRETO

IDENTIFICACIÓN	CARA SUPERIOR CONCAVIDAD (mm)	CARA SUPERIOR CONVEXIDAD (mm)	CARA INFERIOR CONCAVIDAD (mm)	CARA INFERIOR CONVEXIDAD (mm)	ALABEO MÁXIMO (mm)
M1-27%	0	1	1	0	1
M2-27%	1	0	1	0	1
M3-27%	0	1	0	1	1

IDENTIFICACIÓN	CARA SUPERIOR CONCAVIDAD (mm)	CARA SUPERIOR CONVEXIDAD (mm)	CARA INFERIOR CONCAVIDAD (mm)	CARA INFERIOR CONVEXIDAD (mm)	ALABEO MÁXIMO (mm)
M1-32%	1	0	0	1	1
M2-32%	0	1	1	0	1
M3-32%	1	1	0	0	1

IDENTIFICACIÓN	CARA SUPERIOR CONCAVIDAD (mm)	CARA SUPERIOR CONVEXIDAD (mm)	CARA INFERIOR CONCAVIDAD (mm)	CARA INFERIOR CONVEXIDAD (mm)	ALABEO MÁXIMO (mm)
M1-37%	0	1	1	1	1
M2-37%	1	1	0	0	1
M3-37%	0	0	1	1	1

OBSERVACIONES:

- * Muestras identificadas por el solicitante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Figura 41. Certificado de resultados de ensayo de alabeo.

c) Absorción del ladrillo

Para realizar el ensayo de absorción, seguimos los procedimientos establecidos en la Norma Técnica Peruana 399.613 y también de la Norma Técnica ITINTEC 331.018 para este ensayo utilizaremos 3 unidades de ladrillo por cada dosificación.

$$\text{Absorción}\% = 100 \frac{(w_s - w_d)}{w_d}$$

Dónde:

Wd= Peso seco del espécimen

Ws= Peso de espécimen saturado, después de la inmersión en agua fría durante 24 horas.

- **Instrumentos y materiales**

- 1 balanza electrónica con una capacidad de 2 kg y una precisión de 0.5g.
- Recipiente de agua para introducir las muestras.
- Horno con temperatura entre 110°C y 115°C.
- Franela para el secado de ladrillos.

- **Procedimiento**

- Primero se coloca las unidades de ladrillo al horno en temperaturas entre 110°C y 115°C durante 24 horas.



Figura 42. Unidades de ladrillo en el horno.

- Luego se saca las muestras y se deja secar al aire libre por 4 horas y luego se procede a pesar.
- Teniendo los pesos se proseguirá a introducir las muestras sobre el recipiente lleno de agua por 24 horas a una temperatura entre 15°C y 30°C.
- Transcurrido el tiempo establecido se saca las unidades de ladrillos y se seca con la franela para subsiguientemente pesarlos de nuevo.
- El pesado no debe ser mas de los 5 minutos de haberles sacado del agua.

- **Instrumento de recolección de datos**

Tabla 33. Resultados de ensayo de absorción de unidades de albañilería con 27% PET.

ENSAYO DE ABSORCIÓN CON 27 % DE TEREFTALATO DE POLIETILENO			
MUESTRA	PESO (Kg)		ABSORCIÓN (%)
	SECO	24H (agua)	
M – 1	3730	3927	5.3
M – 2	3732	3926	5.2
M – 3	3729	3928	5.3
	PROMEDIO		5.3

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 34. Resultados de ensayo de absorción de unidades de albañilería con 32% PET.

ENSAYO DE ABSORCIÓN CON 32 % DE TEREFTALATO DE POLIETILENO			
MUESTRA	PESO (Kg)		ABSORCIÓN (%)
	SECO	24H (agua)	
M – 1	3685	3763	2.1
M – 2	3684	3765	2.2
M – 3	3686	3770	2.3
	PROMEDIO		2.2

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 35. Resultados de ensayo de absorción de unidades de albañilería con 37% PET.

ENSAYO DE ABSORCIÓN CON 37 % DE TEREFTALATO DE POLIETILENO			
MUESTRA	PESO (Kg)		ABSORCIÓN (%)
	SECO	24H (agua)	
M - 1	3496	3639	4.1
M - 2	3494	3640	4.2
M - 3	3499	3638	4.0
		PROMEDIO	4.1

Fuente: Elaboración propia.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ABSORCIÓN	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	16/03/2020

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
NTP 399.613 / NTP 399.604

REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTES	: Alvarez Raymundo, Jose Yerson/ Bartolo Guerra, Jhenyfer Natali		
TESIS	: Propiedades físico - mecánicas de los ladrillos de tereftalato de polietileno para el diseño de viviendas unifamiliares en Ate - Huaycán 2020		
UBICACIÓN	: Lima	Fecha de emisión: 22/09/2020	
TIPO	: ADOQUINES DE CONCRETO		

IDENTIFICACIÓN (DISEÑO)	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (24 hrs) (g)	ABSORCIÓN (%)
M1-27%	3730	3927	5.3
M2-27%	3732	3926	5.2
M3-27%	3729	3928	5.3
PROMEDIO			5.3

IDENTIFICACIÓN (DISEÑO)	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (24 hrs) (g)	ABSORCIÓN (%)
M1-32%	3685	3763	2.1
M2-32%	3684	3765	2.2
M3-32%	3686	3770	2.3
PROMEDIO			2.2

IDENTIFICACIÓN (DISEÑO)	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (24 hrs) (g)	ABSORCIÓN (%)
M1-37%	3496	3639	4.1
M2-37%	3494	3640	4.2
M3-37%	3499	3638	4.0
PROMEDIO			4.1

OBSERVACIONES:
* Muestras identificadas por el solicitante
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Figura 43. Certificado de resultados de ensayo de absorción.

d) Ensayo de Eflorescencia.

Para realizar el ensayo de eflorescencia, seguimos los procedimientos establecidos en la Norma Técnica Peruana 399.613 y también de la Norma Técnica ITINTEC 331. 018. Para la cual realizaremos 3 ensayos por dosificación ya establecidas (ver tabla 8). En el laboratorio MTL GEOTECNIA.

- **Herramientas y equipo.**

- Sulfato de sodio anhidro.
- Horno.
- Recipientes de vidrio.
- Martillo.
- Cincel.

- **Procedimiento.**

1. Preparación de la solución al 20% del sulfato de sodio anhidro.
2. Calentar la solución a 35° C.
3. Cortar la muestra en pequeñas partes con ayuda de un martillo y cincel.
4. Verter la solución en la placa con los materiales y verificar que la muestra esté cubierta con la solución.
5. Dejar reposar mínimo 12 horas en un horno precalentado a 35° C.

- **Instrumento de recolección de datos**

Tabla 36. Resultados de ensayo de eflorescencia en unidades albañilería con 27% PET.

ENSAYO DE EFLORESCENCIA EN LADRILLOS CON 27 % DE TEREFTALATO DE POLIETILENO		
NORMA	NTP 399.613	FECHA:
MUESTRA	CLASIFICACIÓN	
M1-27%	"NO EFLORESCENTE"	
M2-27%	"NO EFLORESCENTE"	
M3-27%	"NO EFLORESCENTE"	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 37. Resultados de ensayo de eflorescencia en unidades albañilería con 32% PET.

ENSAYO DE EFLORESCENCIA EN LADRILLOS CON 32 % DE TEREFTALATO DE POLIETILENO		
NORMA	NTP 399.613	FECHA:
MUESTRA	CLASIFICACIÓN	
M1-32%	"NO EFLORESCENTE"	
M2-32%	"NO EFLORESCENTE"	
M3-32%	"NO EFLORESCENTE"	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 38. Resultados de ensayo de eflorescencia en unidades albañilería con 37% PET.

ENSAYO DE EFLORESCENCIA EN LADRILLOS CON 37 % DE TEREFTALATO DE POLIETILENO		
NORMA	NTP 399.613	FECHA:
MUESTRA	CLASIFICACIÓN	
M1-37%	"NO EFLORESCENTE"	
M2-37%	"NO EFLORESCENTE"	
M3-37%	"NO EFLORESCENTE"	

Fuente: Elaboración propia.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO EFLORESCENCIA	Código	FOR-LAB-CO-012
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	16/03/2020

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
NTP 399.613 / NTP 399.604

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTES	: Alvarez Raymundo, Jose Yerson/ Bartolo Guerra, Jhenyfer Natali
TESIS	: Propiedades físico - mecánicas de los ladrillos de tereftalato de polietileno para el diseño de viviendas unifamiliares en Ate - Huaycán 2020
UBICACIÓN	: Distrito de Ate. Fecha de emisión: 22/10/2020

TIPO:	LADRILLOS CON TEREFTALATO DE POLIETILENO
-------	--

IDENTIFICACIÓN	CLASIFICACIÓN
M1-27%	"NO EFLORESCENTE"
M2-27%	"NO EFLORESCENTE"
M3-27%	"NO EFLORESCENTE"

IDENTIFICACIÓN	CLASIFICACIÓN
M1-32%	"NO EFLORESCENTE"
M2-32%	"NO EFLORESCENTE"
M3-32%	"NO EFLORESCENTE"

IDENTIFICACIÓN	CLASIFICACIÓN
M1-37%	"NO EFLORESCENTE"
M2-37%	"NO EFLORESCENTE"
M3-37%	"NO EFLORESCENTE"

OBSERVACIONES:
 * Muestras identificadas por el solicitante
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Figura 44. Certificado de resultados de ensayo de eflorescencia en unidades de albañilería.

e) Resistencia a la compresión de unidades de albañilería (Rotura a los 7 días)

Para realizar el ensayo de resistencia a compresión, seguimos los procedimientos establecidos en la Norma Técnica Peruana 399.613 y también de la Norma Técnica ITINTEC 331. 018. Para la cual realizaremos 3 ensayos por dosificación ya establecidas (ver tabla 7). A los 7 y 28 días de secado en el laboratorio MTL GEOTECNIA.

- **Herramientas y equipo.**

- Máquina de compresión
- Plancha de soporte
- Regla metálica graduada

- **Procedimiento.**

1. Se procederá a tomar las medias de alto, ancho y largo de cada muestra para poder determinar el área bruta.
2. Teniendo ya tomadas las dimensiones de cada unidad se procede a colocar la muestra en la máquina alineándolo con el centro de carga de la placa.
3. La velocidad y carga de la compresión será entre estos intervalos 1.4 @ 3.5 kg/cm²/seg. (20 @ 50 psi/seg.).
4. Durante los primeros segundos se apreciará una mayor velocidad que poco a poco disminuirá la velocidad hasta que la muestra presenté una falla.
5. Deberá anotarse el tipo de falla y la apariencia del concreto.



Figura 45. Preparación de las unidades de albañilería antes del ensayo.



Figura 46. Ensayo de Resistencia a Compresión del ladrillo con 27%, 32% y 37% de plástico.



Figura 47. Ensayo de resistencia a compresión del ladrillo con plástico.

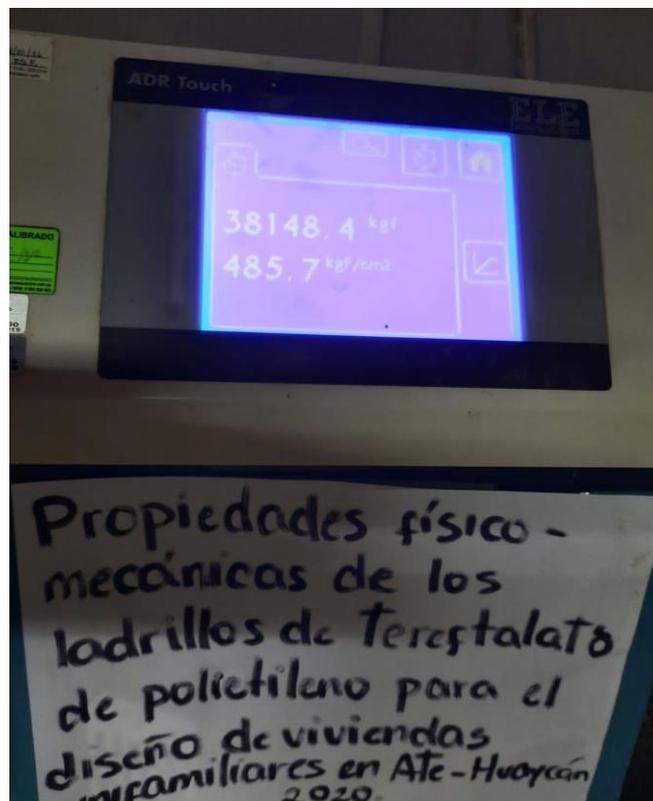


Figura 48. Resistencia a compresión mayor en ladrillo con 32% pet a los 7 días..

- Instrumento de recolección de datos

Tabla 39. Resultados de ensayo a resistencia a la compresión de ladrillos con 27% PET a los 7 días.

ENSAYO A LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON 27 % DE TEREFALATO DE POLIETILENO						
NORMA	NTP 399.613 NTP 399.605			FECHA:		
MUESTRAS	DIMENSIONES (cm)			ÁREA BRUTA (cm ²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)
	LARGO	ANCHO	ALTURA			
M - 1	23.92	12.57	9.1	300.67	24479.7	81.4
M - 2	24	12.6	9.2	302.4	24480.6	81
M - 3	24.1	12.7	9	306.07	24482.0	80

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 40. Resultados de ensayo a resistencia a la compresión de ladrillos con 32% PET a los 7 días.

ENSAYO A LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON 32 % DE TEREFALATO DE POLIETILENO						
NORMA	NTP 399.613 NTP 399.605			FECHA:		
MUESTRAS	DIMENSIONES (cm)			ÁREA BRUTA (cm ²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)
	LARGO	ANCHO	ALTURA			
M - 1	23.93	12.58	9.2	301.0	38148.4	126.7
M - 2	23.94	12.7	9	304.0	38152.3	125.5
M - 3	24	12.8	9	307.2	38155.1	124.2

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 41. Resultados de ensayo de resistencia a la compresión de ladrillos con 37% PET a 7 días.

ENSAYO A LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON 37 % DE TEREFALATO DE POLIETILENO						
NORMA	NTP 399.613 NTP 399.605			FECHA:		
MUESTRAS	DIMENSIONES (cm)			ÁREA BRUTA (cm ²)	CARGA MÁXIMA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)
	LARGO	ANCHO	ALTURA			
M - 1	23.93	12.61	9.2	301.76	32309.0	107.1
M - 2	23.97	12.66	9.1	303.46	32310.1	106.5
M - 3	24.1	12.7	9	306.1	32312.1	105.6

Fuente: Elaboración propia.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA
-------------------------------------	---

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
NTP 399.613

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	
SOLICITANTE	: Alvarez Raymundo, Jose Yerson/ Bartolo Guerra, Jhenyfer Natali	
TESIS	: Propiedades físico - mecánicas de los ladrillos de tereftalato de polietileno para el diseño de viviendas unifamiliares en Ate - Huaycán 2020	
UBICACIÓN	: Distrito de Ate.	Fecha de ensayo: 22/09/2020

FECHA DE VACIADO: 15/09/2020 TIPO: ADOQUINES DE CONCRETO

IDENTIFICACIÓN	LARGO	ANCHO	A	W	C
	(cm)	(cm)	(cm ²)	(kg)	(kg/cm ²)
M1-27%	23.92	12.57	300.7	24479.7	81.4
M2-27%	24.00	12.60	302.4	24481.0	81.0
M3-27%	24.10	12.70	306.1	24482.0	80.0

IDENTIFICACIÓN	LARGO	ANCHO	A	W	C
	(cm)	(cm)	(cm ²)	(kg)	(kg/cm ²)
M1-32%	23.93	12.58	301.0	38148.4	126.7
M2-32%	23.94	12.70	304.0	38152.3	125.5
M3-32%	24.00	12.80	307.20	38155.1	124.2

IDENTIFICACIÓN	LARGO	ANCHO	A	W	C
	(cm)	(cm)	(cm ²)	(kg)	(kg/cm ²)
M1-37%	23.93	12.61	301.8	32309.0	107.1
M2-37%	23.97	12.66	303.5	32310.1	106.5
M3-37%	24.10	12.70	306.1	32312.1	105.6

FORMULA : $C = \frac{W}{A}$

DONDE:

C = Resistencia compresión del espécimen, kg/cm².

W = Máxima carga en kg-f, indicada por la máquina de ensayo.

A = Promedio del área bruta en cm².

Elaborado por: 	Revisado por:  <p>MTL GEOTECNIA S.A.C Suelos, Concreto y Asfalto Eduardo Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 219849</p>	Aprobado por:  <p>MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD</p>
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Figura 49. Certificado de resultados de ensayo a compresión en unidades a 7 días.

f) Resistencia a la compresión de unidades de albañilería (Rotura a los 28 días)

Los ladrillos con diferentes porcentajes de incorporación de Tereftalato de Polietileno fueron ensayados a los 28 días de edad mediante el ensayo de resistencia a compresión, siguiendo los procedimientos requeridos según la Norma Técnica Peruana 399.613, así mismo también la Norma Técnica INTINTEC 331.018, estos ensayos fueron realizados en el Laboratorio MTL GEOTECNIA; obteniendo los siguientes resultados mostrados en la tabla 42, 43 y 44.

Tabla 42. Resultados de ensayo a resistencia a la compresión de ladrillos con 27% PET a los 28 días.

ENSAYO A LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN LADRILLOS CON 27 % DE TEREFTALATO DE POLIETILENO						
NORMA	NTP 399.613 NTP 399.605			FECHA:		
MUESTRAS	DIMENSIONES (cm)			ÁREA BRUTA (cm ²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)
	LARGO	ANCHO	ALTURA			
M - 1	23.8	12.59	9.1	299.64	40238.2	134.3
M - 2	24.1	12.1	9.2	291.61	39563.2	135.7
M - 3	24	12.6	9	302.4	40398.9	133.6

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 43. Resultados de ensayo a resistencia a la compresión de ladrillos con 32% PET a los 28 días.

ENSAYO A LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN LADRILLOS CON 32 % DE TEREFTALATO DE POLIETILENO						
NORMA	NTP 399.613 NTP 399.605			FECHA:		
MUESTRAS	DIMENSIONES (cm)			ÁREA BRUTA (cm ²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)
	LARGO	ANCHO	ALTURA			
M - 1	23.94	12.5	9.2	299.3	63700.4	212.9
M - 2	23.97	12.6	9	302.0	65074.6	215.5
M - 3	24.1	12.7	9	306.1	64589.2	211.0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 44. Resultados de ensayo a resistencia a la compresión de ladrillos con 37% PET a los 28 días.

ENSAYO A LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN LADRILLOS CON 37 % DE TEREFTALATO DE POLIETILENO						
NORMA	NTP 399.613 NTP 399.605			FECHA:		
MUESTRAS	DIMENSIONES (cm)			ÁREA BRUTA (cm ²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)
	LARGO	ANCHO	ALTURA			
M - 1	23.93	12.61	9.2	301.76	44275.0	146.7
M - 2	23.97	12.66	9.1	303.46	43658.3	143.9
M - 3	24.1	12.7	9	306.1	44128.2	144.2

Fuente: Elaboración propia.



Figura 50. Resistencia a compresión en ladrillo con 27% pet a los 28 días.



Figura 51. Resistencia a compresión en ladrillo con 32% pet a los 28 días.



