

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

“PROPUESTA DE ELABORACIÓN DE UNIDADES DE
LADRILLOS CON PET RECICLADO PARA MUROS
PORTANTES EN LAS VIVIENDAS DEL DISTRITO
CORONEL GREGORIO ALBARRACÍN
LANCHIPA - TACNA, 2023”

TESIS

Presentado por:

Bach. Luis Fernando Flores Encinas

Bach. Gonzalo Ruben Yapuchura Mamani

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

**TACNA – PERÚ
2024**




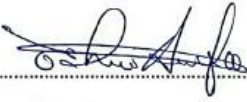
HOJA DE JURADOS

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GRHOMANN

Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

“PROPUESTA DE ELABORACIÓN DE UNIDADES DE LADRILLOS CON PET
RECICLADO PARA MUROS PORTANTES EN LAS VIVIENDAS DEL DISTRITO
CORONEL GREGORIO ALBARRACÍN
LANCHIPA - TACNA, 2023”

Tesis Sustentada y aprobada el día 19 de Agosto del 2024 estando integrado el jurado Calificador por:

PRESIDENTE	:	 Mtro. Ing César Avendaño Jihuallanga
SECRETARIO	:	 Mtro. Wilber Percy Mendoza Ramirez
VOCAL	:	 Mgr. Ing. Nahuel Humberto Molero Yáñez
ASESOR DE TESIS	:	 MSC. Ing. Edgar Chura Arocutipa

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo Edgar Chura Arocutipa en mi condición de asesor acreditado por la Resolución de Facultad N° 380-2023-FIAG/UNJBG de la tesis titulada: “PROPUESTA DE ELABORACIÓN DE UNIDADES DE LADRILLOS CON PET RECICLADO PARA MUROS PORTANTES EN LAS VIVIENDAS DEL DISTRITO CORONEL GREGORIO ALBARRACÍN LANCHIPA - TACNA, 2023”. Presentado por el Bach. Luis Fernando Flores Encinas y Bach. Gonzalo Ruben Yapuchura Mamani, para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Habiendo cumplido con lo establecido en el reglamento de originalidad y de similitud de trabajos de investigación y producción intelectual, considerando que según la revisión, evaluación y análisis realizado a través del software de similitud textual TURNITIN cuenta con el nivel de similitud cuyo porcentaje es 8%; por lo que **CERTIFICO LA SIMILARIDAD** de la tesis, el cual está de acuerdo al nivel **PERMITIDO**, para continuar con los trámites correspondientes y para su **publicación en el repositorio institucional**.

Se emite el presente certificado con fines de continuar con los tramites respectivos para su obtención del título profesional.



Nombre y Apellidos del Asesor:
MSc. Ing. Edgar Chura Arocutipa
DNI N°: 00413327

DEDICATORIA

A mi familia, mi madre Cristina Encinas por apoyarme en el trayecto de la presente investigación, a mi hermanita por sus palabras y mi pareja Danitza por la paciencia, seguridad y apoyo motivacional para el logro de esta etapa.

Luis Fernando Flores Encinas

A mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, y a mi hermana por darme los ánimos; muchos de mis logros se los debo a ellos. Inculcando en mi perseverancia y disciplina para cumplir mis objetivos, gracias por estar a mi lado.

Gonzalo Ruben Yapuchura Mamani

AGRADECIMIENTO

A mi padre todo poderoso, por guiarme en el transcurso de mi vida.

Al Ing. Edgar Chura Arocutipa por la paciencia, enseñanza de sus conocimientos, tiempo y guía para el logro de la meta.

A mi familia por el apoyo y consejos.

A los amigos y en especial al Ing. Elvis Ancachi por el apoyo.

Luis Fernando Flores Encinas

En primer lugar, a Dios por guiarme en mi camino.

A mis padres, hermana y a aquellas personas que me apoyaron con algún consejo que urgí para seguir adelante.

A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, por haberme compartido sus conocimientos.

Por último, agradezco a quien lee esta tesis, por permitirme a mis experiencias, investigaciones y conocimiento, incurrir dentro de su repertorio de información mental.

Gonzalo Ruben Yapuchura Mamani

ÍNDICE GENERAL

HOJA DE JURADOS	i
CERTIFICADO DE SIMILITUD.....	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE GENERAL.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xxiii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xxiv
RESUMEN.....	xxv
ABSTRACT.....	xxvii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES.....	3
1.1. Antecedentes	3
1.1.1. Internacionales	3
1.1.2. Nacionales.....	7
1.1.3. Regionales.....	13
1.2. Planteamiento del problema	16
1.3. Formulación del problema.....	18
1.3.1. Interrogante general	18
1.3.2. Interrogantes específicos.....	18
1.4. Formulación de Hipótesis.....	19

1.4.1. Hipótesis general.....	19
1.4.2. Hipótesis específicas	19
1.5. Justificación.....	20
1.6. Definición de Objetivos.....	21
1.6.1. Objetivo general.....	21
1.6.2. Objetivos específicos	21
1.7. Variables.....	22
1.7.1. Variable independiente	22
1.7.2. Variable dependiente	22
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	23
2.1. Bases teóricas	23
2.1.1. Ladrillo de plástico reciclado.....	23
2.1.2. Procesos de fabricación para ladrillos ecológicos	23
2.1.3. Participación de los materiales.....	28
2.1.4. Maquinaria y Equipos	30
2.1.5. Diseño de ladrillo de plástico.....	30
2.1.6. Propiedades del plástico PET.....	31
2.1.7. Ensayos	32
2.2. Definición de términos	36
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	39
3.1. Descripción del diseño de investigación	39
3.1.1. Tipo de estudio.....	39
3.1.2. Enfoque cualitativo	39

3.1.3. Diseño de investigación	39
3.1.4. Nivel de investigación.....	40
3.2. Población y muestra	40
3.2.1. Población.....	40
3.2.2. Muestra	42
3.3. Técnica e instrumentos de recolección de datos	44
3.3.1. Técnica.....	44
3.3.2. Instrumentos.....	44
3.3.3. Maquinaria y Equipos	45
3.3.4. Instrumento de registros.....	46
3.4. Tratamiento de datos	52
3.4.1. Ensayos en el agregado:.....	52
3.4.2. Ensayos para el mortero.....	61
3.4.3. Ensayo en las unidades:	62
3.4.4. Ensayo de prismas de albañilería.....	67
CAPÍTULO IV: DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.....	70
4.1. Acopio y selección de agregados de la cantera	70
4.1.1. Material y Agregados.....	72
4.2. Resultado de recolección de datos.....	74
4.2.1. Resultados de los ensayos en los agregados	74
4.2.2. Resultado del ensayo en el mortero	95
4.2.3. Resultado del ensayo en las unidades:	101
4.2.4. Resultado del ensayo en prismas de albañilería.....	122

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS	146
5.1. Análisis del diseño de unidades de ladrillo	146
5.2. Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos con plástico PET	148
5.2.1. Propiedades Físicas	148
5.2.2. Propiedades Mecánicas	149
5.3. Análisis de los muretes según la Norma E.070	153
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	155
6.1. Conclusiones	155
6.2. Recomendaciones	157
CAPÍTULO VII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	159
CAPÍTULO VIII: ANEXOS	166

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de flujo de los procesos	27
Figura 2: Datos técnicos del polietileno-tereftalato.....	31
Figura 3: Tipo de plásticos.....	42
Figura 4: Medida de la concavidad y convexidad del ladrillo.....	64
Figura 5: Maquina para la resistencia a la compresión de unidades.....	66
Figura 6: Cantera Arunta	70
Figura 7: Agregado grueso (3/8).....	72
Figura 8: Agregado Fino.....	72
Figura 9: Agregado - Plástico PET	73
Figura 10: Molde para elaboración de ladrillo con plástico PET	73
Figura 11: Curva Granulométrica del agregado fino.....	75
Figura 12: Curva Granulométrica del agregado grueso.....	76
Figura 13: Ensayo de análisis granulométrico del agregado grueso.....	76
Figura 14: Ensayo de análisis granulométrico del agregado	77
Figura 15: Taras con agregado fino	78
Figura 16: Taras con agregado fino	79
Figura 17: Taras colocadas al horno a secar por 24h.....	79
Figura 18: Varillado del Agregado Grueso.....	82
Figura 19: Varillado del Agregado Fino.....	83
Figura 20: Curva granulométrica del Platico PET.....	94

Figura 21: Curva granulométrica del agregado para el mortero	95
Figura 22: Variación dimensional para ladrillos con 0% de PET.....	102
Figura 23: Variación dimensional para ladrillos con 2% de PET.....	103
Figura 24: Variación dimensional para ladrillos con 6% de PET	104
Figura 25: Variación dimensional para ladrillos con 10% de PET.....	105
Figura 26: Colocado de ladrillo con PET reciclado al estante.....	109
Figura 27: Estanque con ladrillos de PET reciclado.....	109
Figura 28: Tesista con los ladrillos para la rotura.....	110
Figura 29: Ladrillos refrendados para la rotura	110
Figura 30: Ladrillo con 0% de PET - Resistencia a Compresión	118
Figura 31: Ladrillo con 2% de PET - Resistencia a Compresión	119
Figura 32: Grafica de resistencia a la compresión de ladrillo con 2% de PET.....	119
Figura 33: Ladrillo con 6% de PET - Resistencia a Compresión	120
Figura 34: Grafica de resistencia a la compresión de ladrillo con 6% de PET.....	120
Figura 35: Ladrillo con 10% de PET - Resistencia a Compresión	121
Figura 36: Grafica de resistencia a la compresión de ladrillo con 10% de PET.....	121
Figura 37: Pila con 0% de PET - Resistencia a Compresión.....	130

Figura 38: Grafica de resistencia a la compresión de Pila con 0% de PET	130
Figura 39: Pila con 2% de PET - Resistencia a Compresión.....	131
Figura 40: Grafica de resistencia a la compresión de Pila con 2% de PET	131
Figura 41: Pila con 6% de PET - Resistencia a Compresión.....	132
Figura 42: Grafica de resistencia a la compresión de Pila con 6% de PET	132
Figura 43: Pila con 10% de PET - Resistencia a Compresión.....	133
Figura 44: Grafica de resistencia a la compresión de Pila con 10% de PET	133
Figura 45: Ensayo a compresión diagonal de murete con 2% de PET (plástico).....	140
Figura 46: Rotura de murete con 2% de PET (plástico).....	141
Figura 47: Ensayo a compresión diagonal de murete con 6% de PET (plástico).....	142
Figura 48: Rotura de murete con 6% de PET (plástico).....	143
Figura 49: Ensayo a compresión diagonal de murete con 6% de PET (plástico).....	144
Figura 50: Rotura de murete con 6% de PET (plástico).....	145
Figura 51: Identificación de la Cantera Arunta	167

Figura 52: Ubicación de la Cantera Arunta	167
Figura 53: Mezcladora de Concreto.....	168
Figura 54: Agregado Grueso (3/8).....	168
Figura 55: Agregado Fino.....	169
Figura 56: Zona para el lavado de muestras en el Laboratorio Ingeservicios SAC.....	169
Figura 57: Ladrillos con plástico PET	170
Figura 58: Par de ladrillos con plástico PET elaborado del molde.....	170
Figura 59: Molde para ladrillo King Kong macizo medidas 9x12,5x23cm	171
Figura 60: Estanque para el curado del ladrillo con plástico PET.....	171
Figura 61: Unidad de ladrillo con plástico PET despues de la compresion	172
Figura 62: Pila de ladrillos con plástico PET reciclado después de la compresión	172
Figura 63: Traslado de muretes de ladrillo con plástico PET a compresión	173
Figura 64: Maquinaria para el ensayo de tracción diagonal	173
Figura 65: Tesista en laboratorio para el ensayo a tracción diagonal ...	174
Figura 66: Muestras de muretes en laboratorio	174
Figura 67: Numeración de muestras para identificación de espécimen	175

Figura 68: Rotura de murete de ladrillos con plástico PET..... 176

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Ensayo de Variación dimensional.....	46
Tabla 2: Ensayo de Absorción	47
Tabla 3: Ensayo de Alabeo	48
Tabla 4: Ensayo de resistencia a la compresión.....	49
Tabla 5: Ensayo a compresión de pilas	50
Tabla 6: Ensayo de corte a Tracción diagonal	51
Tabla 7: Granulometría del agregado fino	52
Tabla 8: Granulometría del agregado grueso	53
Tabla 9: Contenido de humedad del agregado fino	54
Tabla 10: Contenido de humedad del agregado grueso	54
Tabla 11: Peso unitario suelto del agregado fino.....	54
Tabla 12: Peso unitario suelto del agregado fino.....	55
Tabla 13: Peso unitario suelto del agregado grueso.....	55
Tabla 14: Peso unitario compactado del agregado grueso.....	55
Tabla 15: Gravedad específica.....	56
Tabla 16: Peso específico (piedra).....	56
Tabla 17: Materiales para el diseño de mezcla de concreto.....	57
Tabla 18: Cemento para el diseño de mezcla.....	58
Tabla 19: Parámetro para el diseño de mezcla.....	58
Tabla 20: Volumen y peso de los materiales	58

Tabla 21: Diseño de Mezcla de Concreto	58
Tabla 22: Materiales para el diseño de mezcla de concreto.....	59
Tabla 23: Aditivo para el diseño	59
Tabla 24: Cemento para el diseño con mezcla.....	59
Tabla 25: Parámetros para el diseño de mezcla	60
Tabla 26: Volumen y peso de los materiales	60
Tabla 27: Diseño de Mezcla de Concreto	60
Tabla 28: Ensayo granulométrico del PET	61
Tabla 29: Análisis granulométrico del agregado fino.....	74
Tabla 30: Análisis granulométrico del agregado grueso.....	75
Tabla 31: Contenido de humedad - Agregado Fino.....	77
Tabla 32: Contenido de humedad - Agregado Grueso.....	78
Tabla 33: Resultados de Peso Unitario Suelto - Agregado Fino	80
Tabla 34: Resultados de Peso Unitario Compactado - Agregado Fino ..	80
Tabla 35: Resumen de resultados de peso unitario - Agregado Fino.....	81
Tabla 36: Resultados de Peso Unitario Suelto - Agregado Grueso	81
Tabla 37: Resultados de Peso Unitario Compactado - Agregado Grueso	81
Tabla 38: Resumen de resultados de peso unitario - Agregado Grueso .	82
Tabla 39: Resultados de peso específico y absorción - Agregado Fino .	83

Tabla 40: Resumen de resultado del peso específico y absorción - Agregado Fino.....	84
Tabla 41: Resultados de peso específico y absorción - Agregado Grueso	84
Tabla 42: Resumen de resultado del peso específico y absorción - Agregado Grueso	85
Tabla 43: Resultados de materiales para el diseño de mezcla de concreto	85
Tabla 44: Detalle del cemento para el diseño	86
Tabla 45: Detalle de parámetros para el diseño de mezcla	86
Tabla 46: Resultados de volumen y peso de los materiales.....	86
Tabla 47: Resultados de diseño de mezcla de concreto con 0% de PET	87
Tabla 48: Resultados de materiales para el diseño de mezcla de concreto	87
Tabla 49: Detalle del cemento para el diseño con 2% de PET	87
Tabla 50: Aditivo al 2% de PET	88
Tabla 51: Detalle de parámetros para el diseño de mezcla	88
Tabla 52: Resultados de volumen y peso de los materiales.....	88
Tabla 53: Resultados de diseño de mezcla de concreto con 2% de PET	89
Tabla 54: Resultados de materiales para el diseño de mezcla de concreto	89

Tabla 55: Detalle del cemento para el diseño con 6% de PET	89
Tabla 56: Aditivo al 6% de PET	90
Tabla 57: Detalle de parámetros para el diseño de mezcla	90
Tabla 58: Resultados de volumen y peso de los materiales	90
Tabla 59: Resultados de diseño de mezcla de concreto con 6% de PET	91
Tabla 60: Resultados de materiales para el diseño de mezcla de concreto	91
Tabla 61: Detalle del cemento para el diseño con 10% de PET	91
Tabla 62: Aditivo al 10% de PET	92
Tabla 63: Detalle de parámetros para el diseño de mezcla	92
Tabla 64: Resultados de volumen y peso de los materiales	92
Tabla 65: Resultados de diseño de mezcla de concreto con 10% de PET	93
Tabla 66: Ensayo para el análisis granulométrico del PET	93
Tabla 67: Porcentaje parcial retenido del plástico PET	94
Tabla 68: Análisis granulométrico del agregado para el mortero	95
Tabla 69: Contenido de Humedad - Agregado Fino	96
Tabla 70: Sales, cloruros y sulfatos - Agregado Fino	96
Tabla 71: Resumen de resultados de sales, cloruros y sulfatos	96
Tabla 72: Datos del molde para calcular el peso	97
Tabla 73: Resultado del peso unitario suelto para el mortero.....	97

Tabla 74: Resultado del peso unitario compactado para el mortero	97
Tabla 75: Resumen de resultados del peso para el mortero - Agregado Fino	98
Tabla 76: Gravedad especifica del agregado fino para el mortero	98
Tabla 77: Absorción del agregado fino para el mortero	98
Tabla 78: Resumen del resultado de gravedad específica y Absorción..	99
Tabla 79: Diseño de mezcla para seleccionar proporciones para el mortero	99
Tabla 80: Consideraciones para el diseño del mortero	100
Tabla 81: Volumen de materiales (seco) para el mortero	100
Tabla 82: Corrección por humedad del agregado	100
Tabla 83: Corrección por absorción del agregado para le mortero.....	100
Tabla 84: Corrección por humedad - absorción.....	101
Tabla 85: Diseño del mortero para 1.00 m3	101
Tabla 86: Diseño del mortero para 1 bolsa de cemento.....	101
Tabla 87: Variación dimensional para ladrillos con 0% de PET	101
Tabla 88: Variación dimensional para ladrillos con 2% de PET	102
Tabla 89: Variación dimensional para ladrillos con 6% de PET	103
Tabla 90: Variación dimensional para ladrillos con 10% de PET	104
Tabla 91: Alabeo para ladrillos con 0% de PET	105
Tabla 92: Alabeo para ladrillos con 2% de PET	106

Tabla 93: Alabeo para ladrillos con 6% de PET	106
Tabla 94: Alabeo para ladrillos con 10% de PET	106
Tabla 95: Absorción para ladrillos con 0% de PET	107
Tabla 96: Absorción para ladrillos con 2% de PET	107
Tabla 97: Absorción para ladrillos con 6% de PET	108
Tabla 98: Absorción para ladrillos con 10% de PET	108
Tabla 99: Identificación de las muestras con 0% de PET	111
Tabla 100: Resultados de las muestras con 0% de PET	111
Tabla 101: Reporte de resultados de resistencia a la compresión de ladrillos con 0% de PET	112
Tabla 102: Promedio de resistencia a compresión de unidades con 0% de PET	112
Tabla 103: Identificación de las muestras con 2% de PET	113
Tabla 104: Resultados de las muestras con 2% de PET	113
Tabla 105: Reporte de resultados de resistencia a la compresión de ladrillos con 2% de PET	114
Tabla 106: Promedio de resistencia a compresión de unidades con 2% de PET	114
Tabla 107: Identificación de las muestras con 6% de PET	115
Tabla 108: Resultados de las muestras con 6% de PET	115

Tabla 109: Reporte de resultados de resistencia a la compresión de ladrillos con 6% de PET.....	116
Tabla 110: Promedio de resistencia a compresión de unidades con 6% de PET.....	116
Tabla 111: Identificación de las muestras con 10% de PET.....	117
Tabla 112: Resultados de las muestras con 10% de PET.....	117
Tabla 113: Reporte de resultados de resistencia a compresión de ladrillos con 10% de PET.....	118
Tabla 114: Promedio de resistencia a compresión de unidades con 10% de PET.....	118
Tabla 115: Identificación de las muestras con 0% de PET.....	122
Tabla 116: Resultados de las muestras con 0% de PET.....	122
Tabla 117: Reporte de resultados de resistencia a compresión de pilas con 0% de PET.....	123
Tabla 118: Promedio de resistencia a compresión de pilas con 0% de PET.....	123
Tabla 119: Identificación de las muestras con 2% de PET.....	124
Tabla 120: Resultados de las muestras con 2% de PET.....	124
Tabla 121: Reporte de resultados de resistencia a compresión de pilas con 2% de PET.....	125

Tabla 122: Promedio de resistencia a compresión de pilas con 2% de PET	125
Tabla 123: Identificación de las muestras con 6% de PET.....	126
Tabla 124: Resultados de las muestras con 6% de PET	126
Tabla 125: Reporte de resultados de resistencia a compresión de pilas con 6% de PET	127
Tabla 126: Promedio de resistencia a compresión de pilas con 6% de PET	127
Tabla 127: Identificación de las muestras con 10% de PET.....	128
Tabla 128: Resultados de las muestras con 10% de PET	128
Tabla 129: Reporte de resultados de resistencia a compresión de pilas con 10% de PET	129
Tabla 130: Promedio de resistencia a compresión de pilas con 10% de PET	129
Tabla 131: Identificación de las muestras con 2% de PET.....	134
Tabla 132: Resultados de las muestras con 2% de PET	134
Tabla 133: Resumen de resultados de murete a tracción diagonal con 2% de PET.....	135
Tabla 134: Promedio de murete a tracción diagonal con 2% de PET...	135
Tabla 135: Identificación de las muestras con 6% de PET.....	136
Tabla 136: Resultados de las muestras con 6% de PET	136

Tabla 137: Resumen de resultados de murete a tracción diagonal con 6% de PET.....	137
Tabla 138: Promedio de murete a tracción diagonal con 6% de PET...	137
Tabla 139: Identificación de las muestras con 10% de PET	138
Tabla 140: Resultados de las muestras con 10% de PET	138
Tabla 141: Resumen de resultados de murete a tracción diagonal con 10% de PET.....	139
Tabla 142: Promedio de murete a tracción diagonal con 10% de PET.	139
Tabla 143: Promedio de diseño de longitudes	147
Tabla 144: Promedio de resistencia a compresión de unidades.....	149
Tabla 145: Promedio de resistencia a compresión de pilas	151
Tabla 146: Promedio de murete a tracción diagonal.....	153

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Tabla de barras del promedio de resistencia a compresión de unidades.....	150
Gráfico 2: Línea de tendencia del promedio de resistencia a compresión de unidades.....	150
Gráfico 3: Tabla de barras del promedio de resistencia a compresión de pilas	152
Gráfico 4: Línea de tendencia del promedio de resistencia a compresión de pilas	152
Gráfico 5: Tabla de barras del promedio de resistencia a tracción diagonal	154
Gráfico 6: Línea de tendencia del promedio de resistencia a tracción diagonal.....	154

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1: Matriz de consistencia	166
Anexo N° 2: Panel Fotográfico	167
Anexo N° 3: Ensayo de agregados para elaborar ladrillos con plástico PET	177
Anexo N° 4: Ensayo de laboratorio para el mortero	189
Anexo N° 5: Ensayos para unidades de ladrillos con plástico PET	195
Anexo N° 6: Ensayos de laboratorios para pilas y muretes.....	199

RESUMEN

El presente trabajo de investigación propone la elaboración de unidades de ladrillos con la adición de PET reciclado para muros portantes de viviendas en el Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna.

Se empleo el marco metodológico de diseño de investigación aplicada, con enfoque cualitativo y diseño experimental a nivel exploratorio.

En esta investigación, se realiza tres diseños con dosificaciones en porcentajes de 2%, 6% y 10% de plástico PET, sustituyendo al agregado fino. Para los materiales requeridos se utilizó plástico PET reciclado, cemento Tipo IP, agua potable y agregados de la cantera Arunta (arena fina, piedra de 3/8”).

Las unidades de ladrillos con la adición de PET reciclado se sometieron a ensayos de resistencia a la compresión, para evaluar sus propiedades físicas y mecánicas, aplicando la normativa E.070 de R.N.E. obteniendo los siguientes resultados:

- Ensayo de compresión de unidades para la dosificación de 2% resulta 228.88 kg/cm²; 6% con 224.79 kg/cm²; y el de 10% con 168.30 kg/cm².
- Ensayo de compresión en pilas para la dosificación de 2% resulta 116.4 kg/cm²; 6% con 135.27 kg/cm², y 10% con 100.84 kg/cm².

- Ensayo de resistencia a tracción diagonal en muretes para la dosificación de 2% resulta 7.42 kg/cm², 6% con 10.02 kg/cm² y 10% con 10.94 kg/cm².

En conclusión, los ladrillos con la dosificación de 6% y 10% de PET reciclado cumplen con los ensayos de resistencia establecidos en la norma E-070 del RNE, siendo adecuados para la construcción de viviendas.

Palabra clave: Dosificación, ladrillo con plástico PET, muro portante.

ABSTRACT

The present research work proposes the production of brick units with the addition of recycled PET for load-bearing walls of homes in the Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna District.

The methodological framework of applied research design was used, with a qualitative approach and experimental design at an exploratory level.

In this research, three designs are carried out with dosages in percentages of 2%, 6% and 10% of PET plastic, replacing the fine aggregate. For the required materials, recycled PET plastic, Type IP cement, drinking water and aggregates from the Arunta quarry (fine sand, 3/8" stone) were used.

The brick units with the addition of recycled PET were subjected to compression resistance tests, to evaluate their physical and mechanical properties, applying the E.070 regulation of the R.N.E. obtaining the following results:

- Unit compression test for the 2% dosage results in 228.88 kg/cm²; 6% with 224.79 kg/cm²; and 10% with 168.30 kg/cm².
- Compression test on piles for the dosage of 2% results in 116.4 kg/cm²; 6% with 135.27 kg/cm², and 10% with 100.84 kg/cm².
- Diagonal tensile strength test on walls for the dosage of 2% results in 7.42 kg/cm², 6% with 10.02 kg/cm² and 10% with 10.94 kg/cm².

In conclusion, the bricks with the dosage of 6% and 10% recycled PET comply with the resistance tests established in standard E-070 of the RNE, being suitable for the construction of homes.

Keyword: Dosage, brick with PET plastic, load-bearing wall.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis es una propuesta de elaboración de unidades de ladrillos con PET reciclado para muros portantes en las viviendas del Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa, estos ladrillos tienen las dimensiones de un ladrillo comercial King Kong $9 \times 12.5 \times 23 \text{cm}^3$ y se añade porcentajes de PET reciclado.

Todo se realiza con la finalidad de reducir, una problemática, la contaminación y aglomeración del plástico PET que lleva “más 100 años en descomponerse” (Gómez , 2016); se tuvo la necesidad y el interés social, hacer de este material PET para incluir al ladrillo de concreto y lograr un material innovador formando parte de próximas construcciones.

El estudio se realiza mediante la elaboración de unidades de ladrillos de concreto con adición de PET, con los siguientes porcentajes de 2%, 6% y 10% de PET reciclado, cumpliendo con los requerimientos necesarios de E.070 de RNE como parte del muro portante en la construcción viviendas. Así mismo, se ejecutan los siguientes ensayos: Análisis granulométrico, diseño de mezcla, variación dimensional, absorción, alabeo, resistencia a la compresión, compresión de pilas y tracción diagonal.

Para el desarrollo de este trabajo de investigación se ha desarrollado los siguientes capítulos; en el Capítulo I: Aspectos Generales, se desarrolla el planteamiento del problema, formulación del problema, formulación de hipótesis, justificación, definición de objetivos y variables; Capítulo II, Marco Teórico, se define base de datos y definición de términos; Capítulo III, Marco Metodológico, se menciona la descripción del diseño de investigación, población y muestra, recolección de datos y tratamiento de datos; Capítulo IV, Desarrollo de la Investigación, se realiza el acopio y selección de agregados y recolección de datos; Capítulo V, Discusión de Resultados; Capítulo VI, Conclusiones y Recomendaciones; Capítulo VII, Referencias Bibliográficas y Capítulo VIII Anexos.

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. Antecedentes

1.1.1. Internacionales

Inicialmente **Martínez & Cote (2014)**, realizo su estudio de **“Diseño y fabricación de ladrillo reutilizando materiales a base de PET”**, menciona que se fabricó y se diseñó el ladrillo de plástico reciclado, que cuenta con buenas propiedades mecánicas, siendo posible poder competir con el ladrillo tradicional que en la actualidad se utiliza y es de fácil fabricación dando un óptimo uso a los residuos de plástico, triturándolos e incorporándolos en un innovador proceso productivo.

Para el diseño se tuvo que tener en cuenta la recolección desde la materia prima hasta el producto culminado; el plástico triturado demostró ser un material con propiedades necesarias en el rubro de la construcción; cabe mencionar que se debe efectuar los estudios requeridos para avalar dicha teoría. (Martinez & Amariz, 2014)

Además **Zavala (2015)**, hizo la investigación de **“Diseño y Desarrollo Experimental de Materiales de Construcción Utilizando Plástico Reciclado”**, indica que, las partículas plásticas afectan directamente en el resultado de la composición, siendo de geometría irregular; así que, habrá mayor adherencia mientras más fina sea la partícula,

influyendo en la mezcla de mortero, la suma de agregado fino generada para fabricar los componentes cemento-PET.

Esta innovadora tecnología con plástico reciclado contribuye a la disminución de residuos de plástico que actualmente se acumulan o entierran y reduciendo al mismo tiempo los gastos; es una alternativa como elemento constructivo ofreciendo una mayor aislación térmica que otros tradicionales. (Zavala, 2015)

Asimismo **Piñeros & Herrera (2018)**, con su estudio de **“Proyecto de factibilidad económica para la fabricación de bloques con agregados de plástico reciclado (PET), aplicados en la construcción de vivienda”**, nos dio a conocer qué; en el transcurso se monitoreo y se identificó la secuencia experimental y el procedimiento de investigación, obteniendo resultados precisos que implico posibilidades de tecnología e innovación, fabricando así, un innovador elemento para la construcción, haciendo partícipe a los residuos de plástico.

La dimensión, peso, textura y estructura del ladrillo se muestra en buena condición, sin embargo, se de obtener a una resistencia especifica según lo que menciona la norma y luego de comprobar los resultados obtenidos del laboratorio, se mostró que los agregados de plástico reciclado, con porcentaje de 10%, 20% y 25%, cumplió con la resistencia especifica

necesaria. A diferencia de los porcentajes de plástico reciclado al 30%, 35%, 40%, 50%, 60%, 70% y 80% resulto ser inferior a la resistencia requerida, en consecuencia, se descartó estas muestras. (Piñeros & Herrera, 2018)

En consecuencia, se dedujo que la mezcla con el agregado de plástico reciclado al 25%, contó con lo requerido; se encontró una discrepancia entre el peso y relación al ladrillo tradicional para la resistencia requerida a los 7 y 14 días de fallado, esto quiere decir que existe una disminución de carga muerta a todas las constricciones que se ejecutaran con este innovador material y ecológico. (Piñeros & Herrera, 2018)

A continuación **Gómez & Guzmán (2019)**, en su estudio de **“Comparación entre las propiedades físicas y mecánicas de los bloques fabricados con viruta de plástico PET y los bloques tradicionales de acuerdo a la norma NTE INEN 3066”**, realizo 2 muestras en los bloques elaborados con PET, con 40% y 60 % de plástico reciclado, para la primera y segunda muestra respectivamente, como también fue sometido al ensayo de la resistencia a compresión; por lo que para el primer bloque fue de 5.25Mpa y para el segundo bloque fue de 3.39Mpa, en comparación al bloque tradicional es de 6.26Mpa.

Gracias al análisis realizado de costos unitarios, para el primer bloque se obtuvo un costo de 0.60 centavos de dólares americanos y para el

segundo bloque con un costo de 0.61 centavos de dólares americanos; en comparación al bloque tradicional se obtuvo 0,44 centavos en dólares americanos de costo; Fueron datos obtenidos en consecuencia que el país no fue industrializado el proceso de reciclado PET triturado, para el rubro de la construcción. Incremento que no es notorio a comparación de la masa de reducción que tendría en este tipo de mampuesto para una estructura. (Gómez & Guzmán, 2019)

Con las 2 muestras de remplazo, de 40 y 60% como material alternativo, resulto cumplir con las resistencias necesarias en la norma INEN 3066, donde se categorizo a las 2 muestras como un tipo de bloque de clase B y C, para la primera y segunda muestra respectivamente.

Por consiguiente **Gareca et al. (2020)**, con su investigación de **“Nuevo Material Sustentable: Ladrillos Ecológicos a Base de Residuos Inorgánicos”**, concluyo que, con los plásticos reciclados, es probable obtener una resistencia semejante al ladrillo de primera calidad, logrando equipararse a las propiedades físico-mecánicas y en costo, incluyendo que presenta una menor absorción de agua en comparación al ladrillo de primera calidad, lo que permite q sea más impermeable y pueda ser usado en muros exteriores.

Por lo tanto se puede afirmar que los ladrillos de arcilla no se asemeja a los ladrillos ecológicos, el cual es variable debido al tamaño del plástico triturado, ocasionando un menor o mayor porosidad entre los componentes, mientras más fina sea la partícula existirá mayor adherencia; Así mismo, haciendo uso de un menor porcentaje de plástico reciclado como remplazo, resulto tener una elevada resistencia a la compresión, pero una densidad mayor del mortero de cemento, afectando a la carga muerta de la estructura, demostrando que al incremento de la densidad se obtuvo mejores propiedades de resistencia y geometría perfecta. (Gareca et al., 2020)

1.1.2. Nacionales

Ante todo **Paz (2014)**, realizo su estudio de “**Análisis De La Determinación De Las Propiedades Físico y Mecánicas De Ladrillos Elaborados Con Plástico Reciclado**”, Hace mención que, nuestro país cuenta con los recursos de plástico reciclado, haciendo uso de los residuos dar solución a la construcción de viviendas; el ladrillo de plástico reciclado, utilizado en la investigación tuvo una mezcla de 30% de PEAD y 70% de PET, lo que lo convierte en un material combustible con poca propagación de llama, adecuado aislamiento térmico, liviano por el peso específico de la materia prima.

El ladrillo de plástico reciclado, fue sometido al ensayo de alabeo, presento caras uniformes el cual lo hizo de fácil acoplamiento e instalación;

tuvo una desviación de 0.8mm en su forma ortogonal. Además, al realizar los ensayos físico-mecánicos, realizados al ladrillo de plástico reciclado, teniendo en cuenta las Normas Técnicas Peruanas, tipo estándar se concluyó que: tuvo muy baja absorción de agua de un promedio de 0.29%, también fue sometido a fuerza de flexión y ladrillo se rompió a un ángulo aproximado de 45° que soporto una presión 831312.88 Pa, lo que lo hizo un ladrillo de plástico altamente resistentes a la rotura. (Paz, 2014)

El ladrillo de plástico reciclado posee una elevada resistencia a la compresión verticalmente de 239Kgf/cm², horizontal de 212.6Kgf/cm² y se categoriza como un material frágil de acuerdo con su análisis de esfuerzo y deformación. (Paz, 2014)

El ladrillo plástico reciclado es económico y de bajo costo por: su técnica para su fabricación y la materia prima disponible, ya que se necesita de mano de obra no calificada; de manera que este proyecto el ladrillo de plástico reciclado es más económico que un ladrillo de arcilla, dado que los costos de su materia prima y fabricación, en su totalidad, son asumidos por los residuos de plástico y no necesita ser elevada para su fabricación. (Paz, 2014)

También **Echeverria (2017)**, con su proyecto de “**Ladrillos de concreto con plástico PET reciclado**”, indico que; se realizó tres tipos de

ladrillo de concreto-PET (3%, 6%, 9 % de PET), en relación a succión y absorción, se incrementa medida que se incorpora el PET en la combinación, este es otorgado a la geometría de las hojuelas de plástico reciclado, pues no ofrecen un idóneo ajuste de las partículas del concreto, ocasionando así demasiados poros en este.

Estos tres tipos de ladrillo de concreto con plástico reciclado se obtuvo; “resistencia a compresión de 127.08 kg/cm², 118.80 kg/cm² y 110.46 kg/cm² para porcentajes de 3%, 6% y 9%” (p. 72) respectivamente, presentando una “reducción máxima de la resistencia a compresión de 31.8% o 51.5 kg/cm² en relación del ladrillo referencial de 0% de PET con una resistencia a compresión de 161.96 kg/cm²” (p. 72). Por lo que el ladrillo con un porcentaje de 0% de PET se categoriza como un elemento de albañilería Clase IV y a los tres tipos de ladrillos con plástico reciclado como un elemento de albañilería Clase III; por lo tanto, según sus propiedades, estos pueden ser utilizados estructuralmente. (Echeverría, 2017)

Haciendo uso de estos tres tipos de ladrillos con porcentajes de 3%, 6% y 9% en los muretes de ladrillo de concreto vibrado nos brindan la resistencia característica a corte de 12.83 kg/cm², 13.17 kg/cm² y 9.96 kg/cm² respectivamente, existiendo una reducción máxima de 39.5% o 5.61 kg/cm² en “relación a la mezcla de 0% de PET con una resistencia a corte de 16.47 kg/cm², que cumplió con los valores indicados, según la norma

E.070:2006” (p. 73), superando los valores de diseño estructural. (Echeverria, 2017)

Luego Flores (2018), con su investigación de **“Influencia de la dosificación en las características físico - mecánica de la unidad de ladrillo fabricados con productos plásticos reciclados 2018”**, obtiene como resultado que; el proceso de producción de plástico reciclado tipo lego con 30% PEAD (polietileno de alta densidad) Y 70 % de PET (polietileno Tereftalato) mas la incorporación de 10% aditivo acelerante, si comparamos a un ladrillo estandar o King Kong; por lo que , se obtuvo la dosificación en las características físicas y mecánicas, incidiendo en la unidad de ladrillo de plástico reciclado; De modo que con la determinación del uso de la masa de ladrillo plástico reciclado, con 30% de PEAD y 30% más el aditivo acelerante, se obtuvo el uso del ladrillo de plástico reciclado, para la primera muestra y segunda muestra, presento un valor de 2878.8 gr y 2864.5 respectivamente, por lo que la media de masa de los modelos, se obtuvo un valor de 2871.65; en semejanza a los ladrillos comerciales de la Norma Técnica Peruana (NTP), se concluyo que la dosificación de la masa si influye en la características físico-mecánicas.