Figura 52. Resistencia a compresión en unidades de albañilería.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES ELABORADOS CON UNIDADES DE ALBAÑILERÍA
--	---

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
NTP 399.613

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Alvarez Raymundo, Jose Yerson/ Bartolo Guerra, Jhenyfer Natali
TESIS	: Propiedades físico - mecánicas de los ladrillos de tereftalato de polietileno para el diseño de viviendas unifamiliares en Ate - Huaycán 2020
UBICACIÓN	: Lima- Ate
	Fecha de ensayo: 15/10/2020

FECHA DE VACIADO: 15/09/2020 TIPO: UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE MORTERO

IDENTIFICACIÓN	LARGO	ANCHO	A	W	C
	(cm)	(cm)	(cm ²)	(kg)	(kg/cm ²)
M1-27%	23.80	12.59	299.6	40238.2	134.3
M2-27%	24.10	12.10	291.6	39563.2	135.7
M3-27%	24.00	12.60	302.4	40398.9	133.6

IDENTIFICACIÓN	LARGO	ANCHO	A	W	C
	(cm)	(cm)	(cm ²)	(kg)	(kg/cm ²)
M1-32%	23.94	12.50	299.3	63700.4	212.9
M2-32%	23.97	12.60	302.0	65074.6	215.5
M3-32%	24.10	12.70	306.07	64589.2	211.0

IDENTIFICACIÓN	LARGO	ANCHO	A	W	C
	(cm)	(cm)	(cm ²)	(kg)	(kg/cm ²)
M1-37%	23.93	12.61	301.8	44275.0	146.7
M2-37%	23.97	12.66	303.5	43658.3	143.9
M3-37%	24.10	12.70	306.1	44128.2	144.2

FORMULA : $C = \frac{W}{A}$

DONDE:

C = Resistencia compresión del espécimen, kg/cm².

W = Máxima carga en kg-f, indicada por la máquina de ensayo.

A = Promedio del área bruta en cm².

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  Control de Calidad MTL GEOTECNIA
--	--	--

Figura 53. Certificado de resultados de ensayo a compresión en unidades a 28 días.

**g) Ensayo de resistencia a compresión axial en pilas de albañilería
(Rotura a los 28 días)**

Para realizar el ensayo de resistencia a compresión axial en pilas de albañilería se debe seguir los procedimientos requeridos en la NTP 399.605. Para la realización de este ensayo se requiere de 3 pilas de albañilería por cada dosificación, estas constaran de 3 ladrillos cada uno.

- **Instrumentos y materiales**

- 1.Máquina de compresión.
- 2.Batea para mezcla.
- 3.Badilejo.
- 4.Nivel de mano.
- 5.Cemento, arena gruesa y agua.

- **Procedimiento**

1. Para elaborar las pilas de albañilería con 3 ladrillos, se realizarán según los procedimientos y normativas ya establecidas.
2. Se procedió a preparar el mortero con cemento, arena gruesa y agua en la dosificación 1:5, mezclándoles hasta encontrar una masa homogénea.
3. Teniendo el mortero se pasó a realizar el asentado de ladrillo utilizando el escantillón para verificar la altura y el lado vertical con nivel de mano, en todo el proceso se respetará las juntas de 1.5cm.



Figura 54. Elaboración de pilas con ladrillos con pet.



Figura 55. Medición de pilas de albañilería.

- **Instrumentos de recolección de datos**



Figura 56. Ensayo de resistencia a compresión axial en pilas

Tabla 45. Resultados de ensayo a resistencia a la compresión axial en pilas con ladrillos con 27% PET a los 28 días.

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL EN PILAS DE ALBAÑILERÍA DE LADRILLOS CON 27% DE TEREFALATO DE POLIETILENO							
IDENTIFICACIÓN	H	E	RELACIÓN	A _B	P	f'm	f'm corregido
	(cm)	(cm)	h/e	(cm ²)	(Kg)		(Kg/cm ²)
27% Pet/ Pila de 3 Unidades	30.3	12.5	2.42	298	55783.2	187.2	166.9
27% Pet/ Pila de 3 Unidades	30.2	12.6	2.40	297	55382.8	186.5	166.0
27% Pet/ Pila de 3 Unidades	30.4	12.4	2.45	298	54972.5	184.5	164.2

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 46. Resultados de ensayo a resistencia a la compresión axial en pilas con ladrillos con 32% PET a los 28 días.

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL EN PILAS DE ALBAÑILERÍA DE LADRILLOS CON 32% DE TEREFALATO DE POLIETILENO							
IDENTIFICACIÓN	H	E	RELACIÓN	A _B	P	f'm	f'm corregido
	(cm)	(cm)	h/e	(cm ²)	(Kg)		(Kg/cm ²)
32% Pet/ Pila de 3 Unidades	30.2	12.5	2.42	298	64882.5	218.1	194.1
32% Pet/ Pila de 3 Unidades	30.0	12.6	2.38	297	64565.2	217.4	193.5
32% Pet/ Pila de 3 Unidades	30.3	12.4	2.44	298	64552.9	217.0	193.1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 47. Resultados de ensayo a resistencia a la compresión axial en pilas con ladrillos con 37% PET a los 28 días.

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL EN PILAS DE ALBAÑILERÍA DE LADRILLOS CON 37% DE TEREFALATO DE POLIETILENO							
IDENTIFICACIÓN	H	E	RELACIÓN	A _B	P	f'm	f'm corregido
	(cm)	(cm)	h/e	(cm ²)	(kg)		(kg/cm ²)
37% Pet/ Pila de 3 Unidades	30.2	12.5	2.42	298	58534.2	196.8	175.1
37% Pet/ Pila de 3 Unidades	30.3	12.6	2.40	298	57553.2	193.3	172.0
37% Pet/ Pila de 3 Unidades	30.0	12.7	2.36	297	57662.4	194.1	172.8

Fuente: Elaboración propia.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA	Código	FOR-LTC-AL-054
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	5/11/2019

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
NTP 399.605 / E.070

REFERENCIA	: DATOS DE LABORATORIO
SOLICITANTE	: Alvarez Raymundo, Jose Yerson/ Bartolo Guerra, Jhenyfer Natali
TESIS	: Propiedades físico - mecánicas de los ladrillos de tereftalato de polietileno para el diseño de viviendas unifamiliares en Ate - Huacón 2020
UBICACIÓN	: Distrito de Ate Fecha de ensayo: 22/10/2020

LADRILLERA : LADRILLOS DE TEREFTALATO (27%)

TIPO:

IDENTIFICACIÓN	h (cm)	e (cm)	RELACIÓN h/e	A _b (cm ²)	P (kg)	f _m	f _m corregido (kg/cm ²)
27% / PILA DE 3 UNIDADES	30.3	12.5	2.42	298	55783.2	187.5	166.9
27% / PILA DE 3 UNIDADES	30.2	12.6	2.40	297	55382.8	186.5	166.0
27% / PILA DE 3 UNIDADES	30.4	12.4	2.45	298	54972.5	184.5	164.2

DONDE:

f_m = Resistencia a la compresión de cada prisma (kg/cm²)

NOTA ILUSTRATIVA: 1 lb = 4.448 N

1 Pa = 1 N/m²

1 Kg/cm² = 98.066 kPa

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

Fuente: Norma E.070

OBSERVACIONES:

- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.
- * Prueba realizada a los 28 días.
- * Número de unidades que conforman cada prisma : 03 unidades.

Elaborado por: 	Revisado por:  Eimer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 210906	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Figura 57. Certificado de resultados de ensayo a compresión axial en pilas de ladrillos con 27% pet.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA	Código	FOR-LTC-AL-054
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	5/11/2019

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
NTP 399.605 / E.070

REFERENCIA	: DATOS DE LABORATORIO
SOLICITANTE	: Alvarez Raymundo, Jose Yerson/ Bartolo Guerra, Jhenyfer Natali
TESIS	: Propiedades físico - mecánicas de los ladrillos de tereftalato de polietileno para el diseño de viviendas unifamiliares en Ate - Huancón 2020
UBICACIÓN	: Distrito de Ate Fecha de ensayo: 22/10/2020

LADRILLERA : LADRILLOS DE TEREFTALATO (32%)

TIPO: -

IDENTIFICACIÓN	h (cm)	e (cm)	RELACIÓN h/e	A _b (cm ²)	P (kg)	f _m	f _m corregido (kg/cm ²)
32% / PILA DE 3 UNIDADES	30.2	12.5	2.42	298	64882.5	218.1	194.1
32% / PILA DE 3 UNIDADES	30.0	12.6	2.38	297	64565.2	217.4	193.5
32% / PILA DE 3 UNIDADES	30.3	12.4	2.44	298	64552.9	217.0	193.1

DONDE:

f_m = Resistencia a la compresión de cada prisma (kg/cm²)

NOTA ILUSTRATIVA: 1 lb = 4.448 N

1 Pa = 1 N/m²

1 Kg/cm² = 98.066 kPa

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

Fuente: Norma E.070

OBSERVACIONES:

- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.
- * Prueba realizada a los 28 días.
- * Número de unidades que conforman cada prisma : 03 unidades.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Figura 58. Certificado de resultados de ensayo a compresión axial en pilas de ladrillos con 32% pet.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERIA	Código	FOR-LTC-AL-054
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	5/11/2019

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
NTP 399.805 / E.070

REFERENCIA	: DATOS DE LABORATORIO		
SOLICITANTE	: Alvarez Raymundo, Jose Yerson/ Bartolo Guerra, Jhenyfer Natali		
TESIS	: Propiedades físico - mecánicas de los ladrillos de tereftalato de polietileno para el diseño de viviendas unifamiliares en Ate - Huancán 2020		
UBICACIÓN	: Distrito de Ate	Fecha de ensayo:	22/10/2020

LADRILLERA : LADRILLOS DE TEREFTALATO (37%)

TIPO: -

IDENTIFICACIÓN	h (cm)	e (cm)	RELACIÓN h/e	A _b (cm ²)	P (kg)	f _m	f _m corregido (kg/cm ²)
37% / PILA DE 3 UNIDADES	30.2	12.5	2.42	298	58534.2	196.8	175.1
37% / PILA DE 3 UNIDADES	30.3	12.6	2.40	298	57553.2	193.3	172.0
37% / PILA DE 3 UNIDADES	30.0	12.7	2.36	297	57662.4	194.1	172.8

DONDE:

f_m = Resistencia a la compresión de cada prisma (kg/cm²)

NOTA ILUSTRATIVA: 1 lb = 4.448 N

1 Pa = 1 Nm²

1 Kg/cm² = 98.066 kPa

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

Fuente: Norma E.070

OBSERVACIONES:

- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.
- * Prueba realizada a los 28 días.
- * Número de unidades que conforman cada prisma : 03 unidades.

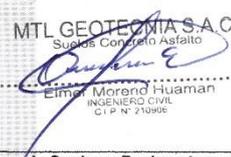
Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por: 
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Figura 59. Certificado de resultados de ensayo a compresión axial en pilas de ladrillos con 37% pet.

h) Ensayo de resistencia a compresión diagonal en muretes de albañilería (Rotura a los 14 días.)

Para realizar el ensayo de Resistencia de Compresión Diagonal en Muretes de Albañilería, seguimos los procedimientos establecidos en la norma técnica peruana NTP 399.621 y también de la norma técnica ITINTEC 331. 018. Para este ensayo utilizaremos 15 unidades de ladrillo con tereftalato de polietileno y se realizara 3 murete de 0.60m x0.60m por cada dosificación.

- **Instrumentos y materiales**

- Máquina de compresión.
- Batea para acumular la mezcla.
- Lampa para mezclar los agregados.
- Plancha de batir.
- Escantillón.
- Plomada y nivel.
- Cemento, arena gruesa.

- **Procedimiento**

- Las construcciones de los muretes de aproximadamente 0.60m x 0.60m de albañilería se realizaron según los procedimientos ya establecidos.
- Se realizó la preparación del mortero con cemento, arena gruesa y agua en la dosificación 1:5, mezclándoles hasta encontrar una masa homogénea.
- Teniendo el mortero se pasó a realizar el asentado de ladrillo utilizando el escantillón para verificar la altura y el lado vertical con nivel, en todo el proceso se respetará las juntas de 1.5cm.



Figura 60. Mortero para asentamiento de ladrillos para elaboración de murete.



Figura 62. Muestra para el ensayo a Compresión Diagonal en Murete en diferentes porcentajes de PET a los 14 días.



Figura 61. Ensayo de resistencia a compresión diagonal en Murete.

Instrumento de recolección de datos

Tabla 48. Ensayo resistencia a compresión diagonal en muretes de albañilería de 27% PET a 14 días.

ENSAYO DE RESISTENCIA DE COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES DE ALBAÑILERÍA CON 27 % DE TEREFALATO DE POLIETILENO							
NORMA	NTP 399.613 NTP 399.605				EDAD: 14 DIAS		
MUESTRAS	DIMENSIONES (mm)			ÁREA BRUTA (mm ²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESFUERZO (Vm)	
	LARGO DE MURETE	ALTURA DE MURETE	ESPESOR DE MURETE				
M – 1	601.5	601.2	126.2	75890.4	4440	0.4Mpa	4.1Kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 49. Ensayo resistencia a compresión diagonal en muretes de albañilería de 32% PET a 14 días.

ENSAYO DE RESISTENCIA DE COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES DE ALBAÑILERÍA CON 32 % DE TEREFALATO DE POLIETILENO							
NORMA	NTP 399.613 NTP 399.605				EDAD: 14 DIAS		
MUESTRAS	DIMENSIONES (mm)			ÁREA BRUTA (mm ²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESFUERZO (Vm)	
	LARGO DE MURETE	ALTURA DE MURETE	ESPESOR DE MURETE				
M – 1	601.5	601.2	126.2	75890.4	5640	0.5Mpa	5.3Kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 50. Ensayo resistencia a compresión diagonal en muretes de albañilería de 37% PET a 14 días.

ENSAYO DE RESISTENCIA DE COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES DE ALBAÑILERÍA CON 37 % DE TEREFALATO DE POLIETILENO							
NORMA	NTP 399.613 NTP 399.605				EDAD: 14 DIAS		
MUESTRAS	DIMENSIONES (mm)			ÁREA BRUTA (mm ²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESFUERZO (Vm)	
	LARGO DE MURETE	ALTURA DE MURETE	ESPESOR DE MURETE				
M – 1	601.3	601.2	126	75757.5	4740	0.4Mpa	4.4Kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES ELABORADOS CON UNIDADES DE ALBAÑILERÍA	Código	FOR-LTC-CO-037
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/08/2016

TESIS : Propiedades físico - mecánicas de los ladrillos de terrafalto de polietileno para el diseño de viviendas unifamiliares en Ate - Huaycán 2020

SOLICITANTE : Alvarez Raymundo, Jose Yerson/ Bartolo Guerra, Jhenyfer Natali
CÓDIGO DE PROYECTO : ---
UBICACIÓN DE PROYECTO : Lima
FECHA DE EMISIÓN : 29/09/20

REALIZADO POR: Tony de la Cruz
REVISADO POR: ---
FECHA DE ENSAYO: 28/09/2020
TURNO: Diaño

Tipo de muestra : Unidades de albañilería de mortero
Presentación : Ladrillo Pandereta

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES
ASTM E519 / NTP 399.621

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACION	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	LARGO DE MURETE (mm)	ALTURA DE MURETE (mm)	ESPESOR DE MURETE (mm)	FUERZA MÁXIMA (kg)	FUERZA MÁXIMA (N)	ÁREA BRUTA (mm ²)	ESFUERZO γ_m
M1- 27%	15/09/2020	29/09/2020	14	601.5	601.2	126.2	4440	43541.5	75890.4	0.4 MPa 4.1 kg/cm ²
M2- 32%	15/09/2020	29/09/2020	14	601.5	601.2	126.2	6640	65309.5	75890.4	0.5 MPa 5.3 kg/cm ²
M3- 37%	15/09/2020	29/09/2020	14	601.3	601.2	126.0	4740	46483.5	75757.5	0.4 MPa 4.4 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

- * Muestras realizadas en el laboratorio de MTL GEOTECNIA
- * Los insumos para la elaboración de los bloques fueron provistos por el solicitante y ensayados en el laboratorio de MTL GEOTECNIA
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por: MTL GEOTECNIA SAC  CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
--	--	---

Figura 63. Certificado de resultados de ensayo a compresión diagonal en murete a los 14 días.

- i) Ensayo de resistencia de compresión diagonal en muretes de albañilería (Rotura a los 28 días.)
- Instrumento de recolección de datos



Figura 64. Ensayo de resistencia de compresión diagonal en muretes de albañilería a los 28 días.



Figura 65. Ensayo de resistencia de compresión diagonal en muretes de albañilería elaborados con ladrillos fabricados con 27%, 32% y 37% pet.

Tabla 51. Ensayo resistencia a compresión diagonal en muretes de albañilería de 27% PET a 28 días.

ENSAYO DE RESISTENCIA DE COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES DE ALBAÑILERÍA CON 27 % DE TEREFTALATO DE POLIETILENO							
NORMA	NTP 399.613 NTP 399.605				EDAD: 28 DÍAS		
MUESTRAS	DIMENSIONES (mm)			ÁREA BRUTA (mm ²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESFUERZO (Vm)	
	LARGO DE MURETE	ALTURA DE MURETE	ESPESOR DE MURETE				
M - 1	601.2	601.5	126.1	75830.2	9132	0.8MPa	8.5Kg/cm ²
M - 2	601.3	601.5	126.2	75903.0	9284	0.8MPa	8.6Kg/cm ²
M - 3	601.4	601.5	126.1	75842.8	9332	0.9MPa	8.7Kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 52. Ensayo resistencia a compresión diagonal en muretes de albañilería de 32% PET a 28 días.

ENSAYO DE RESISTENCIA DE COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES DE ALBAÑILERÍA CON 32 % DE TEREFTALATO DE POLIETILENO							
NORMA	NTP 399.613 NTP 399.605				EDAD: 28 DIAS		
MUESTRAS	DIMENSIONES (mm)			ÁREA BRUTA (mm ²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESFUERZO (Vm)	
	LARGO DE MURETE	ALTURA DE MURETE	ESPESOR DE MURETE				
M - 1	601.3	601.2	126.2	75877.8	10120	0.9Mpa	9.4Kg/cm ²
M - 2	601.4	601.3	126.3	75950.5	9875	0.9Mpa	9.2Kg/cm ²
M - 3	601.2	601.2	126.2	75871.4	9953	0.9Mpa	9.3Kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 53. Ensayo resistencia a compresión diagonal en muretes de albañilería de 37% PET a 28 días.

ENSAYO DE RESISTENCIA DE COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES DE ALBAÑILERÍA CON 37 % DE TEREFTALATO DE POLIETILENO							
NORMA	NTP 399.613 NTP 399.605				EDAD: 28 DIAS		
MUESTRAS	DIMENSIONES (mm)			ÁREA BRUTA (mm ²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESFUERZO (Vm)	
	LARGO DE MURETE	ALTURA DE MURETE	ESPESOR DE MURETE				
M - 1	601.5	601.2	126.4	76010.6	9458	0.9Mpa	8.8Kg/cm ²
M - 2	601.3	601.3	126.5	76130.9	9638	0.9Mpa	9.0Kg/cm ²
M - 3	601.1	601.2	126.4	75985.4	9584	0.9Mpa	8.9Kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia.



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES ELABORADOS CON UNIDADES DE ALBAÑILERÍA	Código	FOR-LTC-CO-037
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/08/2016

TESIS : Propiedades físico - mecánicas de los ladrillos de terreflato de polietileno para el diseño de viviendas unifamiliares en Ate - Huaycán 2020

SOLICITANTE : Alvarez Raymundo, Jose Yerson/ Bartolo Guerra, Jhenyfer Natali

CÓDIGO DE PROYECTO : ---

UBICACIÓN DE PROYECTO : Distrito de Ate

FECHA DE EMISIÓN : 22/10/20

REALIZADO POR: Tony de la Cruz

REVISADO POR: ---

FECHA DE ENSAYO: 22/10/2020

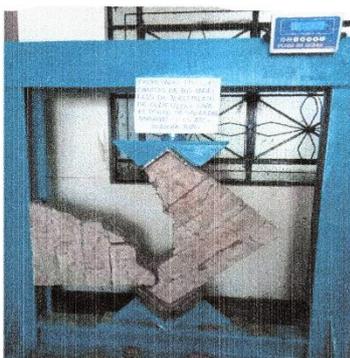
TURNO: Diurno

Tipo de muestra : Unidades de albañilería de mortero

Presentación : Ladrillo Terreflato de Polietileno

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES
 ASTM E519 / NTP 399.621

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	LARGO DE MURETE	ALTURA DE MURETE	ESPESOR DE MURETE	FUERZA MÁXIMA	FUERZA MÁXIMA	ÁREA BRUTA (mm ²)	ESFUERZO V _m
M1- 27%	24/09/2020	22/10/2020	28	601.2	601.5	126.1	9132	89554.3	75830.2	0.8 MPa 8.5 kg/cm ²
M2- 27%	24/09/2020	22/10/2020	28	601.3	601.6	126.2	9284	91044.9	75903.0	0.8 MPa 8.6 kg/cm ²
M3- 27%	24/09/2020	22/10/2020	28	601.4	601.5	126.1	9332	91515.7	75842.8	0.8 MPa 8.7 kg/cm ²
M1- 32%	24/09/2020	22/10/2020	28	601.3	601.2	126.2	10120	99243.3	75877.8	0.9 MPa 9.4 kg/cm ²
M2- 32%	24/09/2020	22/10/2020	28	601.4	601.3	126.3	9875	98840.7	75950.5	0.9 MPa 9.2 kg/cm ²
M3- 32%	24/09/2020	22/10/2020	28	601.2	601.2	126.2	9953	97605.6	75871.4	0.9 MPa 9.3 kg/cm ²
M1- 37%	24/09/2020	22/10/2020	28	601.5	601.2	126.4	9458	92751.3	76010.6	0.9 MPa 8.8 kg/cm ²
M2- 37%	24/09/2020	22/10/2020	28	601.3	601.4	126.6	9638	94516.5	76130.9	0.9 MPa 9.0 kg/cm ²
M3- 37%	24/09/2020	22/10/2020	28	601.1	601.2	126.4	9584	93986.9	75985.4	0.9 MPa 8.9 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

- Muestras realizadas en el laboratorio de MTL GEOTECNIA
- Los insumos para la elaboración de los bloques fueron provistos por el solicitante y ensayados en el laboratorio de MTL GEOTECNIA
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Figura 66. Certificado de resultados de ensayo a compresión diagonal en muretes a los 28 días.

4.1.4 Fase 4 (Análisis y procesamiento de resultados a los 28 días)

Para todos los resultados obtenidos se elaboró una tabla con los valores más representativos en la cual observaremos las peculiaridades mecánicas y físicas de las unidades de albañilería elaboradas con plástico y cemento.

Los ensayos fueron realizados en el laboratorio MTL GEOTECNIA a continuación, pasare a detallar los resultados obtenidos a los 28 días de curado.

▪ Variación dimensional de los ladrillos

A pesar de lo irrelevante que pueda ser este ensayo de variación dimensional, ya que solo consiste en medir sus lados con una regla graduada, sus resultados son significativos, estos están detallados en las tablas 27, 28 y 29.

Si dichas unidades de ladrillo presentan gran cantidad de imperfecciones geométricas estas conllevarían a que se debería aumentar el espesor de las juntas al momento del asentado de ladrillos, este aumento de las juntas perjudicaría y restaría su capacidad portante como muro. Así mismo se muestra el resumen de los ensayos obtenidos en la siguiente tabla 54.

Tabla 54. Resumen de ensayo de variación dimensional en unidades de albañilería.

VARIACIÓN DIMENSIONAL						
Muestra	LARGO (cm)	L (%)	ANCHO (cm)	A (%)	ALTURA (cm)	A (%)
M-27% RP	23.9	0.5	12.6	-1	8.8	2.2
M-32% RP	23.9	0.8	12.6	-0.5	8.9	1.4
M-37% RP	23.9	0.4	12.6	-0.6	8.8	2.7

Fuente: Elaboración propia.

De tal manera referimos que los agregados tienen una relación significativa en la fabricación de ladrillos con tereftalato de polietileno consiguiendo una homogeneidad en la masa debido al tamaño de partículas del plástico reciclado resultando una menor variación dimensional.

Así mismo según los resultados obtenidos mediante los ensayos de variación dimensional realizados a las unidades de albañilería con diferentes porcentajes de incorporación de Tereftalato de polietileno tales como 27%, 32% y 37% observamos que el ladrillo con 32% de PET fue la muestra más óptima porque

presento menor variabilidad en las dimensiones de altura y anchura. Las unidades de albañilería con residuos plásticos presentan mínimas fallas geométricas en las dimensiones: largo, ancho y altura logrando clasificarla, así como ladrillo Tipo IV y V.

- **Alabeo de los ladrillos**

Según los resultados mostrados en las tablas 30,31 y 32 del ensayo de alabeo realizados con las diferentes dosificaciones de plástico 27%, 32% y 37% se observó rangos muy bajos de 1mm de concavidad y convexidad en la unidad de albañilería. Así mismo se realizó la tabla 55, de manera que pueda mostrar los resultados de manera resumida los resultados obtenidos en las unidades de albañilería con diferentes dosificaciones.

Tabla 55. Resumen de ensayo de alabeo en unidades de albañilería.

RESUMEN DE ENSAYOS DE ALABEO	
MUESTRAS	ALABEO MÁXIMO (mm)
M-27% RP	1
M-32% RP	1
M-37% RP	1

Fuente: Elaboración propia.

El efecto que puede producir el alabeo es similar al ensayo de variación dimensional ya que están directamente dirigidos al aumento o disminución de las juntas del mortero. Así mismo el reglamento nacional de edificación menciona que para poderlo catalogar como ladrillo tipo V no debe pasar los 2mm de concavidad o convexidad. Teniendo como resultado que nuestro ladrillo de residuos de plástico y cemento calificaría como ladrillo tipo V.

▪ Absorción del ladrillo

Se debe tener en cuenta que cada uno de las muestras evaluadas se encuentran en las tablas anteriores 33, 34 y 35. Sin embargo se puede observar de manera resumida en la siguiente tabla 56 los resultados de ensayos de absorción para unidades de albañilería con proporciones de PET de 27%, 32% y 37% se encuentran en rangos bajos como de 5.3%, 2.2% y 4.1% de absorción a las 24 horas de mantener ser colocadas en un recipiente con agua

Tabla 56. Resumen de ensayo de absorción en unidades de albañilería.

RESUMEN DE ENSAYOS DE ABSORCIÓN CON TEREFALATO DE POLIETILENO	
MUESTRA	ABSORCIÓN (%)
M – 27% RP	5.30%
M – 32% RP	2.20%
M – 37% RP	4.10%

Fuente: Elaboración propia.

Así mismo referimos que los agregados tienen una relación significativa en la fabricación de ladrillos con tereftalato de polietileno consiguiendo una homogeneidad en la masa debido a la mejor disposición de sus partículas, cabe mencionar que también el ensayo de absorción proporciona tal información debido a sus resultados obtenidos favorablemente.

Así mismo en la figura 67 se muestra la comparación realizada con la norma, donde la norma estipulada refiere que las unidades de albañilería de arcilla y silico calcáreo no debe ser mayor a un 22% de absorción. Mientras que para un bloque de concreto de tipo portante no debe ser mayor a un 12% de absorción, así también menciona a que un bloque de concreto no portante no debe tener una absorción mayor al 15%. Por lo tanto, podemos referir que el nuevo producto cumple con las condiciones requeridas por norma, es decir que la unidad de albañilería va a ser menos porosa y más resistente a la acción de la intemperie.



Figura 67. Gráfico comparativo de ensayo de absorción con distintas clases de ladrillo.

▪ **Ensayo de Resistencia a la Compresión en Unidades de Albañilería: 28 días**

Teniendo los resultados obtenidos del laboratorio se realizó el resumen de los datos proporcionados con respecto a cada una de las dosificaciones, las cuales fueron promediadas y serán mostradas en la tabla 57.

A partir del análisis de los resultados podemos afirmar que la M-32%RP mejora sus propiedades mecánicas del ladrillo reflejándose en los ensayos de resistencia a compresión.

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 57, donde se exponen el promedio de valores obtenidos como resistencias a compresión con los diferentes porcentajes de residuos plásticos (RP), siendo la más óptima y de mayor resistencia la muestra M-32% RP con una resistencia promedio a compresión de 213.1kg/cm² a los 28 días, siendo clasificado como ladrillo Tipo V, superando así la resistencia mínima requerida para cumplir con la función de un ladrillo portante; además se presentara un gráfico comparativo con las resistencias requeridas según la Norma E-0.70.

Tabla 57. Resumen de resultados de ensayo resistencia a compresión de unidades de albañilería a 28 días.

NORMA	NTP 399.613 NTP 399.605			FECHA:		
	DIMENSIONES (cm)			ÁREA BRUTA (cm ²)	CARGA MÁXIMA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN(Kg/cm ²)
MUESTRAS	LARGO	ANCHO	ALTURA			
M - 27%RP	24.1	12.1	9.2	291.61	38849.7	134.5
M - 32%RP	23.97	12.6	9	302.0	65074.6	213.1
M - 37%RP	23.93	12.61	9.2	301.76	44275.0	144.9

Así mismo en la figura 68 se muestra la comparación realizada con la norma, donde se puede observar que nuestra muestra M-32%RP con 213.1kg/cm² a los 28 días supera a los ladrillos tipo I, II, III, IV Y V, Por lo tanto, podemos referir que nuestro ladrillo de cemento y plástico cumple con las condiciones requeridas por norma superando al ladrillo tipo V en un total de 33kg/cm² es decir que la unidad de albañilería tiene una resistencia a compresión muy buena ,sin embargo , no se logra superar al ladrillo de concreto teniendo 250kg/cm².

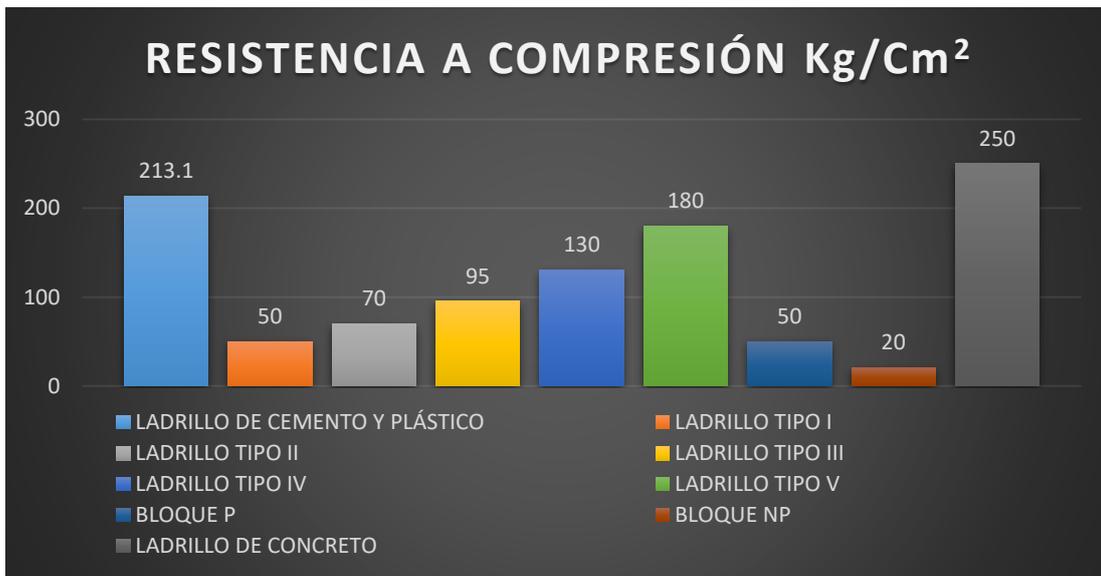


Figura 68. Gráfico comparativo de resistencia a compresión de unidades de albañilería con diferentes tipos de ladrillos de la norma E. 070.

▪ **Ensayo de resistencia a compresión axial en pilas de albañilería**

Teniendo los resultados obtenidos del laboratorio se realizó el resumen de los datos proporcionados con respecto a cada una de las dosificaciones, las cuales fueron promediadas y serán mostradas en la tabla 58.

A partir del análisis de los resultados podemos afirmar que la M-32%RP mejora las sus propiedades mecánicas reflejándose en los ensayos de resistencia a compresión en pilas.

Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 55, donde se exponen el promedio de valores obtenidos como resistencias a compresión axial en pilas con los diferentes porcentajes de residuos plásticos (RP), siendo la más óptima y de mayor resistencia la muestra M-32% RP con una resistencia promedio a compresión axial de 193.6kg/cm² a los 28 días, superando así a los demás tipos de ladrillos; además se presentará un gráfico comparativo con las resistencias requeridas según la Norma E.070.

Tabla 58. Resumen de resultados de ensayo de resistencia a compresión axial en pilas con unidades de albañilería con incorporación de tereftalato de polietileno.

RESUMEN DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN PILAS CON TEREFTALATO DE POLIETILENO							
IDENTIFICACIÓN	h	e	RELACIÓN	A _b	P	f'm	f'm corregido
	(cm)	(cm)	h/e	(cm ²)	(kg)		(kg/cm ²)
27% / PILA DE 3 UNIDADES	30.3	12.5	2.42	298	55783.2	187.2	165.7
32% / PILA DE 3 UNIDADES	30.2	12.5	2.42	298	64882.5	218.1	193.6
37% / PILA DE 3 UNIDADES	30.2	12.5	2.42	298	58534.2	196.8	173.3

Así mismo en la figura 69 se muestra la comparación realizada con la norma, donde se puede observar que nuestra muestra M-32%RP con 193.6 kg/cm² a los 28 días supera a los demás tipos de ladrillos que la norma estipula, Por lo tanto, podemos referir que nuestro ladrillo de cemento y plástico cumple con las condiciones requeridas por norma superando al bloque tipo P en un total de 73.6 kg/cm² es decir que nuestra unidad de albañilería tiene una resistencia a compresión axial muy alta.

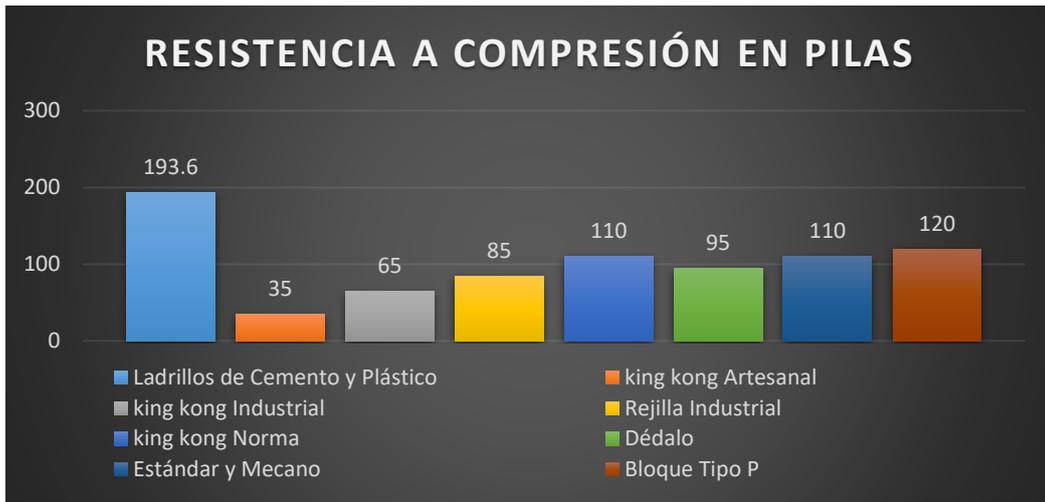


Figura 69. Gráfico comparativo de resistencia a compresión axial con los demás tipos de ladrillos de la norma E.070.

Ensayo de Resistencia de Compresión Diagonal en Muretes de Albañilería a 28 Días

Teniendo los resultados del laboratorio se tomaron en cuenta las 3 resistencias a la compresión diagonal para realizar los cuadros comparativos con la norma y con ladrillos tradicionales.

Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 59, donde se muestran las mayores resistencias a compresión diagonal en muretes con los diferentes porcentajes de Residuos plásticos (RP), siendo la más óptima y de mayor resistencia la muestra M-32% RP con una resistencia a compresión diagonal de 9.3 kg/cm² a los 28 días, superando a las otras 2 muestras realizadas con diferentes porcentajes.

Tabla 59. Resumen de ensayo de resistencia de compresión diagonal en muretes.

RESUMEN DE ENSAYOS DE RESISTENCIA DE COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES DE ALBAÑILERÍA CON TEREFALATO DE POLIETILENO							
NORMA	NTP 399.613 NTP 399.605				EDAD: 28 DÍAS		
MUESTRAS	DIMENSIONES (mm)			ÁREA BRUTA (mm ²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESFUERZO (Vm)	
	LARGO DE MURETE	ALTURA DE MURETE	ESPESOR DE MURETE				
M - 27% RP	601.4	601.5	126.1	75858.7	9249.3	0.8MPa	8.6Kg/cm ²
M - 32% RP	601.3	601.2	126.2	75899.9	9982.7	0.9MPa	9.3Kg/cm ²
M - 37%RP	601.3	601.3	126.5	76042.3	9560.0	0.9MPa	8.9Kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia.

Los muros portantes elaborados con ladrillos de tereftalato de polietileno tiene efectos significativamente en las propiedades mecánicas de los muros portantes en el diseño de viviendas unifamiliares, ya que se realizaron 3 muretes de 60cm x 60cm, cada murete está elaborado con diferentes porcentajes de PET los cuales fueron analizados a sus 28 días de edad, además observamos en la figura 70, que el murete elaborado con ladrillos de 32% PET, tiene un mejor comportamiento teniendo como resultado de resistencia a compresión diagonal un valor de 9.3Kg/cm², por lo que decimos que supera al ladrillo King Kong industrial teniendo un valor de 8.1Kg/cm² y a la rejilla industrial que tiene un valor de 9.1Kg/cm² de resistencia a compresión diagonal a sus 28 días de edad, esto quiere decir nuestras unidades de albañilería fabricados con cemento y plástico tienen un buen comportamiento como muro portante.

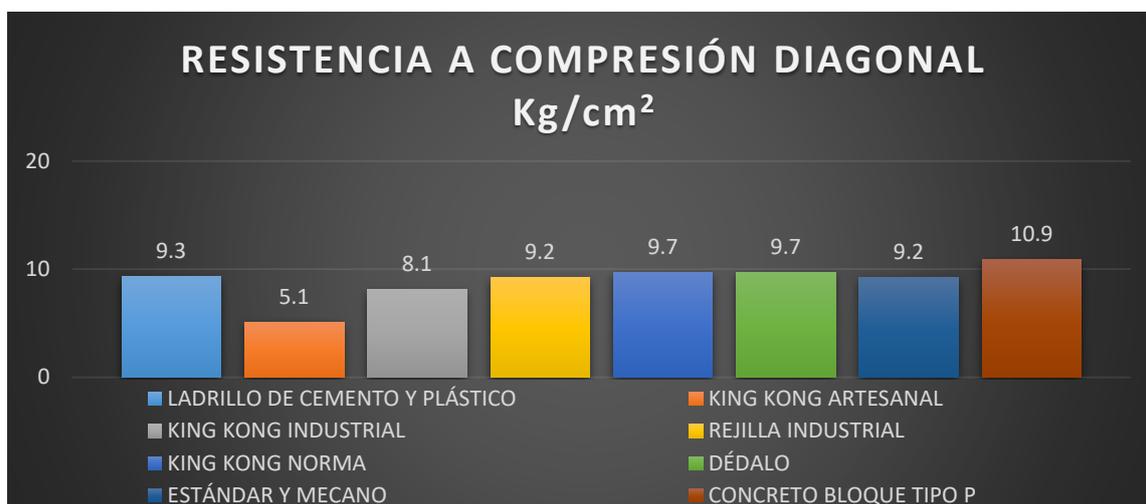


Figura 70. Gráfico comparativo de resistencia a compresión diagonal con distintas clases de ladrillo, según la norma E.070.

Ensayo de Eflorescencia.

Como se puede observar en la tabla 60 el resumen de cada dosificación realizada a las muestras M-27%RP, M-32%RP y M-37%RP y donde mediante los ensayos en laboratorio no presentaron eflorescencia. La eflorescencia son cristales de color blanco que se manifiestan en las superficies de los ladrillos que han tenido humedad o tienen problemas de infiltraciones de agua.

Tabla 60. Resumen de eflorescencia en ladrillos con tereftalato de polietileno.

RESUMEN DE EFLORESCENCIA EN LADRILLOS CON TEREFTALATO DE POLIETILENO		
NORMA	NTP 399.613	FECHA:
MUESTRA	CLASIFICACIÓN	
M-27%	"NO EFLORESCENTE"	
M-32%	"NO EFLORESCENTE"	
M-37%	"NO EFLORESCENTE"	

Prueba de hipótesis

Para la contrastación de las hipótesis se utilizara el programa SPSS, para ello indicaremos los pasos a seguir para realizar también la prueba T de Student.