Se evaluo la resistencia a compresión del ladrillo de plástico reciclado, con 70% PET y PEAD incluyendo el aditivo acelerante, en la primera y segunda muestra, se obtuvo una resistencia de 104 kgf/cm² y 53

kgf/cm² respectivamente, por lo que el promedio de los modelos presenta una resistencia de 78.5 kg/cm², en comparación a un ladrillo King Kong de ocho huecos en base a la Norma Técnica Peruana. Además las dimensiones para la primera muestra fue de 23.3 cm longitud x 12.7 cm ancho x 9 cm altura y segunda muestra fue de 23.4 cm longitud x 12.8 cm ancho x 8.8 cm altura, y el promedio de los modelos fue de 23.35cm longitud x 12.75cm ancho x 8.5cm altura, evaluando así en semejanza a un ladrillo King Kong ocho huecos en base a la NTP. (N. Flores, 2018)

Asimismo tenemos a **Campos et al. (2019)**, en su investigación de **“Diseño del Proceso de Producción de Ladrillos Basados en Plástico Reciclado”**, indico que; Según los resultados de la encuesta, el 28% de las personas está dispuesta a pagar entre S/0.5 y S/0.6 por un ladrillo, otro punto a considerar fue que el ladrillo que se planea fabricar y comercializar costara S/0.7, como también el 79% de los encuestados prefirió el ladrillo de plástico reciclado, el cual favoreció para descubrir la acogida del ladrillo en una posterior venta. Gracias a esas encuestas que se realizó, se descubrió también, que existen personas interesadas en utilizar el ladrillo de plástico ayudando al medio ambiente.

Se fabrico un diseño de mezcla, obteniendo un modelo de bloques conformados en plástico reciclado que alcanza a los requerimientos del reglamento E.070, para ladrillos de tipo VI, para condiciones de humedad,

interperismo y alto frio, sustituyendo y haciendo uso de estos para proyectos de construcción. Como también es importante el uso de materia prima de calidad, tanto de cemento, arena, piedra y plástico; resaltando que tiene una buena resistencia a la compresión con una proporción baja del plástico, sin embargo, aun así, continúan siendo más económicos a comparación de la fabricación de los ladrillos y bloques tradicionales. (Campos et al., 2019)

Por tanto **Huertas & Palacios (2021)**, con su estudio de **“Propuesta de utilización de unidades de albañilería ecosostenibles y económicas de tipo modular con componente plástico PET para la construcción de viviendas en Arequipa”**, nos menciona que; se realizó ensayos a las muestras de albañilería con distintas dosificaciones del concreto con plástico PET, para conseguir la cantidad de plástico reciclado, un modelo de plástico en adecuadas condiciones; se tuvo que considerar desde 5% hasta 25% de plástico reciclado, resultando con optimas propiedades el 13% de PET para ser aplicado en albañilería. Resulto que mientras más se incrementa el plástico reciclado en la mezcla, la resistencia del modelo disminuía; pero el valor que presentaba era mayor a la del ladrillo convencional King Kong Artesanal y se pudo incrementar hasta un 17% de plástico reciclado en la mezcla.

Por lo que se elaboró la muestra de albañilería, ya seleccionada con la mezcla adecuadamente determinada y su relación entre cemento y arena.

Entonces se propuso 3 muestras de albañilería, cuyas dimensiones son semejantes a los tradicionales para realizar un apropiado ensayo. Mientras que se llegó a descartar 2 muestras con la ayuda de la metodología científica, y se escogió la alternativa más favorable con características muy semejantes a la unidad de albañilería comercial en Arequipa. (Huertas & Palacios, 2021)

Se eligió una muestra la cual fue óptima para eventos sísmicos, como también los resultados obtenidos al ensayar, demostró que se pueden orientar a unidades de albañilería portante. De modo que también se realizó ensayos obteniendo una resistencia que esta entre 114 kg/cm² a 118 kg/cm² y valores de alabeo y variación de 0.8 a 1%, concluyendo que la muestra de albañilería de concreto con plástico reciclado tiene una buena resistencia, con formas de enclavamiento; respecto al ensayo de absorción, cumple con las restricciones para su aprobación según la norma E.070. (Huertas & Palacios, 2021)

1.1.3. Regionales

También tenemos a **Maquera (2019)**, en su investigación de **“Evaluación del beneficio del uso de eco-materiales para la construcción de infraestructura educativa sostenible e innovadora de la provincia de Tacna - 2019”**, Logro conseguir las propiedades básicas de los eco-materiales haciendo uso de ensayos en el laboratorio, pero rentablemente el

concreto con plástico triturado sustituyendo al 20% del total de volumen de agregado, fue el más económico con un costo de 573 con 43/100 soles.

Con respecto a la albañilería, se hizo ladrillos de concreto, con otro tipo de formulación, se consideró sustituir por plástico el 25% del volumen de agregado grueso, pero se propuso el módulo de infraestructura educativa con eco-materiales, donde se consideró los materiales más económicos en elementos estructurales. (Maquera, 2019)

Finalmente (Luque & Nina, 2022), con su investigación de **“Uso de adoquines de concreto con PET reciclado para mejoramiento de la infraestructura vial urbano en la Avenida Humboldt, Tramo: Av. Municipal – Av. Estanislao Cándor, Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa – Tacna, 2021”**, Empleo de adoquines de concreto con PET reciclado renueva la infraestructura del tramo entre Av. Municipal y Av. Estanislao de la vía en la Av. Humboldt del distrito Gregorio Albarracín Lanchipa. Aumenta las capacidades estructurales, posee unas capacidades mejores de mantenimiento que pueden ser reemplazados con facilidad. Además, generan menor impacto ambiental porque se estaría reutilizando el PET para la elaboración de los adoquines de concreto y no se realizan procesos químicos para la elaboración de la carpeta de rodadura en comparación con el pavimento asfáltico.

El pavimento de adoquín PET se compone por: una carpeta de rodadura de 8 cm de espesor hecha de adoquines de concreto con PET al 5% (con medida de 10x20x8cm), y una capa de arena de 4.5 cm, una capa de base granular de 20 cm formado por un elemento que alcance un CBR de 100% y la subrasante, la cual resulta de ensayos de laboratorio, formada por grava mal graduada con poco fino en 30% de CBR. Se consiguió un numero estructural (SN) que requiere 2.28 y 2.49 en SN, y se observa que el mayor SN requerido (2.28). Eso avala la resistencia a las probables fallas estructurales al resistir las cargas móviles a lo largo del periodo de diseño.

Después de desarrollar la rotura de los especímenes de adoquines de concreto con PET al 5 %, 10 %, 15 %, concluyendo que el diseño con PET reciclado al 5% satisface las propiedades físico y mecánicas logrando una resistencia de 4223kg/cm², el cual acredita el cumplimiento del diseño estructural.

1.2. Planteamiento del problema

El incremento poblacional del mundo está a un paso acelerado, y junto a ello la contaminación del medio ambiente; al respecto se optó por proporcionarle un adecuado provecho a estos residuos a través del proceso de reciclaje. (Martinez & Amariz, 2014)

Todo objeto de plástico presente, permanecerá continuamente, al no desvanecerse el plástico se ira aglomerando en el medio ambiente. El mayor inconveniente es su prolongada disolución, alcanzando a ser un material que el mar ni la tierra logren asimilar, convirtiendo estos últimos esencialmente repercutidos; de manera que lo transforma en un producto de desperdicio que perjudica el medio ambiente. (R. Flores, 2019)

Asimismo, según Flores (2018), en el presente, el primordial inconveniente es la economía y la contaminación que se da en la sociedad del Perú y en el mundo, en consecuencia existe extrema pobreza en la mayoría de ciudadanos, inclusive se presenta viviendas inadecuadas y riesgosas, a causa del desconocimiento de los que habitan. Habitualmente, la gran parte de estos ciudadanos construyen sus viviendas con diferentes materiales, y algunos del sistema estructural de albañilería confinada, sin embargo, lo realizan si un diseño estructural, sin una supervisión profesional, sin asesoría técnica y con baja calidad de materiales; de modo que todos estos componentes involucran una incidencia importante que es el costo, por esta

razón los implica a optar por un costo menor, ignorando en el peligro que se está imponiendo cada habitante, provocando la informalidad de viviendas.

Actualmente parte de los materiales de construcción que usamos, vemos que continuamos recurriendo al uso de materiales tradicionales, concreto, bloques prefabricados, mortero, entre otros; sin embargo, el costo de dichos materiales, siendo de una elevada demanda conlleva elevados costos para la edificación de vivienda, por ende, para gran parte de las personas de nuestro país no es económico, por otra parte, se sabe que para la ejecución de viviendas se requiere mano de obra especializada. (Piñeros & Herrera, 2018)

Además, los distintos países ubicados junto al océano pacífico se encuentran dentro de un área sísmica de notable riesgo, por tal motivo es necesario buscar sistemas constructivos que reduzca el riesgo que puedan darse a quienes residen en las distintas edificaciones en general; por lo que cuando se da el sismo en zonas pobladas por la existencia de edificaciones y es justamente las estructuras que constituyen dentro una edificación, la que provoca la defunción de los usuarios. (Angumba, 2016)

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Interrogante general

- ¿La adición de PET reciclado a unidades de ladrillo mejorará las propiedades físico-mecánicas para el diseño de viviendas ubicadas en el Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna?

1.3.2. Interrogantes específicos

- ¿Las dosificaciones realizadas con PET reciclado serán óptimas para elaborar unidades de ladrillos en muros portantes en el Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa – Tacna?
- ¿Las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de ladrillos con la adición de PET cumplirán con los requerimientos según la norma de albañilería?
- ¿Resistencia a tracción diagonal de muretes con adición de PET reciclado para albañilería cumplirá con los requerimientos mínimos que establece la norma E. 070 para muros portantes?

1.4. Formulación de Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

- La adición de PET reciclado a unidades de ladrillo mejora las propiedades físico-mecánicas para el diseño de viviendas ubicadas en el Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna.

1.4.2. Hipótesis específicas

- Las dosificaciones realizadas con PET reciclado son óptimas para elaborar las unidades de ladrillos en muros portantes en el Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna.
- La determinación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de ladrillos con PET reciclado cumple con los requerimientos según la norma de albañilería.
- La determinación de resistencia a tracción diagonal de muretes con PET reciclado para albañilería cumple con los requerimientos mínimos que establece la norma E. 070 que establece para muros portantes.

1.5. Justificación

Según Flores (2019), uno de los materiales más usados como envase de diferentes productos es el plástico, generando una elevada contaminación; por esta razón se considera importante innovar en un material que proporcione la viabilidad y sustentabilidad de un ladrillo de ecológico. Asimismo Izaguirre (2017), indica que la carencia de una vivienda se viene incrementando, junto con las construcciones informales en la periferia de la capital de Lima, en las laderas de los cerros.

Adicionalmente Martínez & Cote (2014), indica al generar los ladrillos de plástico, este material es una innovadora alternativa para la construcción que podría disputarse con los ladrillos actualmente usados en el rubro de la construcción. Además Piñeros & Herrera (2018), nos menciona que el uso del plástico reciclado debido a su versatilidad, fácil modelación y empleo a elevadas temperaturas, será una opción favorable en la construcción, entonces sería usado como materia prima para transformar dicho material en ladrillos de plástico y a la par incrementaría los niveles de recolección y reciclaje.

De acuerdo a Maquera (2019), las Municipalidades de Tacna son los propietarios de los desechos de plástico; por lo que la justificación teórica de esta investigación será proporcionarle la información de este material, para que pueda ser usado como elemento de construcción.

Perú al ser el tercer país en Latinoamérica con alta insuficiencia de viviendas, de cada siete personas una se encuentra en pobreza extrema (Flores, 2018). Por tal motivo la justificación social será optar por el material más funcional, innovador, accesible y económica, brindando una solución de un modelo de construcción para los sistemas tradicionales.

Por consiguiente, con la presente tesis busca realizar una propuesta de diseño ecológico, justificando el uso de ladrillos ecológicos mediante ensayos de laboratorio, de manera que cumpla con los requisitos y se puedan aplicar en la construcción de muros portantes de forma segura.

1.6. Definición de Objetivos

1.6.1. Objetivo general

- Elaborar ladrillos adicionando PET reciclado y evaluar sus propiedades físico-mecánicas para el diseño de viviendas ubicadas en el Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna.

1.6.2. Objetivos específicos

- Determinar la dosificación óptima de mezclas en la elaboración de ladrillos adicionado PET reciclado para muros portantes en el Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna.
- Determinar las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de ladrillos con la adición de PET reciclado según la norma de albañilería.

- Determinar la resistencia a tracción diagonal de muretes de ladrillos con la adición de PET reciclado para albañilería que establece la norma E. 070 para muros portantes.

1.7. Variables

1.7.1. Variable independiente

- Ladrillos con PET reciclado

1.7.2. Variable dependiente

- Muros portantes

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Bases teóricas

2.1.1. Ladrillo de plástico reciclado

Se mantendrá la adherencia de las partículas plásticas con el agregado, elaborando a partir de la mezcla del PET, incluyendo como ligante al cemento portland y un aditivo químico. En primer lugar, se consiguió el PET triturado, después con la ayuda de hormigón simple se mezcla con cemento y aditivo, entonces para darle forma al ladrillo se coloca en un bloque manual, esto es semejante al procedimiento que se realiza al fabricar ladrillos tradicionales, con la diferencia de que como agregado se utilizó el PET triturado. (Gómez & Guzmán, 2019)

2.1.2. Procesos de fabricación para ladrillos ecológicos

2.1.2.1. Lavado

Los residuos de plástico son los componentes solicitados para la elaboración de los ladrillos, entonces en la mayoría de residuos, existe partículas que obstaculiza el proceso de elaboración de residuos de plástico, por esta razón se requiere un lavado y los fundamentales residuos que perjudican a la materia del plástico son restos de etiqueta, tierra y orgánicos. (Campos et al., 2019)

Los elementos de plástico, pueden ser lavados mediante la presión del agua y añadiendo detergente industrial, realizando el enjuague, permitiendo llevarse los residuos en el plástico y depositando en envases que tenga una malla que no sobrepase los 1/8 de pulgada de diámetro. (Campos et al., 2019)

2.1.2.2. Triturado

En este punto, para tener una mayor comodidad de hacer uso de este elemento en el desarrollo de la elaboración de ladrillo ecológico, entonces se logra disminuir las dimensiones variables en lo que llega el plástico. (Campos et al., 2019)

Las sobras de plásticos se incorporan en moliendas trituradoras para transformar las piezas de plásticos en escamas. Dependiendo del modelo de molienda que se emplee, será posible conseguir hojuelas de diversas dimensiones, como 1/2", 1/4" o en polvo. (Campos et al., 2019)

La manera común de ejecutar esta fase del proceso se usa los contenedores de alimentación y comienza con el abastecimiento del material de plástico, donde este componente traslada hasta unas navajas que, rota en un eje coaxial, para activar este mecanismo se hace uso del motor eléctrico. En el instante en el cual las hojuelas de

plástico tengan la medida de un centímetro o menos de diámetro, estas seguirán cayendo al contenedor por gravedad a través de unos agujeros. (Campos et al., 2019)

2.1.2.3. Aglutinamiento

Lo que se quiere conseguir es una combinación homogénea de estas partículas de plástico con los áridos (arena, agua, cal y cemento), para homogenizar la mezcla resultante. A esta mezcla se le llama concreto o hormigón, y luego procede la elaboración del concreto, sustituyendo los agregados con plástico reciclado. Esta mezcla se vierte, se puede verter en una máquina de fabricación de ladrillos o en moldes de tipo manual. (Campos et al., 2019)

2.1.2.4. Curado

En esta etapa se pasa al curado con agua, por lo que los ladrillos se sumergirán en recipientes con agua, donde se humedece el material para obtener consistencia. (Campos et al., 2019)

Es necesario controlar la temperatura y humedad en este proceso, para que los ladrillos tengan las propiedades requeridas. Así mismo, al realizar las pruebas de compresión, es posible desperdiciar hasta un 30% de capacidad de resistencia y podría alterar las pruebas de compresión que se realizará a continuación, si se realiza un curado

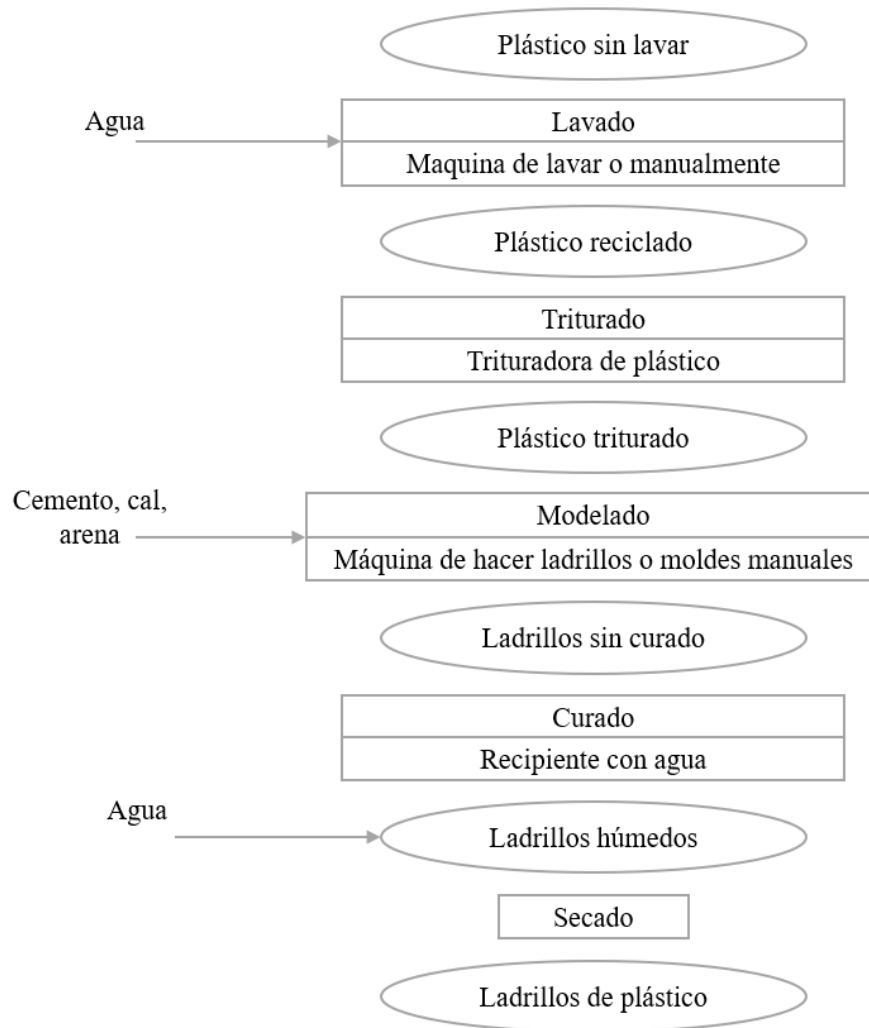
anticipado. Se sugiera un curado hasta 7 días o como máximo hasta 15 días. (Campos et al., 2019)

Se permitirá utilizar agua no potable si y solo si, el agua esté libre de impurezas, que no afecte las propiedades del concreto; el agua esté limpia y libre de aceites o ácidos. (Cuellar & Sequeiros, 2017)

2.1.2.5. Secado

La operación del secado sirve para minimizar el contenido de la humedad en un definido componente, debido a que posiblemente exceda la humedad. Es bastante común la implementación de cualquier componente, que eleve la temperatura de los insumos, para minimizar el contenido de humedad y lograr evaporar el agua de los insumos. (Campos et al., 2019)

Figura 1:
Diagrama de flujo de los procesos



Nota: La figura muestra el diagrama de flujos de los procesos según Campos et al. (2019)

2.1.3. Participación de los materiales

2.1.3.1. PET

Son envases, fabricados de tereftalato de polietileno, con propiedades herméticas, para bebidas carbonatadas, entre botellas desechables y reutilizables; también significa cerca del 100% del comercio, por lo que debido al PET tiene diferentes aplicaciones, se pueden utilizar envases calientes y envases de temperatura normal, en la producción de envases de embalaje y productos alimenticios, debido a su buena durabilidad, estabilidad a la humedad y estabilidad dimensional, no se degradará ni producirá resultados nocivos para estos productos.. (Castillo, 2018)

Las bebidas carbonatadas, el agua purificada, los aceites, las conservas, los cosméticos, los productos de limpieza, los productos químicos y farmacéuticos tienen tal participación del PET en el comercio. (Castillo, 2018)

2.1.3.2. Agregado Fino:

Es el agregado artificial, que pase el tamiz normalizado y cumple con las condiciones definidas en la norma ASTM C33; por lo que la arena gruesa, ingresa por tamices de mallas designados, en este caso se selecciona el tamiz de 5 mm y otro tamiz, por el que será retenido, de 2.5 mm. (Carlos & Sinticala, 2020).

La descomposición de roca natural o artificial, que pasa a través de un tamiz de 9,51mm (tamaño 3/8) y se retiene en un tamiz de 0,074mm (tamaño 200), cumpliendo con los requerimientos de la NTP-400.037 o ASTM-C 33. (Beraún, 2017)

2.1.3.3. Piedra Chancada:

Según Beraún (2017), es aquel agregado retenido por el tamiz 4.75 mm (malla 4), proveniente de la piedra triturada; cumpliendo con los requerimientos según la norma de la NTP-400.037 o ASTM - C 33.

2.1.3.4. Cemento portland Tipo IP:

El cemento portland Puzolánico de cementos YURA S.A. Tipo IP, se presenta en bolsas de 42.5kg, cumpliendo con la NTP 334.090 y la Norma ASTM-C595. (Aguilar, 2015)

2.1.3.5. Agua potable

Para esta investigación el agua usada para la elaboración y curado del Ladrillo con PET, se hace uso del agua potable de la red pública de la EPS – Tacna.

2.1.4. Maquinaria y Equipos

2.1.4.1. Lavadora de plásticos

El material, plástico reciclado, se introduce con agua y detergente, donde el material es sometido a varios procesos de enjuague, para retirar partículas, restos de grasa y los restos de etiqueta. (Paz, 2014)

2.1.4.2. Trituradora

Facilita en romper el material, así disminuyendo en pequeños pedazos de plástico. También consiste en triturar el plástico para evitar la fase de lavado posterior. (Paz, 2014)

2.1.4.3. Mezcladora de Agregados

Es para elaborar hormigón, donde a la maquina se le inserta arena, agua y cemento; Entonces al realizar la mezcla en la máquina, resulta una mezcla homogénea dispuesto para el curado, esta máquina permite al operario saber de los elementos que se utilizan, reduciendo el trabajo. (Campos et al., 2019)

2.1.5. Diseño de ladrillo de plástico

La fabricación de plástico reciclado para un prototipo estándar, se localiza en el “Instituto Nacional de Investigación Tecnológico y Normas Técnicas (ITINTEC 331.017)”, por tal motivo es recomendable el sistema

de unidades para el uso múltiple y otras unidades (ITINTEC 821.003). (Flores, 2018, p. 22)

Según Flores (2018), menciona que la elaboración de ladrillo PET, sus “dimensiones serán de 9 x 13 x 24 cm, con portland común en base a su ejecución. De tal forma que las dimensiones del diseño de ladrillo modelo es de 9 x 13 x 24 cm” (p.22).

2.1.6. Propiedades del plástico PET

Estos plásticos, tereftalato de polietileno, por lo general se tipifica por su buena resistencia respecto a su densidad, resistencia a los ácidos, disolventes y álcalis, aislamiento eléctrico y térmico. Siendo específicos el PET (plástico reciclado), se caracteriza por tener un buen comportamiento frente a los esfuerzos constantes, alta resistencia al desgaste, resistencia química, buenas propiedades térmicas y alto coeficiente de deslizamiento. (Echeverría, 2017)

Figura 2:
Datos técnicos del polietileno-tereftalato

DATOS TECNICOS DEL POLIETILENO-TEREFALTO		
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	%
Módulo 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 dilatacion 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 Temperartura Ambiente	Buena	
Comportamiento a la combustión	Arde con mediana dificultad	
Propagación de llama	Mantienen la llama	
Comportamienti al quemado	Gotea	

Nota: La tabla muestra Datos técnicos del Polietileno Tereftalato.

Fuente: Echeverria (2017)

2.1.7. Ensayos

2.1.7.1. En Agregados

- Análisis Granulométrico por Tamizado – NTP 400.012
- Contenido de Humedad – NTP 339.185
- Peso Unitario Suelto y Compactado – NTP 400.017
- Gravedad Específica y Absorción – NTP 400.022

2.1.7.2. Variación dimensional

El ensayo de dimensionamiento de las unidades de albañilería, se aplicará el proceso mencionado en las Normas NTP 399.604: 2002. (Echeverria, 2017)

Con este ensayo también se puede buscar verificar que satisfaga el requerimiento de variación de la dimensión, que especifica en la Norma e.070. (Campos et al., 2019)

2.1.7.3. Absorción

Este ensayo considera las características de absorción de las unidades de albañilería según la Norma Técnica Peruana 399.613, nos indica que se debe ensayar 5 modelos. Estos modelos, en primer lugar, se secan en un horno por 24 horas a 110°C y luego sumergirlos en agua limpia, destilada, a temperaturas de 15.5, 30 °C, esto por 5 o 25 horas. (Huertas & Palacios, 2021)

Los valores determinados del ladrillo, se considerará si es aceptado o no, de acuerdo al parámetro de calidad en la norma la NTP 399.613. (Campos et al., 2019)

2.1.7.4. Alabeo

Se realiza las pruebas de alabeo utilizando como varilla directamente situada entre cada intersección de las dimensiones que

serán medidas, con el pie de rey, y la distancia máxima que existe entre el pie de rey y el bloque. También determina el alabeo tanto en sus dos longitudes transversales, entre sus esquinas opuestas; por lo que al final se elige el alabeo más alto de los modelos realizados y se contrasta con los requerimientos según la norma E.070. (Campos et al., 2019)

El alabeo superior del ladrillo indica un mayor espesor en la junta, reducción de la adherencia con el mortero y es probable que se produzca fallas de tracción por flexión en el modelo. (Echeverría, 2017)

2.1.7.5. Resistencia a la compresión

Se realizó ensayos para varios modelos de prueba, luego de realizar el curado por inmersión a los 28 días, los ensayos de compresión se efectuaron en una máquina Tipo STYE-2000 y luego se calcularon para hallar la resistencia a la compresión, empleando la siguiente fórmula como se describe en la NTP 399.613. (Campos et al., 2019)

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

Los ensayos se realizarán de acuerdo a la norma indicada NTP 399.604:2002; la resistencia a compresión axial del modelo de

albañilería se calculará restando una desviación estándar al resultado promedio del modelo y debe ser superior al límite inferior indicado por esta Norma. (Echeverría, 2017)

2.1.7.6. Ensayo de compresión en pila

Según Bonilla (2006), el ensayo de resistencia a compresión en pilas, se determina fraccionando la carga bruta como dividiendo entre el área total cargada siendo esta el divisor.

“La prueba de compresión en pilas de mampostería para determinar la resistencia, se somete a compresión axial (f'_m), se refiere al área total de la sección transversal.” (Valdivia, 2020, p.14)

2.1.7.7. Corte de muretes de albañilería o tracción diagonal

El ensayo de corte de murete, sirve para hallar la resistencia característica a corte puro y se considera los requerimientos según la NTP 399.621: 2004. El murete cuadrado, testigo, de lado mide como mínimo 60cm. Para el diseño, según la norma E.070, el valor de la resistencia de corte del murete no debe ser superior a $0.319\sqrt{f'_m}MPa$ ($\sqrt{f'_m}Kg/cm^2$). La resistencia a corte del murete, se determinará como el valor promedio del testigo ensayado. (Echeverría, 2017)

Cabe considerar, según Coral (2017); para el ensayo de pilas, se podrá utilizar la norma especificada en NTP-399.605 y para realizar el ensayo a compresión diagonal de muretes, se basara en las especificaciones de la norma NTP-399.621.

2.2. Definición de términos

- a) **AGREGADO:** Material granular de origen artificial o natural. (Ministerio de Vivienda, 2019)
- b) **ALBAÑILERÍA:** Consta de unidades adheridas con mortero y estructuralmente compatibles con baja resistencia a la tracción y alta resistencia a la compresión. (Caraza, 2015)
- c) **BOTELLAS DE PLÁSTICO:** Son recipientes ligeros muy usados en la comercialización de líquidos en mercancías como bebidas, lácteos o envases de higiene. (Zavala, 2015)
- d) **CEMENTO:** Material en polvo que forma una pasta aglutinante cuando se agrega la cantidad adecuada de agua, que se endurece tanto bajo el agua como al aire. (Ministerio de Vivienda, 2019)
- e) **CONCRETO:** Combinación de cemento, agregados (Agregado Grueso, Agregado Fino) y agua; con o sin aditivos. (Ministerio de Vivienda, 2019)

- f) ENSAYO: Se realiza pruebas a especímenes para determinar y/o verificar los resultados.
- g) MURO PORTANTE: Es un muro diseñado que trabaja transmitiendo cargas verticales y horizontales de un nivel a otro nivel inferior o la base/cimentación. (Caraza, 2015)
- h) PET: Tereftalato de polietileno, es un tipo de material que se usa en la elaboración de botellas plásticas, diseñado principalmente para bebidas de gaseosas. (Gómez & Guzmán, 2019)
- i) PLÁSTICO RECICLADO: Son materiales recolectados y limpiados adecuadamente, escogiendo por el tipo de material y para volver a ser usado para un propósito como materia prima alternativa, sustituida o adicional para el forjado de otros productos. (Zavala, 2015)
- j) RECICLAJE: Proceso de acopio de elementos aun útiles, materiales que fueron usados para una necesidad específica y puedan volver a ser reutilizados. (Zavala, 2015)

Básicamente el reciclaje se ubica en la adquisición de un producto o materia prima que se encuentra desechados. (Piñeros & Herrera, 2018)

k) RESISTENCIA REQUERIDA: La resistencia requerida de un espécimen, que debe soportar al ser sometida a cargas aumentadas y fuerzas internas, según lo dispuesto en la norma. (Ministerio de Vivienda, 2019)

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Descripción del diseño de investigación

3.1.1. Tipo de estudio

Según Borja (2016), busca conocer, construir y está interesada en aplicar, entonces la investigación de ingeniería civil, se sitúa dentro de este tipo de clasificación; por lo que el tipo de investigación es **aplicada**, debido a que nuestra investigación es una propuesta de diseño de un ladrillo con plástico reciclado, PET. Asimismo, la finalidad del ladrillo con PET, cumpla con los requerimientos para ser aplicada en un muro portante.

3.1.2. Enfoque cualitativo

Enfoque **cualitativo**, porque constituye en recopilar información y los resultados de la variable se desarrollará durante el proceso; su propósito es explorar e interpretar la calidad del material, donde nos permite recopilar información. (Alan & Cortez, 2013)

3.1.3. Diseño de investigación

Según Alonso et al. (2012), el objetivo primordial del modelo experimental es someter la inspección sobre las características que, de distinta forma, cuidar el impacto veraz de las variables independientes respecto las variables dependientes; por esta razón **el diseño** de la investigación es

experimental, comprobar las predicciones de otras investigaciones, con el fin de estudiar y manipular las variables.

3.1.4. Nivel de investigación

Nivel exploratorio, puesto que es un tema de investigación poco estudiado y se tiene una visión aproximada del tema; por lo tanto, se requiere explorar e indagar ideas. Se califica por ser manejable en su metodología, por lo que son más extensos y dispersos. (Gallardo, 2017)

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

Plástico reciclado en el Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa-Tacna.

3.2.1.1. Plástico PET

Siendo específicos el PET (plástico reciclado), se caracteriza por tener una alta resistencia al desgaste, buena resistencia química, propiedad térmica y excelente comportamiento frente a los esfuerzos continuos y un alto coeficiente de deslizamiento. (Echeverría, 2017)

Según Castillo (2018), son envases, que implica aproximadamente el 100% del mercado a las botellas de bebidas carbonatadas, por lo que la selección de la muestra son las botellas de plástico y por las propiedades que se caracteriza el plástico PET.

Figura 3:
Tipo de plásticos



Nota. Se observa en la “Figura 3”, tipos de plásticos más comunes; para esta investigación se utiliza el plástico PET.

Fuente: En estado crudo

3.2.2. Muestra

3.2.2.1. Ladrillo con PET

Ladrillo convencional sin PET (PET 0%).

- ✓ Ensayo de Resistencia a compresión : 5x1 = 05 und. de ladrillos
- ✓ Ensayo de compresión en Pila : 5x3 = 15 und. de ladrillos

Ladrillo con PET 2%

- ✓ Ensayo de Resistencia a compresión : 5x1 = 05 und. de ladrillos
- ✓ Ensayo de compresión en Pila : 5x3 = 15 und. de ladrillos
- ✓ Ensayo de corte a Tracción diagonal : 3x24 = 72 und. de ladrillos

Ladrillo con PET 6%

- ✓ Ensayo de Resistencia a compresión : 5x1 = 05 und. de ladrillos
- ✓ Ensayo de compresión en Pila : 5x3 = 15 und. de ladrillos
- ✓ Ensayo de corte a Tracción diagonal : 3x24 = 72 und. de ladrillos

Ladrillo con PET 10%

- ✓ Ensayo de Resistencia a compresión : 5x1 = 05 und. de ladrillos
- ✓ Ensayo de compresión en Pila : 5x3 = 15 und. de ladrillos
- ✓ Ensayo de corte a Tracción diagonal : 3x24 = 72 und. de ladrillos

Se obtendrá un total de **296 Ladrillos con PET.**

3.2.2.2. Tipo de muestreo:

Probabilístico, se aplica muestreos de una unidad de análisis seleccionada en una muestra que permite calcular cuánto difiere el valor obtenido de la muestra. (Amable, 2015)

3.3. Técnica e instrumentos de recolección de datos

3.3.1. Técnica

Según Sánchez et al. (2021) la observación es una técnica que no solo consiste en observar, sino en buscar y recoger información; asimismo, el investigador se centra en el objeto de estudio implicando la intervención directa y controlada, por lo que la recolección de datos para la investigación es la **observación**; ya que implica seleccionar, observar y registrar detalles de los materiales y la dosificación, para realizar y analizar ensayos en el laboratorio de ladrillo con PET.

3.3.2. Instrumentos

Los instrumentos de recolección para aplicar la técnica de **observación**, se utilizará lo siguientes instrumentos de recolección de datos:

3.3.2.1. Guías de Observación

- UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. (NTP-399.604-2002)
- AGREGADOS. (NTP 400.037)
- TRACCIÓN DIAGONAL O CORTE DE MURETES DE ALBAÑILERÍA (NTP 399.621: 2004)

- MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA - NTP 399.605 – 2013
- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO – NTP 400.012
- CONTENIDO DE HUMEDAD – NTP 339.185
- PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO – NTP 400.017
- GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN – NTP 400.022

3.3.3. Maquinaria y Equipos

- Máquina de ensayo a compresión para unidad de albañilería.
- Maquina de ensayo de cortes de muretes de albañilería.
- Mezclador de concreto
- Horno de secado para uso de laboratorios.
- Tamiz, bandeja metálica.
- Taras codificadas.
- Pie de rey.
- Cuña milimétrica, Cinta métrica, Balanza.
- Varilla lisa de acero, con la punta redondeada en semiesfera.
- Mazo/martillo de goma.

3.3.4. Instrumento de registros

El desarrollo del registro de datos, para el control personal y veraz en paralelo al laboratorio, se realizará en estas fichas, que se encuentra a continuación.

Tabla 1:
Ensayo de Variación dimensional

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
Ensayo de Variación Dimensional			
Tesis	:		
Tesisistas	:		
ID Laboratorio	:		
Fecha	:		
Ladrillo king kong _____			
Dosificación	:	<input style="width: 80px;" type="text"/>	Porcentaje del PET:

% PET:	2%		
N°	L(mm)	H(mm)	A(mm)
Promedio			

% PET:	6%		
N°	L(mm)	H(mm)	A(mm)
Promedio			

% PET:	10%		
N°	L(mm)	H(mm)	A(mm)
Promedio			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2:
Ensayo de Absorción

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	
Ensayo de Absorción	
Tesis :	
Tesisistas :	
ID Laboratorio :	
Fecha :	

Ladrillo king kong _____

Dosificación :		Porcentaje del PET:
----------------	--	---------------------

% PET:	2%		
N°	Peso seco	Peso Húmedo	absorción
Promedio			

% PET:	6%		
N°	Peso seco	Peso Húmedo	absorción
Promedio			

% PET:	10%		
N°	Peso seco	Peso Húmedo	absorción
Promedio			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3:
Ensayo de Alabeo

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS						
Ensayo de Alabeo						
Tesis	:					
Tesis	:					
ID Laboratorio	:					
Fecha	:					
Ladrillo king kong _____						
Dosificación :			Porcentaje del PET:			

% PET: 2%	Cara A		Cara B		Alabeo	
N°	concavo(mm)	convexo(mm)	concavo(mm)	convexo(mm)	concavo(mm)	convexo(mm)

% PET: 6%	Cara A		Cara B		Alabeo	
N°	concavo(mm)	convexo(mm)	concavo(mm)	convexo(mm)	concavo(mm)	convexo(mm)

% PET: 10%	Cara A		Cara B		Alabeo	
N°	concavo(mm)	convexo(mm)	concavo(mm)	convexo(mm)	concavo(mm)	convexo(mm)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4:
Ensayo de resistencia a la compresión

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS																																																	
Ensayo de resistencia a la compresión																																																	
Tesis :																																																	
Tesisistas :																																																	
ID Laboratorio :																																																	
Fecha :																																																	
Ladrillo king kong _____																																																	
Dosificación :	Porcentaje del PET:																																																
<table border="1" style="margin: 10px auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">% PET:</th> <th style="width: 50%;">2%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>N°</td> <td>Carga (kg)</td> </tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr> <td>Promedio</td> <td> </td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="margin: 10px auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">% PET:</th> <th style="width: 50%;">6%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>N°</td> <td>Carga (kg)</td> </tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr> <td>Promedio</td> <td> </td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="margin: 10px auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">% PET:</th> <th style="width: 50%;">10%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>N°</td> <td>Carga (kg)</td> </tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr> <td>Promedio</td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>		% PET:	2%	N°	Carga (kg)											Promedio		% PET:	6%	N°	Carga (kg)											Promedio		% PET:	10%	N°	Carga (kg)											Promedio	
% PET:	2%																																																
N°	Carga (kg)																																																
Promedio																																																	
% PET:	6%																																																
N°	Carga (kg)																																																
Promedio																																																	
% PET:	10%																																																
N°	Carga (kg)																																																
Promedio																																																	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5:
Ensayo a compresión de pilas

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	
compresion en pilas	
Tesis	:
Tesisistas	:
ID Laboratorio	:
Fecha	:
Ladrillo king kong _____	
Dosificación :	<input style="width: 80px;" type="text"/>
Porcentaje del PET:	
% PET:	2%
N°	Carga (kg)
Promedio	
% PET:	6%
N°	Carga (kg)
Promedio	
% PET:	10%
N°	Carga (kg)
Promedio	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6:
Ensayo de corte a Tracción diagonal

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	
compresion en Traccion Diagonal	
Tesis	:
Tesisas	:
ID Laboratorio	:
Fecha	:
Ladrillo king kong _____	
Dosificación :	<input style="width: 80px;" type="text"/>
Porcentaje del PET:	
% PET:	2%
N°	Carga (kg)
Promedio	
% PET:	6%
N°	Carga (kg)
Promedio	
% PET:	10%
N°	Carga (kg)
Promedio	

Fuente: Elaboración propia

3.4. Tratamiento de datos

En esta investigación se propone trabajar con estos valores para dosificaciones de 2%, 6% y 10% de PET, respecto a un ladrillo de concreto convencional con 0% de PET reciclado, para elaborar unidades de ladrillos para muro portante.