Paso 1: Crear el nombre de las variables a analizar.

Paso 2: Crear los valores correspondientes, en el caso de Valor:1 corresponde a la Etiqueta Ladrillo patrón y el Valor 2: Ladrillo con % PET.

Paso 3: Asignar el nivel de medida, en el caso de resistencia a la compresión se asigna el nivel de escala, dado que se quiere evaluar y comparar si existe una diferencia significativa entre el ladrillo patrón y el ladrillo con % PET.

	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
1	RESISTEN...	Numérico	8	2		Ninguno	Ninguno	14	Derecha	Escala	Entrada
2	GRUPO	Numérico	8	0		{1, Ladrillo p...	Ninguno	19	Derecha	Ordinal	Entrada
3											

Figura 71. Asignación de variables, valores y etiquetas.

Paso 4: En la columna grupo asignar las etiquetas correspondientes, además asignar los valores correspondientes, es decir las resistencias obtenidas en laboratorio mediante el ensayo de resistencia a compresión de unidades en ladrillo con % de tereftalato de polietileno.

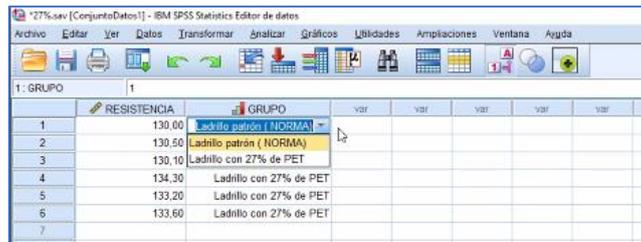


Figura 72. Asignación de valores correspondientes.

Paso 5: Una vez asignados los datos requeridos, continuamos dándole click en la pestaña Analizar>Estadísticos descriptivos> Explorar, automáticamente aperturará una nueva ventana.

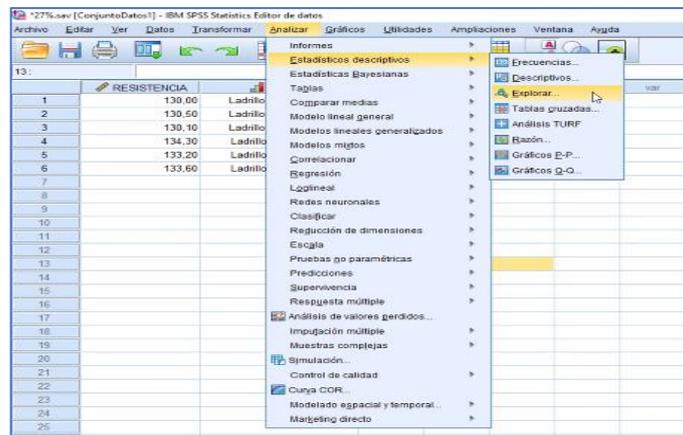


Figura 73. Opciones para Explorar datos.

Paso 6: En esta nueva ventana se debe asignar las variables, seleccionamos resistencia y la agregamos en lista dependientes, así mismo seleccionamos grupo y agregamos en la lista de factores.



Figura 74. Asignación de variables.

Paso 7: Luego le damos click en la opción “Aceptar”, lo cual también abrirá una nueva ventana y solo seleccionamos el recuadro de “Gráficos de normalidad con pruebas”. Seleccionamos la opción Continuar> Aceptar.

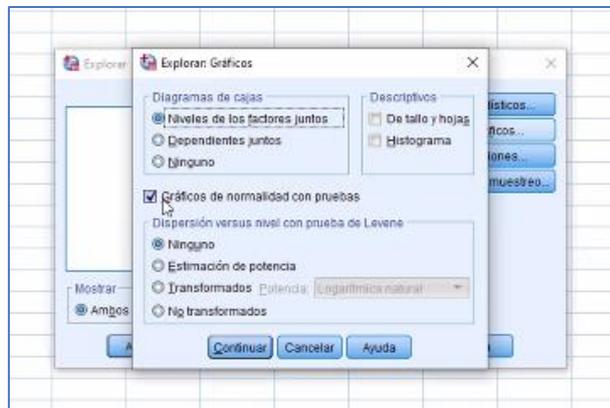


Figura 75. Selección de opción Gráficos de normalidad.

Esperando unos segundos para que analice los datos, de tal manera se presenta el resumen de procesamiento, lo cual representa que el 100% de los valores son válidos, además se observa otros datos descriptivos como la media de ambas etiquetas.

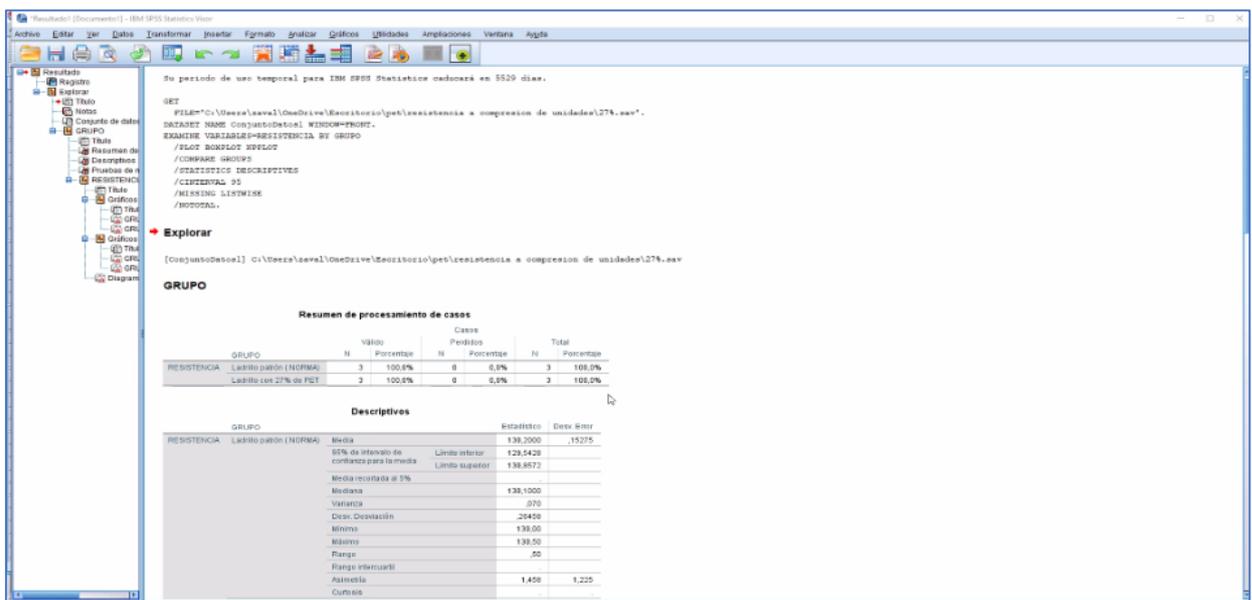


Figura 76. Resumen de procesamiento de datos.

Así mismo observamos la prueba de normalidad, la cual se utiliza para corroborar si nuestra variable de resistencia a compresión de unidades se comporta normalmente en los grupos de ladrillo patrón y ladrillo con % PET, esta prueba genera dos pruebas la de Kolmogorov Smirnov y Shapiro-Wilk, estas serán utilizadas según el número de muestras a evaluar, en nuestro caso se utilizará la prueba de Shapiro Wilk, dado que nuestras muestras son pequeñas menores a 30, así también observamos el nivel de significancia de ambos grupos.

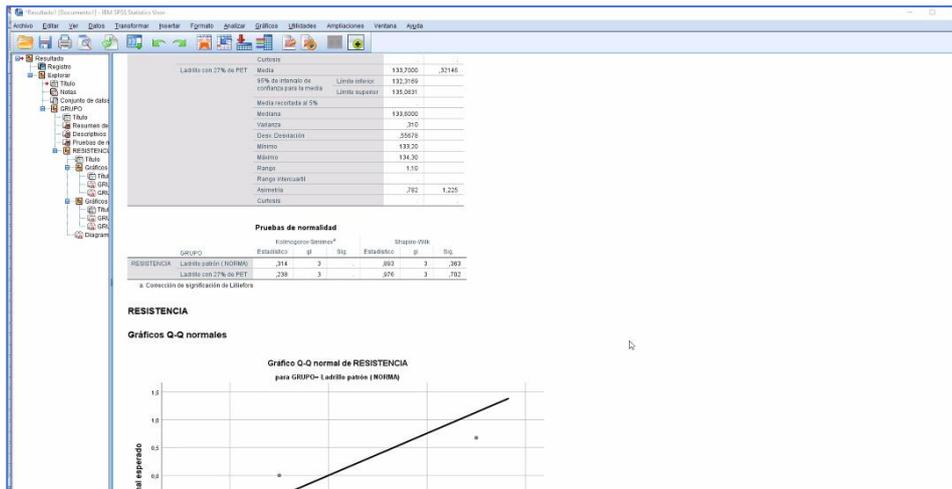


Figura 77. Prueba de normalidad.

Paso 8: Una vez analizados e interpretados los datos del nivel de significancia, se procede a realizar la prueba T de Student, para ello seleccionamos la pestaña Analizar > Comparar medias > Prueba T para muestras independientes.

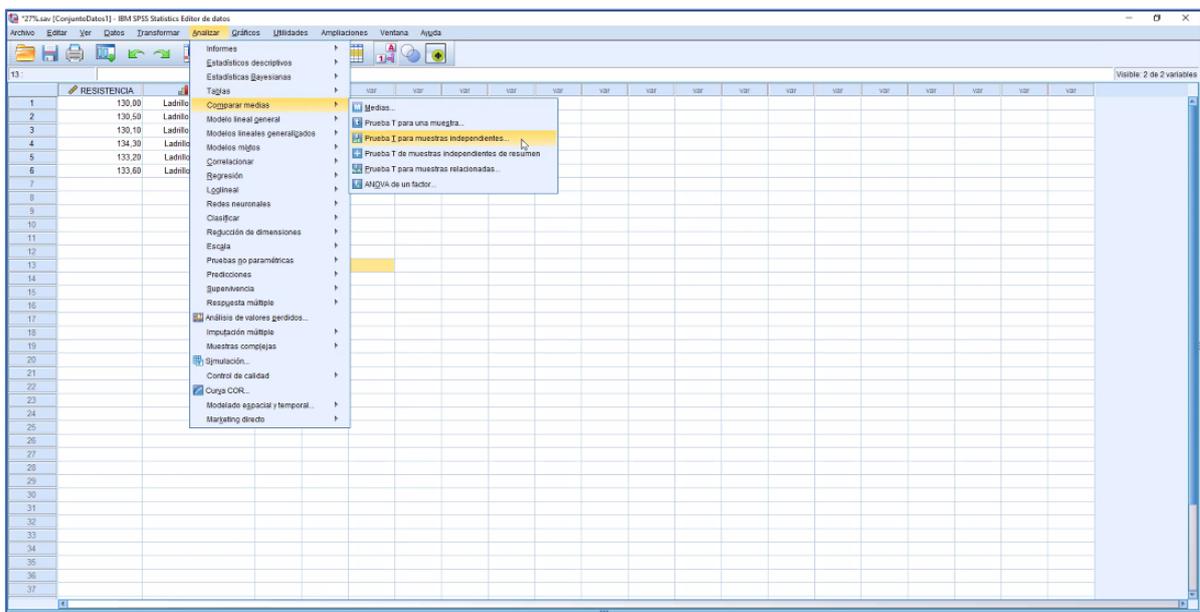


Figura 78. Opciones para realizar Prueba T de Student.

Paso 9: Seleccionadas las opciones, se aperturará una nueva ventana, en la cual se debe asignar la variable a contrastar, seleccionamos la variable numérica (Resistencia a compresión de unidades) y agregamos a la parte superior titulada Variables de prueba; así mismo seleccionamos la variable de agrupación (Grupo) y la agregamos.

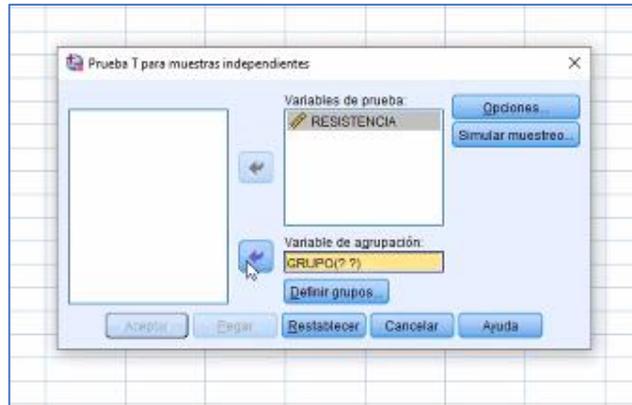


Figura 79. Asignación de variables.

Paso 10: Así mismo seleccionamos la opción “Definir grupos”, esto abrirá una ventana y especificamos los grupos 1, 2. Luego Procedemos a darle click en la opción Continuar > Aceptar.

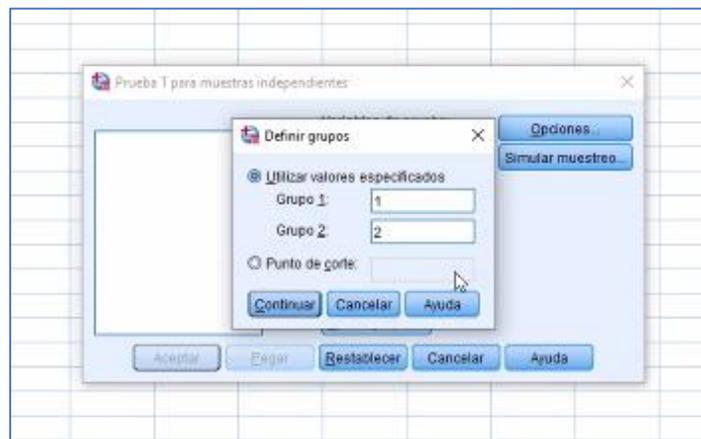


Figura 80. Definición de grupos.

Los datos serán analizados, estos se mostrarán en las tablas de “Estadísticas de grupo” y “Prueba de muestras independientes”, de tal manera que sean interpretados.

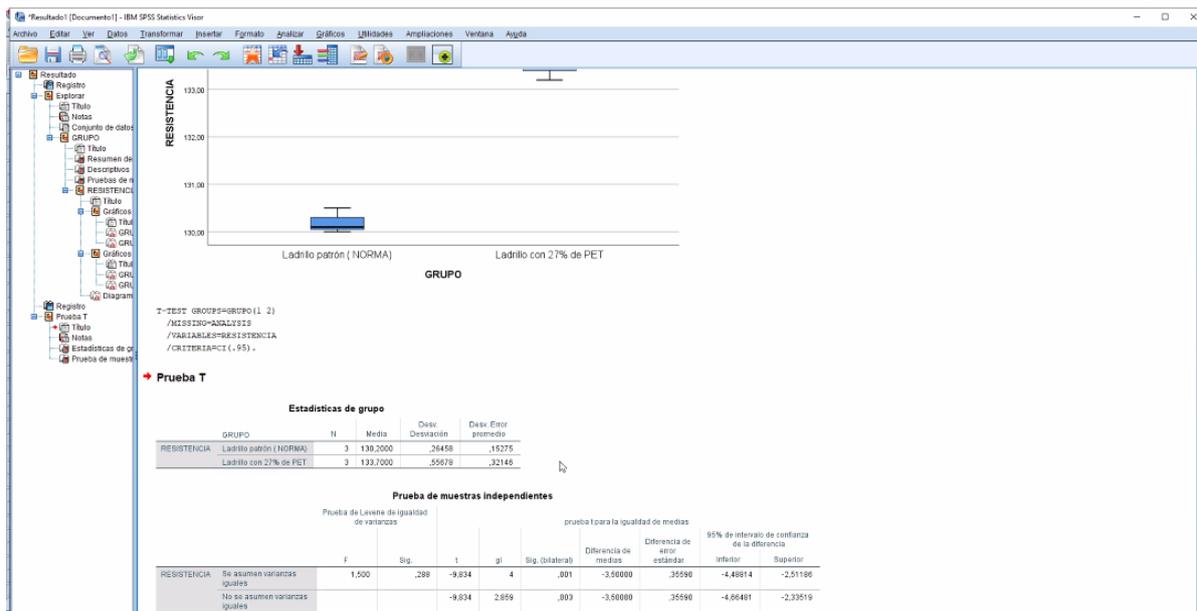


Figura 81. Estadísticas de grupo y prueba de muestras independientes.

Prueba de hipótesis (Variación dimensional y alabeo)

Para realizar la contrastación de nuestra hipótesis se realizó el procedimiento de datos, mediante los ensayos de variación dimensional y alabeo a los ladrillos con tereftalato de polietileno en diferentes proporciones tales como 27%, 32% y 37%. Prueba de hipótesis del ensayo de variación dimensional y alabeo en los ladrillos elaborados con 27%, 32% y 37% de tereftalato de polietileno, tomando en cuenta los requerimientos según la normativa.

Hipótesis Nula: El tereftalato de polietileno no intervendrá de manera favorable en las propiedades físicas de los ladrillos para el diseño de viviendas unifamiliares en Ate-Huaycán 2020.

Hipótesis Alternativa: El tereftalato de polietileno intervendrá de manera favorable en las propiedades físicas de los ladrillos para el diseño de viviendas unifamiliares en Ate-Huaycán 2020.

Grupo: Variación dimensional de unidad de albañilería - Variación dimensional en ladrillo con 27% PET

Para la contrastación de la primera hipótesis se debe tener en cuenta los resultados obtenidos en el ensayo de variación dimensional en unidades de albañilería elaborados con tereftalato de polietileno con diferentes porcentajes,

estas son de 27%, 32% y 37% para ello se realizó las siguientes tablas de manera resumida de forma que se pueda validar los resultados obtenidos mediante el ensayo de variación dimensional; además de ello se esta tomando en cuenta los requerimientos establecidos según la norma E-0.70, detallando así la variabilidad de dimensiones para los ladrillos portantes. Para ello observar la siguiente tabla 61, 62, 63 y 64.

Tabla 61. Variación dimensional de ladrillo Tipo IV.

VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máxima en porcentaje y en milímetros)						
CLASE	Hasta 100 mm (Largo)		Hasta 150 mm (Ancho)		Más de 150 mm (Alto)	
	%	mm	%	mm	%	mm
LADRILLO IV	± 4	4	± 3	4.5	± 2	3
LADRILLO V	± 3	3	± 2	3	± 1	1.5

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 62. Prueba de mediana de variación dimensional en ladrillo con 27% pet.

NORMA	NTP 331.017		
Muestra	%V. D LARGO	%V. D ANCHO	%V.D ALTO
M1- 27%	0.3	-0.56	2.56
M2- 27%	0.4	-1.60	1.6
M3- 27%	0.8	-0.80	2.3
PROMEDIO	0.5	-1.0	2.2

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 63. Prueba de mediana de variación dimensional en ladrillo con 32% pet..

NORMA	NTP 331.017		
Muestra	%V. D LARGO	%V. D ANCHO	%V.D ALTO
M1- 32%	0.29	-0.64	2.11
M2- 32%	0.83	0.000	1.000
M3- 32%	1.25	-0.8	1
PROMEDIO	0.8	-0.5	1.4

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 64. Prueba de mediana de variación dimensional en ladrillo con 37% pet.

NORMA	NTP 331.017		
	%V. D LARGO	%V. D ANCHO	%V.D ALTO
M1- 37%	0.29	-0.88	2.33
M2- 37%	0	0.000	3.33
M3- 37%	0.83	-0.88	2.44
PROMEDIO	0.4	-0.6	2.7

Fuente: Elaboración propia.

Además se representará en las siguientes figuras 82, 83 y 84, los resultados promedios obtenidos, presentadas juntamente con los requerimientos de variación según la normativa, en la cual refiere que las unidades de albañilería elaboradas con diferentes porcentajes de tereftalato de polietileno presentan fallas geométricas mínimas.

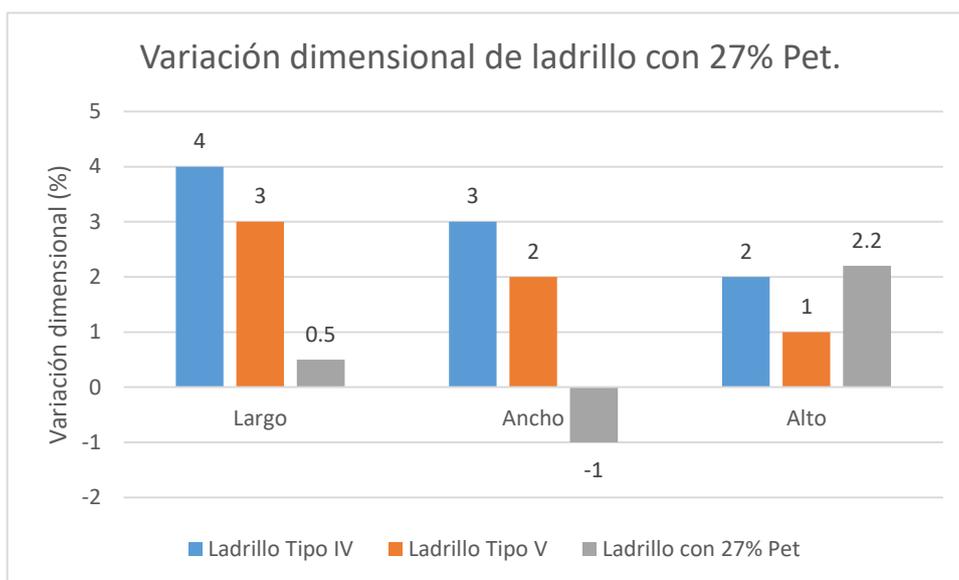


Figura 82. Cuadro comparativo del ensayo de variación dimensional con la norma E.070

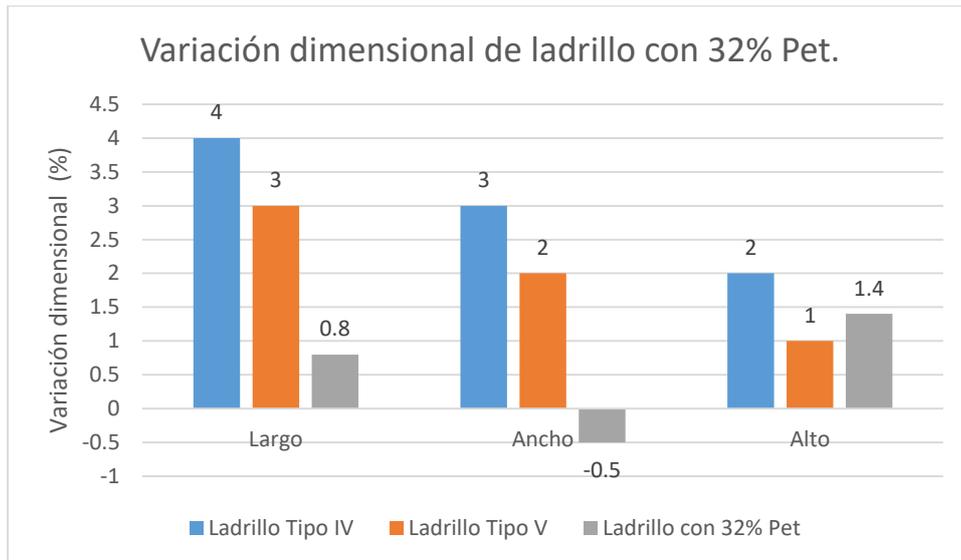


Figura 83. Cuadro comparativo del ensayo de variación dimensional con la norma E.070.

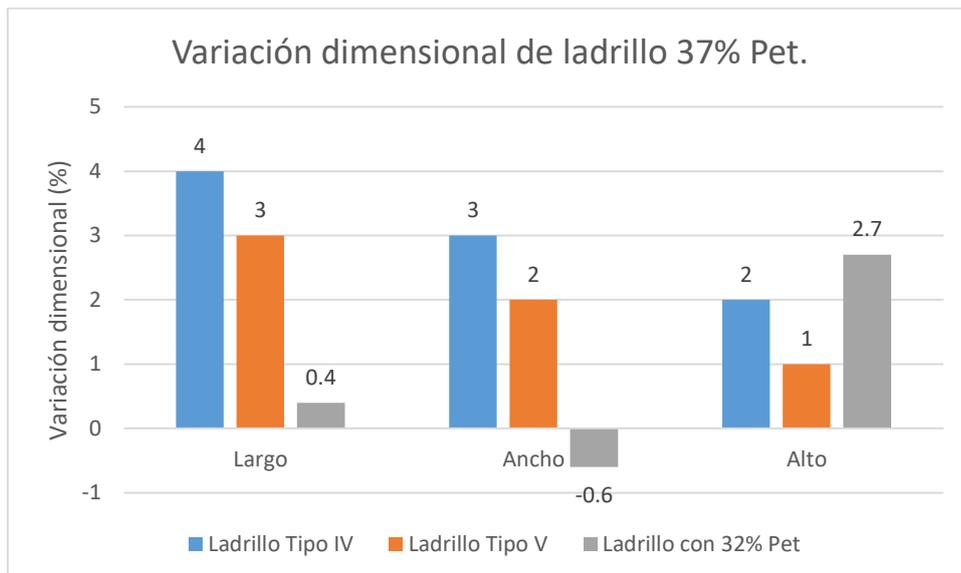


Figura 84. Cuadro comparativo del ensayo de variación dimensional con la norma E.070.

Grupo: Alabeo de unidad de albañilería - Alabeo en ladrillo con 27% PET

Para la contrastación de la primera hipótesis se debe tener en cuenta los resultados obtenidos en el ensayo de alabeo en unidades de albañilería elaborados con tereftalato de polietileno con diferentes porcentajes, para ello se realizó las siguientes tablas 61, 62 y 63, donde observamos que cada unidad de albañilería con 27%, 32% y 37% de tereftalato de polietileno en las cuales se

muestra la prueba de la mediana, estas serán evaluadas forma cóncava y convexa, en la cara superior e inferior de los ladrillos.

Mediante la prueba no paramétrica, la prueba mediana, se puede contrastar la hipótesis, lo cual servirá para obtener el valor estadístico de la prueba, esos serán comparados con los requerimientos según la normativa E-0.70.

Tabla 65. Prueba mediana de alabeo en ladrillo con 27% Pet.

MUESTRA	CARA SUPERIOR		CARA INFERIOR	
	CC	CV	CC	CV
M1-27% PET	0	1	1	0
M2-27% PET	1	0	1	0
M3-27% PET	0	1	0	1
PROMEDIO	Cóncavo (CC)		0.5	
	Convexo (CV)		0.5	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 66. Prueba mediana de alabeo en ladrillo con 32% Pet.

MUESTRA	CARA SUPERIOR		CARA INFERIOR	
	CC	CV	CC	CV
M1-32% PET	1	0	0	1
M2-32% PET	0	1	1	0
M3-32% PET	1	1	0	0
PROMEDIO	Cóncavo (CC)		0.5	
	Convexo (CV)		0.5	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 67. Prueba mediana de alabeo en ladrillo con 37% Pet.

MUESTRA	CARA SUPERIOR		CARA INFERIOR	
	CC	CV	CC	CV
M1-37% PET	0	1	1	1
M2-37% PET	1	1	0	0
M3-37% PET	0	0	1	1
PROMEDIO	Cóncavo (CC)		0.5	
	Convexo (CV)		0.67	

Fuente: Elaboración propia.

Prueba de hipótesis (Resistencia a compresión en unidades de albañilería)

Para poder comprobar nuestra segunda hipótesis se realizó el ensayo de compresión a las unidades de albañilería con diferentes porcentajes de tereftalato de polietileno, con valores de 27%, 32% y 37%.

Prueba de hipótesis del ensayo resistencia a compresión en unidades de albañilería elaborados con 27%, 32% y 37% de tereftalato de polietileno (PET).

Hipótesis Nula: El tereftalato de polietileno no influirá de manera favorable en las propiedades mecánicas de los ladrillos para el diseño de viviendas unifamiliares en Ate-Huaycán 2020.

Hipótesis Alternativa: El tereftalato de polietileno influirá de manera favorable en las propiedades mecánicas de los ladrillos para el diseño de viviendas unifamiliares en Ate-Huaycán 2020.

Para validar la primera hipótesis se tiene en cuenta el nivel de significancia de $\alpha=0.05$ (5%), por lo cual el intervalo o nivel de confianza es del 95%; en consecuencia, la regla de decisión establecida es que si $p < 0.05$, se rechaza la hipótesis nula.

Grupo: Resistencia a compresión de unidad de albañilería - Resistencia a compresión ladrillo con 27% PET

En primer lugar, efectuamos la prueba de normalidad con los datos obtenidos mediante el ensayo de compresión en las unidades de albañilería con 27% de tereftalato de polietileno.

Tabla 68. Datos SPSS.

 RESISTENCIA	 GRUPO
130,00	Ladrillo patrón (NORMA)
130,50	Ladrillo patrón (NORMA)
130,10	Ladrillo patrón (NORMA)
134,30	Ladrillo con 27% de PET
133,20	Ladrillo con 27% de PET
133,60	Ladrillo con 27% de PET

Fuente: Elaboración propia.

Se está considerando como ladrillo patrón al ladrillo Tipo IV que según la normativa E-0.70 cumple con la función de ladrillo portante, teniendo como resistencia mínima de 130 Kg/cm², además de ello se está tomando en cuenta las resistencias

obtenidas mediante los ensayos de compresión de unidades de albañilería, ensayados a sus 28 días de edad.

En la siguiente tabla 69 se detallará las pruebas de normalidad realizadas en el software.

Tabla 69. Prueba de normalidad.

Pruebas de normalidad							
GRUPO		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA	Ladrillo patrón (NORMA)	,314	3	.	,893	3	,363
	Ladrillo con 27% de PET	,238	3	.	,976	3	,702

Fuente: Elaboración propia.

Las muestras presentan grados de libertad, las cuales son menores a 30, de tal manera se opta a trabajar con Shapiro – Wilk, además se aprecia que posee un nivel de significancia para el ladrillo patrón (norma) de 0.363 y así mismo para el ladrillo con 27% de tereftalato de polietileno, con un valor de 0.702, los cuales supera al 0.05, tal y como se muestra en la tabla 70 de manera resumida; por lo que se trabajará con la prueba paramétrica T de Student para muestras independientes.

Tabla 70. Cuadro de pruebas de normalidad.

NORMALIDAD (MUESTRAS COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA)		
Ladrillo patrón (NORMA) =0.363	>	$\alpha= 0.05$
Ladrillo con 27% de PET =0.702	>	$\alpha=0.05$
CONCLUSIÓN:		
La variable de compresión de unidades de albañilería en ambos grupos se comporta normalmente.		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 71. Estadísticas de grupo.

Estadísticas de grupo					
GRUPO		N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
RESISTENCIA	Ladrillo patrón (NORMA)	3	130,2000	,26458	,15275
	Ladrillo con 27% de PET	3	133,7000	,55678	,32146

Fuente: Elaboración propia.

El ladrillo patrón obtuvo una media de 130.2 Kg/cm² y una desviación error promedio de 0.152, así mismo el ladrillo elaborado con 27% de tereftalato de polietileno tiene como media un valor de 133.7 Kg/cm² y una desviación de error promedio de 0.321.

Tabla 72. Prueba de muestras independientes.

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias					95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior
RESISTENCIA	Se asumen varianzas iguales	1,500	,288	-9,834	4	,001	-3,50000	,35590	-4,48814	-2,51186
	No se asumen varianzas iguales			-9,834	2,859	,003	-3,50000	,35590	-4,66481	-2,33519

P Valor=0.001	<	$\alpha = 0.05$
---------------	---	-----------------

Fuente: Elaboración propia.

Se asumió las varianzas iguales ya que en la prueba de Levene tuvo una significancia de 0.288, siendo mayor que el 0.05, por lo tanto, se asume varianzas iguales.

Se puede estimar que en la parte estadística no existen diferencias significativas entre las medias analizadas, así mismo se observa el margen de error en la significancia bilateral de 0.001 y 0.003, los cuales son menores al 0.05, teniendo como conclusión que el tereftalato de polietileno influirá de manera favorable en las propiedades mecánicas de los ladrillos para el diseño de viviendas unifamiliares en Ate-Huaycán 2020.

Grupo: Resistencia a compresión de unidad de albañilería - Resistencia a compresión de ladrillo con 32%

Para efectuar la prueba de normalidad se debe tomar en cuenta los datos obtenidos en el ensayo de resistencia a compresión de unidades de albañilería con 32% de tereftalato de polietileno realizados en el laboratorio.

Tabla 73. Datos SPSS.

RESISTENCIA	GRUPO
130,00	Ladrillo patrón (NORMA)
130,50	Ladrillo patrón (NORMA)
130,10	Ladrillo patrón (NORMA)
212,90	Ladrillo con 32% de PET
215,50	Ladrillo con 32% de PET
211,00	Ladrillo con 32% de PET

Fuente: Elaboración propia.

Dado que se está tomando como ladrillo patrón al ladrillo Tipo IV que según la normativa E-0.70 cumple con la función de ladrillo portante, teniendo como resistencia mínima de 130 Kg/cm², además de ello se está tomando en cuenta las resistencias obtenidas mediante los ensayos de compresión de unidades de albañilería con 32% de tereftalato de polietileno, ensayados a sus 28 días de edad.

En la siguiente tabla 74 se detallará las pruebas de normalidad realizadas en el software.

Tabla 74. Pruebas de normalidad.

Pruebas de normalidad							
GRUPO		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA	Ladrillo patrón (NORMA)	,314	3	.	,893	3	,363
	Ladrillo con 32% de PET	,208	3	.	,992	3	,829

Fuente: Elaboración propia.

Las muestras presentan grados de libertad, las cuales son menores a 30, de tal manera se opta a trabajar con Shapiro – Wilk, además se aprecia que posee un nivel de significancia para el ladrillo patrón (norma) de 0.363 y así mismo para el ladrillo con 32% de tereftalato de polietileno, con un valor de 0.829, los cuales supera al 0.05, tal y como se muestra en la tabla 75 de manera resumida; por lo que se trabajará con la prueba paramétrica T de Student para muestras independientes.

Tabla 75. Cuadro de pruebas de normalidad.

NORMALIDAD (MUESTRAS COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA)		
Ladrillo patrón (NORMA) =0.363	>	$\alpha= 0.05$
Ladrillo con 32% de PET =0.829	>	$\alpha=0.05$
CONCLUSIÓN: La variable de compresión de unidades de albañilería en ambos grupos se comporta normalmente.		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 76. Estadísticas de grupo.

Estadísticas de grupo					
	GRUPO	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
RESISTENCIA	Ladrillo patrón (NORMA)	3	130,2000	,26458	,15275
	Ladrillo con 32% de PET	3	213,1333	2,25906	1,30427

Fuente: Elaboración propia.

El ladrillo patrón obtuvo una media de 130.2 Kg/cm² y una desviación error promedio de 0.152, así mismo el ladrillo elaborado con 32% de tereftalato de polietileno tiene como media un valor de 213.13 Kg/cm² y una desviación de error promedio de 1.304.

Tabla 77. Prueba de muestras independientes.

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias					95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior
RESISTENCIA	Se asumen varianzas iguales	4,129	,112	-63,155	4	,000	-82,93333	1,31318	-86,57931	-79,28736
	No se asumen varianzas iguales			-63,155	2,055	,000	-82,93333	1,31318	-88,44138	-77,42528

P Valor=0.000	<	α =0.05
---------------	---	----------------

Fuente: Elaboración propia.

Se asumió las varianzas iguales ya que en la prueba de Levene tuvo una significancia de 0.112, siendo mayor que el 0.05, por lo tanto, se asume varianzas iguales.

Se puede observar un margen de error de significancia bilateral de 0,000000376 y 0,000207 (ambos menores al 0.05 obteniendo la conclusión que el tereftalato de polietileno influirá de manera favorable en las propiedades mecánicas de los ladrillos para el diseño de viviendas unifamiliares en Ate-Huaycán 2020.

Grupo: Resistencia a compresión de unidad de albañilería - Resistencia a compresión ladrillo con 37%

Para efectuar la prueba de normalidad se debe tomar en cuenta los datos obtenidos en el ensayo de resistencia a compresión de unidades de albañilería con 37% de tereftalato de polietileno.

Tabla 78. Datos SPSS.

 RESISTENCIA	 GRUPO
130,00	Ladrillo patrón (NORMA)
130,50	Ladrillo patrón (NORMA)
130,10	Ladrillo patrón (NORMA)
146,70	Ladrillo con 37% de PET
143,90	Ladrillo con 37% de PET
144,20	Ladrillo con 37% de PET

Fuente: Elaboración propia.

El ladrillo patrón tomado fue el ladrillo Tipo IV que según la normativa E-0.70 cumple con la función de ladrillo portante, teniendo como resistencia mínima de 130 Kg/cm², además de ello se está tomando en cuenta las resistencias obtenidas mediante los ensayos de compresión de unidades de albañilería con 37% de tereftalato de polietileno, ensayados a sus 28 días de edad.

En la siguiente tabla 79 se detallará las pruebas de normalidad realizadas en el software.

Tabla 79. Pruebas de normalidad.

Pruebas de normalidad							
GRUPO		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA	Ladrillo patrón (NORMA)	,314	3	.	,893	3	,363
	Ladrillo con 37% de PET	,350	3	.	,829	3	,187

Fuente: Elaboración propia.

Las muestras presentan grados de libertad, las cuales son menores a 30, de tal manera se opta a trabajar con Shapiro – Wilk, además se aprecia que posee un nivel de significancia para el ladrillo patrón (norma) de 0.363 y así mismo para el ladrillo con 27% de tereftalato de polietileno, con un valor de 0.187, los cuales supera al 0.05, tal y como se muestra en la tabla 80, por lo que se trabajará con la prueba paramétrica T de Student para muestras independientes.

Tabla 80. Cuadro de pruebas de normalidad.

NORMALIDAD (MUESTRAS COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA)		
Ladrillo patrón (NORMA) =0.363	>	$\alpha= 0.05$
Ladrillo con 37% de PET =0.187	>	$\alpha=0.05$

CONCLUSIÓN:

La variable de compresión de unidades de albañilería en ambos grupos se comporta normalmente.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 81. Estadísticas de grupo.

Estadísticas de grupo					
	GRUPO	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
RESISTENCIA	Ladrillo patrón (NORMA)	3	130,2000	,26458	,15275
	Ladrillo con 37% de PET	3	144,9333	1,53731	,88757

Fuente: Elaboración propia.

El ladrillo patrón obtuvo una media de 130.2 Kg/cm² y una desviación error promedio de 0.152, así mismo el ladrillo elaborado con 37% de tereftalato de polietileno tiene como media un valor de 144.9 Kg/cm² y una desviación de error promedio de 0.887

Tabla 82. Prueba de muestras independientes.

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
RESISTENCIA	Se asumen varianzas iguales	9,803	,035	-16,359	4	,000	-14,73333	,90062	-17,23385	-12,23282
	No se asumen varianzas iguales			-16,359	2,118	,003	-14,73333	,90062	-18,40809	-11,05857

P Valor=0.003

<

$\alpha = 0.05$

Fuente: Elaboración propia.

Se asumió las varianzas iguales ya que en la prueba de Levene tuvo una significancia de 0.035 siendo mayor que el 0.05, por lo tanto, se asume varianzas iguales.

Se puede estimar que en la parte estadística no existen diferencias significativas entre las medias analizadas, así mismo se observa el margen de error en la significancia bilateral de 0,000082 y 0,003 (ambos menores al 0.05 obteniendo la conclusión que el tereftalato de polietileno influirá de manera favorable en las

propiedades mecánicas de los ladrillos para el diseño de viviendas unifamiliares en Ate-Huaycán 2020.