En el laboratorio se ejecutará el diseño de mezcla, por ende, se acopia los materiales requeridos como: PET, arena fina, piedra (3/8”), agua y cemento; y estos son proporcionados al laboratorio.

Para este procedimiento de elaboración de unidades de ladrillo se realizará los siguientes ensayos en laboratorio, según la norma técnica peruana:

3.4.1. Ensayos en el agregado:

Las guías a usar, para desarrollar este ensayo serán la Norma Técnica Peruana (NTP) de Agregados.

- **Análisis Granulométrico del agregado fino, grueso y global 400.012.**

Material: Agregado Fino

Tabla 7:
Granulometría del agregado fino

Tamices	Abertura
ASTM	mm

3/8"	9.525
N° 4	4.760
N° 8	2.380
N° 16	1.190
N° 30	0.590
N° 50	0.300
N° 100	0.149
N° 200	0.075

Base

Total

Fuente: Elaboración propia

Material: Agregado Grueso

Tabla 8:
Granulometría del agregado grueso

Tamices ASTMR	Abertura mm
2"	50.000
1 (1/2)"	37.500
1"	25.000
3/4"	19.000
1/2"	12.500
3/8"	9.500
No. 4	4.750
No. 8	2.360
No. 16	1.180
No. 30	0.590
No. 50	0.300

Base

Total

Fuente: Elaboración propia

- **Contenido de Humedad - NTP 339.185**

Material: Agregado Fino

Tabla 9:

Contenido de humedad del agregado fino

CARACTERISTICAS

W. Tara (g)

W. Tara + Muestra Humedad (g)

W. Tara + Muestra seca (g)

W. Muestra Humedad (g)

W. Muestra seca

W. Agua (g)

Contenido de Humedad (%)

Contenido de Humedad (%)

Fuente: Elaboración propia

Material: Agregado Grueso

Tabla 10:

Contenido de humedad del agregado grueso

CARACTERISTICAS

W. Tara (g)

W. Tara + Muestra Humedad (g)

W. Tara + Muestra seca (g)

W. Muestra Humedad (g)

W. Muestra seca

W. Agua (g)

Contenido de Humedad (%)

Contenido de Humedad (%)

Fuente: Elaboración propia

- **Peso unitario suelto y compactado - NTP 400.17**

Material: Agregado Fino

Tabla 11:

Peso unitario suelto del agregado fino

ITEM

W. Suelo + Molde (g)

$$\frac{W. \text{ suelo (g)}}{\text{Peso Unitario (g/cc)}} = \frac{\text{Peso Unitario (Prom.) (g/cc)}}{\text{Fuente: Elaboración propia}}$$

Tabla 12:
Peso unitario suelto del agregado fino

ITEM
W. Suelo + Molde (g)
W. suelo (g)
Peso Unitario (g/cc)
Peso Unitario (Prom.) (g/cc)

Fuente: Elaboración propia

Material: Agregado Grueso

Tabla 13:
Peso unitario suelto del agregado grueso

ITEM
W. Suelo + Molde (g)
W. suelo (g)
Peso Unitario (g/cc)
Peso Unitario (Prom.) (g/cc)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14:
Peso unitario compactado del agregado grueso

ITEM
W. Suelo + Molde (g)
W. suelo (g)
Peso Unitario (g/cc)
Peso Unitario (Prom.) (g/cc)

Fuente: Elaboración propia

- **Gravedad Específica y Absorción - NTP 400.022**

Material: Agregado Fino

Tabla 15:

Gravedad específica

ITEM
Volumen de recipiente (cc)
W. Tara (g)
W. Tara (g) + Muestra SSS (G)
W. Tara (g) + Muestra seca (G)
W. Muestra + Fiola + Agua (g)
W. Fiola + Agua (g)
Muestra SSS (G)
Muestra seca (G)
Absorción (%)
Peso específico aparente (g/cc)
Peso específico SSS (g/cc)
Peso específico nominal (g/cc)
Absorción (Prom.) (%)
Peso esp. Aparente (g/cc)
Peso específico SSS (g/cc)
Peso específico nominal (g/cc)

Fuente: Elaboración propia

- **Gravedad específica y absorción - NTP 400.021**

Material: Agregado Grueso

Tabla 16:

Peso específico (piedra)

ITEM
W. Tara (g)
W. Canastilla sumergida (g)
W. Tara + Muestra SSS (g)
W. Tara + Muestra seca (g)
W. canastilla + Muestra sumergida (g)

W. Muestra seca (g)
W. muestra SSS (g)
W. Muestra SSS sumergida (g)
Volumen de muestra SSS (cc)
Volumen de la muestra (cc)
Absorción (%)
Peso específico de la masa (Pem) (g/cc)
Peso específico masa saturada con superficie seca (Pesss) (g/cc)
Peso específico aparente (Pea) (g/cc)
Absorción (%)
Peso específico de la masa (Pem) (g/cc)
Peso específico masa saturada con superficie seca (Pesss) (g/cc)
Peso específico aparente (Pea) (g/cc)

Fuente: Elaboración propia

- **Diseño de mezcla para seleccionar proporciones para el concreto normal (ACI PRC-211.1)**

Diseño de mezcla sin PET: 0% PET

Tabla 17:

Materiales para el diseño de mezcla de concreto

Propiedades Físicas de los agregados
Peso Específico (g/cc)
Absorción (%)
Peso Unitario Suelto (g/cc)
Peso Unitario Compactado (g/cc)
Contenido de Humedad (%)
Módulo de fineza
Tamaño máximo
Tamaño máximo nominal

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18:
Cemento para el diseño de mezcla

Cemento (NTP 334.009 - 334.090 - 334.082)
Tipo de cemento
Peso Especifico

Agua (NTP 339.088)
Tipo de agua
Peso Específico (g/cc)

Tipo de slump

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19:
Parámetro para el diseño de mezcla

Parámetro para el Diseño de Mezcla
Slump
Agua
Aire
F'c (kg/cm ²)
Relación Agua/Cemento
Vol. Agregado grueso

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20:
Volumen y peso de los materiales

Volumen y Peso de los Materiales
Materiales
Agregado Grueso
Agregado fino
Cemento
Agua
Aire

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21:
Diseño de Mezcla de Concreto

Diseño de Mezcla de Concreto (ACI 211)

Materiales
Agregado Grueso
Agregado Fino
Cemento tipo IP
Agua

Fuente: Elaboración propia

Diseño de mezcla con PET: 2%, 6% y 10% PET

Tabla 22:

Materiales para el diseño de mezcla de concreto

Propiedades Físicas de los agregados

Peso Específico (g/cc)

Absorción (%)

Peso Unitario Suelto (g/cc)

Peso Unitario Compactado (g/cc)

Contenido de Humedad (%)

Módulo de fineza

Tamaño máximo

Tamaño máximo nominal

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23:

Aditivo para el diseño

Aditivo (ASTM C494)

Tipo de aditivo	Plástico PET	Densidad (g/cc)	1.38
-----------------	--------------	-----------------	------

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24:

Cemento para el diseño con mezcla

Cemento

(NTP 334.009 - 334.090 - 334.082)

Tipo de cemento

Peso Especifico

Agua (NTP 339.088)

Tipo de agua
Peso Específico (g/cc)
<hr/>
Tipo de slump
<hr/>
Fuente: Elaboración propia

Tabla 25:
Parámetros para el diseño de mezcla

Parámetro para el Diseño de Mezcla
<hr/>
Slump
Agua
Aire
F'c (kg/cm ²)
Relacion Agua/Cemento
Vol. Agregado grueso
<hr/>
Fuente: Elaboración propia

Tabla 26:
Volumen y peso de los materiales

Volumen y Peso de los Materiales
<hr/>
Materiales
Agregado Grueso
Agregado fino
Cemento
Agua
Aire
<hr/>
Fuente: Elaboración propia

Tabla 27:
Diseño de Mezcla de Concreto

Diseño de Mezcla de Concreto (ACI 211)
<hr/>
Materiales
Agregado Grueso
Agregado Fino
Cemento tipo IP
Agua
<hr/>
Agua (corregida)
<hr/>

Plástico PET

Fuente: Elaboración propia

- **Ensayo para el análisis granulométrico del PET**

Tabla 28:

Ensayo granulométrico del PET

Tamices ASTM	Abertura mm
3"	75.000
2 1/2"	63.000
2"	50.000
1 1/2"	37.500
1"	25.000
3/4"	19.000
1/2"	12.500
3/8"	9.500
Nº 4	4.750
Nº 8	2.360
Nº 16	1.180
Nº 30	0.600
Nº 50	0.300
Nº 100	0.150
Nº 200	0.075
Base	
Total	
% Perdida	

Fuente: Elaboración propia

3.4.2. Ensayos para el mortero

El mortero este compuesto por cemento, agregado fino y agua, de modo que se utiliza para la unión de unidades de albañilería durante el asentado de ladrillos.

Se conoció la granulometría del agregado fino, contenido de humedad del, sales y cloruros, peso unitario suelto y compactado, gravedad específica y absorción.

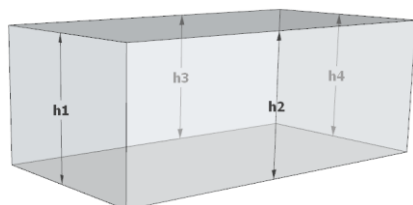
También conocer la dosificación adecuada, según la norma, y saber la trabajabilidad en el resultado obtenido de las muestras sometidas a ensayos de compresión a pilas y compresión diagonal de muretes.

3.4.3. Ensayo en las unidades:

- Variación dimensional

Este ensayo se realiza con la finalidad de evaluar el espesor de la junta a considerar en el muro portante; por lo tanto, dependiendo del espesor, varia la resistencia de compresión.

Se tomaron las dimensiones de unidades y evaluó una muestra de 5 unidades, de cada porcentaje de ladrillos con PET. Seguidamente se calcula, el promedio de la suma de dimensiones de cada arista que resulte de la muestra.



Altura promedio:

$$H_{prom} = \frac{h1 + h2 + h3 + h4}{4}$$

Ancho Promedio:

$$A_{prom} = \frac{A1 + A2 + A3 + A4}{4}$$

Largo Promedio:

$$L_{prom} = \frac{L1 + L2 + L3 + L4}{4}$$

Variación dimensional:

$$V(\%) = \frac{De - Dp}{De} \times 100$$

V (%) = Variación dimensional en porcentaje

De = Dimensión específica estándar

Dp = Dimensión promedio

- **Alabeo**

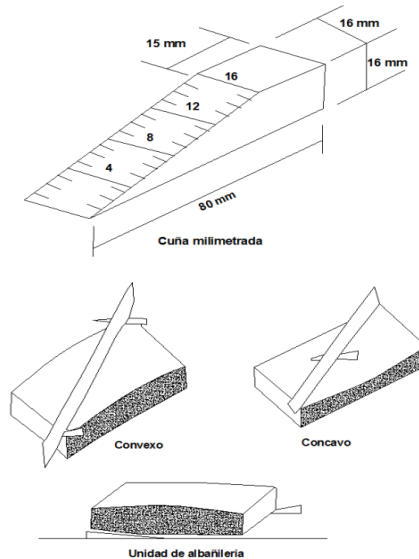
Se utiliza cuñas graduadas, para medir las áreas cóncavas y convexas en la superficie del ladrillo con PET. Asimismo, existe la

concavidad, cambios dimensionales, hace que las juntas horizontales sean más gruesas o más delgadas.

Además, se utilizó una regla de metal para conectar los extremos diagonales para introducir la cuña y comprobar la desalineación. Se midieron 5 unidades.

Según la Norma R.N.E. E070 el alabeo máximo es de 4mm para el ladrillo de concreto.

Figura 4:
Medida de la concavidad y convexidad del ladrillo



Fuente: NTP 399.613, 2005

- **Absorción**

El resultado se analizará según el R.N.E. E070 y la NTP. Se evalúa 5 muestras de ladrillos con PET de cada porcentaje propuesto,

para el ensayo de absorción. Según la Norma E.070, el bloque de concreto, no debe superar el 12 % de absorción, y nos ayuda a obtener la resistencia al interperismo y durabilidad.

Los ladrillos con plástico PET, fueron secados a la intemperie hasta obtener su peso seco, dejándolos adaptarse al clima; seguidamente, fueron colocados un estanque con agua, el cual estuvo por 24h; por último, dichos materiales se pesan, logrando conseguir el ladrillo con PET saturado.

$$A (\%) = \frac{P_{saturado} - P_{seco}}{P_{seco}} \times 100$$

A (%) = Absorción en porcentaje

Psaturado= Peso saturado (sumergido 24h)

Pseco = Peso seco natural

- **Resistencia a la Compresión**

Se sometieron a compresión 5 unidades de ladrillo para porcentajes (0%, 2%, 6% y 10%) con PET.

Estas muestras fueron refrendadas con cemento-yeso, para obtener una superficie lisa y obtener las propiedades del ladrillo sometidos a resistencia a la compresión.

Cada espécimen (E-1, E-2, E-3, E-4 y E-5), muestra una resistencia propia; y se puede obtener del resultado del producto de la carga máxima sobre la superficie que recae la carga.

$$f_m = C \times \frac{P}{A}$$

f_b = Resistencia a la compresión del espécimen

A = Superficie que recae la carga

P = Carga Máxima

Figura 5:
Maquina para la resistencia a la compresión de unidades



Fuente: NTP 399.613, 2005

3.4.4. Ensayo de prismas de albañilería

- Ensayo de pilas

Se realizo 5 muestras de pilas con medidas de 32 cm de altura, 23 cm de ancho y 13 cm de espesor y se sometieron a compresión para cada porcentaje (0%, 2%, 6% y 10%) con PET.

Estas muestras se unen adheridas mediante el mortero, una encima a otra, siendo posible obtener resultados de la resistencia a ser sometidas a compresión. Las pilas se componen en esbeltez de 2 a 5.

Cada espécimen (PL-1, PL-2, PL-3, PL-4 y PL-5), muestra una resistencia propia; y se calcula del resultado del producto de la carga máxima sobre la superficie que recae la carga, el valor obtenido se multiplica por el factor de corrección.

$$f_m = C \times \frac{P_{max}}{A}$$

f_m = Resistencia a la compresión

A = Superficie que recae la carga (área)

P_{max} = Carga Máxima

C = Factor de corrección

- **Ensayo en muretes:**

Se realizo 3 muretes de 60 cm x 60 cm y 13 cm de espesor y se sometieron a ensayos de compresión diagonal a los muretes para porcentajes (0%, 2%, 6%, 10%) con PET.

Se limpiaron las unidades seleccionadas de cualquier otro material que estuviera adherido, se humedecieron los ladrillos para posteriormente asentarlas.

Los muretes de albañilerías construidas, adherida mediante un mortero con una junta de 1.5 cm de espesor y dosificación de para una bolsa de cemento (ver **Tabla 86:** Diseño del mortero para 1 bolsa de cemento). Los muretes de albañilería tienen 6 filas, el murete de albañilería tiene una medida de 60cm x 60cm.

Se preparo la maquina compresora, posicionando el murete mediante unas cuñas para estabilizarlas.

Cada espécimen (PL-1, PL-2 y PL-3), muestra un esfuerzo cortante; y se calcula del resultado del producto de la carga máxima sobre la superficie diagonal del murete.

$$v_m = \frac{P_{max}}{Ad}$$

v_m = Esfuerzo cortante

A_d = Área diagonal (Longitud diagonal del murete por espesor)

P_{max} = Carga Máxima

Con los resultados y datos obtenidos de las pruebas de variación dimensional, absorción, alabeo, resistencia a la compresión, ensayo de compresión a pilas y compresión diagonal en muretes, realizados a los ladrillos con PET, los que cumplan con los requerimientos necesarios de la Norma Técnica Peruana, serán seleccionados para ser usados en muro portante.

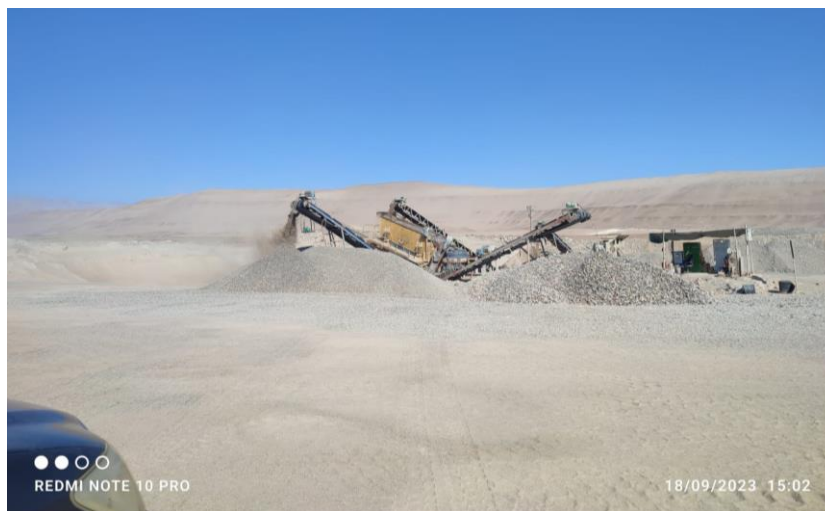
CAPÍTULO IV

DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Acopio y selección de agregados de la cantera

Para la adquisición de los materiales se ubicó la cantera; en el Distrito de Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa, denominado “CANTERA ARUNTA”. Asimismo, se adquirió la Agregado Fino y Agregado Grueso.

Figura 6:
Cantera Arunta



Fuente: Elaboración propia

Para la elaboración de ladrillo se consideró fabricar un molde para la elaboración de ladrillo con PET, acopio de agregado grueso (3/8”), agregado fino, cemento portland Tipo IP y agua potable. Seguidamente se mesclará los materiales en el trompo de acuerdo a las dosificaciones obtenidas en el

laboratorio para porcentajes de 0%, 2%, 6% y 10% con PET, luego se procede vaciar en el molde para obtener el ladrillo con PET reciclado.

4.1.1. Material y Agregados

- Agregado Grueso (3/8")

Figura 7:
Agregado grueso (3/8)



Fuente: Elaboración propia

- Agregado Fino

Figura 8:
Agregado Fino



Fuente: Elaboración propia

- Agregado de plástico PET

Figura 9:
Agregado - Plástico PET



Fuente: Elaboración propia

- Molde fabricado para elaboración de ladrillo King Kong
9x12.5x23 cm

Figura 10:
Molde para elaboración de ladrillo con plástico PET



Fuente: Elaboración propia

4.2. Resultado de recolección de datos

4.2.1. Resultados de los ensayos en los agregados

- **Análisis Granulométrico del agregado fino, grueso y global 400.012.**

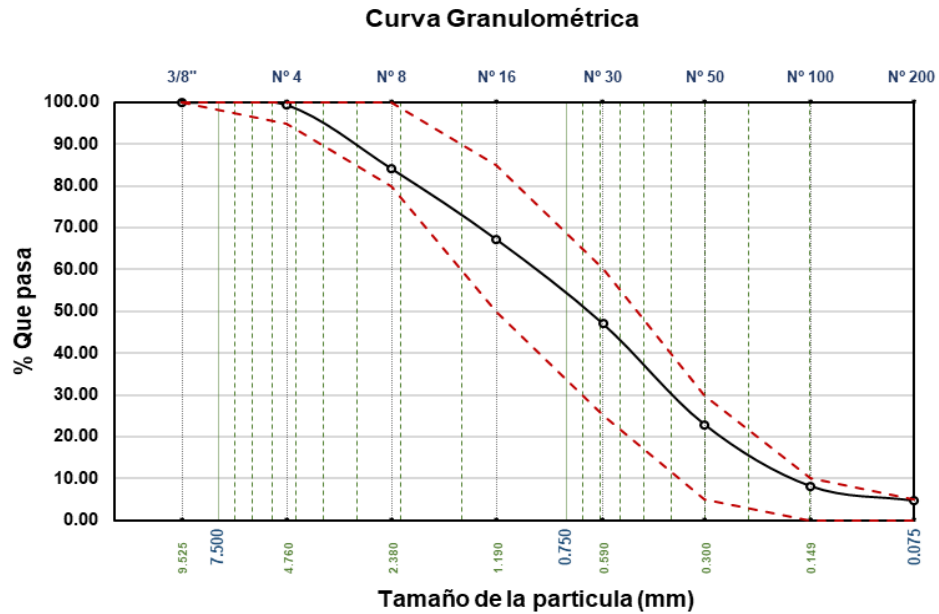
Material: Agregado Fino

Tabla 29:
Análisis granulométrico del agregado fino

Tamices ASTM	Abertura mm	W. Retenido (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Gradación:	NTP 400.037 Agregado fino
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
Nº 4	4.760	5.64	0.61	0.61	99.39	95	100
Nº 8	2.380	139.94	15.20	15.81	84.19	80	100
Nº 16	1.190	155.76	16.92	32.73	67.27	50	85
Nº 30	0.590	184.79	20.07	52.80	47.20	25	60
Nº 50	0.300	223.64	24.29	77.09	22.91	5	30
Nº 100	0.149	135.84	14.75	91.84	8.16	0	10
Nº 200	0.075	32.34	3.51	95.35	4.65	0	5
Base		42.77	4.65	100.00	0.00	M. Fineza:	2.71
Total		920.72	-	-	-	W. Muestra (g):	920.72

Fuente: Elaboración propia

Figura 11:
Curva Granulométrica del agregado fino



Fuente: Laboratorio Ingeservicios Sac

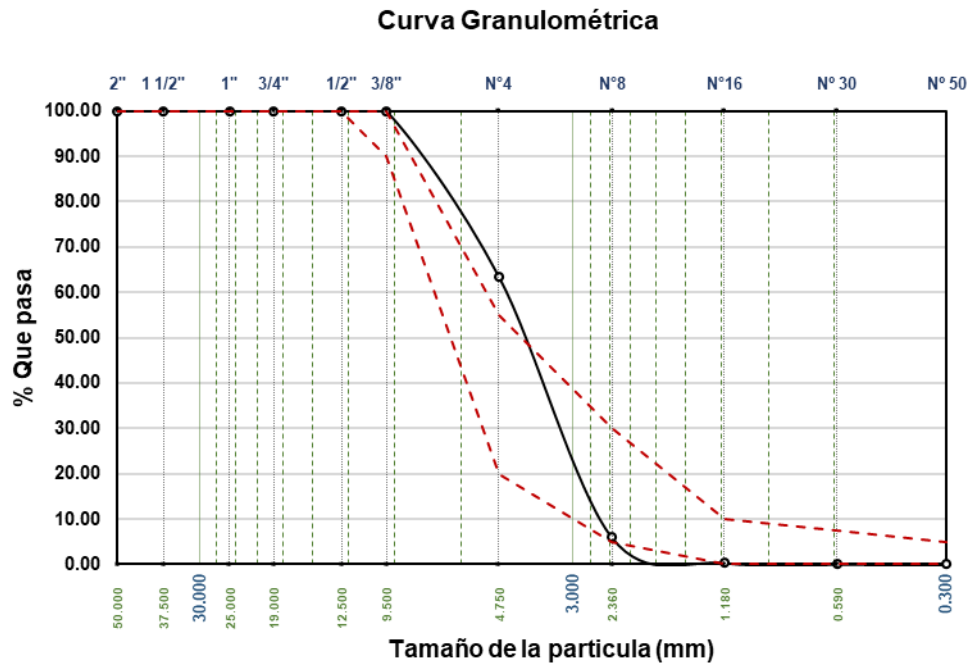
Material: Agregado Grueso

Tabla 30:
Análisis granulométrico del agregado grueso

Tamices ASTM	Abertura mm	W. Retenido (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Gradación 89	NTP 400.037 Tamaño Nominal 1/2" a 3/8"
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
3/8"	9.500	1.67	0.10	0.10	99.90	90	100
N° 4	4.750	586.96	36.35	36.45	63.55	20	55
N° 8	2.360	930.30	57.61	94.06	5.94	5	30
N° 16	1.180	89.91	5.57	99.63	0.37	0	10
N° 30	0.590	5.89	0.36	100.00	0.00		
N° 50	0.300	0.08	0.00	100.00	0.00	0	5
Base		0.00	0.00	100.00	0.00	T. Máximo: 3/8"	
Total		1614.81	-	-	-	W. Muestra (g): 1614.81	

Fuente: Elaboración propia

Figura 12:
Curva Granulométrica del agregado grueso



Fuente: Laboratorio Ingeservicios Sac

Figura 13:
Ensayo de análisis granulométrico del agregado grueso



Fuente: Elaboración propia

Figura 14:
Ensayo de análisis granulométrico del agregado



Fuente: Elaboración propia

- **Contenido de Humedad - NTP 339.185**

Material: Agregado Fino

Tabla 31:
Contenido de humedad - Agregado Fino

CARACTERISTICAS	MUESTRA		
	CHG-1	CHG-2	CHG-3
W. Tara (g)	97.76	94.05	95.50
W.Tara + Muestra Húmeda (g)	622.32	577.86	722.50
W.Tara + Muestra Seca (g)	617.83	573.80	717.08
W. Muestra Humedad (g)	524.56	483.81	627.00
W. Muestra Seca (g)	520.07	479.75	621.58
W. Agua (g)	4.49	4.06	5.42
Contenido de Humedad (%)	0.863	0.846	0.872
Contenido de Humedad (%)	0.861		

Fuente: Elaboración propia

Material: Agregado Grueso

Tabla 32:

Contenido de humedad - Agregado Grueso

CARACTERISTICAS	MUESTRA		
	CHF-1	CHF-2	CHF-3
W. Tara (g)	94.9	98.78	103.68
W.Tara + Muestra Húmeda (g)	1025.20	957.09	1229.95
W.Tara + Muestra Seca (g)	1015.36	947.94	1218.13
W. Muestra Húmeda (g)	930.30	858.31	1126.27
W. Muestra Seca (g)	920.46	849.16	1114.45
W. Agua (g)	9.84	9.15	11.82
Contenido de Humedad (%)	1.069	1.078	1.061
Contenido de Humedad (%)	1.069		

Fuente: Elaboración propia

Figura 15:

Taras con agregado fino



Fuente: Elaboración propia

Figura 16:
Taras con agregado fino



Fuente: Elaboración propia

Figura 17:
Taras colocadas al horno a secar por 24h.



Fuente: Elaboración propia

- **Peso unitario suelto y compactado - NTP 400.17**

Material: Agregado Fino

DATOS DEL MOLDE

W. Molde (g): 1758 Alto (cm): 14.99
 Diámetro (cm): 15.50 Volumen (cc): 2827.926

Tabla 33:

Resultados de Peso Unitario Suelto - Agregado Fino

PESO UNITARIO SUELTO			
ITEM	MUESTRAS		
	PUS-1	PUS-2	PUS-3
W.Suelo + Molde (g)	6339	6366	6290
W.Suelo (g)	4581	4608	4532
Peso Unitario (g/cc)	1.620	1.629	1.603
Peso Unitario (Prom.)(g/cc)	1.617		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34:

Resultados de Peso Unitario Compactado - Agregado Fino

PESO UNITARIO COMPACTADO			
ITEM	MUESTRAS		
	PUC-1	PUC-2	PUC-3
W.Suelo + Molde (g)	6662	6676	6675
W.Suelo (g)	4904	4918	4917
Peso Unitario (g/cc)	1.734	1.739	1.739
Peso Unitario (Prom.)(g/cc)	1.737		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35:*Resumen de resultados de peso unitario - Agregado Fino*

RESULTADOS	
Peso Unitario Suelto (g/cc)	1.617
Peso Unitario Compactado (g/cc)	1.737

Fuente: Elaboración propia

Material: Agregado Grueso

DATOS DEL MOLDE

W. Molde (g): 1758	Alto (cm): 14.99
Diámetro (cm): 15.50	Volumen (cc): 2826.101

Tabla 36:*Resultados de Peso Unitario Suelto - Agregado Grueso*

ITEM	PESO UNITARIO SUELTO		
	MUESTRAS		
	PUS-1	PUS-2	PUS-3
W.Suelo + Molde (g)	5962	6044	5979
W.Suelo (g)	4204	4286	4221
Peso Unitario (g/cc)	1.488	1.517	1.494
Peso Unitario (Prom.)(g/cc)	1.499		

Fuente: Elaboración propia**Tabla 37:***Resultados de Peso Unitario Compactado - Agregado Grueso*

ITEM	PESO UNITARIO COMPACTADO		
	MUESTRAS		
	PUC-1	PUC-2	PUC-3
W.Suelo + Molde (g)	6365	6389	6349
W.Suelo (g)	4607	4631	4591

Peso Unitario (g/cc)	1.630	1.639	1.624
Peso Unitario (Prom.)(g/cc)	1.631		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38:

Resumen de resultados de peso unitario - Agregado Grueso

RESULTADOS
Peso Unitario Suelto (g/cc)
1.499
Peso Unitario Compactado (g/cc)
1.631

Fuente: Elaboración propia

Figura 18:

Varillado del Agregado Grueso



Fuente: Elaboración propia

Figura 19:
Varillado del Agregado Fino



Fuente: Elaboración propia

- **Gravedad Específica y Absorción - NTP 400.022**

Material: Agregado Fino

Tabla 39:
Resultados de peso específico y absorción - Agregado Fino

ITEM	MUESTRAS		
	GEF-1	GEF-2	GEF-3
Volumen de recipiente (cc)	500	500	500
W. Tara (g)	79.08	81.72	79.40
W. Tara + Muestra SSS (g)	579.83	583.34	579.69
W. Tara + Muestra seca (g)	577.88	581.50	577.68
W. Muestra + Fiola + Agua (g)	970.20	970.32	967.03
W. Fiola + Agua (g)	658.78	658.17	655.73
W. Muestra SSS (g)	500.75	501.62	500.29
W. Muestra Seca (g)	498.80	499.78	498.28
Absorción (%)	0.391	0.368	0.403
Peso específico aparente (g/cc)	2.635	2.638	2.637
Peso específico SSS (g/cc)	2.645	2.647	2.647
Peso específico nominal (g/cc)	2.662	2.664	2.665

Absorción (Prom.)(%)	0.387
Peso esp. aparente (g/cc)	2.636
Peso específico SSS (g/cc)	2.647
Peso específico nominal (g/cc)	2.664

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40:

Resumen de resultado del peso específico y absorción - Agregado Fino

RESULTADOS
Peso específico SSS (g/cc)
2.647
Absorción (%)
0.387

Fuente: Elaboración propia

- **Gravedad específica y absorción - NTP 400.021**

Material: Agregado Grueso

Tabla 41:

Resultados de peso específico y absorción - Agregado Grueso

ITEM	PESO ESPECÍFICO (PIEDRA)		
	MUESTRA		
	PE-1	PE-2	PE-3
W. Tara (g)	78.470	80.250	79.530
W. Canastilla Sumergida (g)	0.000	0.000	0.000
W.Tara + Muestra SSS (g)	705.140	698.660	709.360
W. Tara + Muestra seca (g)	694.940	688.440	699.120
W. canastilla + Muestra sumergida (g)	398.710	393.740	401.580
W. Muestra Seca (g)	616.470	608.190	619.590
W. Muestra SSS (g)	626.670	618.410	629.830
W. Muestra SSS sumergida (g)	398.710	393.740	401.580
Volumen de la muestra SSS (cc)	227.960	224.670	228.250
Volumen de la muestra (cc)	217.760	214.450	218.010
Absorción (%)	1.655	1.680	1.653
Peso específico de la masa (Pem) (g/cc)	2.704	2.707	2.715
Peso específico masa saturada con superficie seca (Pesss) (g/cc)	2.749	2.753	2.759

Peso específico aparente (Pea) (g/cc)	2.831	2.836	2.842
Absorción (%)	1.663		
Peso específico de la masa (Pem) (g/cc)	2.709		
Peso específico masa saturada con superficie seca (PeSSS) (g/cc)	2.754		
Peso específico aparente (Pea) (g/cc)	2.836		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42:

Resumen de resultado del peso específico y absorción - Agregado Grueso

RESULTADOS
Peso específico SSS (g/cc)
2.754
Absorción (%)
1.663

Fuente: Elaboración propia

- **Diseño de mezcla para seleccionar proporciones para el concreto normal (ACI PRC-211.1)**

Diseño de mezcla sin PET: 0% PET

Tabla 43:

Resultados de materiales para el diseño de mezcla de concreto

Propiedades Físicas de los agregados	Ag. Fino	Ag. Grueso	Norma
Peso Específico (g/cc)	2.647	2.754	NTP 400.022
Absorción (%)	0.387	1.663	NTP 400.021
Peso Unitario Suelto (g/cc)	1.617	1.499	NTP 400.017
Peso unitario Compactado (g/cc)	1.737	1.631	
Contenido de Humedad (%)	0.86	1.07	NTP. 339.185
Módulo de fineza	2.710	-	
Tamaño máximo	N°4	3/8"	NTP 400.012
Tamaño máximo nominal	N°8	N°4	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44:
Detalle del cemento para el diseño

(NTP 334.009 - NTP 334.090 - NTP 334.082)	
Tipo de cemento:	IP
Peso Específico (g/cc):	2.940
Agua (NTP 339.088)	
Tipo de agua:	Potable
Peso Específico (g/cc):	1.000
Tipos de Slump	
1" @ 2" (Seco)	4" @ 6" (Semifluido)
3" @ 4" (Plástico)	6" @ 7" (Fluido)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45:
Detalle de parámetros para el diseño de mezcla

PARAMETROS PARA EL DISEÑO DE MEZCLA			
Slump	1" @ 2"	F'c (kg/cm ²):	180
Agua	207	Relación Agua/Cemento	0.609
Aire	3.00	Vol. Agregado grueso	0.426

Fuente: Elaboración propia

Tabla 46:
Resultados de volumen y peso de los materiales

Materiales	Volumen absoluto (Seco) (m3)	Peso absoluto (Seco) (kg)	Corrección por humedad (m3)	Corrección por absorción (m3)	Correc. Humedad - absorción (m3)
Agregado Grueso	0.25	695.46	702.89	-0.01	-4.18
Agregado Fino	0.39	1045.20	1054.20	0.00	5.00
Cemento	0.12	339.90	-	-	-
Agua	0.21	207.00	-	-	-
Aire	0.03	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia

Tabla 47:*Resultados de diseño de mezcla de concreto con 0% de PET*

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (ACI 211)				
Materiales	1 m3		1 bolsa de cemento	
	Peso (kg)	Dosificación	Peso (kg)	Dosificación (pie3)
Agregado Grueso	702.89	40.00%	87.887	2.068
Agregado Fino	1054.20	60.00%	131.813	3.101
Cemento Tipo IP	339.90	8 Bls	42.500	1 Bls
Agua	206.18	206.18 Lts	25.780	25.78 Lts

Fuente: Elaboración propia*Diseño de mezcla con PET de 2%***Tabla 48:***Resultados de materiales para el diseño de mezcla de concreto*

Propiedades Físicas de los agregados	Ag. Fino	Ag. Grueso	Norma
Peso Específico (g/cc)	2.65	2.75	NTP 400.022
Absorción (%)	0.39	1.66	NTP 400.021
Peso Unitario Suelto (g/cc)	1.62	1.50	NTP 400.017
Peso unitario Compactado (g/cc)	1.74	1.63	
Contenido de Humedad (%)	0.86	1.07	NTP. 339.185
Módulo de fineza	2.710	-	
Tamaño máximo	N°4	3/8"	NTP 400.012
Tamaño máximo nominal	N°8	N°4	

Fuente: Elaboración propia**Tabla 49:***Detalle del cemento para el diseño con 2% de PET*

(NTP 334.009 - NTP 334.090 - NTP 334.082)	
Tipo de cemento: IP	Efectividad (%)
P. Espec. (g/cc): 2.940	100.00
Agua (NTP 339.088)	
Tipo de agua:	Potable
Peso Específico (g/cc):	1.000

Tipos de Slump	
1" @ 2" (Seco)	4" @ 6" (Semifluido)
3" @ 4" (Plástico)	6" @ 7" (Fluido)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 50:
Aditivo al 2% de PET

ADITIVOS (ASTM C494)	
Tipo de aditivo:	Plástico PET
Densidad (g/cc):	1.38

Fuente: Elaboración propia

Tabla 51:
Detalle de parámetros para el diseño de mezcla

PARAMETROS PARA EL DISEÑO DE MEZCLA			
Slump	1" @ 2"	F'c (kg/cm2):	180
Agua	207	Relación Agua/Cemento	0.609
Aire	3.00	Vol. Agregado grueso	0.426

Fuente: Elaboración propia

Tabla 52:
Resultados de volumen y peso de los materiales

Materiales	Volumen absoluto (Seco) (m3)	Peso absoluto (Seco) (kg)	Corrección por humedad (m3)	Corrección por absorción (m3)	Correc. Humedad - absorción (m3)
Agregado Grueso	0.25	695.46	702.89	-0.01	-4.18
Agregado Fino	0.39	1045.20	1054.20	0.00	5.00
Cemento	0.12	339.90	-	-	-
Agua	0.21	207.00	-	-	-
Aire	0.03	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia

Tabla 53:*Resultados de diseño de mezcla de concreto con 2% de PET*

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (ACI 211)				
Materiales	1 m3		1 bolsa de cemento	
	Peso (kg)	Dosificación	Peso (kg)	Dosificación (pie3)
Agregado Grueso	702.89	40.00%	87.887	2.068
Agregado Fino	1033.11	58.00%	131.813	3.101
Cemento Tipo IP	339.90	8 Bls	42.500	1 Bls
Agua	206.18	206.18 Lts	25.780	25.78 Lts
Agua (Corregida)	-	-	-	-
Plástico PET	21.08	2.00%	-	-

Fuente: Elaboración propia*Diseño de mezcla con PET de 6%***Tabla 54:***Resultados de materiales para el diseño de mezcla de concreto*

Propiedades Físicas de los agregados	Ag. Fino	Ag. Grueso	Norma
Peso Específico (g/cc)	2.65	2.75	NTP 400.022
Absorción (%)	0.39	1.66	NTP 400.021
Peso Unitario Suelto (g/cc)	1.62	1.50	NTP 400.017
Peso unitario Compactado (g/cc)	1.74	1.63	NTP 400.017
Contenido de Humedad (%)	0.86	1.07	NTP. 339.185
Módulo de fineza	2.710	-	-
Tamaño máximo	N°4	3/8"	NTP 400.012
Tamaño máximo nominal	N°8	N°4	-

Fuente: Elaboración propia**Tabla 55:***Detalle del cemento para el diseño con 6% de PET*

(NTP 334.009 - NTP 334.090 - NTP 334.082)		
Tipo de cemento:	IP	Efectividad (%)
P. Espec. (g/cc):	2.940	100.00
Agua (NTP 339.088)		

Tipo de agua:	Potable
Peso Específico (g/cc):	1.000
Tipos de Slump	
1" @ 2" (Seco)	4" @ 6" (Semifluido)
3" @ 4" (Plástico)	6" @ 7" (Fluido)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 56:
Aditivo al 6% de PET

ADITIVOS (ASTM C494)			
Tipo de aditivo:	Plástico PET	Densidad (g/cc):	1.38

Fuente: Elaboración propia

Tabla 57:
Detalle de parámetros para el diseño de mezcla

PARAMETROS PARA EL DISEÑO DE MEZCLA			
Slump	1" @ 2"	F'c (kg/cm2):	180
Agua	207	Relación Agua/Cemento	0.609
Aire	3.00	Vol. Agregado grueso	0.426

Fuente: Elaboración propia

Tabla 58:
Resultados de volumen y peso de los materiales

Materiales	Volumen absoluto (Seco) (m3)	Peso absoluto (Seco) (kg)	Corrección por humedad (m3)	Corrección por absorción (m3)	Correc. Humedad - absorción (m3)
Agregado Grueso	0.25	695.46	702.89	-0.01	-4.18
Agregado Fino	0.39	1045.20	1054.20	0.00	5.00
Cemento	0.12	339.90	-	-	-
Agua	0.21	207.00	-	-	-
Aire	0.03	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia

Tabla 59:*Resultados de diseño de mezcla de concreto con 6% de PET*

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (ACI 211)				
Materiales	1 m3		1 bolsa de cemento	
	Peso (kg)	Dosificación	Peso (kg)	Dosificación (pie3)
Agregado Grueso	702.89	40.00%	87.887	2.068
Agregado Fino	990.94	54.00%	131.813	3.101
Cemento Tipo IP	339.90	8 Bls	42.500	1 Bls
Agua	206.18	206.18 Lts	25.780	25.78 Lts
Agua (Corregida)	-	-	-	-
Plástico PET	63.25	6.00%	-	-

Fuente: Elaboración propia*Diseño de mezcla con PET de 10%***Tabla 60:***Resultados de materiales para el diseño de mezcla de concreto*

Propiedades Físicas de los agregados	Ag. Fino	Ag. Grueso	Norma
Peso Específico (g/cc)	2.65	2.75	NTP 400.022
Absorción (%)	0.39	1.66	NTP 400.021
Peso Unitario Suelto (g/cc)	1.62	1.50	NTP 400.017
Peso unitario Compactado (g/cc)	1.74	1.63	NTP. 339.185
Contenido de Humedad (%)	0.86	1.07	NTP. 339.185
Módulo de fineza	2.710	-	-
Tamaño máximo	N°4	3/8"	NTP 400.012
Tamaño máximo nominal	N°8	N°4	-

Fuente: Elaboración propia**Tabla 61:***Detalle del cemento para el diseño con 10% de PET*

(NTP 334.009 - NTP 334.090 - NTP 334.082)		
Tipo de cemento:	IP	Efectividad (%)
P. Espec. (g/cc):	2.940	100.00
Agua (NTP 339.088)		

Tipo de agua:	Potable
Peso Especifico (g/cc):	1.000
Tipos de Slump	
1" @ 2" (Seco)	4" @ 6" (Semifluido)
3" @ 4" (Plástico)	6" @ 7" (Fluido)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 62:
Aditivo al 10% de PET

ADITIVOS (ASTM C494)			
Tipo de aditivo:	Plástico PET	Densidad (g/cc):	1.38

Fuente: Elaboración propia

Tabla 63:
Detalle de parámetros para el diseño de mezcla

PARAMETROS PARA EL DISEÑO DE MEZCLA			
Slump	1" @ 2"	F'c (kg/cm2):	180
Agua	207	Relación Agua/Cemento	0.609
Aire	3.00	Vol. Agregado grueso	0.426

Fuente: Elaboración propia

Tabla 64:
Resultados de volumen y peso de los materiales

Materiales	Volumen absoluto (Seco) (m3)	Peso absoluto (Seco) (kg)	Corrección por humedad (m3)	Corrección por absorción (m3)	Correc. Humedad - absorción (m3)
Agregado Grueso	0.25	695.46	702.89	-0.01	-4.18
Agregado Fino	0.39	1045.20	1054.20	0.00	5.00
Cemento	0.12	339.90	-	-	-
Agua	0.21	207.00	-	-	-
Aire	0.03	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia

Tabla 65:*Resultados de diseño de mezcla de concreto con 10% de PET*

Materiales	1 m ³		1 bolsa de cemento	
	Peso (kg)	Dosificación	Peso (kg)	Dosificación (pie3)
Agregado Grueso	702.89	40.00%	87.887	2.068
Agregado Fino	948.78	50.00%	131.813	3.101
Cemento Tipo IP	339.90	8 Bls	42.500	1 Bls
Agua	206.18	206.18 Lts	25.780	25.78 Lts
Agua (Corregida)	-	-	-	-
Plástico PET	105.42	10.00%	-	-

Fuente: Elaboración propia

- Ensayo para el análisis granulométrico del PET – NTP 339.128

Tabla 66:*Ensayo para el análisis granulométrico del PET*

Tamices ASTM	Abertura mm	W. Retenido (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Material Obtenido	
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00	Grava ≥ 3/4"	Grava
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Gravilla	Grava
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
Nº 4	4.750	0.96	0.17	0.17	99.83		
Nº 8	2.360	31.40	5.58	5.75	94.25	Gruesa	Arena
Nº 16	1.180	347.13	61.70	67.45	32.55	Media	
Nº 30	0.600	83.10	14.77	82.23	17.77	Fina	
Nº 50	0.300	36.18	6.43	88.66	11.34		
Nº 100	0.150	45.16	8.03	96.68	3.32		
Nº 200	0.075	7.69	1.37	98.05	1.95		
Base		10.97	1.95	100.00	0.00		
Total		562.59					ω. muestra antes lavado (g): 562.59
% Perdida		0.000					ω. muestra despues lavado (g): 562.59

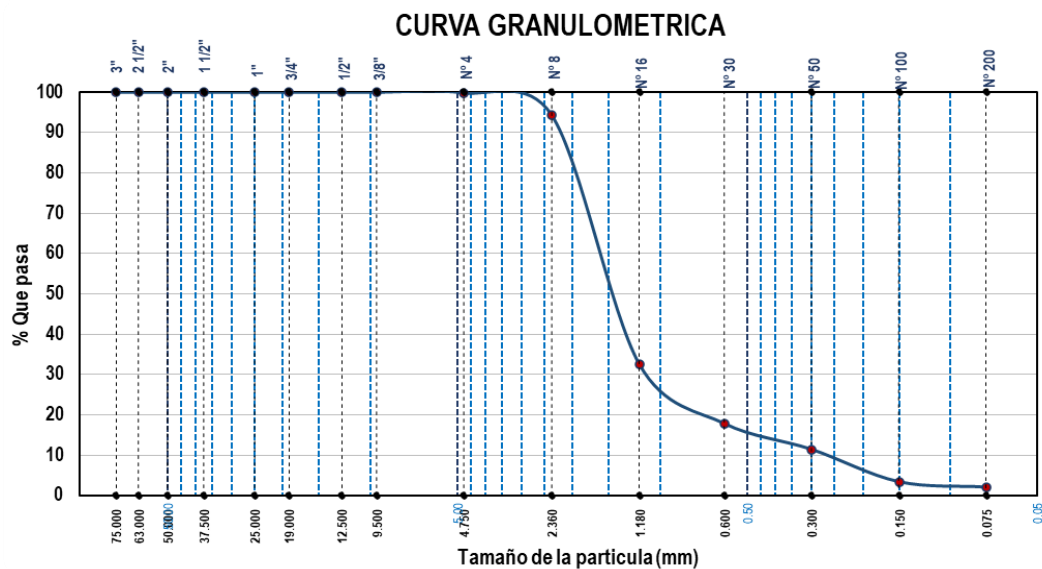
Fuente: Elaboración propia

Tabla 67:
Porcentaje parcial retenido del plástico PET

FRACCIONES % QUE PASA		
Denominación en referencia para el plástico PET	Grava :	0%
	Arena :	99.83%
	Finos :	1.95%
DATOS ADICIONALES		
	T.M.N. :	N°8

Fuente: Elaboración propia

Figura 20:
Curva granulométrica del Plastico PET



Fuente: Laboratorio Ingeservicios Sac

4.2.2. Resultado del ensayo en el mortero

- Análisis Granulométrico por tamizado – NTP 400.012.

Tabla 68:

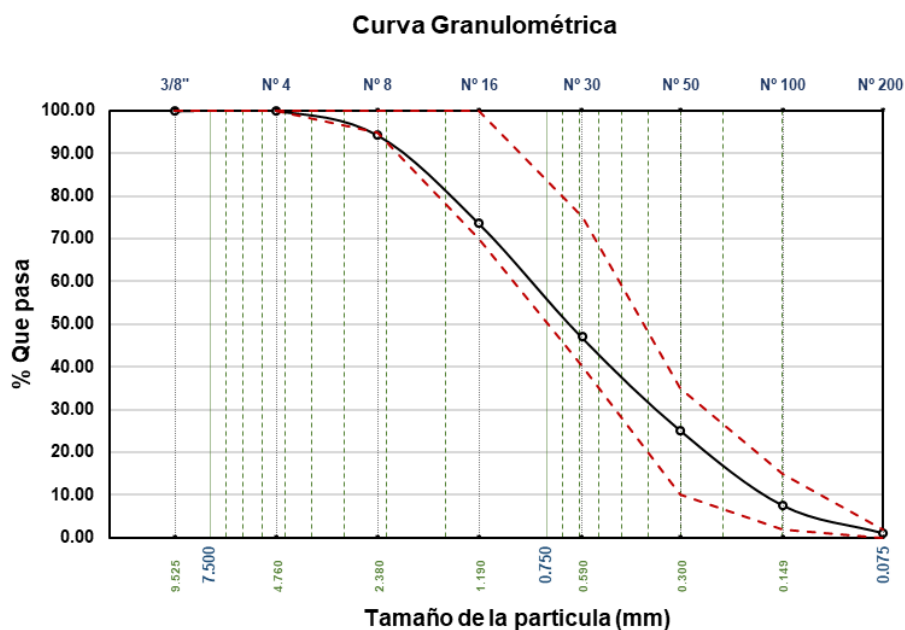
Análisis granulométrico del agregado para el mortero

Tamices ASTM	Abertura mm	W. Retenido (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Gradación:	Norma E070 Agregado fino
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
Nº 4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
Nº 8	2.380	55.16	5.65	5.65	94.35	95	100
Nº 16	1.190	202.49	20.74	26.39	73.61	70	100
Nº 30	0.590	259.89	26.62	53.01	46.99	40	75
Nº 50	0.300	214.10	21.93	74.94	25.06	10	35
Nº 100	0.149	171.24	17.54	92.48	7.52	2	15
Nº 200	0.075	63.46	6.50	98.98	1.02	0	2
Base		9.96	1.02	100.00	0.00	M. Fineza:	2.52
Total		976.31	-	-	-	W. Muestra (g):	976.31

Fuente: Elaboración propia

Figura 21:

Curva granulométrica del agregado para el mortero



Fuente: Laboratorio Ingeservicios Sac

- **Contenido de Humedad - NTP 339.185**

Tabla 69:
Contenido de Humedad - Agregado Fino

ITEM	CARACTERISTICAS	MUESTRA		
		CHF-1	CHF-2	CHF-3
1	W. Tara (g)	1107.06	1106.96	1106.23
2	W.Tara + Muestra Húmeda (g)	1752.25	1705.19	1688.32
3	W.Tara + Muestra Seca (g)	1745.37	1698.52	1681.84
4	W. Muestra Humeda (g)	645.19	598.23	582.09
5	W. Muestra Seca (g)	638.31	591.56	575.61
6	W. Agua (g)	6.88	6.67	6.48
7	Contenido de Humedad (%)	1.078	1.128	1.126
8	Contenido de Humedad (%)	1.110		

Fuente: Elaboración propia

- **Sales, cloruros y sulfatos**

Tabla 70:
Sales, cloruros y sulfatos - Agregado Fino

CARACTERISTICAS	AGREGADO FINO		
	SCSF-1	SCSF-2	SCSF-3
Sales totales (ppm)	2560.000	2000.000	2640.000
Cloruros (ppm)	1305.600	1020.000	1346.400
Sulfatos (ppm)	1049.600	820.000	1082.400

Fuente: Elaboración propia

Tabla 71:
Resumen de resultados de sales, cloruros y sulfatos

Características	Ag. Fino
Sales totales (ppm)	2400.000
Cloruros (ppm)	1224.000
Sulfatos (ppm)	984.000
Sales totales (%)	0.240

Cloruros (%)	0.122
Sulfatos (%)	0.098

Fuente: Elaboración propia

- **Peso unitario suelto y compactado - NTP 400.17**

Tabla 72:

Datos del molde para calcular el peso

DATOS DEL MOLDE	
W. Molde (g)	1757
Alto (cm)	15.00
Diámetro (cm)	15.50
Volumen (cc)	2830.379

Fuente: Elaboración propia

Tabla 73:

Resultado del peso unitario suelto para el mortero

ITEM	MUESTRAS		
	PUS-1	PUS-2	PUS-3
W.Suelo + Molde (g)	6852	6815	6799
W.Suelo (g)	5095	5058	5042
Peso Unitario (g/cc)	1.800	1.787	1.781
Peso Unitario (Prom.) (g/cc)	1.790		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 74:

Resultado del peso unitario compactado para el mortero

ITEM	MUESTRAS		
	PUC-1	PUC-2	PUC-3
W.Suelo + Molde (g)	7052	7056	7068
W.Suelo (g)	5295	5299	5311
Peso Unitario (g/cc)	1.871	1.872	1.876
Peso Unitario (Prom.) (g/cc)	1.873		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 75:*Resumen de resultados del peso para el mortero - Agregado Fino*

RESULTADOS	
Peso Unitario Suelto (g/cc)	1.790
Peso Unitario Compactado (g/cc)	1.873

Fuente: Elaboración propia- **Gravedad Específica y Absorción - NTP 400.022****Tabla 76:***Gravedad específica del agregado fino para el mortero*

ITEM	MUESTRAS		
	GEF-1	GEF-2	GEF-3
Volumen de recipiente (cc)	500	500	500
W. Tara (g)	78.50	81.76	96.67
W. Tara + Muestra SSS (g)	593.62	580.74	563.14
W. Muestra + Fiola + Agua (g)	975.25	965.90	945.32
W. Fiola + Agua (g)	654.96	657.66	655.96
W. Muestra SSS (g)	515.12	498.98	466.47
Peso específico aparente (g/cc)	2.616	2.589	2.605
Peso específico SSS (g/cc)	2.644	2.616	2.634
Peso específico nominal (g/cc)	2.692	2.661	2.682
Peso esp. aparente (g/cc)		2.603	
Peso específico SSS (g/cc)		2.631	
Peso específico nominal (g/cc)		2.678	

Fuente: Elaboración propia**Tabla 77:***Absorción del agregado fino para el mortero*

ITEM	MUESTRAS		
	ABF-1	ABF-2	ABF-3
W. Tara + Muestra seca (g)	588.13	575.58	558.05
W. Muestra SSS(g)	515.12	498.98	466.47
W. Muestra Seca(g)	509.63	493.82	461.38
Absorción (%)	1.077	1.045	1.103

Absorción (Prom.) (%)	1.075
------------------------------	--------------

Fuente: Elaboración propia

Tabla 78:

Resumen del resultado de gravedad específica y Absorción

RESULTADOS
Peso específico SSS (g/cc)
2.631
Absorción (%)
1.075

Fuente: Elaboración propia

- **Diseño de mezcla para seleccionar proporciones para el mortero**

Tabla 79:

Diseño de mezcla para seleccionar proporciones para el mortero

ITEM	CARACTERISTICAS	Hormigón
1	Peso Específico (Piedra) (g/cc)	-
2	Peso Específico (Arena) (g/cc)	2.631
3	Peso Específico (Promedio) (g/cc)	2.631
4	Peso Unitario Suelto (g/cc)	1.790
5	Peso Unitario compactado (g/cc)	1.873
6	Tamaño Máximo nominal	N°8
7	Módulo de Fineza	2.52
8	Absorción (Piedra) (%)	-
9	Absorción (Arena) (%)	1.075
10	Absorción (Promedio) (%)	1.075
11	Contenido de humedad (Piedra) (%)	-
12	Contenido de humedad (Arena) (%)	1.110
13	Contenido de humedad (Promedio) (%)	1.110

Fuente: Elaboración propia

Tabla 80:
Consideraciones para el diseño del mortero

CONSIDERACIONES	
Peso específico (Cemento IP) (g/cc)	2.750
Peso específico (Agua) (g/cc)	1.000
Slump	3 @ 4
Agua	228
Aire	3.00
Relación Agua/Cemento	0.600

Fuente: Elaboración propia

Tabla 81:
Volumen de materiales (seco) para el mortero

VOLUMEN DE MATERIALES (SECO)			
CARACTERISTICAS	Vol. Abs. (m3)	P.E. (m3)	Peso (kg)
Agua	0.228	1000.000	228.000
Cemento	0.138	2750.000	380.000
Hormigón	0.604	2631.000	1588.646
Aire	0.030	-	-

Fuente: Elaboración propia

Tabla 82:
Corrección por humedad del agregado

CARACTERISTICAS	(1+Humedad)	Vol. (m3)
Hormigón	1.011	1606.280

Fuente: Elaboración propia

Tabla 83:
Corrección por absorción del agregado para el mortero

CARACTERISTICAS	Humedad	Correc. Absor.	Vol. (m3)
Balance agua - Arena	0.011	0.0108	0.0004

Fuente: Elaboración propia

Tabla 84:*Corrección por humedad - absorción*

CARACTERISTICAS	Vol. (m3)
Corrección agua - Arena	0.5622

Fuente: Elaboración propia**Tabla 85:***Diseño del mortero para 1.00 m3*

DISEÑO PARA 1.00 m3	
CARACTERISTICAS	Peso (kg)
Hormigón	1606.280
Cemento (8.94 Bls)	380.000
Agua	227.438

Fuente: Elaboración propia**Tabla 86:***Diseño del mortero para 1 bolsa de cemento*

DISEÑO PARA 1 BOLSA DE CEMENTO		
CARACTERISTICAS	Peso (kg)	Volumen (pie3)
Hormigón	179.650	4.227
Cemento	42.500	1.000
Agua (litro)	25.437	25.437

Fuente: Elaboración propia

4.2.3. Resultado del ensayo en las unidades:

- Variación dimensional

*Ladrillos con 0% de PET (Diseño convencional + 0% PET)***Tabla 87:***Variación dimensional para ladrillos con 0% de PET*

Espécimen	Largo (Lprom.) (mm):	Ancho (Aprom.) (mm):	Altura (Hprom.) (mm):
E-1	231.24	127.20	91.98

E-2	234.46	128.35	92.48
E-3	238.40	131.04	93.20
E-4	236.64	130.07	92.78
E-5	238.27	129.82	92.95
L estándar=	230.00	125.00	90.00
Desv. Est.=	3.01	1.52	0.47
PROMEDIO=	235.80	129.30	92.68
V(%)=	-2.52	-3.44	-2.97

Fuente: Elaboración propia

Figura 22:

Variación dimensional para ladrillos con 0% de PET



Fuente: Elaboración propia

Ladrillos con 2% de PET (Diseño convencional + 2% PET)

Tabla 88:

Variación dimensional para ladrillos con 2% de PET

Espécimen	Largo (Lprom.) (mm):	Ancho (Aprom.) (mm):	Altura (Hprom.) (mm):
E-1	230.48	125.91	92.77
E-2	230.50	126.84	93.14

E-3	231.13	126.45	94.32
E-4	230.57	126.42	94.00
E-5	231.11	126.58	94.46
L estándar=	230.00	125.00	90.00
Desv. Est.=	0.33	0.34	0.75
PROMEDIO=	230.75	126.44	93.74
V(%)=	-0.33	-1.15	-4.15

Fuente: Elaboración propia

Figura 23:

Variación dimensional para ladrillos con 2% de PET



Fuente: Elaboración propia

Ladrillos con 6% de PET (Diseño convencional + 6% PET)

Tabla 89:

Variación dimensional para ladrillos con 6% de PET

Espécimen	Largo (Lprom.) (mm):	Ancho (Aprom.) (mm):	Altura (Hprom.) (mm):
E-1	233.61	127.43	93.89
E-2	231.53	126.95	94.46
E-3	235.57	129.49	92.37
E-4	233.06	128.98	93.31
E-5	233.82	129.01	93.43
L estándar=	230.00	125.00	90.00
Desv. Est.=	1.46	1.11	0.77

PROMEDIO=	233.52	128.37	93.49
V(%)=	-1.53	-2.70	-3.88

Fuente: Elaboración propia

Figura 24:

Variación dimensional para ladrillos con 6% de PET



Fuente: Elaboración propia

Ladrillos con 10% de PET (Diseño convencional + 10% PET)

Tabla 90:

Variación dimensional para ladrillos con 10% de PET

Espécimen	Largo (Lprom.) (mm):	Ancho (Aprom.) (mm):	Altura (Hprom.) (mm):
E-1	230.23	126.34	94.16
E-2	234.78	128.26	93.55
E-3	231.22	127.41	93.37
E-4	231.07	127.99	93.53
E-5	232.26	127.77	93.16
L estándar=	230.00	125.00	90.00
Desv. Est.=	1.76	0.74	0.37
PROMEDIO=	231.91	127.55	93.55
V(%)=	-0.83	-2.04	-3.95

Fuente: Elaboración propia

Figura 25:

Variación dimensional para ladrillos con 10% de PET



Fuente: Elaboración propia

- **Alabeo**

Ladrillos con 0% de PET (Diseño convencional + 0% PET)

Tabla 91:

Alabeo para ladrillos con 0% de PET

Convencional Especimen	Cara A		Cara B	
	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
E-1	1	0	1	0
E-2	2	0	1	0
E-3	3	0	0	0
E-4	1	0	1	0
E-5	1	0	0	1
Promedio	1.6	0	0.6	0.2

Fuente: Elaboración propia

Ladrillos con 2% de PET (Diseño convencional + 2% PET)

Tabla 92:
Alabeo para ladrillos con 2% de PET

Con 2% de PET	Cara A		Cara B	
	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
Espécimen				
E-1	2	0	1	0
E-2	1	0	0	0
E-3	3	0	0	0
E-4	1	0	1	0
E-5	3	0	0	1
Promedio	2	0	0.4	0.2

Fuente: Elaboración propia

Ladrillos con 6% de PET (Diseño convencional + 6% PET)

Tabla 93:
Alabeo para ladrillos con 6% de PET

Con 6% de PET	Cara A		Cara B	
	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
Espécimen				
E-1	2	0	1	0
E-2	2	0	1	0
E-3	3	0	0	0
E-4	1	0	1	0
E-5	2	0	0	1
Promedio	2	0	0.6	0.2

Fuente: Elaboración propia

Ladrillos con 10% de PET (Diseño convencional + 10% PET)

Tabla 94:
Alabeo para ladrillos con 10% de PET

Con 10% de PET	Cara A	Cara B
----------------	--------	--------

Espécimen	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
E-1	1	0	1	0
E-2	2	0	1	0
E-3	3	0	1	0
E-4	1	0	1	0
E-5	2	0	0	1
Promedio	1.8	0	0.8	0.2

Fuente: Elaboración propia

- **Absorción**

Ladrillos con 0% de PET (Diseño convencional + 0% PET)

Tabla 95:
Absorción para ladrillos con 0% de PET

Espécimen	Peso Natural- Seco (gr)	Peso 24h sumergido (gr)	Absorción (%)
E-1	5855.00	64346.45	9.99
E-2	5864.00	65618.16	10.19
E-3	5826.00	64668.60	10.10
E-4	5833.00	65737.91	10.27
E-5	5854.00	64745.24	10.06

Fuente: Elaboración propia

Ladrillos con 2% de PET (Diseño convencional + 2% PET)

Tabla 96:
Absorción para ladrillos con 2% de PET

Espécimen	Peso Natural- Seco (gr)	Peso 24h sumergido (gr)	Absorción (%)
E-1	5736.00	62579.76	9.91
E-2	5729.00	62388.81	9.89
E-3	5738.00	61339.22	9.69
E-4	5752.00	61373.84	9.67

E-5	5741.00	60797.19	9.59
-----	---------	----------	------

Fuente: Elaboración propia

Ladrillos con 6% de PET (Diseño convencional + 6% PET)

Tabla 97:
Absorción para ladrillos con 6% de PET

Espécimen	Peso Natural-Seco (gr)	Peso 24h sumergido (gr)	Absorción (%)
E-1	5592.00	57765.36	9.33
E-2	5567.00	56672.06	9.18
E-3	5581.00	56368.10	9.10
E-4	5548.00	55757.40	9.05
E-5	5552.00	55908.64	9.07

Fuente: Elaboración propia

Ladrillos con 10% de PET (Diseño convencional + 10% PET)

Tabla 98:
Absorción para ladrillos con 10% de PET

Espécimen	Peso Natural-Seco (gr)	Peso 24h sumergido (gr)	Absorción (%)
E-1	5318.00	51531.42	8.69
E-2	5326.00	51023.08	8.58
E-3	5312.00	52641.92	8.91
E-4	5307.00	52114.74	8.82
E-5	5317.00	51574.90	8.70

Fuente: Elaboración propia

Figura 26:
Colocado de ladrillo con PET reciclado al estante



Fuente: Elaboración propia

Figura 27:
Estanque con ladrillos de PET reciclado



Fuente: Elaboración propia

- **Resistencia a la Compresión de unidades de ladrillos**

Figura 28:

Tesista con los ladrillos para la rotura



Fuente: Elaboración propia

Figura 29:

Ladrillos refrendados para la rotura



Fuente: Elaboración propia

Resistencia a compresión con 0% de PET (Diseño convencional)

Tabla 99:
Identificación de las muestras con 0% de PET

	Código de cliente (*)	Código de espécimen de Lab.	Descripción de espécimen	Fecha de Recepción (**)
Espécimen N°1:	PL-1	2023-Conv. E-1	Diseño convencional	20/10/2023
Espécimen N°2:	PL-2	2023-Conv. E-2	Diseño convencional	20/10/2023
Espécimen N°3:	PL-3	2023-Conv. E-3	Diseño convencional	20/10/2023
Espécimen N°4:	PL-4	2023-Conv. E-4	Diseño convencional	20/10/2023
Espécimen N°5:	PL-5	2023-Conv. E-5	Diseño convencional	20/10/2023

Nota. Extraído del informe de Laboratorio Ingeservicios Sac.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 100:
Resultados de las muestras con 0% de PET

	ESPÉCIMEN N°				
	1	2	3	4	5
Código espécimen:	2023-Conv. E-1	2023-Conv. E-2	2023-Conv. E-3	2023-Conv. E-4	2023-Conv. E-5
Fecha de rotura (*):	20/10/2023	20/10/2023	20/10/2023	20/10/2023	20/10/2023
Largo ($L_{prom.}$) (mm):	231.24	234.46	238.40	236.64	238.27
Ancho ($W_{prom.}$) (mm):	127.20	128.35	131.04	130.07	129.82
Espesor ($e_{prom.}$) (mm):	91.98	92.48	93.20	92.78	92.95
Área bruta del espécimen (mm ²):	29413.09	30092.94	31239.94	30779.11	30931.56

Masa del espécimen (g):	5855.00	5864.00	5826.00	5833.00	5854.00
Carga Máxima (kN):	834.50	794.50	805.27	810.53	812.67

Nota. Extraído del informe de Laboratorio Ingeservicios Sac.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 101:

Reporte de resultados de resistencia a la compresión de ladrillos con 0% de PET

Resistencia a la Compresión (F'c)	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5
(kPa)	28371.3	26401.1	25776.5	26333.3	26272.7
(Kg/cm²)	289.3	269.2	262.8	268.5	267.9

Nota. Extraído del informe de Laboratorio Ingeservicios Sac.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 102:

Promedio de resistencia a compresión de unidades con 0% de PET

Resistencia a la Compresión (F'c)	Promedio de Espécimen
(kPa)	26630.98
(Kg/cm²)	271.56

Fuente: Elaboración propia

Resistencia a compresión con 2% de PET (Diseño convencional + 2% PET)

Tabla 103:
Identificación de las muestras con 2% de PET

	Código de cliente (*)	Código de espécimen de Lab.	Descripción de espécimen	Fecha de Recepción (**)
Espécimen N°1:	PL-1	2023-2% E-1	Diseño convencional + 2% PET	20/10/2023
Espécimen N°2:	PL-2	2023-2% E-2	Diseño convencional + 2% PET	20/10/2023
Espécimen N°3:	PL-3	2023-2% E-3	Diseño convencional + 2% PET	20/10/2023
Espécimen N°4:	PL-4	2023-2% E-4	Diseño convencional + 2% PET	20/10/2023
Espécimen N°5:	PL-5	2023-2% E-5	Diseño convencional + 2% PET	20/10/2023

Nota. Extraído del informe de Laboratorio Ingeservicios Sac.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 104:
Resultados de las muestras con 2% de PET

	ESPÉCIMEN N°				
	1	2	3	4	5
Código espécimen:	2023-2% E-1	2023-2% E-2	2023-2% E-3	2023-2% E-4	2023-2% E-5
Fecha de rotura (*):	20/10/2023	20/10/2023	20/10/2023	20/10/2023	20/10/2023
Largo ($L_{prom.}$) (mm):	230.48	230.50	231.13	230.57	231.11
Ancho ($W_{prom.}$) (mm):	125.91	126.84	126.45	126.42	126.58
Espesor ($e_{prom.}$) (mm):	92.77	93.14	94.32	94.00	94.46
Área bruta del Espécimen (mm^2):	29018.58	29234.83	29225.76	29146.87	29253.27
Masa del espécimen (g):	5736.00	5729.00	5738.00	5752.00	5741.00
Carga Máxima (kN):	683.15	636.70	656.20	655.18	642.84

Nota. Extraído del informe de Laboratorio Ingeservicios Sac.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 105:*Reporte de resultados de resistencia a la compresión de ladrillos con 2% de PET*

Resistencia a la Compresión (F'c)	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5
(kPa)	23541.4	21778.5	22452.4	22478.2	21974.6
(Kg/cm ²)	240.1	222.1	229.0	229.2	224.1

Nota. Extraído del informe de Laboratorio Ingeservicios Sac.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 106:*Promedio de resistencia a compresión de unidades con 2% de PET*

Resistencia a la Compresión (F'c)	Promedio de Espécimen
(kPa)	22445.02
(Kg/cm ²)	228.88

Fuente: Elaboración propia

Resistencia a compresión con 6% de PET (Diseño convencional + 6% PET)

Tabla 107:
Identificación de las muestras con 6% de PET

	Código de cliente (*)	Código de espécimen de Lab.	Descripción de espécimen	Fecha de Recepción (**)
Espécimen N°1:	PL-1	2023-6% E-1	Diseño convencional + 6% PET	20/10/2023
Espécimen N°2:	PL-2	2023-6% E-2	Diseño convencional + 6% PET	20/10/2023
Espécimen N°3:	PL-3	2023-6% E-3	Diseño convencional + 6% PET	20/10/2023
Espécimen N°4:	PL-4	2023-6% E-4	Diseño convencional + 6% PET	20/10/2023
Espécimen N°5:	PL-5	2023-6% E-5	Diseño convencional + 6% PET	20/10/2023

Nota. Extraído del informe de Laboratorio Ingeservicios Sac.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 108:
Resultados de las muestras con 6% de PET

	ESPÉCIMEN N°				
	1	2	3	4	5
Código espécimen:	2023-6% E-1	2023-6% E-2	2023-6% E-3	2023-6% E-4	2023-6% E-5
Fecha de rotura (*):	20/10/2023	20/10/2023	20/10/2023	20/10/2023	20/10/2023
Largo ($L_{prom.}$) (mm):	233.61	231.53	235.57	233.06	233.82
Ancho ($W_{prom.}$) (mm):	127.43	126.95	129.49	128.98	129.01
Espesor ($e_{prom.}$) (mm):	93.89	94.46	92.37	93.31	93.43
Área bruta del espécimen (mm^2):	29768.29	29392.73	30503.96	30060.08	30164.47
Masa del espécimen (g):	5592.00	5567.00	5581.00	5548.00	5552.00
Carga Máxima (kN):	659.60	641.10	675.80	669.72	658.15

Nota. Extraído del informe de Laboratorio Ingeservicios Sac.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 109:*Reporte de resultados de resistencia a la compresión de ladrillos con 6% de PET*

Resistencia a la Compresión (F'c)	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5
(kPa)	22157.5	21811.2	22154.1	22279.0	21818.4
(Kg/cm ²)	225.9	222.4	225.9	227.2	222.5

Nota. Extraído del informe de Laboratorio Ingeservicios Sac.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 110:*Promedio de resistencia a compresión de unidades con 6% de PET*

Resistencia a la Compresión (F'c)	Promedio de Espécimen
(kPa)	22044.04
(Kg/cm ²)	224.79

Fuente: Elaboración propia

Resistencia a compresión con 10% de PET (Diseño convencional + 10% PET)

Tabla 11:
Identificación de las muestras con 10% de PET

	Código de cliente (*)	Código de espécimen de Lab.	Descripción de espécimen	Fecha de Recepción (**)
Especimen N°1:	PL-1	2023-10% E-1	Diseño convencional + 10% PET	20/10/2023
Especimen N°2:	PL-2	2023-10% E-2	Diseño convencional + 10% PET	20/10/2023
Especimen N°3:	PL-3	2023-10% E-3	Diseño convencional + 10% PET	20/10/2023
Especimen N°4:	PL-4	2023-10% E-4	Diseño convencional + 10% PET	20/10/2023
Especimen N°5:	PL-5	2023-10% E-5	Diseño convencional + 10% PET	20/10/2023

Nota. Extraído del informe de Laboratorio Ingeservicios Sac.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 112:
Resultados de las muestras con 10% de PET

	ESPÉCIMEN N°				
	1	2	3	4	5
Código espécimen:	2023-10% E-1	2023-10% E-2	2023-10% E-3	2023-10% E-4	2023-10% E-5
Fecha de rotura (*):	20/10/2023	20/10/2023	20/10/2023	20/10/2023	20/10/2023
Largo ($L_{prom.}$) (mm):	230.23	234.78	231.22	231.07	232.26
Ancho ($W_{prom.}$) (mm):	126.34	128.26	127.41	127.99	127.77
Espesor ($e_{prom.}$) (mm):	94.16	93.55	93.37	93.53	93.16
Área bruta del espécimen (mm²):	29087.26	30111.07	29459.10	29572.85	29675.86
Masa del espécimen (g):	5318.00	5326.00	5312.00	5307.00	5317.00

Carga Máxima (kN):	486.02	498.70	495.70	483.28	477.32
---------------------------	--------	--------	--------	--------	--------

Nota. Extraído del informe de Laboratorio Ingeservicios Sac.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 113:

Reporte de resultados de resistencia a compresión de ladrillos con 10% de PET

Resistencia a la Compresión (F'c)	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5
(kPa)	16708.8	16561.8	16826.4	16341.8	16084.2
(Kg/cm²)	170.4	168.9	171.6	166.6	164.0

Nota. Extraído del informe de Laboratorio Ingeservicios Sac.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 114:

Promedio de resistencia a compresión de unidades con 10% de PET

Resistencia a la Compresión (F'c)	Promedio de Espécimen
(kPa)	16504.6
(Kg/cm²)	168.30

Fuente: Elaboración propia

Figura 30:

Ladrillo con 0% de PET - Resistencia a Compresión



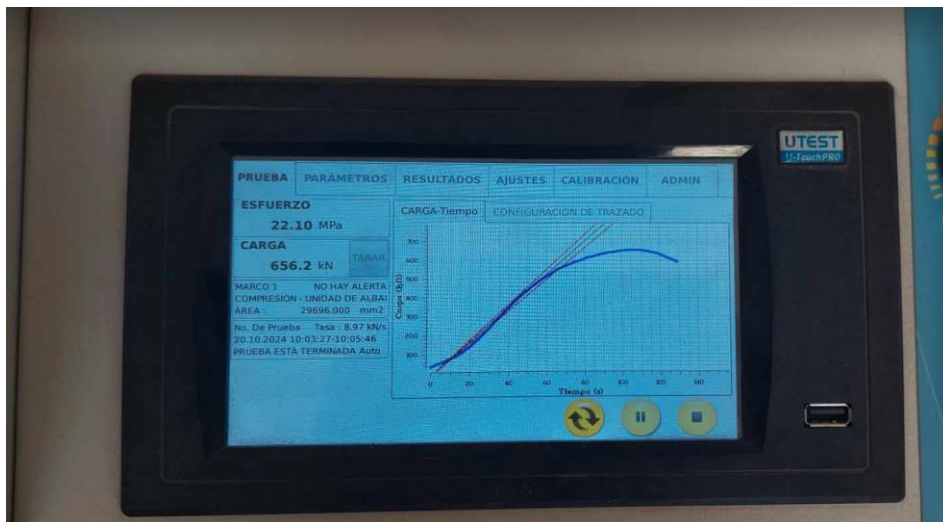
Fuente: Elaboración propia

Figura 31:
Ladrillo con 2% de PET - Resistencia a Compresión



Fuente: Elaboración propia

Figura 32:
Grafica de resistencia a la compresión de ladrillo con 2% de PET



Nota. Extraído del Laboratorio Ingeservicios Sac.