4.11 Prueba de hipótesis (Resistencia a compresión axial en pilas)

Para poder realizar la contrastación de la tercera hipótesis específica se tomó en cuenta los datos obtenidos en el ensayo de compresión diagonal en muretes y ensayo de compresión axial en pilas, los cuales serán elaborados de ladrillos con 27%, 32% y 37% de tereftalato de polietileno.

Prueba de hipótesis del ensayo resistencia a compresión axial en pilas de albañilería y también el ensayo de resistencia a compresión diagonal en muretes, los cuales serán elaborados con unidades de albañilería fabricados con 27%, 32% y 37% de tereftalato de polietileno.

Hipótesis Nula: El tereftalato de polietileno no tendrá un efecto favorable en las propiedades mecánicas de muros portantes para el para el diseño de viviendas unifamiliares en Ate-Huaycán 2020.

Hipótesis Alternativa: El tereftalato de polietileno tendrá un efecto favorable en las propiedades mecánicas de muros portantes para el para el diseño de viviendas unifamiliares en Ate-Huaycán 2020.

Para validar la primera hipótesis se tiene en cuenta el nivel de significancia de $\alpha=0.05$ (5%), por lo cual el intervalo o nivel de confianza es del 95%; en consecuencia, la regla de decisión establecida es que si $p < 0.05$, se rechaza la hipótesis nula.

Grupo: Resistencia a compresión axial en pilas - Resistencia a compresión axial en pilas elaborados con ladrillos de 27% de tereftalato de polietileno

Para efectuar la prueba de normalidad se debe tomar en cuenta los datos obtenidos en el ensayo de resistencia a compresión axial en pilas elaboradas de unidades de albañilería con 27% de tereftalato de polietileno.

Además de ello, seleccionamos como pila patrón a la pila elaborada con ladrillos King Kong Industrial, para ello decimos que según la Tabla 83, la cual detalla la resistencia a compresión de unidades, compresión axial en pilas y compresión diagonal en muretes, lo cual refiere que como mínima resistencia es considerada con un valor de 6.4 Mp o 65 Kg/cm², estos datos serán registrados en la base de datos de SPSS.

Tabla 83. 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)
Sílice-cal	King Kong Normal	15,7 (160)	10,8 (110)	1,0 (9,7)
	Dédalo	14,2 (145)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
	Estándar y mecano (*)	14,2 (145)	10,8 (110)	0,9 (9,2)
Concreto	Bloque Tipo P (*)	4,9 (50)	7,3 (74)	0,8 (8,6)
		6,4 (65)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
		7,4 (75)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
		8,3 (85)	11,8 (120)	1,1 (10,9)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 84. Datos SPSS.

 RESISTENCIA	 GRUPO
65,00	Pila patrón (NORMA)
65,50	Pila patrón (NORMA)
65,10	Pila patrón (NORMA)
166,90	Pila con 27% de PET
166,00	Pila con 27% de PET
164,20	Pila con 27% de PET

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla 85 se detallará las pruebas de normalidad realizadas en el software.

Tabla 85. Pruebas de normalidad.

Pruebas de normalidad							
GRUPO		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA	Pila patrón (NORMA)	,314	3	.	,893	3	,363
	Pila con 27% de PET	,253	3	.	,964	3	,637

Fuente: Elaboración propia.

Las muestras presentan grados de libertad, las cuales son menores a 30, de tal manera se opta a trabajar con Shapiro – Wilk, además se aprecia que posee un nivel de significancia para la pila de albañilería patrón (norma), un valor de 0.363 y así mismo para la pila elaborada de ladrillos con 27% de tereftalato de polietileno, un valor de 0.637, los cuales supera al 0.05, tal y como se muestra en la tabla 86; por lo que se trabajará con la prueba paramétrica T de Student para muestras independientes.

Tabla 86. Cuadro de pruebas de normalidad.

NORMALIDAD (MUESTRAS COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA)		
Pila patrón (NORMA) =0.363	>	$\alpha= 0.05$
Pila con 27% de PET =0.637	>	$\alpha=0.05$
CONCLUSIÓN:		
La variable de compresión axial de pilas de albañilería en ambos grupos se comporta normalmente.		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 87. Estadísticas de grupo.

Estadísticas de grupo					
	GRUPO	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
ESISTENCIA	Pila patrón (NORMA)	3	65,2000	,26458	,15275
	Pila con 27% de PET	3	165,7000	1,37477	,79373

Fuente: Elaboración propia.

La pila patrón obtuvo una media de 65.2 Kg/cm² y una desviación error promedio de 0.152, así mismo la pila elaborada con ladrillos con 27% de tereftalato de polietileno tiene como media un valor de 165.7 Kg/cm² y una desviación de error promedio de 0.793.

Tabla 88. Prueba de muestras independientes.

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas			prueba t para la igualdad de medias				95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior
RESISTENCIA	Se asumen varianzas iguales	4,800	,094	-124,337	4	,000	-100,50000	,80829	-102,74417	-98,25583
	No se asumen varianzas iguales			-124,337	2,148	,000	-100,50000	,80829	-103,75803	-97,24197

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

Fuente: Elaboración propia.

Se asumió las varianzas iguales ya que en la prueba de Levene tuvo una significancia de 0.094 siendo mayor que el 0.05, por lo tanto, se asume varianzas iguales.

Se puede estimar que en la parte estadística no existen diferencias significativas entre las medias analizadas, así mismo se observa el margen de error en la significancia bilateral de 0,000000025 y 0,000035 (ambos menores al 0.05) obteniendo la conclusión que el tereftalato de polietileno tendrá un efecto favorable en las propiedades mecánicas de muros portantes para el para el diseño de viviendas unifamiliares en Ate-Huaycán 2020.

Grupo: Resistencia a compresión axial en pilas - Resistencia a compresión axial en pilas elaborados con ladrillos de 32% de tereftalato de polietileno

Para efectuar la prueba de normalidad se debe tomar en cuenta los datos establecidos según normativa E-0.70 (Tabla 83) obtenidos en el ensayo de resistencia a compresión axial en pilas elaboradas de unidades de albañilería con 32% de tereftalato de polietileno.

Tabla 89. Datos SPSS.

RESISTENCIA	GRUPO
65,00	Pila patrón (NORMA)
65,50	Pila patrón (NORMA)
65,10	Pila patrón (NORMA)
194,10	Pila con 32% de PET
193,50	Pila con 32% de PET
193,10	Pila con 32% de PET

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla 90 se detallará las pruebas de normalidad realizadas en el software.

Tabla 90. Pruebas de normalidad.

Pruebas de normalidad							
GRUPO		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA	Pila patrón (NORMA)	,314	3	.	,893	3	,363
	Pila con 32% de PET	,219	3	.	,987	3	,780

Fuente: Elaboración propia.

Las muestras presentan grados de libertad, las cuales son menores a 30, de tal manera se opta a trabajar con Shapiro – Wilk, además se aprecia que posee un nivel de significancia para la pila de albañilería patrón (norma), un valor de 0.363 y así mismo para la pila elaborada con ladrillos con 32% de tereftalato de polietileno, un valor de 0.780, los cuales supera al 0.05, tal y como se muestra en la tabla 90, obtenida del software utilizado; por lo que se trabajará con la prueba paramétrica T de Student para muestras independientes.

Además de ello se observa y detalla de manera resumida las pruebas de normalidad en la siguiente tabla 91.

Tabla 91. Cuadro de pruebas de normalidad.

NORMALIDAD (MUESTRAS COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA)		
Pila patrón (NORMA) =0.363	>	$\alpha = 0.05$
Pila con 32% de PET =0.780	>	$\alpha = 0.05$
CONCLUSIÓN:		
La variable de compresión axial en pilas de albañilería en ambos grupos se comporta normalmente.		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 92. Estadísticas de grupo.

Estadísticas de grupo					
	GRUPO	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
RESISTENCIA	Pila patrón (NORMA)	3	65,2000	,26458	,15275
	Pila con 32% de PET	3	193,5667	,50332	,29059

Fuente: Elaboración propia.

La pila patrón obtuvo una media de 65.2 Kg/cm² y una desviación error promedio de 0.152, así mismo la pila elaborada con ladrillos con 32% de tereftalato de polietileno tiene como media un valor de 193.56 Kg/cm² y una desviación de error promedio de 0.290.

Tabla 93. Prueba de muestras independientes.

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
RESISTENCIA	Se asumen varianzas iguales	,985	,377	-391,010	4	,000	-128,36667	,32830	-129,27816	-127,45517
	No se asumen varianzas iguales			-391,010	3,027	,000	-128,36667	,32830	-129,40622	-127,32711

P Valor=0.000	<	α =0.05
---------------	---	----------------

Fuente: Elaboración propia.

Se asumió las varianzas iguales ya que en la prueba de Levene tuvo una significancia de 0.377 siendo mayor que el 0.05, por lo tanto, se asume varianzas iguales.

Se puede estimar que en la parte estadística no existen diferencias significativas entre las medias analizadas, así mismo se observa el margen de error en la significancia bilateral de 0.0000000025 y 0.0000000032 (ambos menores al 0.05) obteniendo la conclusión que el tereftalato de polietileno tendrá un efecto favorable en las propiedades mecánicas de muros portantes para el para el diseño de viviendas unifamiliares en Ate-Huaycán 2020.

Grupo: Resistencia a compresión axial en pilas - Resistencia a compresión axial en pilas 37% de tereftalato de polietileno

Para efectuar la prueba de normalidad se debe tomar en cuenta los datos establecidos según normativa E-0.70 (Tabla 83) obtenidos en el ensayo de resistencia a compresión axial en pilas elaboradas de unidades de albañilería con 32% de tereftalato de polietileno.

Tabla 94. Datos SPSS.

RESISTENCIA	GRUPO
65,00	Pila patrón (NORMA)
65,50	Pila patrón (NORMA)
65,10	Pila patrón (NORMA)
175,10	Pila con 37% de PET
172,00	Pila con 37% de PET
172,80	Pila con 37% de PET

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla 95 se detallará las pruebas de normalidad realizadas en el software.

Tabla 95. Pruebas de normalidad.

Pruebas de normalidad							
GRUPO	RESISTENCIA	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
	Pila patrón (NORMA)	,314	3	.	,893	3	,363
	Pila con 37% de PET	,289	3	.	,928	3	,480

Fuente: Elaboración propia

Las muestras presentan grados de libertad, las cuales son menores a 30, de tal manera se opta a trabajar con Shapiro – Wilk, además se aprecia que posee un nivel de significancia para la pila de albañilería patrón (norma), un valor de 0.363 y así mismo para la pila elaborada con ladrillos con 37% de tereftalato de polietileno, un valor de 0.480, los cuales supera al 0.05, tal y como se muestra en la tabla 95; por lo que se trabajará con la prueba paramétrica T de Student para muestras independientes.

Tabla 96. Cuadro de pruebas de normalidad.

NORMALIDAD (MUESTRAS COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA)		
Pila patrón (NORMA) =0.363	>	$\alpha= 0.05$
Pila con 37% de PET =0.480	>	$\alpha=0.05$
CONCLUSIÓN:		
La variable de compresión axial en pilas de albañilería en ambos grupos se comporta normalmente.		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 97. Estadísticas de grupo.

Estadísticas de grupo					
	GRUPO	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
RESISTENCIA	Pila patrón (NORMA)	3	65,2000	,26458	,15275
	Pila con 37% de PET	3	173,3000	1,60935	,92916

Fuente: Elaboración propia.

La pila patrón obtuvo una media de 65.2 Kg/cm² y una desviación error promedio de 0.152, así mismo la pila elaborada con ladrillos con 37% de tereftalato de polietileno tiene como media un valor de 173.3 Kg/cm² y una desviación de error promedio de 0.929.

Tabla 98. Prueba de muestras independientes.

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas			prueba t para la igualdad de medias				95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior
RESISTENCIA	Se asumen varianzas iguales	6,818	,059	-114,801	4	,000	-108,10000	,94163	-110,71438	-105,48562
	No se asumen varianzas iguales			-114,801	2,108	,000	-108,10000	,94163	-111,95890	-104,24110

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

Fuente: Elaboración propia.

Se asumió las varianzas iguales ya que en la prueba de Levene tuvo una significancia de 0.059 siendo mayor que el 0.05, por lo tanto, se asume varianzas iguales.

Se puede estimar que en la parte estadística no existen diferencias significativas entre las medias analizadas, así mismo se observa el margen de error en la significancia bilateral de 0.0000000345 y 0.000049 (ambos menores al 0.05 obteniendo la conclusión que el tereftalato de polietileno tendrá un efecto favorable en las propiedades mecánicas de muros portantes para el para el diseño de viviendas unifamiliares en Ate-Huaycán 2020.

Prueba de hipótesis (Resistencia a compresión diagonal)

Grupo: Resistencia a compresión diagonal en murete - Resistencia a compresión diagonal en murete con ladrillos de 27% de tereftalato de polietileno

Para efectuar la prueba de normalidad se debe tomar en cuenta los datos establecidas según la normativa (tabla 83) y los obtenidos en el ensayo de resistencia a compresión diagonal en muretes elaborados de ladrillos con 27% de tereftalato de polietileno.

Tabla 99. Datos SPSS.

 RESISTENCIA	 GRUPO
8,10	Murete patrón (NORMA)
8,15	Murete patrón (NORMA)
8,05	Murete patrón (NORMA)
8,50	Murete con 27% de PET
8,60	Murete con 27% de PET
8,70	Murete con 27% de PET

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla 100 se detallará las pruebas de normalidad realizadas en el software.

Tabla 100. Prueba de normalidad.

Pruebas de normalidad							
GRUPO		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA	Murete patrón (NORMA)	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Murete con 27% de PET	,175	3	.	1,000	3	1,000

Fuente: Elaboración propia

Las muestras presentan grados de libertad, las cuales son menores a 30, de tal manera se opta a trabajar con Shapiro – Wilk, además se aprecia que posee un nivel de significancia para el murete patrón (norma), un valor de 1.00 y así mismo para el murete elaborados con ladrillos con 27% de tereftalato de polietileno, un valor de 1.00, los cuales supera al 0.05, tal y como se muestra en la tabla 101; por lo que se trabajará con la prueba paramétrica T de Student para muestras independientes.

Tabla 101. Cuadro de pruebas de normalidad.

NORMALIDAD (MUESTRAS COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETE DE ALBAÑILERÍA)		
Murete patrón (NORMA) =1.00	>	$\alpha= 0.05$
Murete con 27% de PET =1.00	>	$\alpha=0.05$
CONCLUSIÓN:		
La variable de compresión diagonal en murete de albañilería en ambos grupos se comportan normalmente.		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 102. Estadísticas de grupo.

Estadísticas de grupo					
	GRUPO	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
RESISTENCIA	Murete patrón (NORMA)	3	8,1000	,05000	,02887
	Murete con 27% de PET	3	8,6000	,10000	,05774

Fuente: Elaboración propia.

El murete patrón obtuvo una media de 8.1 Kg/cm² y una desviación error promedio de 0.028, así mismo para el murete elaborado con ladrillos con 27% de tereftalato de polietileno tiene como media un valor de 8.6 Kg/cm² y una desviación de error promedio de 0.057.

Tabla 103. Prueba de muestras independientes.

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
RESISTENCIA	Se asumen varianzas iguales	,800	,422	-7,746	4	,001	-,50000	,06455	-,67922	-,32078
	No se asumen varianzas iguales			-7,746	2,941	,005	-,50000	,06455	-,70777	-,29223

P Valor=0.001	<	$\alpha = 0.05$
---------------	---	-----------------

Fuente: Elaboración propia

Se asumió las varianzas iguales ya que en la prueba de Levene tuvo una significancia de 0.422 siendo mayor que el 0.05, por lo tanto, se asume varianzas iguales.

Se puede estimar que en la parte estadística no existen diferencias significativas entre las medias analizadas, así mismo se observa el margen de error en la significancia bilateral de 0.001 y 0.005 (ambos menores al 0.05 obteniendo la conclusión que el tereftalato de polietileno tendrá un efecto favorable en las propiedades mecánicas de muros portantes para el para el diseño de viviendas unifamiliares en Ate-Huaycán 2020.

Grupo: Resistencia a compresión diagonal en murete - Resistencia a compresión diagonal en murete con ladrillos de 32% de tereftalato de polietileno

Para efectuar la prueba de normalidad se debe tomar en cuenta los datos establecidos según la normativa (tabla 83) obtenidos en el ensayo de resistencia a compresión diagonal en muretes elaborados de ladrillos con 32% de tereftalato de polietileno.

Tabla 104. Datos SPSS.

RESISTENCIA	GRUPO
8,10	Murete patrón (NORMA)
8,15	Murete patrón (NORMA)
8,05	Murete patrón (NORMA)
9,40	Murete con 32% de PET
9,20	Murete con 32% de PET
9,30	Murete con 32% de PET

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla 105 se detallará las pruebas de normalidad realizadas en el software.

Tabla 105. Prueba de normalidad.

GRUPO		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA	Murete patrón (NORMA)	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Murete con 32% de PET	,175	3	.	1,000	3	1,000

Fuente: Elaboración propia.

Las muestras presentan grados de libertad, las cuales son menores a 30, de tal manera se opta a trabajar con Shapiro – Wilk, además se aprecia que posee un nivel de significancia para el murete patrón (norma), un valor de 1.00 y así mismo para el murete elaborados con ladrillos con 32% de tereftalato de polietileno, un valor de 1.00, los cuales supera al 0.05, tal y como se detalla en la tabla 106. por lo que se trabajará con la prueba paramétrica T de Student para muestras independientes.

Tabla 106. Cuadro de pruebas de normalidad.

NORMALIDAD (MUESTRAS COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETE DE ALBAÑILERÍA)		
Murete patrón (NORMA) =1.00	>	$\alpha= 0.05$
Murete con 32% de PET =1.00	>	$\alpha=0.05$
CONCLUSIÓN:		
La variable de compresión diagonal en murete de albañilería en ambos grupos se comportan normalmente.		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 107. Estadísticas de grupo.

GRUPO		N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
RESISTENCIA	Murete patrón (NORMA)	3	8,1000	,05000	,02887
	Murete con 32% de PET	3	9,3000	,10000	,05774

Fuente: Elaboración propia.

El murete patrón obtuvo una media de 8.1 Kg/cm² y una desviación error promedio de 0.028, así mismo para el murete elaborado con ladrillos con 32% de tereftalato de polietileno tiene como media un valor de 9.3 Kg/cm² y una desviación de error promedio de 0.057.

Tabla 108. Prueba de muestras independientes.

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias					95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior
RESISTENCIA	Se asumen varianzas iguales	,800	,422	-18,590	4	,000	-1,20000	,06455	-1,37922	-1,02078
	No se asumen varianzas iguales			-18,590	2,941	,000	-1,20000	,06455	-1,40777	-,99223

P Valor=0.000	<	α =0.05
---------------	---	----------------

Fuente: Elaboración propia.

Se asumió las varianzas iguales ya que en la prueba de Levene tuvo una significancia de 0.422 siendo mayor que el 0.05, por lo tanto, se asume varianzas iguales.

Se puede estimar que en la parte estadística no existen diferencias significativas entre las medias analizadas, así mismo se observa el margen de error en la significancia bilateral de 0.000049 y 0.000383 (ambos menores al 0.05 obteniendo la conclusión que el tereftalato de polietileno tendrá un efecto favorable en las propiedades mecánicas de muros portantes para el para el diseño de viviendas unifamiliares en Ate-Huaycán 2020.

Grupo: Resistencia a compresión diagonal en murete - Resistencia a compresión diagonal en murete con ladrillos de 37% de tereftalato de polietileno

Para efectuar la prueba de normalidad se debe tomar en cuenta los datos establecidos según la normativa E-0.70 (tabla 83) obtenidos en el ensayo de

resistencia a compresión diagonal en muretes elaborados de ladrillos con 37% de tereftalato de polietileno.

Tabla 109. Datos SPSS.

 RESISTENCIA	 GRUPO
8,10	Murete patrón (NORMA)
8,15	Murete patrón (NORMA)
8,05	Murete patrón (NORMA)
8,80	Murete con 37% de PET
9,00	Murete con 37% de PET
8,90	Murete con 37% de PET

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla 110 se detallará las pruebas de normalidad realizadas en el software.

Tabla 110. Prueba de normalidad.