Fuente: Elaboración propia

Figura 33:
Ladrillo con 6% de PET - Resistencia a Compresión



Fuente: Elaboración propia

Figura 34:
Grafica de resistencia a la compresión de ladrillo con 6% de PET



Nota. Extraído del Laboratorio Ingeservicios Sac.

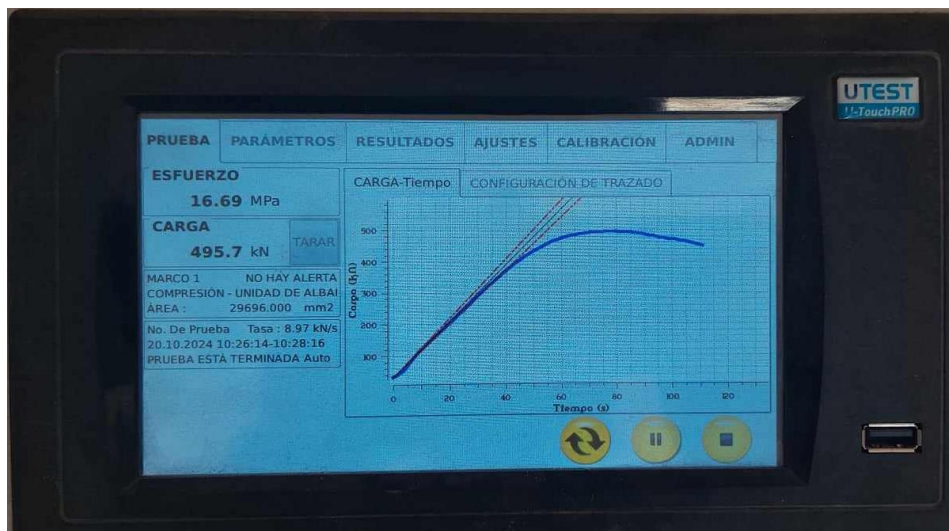
Fuente: Elaboración propia

Figura 35:
Ladrillo con 10% de PET - Resistencia a Compresión



Fuente: Elaboración propia

Figura 36:
Grafica de resistencia a la compresión de ladrillo con 10% de PET



Nota. Extraído del Laboratorio Ingeservicios Sac.

Fuente: Elaboración propia

4.2.4. Resultado del ensayo en prismas de albañilería

- Ensayo de pilas

Resistencia a compresión de Pilas (Diseño convencional + 0% PET)

Tabla 115:

Identificación de las muestras con 0% de PET

	Código de cliente (*)	Código de espécimen de Lab.	Descripción de espécimen	Fecha de Recepción (**)
Espécimen N°1:	PL-1	2023-Conv. E-1	Diseño convencional	24/10/2023
Espécimen N°2:	PL-2	2023-Conv. E-2	Diseño convencional	24/10/2023
Espécimen N°3:	PL-3	2023-Conv. E-3	Diseño convencional	24/10/2023
Espécimen N°4:	PL-4	2023-Conv. E-4	Diseño convencional	24/10/2023
Espécimen N°5:	PL-5	2023-Conv. E-5	Diseño convencional	24/10/2023

Nota. Extraído del informe de Laboratorio Ingeservicios Sac.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 116:

Resultados de las muestras con 0% de PET

	ESPÉCIMEN N°				
	1	2	3	4	5
Código espécimen:	2023-Conv. E-1	2023-Conv. E-2	2023-Conv. E-3	2023-Conv. E-4	2023-Conv. E-5
Fecha de rotura (*):	24/10/2023	24/10/2023	24/10/2023	24/10/2023	24/10/2023
Largo ($L_{prom.}$) (mm):	240.02	239.85	239.57	239.85	240.30
Ancho ($W_{prom.}$) (mm):	130.01	130.66	129.93	129.95	130.11
Espesor ($e_{prom.}$) (mm):	301.04	301.38	301.07	300.63	300.55

Área bruta del espécimen (mm²):	31205.00	31338.15	31125.48	31167.31	31264.23
Carga Máxima (kN):	264.40	270.25	271.64	267.55	273.71

Nota. Extraído del informe de Laboratorio Ingeservicios Sac.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 117:

Reporte de resultados de resistencia a compresión de pilas con 0% de PET

Resistencia a la Compresión (F'c)	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5
(kPa)	8472.9	8623.5	8727.1	8584.2	8754.6
(Kg/cm²)	86.4	87.9	89.0	87.5	89.3

Nota. Extraído del informe de Laboratorio Ingeservicios Sac.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 118:

Promedio de resistencia a compresión de pilas con 0% de PET

Resistencia a la Compresión (F'c)	Promedio de Espécimen
(kPa)	8632.46
(Kg/cm²)	88.03

Fuente: Elaboración propia

Resistencia a compresión de Pilas (Diseño convencional + 2% PET)

Tabla 119:
Identificación de las muestras con 2% de PET

	Código de cliente (*)	Código de espécimen de Lab.	Descripción de espécimen	Fecha de Recepción (**)
Espécimen N°1:	PL-1	2023-2%PET E-1	Diseño convencional + 2% Plásticos PET	24/10/2023
Espécimen N°2:	PL-2	2023-2%PET E-2	Diseño convencional + 2% Plásticos PET	24/10/2023
Espécimen N°3:	PL-3	2023-2%PET E-3	Diseño convencional + 2% Plásticos PET	24/10/2023
Espécimen N°4:	PL-4	2023-2%PET E-4	Diseño convencional + 2% Plásticos PET	24/10/2023
Espécimen N°5:	PL-5	2023-2%PET E-5	Diseño convencional + 2% Plásticos PET	24/10/2023

Nota. Extraído del informe de Laboratorio Ingeservicios Sac.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 120:
Resultados de las muestras con 2% de PET

	ESPÉCIMEN N°				
	1	2	3	4	5
Código espécimen:	2023-2% PET E-1	2023-2% PET E-2	2023-2% PET E-3	2023-2% PET E-4	2023-2% PET E-5
Fecha de rotura (*):	24/10/2023	24/10/2023	24/10/2023	24/10/2023	24/10/2023
Largo ($L_{prom.}$) (mm):	230.82	230.88	230.68	230.76	230.36
Ancho ($W_{prom.}$) (mm):	125.49	125.26	126.37	125.73	126.17
Espesor ($e_{prom.}$) (mm):	301.45	301.26	300.40	301.45	300.98
Área bruta del espécimen (mm²):	28964.97	28918.87	29149.88	29013.45	29063.89
Carga Máxima (kN):	329.80	331.25	330.48	332.84	332.01

Nota. Extraído del informe de Laboratorio Ingeservicios Sac.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 121:*Reporte de resultados de resistencia a compresión de pilas con 2% de PET*

Resistencia a la Compresión (F'c)	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5
(kPa)	11386.0	11454.3	11337.1	11471.7	11423.3
(Kg/cm ²)	116.1	116.8	115.6	117.0	116.5

Nota. Extraído del informe de Laboratorio Ingeservicios Sac.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 122:*Promedio de resistencia a compresión de pilas con 2% de PET*

Resistencia a la Compresión (F'c)	Promedio de Espécimen
(kPa)	11414.48
(Kg/cm ²)	116.40

Fuente: Elaboración propia

Resistencia a compresión de Pilas (Diseño convencional + 6% PET)

Tabla 123:
Identificación de las muestras con 6% de PET

	Código de cliente (*)	Código de espécimen de Lab.	Descripción de espécimen	Fecha de Recepción (**)
Espécimen N°1:	PL-1	2023-6%PET E-1	Diseño convencional + 6% Plásticos PET	24/10/2023
Espécimen N°2:	PL-2	2023-6%PET E-2	Diseño convencional + 6% Plásticos PET	24/10/2023
Espécimen N°3:	PL-3	2023-6%PET E-3	Diseño convencional + 6% Plásticos PET	24/10/2023
Espécimen N°4:	PL-4	2023-6%PET E-4	Diseño convencional + 6% Plásticos PET	24/10/2023
Espécimen N°5:	PL-5	2023-6%PET E-5	Diseño convencional + 6% Plásticos PET	24/10/2023

Nota. Extraído del informe de Laboratorio Ingeservicios Sac.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 124:
Resultados de las muestras con 6% de PET

	ESPÉCIMEN N°				
	1	2	3	4	5
Código espécimen:	2023-6% PET E-1	2023-6% PET E-2	2023-6% PET E-3	2023-6% PET E-4	2023-6% PET E-5
Fecha de rotura (*):	24/10/2023	24/10/2023	24/10/2023	24/10/2023	24/10/2023
Largo ($L_{prom.}$) (mm):	232.80	231.13	232.13	232.03	232.05
Ancho ($W_{prom.}$) (mm):	129.06	129.36	128.57	129.26	128.93
Espesor ($e_{prom.}$) (mm):	291.92	291.41	290.56	291.02	291.95
Área bruta del espécimen (mm²):	30044.00	29897.17	29844.31	29991.55	29916.40
Carga Máxima (kN):	398.20	395.18	397.54	396.72	398.16

Nota. Extraído del informe de Laboratorio Ingeservicios Sac.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 125:*Reporte de resultados de resistencia a compresión de pilas con 6% de PET*

Resistencia a la Compresión (F'c)	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5
(kPa)	13253.7	13217.8	13320.2	13227.5	13308.9
(Kg/cm ²)	135.1	134.8	135.8	134.9	135.7

Nota. Extraído del informe de Laboratorio Ingeservicios Sac.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 126:*Promedio de resistencia a compresión de pilas con 6% de PET*

Resistencia a la Compresión (F'c)	Promedio de Espécimen
(kPa)	13265.62
(Kg/cm ²)	135.27

Fuente: Elaboración propia

Resistencia a compresión de Pilas (Diseño convencional + 10% PET)

Tabla 127:
Identificación de las muestras con 10% de PET

	Código de cliente (*)	Código de espécimen de Lab.	Descripción de espécimen	Fecha de Recepción (**)
Espécimen N°1:	PL-1	2023-10%PET E-1	Diseño convencional + 10% Plásticos PET	24/10/2023
Espécimen N°2:	PL-2	2023-10%PET E-2	Diseño convencional + 10% Plásticos PET	24/10/2023
Espécimen N°3:	PL-3	2023-10%PET E-3	Diseño convencional + 10% Plásticos PET	24/10/2023
Espécimen N°4:	PL-4	2023-10%PET E-4	Diseño convencional + 10% Plásticos PET	24/10/2023
Espécimen N°5:	PL-5	2023-10%PET E-5	Diseño convencional + 10% Plásticos PET	24/10/2023

Nota. Extraído del informe de Laboratorio Ingeservicios Sac.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 128:
Resultados de las muestras con 10% de PET

	ESPÉCIMEN N°				
	1	2	3	4	5
Código espécimen:	2023-10% PET E-1	2023-10% PET E-2	2023-10% PET E-3	2023-10% PET E-4	2023-10% PET E-5
Fecha de rotura (*):	24/10/2023	24/10/2023	24/10/2023	24/10/2023	24/10/2023
Largo ($L_{prom.}$) (mm):	233.25	232.83	233.35	232.97	232.89
Ancho ($W_{prom.}$) (mm):	129.06	130.36	129.79	129.01	129.89
Espesor ($e_{prom.}$) (mm):	306.91	305.80	307.99	305.96	306.40
Área bruta del espécimen (mm²):	30102.08	30350.55	30284.68	30055.46	30249.43
Carga Máxima (kN):	299.80	298.47	295.73	299.52	300.12

Nota. Extraído del informe de Laboratorio Ingeservicios Sac.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 129:*Reporte de resultados de resistencia a compresión de pilas con 10% de PET*

Resistencia a la Compresión (F'c)	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5
(kPa)	9959.3	9833.9	9764.8	9965.4	9921.4
(Kg/cm ²)	101.6	100.3	99.6	101.6	101.2

Nota. Extraído del informe de Laboratorio Ingeservicios Sac.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 130:*Promedio de resistencia a compresión de pilas con 10% de PET*

Resistencia a la Compresión (F'c)	Promedio de Espécimen
(kPa)	9888.96
(Kg/cm ²)	100.84

Fuente: Elaboración propia

Figura 37:
Pila con 0% de PET - Resistencia a Compresión



Fuente: Elaboración propia

Figura 38:
Grafica de resistencia a la compresión de Pila con 0% de PET



Nota. Extraído del Laboratorio Ingeservicios Sac.

Fuente: Elaboración propia

Figura 39:
Pila con 2% de PET - Resistencia a Compresión



Fuente: Elaboración propia

Figura 40:
Grafica de resistencia a la compresión de Pila con 2% de PET



Nota. Extraído del Laboratorio Ingeservicios Sac.

Fuente: Elaboración propia

Figura 41:
Pila con 6% de PET - Resistencia a Compresión



Fuente: Elaboración propia

Figura 42:
Gráfica de resistencia a la compresión de Pila con 6% de PET



Nota. Extraído del Laboratorio Ingeservicios Sac.

Fuente: Elaboración propia

Figura 43:
Pila con 10% de PET - Resistencia a Compresión



Fuente: Elaboración propia

Figura 44:
Grafica de resistencia a la compresión de Pila con 10% de PET



Nota. Extraído del Laboratorio Ingeservicios Sac.

Fuente: Elaboración propia

- **Ensayo de muretes**

Corte a tracción diagonal (Diseño convencional + 2% PET)

Tabla 131:
Identificación de las muestras con 2% de PET

	Código de cliente (*)	Código de espécimen de Lab.	Descripción de espécimen	Fecha de Recepción (**)
Espécimen N°1:	PL-1	2023-10%PET E-1	Diseño convencional + 10% Plásticos PET	24/10/2023
Espécimen N°2:	PL-2	2023-10%PET E-2	Diseño convencional + 10% Plásticos PET	24/10/2023
Espécimen N°3:	PL-3	2023-10%PET E-3	Diseño convencional + 10% Plásticos PET	24/10/2023

Nota. Extraído del informe de Laboratorio Ingeservicios Sac.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 132:
Resultados de las muestras con 2% de PET

	ESPÉCIMEN N°		
	1	2	3
Código espécimen:	2023-2% E-1	2023-2% E-2	2023-2% E-3
Fecha de rotura (*):	28/11/2023	28/11/2023	28/11/2023
Largo ($L_{prom.}$) (mm):	631.00	632.00	632.00
Ancho ($W_{prom.}$) (mm):	125.00	124.00	125.00
Espesor ($e_{prom.}$) (mm):	94.00	94.00	94.00
Carga Máxima (N):	7810.00	7825.00	7763.00

Nota. Extraído del informe de Laboratorio Ingeservicios Sac.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 133:*Resumen de resultados de murete a tracción diagonal con 2% de PET*

Esfuerzo cortante	N°1	N°2	N°3
(kPa)	0.732	0.741	0.710
(Kg/cm²)	7.46	7.56	7.24

Nota. Extraído del informe de Laboratorio Ingeservicios Sac.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 134:*Promedio de murete a tracción diagonal con 2% de PET*

Esfuerzo cortante	Promedio de Espécimen
(kPa)	0.728
(Kg/cm²)	7.42

Fuente: Elaboración propia

Corte a tracción diagonal (Diseño convencional + 6% PET)

Tabla 135:

Identificación de las muestras con 6% de PET

	Código de cliente (*)	Código de espécimen de Lab.	Descripción de espécimen	Fecha de Recepción (**)
Espécimen N°1:	PL-1	2023-6% E-1	Diseño convencional + 6% PET	28/11/2023
Espécimen N°2:	PL-2	2023-6% E-2	Diseño convencional + 6% PET	28/11/2023
Espécimen N°3:	PL-3	2023-6% E-3	Diseño convencional + 6% PET	28/11/2023

Nota. Extraído del informe de Laboratorio Ingeservicios Sac.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 136:

Resultados de las muestras con 6% de PET

	ESPÉCIMEN N°		
	1	2	3
Código espécimen:	2023-6% E-1	2023-6% E-2	2023-6% E-3
Fecha de rotura (*):	28/11/2023	28/11/2023	28/11/2023
Largo ($L_{prom.}$) (mm):	617.00	619.00	617.00
Ancho ($W_{prom.}$) (mm):	125.00	125.00	125.00
Espesor ($e_{prom.}$) (mm):	94.00	94.00	94.00
Carga Máxima (N):	10935.00	10948.00	10930.00

Nota. Extraído del informe de Laboratorio Ingeservicios Sac.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 137:*Resumen de resultados de murete a tracción diagonal con 6% de PET*

Esfuerzo cortante	N°1	N°2	N°3
(kPa)	0.982	0.987	0.978
(Kg/cm ²)	10.01	10.06	9.97

Nota. Extraído del informe de Laboratorio Ingeservicios Sac.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 138:*Promedio de murete a tracción diagonal con 6% de PET*

Esfuerzo cortante	Promedio de Espécimen
(kPa)	0.982
(Kg/cm ²)	10.02

Fuente: Elaboración propia

Corte a tracción diagonal (Diseño convencional + 10% PET)

Tabla 139:

Identificación de las muestras con 10% de PET

	Código de cliente (*)	Código de espécimen de Lab.	Descripción de espécimen	Fecha de Recepción (**)
Espécimen N°1:	PL-1	2023-10% E-1	Diseño convencional + 10% PET	28/11/2023
Espécimen N°2:	PL-2	2023-10% E-2	Diseño convencional + 10% PET	28/11/2023
Espécimen N°3:	PL-3	2023-10% E-3	Diseño convencional + 10% PET	28/11/2023

Nota. Extraído del informe de Laboratorio Ingeservicios Sac.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 140:

Resultados de las muestras con 10% de PET

	ESPÉCIMEN N°		
	1	2	3
Código espécimen:	2023-10% E-1	2023-10% E-2	2023-10% E-3
Fecha de rotura (*):	28/11/2023	28/11/2023	28/11/2023
Largo ($L_{prom.}$) (mm):	621.00	622.00	620.00
Ancho ($W_{prom.}$) (mm):	127.00	127.00	127.00
Espesor ($e_{prom.}$) (mm):	94.00	94.00	94.00
Carga Máxima (N):	11605.00	11625.00	11680.00

Nota. Extraído del informe de Laboratorio Ingeservicios Sac.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 141:*Resumen de resultados de murete a tracción diagonal con 10% de PET*

Esfuerzo cortante	N°1	N°2	N°3
(kPa)	1.020	1.080	1.120
(Kg/cm²)	10.40	11.01	11.42

Nota. Extraído del informe de Laboratorio Ingeservicios Sac.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 142:*Promedio de murete a tracción diagonal con 10% de PET*

Esfuerzo cortante	Promedio de Espécimen
(kPa)	1.073
(Kg/cm²)	10.94

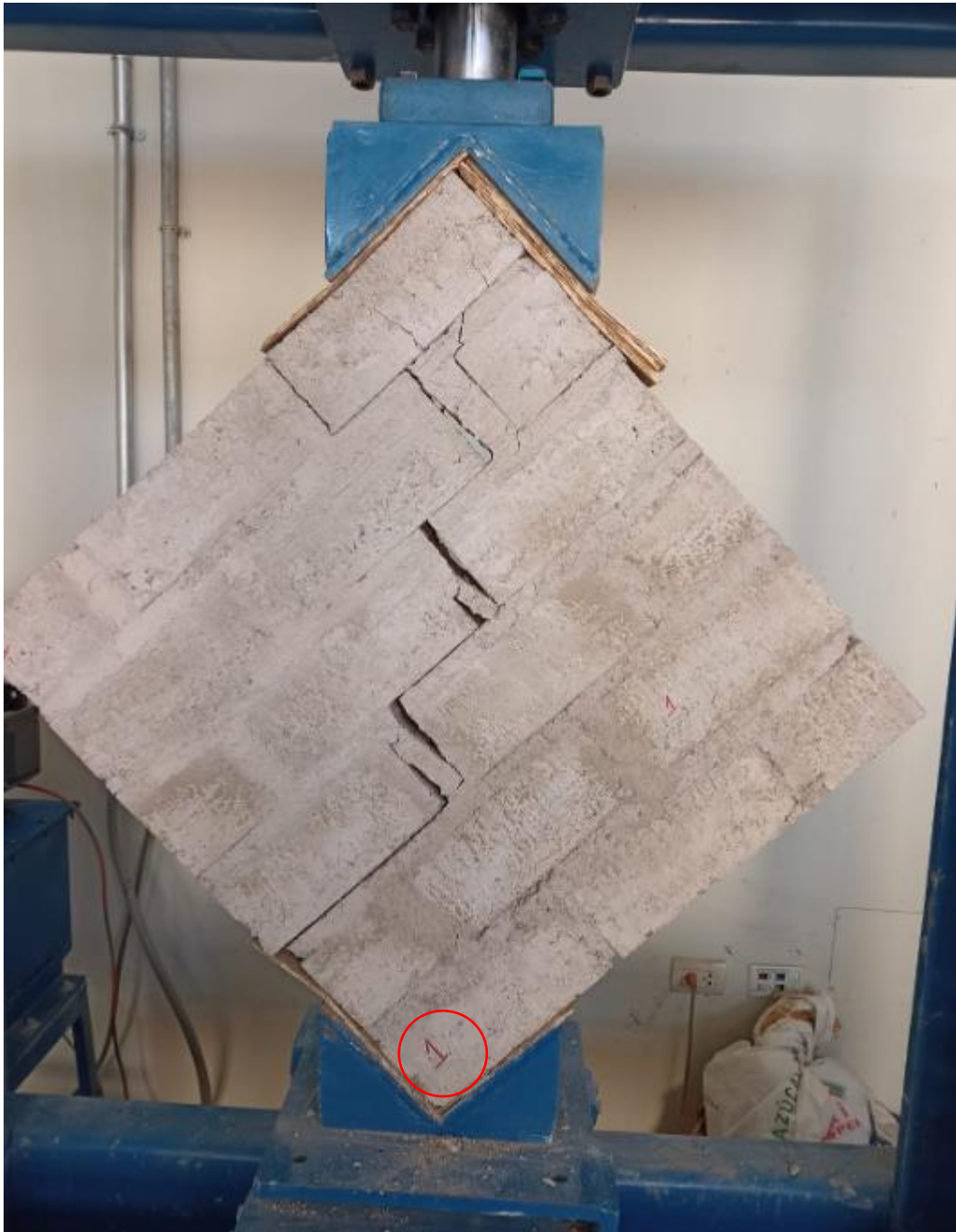
Fuente: Elaboración propia

Figura 45:
Ensayo a compresión diagonal de murete con 2% de PET (plástico)



Fuente: Elaboración propia

Figura 46:
Rotura de murete con 2% de PET (plástico)



Fuente: Elaboración propia

Figura 47:
Ensayo a compresión diagonal de murete con 6% de PET (plástico)



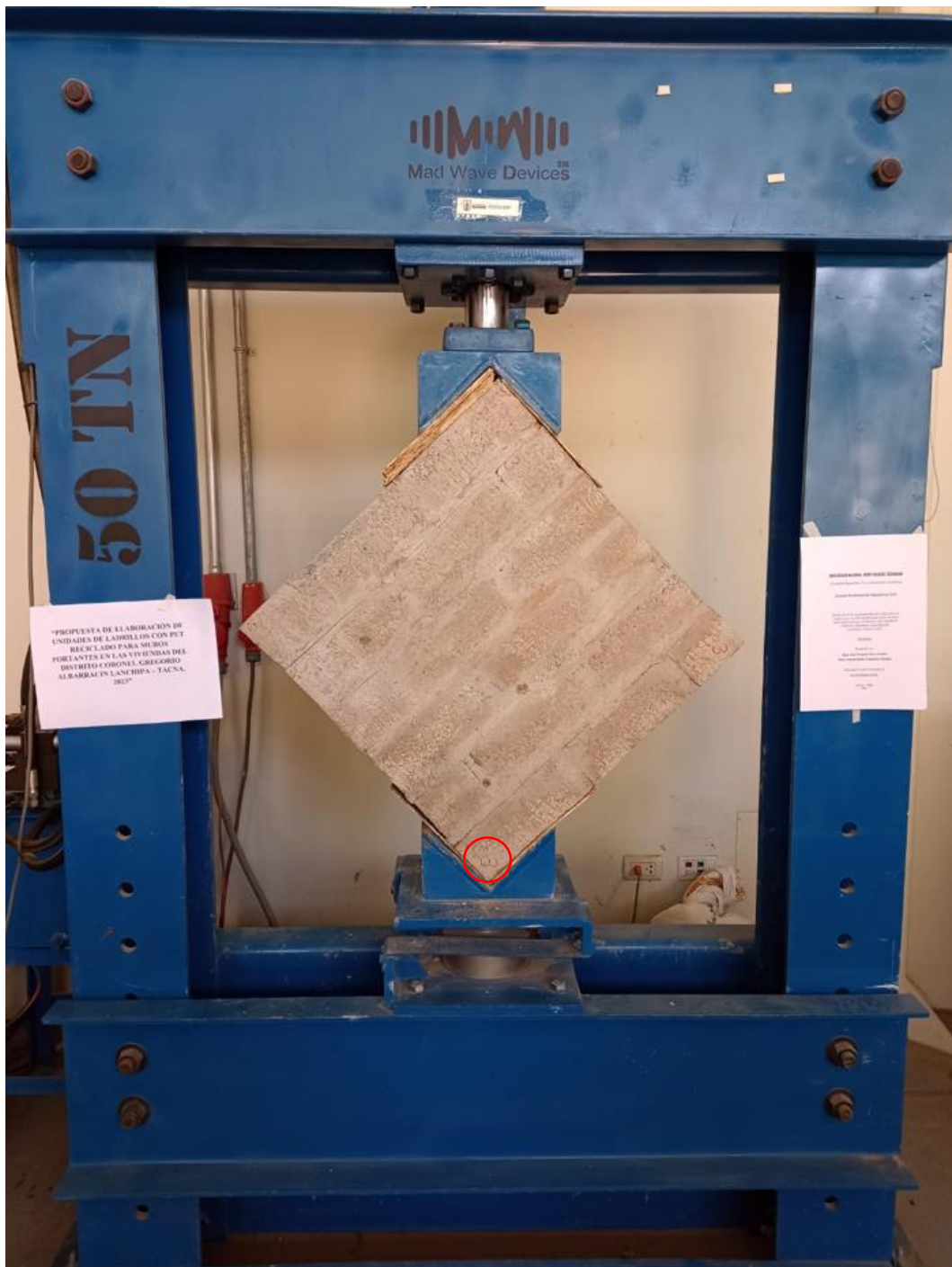
Fuente: Elaboración propia

Figura 48:
Rotura de murete con 6% de PET (plástico)



Fuente: Elaboración propia

Figura 49:
Ensayo a compresión diagonal de murete con 6% de PET (plástico)



Fuente: Elaboración propia

Figura 50:
Rotura de murete con 6% de PET (plástico)



Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Análisis del diseño de unidades de ladrillo

En la tesis “Propuesta de elaboración de unidades de ladrillos con PET reciclado para muros portantes en las viviendas del Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna, 2023”; se propuso y realizó un ladrillo de dosificaciones con 2%, 6% y 10% de PET (plástico), incluyendo y reemplazando este porcentaje al agregado fino.

Se considero como punto de partida elaborar un prototipo (diseño convencional) con 0% de plástico PET reciclado, logrando optimizar la dosificación del porcentaje de plástico PET para la obtención de resultados óptimos, con un diseño de mezcla $f'c=180 \text{ kg/cm}^2$ 1:3:2 certificado/aprobado por el laboratorio Ingeservicios SAC; por 1 bolsa de cemento se necesita 3 bolsas de agregado grueso, 2 bolsas de agregado fino y 25.78 litros. Para 1 m³ se requiere 8 bolsas de cemento (339.90 kg), 1054.20 kg de agregado fino, 702.89 de agregado grueso y 206.18 kg de agua; de esta forma se reemplaza el plástico al agregado fino del diseño convencional en los porcentajes designados.

De este modo en 1 m³, se realizó el remplazo de porcentajes 2%, 6% y 10% de plástico PET reciclado; para el 2% se necesita 21.08 kg de plástico

PET y el agregado fino se reduce a 1033.11 kg, para el 6% se necesita 63.25 kg de plástico PET y el agregado fino se reduce a 990.94 kg, para el 10% se necesita 105.42 kg de plástico PET y el agregado fino se reduce a 948.78 kg.

En referencia al ladrillo Tipo IV Kingkong para uso portante, con nuestra propuesta de ladrillo con plástico PET reciclado, se toma como límite de referencia la resistencia de propiedades físicas y mecánicas del ladrillo Kingkong Tipo IV. Seleccionando las dimensiones del ladrillo a referencia, optando por tomar las medidas de 9x12.5x23 cm. Teniendo esta estructura en base a las dimensiones del ladrillo Kingkong, considerando para fines constructivos, resultado:

Tabla 143:
Promedio de diseño de longitudes

Descripción de espécimen	9x12.5x23 (cm)	Largo (Lprom.) (mm):	Ancho (Aprom.) (mm):	Altura (Hprom.) (mm):
Diseño convencional + 0% PET	PROMEDIO	235.80	129.30	92.68
Diseño convencional + 2% PET	PROMEDIO	230.75	126.44	93.74
Diseño convencional + 6% PET	PROMEDIO	233.52	128.37	93.49
Diseño convencional + 10% PET	PROMEDIO	231.91	127.55	93.55

Fuente: Elaboración propia

5.2. Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos con plástico PET

Los ladrillos con plástico PET reciclado según el diseño de mezcla obtenidos por el laboratorio IngeServicios SAC, fueron sometidos a ensayos de variación dimensional, alabeo, absorción, compresión de unidades de ladrillos con plástico PET reciclado; y ensayo de prismas de compresión a pilas y compresión diagonal a muretes. Por lo tanto, de esta manera se puede realizar el análisis de las propiedades físicas y mecánicas.

5.2.1. Propiedades Físicas

De acuerdo a las propiedades del ladrillo con plástico PET, se conoce el promedio de masa de 5 especímenes para el diseño convencional y con porcentajes de 2%, 6% y 10% de plástico PET; para el diseño convencional con 0% de PET resulto una masa promedio de 5846.40 gramos, en 2% con PET se obtuvo un promedio de masa de 5739.20 gramos, en 6% con PET resulto un promedio de masa de 5568.00 gramos y en 10 % de PET se obtuvo un promedio de masa de 5316.00 gramos.

En el ensayo de variación dimensional para los porcentajes de 2%, 6% y 10%, en las dimensiones se tiene un promedio de 23.20 cm de largo, 12.79 cm de ancho y 9.34 cm de altura promedio general.

Otro rasgo en el ensayo de alabeo se evaluó y resultó con alabeo máximo de 2mm en la superficie cóncava y en la superficie convexa se determinó un máximo de 0.2mm.

Adicionalmente se realizó un promedio al ensayo de absorción, para el diseño convencional con 0% de plástico PET se obtuvo 10.12%, para el 2% con plástico PET se obtuvo 9.75%, en 6% con plástico PET se obtuvo 9.15% y en 10% con plástico PET se obtuvo 8.74%

5.2.2. Propiedades Mecánicas

En las propiedades mecánicas se sometió las unidades del ladrillo a compresión, para cada porcentaje se evaluó 5 muestras de ladrillo con plástico PET. Por lo que, el resultado promedio de cada porcentaje con 0%, 2%, 6% y 10% es de 271.56 kg/cm², 228.88 kg/cm², 224.79 kg/cm² y 168.30 kg/cm² respectivamente, determinando la resistencia promedio de cada porcentaje.

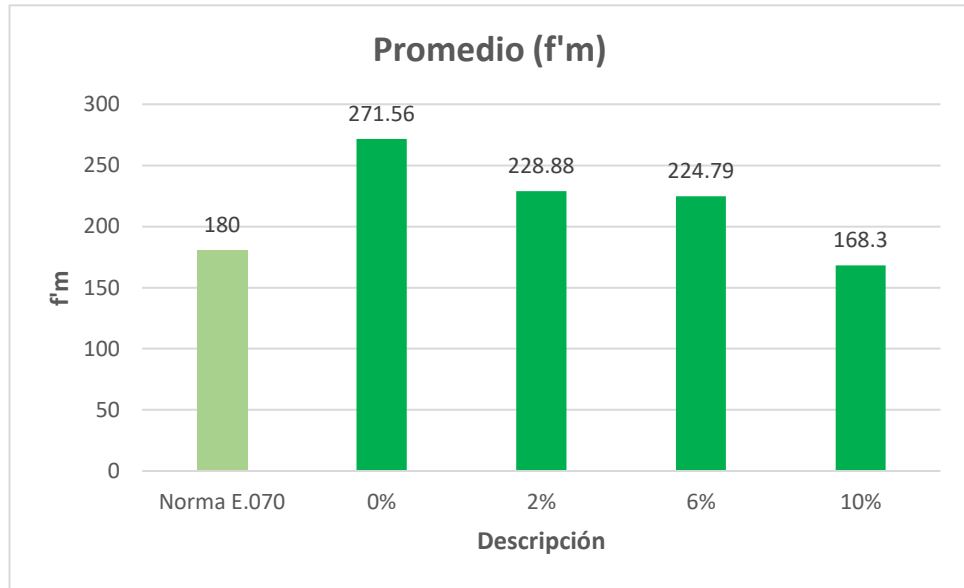
Tabla 144:
Promedio de resistencia a compresión de unidades

Descripción	Promedio (f'm)
Norma E.070	180.00
0%	271.56
2%	228.88
6%	224.79
10%	168.30

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 1:

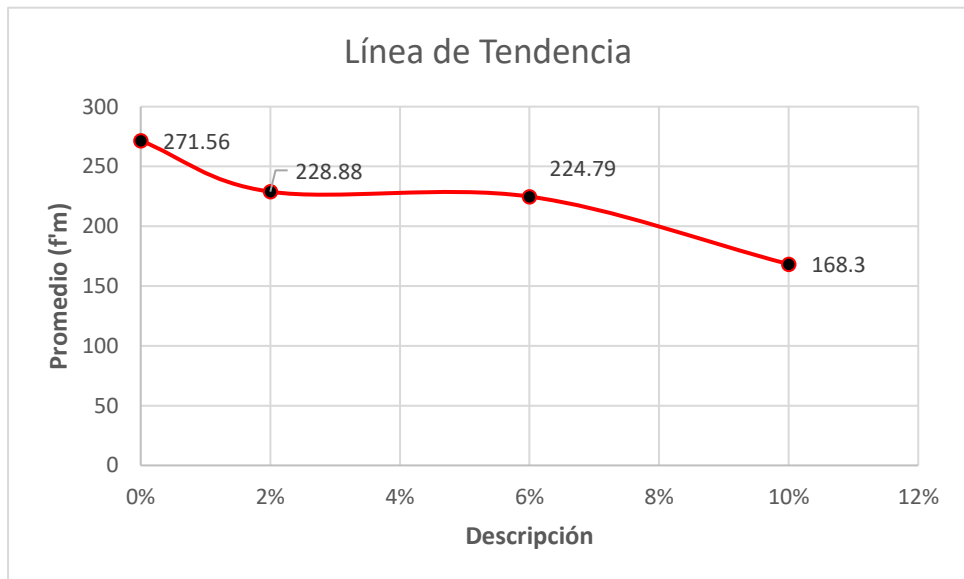
Tabla de barras del promedio de resistencia a compresión de unidades



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 2:

Línea de tendencia del promedio de resistencia a compresión de unidades



Fuente: Elaboración propia

De esta manera se evaluó la resistencia a compresión de pilas, que tiene por altura promedio de 30.09 cm, 30.11 cm, 29.14 cm y 30.66 cm respectivamente para cada porcentaje y se evaluó 5 muestras de Pilas con plástico PET de 3 niveles. Por lo que, el resultado promedio de cada porcentaje con 0%, 2%, 6% y 10% es de 88.03 kg/cm², 116.40 kg/cm², 135.27 kg/cm² y 100.84 kg/cm² respectivamente, determinando la resistencia promedio de cada porcentaje.

Tabla 145:

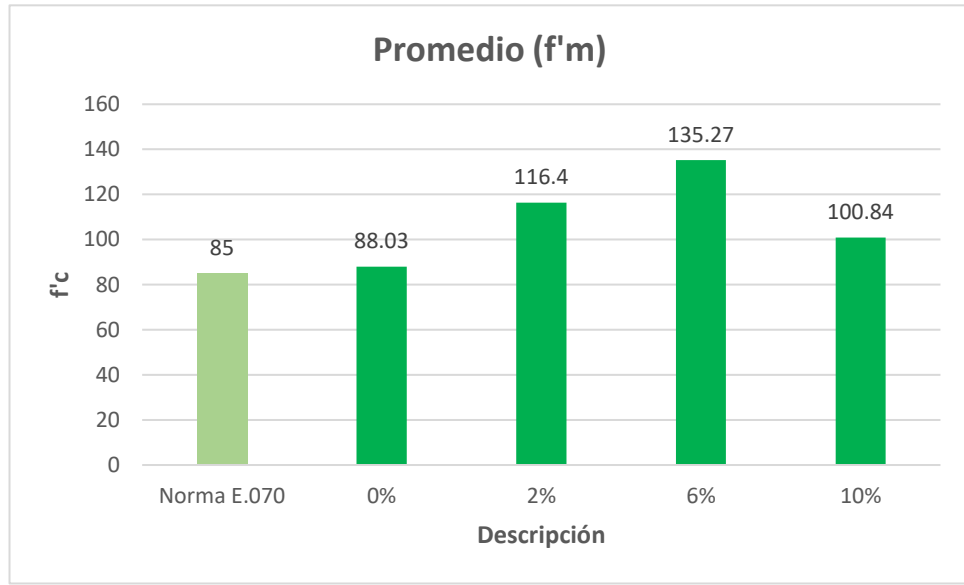
Promedio de resistencia a compresión de pilas

Descripción	Promedio (f'm)
Norma E.070	85.00
0%	88.03
2%	116.40
6%	135.27
10%	100.84

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 3:

Tabla de barras del promedio de resistencia a compresión de pilas



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 4:

Línea de tendencia del promedio de resistencia a compresión de pilas



Fuente: Elaboración propia

5.3. Análisis de los muretes según la Norma E.070

Adicionalmente, se analizó la resistencia de muretes a esfuerzo de tracción diagonal basándonos en la norma E.070, siendo una propiedad mecánica. Por lo que, para el murete con 2% de PET, se obtuvo una carga promedio de 7799.33 N, por la carga aplicada a la sección diagonal, obteniendo un esfuerzo cortante de 7.42 kg/cm², para el murete con 6% de PET, se obtuvo una carga promedio de 10937.67 N, por la carga aplicada a la sección diagonal, obteniendo un esfuerzo cortante de 10.02 kg/cm² y para el murete con 10% de PET, se obtuvo una carga promedio de 11636.67 N, por la carga aplicada a la sección diagonal, obteniendo un esfuerzo cortante de 10.94 kg/cm².

Tabla 146:

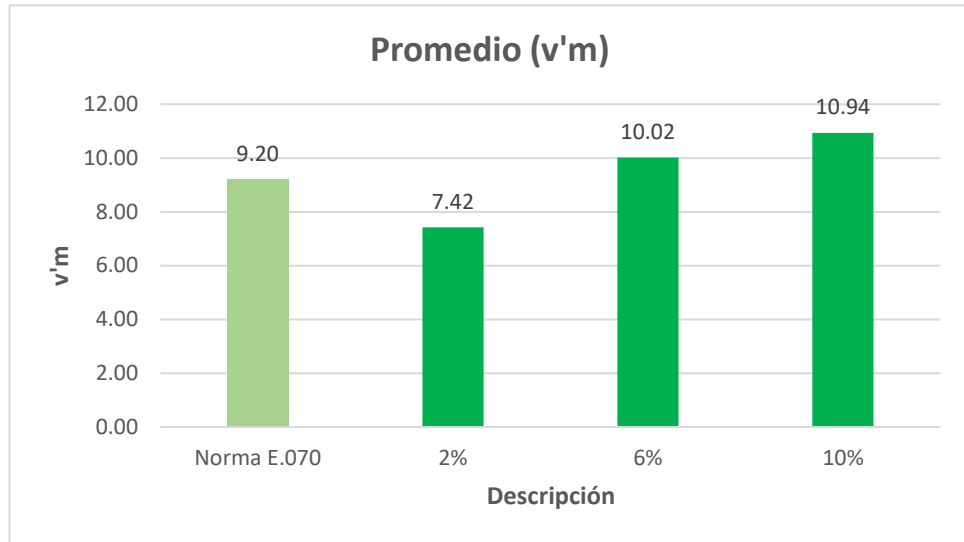
Promedio de murete a tracción diagonal

Descripción	Promedio (f'm)
Norma E.070	9.20
2%	7.42
6%	10.02
10%	10.94

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5:

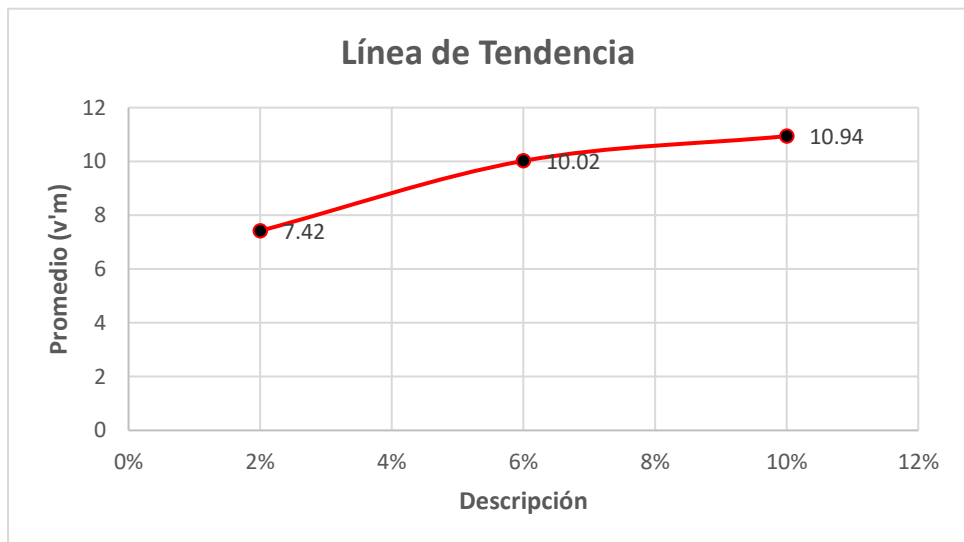
Tabla de barras del promedio de resistencia a tracción diagonal



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6:

Línea de tendencia del promedio de resistencia a tracción diagonal



Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

1. Se logró elaborar y evaluar los ladrillos con adición de PET reciclado mejorando sus propiedades físico-mecánicas para el diseño de viviendas, ubicadas en el Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa – Tacna.
2. Se realizó la dosificación con 2%, 6% y 10% de plástico PET reciclado para elaborar unidades de ladrillos para muros portantes y concluir que el diseño de la dosificación del 6% y 10% de PET reciclado es óptimo para la construcción de viviendas en el Distrito coronel Gregorio Albarracín Lanchipa – Tacna. Determinado que la dosificación de mezcla es 1:3:2, de esta forma se reemplazó los porcentajes de plástico PET al agregado fino
3. Se determinó las propiedades físicas y mecánicas de unidades de ladrillos con PET reciclado, que fueron sometidos a pruebas para conocer sus características y se realizaron ensayos; como resultado se obtienen las resistencias a la compresión de unidades para la dosificación de 2% resulta 228.88 kg/cm²; 6% con 224.79 kg/cm²; y el de 10% con 168.30 kg/cm²; para este ensayo concluimos que las dosificaciones son óptimas de acuerdo a la norma de albañilería, siendo

el requerimiento mínimo para la compresión de unidades (130kg/cm²). Además, se obtiene del ensayo a compresión de pilas en la dosificación de 2% resulta 116.4 kg/cm²; 6% con 135.27 kg/cm², y 10% con 100.84 kg/cm², para este ensayo a compresión de pilas, se concluye que las dosificaciones son óptimas de acuerdo a la norma de albañilería, siendo el requerimiento mínimo para la compresión de pilas (65 kg/cm²). Por lo tanto, cumple con las propiedades físicas y mecánicas según la norma de albañilería. Además, las dosificaciones con mayor resistencia; a compresión a unidades es de 2% y a compresión de pilas es de 6%.

4. Se determinó el ensayo de resistencia a tracción diagonal de muretes de albañilería con dosificaciones de 2%, 6% y 10% de plástico PET, obteniendo como resultado promedio del esfuerzo cortante en la resistencia a tracción diagonal es de 7.42 kg/cm², 10.02 kg/cm² y 10.94 kg/cm² respectivamente; la dosificación del 6% y 10% de PET reciclado cumplió con los requerimientos mínimos de acuerdo a la norma E.070 que establece para muros portantes (8.1kg/cm²), pero la dosificación con 2% con 7.42 kg/cm² no supera a la resistencia requerida. Por lo tanto, la dosificación con mayor resistencia a la tracción diagonal es el murete con 10% de plástico PET.

6.2. Recomendaciones

- Para futuras investigaciones complementar ensayos a escala real, los ladrillos con PET reciclado y someter a ensayos cíclicos, en muros de albañilería y obtener resultados para determinar desplazamientos y fuerzas sometidas al muro.
- Realizar probetas cubicas de mortero, curado adecuado, someter a ensayo de compresión, controlar las características del mortero, comparar el resultado con las unidades del ladrillo con PET reciclado, lograr homogenizar la estructura y evitar la falla por aplastamiento.
- Continuar la investigación y diseñar otros elementos estructurales con adición de plástico PET reciclado. Contar con buen presupuesto para la construcción de una vivienda familiar con muros a base de ladrillos con plástico PET y elementos como vigas, columnas, zapatas con plástico PET reciclado.
- Ser minucioso en la fabricación del molde de acero para el ladrillo con adición de plástico PET, y también durante la elaboración del ladrillo vibrar mediante capas; porque los ensayos y resultados dependen del proceso de elaboración.

- Seguir esta investigación de ladrillo con Plástico PET reciclado, triturado en finos, incrementando el remplazo del agregado en un mayor porcentaje de plástico PET y poder conocer el punto crítico de su resistencia máxima en los resultados obtenido conociendo sus propiedades físicas y como mecánicas. Comparar ladrillos con PET reciclado, con una dosificación mínima con una dosificación mucho mayor.

CAPÍTULO VII

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, J. (2015). "Fabricación y evaluación de concreto de alta resistencia usando aditivo superplastificante y sílices con cemento portland tipo IP en la ciudad de Tacna." <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/2813>
- Alan, D., & Cortez, L. (2013). Procesos y fundamentos de la investigación científica. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9).
- Alonso, A., García, L., León, I., García, E., Gil, B., & Ríos, L. (2012). Métodos de investigación de enfoque experimental. *Metodología de La Investigación Educativa*. <http://www.postgradoune.edu.pe/documentos/Experimental.pdf>
- Amable, M. (2015). Propuesta de un proceso de investigación cuantitativa. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6043099.pdf>
- Angumba, P. (2016). Ladrillos elaborados con plásticos reciclado (PET), para mampostería no portante. *El Escorial*. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/25297>
- Beraún, E. (2017). *Resistencia a la compresión de un concreto de $f'c = 280\text{kg/cm}^2$ con adición de fibra vegetal (cocos nocifera) con una proporción de 0.5%*,

1.0% y 1.5%. <http://190.116.36.86/handle/UNC/696>

Bonilla, D. (2006). Factores de Corrección de la Resistencia en Compresión de Primas de albañilería por efectos de esbeltez. *Test*.
https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/175/BO_NILLA_DANTE_FACTORES_DE_CORRECCION_DE_LA_RESISTENCIA_EN_COMPRESION_DE_PRISMAS_DE_ALBAILERA_POR_EFECTOS_DE_ESBELTEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Borja, M. (2016). Metodología de Investigación Científica para ingeniería Civil. *Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo*.
https://www.academia.edu/33692697/Metodología_de_Investigación_Científica_para_ingeniería_Civil

Campos, K. L., Gomez, F. F., Montero, M. A., Pantoja, F. E., & Pasco, J. A. (2019). *Diseño del Proceso de Producción de Ladrillos Basados en Plástico Reciclado*.
https://pirhua.udel.edu.pe/bitstream/handle/11042/4292/PYT_Informe_Final_Proyecto_Ladrillos_PET.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Caraza, V. (2015). “Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería BLOCKER II de la Ladrillera Martorell en relación a la norma RNE E.070 con fines de uso en viviendas de la ciudad de Tacna.”
<http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/2812>

Carlos, J., & Sinticala, R. (2020). *“Caracterización de los agregados de las principales canteras de la provincia de Tacna para optimizar su uso en obras de construcción 2018.”*

<https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/1467>

Castillo, D. (2018). *Análisis de la implementación de ladrillos fabricados a partir de plástico reciclado como material de construcción.*

<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/14462/2018dianacastillo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Coral, M. (2017). *Ensayos cíclicos en muros de albañilería confinada construidos con ladrillos King Kong de fabricación industrial.* 94.

<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/13133>

Cuellar, J., & Sequeiros, W. (2017). *Influencia del curado en la resistencia a la compresión del concreto preparado con cemento Portland Tipo I y cemento Puzolánico Tipo IP en la ciudad de Abancay – Apurímac.*

<http://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/106>

Echeverría, E. (2017). *Ladrillos de concreto con plástico PET reciclado. Universidad Nacional de Cajamarca.*

[http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1501/LADRILLOS DE CONCRETO CON PLÁSTICO PET RECICLADO.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1501/LADRILLOS_DE_CONCRETO_CON_PLÁSTICO_PET_RECICLADO.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Flores, N. (2018). “Influencia de la dosificación en las características físico - mecánica de la unidad de ladrillo fabricados con productos plásticos reciclados 2018”. *Universidad César Vallejo*. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/25281>
- Flores, R. (2019). *Ladrillos de plástico reciclado para mampostería no portante*. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/25297>
- Gallardo, E. (2017). Metodología de la Investigación. Manual Autoformativo Interactivo I. *Universidad Continental*. https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/4278/1/DO_UC_EG_MAI_UC0584_2018.pdf
- Gareca, M., Andrade, M., Pool, D., Barrón, F., & Villarpando, H. (2020). *Nuevo Material Sustentable: Ladrillos Ecológicos a Base de Residuos Inorgánicos*. <http://www.scielo.org.bo/pdf/rcti/v18n21/v18n21a03.pdf>
- Gómez, E., & Guzmán, M. (2019). *Comparación entre las propiedades físicas y mecánicas de los bloques fabricados con viruta de plástico PET y los bloques tradicionales de acuerdo a la norma NTE INEN 3066*. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/18759/1/T-UCE-0011-ICF-139.pdf>
- Gómez Serrato, J. G. (2016). Diagnostico del impacto del plastico (botellas) sobre el medio ambiente: Un estado del arte. *Universidad Santo Tomas*, 81. <http://hdl.handle.net/11634/10047>

Huertas, B., & Palacios, Di. (2021). *Propuesta de utilización de unidades de albañilería ecosostenibles y económicas de tipo modular con componente plástico PET para la construcción de viviendas en Arequipa*.
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/653228>

Izaguirre, I. (2017). *La construcción informal en las laderas de los cerros y sus efectos en la seguridad de los pobladores del distrito Independencia, Lima 2016*. Universidad César Vallejo.
http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/14961/Izaguirre_KIR.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Luque, R., & Nina, L. (2022). *Uso de adoquines de concreto con PET reciclado para mejoramiento de la infraestructura vial urbano en la Avenida Humboldt, Tramo: Av. Municipal – Av. Estanislao Cándor, Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa – Tacna, 2021*. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3356707>

Maquera, W. (2019). *Evaluación del beneficio del uso de eco-materiales para la construcción de infraestructura educativa sostenible e innovadora de la provincia de Tacna - 2019*. *Artículo de Financial Distress*, Financial Distress.
<http://www.upt.edu.pe/upt/web/home/contenido/100000000/65519409>

Martinez, A., & Amariz, M. (2014). *Diseño y fabricación de ladrillo reutilizando materiales a base de PET*.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4974825>

- Ministerio de Vivienda, C. y S. (2019). NTP E.060 Concreto Armado. *Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento*.
https://www.cip.org.pe/publicaciones/2021/enero/portal/e.060-concreto-armado-sencico.pdf?fbclid=IwAR3pUqzyYXeNJZ_TN9vgjBjX6p5iHnt1fmlzInKlckSIcuw4FfBNzL7rVj0
- Paz, E. E. (2014). Análisis De La Determinación De Las Propiedades Físico Y Mecánicas De Ladrillos Elaborados Con Plástico Reciclado. *Universidad Nacional Del San Agustín*.
<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/2921/MTpagoe003.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Piñeros, Mi., & Herrera, R. (2018). *Proyecto de factibilidad económica para la fabricación de bloques con agregados de plástico reciclado (PET), aplicados en la construcción de vivienda*.
<https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/22382>
- Sánchez, M., Fernández, M., & Díaz, J. (2021). Técnicas e instrumentos de recolección de información: análisis y procesamiento realizado por el investigador cualitativo. *Revista Científica UISRAEL*.
<https://doi.org/10.35290/rcui.v8n1.2021.400>
- Valdivia, C. (2020). Determinación de la resistencia a la compresión axial y

resistencia al corte de la albañilería de ladrillos pandereta de arcilla fabricado de manera industrial en la ciudad de Huánuco. *Universidad Nacional Hermilio Valdizán*. <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/5816>

Zavala, G. J. (2015). Diseño y desarrollo experimental de materiales de construcción utilizando plástico reciclado. In *Dirección de investigación y proyección social*. http://hdl.handle.net/10972/2442%0Ahttp://www.lareferencia.info/vufind/Record/SV_e04cdb300e87914730db49bfc7f0129

CAPÍTULO VIII ANEXOS

Título: Propuesta de elaboración de unidades de ladrillos con PET reciclado para muros portantes en las viviendas del Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna, 2023.

Anexo N° 1: Matriz de consistencia

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Indicadores	Metodología	Instrumentos
<p>Problema general</p> <p>¿La adición de PET reciclado a unidades de ladrillo mejorará las propiedades físico-mecánicas para el diseño de viviendas ubicadas en el Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Elaborar ladrillos adicionando PET reciclado y evaluar sus propiedades físico-mecánicas para el diseño de viviendas ubicadas en el Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna.</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>La adición de PET reciclado a unidades de ladrillo mejora las propiedades físico-mecánicas para el diseño de viviendas ubicadas en el Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna.</p>	<p>Variable independiente:</p> <p>Ladrillo con PET</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Variación dimensional del ladrillo ▪ Alabeo ▪ Absorción ▪ Resistencia a Compresión de unidades 	<p>Tipo de investigación:</p> <p>Aplicada</p> <p>Enfoque:</p> <p>Cualitativo</p> <p>Nivel de investigación:</p> <p>Exploratorio</p>	<p>Unidades de albañilería (NTP-399.604-2002)</p> <p>Agregados (NTP 400.037)</p>
<p>Problemas específicos</p> <p>¿Las dosificaciones realizadas con PET reciclado serán óptimas para elaborar unidades de ladrillos en muros portantes en el Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa – Tacna?</p> <p>¿Las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de ladrillos con la adición de PET cumplirán con los requerimientos según la norma de albañilería?</p> <p>¿Resistencia a tracción diagonal de muretes con adición de PET reciclado para albañilería cumplirá con los requerimientos mínimos que establece la norma E. 070 para muros portantes?</p>	<p>Objetivos específicos</p> <p>Determinar la dosificación óptima de mezclas en la elaboración de ladrillos adicionado PET reciclado para muros portantes en el Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna.</p> <p>Determinar las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de ladrillos con la adición de PET reciclado según la norma de albañilería.</p> <p>Determinar la resistencia a tracción diagonal de muretes de ladrillos con la adición de PET reciclado para albañilería que establece la norma E. 070 para muros portantes.</p>	<p>Hipótesis específicas</p> <p>Las dosificaciones realizadas con PET reciclado son óptimas para elaborar las unidades de ladrillos en muros portantes en el Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna.</p> <p>La determinación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de ladrillos con PET reciclado cumple con los requerimientos según la norma de albañilería.</p> <p>La determinación de resistencia a tracción diagonal de muretes con PET reciclado para albañilería cumple con los requerimientos mínimos que establece la norma E. 070 que establece para muros portantes.</p>	<p>Variable dependiente:</p> <p>Muro portante</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Resistencia a compresión de pilas ▪ Corte en muretes de albañilería o Tracción diagonal de muretes 	<p>Diseño de investigación:</p> <p>Experimental</p> <p>Población:</p> <p>Plástico reciclado en la ciudad de Tacna – Tacna</p> <p>Muestra:</p> <p>296 Ladrillos con PET</p>	<p>Tracción diagonal o corte de muretes de albañilería (NTP 399.621: 2004)</p> <p>Análisis granulométrico por tamizado – NTP 400.012</p>

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 2: Panel Fotográfico

Figura 51:
Identificación de la Cantera Arunta



Nota. Elaboración Propia

Figura 52:
Ubicación de la Cantera Arunta



Nota. Elaboración Propia

Figura 53:
Mezcladora de Concreto



Nota. Elaboración Propia

Figura 54:
Agregado Grueso (3/8)



Nota. Elaboración Propia

Figura 55:
Agregado Fino



Nota. Elaboración Propia

Figura 56:
Zona para el lavado de muestras en el Laboratorio Ingeservicios SAC



Nota. Elaboración Propia

Figura 57:
Ladrillos con plástico PET



Nota. Elaboración Propia

Figura 58:
Par de ladrillos con plástico PET elaborado del molde



Nota. Elaboración Propia

Figura 59:

Molde para ladrillo King Kong macizo medidas 9x12,5x23cm



Nota. Elaboración Propia

Figura 60:

Estanque para el curado del ladrillo con plástico PET



Nota. Elaboración Propia

Figura 61:

Unidad de ladrillo con plástico PET despues de la compresion



Nota. Elaboración Propia

Figura 62:

Pila de ladrillos con plástico PET reciclado despúes de la compresión



Nota. Elaboración Propia

Figura 63:

Traslado de muretes de ladrillo con plástico PET a compresión



Nota. Elaboración Propia

Figura 64:

Maquinaria para el ensayo de tracción diagonal



Nota. Elaboración Propia

Figura 65:
Tesista en laboratorio para el ensayo a tracción diagonal



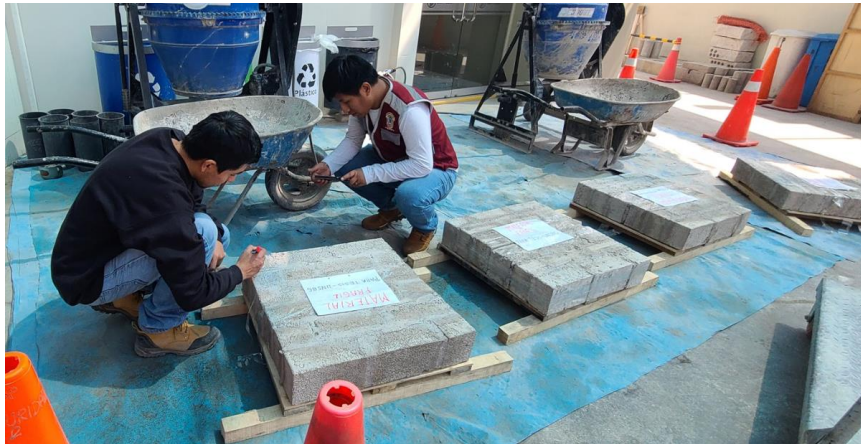
Nota. Elaboración Propia

Figura 66:
Muestras de muretes en laboratorio



Nota. Elaboración Propia

Figura 67:
Numeración de muestras para identificación de espécimen




Nota. Elaboración Propia

Figura 68:
Rotura de murete de ladrillos con plástico PET



Nota. Elaboración Propia

Anexo N° 3: Ensayo de agregados para elaborar ladrillos con plástico PET



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
Consultoría y control de calidad en proyectos de ingeniería
Garantía en eficiencia y seguridad

PRP-06-021R/Abril 2022/Rev.00

INFORME DE ENSAYO
 DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Pagina: 1 de 1

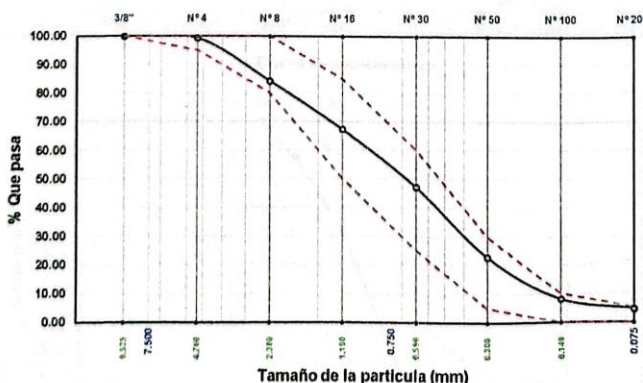
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NTP. 400.012

INFORME N°:	LSCP - 23 - 001		
PROYECTO:	Propuesta de elaboración de unidades de ladrillos con PET reciclado para muros portantes en las viviendas del distrito coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna, 2023		
SOLICITANTE:	Bach. Luis Fernando Flores Encinas - Bach. Gonzalo Ruben Yapuchura Mamani		
DIRECCIÓN:	-		
UBICACIÓN:	Tacna - Tacna - Tacna	FECHA DE RECEPCIÓN:	20 de Setiembre de 2023
MUESTRA:	Cantera Arunta	FECHA DE EJECUCIÓN:	20 de Setiembre de 2023
ENSAYADO EN:	Laboratorio de INGESERVICIOS SAC	FECHA DE EMISIÓN:	29 de Setiembre de 2023

Material:	Agregado fino	Método de secado:	Por horno 110°C±5°C
Datos adicionales:	-	Modulo de Fineza:	2.71


Tamices ASTM	Abertura mm	W. Retenido (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Gradación:	NTP 400.037 Agregado fino
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
N° 4	4.760	5.64	0.61	0.61	99.39	95	100
N° 8	2.380	139.94	15.20	15.81	84.19	80	100
N° 16	1.190	155.76	16.92	32.73	67.27	50	85
N° 30	0.590	184.79	20.07	52.80	47.20	25	60
N° 50	0.300	223.64	24.29	77.09	22.91	5	30
N° 100	0.149	135.84	14.75	91.84	8.16	0	10
N° 200	0.075	32.34	3.51	95.35	4.65	0	5
Base		42.77	4.65	100.00	0.00	M. Fineza:	2.71
Total		920.72	-	-	-	W. Muestra (g):	920.72

Curva Granulométrica



Observación:

- Agregado fino: La cantidad de muestra de agregado fino, después de secado, debe ser de 300 g mínimo.
- El material fue proporcionado por el solicitante.
- Los agregados que no cumplan con los requisitos indicados en las NTP, podrán ser utilizados siempre que el Constructor demuestre, a través de ensayos y por experiencias de obra, que producen concretos con la resistencia y durabilidad requeridas. Norma E 060 (3.3.1).


Ing. Julio César Carrion Gutier
ING. CIVIL CIP: 235012
JEFE Y ESPECIALISTA DE CALI:

- Esta prohibido la reproduccion parcial o total de este documento sin la autorizacion escrita de Ingeservicios S.A.C.

INFORME DE ENSAYO
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página: 1 de 1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NTP 400.012

INFORME N°: LSCP - 23 - 002

PROYECTO: Propuesta de elaboración de unidades de ladrillos con PET reciclado para muros portantes en las viviendas del distrito coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna, 2023

SOLICITANTE: Bach. Luis Fernando Flores Encinas - Bach. Gonzalo Ruben Yapuchura Mamani

DIRECCIÓN: -

UBICACIÓN: Tacna - Tacna - Tacna

FECHA DE RECEPCIÓN: 20 de Setiembre de 2023

MUESTRA: Cantera Arunta

FECHA DE EJECUCIÓN: 20 de Setiembre de 2023

ENSAYADO EN: Laboratorio de INGESERVICIOS SAC

FECHA DE EMISIÓN: 29 de Setiembre de 2023

Material: Agregado grueso

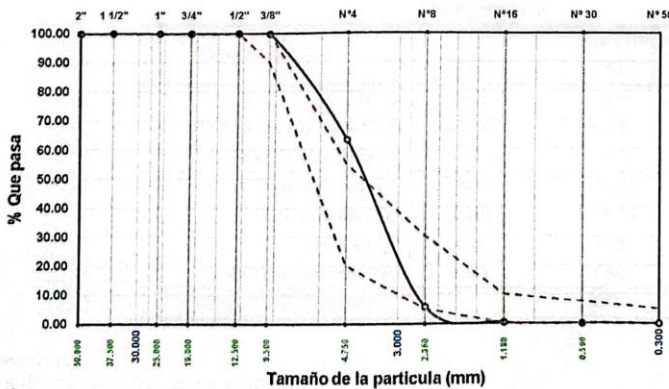
Método de secado: Por horno 110°C±5°C

Datos adicionales: Muestra N°1

Tamaño máximo nominal del agregado: N°4

Tamices ASTM	Abertura mm	W. Retenido (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Gradación 89	NTP 400.037 Tamaño Nominal 1/2" a 3/8"
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
3/8"	9.500	1.67	0.10	0.10	99.90	90	100
N°4	4.750	586.96	36.35	36.45	63.55	20	55
N°8	2.360	930.30	57.61	94.06	5.94	5	30
N°16	1.180	89.91	5.57	99.63	0.37	0	10
N°30	0.590	5.89	0.36	100.00	0.00		
N°50	0.300	0.08	0.00	100.00	0.00	0	5
Base		0.00	0.00	100.00	0.00	T. Máximo: 3/8"	
Total		1614.81	-	-	-	W. Muestra (g): 1614.81	

Curva Granulométrica



Observación:
- El material fue proporcionado por el solicitante.
- Los agregados que no cumplan con los requisitos indicados en las NTP, podrán ser utilizados siempre que el Constructor demuestre, a través de ensayos y por experiencias de obra, que producen concretos con la resistencia y durabilidad requeridas. Norma E 060 (3.3.1).

- Esta prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Ingeservicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- Los resultados del informe de ensayo solo están relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.



IngeServicios

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Consultoría y control de calidad en proyectos de ingeniería

Garantía, eficiencia y seguridad

PRP-06-024R/Abril 2022/Rev.00

INFORME DE ENSAYO

DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página: 1 de 1

CONTENIDO DE HUMEDAD

NTP 339.185

INFORME N°: LSCP - 23 - 003

PROYECTO : Propuesta de elaboración de unidades de ladrillos con PET reciclado para muros portantes en las viviendas del distrito coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna, 2023

SOLICITANTE : Bach. Luis Fernando Flores Encinas - Bach. Gonzalo Ruben Yapuchura Mamani

DIRECCIÓN : -

UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna

FECHA DE RECEPCIÓN: 20 de Setiembre de 2023

MUESTRA : Cantera Arunta

FECHA DE EJECUCIÓN: 20 de Setiembre de 2023

ENSAYADO EN: Laboratorio de INGESERVICIOS SAC

FECHA DE EMISIÓN: 29 de Setiembre de 2023

Material: Ag. Grueso - Ag. Fino

Método de secado: Por horno 110°C±5°C

Datos adicionales: -

Condición Inicial: Muestra alterada

Agregado Grueso

CARACTERISTICAS	MUESTRA		
	CHF-1	CHF-2	CHF-3
W. Tara (g)	94.9	98.78	103.68
W.Tara + Muestra Húmeda (g)	1025.20	957.09	1229.95
W.Tara + Muestra Seca (g)	1015.36	947.94	1218.13
W. Muestra Humeda (g)	930.30	858.31	1126.27
W. Muestra Seca (g)	920.46	849.16	1114.45
W. Agua (g)	9.84	9.15	11.82
Contenido de Humedad (%)	1.069	1.078	1.061
Contenido de Humedad (%)	1.069		

Agregado Fino

CARACTERISTICAS	MUESTRA		
	CHG-1	CHG-2	CHG-3
W. Tara (g)	97.76	94.05	95.50
W.Tara + Muestra Húmeda (g)	622.32	577.86	722.50
W.Tara + Muestra Seca (g)	617.83	573.80	717.08
W. Muestra Humeda (g)	524.56	483.81	627.00
W. Muestra Seca (g)	520.07	479.75	621.58
W. Agua (g)	4.49	4.06	5.42
Contenido de Humedad (%)	0.863	0.846	0.872
Contenido de Humedad (%)	0.861		

Observación:

- El material fue proporcionado por el solicitante.

- Esta prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de IngeServicios S.A.C.

- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

- Los resultados del informe de ensayo solo estan relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad

de productos o certificados de sistemada calidad de la entidad que lo produce

IngeServicios

Ing. Julio César Carrión Gutiérrez
ING. CIVIL CIP: 235012
JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página: 1 de 1

PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO
NTP. 400.017

INFORME N°: LSCP - 23 - 004

PROYECTO : Propuesta de elaboración de unidades de ladrillos con PET reciclado para muros portantes en las viviendas del distrito coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna, 2023

SOLICITANTE : Bach. Luis Fernando Flores Encinas - Bach. Gonzalo Ruben Yapuchura Mamani

DIRECCIÓN: -

UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna

MUESTRA: Cantera Arunla

ENSAYADO EN: Laboratorio de INGESERVICIOS SAC

FECHA DE RECEPCIÓN: 20 de Setiembre de 2023

FECHA DE EJECUCIÓN: 20 de Setiembre de 2023

FECHA DE EMISIÓN: 29 de Setiembre de 2023

Material: Agregado fino

Datos adicionales: Procedimiento por apisonado para el PUC.

DATOS DEL MOLDE

W. Molde (g): 1758 Alto (cm): 14.99 Diametro (cm): 15.50 Volumen (cc): 2827.926

PESO UNITARIO SUELTO

ITEM	MUESTRAS		
	PUS-1	PUS-2	PUS-3
W.Suelo + Molde (g)	6339	6366	6290
W.Suelo (g)	4581	4608	4532
Peso Unitario (g/cc)	1.620	1.629	1.603
Peso Unitario (Prom.)(g/cc)	1.617		

PESO UNITARIO COMPACTADO

ITEM	MUESTRAS		
	PUC-1	PUC-2	PUC-3
W.Suelo + Molde (g)	6662	6676	6675
W.Suelo (g)	4904	4918	4917
Peso Unitario (g/cc)	1.734	1.739	1.739
Peso Unitario (Prom.)(g/cc)	1.737		

RESULTADOS

Peso Unitario Suelto (g/cc)

1.617

Peso Unitario Compactado (g/cc)

1.737

Observación:

- El material fue proporcionado por el solicitante.


LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
Ing. Julio César Carrión Gutiérrez
ING. CIVIL CIP: 235012
JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

- Esta prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Ingeservicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- Los resultados del Informe de ensayo solo están relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página: 1 de 1

PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO
NTP. 400.017

INFORME N°: LSCP - 23 - 005

PROYECTO: Propuesta de elaboración de unidades de ladrillos con PET reciclado para muros portantes en las viviendas del distrito coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna, 2023

SOLICITANTE: Bach. Luis Fernando Flores Encinas - Bach. Gonzalo Ruben Yapuchura Mamani

DIRECCIÓN: -

UBICACIÓN: Tacna - Tacna - Tacna

FECHA DE RECEPCIÓN: 20 de Setiembre de 2023

MUESTRA: Cantera Arunta

FECHA DE EJECUCIÓN: 20 de Setiembre de 2023

ENSAYADO EN: Laboratorio de INGESERVICIOS SAC

FECHA DE EMISIÓN: 29 de Setiembre de 2023

Material: Agregado fino

Datos adicionales: Procedimiento por apisonado para el PUC.

DATOS DEL MOLDE

W. Molde (g): 1758

Alto (cm): 14.99

Diametro (cm): 15.50

Volumen (cc): 2826.101

PESO UNITARIO SUELTO

ITEM	MUESTRAS		
	PUS-1	PUS-2	PUS-3
W. Suelo + Molde (g)	5962	6044	5979
W. Suelo (g)	4204	4286	4221
Peso Unitario (g/cc)	1.488	1.517	1.494
Peso Unitario (Prom.) (g/cc)	1.499		

PESO UNITARIO COMPACTADO

ITEM	MUESTRAS		
	PUC-1	PUC-2	PUC-3
W. Suelo + Molde (g)	6365	6389	6349
W. Suelo (g)	4607	4631	4591
Peso Unitario (g/cc)	1.630	1.639	1.624
Peso Unitario (Prom.) (g/cc)	1.631		

RESULTADOS

Peso Unitario Suelto (g/cc)

1.499

Peso Unitario Compactado (g/cc)

1.631

Observación:

- El material fue proporcionado por el solicitante.