Pruebas de normalidad							
GRUPO		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA	Murete patrón (NORMA)	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Murete con 37% de PET	,175	3	.	1,000	3	1,000

Fuente: Elaboración propia

Las muestras presentan grados de libertad, las cuales son menores a 30, de tal manera se opta a trabajar con Shapiro – Wilk, además se aprecia que posee un nivel de significancia para el murete patrón (norma), un valor de 1.00 y así mismo para el murete elaborados con ladrillos con 37% de tereftalato de polietileno, un valor de 1.00, los cuales supera al 0.05, tal y como se muestra en la tabla 111. Por lo que se trabajará con la prueba paramétrica T de Student para muestras independientes.

Tabla 111. Cuadro de pruebas de normalidad.

NORMALIDAD (MUESTRAS COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETE DE ALBAÑILERÍA)		
Murete patrón (NORMA) =1.00	>	$\alpha= 0.05$
Murete con 37% de PET =1.00	>	$\alpha=0.05$

CONCLUSIÓN:

La variable de compresión diagonal en murete de albañilería en ambos grupos se comportan normalmente.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 112. Estadísticas de grupo.

Estadísticas de grupo					
GRUPO		N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
RESISTENCIA	Murete patrón (NORMA)	3	8,1000	,05000	,02887
	Murete con 37% de PET	3	8,9000	,10000	,05774

Fuente: Elaboración propia.

El murete patrón obtuvo una media de 8.1 Kg/cm² y una desviación error promedio de 0.028, así mismo para el murete elaborado con ladrillos con 37% de tereftalato de polietileno tiene como media un valor de 8.9 Kg/cm² y una desviación de error promedio de 0.057.

Tabla 113. Prueba de muestras independientes.

Prueba de muestras independientes											
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior	
RESISTENCIA	Se asumen varianzas iguales	,800	,422	-12,394	4	,000	-,80000	,06455	-,97922	-,62078	
	No se asumen varianzas iguales			-12,394	2,941	,001	-,80000	,06455	-1,00777	-,59223	
P Valor=0.000				<		α =0.05					

Fuente: Elaboración propia

Se asumió las varianzas iguales ya que en la prueba de Levene tuvo una significancia de 0.422 siendo mayor que el 0.05, por lo tanto, se asume varianzas iguales.

Se puede estimar que en la parte estadística no existen diferencias significativas entre las medias analizadas, así mismo se observa el margen de error en la significancia bilateral de 0.000244 y 0.001 (ambos menores al 0.05 obteniendo la conclusión que el tereftalato de polietileno tendrá un efecto favorable en las propiedades mecánicas de muros portantes para el para el diseño de viviendas unifamiliares en Ate-Huaycán 2020.

V DISCUSIÓN

Según los resultados de laboratorios ejecutados en los siguientes ensayos: resistencia a compresión, absorción, variación dimensional y alabeo, fueron realizados en unidades de albañilería con diferentes proporciones de PET con valores de 27%, 32% y 37% respectivamente, referimos que las muestras fueron seleccionadas previamente y llevadas al laboratorio a realizar los ensayos respectivos. Así mismo realizaremos algunas comparaciones de algunos resultados obtenidos, exponiendo lo siguiente:

- Según Rodríguez y Calderón (2018) en su tesis titulada “ Comportamiento estructural de muro utilizando ladrillos con agregados de plástico para viviendas en Campoy, San Juan de Lurigancho -2018”, durante el proceso de su investigación lograron alcanzar resultados de la resistencia a compresión de unidades de albañilería, la cual refiere que obtuvieron como máximo valor 139 kg/cm^2 a sus 28 días de edad con una dosificación mencionada en su investigación que consta de cemento, plástico, celulosa y agua, así mismo también según la obtención de los resultados referimos que la unidad de ladrillo es porosa, en este caso cabe resaltar que la dosificaciones utilizadas para la realización de la presente investigación consta de una relación de cemento, plástico pet y agua, así también podemos decir que en el proceso de fabricación utilizamos moldes de aluminio, lo cual nos diferencia de la anterior investigación mencionada, ya que el tiempo de fraguado varía considerablemente obteniendo como mayor resultado de resistencia a compresión de unidades un valor de 213.1 kg/cm^2 a sus 28 días de edad, además que también según el ensayo de absorción nuestro producto se encuentra en las condiciones para ser más resistente a la acción de la intemperie.
- Según Rodríguez y Calderón (2018) en su tesis titulada “Comportamiento estructural de muro utilizando ladrillos con agregados de plástico para viviendas en Campoy, San Juan de Lurigancho -2018”, durante el proceso de su investigación en el ensayo de resistencia a compresión diagonal en muretes de 0.60 m x 0.60 m obtuvieron como máximo resultado el valor de 4.8 kg/cm^2 a sus 28 días de edad el cual no logró superar a otros tipos de ladrillos. En la presente

investigación también se realizó muretes de 0.60m x 0.60m y a los 28 días de edad los cuales fueron llevados al laboratorio para realizar el ensayo de resistencia a compresión diagonal teniendo como máximo resultado a la muestra M-32% RP con un valor de 9.3 kg/cm^2 superando a la unidad fabricada en la tesis mencionada con una diferencia de 4.5 kg/cm^2 .

- Así mismo Flores (2018) en su tesis titulada. “Influencia de la dosificación en las características físico-mecánica de la unidad de ladrillo fabricados con productos plásticos reciclados 2018”, menciona en su investigación que en la elaboración de ladrillos ecológicos incorporaron 70% de PET para la producción del material, 30% de Polietileno de alta densidad (PEAD) y aditivo acelerante, obteniendo como resultados de resistencia a compresión el valor de 104 kg/cm^2 , 53 kg/cm^2 , clasificando a sus unidades de albañilería como tabiquería, sin embargo cabe mencionar que en la presente investigación se está utilizando un solo tipo de plástico que es el PET, alcanzando una buena resistencia a compresión a sus 28 días de edad con un resultado de 213.1 kg/cm^2 superando significativamente a la tesis mencionada con una diferencia de 109.1 kg/cm^2 .

VI CONCLUSIONES

- Se determinó la influencia significativa de las propiedades físico-mecánicas de los agregados en los ladrillos de tereftalato de polietileno para el diseño de viviendas unifamiliares en Ate-Huaycán 2020.
- Se analizó la influencia del tereftalato de polietileno en las propiedades físicas de los ladrillos a los 28 días de fraguado, al ser sometido al ensayo de variación dimensional obtuvimos en la M-27%RP en el largo se obtuvo 0.5% de variación, Ancho se obtuvo -1 % de variación y Altura se obtuvo 2.2% de variación, M-32%RP en el largo se obtuvo 0.8% de variación, Ancho se obtuvo -0.5% de variación y Altura se obtuvo 1.4% de variación y en la M-37%RP en el largo se obtuvo 0.4% de variación, Ancho se obtuvo -0.6% de variación y Altura se obtuvo 2.7% de variación. En el ensayo de alabeo no se observó concavidad ni convexidad en todas las muestras elaboradas, demostrándose la gran influencia positiva del tamaño de partículas del tereftalato de polietileno generando insignificativas variaciones en las propiedades físicas del ladrillo. Además, se logró un alto grado de trabajabilidad de la mezcla al momento de la elaboración de estos productos.
- Se definió la influencia del tereftalato de polietileno en las propiedades mecánicas de los ladrillos a los 28 días de fraguado y ser sometido al ensayo de resistencia a compresión de unidades la muestra M-32%RP obtuvo 213.1 kg/cm^2 superando al ladrillo tipo V de 180 kg/cm^2 con una diferencia de 33.1 kg/cm^2 , concluyendo que el diseño de mezcla de la dosificación de 32%PET fue la más óptima con las siguientes proporciones de cemento, plástico y agua; 1.0:0.65:16.48, teniendo así una influencia significativa en la propiedad mecánica de resistencia a compresión.

- Se analizó el efecto del tereftalato de polietileno en las propiedades mecánicas de muros portantes donde a los 28 días de fraguado y ser sometido al ensayo de resistencia a compresión diagonal concluimos que los muros portantes elaborados con ladrillos PET tienen una buena resistencia a la compresión diagonal y la muestra que obtuvo mayor resultado es la M-32%RP con 9.3 kg/cm^2 superando al ladrillo King Kong industrial de 8.1 kg/cm^2 con una diferencia de 1.2 kg/cm^2 y también a la rejilla industrial que tiene una resistencia de 9.2 kg/cm^2 .

VII. RECOMENDACIONES

1. Se sugiere emplear otras clases de plástico para poder verificar sus características físicas y mecánicas.
2. Se propone realizar ensayo a flexión de los ladrillos para poder realizar las comparaciones a un ladrillo tradicional.
4. Se recomienda realizar combinaciones de plástico PET con PEAD para poder verificar sus características mecánicas.
5. Utilizar una vibradora mecánica para poder obtener una mejor combinación de la mezcla.
6. Incentivar a futuras investigaciones variar el tamaño del ladrillo para poder disminuir su peso.

REFERENCIAS

- AGUIRRE, Diego. El plástico reciclado como elemento constructor de la vivienda. Tesis (Arquitecto). Cuenca, Ecuador: Universidad de Cuenca, 2013. 129pp.
- AZARBAKHT, Alireza. Seismic Rehabilitation of Traditional Un-Reinforced Masonry Building in Iran. [en línea]. 2011. [Fecha de consulta: 30 de mayo de 2020].
Disponibile en <https://www.semanticscholar.org/paper/SEISMIC-REHABILITATION-OF-TRADITIONAL-UN-REINFORCED-Azarbakht/4cbc430abf90c1f95682310e2592d25629d7270a>
ISSN: 7357-9999
- BORJA, Manuel. Metodología de la investigación científica para ingenieros. [en línea].2012. [fecha de consulta: 27 de junio del 2020].
Disponibile en [file:///C:/Users/kroyb/Downloads/METODOLOGIA%20DE%20INVESTIGACION%20PARA%20INGENIEROS%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/kroyb/Downloads/METODOLOGIA%20DE%20INVESTIGACION%20PARA%20INGENIEROS%20(1).pdf)
- BENITES ZAPATA, Verónica. Adobe estabilizado con extracto de cabuya (furcraea- andina). Tesis (Ingeniero Civil), Universidad Nacional de Piura, 2017. Pp. 86.
- BERNILLA CARLOS, Pedro. “Evaluación funcional y constructiva de viviendas con adobe estabilizado en Cayalti. Programa “COBE – 1976”. Tesis (Maestro en Tecnología de la Construcción). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima – Perú, 2012. Pp. 237.
- BOLAÑOS RODRIGUEZ, Juan. “Resistencia a compresión, flexión y absorción del adobe compactado con adición de goma de tuna”. Tesis (Ingeniero Civil), Universidad Privada del Norte, 2016. Pp. 162.
- CALDERON, Ángela y RODRIGUEZ, Jenny. Comportamiento estructural de muro utilizando ladrillos con agregados de plástico para viviendas en

- Campoy, San Juan de Lurigancho – 2018. Tesis (Ingeniería Civil). Lima: Universidad César Vallejo, 2019. 97 pp.
- Emprendimiento de fabricación de ladrillos con plástico reciclado involucrando actores públicos y privados por Rosana Gaggino [et al]. Argentina: Centro Experimental de la vivienda económica- Asociación vivienda Económica (CEVE- AVE) y Conicet: 33-45.
 - Fabricación de ladrillos a base de polímeros PET y virutas metálicas por José Luis Maure [e al]. Panamá: Universidad Tecnológica de Panamá Ric, Vol. 4 N° Especial: 33-38, mayo 2018.
 - FLORES Escapa, Natalia. Influencia de la dosificación en las características físico-mecánica de la unidad de ladrillo fabricados con productos pasticos reciclados, Tesis (Ingeniera Civil). Lima: Universidad César Vallejo.2018. 84 pp.
 - Gaggino, Rosana. Ladrillos y placas prefabricadas con plásticos aptos para la autoconstrucción. *Revistainvi*. Vol. 23. Núm. 63: pp.137-163. Agosto 2008 ISSN:0718-1299.
 - HERNÁNDEZ Sampieri. Metodología de la Investigación.6 ed. México. Interamericana Editores S.A.2014.634pp. ISBN: 978-1-4562-2396-0.
 - Informe del Banco Mundial: Los desechos a nivel mundial crecerán un 70 % para 2050, a menos que se adopten medidas urgentes. Banco Mundial. 20 de septiembre de 2018. Disponible en: <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2018/09/20/global-waste-to-grow-by-70-percent-by-2050-unless-urgent-action-is-taken-world-bank-report#>.
 - Ladrillos de plástico para la construcción de viviendas, una innovación que surge desde la universidad [en línea]. La Segunda Online. 8 de agosto de 2012. [Fecha de consulta: 21 de Abril de 2020]. Disponible en:<http://www.lasegunda.com/Noticias/Nacional/2012/08/770974/ladrillos-de-plastico-para-la-construccion-de-viviendas-una-innovacion-que-surge-desde-la-universidad>.

- LEIVA, Dolly y REYES Jaime. Ladrillos ecológicos: Una estrategia didáctica. X Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, *Sevilla*: 933-938, septiembre 2017.
ISSN: 2174-6486
- Manual de Construcción para Maestros de Obra. Corporación Aceros Arequipa S.A. 104 pp.
- MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO. Norma Técnica E. 030 Diseño Sismorresistente. Lima, Perú: MVCS, 2018, 80p
- MARTINEZ, Alejandro y COTE, Mónica. Diseño y Fabricación de Ladrillo Reutilizando Materiales a base de PET. *INGE CUC*, Vol. 1, N° 2: pp. 76-80, diciembre 2014
- Mezclas de cemento y agregados de plástico para la construcción de viviendas ecológicas por Víctor Flores [et al]. Sucre: Universidad Mayor, Real y Pontificia Xavier de Chuquisaca: 101-110, 2014.
- NORMA técnica peruana. ITINTEC 331.017. Elementos de arcilla cocida. Ladrillos de arcilla usados en albañilería requisitos. Peru.1978. [9]pp.
- OTZEN, Tamara y MANTEROLA, Carlos. Técnicas de muestreo sobre una población a estudio [en línea]. vol.35, N°1, 2017. [Fecha de consulta: 1 de junio de 2020].
Disponible en <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>.
ISSN: 0717-9502
- NORMA E-080 del Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma E-080 Diseño y construcción con tierra reforzada. Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), 2006. Pp. 29.
- NORMA E-080 DEL MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO. “Norma E-080 Diseño y Construcción con tierra reforzada”. Norma del Reglamento Nacional de Edificaciones 2017. Pp. 29.
- PARRA, Katty y BAUTISTA, María. Diseño de una mezcla de concreto utilizando residuos industriales y escombros. Tesis (título ingeniero civil).

Colombia: Universidad pontificia bolivariana seccional Bucaramanga, 2010.115pp.

- Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma E 0.70. Albañilería. Lima. 2016.15pp.
- RISCO Ruiz, Pierina. Propiedades físico mecánico de ladrillos fabricados con residuos plásticos y material agregado, Chiclayo, Tesis (Ingeniera Ambiental). Chiclayo: Universidad César Vallejo, 2018. 91pp.
- ROJAS, Emerson y RUEDA, Ricardo. Análisis del comportamiento mecánico de ladrillos estructurales utilizando polipropileno de materiales plásticos reciclables, Tesis (Ingeniero Civil). Bucaramanga. Bolivia: Universidad Pontificia Boliviarana, 2014. 107 pp.
- ROMERO, Andrés y HERNANDEZ, Johan. Diseño de mezclas de hormigón por el método A.C.I. y efectos de la adición de cenizas volantes de termotasajero en la resistencia a la compresión. Tesis (título ingeniero civil). Bogotá: Universidad santo tomas,2014.154pp.
- SILVESTRE, Adán. Análisis de concreto con tereftalato de polietileno (PET) como aditivo para aligerar elementos estructurales. Proyecto de Investigación. Colombia: Universidad Libre Seccional Pereira, 2015. 86 pp.
- ZAPATA, Oscar. Herramienta para elaborar tesis e investigaciones socio educativo. [en línea]. México: Av. Cuauhtémoc 1430, col. Santa Cruz Atoyac, 2005.

Disponible:[https://books.google.com.pe/books?id=i339_F3C1RIC&printsec=frontcover&dq=Herramienta+para+elaborar+tesis+e+investigaciones+soci oeducativas](https://books.google.com.pe/books?id=i339_F3C1RIC&printsec=frontcover&dq=Herramienta+para+elaborar+tesis+e+investigaciones+soci+oeducativas) [...].

ANEXOS

Anexo 3. Matriz de Consistencia.

Tabla 114. Matriz de consistencia.

Propiedades físico - mecánicas de los ladrillos de tereftalato de polietileno para el diseño de viviendas unifamiliares Ate Huaycán 2020.

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO	POBLACIÓN
Principal	Principal	Principal	VARIABLE INDEPENDIENTE				
¿De qué manera influye el tereftalato de polietileno en las propiedades físico-mecánicas de los ladrillos para el diseño de viviendas unifamiliares en Ate-Huaycán 2020?	Determinar la influencia del tereftalato de polietileno en las propiedades físico-mecánicas de los ladrillos para el diseño de viviendas unifamiliares en Ate-Huaycán 2020.	El tereftalato de polietileno influirá de manera favorable en las propiedades físico-mecánicas de los ladrillos para el diseño de viviendas unifamiliares en Ate-Huaycán 2020.	V.1: TEREFTALATO DE POLIETILENO	• Diseño de mezcla.	• Porcentaje de Tereftalato de Polietileno (27%,32% y 37%). • Relación A/C.	MÉTODO •Cuantitativo TIPO DE INVESTIGACIÓN •Aplicada NIVEL •Explicativo	270 Ladrillos fabricados con tereftalato de polietileno.
Específico	Específico	Específico		•Propiedades Físicas.	•Absorción. • Tamaño de partículas. • Peso Específico. • Peso Unitario.		MUESTRA Unidades de Ladrillo y pilas. • 90 Ladrillos con 27% de residuos plásticos. • 90 Ladrillos con 32% de residuos plásticos. • 90 Ladrillos con 37% de residuos plásticos.
¿De qué modo influye el tereftalato de polietileno en las propiedades físicas de los ladrillos para el diseño de viviendas unifamiliares en Ate-Huaycán 2020?	Analizar la influencia del tereftalato de polietileno en las propiedades físicas de los ladrillos mediante los ensayos de variación dimensional y alabeo.	El tereftalato de polietileno intervendrá de manera favorable en las propiedades físicas de los ladrillos para el diseño de viviendas unifamiliares en Ate-Huaycán 2020.	VARIABLE DEPENDIENTE	• Propiedades físicas.	• Peso específico. • Dimensiones.	DISEÑO METODOLÓGICO •Cuasi experimental	MUESTREO • No probabilístico intencionado.
¿En qué medida influye el tereftalato de polietileno en las propiedades mecánicas de los ladrillos para el diseño de viviendas unifamiliares en Ate-Huaycán 2020?	Definir la influencia del tereftalato de polietileno en las propiedades mecánicas de los ladrillos mediante el ensayo de resistencia a compresión.	El tereftalato de polietileno influirá de manera favorable en las propiedades mecánicas de los ladrillos para el diseño de viviendas unifamiliares en Ate-Huaycán 2020.	V.2: PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS.	• Propiedades mecánicas.	• Resistencia a compresión.		
¿Cuál es el efecto del tereftalato de polietileno en las propiedades mecánicas de muros portantes para el diseño de viviendas unifamiliares en Ate-Huaycán 2020?	Analizar el efecto del tereftalato de polietileno en las propiedades mecánicas de muros portantes mediante el ensayo de resistencia a compresión diagonal.	El tereftalato de polietileno tendrá un efecto favorable en las propiedades mecánicas de muros portantes para el diseño de viviendas unifamiliares en Ate-Huaycán 2020.		• Muro portantes.	• Compresión axial. • Compresión diagonal.		

Anexo 4. Matriz de operacionalización de variables.