IngeServicios
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Julio Cesar Carrion Gutierrez
ING. CIVIL CIP: 235012
JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

- Esta prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Ingeservicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- Los resultados del informe de ensayo solo están relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO

DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página: 1 de 1

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN

NTP. 400.022

INFORME N°: LSCP - 23 - 006

PROYECTO: Propuesta de elaboración de unidades de ladrillos con PET reciclado para muros portantes en las viviendas del distrito coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna, 2023

SOLICITANTE: Bach. Luis Fernando Flores Encinas - Bach. Gonzalo Ruben Yapuchura Mamaní

DIRECCIÓN: -

UBICACIÓN: Tacna - Tacna - Tacna

FECHA DE RECEPCIÓN: 20 de Setiembre de 2023

MUESTRA: Cantera Arunta

FECHA DE EJECUCIÓN: 20 de Setiembre de 2023

ENSAYADO EN: Laboratorio de INGESERVICIOS S

FECHA DE EMISIÓN: 29 de Setiembre de 2023

Material: Agregado fino

Método de secado: Por horno 110°C±5°C

Datos adicionales: Procedimiento gravimétrico (Picnómetro)

Condición inicial: -

GRAVEDAD ESPECIFICA

ITEM	MUESTRAS		
	GEF-1	GEF-2	GEF-3
Volumen de recipiente (cc)	500	500	500
W. Tara (g)	79.08	81.72	79.40
W. Tara + Muestra SSS (g)	579.83	583.34	579.69
W. Tara + Muestra seca (g)	577.88	581.50	577.68
W. Muestra + Fiola + Agua (g)	970.20	970.32	967.03
W. Fiola + Agua (g)	658.78	658.17	655.73
W. Muestra SSS (g)	500.75	501.62	500.29
W. Muestra Seca (g)	498.80	499.78	498.28
Absorción (%)	0.391	0.368	0.403
Peso específico aparente (g/cc)	2.635	2.638	2.637
Peso específico SSS (g/cc)	2.645	2.647	2.647
Peso específico nominal (g/cc)	2.662	2.664	2.665
Absorción (Prom.)(%)	0.387		
Peso esp. aparente (g/cc)	2.636		
Peso específico SSS (g/cc)	2.647		
Peso específico nominal (g/cc)	2.664		

RESULTADOS

Peso específico SSS (g/cc)

2.647

Absorción (%)

0.387

Observación:

- El material fue proporcionado por el solicitante.



Ing. Julio César Camión Gutiérrez
ING. CIVIL CIP:235012
JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

- Esta prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Ingeservicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- Los resultados del informe de ensayo solo están relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce

INFORME DE ENSAYO

DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página: 1 de 1

**GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN
NTP. 400.021**

INFORME N°:	LSCP - 23 - 007	
PROYECTO :	Propuesta de elaboración de unidades de ladrillos con PET reciclado para muros portantes en las viviendas del distrito coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna, 2023	
SOLICITANTE :	Bach. Luis Fernando Flores Encinas - Bach. Gonzalo Ruben Yapuchura Mamani	
DIRECCIÓN:	-	
UBICACIÓN :	Tacna - Tacna - Tacna	FECHA DE RECEPCIÓN: 20 de Setiembre de 2023
MUESTRA :	Cantera Arunta	FECHA DE EJECUCIÓN: 20 de Setiembre de 2023
ENSAYADO EN:	Laboratorio de INGESERVICIOS S	FECHA DE EMISIÓN: 29 de Setiembre de 2023
Material:	Agregado grueso	Método de secado: Por horno 110°C±5°C
Datos adicionales:	Agregado sumergido en agua por 24 h ± 4 h	Condición Inicial: -

PESO ESPECÍFICO (PIEDRA)

ITEM	MUESTRA		
	PE-1	PE-2	PE-3
W. Tara (g)	78.470	80.250	79.530
W. Canastilla Sumergida (g)	0.000	0.000	0.000
W.Tara + Muestra SSS (g)	705.140	698.660	709.360
W. Tara + Muestra seca (g)	694.940	688.440	699.120
W. canastilla + Muestra sumergida (g)	398.710	393.740	401.580
W. Muestra Seca (g)	616.470	608.190	619.590
W. Muestra SSS (g)	626.670	618.410	629.830
W. Muestra SSS sumergida (g)	398.710	393.740	401.580
Volumen de la muestra SSS (cc)	227.960	224.670	228.250
Volumen de la muestra (cc)	217.760	214.450	218.010
Absorción (%)	1.655	1.680	1.653
Peso específico de la masa (P _m) (g/cc)	2.704	2.707	2.715
Peso específico masa saturada con superficie seca (P _{ss}) (g/cc)	2.749	2.753	2.759
Peso específico aparente (P _a) (g/cc)	2.831	2.836	2.842
Absorción (%)		1.663	
Peso específico de la masa (P _m) (g/cc)		2.709	
Peso específico masa saturada con superficie seca (P _{ss}) (g/cc)		2.754	
Peso específico aparente (P _a) (g/cc)		2.836	

RESULTADOS

Peso específico SSS (g/cc)

2.754

Absorción (%)

1.663

Observación:

- El material fue proporcionado por el solicitante.

IngeServicios

Ing. Julio César Camacho Gutierrez
ING. CIVIL CIP:235012
JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

- Esta prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Ingeservicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- Los resultados del informe de ensayo solo estan relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

REPORTE DE CÁLCULO
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página: 1 de 1

**PRÁCTICA ESTÁNDAR PARA SELECCIONAR PROPORCIONES PARA CONCRETO NORMAL,
PESADO Y EN MASA (ACI PRC-211.1)**

INFORME N°: LSCP - 23 - 008

PROYECTO : Propuesta de elaboración de unidades de ladrillos con PET reciclado para muros portantes en las viviendas del distrito coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna, 2023

SOLICITANTE : Bach. Luis Fernando Flores Encinas - Bach. Gonzalo Ruben Yapuchura Mamani

DIRECCIÓN : -

UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna

MUESTRA : Concreto $f_c = 180 \text{ kg/cm}^2$

ENSAYADO EN : Laboratorio de INGESERVICIOS SAC

FECHA DE EMISIÓN: 29 de Setiembre de 2023

MATERIALES PARA EL DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

Propiedades Físicas de los agregados	Ag. Fino	Ag. Grueso	Norma	Cemento (NTP 334.009 - NTP 334.090 - NTP 334.082)	
				Tipo de cemento:	IP
Peso Especifico (g/cc)	2.647	2.754	NTP 400.022	Peso Especifico (g/cc):	2.940
Absorción (%)	0.387	1.663	NTP 400.021	Agua (NTP 339.088)	
Peso Unitario Suelto (g/cc)	1.617	1.499	NTP 400.017	Tipo de agua:	Potable
Peso unitario Compactado (g/cc)	1.737	1.631		Peso Especifico (g/cc):	1.000
Contenido de Humedad (%)	0.86	1.07	NTP. 339.185	Tipos de Slump	
Modulo de fineza	2.710	-		1" @ 2" (Seco)	4" @ 6" (Semi fluido)
Tamaño máximo	N°4	3/8"	NTP 400.012	3" @ 4" (Plástico)	6" @ 7" (Fluido)
Tamaño máximo nominal	N°8	N°4			

PARAMETROS PARA EL DISEÑO DE MEZCLA

Slump	1" @ 2"	F'c (kg/cm2):	180
Agua	207	Relacion Agua/Cemento	0.609
Aire	3.00	Vol. Agregado grueso	0.426

VOLUMEN Y PESO DE LOS MATERIALES

Materiales	Volumen absoluto (Seco) (m3)	Peso absoluto (Seco) (kg)	Corrección por humedad (m3)	Corrección por absorción (m3)	Correc. Humedad - absorción (m3)
Agregado Grueso	0.25	895.46	702.89	-0.01	-4.18
Agregado Fino	0.39	1045.20	1054.20	0.00	5.00
Cemento	0.12	339.90	-	-	-
Agua	0.21	207.00	-	-	-
Aire	0.03	-	-	-	-

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (ACI 211)

Materiales	1 m3		1 Bolsa de cemento	
	Peso (kg)	Dosificación	Peso (kg)	Dosificación (ple3)
Agregado Grueso	702.89	40.00%	87.887	2.068
Agregado Fino	1054.20	60.00%	131.813	3.101
Cemento Tipo IP	339.90	8 Bls	42.500	1 Bls
Agua	206.18	206.18 Lts	25.780	25.78 Lts

OBSERVACIONES

- Los agregados para este diseño de mezcla de concreto son de la cantera Arunta
- El Diseño de mezcla de concreto son especifico para la tesis proporcionada.

IngeServicios

Ing. Julio Cesar Carrón Gutiérrez
ING. CIVIL CIP: 235012
JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

REPORTE DE CÁLCULO
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página: 1 de 1

**PRÁCTICA ESTÁNDAR PARA SELECCIONAR PROPORCIONES PARA CONCRETO NORMAL,
PESADO Y EN MASA (ACI PRC-211.1)**

INFORME N°: LSCP - 23 - 009

PROYECTO: Propuesta de elaboración de unidades de ladrillos con PET reciclado para muros portantes en las viviendas del distrito coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna, 2023

SOLICITANTE: Bach. Luis Fernando Flores Encinas - Bach. Gonzalo Ruben Yapuchura Mamani

DIRECCIÓN: -

UBICACIÓN: Tacna - Tacna - Tacna

MUESTRA: Concreto f'c = 180 kg/cm² + 10% plástico Pet

ENSAYADO EN: Laboratorio de INGESERVICIOS SAC

FECHA DE EMISIÓN: 29 de Setiembre de 2023

MATERIALES PARA EL DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

Propiedades Físicas de los agregados	Ag. Fino	Ag. Grueso	Norma	Cemento (NTP 334.009 - NTP 334.090 - NTP 334.082)		
				Tipo de cemento:	IP	Efectividad (%)
Peso Especifico (g/cc)	2.65	2.75	NTP 400.022	P. Espec. (g/cc):	2.940	100.00
Absorción (%)	0.39	1.66	NTP 400.021	Agua (NTP 339.088)		
Peso Unitario Suelto (g/cc)	1.62	1.50	NTP 400.017	Tipo de agua: Potable		
Peso unitario Compactado (g/cc)	1.74	1.63	NTP 400.017	Peso Especifico (g/cc): 1.000		
Contenido de Humedad (%)	0.86	1.07	NTP. 339.185	Tipos de Slump		
Modulo de fineza	2.710	-	-	1" @ 2" (Seco) 4" @ 6" (Semifluido)		
Tamaño máximo	N°4	3/8"	NTP 400.012	3" @ 4" (Plástico) 6" @ 7" (Fluido)		
Tamaño máximo nominal	N°8	N°4	-	-		

ADITIVOS (ASTM C494)

Tipo de aditivo:	Plastico PET	Densidad (g/cc):	1.38	Dosificación (%):	-	Reduce agua (%):	-
Tipo de aditivo:	-	Densidad (g/cc):	-	Dosificación (%):	-	-	-
Tipo de aditivo:	-	Densidad (g/cc):	-	Dosificación (%):	-	-	-

PARAMETROS PARA EL DISEÑO DE MEZCLA

Slump	1" @ 2"	F'c (kg/cm ²):	180
Agua	207	Relacion Agua/Cemento	0.609
Aire	3.00	Vol. Agregado grueso	0.426

VOLUMEN Y PESO DE LOS MATERIALES

Materiales	Volumen absoluto (Seco) (m ³)	Peso absoluto (Seco) (kg)	Corrección por humedad (m ³)	Corrección por absorción (m ³)	Correc. Humedad - absorción (m ³)
Agregado Grueso	0.25	695.46	702.89	-0.01	-4.18
Agregado Fino	0.39	1045.20	1054.20	0.00	5.00
Cemento	0.12	339.90	-	-	-
Agua	0.21	207.00	-	-	-
Aire	0.03	-	-	-	-

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (ACI 211)

Materiales	1 m ³		1 Bolsa de cemento	
	Peso (kg)	Dosificación	Peso (kg)	Dosificación (pl ³)
Agregado Grueso	702.89	40.00%	87.887	2.068
Agregado Fino	948.78	50.00%	131.813	3.101
Cemento Tipo IP	339.90	8 Bls	42.500	1 Bls
Agua	206.18	206.18 Lts	25.780	25.78 Lts
Agua (Corregida)	-	-	-	-
Plastico PET	105.42	10.00%	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-

OBSERVACIONES

- Los agregados para este diseño de mezcla de concreto son de la cantera Arunta.
- El Diseño de mezcla de concreto son especifico para la Tesis proporcionada.

IngeServicios

Ing. Julio Cesar Carrón Gutierrez
ING. CIVIL CIP: 235012
JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

**PRÁCTICA ESTÁNDAR PARA SELECCIONAR PROPORCIONES PARA CONCRETO NORMAL,
PESADO Y EN MASA (ACI PRC-211.1)**

INFORME N°: LSCP - 23 - 010

PROYECTO: Propuesta de elaboración de unidades de ladrillos con PET reciclado para muros portantes en las viviendas del distrito coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna, 2023

SOLICITANTE: Bach. Luis Fernando Flores Encinas - Bach. Gonzalo Ruben Yapuchura Mamani

DIRECCIÓN: -

UBICACIÓN: Tacna - Tacna - Tacna

MUESTRA: Concreto $f_c = 180 \text{ kg/cm}^2 + 6\%$ plástico Pet

ENSAYADO EN: Laboratorio de INGESERVICIOS SAC

FECHA DE EMISIÓN: 29 de Setiembre de 2023

MATERIALES PARA EL DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

Propiedades Físicas de los agregados	Ag. Fino	Ag. Grueso	Norma	Cemento (NTP 334.009 - NTP 334.090 - NTP 334.082)	
				Tipo de cemento:	Efectividad (%)
Peso Especifico (g/cc)	2.65	2.75	NTP 400.022	IP	100.00
Absorción (%)	0.39	1.66	NTP 400.021	P. Espec. (g/cc):	2.940
Peso Unitario Suelto (g/cc)	1.62	1.50	NTP 400.017	Agua (NTP 339.088)	
Peso unitario Compactado (g/cc)	1.74	1.63		Tipo de agua:	Polable
Contenido de Humedad (%)	0.86	1.07	NTP. 339.185	Peso Especifico (g/cc):	1.000
Modulo de fineza	2.710	-	NTP 400.012	Tipos de Slump	
Tamaño máximo	N°4	3/8"		1" @ 2" (Seco)	4" @ 6" (Semifluido)
Tamaño máximo nominal	N°8	N°4		3" @ 4" (Plástico)	6" @ 7" (Fluido)

ADITIVOS (ASTM C494)

Tipo de aditivo:	Plastico PET	Densidad (g/cc):	1.38	Dosificación (%):	-	Reduce agua (%):	-
Tipo de aditivo:	-	Densidad (g/cc):	-	Dosificación (%):	-	-	-
Tipo de aditivo:	-	Densidad (g/cc):	-	Dosificación (%):	-	-	-

PARAMETROS PARA EL DISEÑO DE MEZCLA

Slump	1" @ 2"	F_c (kg/cm ²):	180
Agua	207	Relacion Agua/Cemento	0.609
Aire	3.00	Vol. Agregado grueso	0.426

VOLUMEN Y PESO DE LOS MATERIALES

Materiales	Volumen absoluto (Seco) (m ³)	Peso absoluto (Seco) (kg)	Corrección por humedad (m ³)	Corrección por absorción (m ³)	Correc. Humedad - absorción (m ³)
Agregado Grueso	0.25	695.46	702.89	-0.01	-4.18
Agregado Fino	0.39	1045.20	1054.20	0.00	5.00
Cemento	0.12	339.90	-	-	-
Agua	0.21	207.00	-	-	-
Aire	0.03	-	-	-	-

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (ACI 211)

Materiales	1 m ³		1 Bolsa de cemento	
	Peso (kg)	Dosificación	Peso (kg)	Dosificación (pie3)
Agregado Grueso	702.89	40.00%	87.887	2.068
Agregado Fino	990.94	54.00%	131.813	3.101
Cemento Tipo IP	339.90	8 Bls	42.500	1 Bls
Agua	206.18	206.18 Lts	25.780	25.78 Lts
Agua (Corregida)	-	-	-	-
Plastico PET	63.25	6.00%	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-

OBSERVACIONES

- Los agregados para este diseño de mezcla de concreto son de la cantera Arunta.
- El Diseño de mezcla de concreto son especifico para la Tesis proporcionada.

**PRÁCTICA ESTÁNDAR PARA SELECCIONAR PROPORCIONES PARA CONCRETO NORMAL,
PESADO Y EN MASA (ACI PRC-211.1)**

INFORME N°: LSCP - 23 - 011

PROYECTO: Propuesta de elaboración de unidades de ladrillos con PET reciclado para muros portantes en las viviendas del distrito coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna, 2023

SOLICITANTE: Bach. Luis Fernando Flores Encinas - Bach. Gonzalo Ruben Yapuchura Mamani

DIRECCIÓN: -

UBICACIÓN: Tacna - Tacna - Tacna

MUESTRA: Concreto $f_c = 180 \text{ kg/cm}^2 + 2\%$ plástico Pet

ENSAYADO EN: Laboratorio de INGESERVICIOS SAC

FECHA DE EMISIÓN: 29 de Setiembre de 2023

MATERIALES PARA EL DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

Propiedades Físicas de los agregados	Ag. Fino	Ag. Grueso	Norma	Cemento (NTP 334.009 - NTP 334.090 - NTP 334.082)	
				Tipo de cemento:	IP Efectividad (%)
Pesc. Específico (g/cc)	2.65	2.75	NTP 400.022	P. Espec. (g/cc):	2.940 100.00
Absorción (%)	0.39	1.66	NTP 400.021	Agua (NTP 339.088)	
Pesc. Unitario Suelto (g/cc)	1.62	1.50	NTP 400.017	Tipo de agua: Polable	
Pesc. unitario Compactado (g/cc)	1.74	1.63	NTP 339.185	Peso Específico (g/cc): 1.000	
Contenido de Humedad (%)	0.86	1.07	NTP 339.185	Tipos de Slump	
Modulo de fineza	2.710	-	-	1" @ 2" (Seco) 4" @ 6" (Semifluido)	
Tamaño máximo	N°4	3/8"	NTP 400.012	3" @ 4" (Plástico) 6" @ 7" (Fluido)	
Tamaño máximo nominal	N°8	N°4	-	-	

ADITIVOS (ASTM C494)

Tipo de aditivo:	Plastico PET	Densidad (g/cc):	1.38	Dosificación (%):	-	Reduce agua (%):	-
Tipo de aditivo:	-	Densidad (g/cc):	-	Dosificación (%):	-	-	-
Tipo de aditivo:	-	Densidad (g/cc):	-	Dosificación (%):	-	-	-

PARAMETROS PARA EL DISEÑO DE MEZCLA

Slump	1" @ 2"	F _c (kg/cm ²):	180
Agua	207	Relacion Agua/Cemento	0.609
Aire	3.00	Vol. Agregado grueso	0.426

VOLUMEN Y PESO DE LOS MATERIALES

Materiales	Volumen absoluto (Seco) (m ³)	Peso absoluto (Seco) (ka)	Corrección por humedad (m ³)	Corrección por absorción (m ³)	Correc. Humedad - absorción (m ³)
Agregado Grueso	0.25	695.46	702.89	-0.01	-4.18
Agregado Fino	0.39	1045.20	1054.20	0.00	5.00
Cemento	0.12	339.90	-	-	-
Agua	0.21	207.00	-	-	-
Aire	0.03	-	-	-	-

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (ACI 211)

Materiales	1 m ³		1 Bolsa de cemento	
	Peso (kg)	Dosificación	Peso (kg)	Dosificación (pts/3)
Agregado Grueso	702.89	40.00%	87.887	2.068
Agregado Fino	1033.11	58.00%	131.813	3.101
Cemento Tipo IP	339.90	8 Bls	42.500	1 Bls
Agua	206.18	206.18 Lts	25.780	25.78 Lts
Agua (Corregida)	-	-	-	-
Plastico PET	21.08	2.00%	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-

OBSERVACIONES

- Los agregados para este diseño de mezcla de concreto son de la cantera Arunta.
- El Diseño de mezcla de concreto son específico para la Tesis proporcionada.

INFORME DE ENSAYO
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página: 1 de 1

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
NTP 339.128

INFORME N°: LSCP - 23 - 020

PROYECTO: Propuesta de elaboración de unidades de ladrillos con PET reciclado para muros portantes en las viviendas del distrito coronel Gregorio Albarracín Landchipa - Tacna, 2023

SOLICITANTE: Bach. Luis Fernando Flores Encinas - Bach. Gonzalo Ruben Yapuchura Mamani

UBICACIÓN: -

DIRECCIÓN: Tacna - Tacna - Tacna

MUESTRA: Plástico PET

ENSAYADO EN: Laboratorio de INGESERVICIOS SAC

FECHA DE RECEPCIÓN: 20 de Setiembre de 2023

FECHA DE EJECUCIÓN: 20 de Setiembre de 2023

FECHA DE EMISIÓN: 29 de Setiembre de 2023

Material: Suelo de fundación

Datos adicionales: Profundidad de 0.00 - 3.50 m

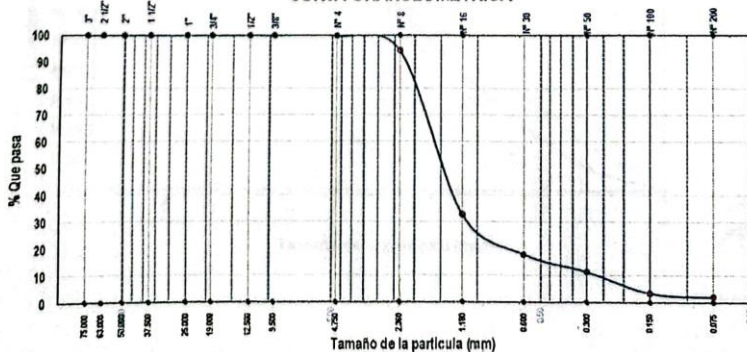
Tamiz separación: Malla N° 4

Condición Inicial: Muestra alterada

Variación de ensayo: Ninguno

Tamices ASTM	Abertura mm	W. Retenido (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Material Obtenido	FRACCIONES %
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00	Grava > 3/4"	Grava: 0% Arena: 99.83% Finos: 1.95%
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00	Gravilla	DATOS ADICIONALES T.M.N.: N°8
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
N° 4	4.750	0.96	0.17	0.17	99.83		
N° 8	2.360	31.40	5.58	5.75	94.25		
N° 16	1.180	347.13	61.70	67.45	32.55	Meda	Observaciones: - Las muestras fueron proporcionadas y puestas en laboratorio por el solicitante.
N° 30	0.600	83.10	14.77	82.23	17.77		
N° 50	0.300	36.18	6.43	88.66	11.34		
N° 100	0.150	45.16	8.03	96.68	3.32		
N° 200	0.075	7.69	1.37	98.05	1.95		
Base		10.97	1.95	100.00	0.00	Arena	
Total		562.59		w. muestra antes lavado (g):	562.59		
% Perdida		0.000		w. muestra despues lavado (g):	562.59		

CURVA GRANULOMETRICA



IngeServicios
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
Ing. Julio César Carrón Gutiérrez
JEFE Y ESPECIALISTA DE CAL

- Esta terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Ingeservicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Anexo N° 4: Ensayo de laboratorio para el mortero



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Consultoría y control de calidad en proyectos de ingeniería
Garantía en eficiencia y seguridad

PRP-06-021R/Abril 2022/Rev.00

INFORME DE ENSAYO

DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página: 1 de 1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NTP. 400.012

INFORME N°: LSCP - 23 - 021

PROYECTO: Propuesta de elaboración de unidades de ladrillos con PET reciclado para muros portantes en las viviendas del distrito coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna, 2023

SOLICITANTE: Bach. Luis Fernando Flores Encinas - Bach. Gonzalo Ruben Yapuchura Mamani

DIRECCIÓN: -

UBICACIÓN: Tacna - Tacna - Tacna

FECHA DE RECEPCIÓN: 20 de Setiembre de 2023

MUESTRA: Cantera Arunta (Arena para mortero)

FECHA DE EJECUCIÓN: 20 de Setiembre de 2023

ENSAYADO EN: Laboratorio de INGESERVICIOS SAC

FECHA DE EMISIÓN: 29 de Setiembre de 2023

Material: Agregado fino

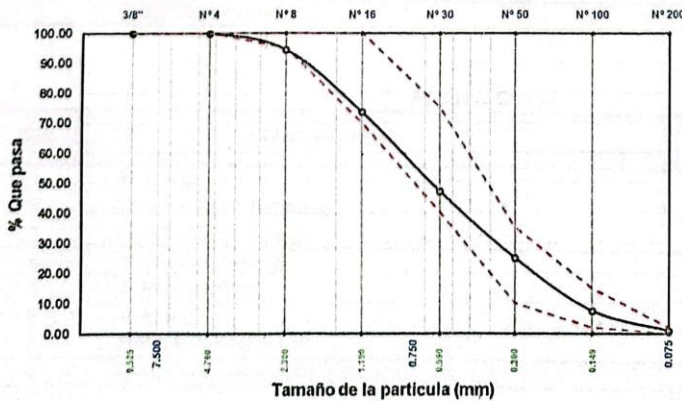
Método de secado: Por horno 110°C±5°C

Datos adicionales: -

Modulo de Fineza: 2.52

Tamices ASTM	Abertura mm	W. Retenido (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Gradación:	Norma E070 Agregado fino
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
N° 4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
N° 8	2.380	55.16	5.65	5.65	94.35	95	100
N° 16	1.190	202.49	20.74	26.39	73.61	70	100
N° 30	0.590	259.89	26.62	53.01	46.99	40	75
N° 50	0.300	214.10	21.93	74.94	25.06	10	35
N° 100	0.149	171.24	17.54	92.48	7.52	2	15
N° 200	0.075	63.46	6.50	98.98	1.02	0	2
Base		9.66	1.02	100.00	0.00	M. Fineza:	2.52
Total		976.31	-	-	-	W. Muestra (g):	976.31

Curva Granulométrica



Observación:

- Agregado fino: La cantidad de muestra de agregado fino, después de secado, debe ser de 300 g mínimo.
- El material fue proporcionado por el solicitante.



Ing. Juan Carlos Gutiérrez
ING CIVIL CIP: 235672
EPL Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO

DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página 1 de 1

CONTENIDO DE HUMEDAD

NTP. 339.185

INFORME N°: LSCP - 23 - 022

PROYECTO: Propuesta de elaboración de unidades de ladrillos con PET reciclado para muros portantes en las viviendas del distrito coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna, 2023

SOLICITANTE: Bach. Luis Fernando Flores Encinas - Bach. Gonzalo Ruben Yapuchura Mamani

DIRECCIÓN: -

UBICACIÓN: Tacna - Tacna - Tacna

FECHA DE RECEPCIÓN: 20 de Setiembre de 2023

MUESTRA: Cantera Arunta (Arena para mortero)

FECHA DE EJECUCIÓN: 20 de Setiembre de 2023

ENSAYADO EN: Laboratorio de INGESERVICIOS SAC

FECHA DE EMISIÓN: 29 de Setiembre de 2023

Material: Ag. Fino (Tamaño Máximo: N°8)

Método de secado: Por horno 110°C±5°C

Datos adicionales: -

Condición Inicial: Muestra alterada

Agregado Fino

ITEM	CARACTERISTICAS	MUESTRA		
		CHF-1	CHF-2	CHF-3
1	W. Tara (g)	1107.06	1106.96	1106.23
2	W.Tara + Muestra Húmeda (g)	1752.25	1705.19	1688.32
3	W.Tara + Muestra Seca (g)	1745.37	1698.52	1681.84
4	W. Muestra Humeda (g)	645.19	598.23	582.09
5	W. Muestra Seca (g)	638.31	591.56	575.61
6	W. Agua (g)	6.88	6.67	6.48
7	Contenido de Humedad (%)	1.078	1.128	1.126
8	Contenido de Humedad (%)	1.110		

Agregado Grueso

ITEM	CARACTERISTICAS	MUESTRA		
		CHG-1	CHG-2	CHG-3
1	W. Tara (g)	-	-	-
2	W.Tara + Muestra Húmeda (g)	-	-	-
3	W.Tara + Muestra Seca (g)	-	-	-
4	W. Muestra Humeda (g)	-	-	-
5	W. Muestra Seca (g)	-	-	-
6	W. Agua (g)	-	-	-
7	Contenido de Humedad (%)	-	-	-
8	Contenido de Humedad (%)	-	-	-

Observación:

- El material fue proporcionado por el solicitante.



INGENIERO CIVIL CIP: 230912
JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página: 1 de 1

PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO
NTP. 400.017

INFORME N°: LSCP - 23 - 023

PROYECTO : Propuesta de elaboración de unidades de ladrillos con PET reciclado para muros portantes en las viviendas del distrito, coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna, 2023

SOLICITANTE : Bach. Luis Fernando Flores Encinas - Bach. Gonzalo Ruben Yapuchura Mamani

DIRECCIÓN : -

UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna

FECHA DE RECEPCIÓN: 20 de Setiembre de 2023

MUESTRA : Cantera Arunta (Arena para mortero)

FECHA DE EJECUCIÓN: 20 de Setiembre de 2023

ENSAYADO EN: Laboratorio de INGESERVICIOS SAC

FECHA DE EMISIÓN: 29 de Setiembre de 2023

Material: Agregado fino

Datos adicionales: Procedimiento por apisonado para el PUC.

DATOS DEL MOLDE	
W. Molde (g)	1757
Alto (cm)	15.00
Diámetro (cm)	15.50
Volumen (cc)	2830.379

PESO UNITARIO SUELTO

ITEM	MUESTRAS		
	PUS-1	PUS-2	PUS-3
W. Suelo + Molde (g)	6852	6815	6799
W. Suelo (g)	5095	5058	5042
Peso Unitario (g/cc)	1.800	1.787	1.781
Peso Unitario (Prom.)(g/cc)	1.790		

PESO UNITARIO COMPACTADO

ITEM	MUESTRAS		
	PUC-1	PUC-2	PUC-3
W. Suelo + Molde (g)	7052	7056	7068
W. Suelo (g)	5295	5299	5311
Peso Unitario (g/cc)	1.871	1.872	1.876
Peso Unitario (Prom.)(g/cc)	1.873		

RESULTADOS

Peso Unitario Suelto (g/cc)
1.790

Peso Unitario Compactado (g/cc)
1.873

Observación:

- El material fue proporcionado por el solicitante.



IngeServicios

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Consultoría y control de calidad en proyectos de ingeniería
Garantía en eficiencia y seguridad

PRP-06-027R/Abril 2022/Rev.00

INFORME DE ENSAYO

DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página: 1 de 1

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN

NTP. 400.022

INFORME N°: LSCP - 23 - 024

PROYECTO : Propuesta de elaboración de unidades de ladrillos con PET reciclado para muros portantes en las viviendas del distrito coronel Gregorio Albarraclín Lanchipa - Tacna, 2023

SOLICITANTE : Bach. Luis Fernando Flores Encinas - Bach. Gonzalo Ruben Yapuchura Mamani

DIRECCIÓN: -

UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna

FECHA DE RECEPCIÓN: 20 de Setiembre de 2023

MUESTRA: Cantera Arunla (Arena para mortero)

FECHA DE EJECUCIÓN: 20 de Setiembre de 2023

ENSAYADO EN: Laboratorio de INGESERVICIOS SAC

FECHA DE EMISIÓN: 29 de Setiembre de 2023

Material: Agregado fino

Método de secado: Por horno (110°C±5°C)

Datos adicionales: Procedimiento gravimétrico (Picnómetro)

Condición Inicial: -

GRAVEDAD ESPECÍFICA

ITEM	MUESTRAS		
	GEF-1	GEF-2	GEF-3
Volumen de recipiente (cc)	500	500	500
W. Tara (g)	78.50	81.76	96.67
W. Tara + Muestra SSS (g)	593.62	580.74	563.14
W. Muestra + Fiola + Agua (g)	975.25	965.90	945.32
W. Fiola + Agua (g)	654.96	657.66	655.96
W. Muestra SSS (g)	515.12	498.98	466.47
Peso específico aparente (g/cc)	2.616	2.589	2.605
Peso específico SSS (g/cc)	2.644	2.616	2.634
Peso específico nominal (g/cc)	2.692	2.661	2.682
Peso esp. aparente (g/cc)	2.603		
Peso específico SSS (g/cc)	2.631		
Peso específico nominal (g/cc)	2.678		

IngeServicios

ING. LUIS FERNANDO FLORES ENCINAS
ING. CIVIL CIP: 235012
INGENIERO Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

Observación:

- El material fue proporcionado por el solicitante.

ABSORCION

RESULTADOS	ITEM	MUESTRAS		
		ABF-1	ABF-2	ABF-3
Peso específico SSS (g/cc)	W. Tara + Muestra seca (g)	588.13	575.58	558.05
2.631	W. Muestra SSS(g)	515.12	498.98	466.47
Absorción (%)	W. Muestra Seca(g)	509.63	493.82	461.38
1.075	Absorción (%)	1.077	1.045	1.103
	Absorción (Prom.)(%)	1.075		



IngeServicios

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Consultoría y control de calidad en proyectos de ingeniería
Garantía, eficiencia y seguridad

PRP-06-029R/Abril 2022/Rev.00

INFORME DE ENSAYO

DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página: 1 de 1

SALES TOTALES - CLORUROS - SULFATOS

INFORME N°: LSCP - 23 - 025

PROYECTO : Propuesta de elaboración de unidades de ladrillos con PET reciclado para muros portantes en las viviendas del distrito coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna, 2023

SOLICITANTE : Bach. Luis Fernando Flores Encinas - Bach. Gonzalo Ruben Yapuchura Mamani

DIRECCIÓN : -

UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna

FECHA DE RECEPCIÓN: 20 de Setiembre de 2023

MUESTRA : Cantera Arunta (Arena para mortero)

FECHA DE EJECUCIÓN: 20 de Setiembre de 2023

ENSAYADO EN: Laboratorio de INGESERVICIOS SAC

FECHA DE EMISIÓN: 29 de Setiembre de 2023

Material: Ag. Fino

Método de secado: Por horno

Datos adicionales: -

Condición inicial: Muestra alterada

AGREGADO FINO

CARACTERISTICAS	MUESTRA		
	SCSF-1	SCSF-2	SCSF-3
Sales totales (ppm)	2560.000	2000.000	2640.000
Cloruros (ppm)	1305.600	1020.000	1346.400
Sulfatos (ppm)	1049.600	820.000	1082.400

AGREGADO GRUESO

CARACTERISTICAS	MUESTRA		
	SCSG-1	SCSG-2	SCSG-3
Sales totales (ppm)	-	-	-
Cloruros (ppm)	-	-	-
Sulfatos (ppm)	-	-	-

RESULTADOS

Características	Ag. Fino	Ag. Grueso
Sales totales (ppm)	2400.000	-
Cloruros (ppm)	1224.000	-
Sulfatos (ppm)	984.000	-
Sales totales (%)	0,240	-
Cloruros (%)	0,122	-
Sulfatos (%)	0,098	-

IngeServicios
INSTITUTO DE INGENIERIA CIVIL Y PAVIMENTOS
 Ing. **Diego Carlos Carrizosa**
INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL CIP: 235012
JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

Observación:

- El material fue proporcionado por el solicitante.

- Esta prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Ingeservicios S.A.C.

- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

- Los resultados del informe de ensayo solo están relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

REPORTE DE CÁLCULO
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página 1 de 1

**PRÁCTICA ESTÁNDAR PARA SELECCIONAR PROPORCIONES PARA CONCRETO NORMAL,
PESADO Y EN MASA**

INFORME N°: LSCP - 23 - 026

PROYECTO : Propuesta de elaboración de unidades de ladrillos con PET reciclado para muros portantes en las viviendas del distrito coronel Gregorio Albarraoín Lanchipa - Tacna, 2023

SOLICITANTE : Bach. Luis Fernando Flores Encinas - Bach. Gonzalo Rubén Yapuchura Mamari

DIRECCIÓN : -

UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna

MUESTRA : Mortero para asentado

ENSAYADO EN : Laboratorio de INGESERVICIOS SAC

FECHA DE EMISIÓN : 29 de Setiembre de 2023

ITEM	CARACTERISTICAS	Hormigón	CONSIDERACIONES
1	Peso Especifico (Piedra) (g/cc)	-	Peso especifico (Cemento IP) (g/cc) 2.750
2	Peso Especifico (Arena) (g/cc)	2.631	Peso especifico (Agua) (g/cc) 1.000
3	Peso Especifico (Promedio) (g/cc)	2.631	Slump 3 @ 4
4	Peso Unitario Suelto (g/cc)	1.790	Agua 228
5	Peso Unitario compactado (g/cc)	1.873	Aire 3.00
6	Tamaño Máximo nominal	N°8	Relacion Agua/Cemento 0.600
7	Modulo de Fineza	2.52	-
8	Absorción (Piedra) (%)	-	-
9	Absorción (Arena) (%)	1.075	Observación:
10	Absorción (Promedio) (%)	1.075	- El diseño esta sujeto solo para este tipo de material.
11	Contenido de humedad (Piedra) (%)	-	- El material fue proporcionado por el solicitante.
12	Contenido de humedad (Arena) (%)	1.110	
13	Contenido de humedad (Promedio) (%)	1.110	

VOLUMEN DE MATERIALES (SECO)				CORRECCION POR HUMEDAD		
CARACTERISTICAS	Vol. Abs. (m3)	P.E. (m3)	Peso (kg)	CARACTERISTICAS	(1+Humedad)	Vol. (m3)
Agua	0.228	1000.000	228.000	Hormigón	1.011	1606.280
Cemento	0.138	2750.000	380.000			
Hormigón	0.604	2631.000	1588.646			
Aire	0.030	-	-			

CORRECCION POR ABSORCION				CORRECCION POR HUMEDAD - ABSORCION	
CARACTERISTICAS	Humedad	Correc. Absor.	Vol. (m3)	CARACTERISTICAS	Vol. (m3)
Balance agua - Arena	0.011	0.0108	0.0004	Corrección agua - Arena	0.5622

DISEÑO PARA 1.00 m3

CARACTERISTICAS	Peso (kg)
Hormigón	1606.280
Cemento (8.94 BIs)	380.000
Agua	227.438

DISEÑO PARA 1 BOLSA DE CEMENTO

CARACTERISTICAS	Peso (kg)	Volumen (pie3)
Hormigón	179.650	4.227
Cemento	42.500	1.000
Agua (litro)	25.437	25.437

IngeServicios

ING. JESÚS CÉSAR CASTRÓN GUTIÉRREZ
ING CIVIL CIP:235012
JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

Anexo N° 5: Ensayos para unidades de ladrillos con plástico PET



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Control de calidad en proyectos de ingeniería
Garantía, eficiencia y seguridad

PRP-06-01R/Abril 2023/Rev.02

INFORME DE ENSAYO

Página: 1 de 1

MÉTODOS DE MUESTREO Y ENSAYO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO - NTP 399.604

INFORME N°:	LSCP - 23 - 016	DIRECCION DE Av. Colpa N° 8, sector Pago Clanique Distrito de LABORATORIO: Gregorio Albarracín - Tacna
PROYECTO (*):	Propuesta de elaboración de unidades de ladrillos con PET reciclado para muros portantes en las viviendas del distrito coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna, 2023	
SOLICITANTE (*):	Bach. Luis Fernando Flores Encinas - Bach. Gonzalo Ruben Yapuchura Mamani	
DIRECCION (*):	-	
UBICACION (*):	Tacna - Tacna - Tacna	
MUESTRA (*):	Compresor Individual (Diseño convencional)	
ENSAYADO EN:	Laboratorio Ingeservicios Sac	FECHA DE EMISIÓN DE INFORME: 3 de Noviembre de 2023
Hora inicio de ensayo:	10:00 a. m.	Condiciones ambientales
Dirección de carga:	Carga Paralela	Temperatura ambiente: 24.7
Especimen de ensayo:	Medias mitades de ladrillos	Humedad relativa: 54%

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

	Código de cliente (*)	Código de especimen de Lab.	Descripción de especimen	Fecha de Recepción (**)
Especimen N°1:	PL-1	2023-Conv. E-1	Diseño convencional	20/10/2023
Especimen N°2:	PL-2	2023-Conv. E-2	Diseño convencional	20/10/2023
Especimen N°3:	PL-3	2023-Conv. E-3	Diseño convencional	20/10/2023
Especimen N°4:	PL-4	2023-Conv. E-4	Diseño convencional	20/10/2023
Especimen N°5:	PL-5	2023-Conv. E-5	Diseño convencional	20/10/2023

ESPECIMENES N°

	1	2	3	4	5
Código especimen:	2023-Conv. E-1	2023-Conv. E-2	2023-Conv. E-3	2023-Conv. E-4	2023-Conv. E-5
Fecha de rotura (*):	20/10/2023	20/10/2023	20/10/2023	20/10/2023	20/10/2023
Largo (L_{prism}) (mm):	231.24	234.46	238.40	236.64	238.27
Ancho (W_{prism}) (mm):	127.20	128.35	131.04	130.07	129.82
Espesor (e_{prism}) (mm):	91.98	92.48	93.20	92.78	92.95
Area bruta del especimen (mm^2):	29413.09	30092.94	31239.94	30779.11	30931.56
Masa del especimen (g):	5655.00	5664.00	5826.00	5833.00	5854.00
Carga Máxima (kN):	634.50	794.50	805.27	810.53	812.67

REPORTE DE RESULTADOS

	(kPa)				
Resistencia a la Compresión (F_c)	28371.3	26401.1	26776.5	26333.3	26272.7
	289.3	269.2	262.8	268.5	267.9

Consideraciones

(*) Datos brindados por el cliente
(**) Fecha en la que las muestras se internaron en el Laboratorio.