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE 1

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
TEREFTALATO DE POLIETILENO	<ul style="list-style-type: none"> •PET es un tipo de materia prima plástica derivada del petróleo. Se compone de petróleo crudo, gas y aire. Según la Asociación Latinoamericana de la Industria Plástica, ALIPLAST, un kilo de PET está compuesto por 64% de petróleo, 23% de derivados líquidos del gas natural y 13% de aire (Rendón, 2008, p.8). 	<p>Los plásticos de tereftalato de polietileno serán triturados hasta obtener un tamaño de partículas adecuado para realizar el diseño de mezcla con diferentes porcentajes de plástico y agregados para así analizar sus propiedades mediante ensayos en laboratorio.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de mezcla. 	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de Tereftalato de Polietileno (27%,32% y 37%) • Relación A/C. 	(%) (Kg/m ²) (mm) (Kg)
			<ul style="list-style-type: none"> •Propiedades físicas del tereftalato de polietileno. 	<ul style="list-style-type: none"> •Absorción. • Tamaño de partículas. • Peso Especifico. • Peso Unitario. 	

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE 2

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
PROPIEDADES FÍSICAS - MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS	<p>Según la Norma ITINTEC 331.017 (1978),⁹ La resistencia a la compresión de la albañilería (f'm) es su propiedad más importante. En términos generales, define no sólo el nivel de su calidad estructural, sino también el nivel de su resistencia a la intemperie o a cualquier otra causa de deterioro [...] (p.6).</p>	<p>Se determinará las propiedades físicas - mecánicas de los ladrillos fabricados con tereftalato de polietileno para ser utilizadas en muros portantes mediante ensayos de laboratorio.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Propiedades físicas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Peso específico. • Dimensiones. 	(kg) (mm) (Kg/m ²)
			<ul style="list-style-type: none"> • Propiedades mecánicas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia a compresión. 	
			<ul style="list-style-type: none"> • Muro portantes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Compresión axial. • Compresión diagonal. 	

Anexo 5. Instrumentos de recolección de datos.

Tabla 115. Formato para recopilación de datos de variación dimensional.

VARIACIÓN DIMENSIONAL CON 27 % DE TEREFALATO DE POLIETILENO.														
Muestra	L(cm)		L prom	V.D	H(cm)				H prom	V.D	L(cm)		L prom	V.D
	1	2			1	2	3	4			1	2		
1														
2														
3														
4														
5														
	Promedio				Promedio						Promedio			
	V (%)				V (%)						V (%)			

VARIACIÓN DIMENSIONAL CON 32 % DE TEREFALATO DE POLIETILENO.														
Muestra	L(cm)		L prom	V.D	H(cm)				H prom	V.D	L(cm)		L prom	V.D
	1	2			1	2	3	4			1	2		
1														
2														
3														
4														
5														
	Promedio				Promedio						Promedio			
	V (%)				V (%)						V (%)			

VARIACIÓN DIMENSIONAL CON 37 % DE TEREFALATO DE POLIETILENO.														
Muestra	L(cm)		L prom	V.D	H(cm)				H prom	V.D	L(cm)		L prom	V.D
	1	2			1	2	3	4			1	2		
1														
2														
3														
4														
5														
	Promedio				Promedio						Promedio			
	V (%)				V (%)						V (%)			

Tabla 116. Formato de recopilación de datos de ensayo a resistencia a compresión

ENSAYO A LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON 27 % DE TEREFTALATO DE POLIETILENO						
NORMA	NTP 388.813 NTP 388.805			FECHA:		
MUESTRAS	DIMENSIONES (cm)			ÁREA BRUTA (cm ²)	CARGA MÁXIMA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
	LARGO	ANCHO	ALTURA			
M - 1						
M - 2						
M - 3						

ENSAYO A LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON 32 % DE TEREFTALATO DE POLIETILENO						
NORMA	NTP 388.813 NTP 388.805			FECHA:		
MUESTRAS	DIMENSIONES (cm)			ÁREA BRUTA (cm ²)	CARGA MÁXIMA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
	LARGO	ANCHO	ALTURA			
M - 1						
M - 2						
M - 3						

ENSAYO A LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON 37 % DE TEREFTALATO DE POLIETILENO						
NORMA	NTP 388.813 NTP 388.805			FECHA:		
MUESTRAS	DIMENSIONES (cm)			ÁREA BRUTA (cm ²)	CARGA MÁXIMA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
	LARGO	ANCHO	ALTURA			
M - 1						
M - 2						
M - 3						

Tabla 117. Formato de recopilación de datos de ensayo de absorción

ENSAYO DE ABSORCIÓN CON 27 % DE TEREFTALATO DE POLIETILENO			
MUESTRA	PESO (Kg)		ABSORCIÓN(%)
	SECO	24H (agua)	
M - 1			
M - 2			
M - 3			
		PROMEDIO	

ENSAYO DE ABSORCIÓN CON 32 % DE TEREFTALATO DE POLIETILENO			
MUESTRA	PESO (Kg)		ABSORCIÓN(%)
	SECO	24H (agua)	
M - 1			
M - 2			
M - 3			
		PROMEDIO	

ENSAYO DE ABSORCIÓN CON 37 % DE TEREFTALATO DE POLIETILENO			
MUESTRA	PESO (Kg)		ABSORCIÓN(%)
	SECO	24H (agua)	
M - 1			
M - 2			
M - 3			
		PROMEDIO	

Tabla 118. Formato de recopilación de datos de ensayo a resistencia a compresión diagonal

ENSAYO DE RESISTENCIA DE COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES DE ALBAÑILERÍA CON 27 % DE TEREFTALATO DE POLIETILENO						
NORMA	NTP 399.613			FECHA:		
	NTP 399.605					
MUESTRAS	DIMENSIONES (cm)			ÁREA BRUTA (cm ²)	CARGA MÁXIMA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
	LARGO	ANCHO	ALTURA			
M - 1						
M - 2						
M - 3						

ENSAYO DE RESISTENCIA DE COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES DE ALBAÑILERÍA CON 32 % DE TEREFTALATO DE POLIETILENO						
NORMA	NTP 399.613			FECHA:		
	NTP 399.605					
MUESTRAS	DIMENSIONES (cm)			ÁREA BRUTA (cm ²)	CARGA MÁXIMA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
	LARGO	ANCHO	ALTURA			
M - 1						
M - 2						
M - 3						

ENSAYO DE RESISTENCIA DE COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES DE ALBAÑILERÍA CON 37 % DE TEREFTALATO DE POLIETILENO						
NORMA	NTP 399.613			FECHA:		
	NTP 399.605					
MUESTRAS	DIMENSIONES (cm)			ÁREA BRUTA (cm ²)	CARGA MÁXIMA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
	LARGO	ANCHO	ALTURA			
M - 1						
M - 2						
M - 3						

Anexo 6. Formatos de Validación.

HOJA DE VALIDACION DE INSTRUMENTOS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TÍTULO DE INVESTIGACIÓN:

Propiedades físico-mecánicas de los ladrillos de tereftalato de polietilenc para el diseño de viviendas unifamiliares en Ate-Huaycán 2020.

APELLIDOS NOMBRES DE LOS INVESTIGADORES:

Alvarez Raymundo, Jose Yerson.
Bartolo Guerra, Jhenyfer Natali.

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

APELLIDOS Y NOMBRES DEL EXPERTO:	CIP	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS:	FIRMA:
Jorge Luis Custodio Ayala	63384	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Formato de ensayo de resistencia a compresión. ❖ Formato de ensayo de Absorción. ❖ Formato de ensayos de compresión diagonal. ❖ Formato de ensayo a compresión axial. 	
DENNIS REYES TOCANTINO	277132		

Figura 86. Formato de Opinión de expertos de instrumentos de investigación.

INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1 Apellidos y Nombres de Validador: Ing. DENNIS REYES TOLENTINO.....
- 1.2 Cargo e institución donde labora: INGENIERO CIVIL.....
- 1.3 Especialidad del Validador: INGENIERO CIVIL.....
- 1.4 Título de la Investigación: Propiedades físico-mecánicas de los ladrillos de tereftalato de polietileno para el diseño de viviendas unifamiliares en Ate-Huaycán 2020.
- 1.5 Autores de Investigación:
 Alvarez Raymundo, Jose Yerson
 Bartolo Guerra, Jhenyfer Natali

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Valore en una escala del 1 al 5 según el grado de relevancia que pueda otorgar cada criterio e indicador. Señale con un aspa (x) su respuesta en la casilla que corresponda.

1. Deficiente 2. Regular 3. Buena 4. Muy buena 5. Excelente

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje adecuado y específico.					X
2. Objetividad	Expresa el alcance del proyecto.					X
3. Actualidad	Contribuye al avance de la ciencia, tecnología y desarrollo sostenible				X	
4. Consistencia	Basados en aspectos técnicos-científicos				X	
5. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones					X
6. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				X	
7. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación				X	
PROMEDIO DE VALIDACIÓN	SE ENCUENTRA EN UNA ESCALA ENTRE MUY BUENA Y EXCELENTE.					

OBSERVACIONES:

Figura 87. Formato de Opinión de expertos de instrumentos de investigación.

INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

1.1 Apellidos y Nombres de Validador: Ing. Jorge Luis Custodio Ayala

1.2 Cargo e institución donde labora: Ingeniero Residente Supervisor

1.3 Especialidad del Validador: Ingeniero Civil

1.4 Título de la Investigación: Propiedades físico-mecánicas de los ladrillos de tereftalato de polietileno para el diseño de viviendas unifamiliares en Ate-Huaycán 2020.

1.5 Autores de Investigación:

Alvarez Raymundo, Jose Yerson

Bartolo Guerra, Jhenyfer Natali

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Valore en una escala del 1 al 5 según el grado de relevancia que pueda otorgar cada criterio e indicador. Señale con un aspa (x) su respuesta en la casilla que corresponda.

1. Deficiente 2. Regular 3. Buena 4. Muy buena 5. Excelente

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje adecuado y específico.				X	
2. Objetividad	Expresa el alcance del proyecto.					X
3. Actualidad	Contribuye al avance de la ciencia, tecnología y desarrollo sostenible					X
4. Consistencia	Basados en aspectos técnicos-científicos				X	
5. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones				X	
6. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					X
7. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación					X
PROMEDIO DE VALIDACIÓN	El promedio de Validación se encuentra en una escala de 4 a 5 entre Muy buena y Excelente.					

OBSERVACIONES:

Figura 88. Formato de Opinión de expertos de instrumentos de investigación.

Anexo 7. Cotización Del Laboratorio Material Testing Laboratory Geotecnia.



FORMATO DE COTIZACIÓN DE ENSAYOS

COT. N° 248-LEM-20

MTL GEOTECNIA
 RUC: 20600375262

REFERENCIA	Solicitado presencialmente el 12/08/2020
SOLICITANTE	----
ATENCIÓN	Jose Alvarez Raymundi - 951 825 732
TESIS	---
UBICACIÓN	Lima
FECHA	San Martín de Porres, 12 de agosto de 2020

EJECUCIÓN DE ENSAYOS EN LABORATORIO

ITEM	CONCEPTO	NORMA	UND.	CANT	PARCIAL	SUBTOTAL
1.0	ENSAYOS EN LABORATORIO DE ADOBE					
1.1	Diseño de mezcla incluye (granulometría. Pesos unitarios, peso específico y absorción).	---	Und	1	S/. 200.00	S/. 200.00
1.2	Absorción de ladrillos	---	Und	3	S/. 40.00	S/. 120.00
1.3	Ensayo de compresión de unidades de ladrillos	---	Und	6	S/. 25.00	S/. 150.00
1.4	Compresión axial de pilas (pilas)	---	Und	3	S/. 60.00	S/. 180.00
1.5	Compresión diagonal de muretes	---	Und	3	S/. 60.00	S/. 180.00
1.6	Variación dimensional	---	Und	3	S/. 40.00	S/. 120.00
1.7	Alabeo	---	Und	3	S/. 40.00	S/. 120.00
1.8	Eflorescencia	---	Und	3	S/. 50.00	S/. 150.00
1.9	Asentado de pilas y muretes	---	Und	6	S/. 30.00	S/. 180.00
SUB TOTAL					S/.	1,400.00

NOTAS / ANOTACIONES:

- Validez de oferta 30 días desde su emisión
- El cliente debe proporcionar la información necesaria para la emisión de los certificados de ensayo
- **El cliente deberá proporcionar las muestras.**

ADELANTO = 1005

FORMA DE PAGO:

- 50% adelanto para comenzar los trabajos
- 50% a la entrega de los resultados.

CUENTAS DE PAGO:

CTA CORRIENTE BANCO CONTINENTAL
 AHORROS SOLES: 0011-0752-0200099965
 AHORROS DOLARES: 0011-0200099965-32
 CCI BANCO CONTINENTAL: 011-752-000200099965-32



MTL GEOTECNIA S.A.C
 RUC: 20600375262

DANY CCOTO TRUJILLO
 GERENTE COMERCIAL

Calle La Madrid N° 264 - Asociación Los Olivos - San Martín de Porres (Alt. Av. Antunez de Mayolo con Av. Universitaria)
 Telf.: (01) 457 2237 RPC 989 349 903
 informes@mtlgeotecniasac.com www.mtlgeotecniasac.com

Figura 89. Formato de cotización de ensayos de laboratorio.

Anexo 7. Certificado de calibración con símbolo de Acreditación.

Certificado

 **INACAL**
Instituto Nacional
de Calidad
Acreditación

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, **OTORGA** el presente certificado de Renovación de la Acreditación a:

TEST & CONTROL S.A.C.

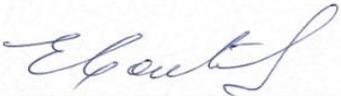
Laboratorio de Calibración

En su sede ubicada en: Calle Condesa de Lemós N° 117, Urb. San Miguelito, distrito de San Miguel, provincia de Lima y departamento de Lima

Con base en la norma
NTP-ISO/IEC 17025:2006 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración

Facultándolo a emitir Certificados de Calibración con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-05P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número de registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 24 de marzo de 2019
Fecha de Vencimiento: 23 de marzo de 2023



ESTELA CONTRERAS JUGO
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Cedula N° : 230-2019-INACAL/DA
Contrato N° : Adenda al Contrato de Acreditación N°004-16/INACAL-DA
Registro N° : LC-016

Fecha de emisión: 05 de junio de 2019

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados al momento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) del Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

DA-acr-01P-02M Ver. 02

Figura 90. Certificado de calibración con símbolo de Acreditación.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
TC-1597-2020

PROFORMA : 2543A Fecha de emisión : 2020 - 07 - 30 **Página** : 1 de 2

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.
Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima - Lima - San Martin De Porres

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : **PRENSA DE CONCRETO**
Marca : FORNEY
Marca del indicador : ELE Internacional
Modelo del indicador : ADR TOUCH
Nº Serie del indicador : 1887-1-00074
Intervalo de indicación : 120000 kgf
Resolución : 0,1 kgf
Procedencia : United States
Código de Identificación : No Indica
Ubicación : Laboratorio
Fecha de Calibración : 2020 - 07 - 28

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

LUGAR DE CALIBRACIÓN
Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

METODO DE CALIBRACIÓN
La calibración se efectuó por comparación directa utilizando el PIC-023 " Procedimiento para la Calibración de Prensas, celdas y anillos de carga".

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	19,5°C	20,5°C
HUMEDAD RELATIVA	62,0%	65,0%

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
C.F.P. N° 0316

Figura 91. Certificado de calibración de prensa de concreto.

CERTIFICADO DE CALIBRACION

TC - 4370 - 2020

PROFORMA : 1696A Fecha de emisión : 2020-05-25

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.
Dirección : CALLA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS LIMA-LIMA-SAN MARTÍN DE PORRES

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA
Tipo : ELECTRÓNICA
Marca : SARTORIUS
Modelo : LC2201S
N° de Serie : 50310007
Capacidad Máxima : 2200 g
Resolución : 0,01 g
División de Verificación : 0,1 g
Clase de Exactitud : II
Capacidad Mínima : 5 g
Procedencia : ALEMANIA
N° de Parte : No Indica
Identificación : No Indica
Ubicación : LABORATORIO
Variación de ΔT Local : 5 °C
Fecha de Calibración : 2020-05-25

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

LUGAR DE CALIBRACIÓN
Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN
La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFF: 0016



Figura 92. Certificado de calibración de Balanza.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
TC - 4371 - 2020

PROFORMA : 1696A

Fecha de emisión : 2020 - 05 - 27

Página : 1 de 5

SOLICITANTE: MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima-Lima-San Martín De Porres

EQUIPO : HORNO
 Marca : GEMMY
 Modelo : YC0-010
 N° de Serie : 510847
 Tipo de Ventilación : Turbulencia
 Procedencia : ALEMANIA
 Identificación : NO INDICA
INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TERMÓMETRO DIGITAL
 Marca : No indica
 Alcance : 1°C a 250°C
 Resolución : 1°C
TIPO DE CONTROLADOR : DIGITAL
 Marca : No indica
 Alcance : 1°C a 250°C
 Resolución : 1°C
 Fecha de Calibración : 2020 - 05 - 25
 Ubicación : LABORATORIO

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa con nuestro sistema de medición de temperatura patrón según procedimiento PC- 018 "Procedimiento de calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático". Segunda Edición - Junio 2009, SNM - INDECOPI.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	29,3 °C	29,6 °C
Humedad Relativa	45,3 %	43,2 %

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFF: 0018



Jr. Condesa de Lemos N°117
San Miguel, Lima

(01) 262 9536
(51) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe
www.testcontrol.com.pe

Figura 93. Certificado de calibración de horno.

Anexo 9. Panel fotográfico de elaboración de ladrillos y ensayos de laboratorio



Figura 95. Mezcla de materiales



Figura 94. Vaciado de Mezcla.



Figura 97. Reposo de mezcla en molde.



Figura 96. Secado de ladrillos.



Figura 98. *Elaboración de unidades de albañilería.*



Figura 99. *Ladrillos con Tereftalato de Polietileno.*



Figura 102. Pilas y Muretes



Figura 101. Ensayo a compresión de unidades de albañilería

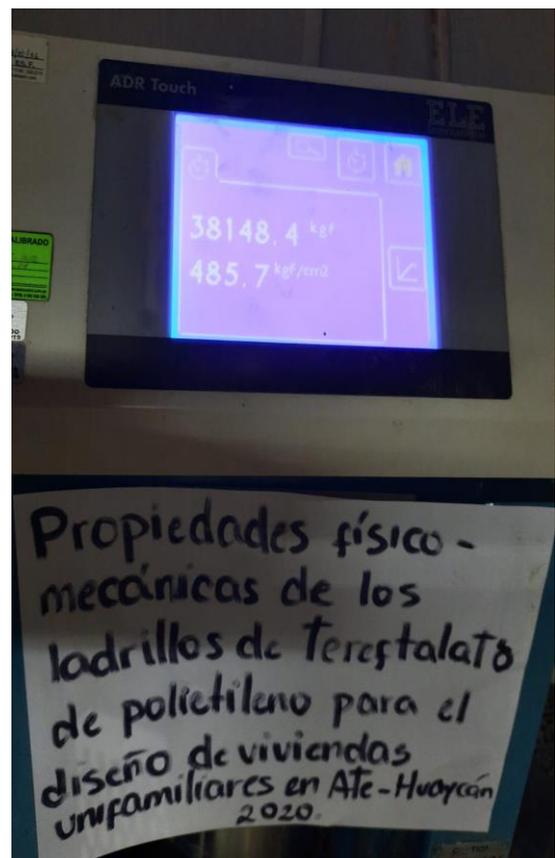


Figura 100. Mayor resultado de resistencia a compresión en unidades de albañilería.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, ALVAREZ RAYMUNDO JOSE YERSON, BARTOLO GUERRA JHENYFER NATALI estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS DE TEREFTALATO DE POLIETILENO PARA EL DISEÑO DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN ATE-HUAYCÁN 2020.", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
JHENYFER NATALI BARTOLO GUERRA DNI: 72612578 ORCID 0000-0003-1841-9507	Firmado digitalmente por: JBARTOLOG el 21-12-2020 19:52:05
JOSE YERSON ALVAREZ RAYMUNDO DNI: 48120899 ORCID 0000-0003-0028-1618	Firmado digitalmente por: ALVAREZ78 el 21-12-2020 19:52:05

Código documento Trilce: TRI - 0090504