Observación:

- Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas
- Las muestras fueron recibidas en el laboratorio 09:00 Hrs
- Las muestras se ensayaron con rellentado de yeso.



Ing. Julio César Carrón Gutiérrez
ING. CIVIL CIP: 238012
JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

MÉTODOS DE MUESTREO Y ENSAYO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO - NTP 399.604

INFORME N°:	LSCP - 23 - 017	DIRECCION DE Av. Colpa N° 8, sector Pago Otanique Distrito de Tacna, 2023	LABORATORIO : Gregorio Albarracín - Tacna
PROYECTO (*):	Propuesta de elaboración de unidades de ladrillos con PET reciclado para muros portantes en las viviendas del distrito coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna, 2023		
SOLICITANTE (*):	Bach. Luis Fernando Flores Encinas - Bach. Gonzalo Ruben Yapuchura Mamani		
DIRECCIÓN (*):	-		
UBICACIÓN (*):	Tacna - Tacna - Tacna		
MUESTRA (*):	Compresión individual (Diseño convencional + 2% plásticos PET)		
ENSAYADO EN :	Laboratorio Ingeservicios Sac	FECHA DE EMISIÓN DE INFORME:	3 de Noviembre de 2023
Hora inicio de ensayo:	10:00 a. m.	Condiciones ambientales	
Dirección de carga:	Carga Paralela	Temperatura ambiente:	24.7
Especimen de ensayo:	Medias mitades de ladrillos	Humedad relativa:	54%

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

	Código de cliente (*)	Código de especimen de Lab.	Descripción de especimen	Fecha de Recepción (**)
Especimen N°1:	PL-1	2023-2% E-1	Diseño convencional + 2% PET	20/10/2023
Especimen N°2:	PL-2	2023-2% E-2	Diseño convencional + 2% PET	20/10/2023
Especimen N°3:	PL-3	2023-2% E-3	Diseño convencional + 2% PET	20/10/2023
Especimen N°4:	PL-4	2023-2% E-4	Diseño convencional + 2% PET	20/10/2023
Especimen N°5:	PL-5	2023-2% E-5	Diseño convencional + 2% PET	20/10/2023

ESPECIMENES N°

	1	2	3	4	5
Código especimen:	2023-2% E-1	2023-2% E-2	2023-2% E-3	2023-2% E-4	2023-2% E-5
Fecha de rotura (*):	20/10/2023	20/10/2023	20/10/2023	20/10/2023	20/10/2023
Largo (L_{prom}) (mm):	230.48	230.50	231.13	230.57	231.11
Ancho (W_{prom}) (mm):	125.91	126.84	126.45	126.42	126.58
Espesor (e_{prom}) (mm):	92.77	93.14	94.32	94.00	94.46
Área bruta del especimen (mm^2):	29018.58	29234.83	29225.76	29146.87	29253.27
Masa del especimen (g):	5736.00	5729.00	5738.00	5752.00	5741.00
Carga Máxima (kN):	683.15	636.70	656.20	655.18	642.84

REPORTE DE RESULTADOS

	1	2	3	4	5
Resistencia a la Compresión (F'c) (KPa)	23541.4	21778.5	22452.4	22478.2	21974.6
Compresión (F'c) (Kg/cm^2)	240.1	222.1	229.0	229.2	224.1

Consideraciones

(*) Datos brindados por el cliente
(**) Fecha en la que las muestras se internaron en el Laboratorio

Observación:

- Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas
- Las muestras fueron recibidas en el laboratorio 09:00 Hrs
- Las muestras se ensayaron con rellentado de yeso

**MÉTODOS DE MUESTREO Y ENSAYO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA
DE CONCRETO - NTP 399.604**

INFORME N°:	LSCP - 23 - 018	DIRECCION DE Av. Colpa N° 8, sector Pago Olanique Distrito de LABORATORIO : Gregorio Albarracín - Tacna
PROYECTO (*):	Propuesta de elaboración de unidades de ladrillos con PET reciclado para muros portantes en las viviendas del distrito coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna, 2023	
SOLICITANTE (*):	Bach. Luis Fernando Flores Encinas - Bach. Gonzalo Ruben Yapuchura Mamani	
DIRECCIÓN (*):	-	
UBICACIÓN (*):	Tacna - Tacna - Tacna	
MUESTRA (*):	Compresion individual (Diseño convencional + 6% plásticos PET)	
ENSAYADO EN :	Laboratorio Ingeservicios Sac	FECHA DE EMISIÓN DE INFORME: 3 de Noviembre de 2023
Hora inicio de ensayo: 10:00 a. m.		Condiciones ambientales
Dirección de carga: Carga Paralela		Temperatura ambiente: 24.7
Especimen de ensayo: Medias mitades de ladrillos		Humedad relativa: 54%

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

	Código de cliente (*)	Código de especimen de Lab.	Descripción de especimen	Fecha de Recepción (**)
Especimen N°1:	PL-1	2023-6% E-1	Diseño convencional + 6% PET	20/10/2023
Especimen N°2:	PL-2	2023-6% E-2	Diseño convencional + 6% PET	20/10/2023
Especimen N°3:	PL-3	2023-6% E-3	Diseño convencional + 6% PET	20/10/2023
Especimen N°4:	PL-4	2023-6% E-4	Diseño convencional + 6% PET	20/10/2023
Especimen N°5:	PL-5	2023-6% E-5	Diseño convencional + 6% PET	20/10/2023

ESPECIMENES N°

	1	2	3	4	5
Código especimen:	2023-6% E-1	2023-6% E-2	2023-6% E-3	2023-6% E-4	2023-6% E-5
Fecha de rotura (*):	20/10/2023	20/10/2023	20/10/2023	20/10/2023	20/10/2023
Largo (L_{prom}) (mm):	233.61	231.53	235.57	233.06	233.82
Ancho (W_{prom}) (mm):	127.43	126.95	129.49	128.98	129.01
Espesor (t_{prom}) (mm):	93.89	94.46	92.37	93.31	93.43
Área bruta del especimen (mm^2):	29768.29	29392.73	30503.96	30060.08	30164.47
Masa del especimen (g):	5592.00	5567.00	5581.00	5548.00	5552.00
Carga Máxima (kN):	659.60	641.10	675.80	669.72	658.15

REPORTE DE RESULTADOS

	1	2	3	4	5
Resistencia a la Compresión (F _c) (kPa)	22157.5	21811.2	22154.1	22279.0	21818.4
(Kg/cm ²)	225.9	222.4	225.9	227.2	222.5

Consideraciones

(*) Datos brindados por el cliente
(**) Fecha en la que las muestras se internaron en el Laboratorio.

Observación:

- Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas
- Las muestras fueron recibidas en el laboratorio 09:00 Hrs
- Las muestras se ensayaron con rellentado de yeso.

INFORME DE ENSAYO

Página: 1 de 1

**MÉTODOS DE MUESTREO Y ENSAYO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA
DE CONCRETO - NTP 399.604**

INFORME N°:	LSCP - 23 - 019	DIRECCION DE Av. Colpa N° 8, sector Pago Canique Distrito de LABORATORIO : Gregorio Albarracín - Tacna
PROYECTO (*):	Propuesta de elaboración de unidades de ladrillos con PET reciclado para muros portantes en las viviendas del distrito coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna, 2023	
SOLICITANTE (*):	Bach. Luis Fernando Flores Encinas - Bach. Gonzalo Ruben Yapuchura Mamani	
DIRECCION (*):	-	
UBICACION (*):	Tacna - Tacna - Tacna	
MUESTRA (*):	Compresion Individual (Diseño convencional + 10% plasticos PET)	
ENSAYADO EN:	Laboratorio Ingeservicios Sac	FECHA DE EMISIÓN DE INFORME: 3 de Noviembre de 2023
Hora inicio de ensayo:	10:00 a. m.	Condiciones ambientales
Dirección de carga:	Carga Paralela	Temperatura ambiente: 24.7
Especimen de ensayo:	Medias mitades de ladrillos	Humedad relativa: 54%

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

	Código de cliente (*)	Código de especimen de Lab.	Descripción de especimen	Fecha de Recepción (**)
Especimen N°1:	PL-1	2023-10% E-1	Diseño convencional + 10% PET	20/10/2023
Especimen N°2:	PL-2	2023-10% E-2	Diseño convencional + 10% PET	20/10/2023
Especimen N°3:	PL-3	2023-10% E-3	Diseño convencional + 10% PET	20/10/2023
Especimen N°4:	PL-4	2023-10% E-4	Diseño convencional + 10% PET	20/10/2023
Especimen N°5:	PL-5	2023-10% E-5	Diseño convencional + 10% PET	20/10/2023

ESPECIMENES N°

	1	2	3	4	5
Código especimen:	2023-10% E-1	2023-10% E-2	2023-10% E-3	2023-10% E-4	2023-10% E-5
Fecha de rotura (*):	20/10/2023	20/10/2023	20/10/2023	20/10/2023	20/10/2023
Largo (L_{prism}) (mm):	230.23	234.78	231.22	231.07	232.26
Ancho (W_{prism}) (mm):	126.34	128.26	127.41	127.99	127.77
Espesor (e_{prism}) (mm):	94.16	93.65	93.37	93.53	93.16
Área bruta del especimen (mm^2):	29087.26	30111.07	29459.10	29572.85	29675.86
Masa del especimen (g):	5318.00	5326.00	5312.00	5307.00	5317.00
Carga Máxima (kN):	486.02	498.70	495.70	483.28	477.32

REPORTE DE RESULTADOS

	1	2	3	4	5
Resistencia a la Compresión (F _c) (kPa)	16708.8	16601.8	16826.4	16341.9	16084.2
Compresión (F _c) (Kg/cm ²)	170.4	168.9	171.6	166.6	164.0

Consideraciones

(*) Datos brindados por el cliente.
(**) Fecha en la que las muestras se internaron en el Laboratorio.

Observación:

- Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas
- Las muestras fueron recibidas en el laboratorio 09:00 Hrs
- Las muestras se ensayaron con refrenado de yeso

IngeServicios
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Julio César Camión Sultierrez
ING. CIVIL CIP: 236012
JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

Anexo N° 6: Ensayos de laboratorios para pilas y muretes



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
Control de calidad en proyectos de ingeniería
Garantía, eficiencia y seguridad

PRP-06-01R/Abril 2023/Rev.02

INFORME DE ENSAYO

Página: 1 de 1

MÉTODOS DE MUESTREO Y ENSAYO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO - NTP 399.604

INFORME N°:	LSCP - 23 - 012	DIRECCION DE Av. Colpa N° 8, sector Pago Olanque Distrito LABORATORIO : de Gregorio Albarracín - Tacna
PROYECTO (*):	Propuesta de elaboración de unidades de ladrillos con PET reciclado para muros portantes en las viviendas del distrito coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna, 2023	
SOLICITANTE (*):	Bach. Luis Fernando Flores Encinas - Bach. Gonzalo Ruben Yapuchura Mamani	
DIRECCIÓN (*):	-	
UBICACIÓN (*):	Tacna - Tacna - Tacna	
MUESTRA (*):	Placa de ladrillo (Diseño convencional)	
ENSAYADO EN:	Laboratorio Ingeservicios Sac	FECHA DE EMISIÓN DE INFORME: 3 de Noviembre de 2023
Hora inicio de ensayo:	10:00 a. m.	Condiciones ambientales
Dirección de carga:	Carga Paralela	Temperatura ambiente: 24.7
Especimen de ensayo:	Medias mitades de ladrillos	Humedad relativa: 54%

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

	Código de cliente (*)	Código de especimen de Lab.	Descripción de especimen	Fecha de Recepción (**)
Especimen N°1:	PL-1	2023-Conv. E-1	Diseño convencional	24/10/2023
Especimen N°2:	PL-2	2023-Conv. E-2	Diseño convencional	24/10/2023
Especimen N°3:	PL-3	2023-Conv. E-3	Diseño convencional	24/10/2023
Especimen N°4:	PL-4	2023-Conv. E-4	Diseño convencional	24/10/2023
Especimen N°5:	PL-5	2023-Conv. E-5	Diseño convencional	24/10/2023

ESPECIMENES N°

	1	2	3	4	5
Código especimen:	2023-Conv. E-1	2023-Conv. E-2	2023-Conv. E-3	2023-Conv. E-4	2023-Conv. E-5
Fecha de rotura (*):	24/10/2023	24/10/2023	24/10/2023	24/10/2023	24/10/2023
Largo (L_{prum}) (mm):	240.02	239.85	239.57	239.85	240.30
Ancho (W_{prum}) (mm):	130.01	130.66	129.93	129.95	130.11
Espesor (e_{prum}) (mm):	301.04	301.38	301.07	300.63	300.55
Área bruta del especimen (mm ²):	31205.00	31338.15	31126.48	31167.31	31264.23
Carga Máxima (kN):	264.40	270.25	271.64	267.55	273.71

REPORTE DE RESULTADOS

	(kPa)				
Resistencia a la Compresión (F'c)	8472.9	8623.5	8727.1	8584.2	8754.6
	86.4	87.9	89.0	87.5	89.3

Consideraciones

(*) Datos brindados por el cliente.
(**) Fecha en la que las muestras se internaron en el Laboratorio.

Observación:

- Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas
- Las muestras fueron recibidas en el laboratorio 09:00 Hrs

IngeServicios
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Julio César Carrión Gutiérrez
INGENIERO CIVIL 35012
JEFE Y ESPECIALISTA DE CAL

**MÉTODOS DE MUESTREO Y ENSAYO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA
DE CONCRETO - NTP 399.604**

INFORME N°:	LSCP - 23 - 013	DIRECCION DE Av. Colpa N° 8, sector Pago Cianique Distrito de LABORATORIO : Gregorio Albarraçin - Tacna
PROYECTO (*):	Propuesta de elaboración de unidades de ladrillos con PET reciclado para muros portantes en las viviendas del distrito coronel Gregorio Albarraçin Lanchipa - Tacna, 2023	
SOLICITANTE (*):	Bach. Luis Fernando Flores Encinas - Bach. Gonzalo Ruben Yapuchura Mamani	
DIRECCIÓN (*):	-	
UBICACIÓN (*):	Tacna - Tacna - Tacna	
MUESTRA (*):	Placa de ladrillo (Diseño convencional + 2% PET)	
ENSAYADO EN:	Laboratorio Ingeservicios Sac	FECHA DE EMISIÓN DE INFORME: 3 de Noviembre de 2023
Hora inicio de ensayo: 10:00 a. m.		<u>Condiciones ambientales</u>
Dirección de carga: Carga Paralela		Temperatura ambiente: 24.7
Especimen de ensayo: Medias mitades de ladrillos		Humedad relativa: 54%

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

	Código de cliente (*)	Código de espécimen de Lab.	Descripción de espécimen	Fecha de Recepción (**)
Especimen N°1:	PL-1	2023-2%PET E-1	Diseño convencional + 2% Plásticos PET	24/10/2023
Especimen N°2:	PL-2	2023-2%PET E-2	Diseño convencional + 2% Plásticos PET	24/10/2023
Especimen N°3:	PL-3	2023-2%PET E-3	Diseño convencional + 2% Plásticos PET	24/10/2023
Especimen N°4:	PL-4	2023-2%PET E-4	Diseño convencional + 2% Plásticos PET	24/10/2023
Especimen N°5:	PL-5	2023-2%PET E-5	Diseño convencional + 2% Plásticos PET	24/10/2023

ESPECIMENES N°

	1	2	3	4	5
Código espécimen:	2023-2%PET E-1	2023-2%PET E-2	2023-2%PET E-3	2023-2%PET E-4	2023-2%PET E-5
Fecha de rotura (*):	24/10/2023	24/10/2023	24/10/2023	24/10/2023	24/10/2023
Largo (L_{prom}) (mm):	230.62	230.88	230.68	230.76	230.36
Ancho (W_{prom}) (mm):	125.49	125.28	126.37	125.73	126.17
Espesor (e_{prom}) (mm):	301.45	301.26	300.40	301.45	300.98
Área bruta del espécimen (mm ²):	28964.97	28918.87	29149.88	29013.45	29063.89
Carga Máxima (kN):	329.60	331.25	330.46	332.84	332.01

REPORTE DE RESULTADOS

	1	2	3	4	5
Resistencia a la Compresión (F'c) (kPa)	11386.0	11454.3	11337.1	11471.7	11423.3
(Kg/cm ²)	116.1	116.8	115.6	117.0	116.5

Consideraciones

(*) Datos brindados por el cliente
(**) Fecha en la que las muestras se internaron en el Laboratorio.



Ing. Julio Cesar Carrion Gutierrez
ING. CIVIL CIP: 235012
JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

Observación:

- Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas
- Las muestras fueron recibidas en el laboratorio 09:00 Hrs
- Las muestras se ensayaron con refrentado de yeso.

MÉTODOS DE MUESTREO Y ENSAYO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO - NTP 399.604

INFORME N°:	LSCP - 23 - 014	DIRECCION DE	Av. Colpa N° 8, sector Pago Otanique Distrito de Tacna, 2023
LABORATORIO:	Gregorio Albarracín - Tacna		
PROYECTO (*):	Propuesta de elaboración de unidades de ladrillos con PET reciclado para muros portantes en las viviendas del distrito coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna, 2023		
SOLICITANTE (*):	Bach. Luis Fernando Flores Enonas - Bach. Gonzalo Ruben Yapuchura Mamani		
DIRECCIÓN (*):	-		
UBICACIÓN (*):	Tacna - Tacna - Tacna		
MUESTRA (*):	Plta de ladrillo (Diseño convencional + 6% PET)		
ENSAYADO EN:	Laboratorio Ingeservicios Sec	FECHA DE EMISIÓN DE INFORME:	3 de Noviembre de 2023
Hora inicio de ensayo:	10:00 a. m.	Condiciones ambientales	
Dirección de carga:	Carga Paralela	Temperatura ambiente:	24.7
Especimen de ensayo:	Medias mitades de ladrillos	Humedad relativa:	54%

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

	Código de cliente (*)	Código de espécimen de Lab.	Descripción de espécimen	Fecha de Recepción (**)
Especimen N°1:	PL-1	2023-6%PET E-1	Diseño convencional + 6% Plásticos PET	24/10/2023
Especimen N°2:	PL-2	2023-6%PET E-2	Diseño convencional + 6% Plásticos PET	24/10/2023
Especimen N°3:	PL-3	2023-6%PET E-3	Diseño convencional + 6% Plásticos PET	24/10/2023
Especimen N°4:	PL-4	2023-6%PET E-4	Diseño convencional + 6% Plásticos PET	24/10/2023
Especimen N°5:	PL-5	2023-6%PET E-5	Diseño convencional + 6% Plásticos PET	24/10/2023

ESPECIMENES N°

	1	2	3	4	5
Código espécimen:	2023-6%PET E-1	2023-6%PET E-2	2023-6%PET E-3	2023-6%PET E-4	2023-6%PET E-5
Fecha de rotura (*):	24/10/2023	24/10/2023	24/10/2023	24/10/2023	24/10/2023
Largo (l_{prom}) (mm):	232.80	231.13	232.13	232.03	232.05
Ancho (W_{prom}) (mm):	129.06	129.36	128.57	129.26	128.93
Espesor (e_{prom}) (mm):	291.92	291.41	290.56	291.02	291.95
Area bruta del espécimen (mm ²):	30044.00	29897.17	29844.31	29991.55	29916.40
Carga Máxima (kN):	398.20	395.18	397.54	398.72	398.16

REPORTE DE RESULTADOS

Resistencia a la Compresión (F/c) (kPa) (Kg/cm ²)	1	2	3	4	5
	13253.7	13217.8	13320.2	13227.5	13308.9
	135.1	134.8	135.8	134.9	135.7

Consideraciones

(*) Datos brindados por el cliente.
(**) Fecha en la que las muestras se internaron en el Laboratorio

Observación:

- Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas
- Las muestras fueron recibidas en el laboratorio 09:00 Hrs
- Las muestras se ensayaron con refrigerado de yeso.

- FIN DE INFORME -

- Esta prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Ingeservicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- Los resultados del informe de ensayo solo están relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Cualquier modificación, cambio y/o alteración presente invalida el documento, reservándonos el derecho de las acciones legales que correspondan.

INFORME DE ENSAYO

Página: 1 de 1

MÉTODOS DE MUESTREO Y ENSAYO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO - NTP 399.604

INFORME N°:	LSCP - 23 - 015	DIRECCION DE Av. Colpa N° 8, sector Pago Olanique Distrito de LABORATORIO : Gregorio Albarracín - Tacna
PROYECTO (*):	Propuesta de elaboración de unidades de ladrillos con PET reciclado para muros portantes en las viviendas del distrito coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna, 2023	
SOLICITANTE (*):	Bach. Luis Fernando Flores Encinas - Bach. Gonzalo Ruben Yapuchura Mamani	
DIRECCIÓN (*):	-	
UBICACIÓN (*):	Tacna - Tacna - Tacna	
MUESTRA (*):	Placa de ladrillo (Diseño convencional + 10% PET)	FECHA DE EMISIÓN DE INFORME: 3 de Noviembre de 2023
ENSAYADO EN:	Laboratorio Ingeservicios Sac	
Hora inicio de ensayo: 10:00 a. m.		Condiciones ambientales
Dirección de carga: Carga Paralela		Temperatura ambiente: 24.7
Especimen de ensayo: Medias miladas de ladrillos		Humedad relativa: 54%

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

	Código de cliente (*)	Código de espécimen de Lab.	Descripción de espécimen	Fecha de Recepción (**)
Especimen N°1:	PL-1	2023-10%PET E-1	Diseño convencional + 10% Plásticos PET	24/10/2023
Especimen N°2:	PL-2	2023-10%PET E-2	Diseño convencional + 10% Plásticos PET	24/10/2023
Especimen N°3:	PL-3	2023-10%PET E-3	Diseño convencional + 10% Plásticos PET	24/10/2023
Especimen N°4:	PL-4	2023-10%PET E-4	Diseño convencional + 10% Plásticos PET	24/10/2023
Especimen N°5:	PL-5	2023-10%PET E-5	Diseño convencional + 10% Plásticos PET	24/10/2023

ESPECIMENES N°

	1	2	3	4	5
Código espécimen:	2023-10%PET E-1	2023-10%PET E-2	2023-10%PET E-3	2023-10%PET E-4	2023-10%PET E-5
Fecha de rotura (*):	24/10/2023	24/10/2023	24/10/2023	24/10/2023	24/10/2023
Largo (L_{prom}) (mm):	233.25	232.83	233.35	232.97	232.89
Ancho (W_{prom}) (mm):	129.06	130.36	129.79	129.01	129.89
Espesor (t_{prom}) (mm):	306.91	305.60	307.99	305.96	306.40
Área bruta del espécimen (mm^2):	30102.08	30350.55	30284.68	30055.46	30249.43
Carga Máxima (kN):	299.60	298.47	295.73	299.62	300.12

REPORTE DE RESULTADOS

Resistencia a la Compresión (F'c) (kPa) (Kg/cm ²)	1	2	3	4	5
	9959.3	6833.9	9764.8	9965.4	9921.4
	101.6	100.3	99.6	101.6	101.2

Consideraciones

(*) Datos brindados por el cliente.
(**) Fecha en la que las muestras se internaron en el Laboratorio.

Observación:

- Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas
- Las muestras fueron recibidas en el laboratorio 09:00 Hrs
- Las muestras se ensayaron con reentrenado de yeso

INFORME DE ENSAYO

Página: 1 de 1

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL - MURETES DE ALBAÑILERIA
NTP 339.621**

INFORME N°:	LSCP - 23 - 027	DIRECCION DE:	Av. Colpa N° 8, sector Pago Otanque Distrito de Tacna, 2023
PROYECTO (*):	Propuesta de elaboración de unidades de ladrillos con PET reciclado para muros portantes en las viviendas del distrito coronel Gregorio Albarraçin Lanchipa - Tacna, 2023	LABORATORIO:	Gregorio Albarraçin - Tacna
SOLICITANTE (*):	Bach. Luis Ferrando Flores Encinas - Bach. Gonzalo Ruben Yapuchura Mamani		
DIRECCION (*):	-		
UBICACION (*):	Tacna - Tacna - Tacna		
MUESTRA (*):	Compresion individual (Diseño convencional + 2% plásticos PET)	FECHA DE EMISION DE INFORME:	29 de Noviembre de 2023
ENSAYADO EN:	Laboratorio Ingeservicios Sac		
Hora Inicio de ensayo:	9:00 a. m.	Condiciones ambientales	
Dirección de carga:	Carga Paralela	Temperatura ambiente:	28°C
Especimen de ensayo:	Medias miladas de ladrillos	Humedad relativa:	42%

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

	Código de cliente (*)	Código de espécimen de Lab.	Descripción de espécimen	Fecha de Recepción (**)
Especimen N°1:	PL-1	2023-2% E-1	Diseño convencional + 2% PET	28/11/2023
Especimen N°2:	PL-2	2023-2% E-2	Diseño convencional + 2% PET	28/11/2023
Especimen N°3:	PL-3	2023-2% E-3	Diseño convencional + 2% PET	28/11/2023
Especimen N°4:	-	-	-	-
Especimen N°5:	-	-	-	-

ESPECIMENES N°

	1	2	3	4	5
Código espécimen:	2023-2% E-1	2023-2% E-2	2023-2% E-3	-	-
Fecha de rotura (*):	28/11/2023	28/11/2023	28/11/2023	-	-
Largo (L_{prom.}) (mm):	631.00	632.00	632.00	-	-
Ancho (W_{prom.}) (mm):	125.00	124.00	125.00	-	-
Espesor (e_{prom.}) (mm):	94.00	94.00	94.00	-	-
Carga Máxima (N):	7810.00	7825.00	7763.00	-	-

REPORTE DE RESULTADOS

		1	2	3	4	5
Esfuerzo cortante (MPa)		0.732	0.741	0.710	-	-
(Kg/cm²)		7.46	7.56	7.24	-	-

Consideraciones

(*) Datos brindados por el cliente.
(**) Fecha en la que las muestras se internaron en el Laboratorio.

Observación:

- Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas
- Las muestras fueron recibidas en el laboratorio 08:00 Hrs
- Las muestras se ensayaron con refrentado de yeso.

INFORME DE ENSAYO

Página: 1 de 1

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL - MURETES DE ALBAÑILERÍA
NTP 339.621

INFORME N°:	LSCP - 23 - 028	DIRECCION DE LABORATORIO:	Av. Colpa N° 8, sector Pago Cienque Distrito de Tacna, 2023 Gregorio Albarracín - Tacna
PROYECTO (*):	Propuesta de elaboración de unidades de ladrillos con PET reciclado para muros portantes en las viviendas del distrito coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna, 2023		
SOLICITANTE (*):	Bach. Luis Ferrando Flores Encinas - Bach. Gonzalo Ruben Yapuchura Mamani		
DIRECCIÓN (*):	-		
UBICACIÓN (*):	Tacna - Tacna - Tacna		
MUESTRA (*):	Compresion individual (Diseño convencional + 6% plásticos PET)		
ENSAYADO EN:	Laboratorio Ingeservicios Sac	FECHA DE EMISIÓN DE INFORME:	29 de Noviembre de 2023
Hora Inicio de ensayo:	9:00 a. m.	Condiciones ambientales	
Dirección de carga:	Carga Paralela	Temperatura ambiente:	28°C
Especimen de ensayo:	Medias mitades de ladrillos	Humedad relativa:	42%

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

	Código de cliente (*)	Código de especimen de Lab.	Descripción de especimen	Fecha de Recepción (**)
Especimen N°1:	PL-1	2023-6% E-1	Diseño convencional + 6% PET	28/11/2023
Especimen N°2:	PL-2	2023-6% E-2	Diseño convencional + 6% PET	28/11/2023
Especimen N°3:	PL-3	2023-6% E-3	Diseño convencional + 6% PET	28/11/2023
Especimen N°4:	-	-	-	-
Especimen N°5:	-	-	-	-

ESPECIMENES N°

	1	2	3	4	5
Código especimen:	2023-6% E-1	2023-6% E-2	2023-6% E-3	-	-
Fecha de rotura (*):	28/11/2023	28/11/2023	28/11/2023	-	-
Largo (l_{prom}) (mm):	617.00	619.00	617.00	-	-
Ancho (W_{prom}) (mm):	125.00	125.00	125.00	-	-
Espesor (h_{prom}) (mm):	94.00	94.00	94.00	-	-
Carga Máxima (N):	10935.00	10948.00	10930.00	-	-

REPORTE DE RESULTADOS

Esfuerzo cortante	(MPa)	0.982	0.987	0.978	-	-
	(Kg/cm ²)	10.01	10.06	9.97	-	-

Consideraciones

(*) Datos brindados por el cliente
(**) Fecha en la que las muestras se internaron en el Laboratorio.

Observación:

- Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas
- Las muestras fueron recibidas en el laboratorio 08:00 Hrs
- Las muestras se ensayaron con refrenado de yoso.

INFORME DE ENSAYO

Página: 1 de 1

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL - MURETES DE ALBAÑILERÍA
NTP 339.621

INFORME N°:	LSCP - 23 - 029	DIRECCION DE Av. Colpa N° 8, sector Pago Olanque Distrito de Tacna, 2023	LABORATORIO : Gregorio Albarracín - Tacna
PROYECTO (*):	Propuesta de elaboración de unidades de ladrillos con PET reciclado para muros portantes en las viviendas del distrito coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna, 2023		
SOLICITANTE (*):	Bach. Luis Ferrando Flores Encinas - Bach. Gonzalo Ruben Yapuchura Mamani		
DIRECCIÓN (*):	-		
UBICACIÓN (*):	Tacna - Tacna - Tacna		
MUESTRA (*):	Compresion individual (Diseño convencional + 10% plásticos PET)		
ENSAYADO EN:	Laboratorio Ingeservicios Sac	FECHA DE EMISION DE INFORME:	29 de Noviembre de 2023
Hora inicio de ensayo:	9:00 a. m.	Condiciones ambientales	
Dirección de carga:	Carga Paralela	Temperatura ambiente:	28°C
Especimen de ensayo:	Medias miladas de ladrillos	Humedad relativa:	42%

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

	Código de cliente (*)	Código de especimen de Lab.	Descripción de especimen	Fecha de Recepción (**)
Especimen N°1:	PL-1	2023-10% E-1	Diseño convencional + 10% PET	28/11/2023
Especimen N°2:	PL-2	2023-10% E-2	Diseño convencional + 10% PET	28/11/2023
Especimen N°3:	PL-3	2023-10% E-3	Diseño convencional + 10% PET	28/11/2023
Especimen N°4:	-	-	-	-
Especimen N°5:	-	-	-	-

ESPECIMENES N°

	1	2	3	4	5
Código especimen:	2023-10% E-1	2023-10% E-2	2023-10% E-3	-	-
Fecha de rotura (*):	28/11/2023	28/11/2023	28/11/2023	-	-
Largo (L_{prom}) (mm):	621.00	622.00	620.00	-	-
Ancho (W_{prom}) (mm):	127.00	127.00	127.00	-	-
Espesor (t_{prom}) (mm):	94.00	94.00	94.00	-	-
Carga Máxima (N):	11605.00	11625.00	11680.00	-	-

REPORTE DE RESULTADOS

	(MPa)				
Esfuerzo cortante	1.020	1.080	1.120	-	-
	(Kg/cm ²)	10.40	11.01	11.42	-

Consideraciones

(*) Datos brindados por el cliente.
(**) Fecha en la que las muestras se internaron en el Laboratorio.

Observación:

- Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas
- Las muestras fueron recibidas en el laboratorio 08:00 Hrs
- Las muestras se ensayaron con refrentado de yeso.



Universidad Católica
San Pablo

Departamento de
Ingeniería Civil

**Laboratorio de Concreto y Ensayo
de Materiales de Construcción**

INFORME DE ENSAYO

RESISTENCIA A LA COMPRESION DIAGONAL - MURETES DE ALBAÑILERIA
(NTP 399.621)

N° DE EXPEDIENTE

LC 6111-23 / UCSP

Página: 01 de 1

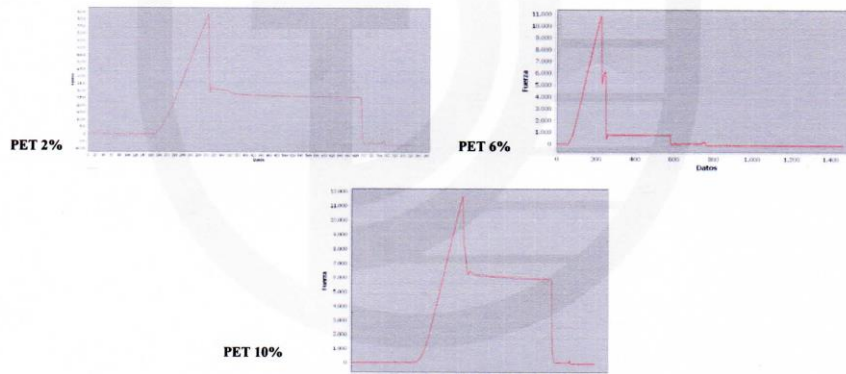
Fecha de emisión: 29/11/2023

SOLICITANTE : LUIS FERNANDO FLORES ENCINAS - GONZALO RUBEN YAPUCHURA MAMANI
PROYECTO : TESIS: "PROPUESTA DE ELABORACION DE UNIDADES DE LADRILLO CON PET RECICLADO PARA MUROS PORTANTES EN LAS VIVIENDAS DEL DISTRITO CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA -TACNA-2023"
UBICACIÓN : TACNA - TACNA

CARACTERISTICAS DE LAS MUESTRAS

DESCRIPCION : 03 MURETES DE 0,60m x 0,60m CONFORMADOS POR UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE CONCRETO CON PET RECICLADO DE DIMENSIONES 9cm x 12,5cm x 23cm
ESPEJOR JUNTA : 1,8 cm (Promedio)
NOMBRE COMERCIAL : LADRILLOS DE CONCRETO CON PET
PROCEDENCIA : LABORATORIO INGESERVICIOS
UBICACIÓN LADRILLERA : TACNA - TACNA

DESCRIPCION MURETE	FECHA FABRICAC.	FECHA ROTURA	EDAD (Días)	DIMENSIONES (mm)		CARGA		ESFUERZO CORTANTE	
				ANCHO PROM.	ESPEJOR	(N)	(kgf)	(MPa)	(kgf/cm ²)
PET 2%	06/10/2023	28/11/2023	53	631	125	7810	796,4	0,732	8,07
PET 6%	07/10/2023	28/11/2023	52	617	125	10935	1115,1	0,982	10,83
PET 10%	08/10/2023	28/11/2023	51	621	127	11605	1183,4	1,020	11,25



OBSERVACION : Los muretes fabricados fueron proporcionados por el solicitante



Fernando Garnica Cuba
FERNANDO GARNICA CUBA
Jefe de Laboratorios de Ingeniería Civil
Ingeniero Civil
CIP. N° 115035

Laboratorios:
Calle Sucre N°601, Cercado - Arequipa, Perú
Telf: (054) 605630 anexo: 281 - Cel: 971351240
Email: labcivil@ucsp.edu.pe

INDECOSO
INSTITUTO PARA EL DESARROLLO Y CRECIMIENTO SOCIAL
Av. Salaverry 301, Cercado - Arequipa