



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
UNIDAD DE INVESTIGACION

EVALUACION DE ORIGINALIDAD

ID. N° 105012721

CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se la realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento de INFORME FINAL DE TESIS cuyo título es:

ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO CON MATERIAL PLÁSTICO DE BOTELLA -PET- RECICLADO PARA LA CONSTRUCCIÓN ECOEFICIENTE DE VIVIENDAS EN EL DISTRITO DE ICA - 2022

presentado por:

BRICEÑO HUASHUAYLLO, ALEXANDRA BEATRIZ

Bachiller del nivel de **PREGRADO** de la Facultad de Ingeniería Civil. El resultado obtenido es de **6% de similitud**, por el cual se otorga el calificativo de **APROBADO**, según el Reglamento para la evaluación de la Originalidad de los documentos de investigación.

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Ica, 5 de diciembre de 2023

Universidad Nacional "San Luis Gonzaga"
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN


Dr. SANTOS CHACALTANA VÁSQUEZ
DIRECTOR (i)

DIRECTOR DE UNIDAD DE INVESTIGACION
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
Facultad de Ingeniería Civil



Elaboración de unidades de albañilería de concreto con material plástico de botella -PET- reciclado para la construcción ecoeficiente de viviendas en el distrito de Ica - 2022

Línea de Investigación
Ciencias naturales, ingeniería y tecnologías sostenibles

INFORME FINAL DE TESIS

AUTOR:
BACH. BRICEÑO HUASHUAYLLO, ALEXANDRA BEATRIZ

Ica, Perú
2023

Dedicatoria

A mi madre, que desde pequeña me enseñó la disciplina de estudiar y luchar por los sueños.

A mis hermanos por su incondicional apoyo a lo largo de mi vida universitaria.

Agradecimientos

A Dios, quien me ilumina, bendice y protege mi camino.

Hacia mi familia por ser el sostén fundamental de mi formación.

A mi asesor Dr.Ing.Juan Felix Olaechea Huarcaya, que con gran profesionalismo ha direccionado el desarrollo de la tesis.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimientos	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	vi
RESUMEN	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Situación problemática	1
1.2. Formulación de problemas.....	2
1.2.1. Problema general.....	2
1.3. Antecedentes del problema de investigación.....	3
1.3.1. Antecedentes a nivel internacional.....	3
1.3.2. Antecedentes a nivel nacional	4
1.3.3. Antecedentes a nivel local.....	5
1.4 Justificación e importancia de la investigación	5
1.4.1. Justificación.....	5
1.4.2. Importancia.....	6
1.5 Objetivos de la investigación.....	6
1.5.1. Objetivo general	6
1.5.2. Objetivos específicos.....	6
1.6. Contenido de capítulos.....	7
II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA.	9
2.1. Procedimientos.	9
2.2. Diseño metodológico.	9
2.2.1. Tipo, nivel y diseño de investigación.....	9
2.2.2. Operacionalización de variables.....	10
2.3. Participantes.....	10
2.4. Universo y muestra	11
2.4.1. Delimitación del proyecto	11
2.4.2. Delimitación temporal.....	11
2.4.3. Delimitación social.....	11
2.4.4. Delimitación conceptual.....	11
2.4.5. Población y muestra.	12
2.5. Instrumentos y técnicas de medición y recolección.....	13
2.5.1 Instrumentos de recolección de datos.....	13

2.5.2 Técnicas de recolección de datos	14
2.6 Técnicas de procesamiento, análisis e interpretación de Datos	14
2.6.1 Análisis Granulométrico (NTP 400.012 - ASTM C136)	15
2.6.2 Módulo de Fineza y Tamaño Máximo Nominal	17
2.6.3 Peso Unitario de Agregados (NTP 400.017- ASTM C29).....	17
2.6.4 Peso Específico y Absorción de Agregados (NTP 400.022 - ASTM C128).....	19
2.6.5 Contenido de Humedad (ASTM C566).....	21
2.6.6 Diseño de Mezcla por el Método ACI.....	21
III. RESULTADOS.....	36
3.1 Ensayos de Unidades de Albañilería de concreto vibrado.....	36
3.1.1 Ensayo de Variación Dimensional NTP 399-604/ASTM C140.....	37
3.1.2 Ensayo de Alabeo- NTP 399.613	39
3.1.3 Ensayo de Succión (R.N.E: E.070 Albañilería)	40
3.1.4 Ensayo de Absorción.....	43
3.1.5 Ensayo de Contenido de Humedad:	45
3.1.6 Ensayo de Resistencia a Compresión (NTP 399.604 – ASTM C140):	46
IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	65
V. CONCLUSIONES.	66
VI. RECOMENDACIONES.....	69
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	70
VIII. ANEXOS.....	72

Índice de tablas

Tabla I Operacionalización de Variables	10
Tabla II Número de Muestra para cada Ensayo	12
Tabla III Fichas técnicas	13
Tabla IV Granulometría de Agregado Fino	15
Tabla V Granulometría de Agregado Grueso	16
Tabla VII Peso Unitario Suelto de Agregado Fino	17
Tabla VIII Peso Unitario Suelto de Agregado Grueso.....	18
Tabla IX Peso Compactado de Agregado Fino.....	18
Tabla X Peso Compactado de Agregado Grueso	19
Tabla XI Peso Específico y Absorción de Agregado Fino.....	19
Tabla XII Peso Específico y Absorción de Agregado Grueso	20
Tabla XIII Peso Específico de PET reciclado.....	20
Tabla XIV Contenido de Humedad de Agregado Fino y Grueso	21
Tabla XV Clases de Mezclas Según su Asentamiento.....	22
Tabla XVI Resistencia a la Compresión Promedio.....	23
Tabla XVII Volumen Unitario del Agua	23
Tabla XVIII Contenido de Aire Atrapado	23
Tabla XIX Relación Agua-Cemento por Resistencia	24
Tabla XX Volumen de Agregado Grueso, Seco y Compactado por Unidad de Volumen de Concreto para Diferentes Módulos de Fineza del Agregado Fino	24
Tabla XXI Características de Materiales para Diseño	25
Tabla XXII Resumen de Diseño de Mezcla.....	29
Tabla XXIII Materiales para 1m ³ de Concreto.....	29
Tabla XXIV Diseño de Mezcla Patrón	30
Tabla XXV Diseño N ^o 2: 10% PET	30
Tabla XXVI Diseño N ^o 3: 20% PET.....	31
Tabla XXVII Diseño N ^o 4: 30% PET	31
Tabla XXVIII Diseño con 0%, 10%, 20%, 30% PET reciclado	32
Tabla XXIX Clasificación de Unidad de Albañilería para Fines Estructurales	36
Tabla XXX Requisitos de Resistencia y Absorción, Según NTP 399.601	36
Tabla XXXI Ensayo de Variación Dimensional de Unidades de Albañilería.....	37
Tabla XXXII Resumen de Variación de Dimensiones.	38
Tabla XXXIII Ensayo de Alabeo de Unidades de Albañilería	39
Tabla XXXIV Resumen de Ensayo de Alabeo de Unidades de Albañilería.....	40
Tabla XXXV Ensayo de Succión de Unidades de Albañilería	41

Tabla XXXVI Resumen de Ensayo de Succión de Unidades de Albañilería	42
Tabla XXXVII Ensayo de Absorción de Unidades de Albañilería.....	43
Tabla XXXVIII Resumen de Ensayo de Absorción de Unidades de Albañilería.....	44
Tabla XXXIX Ensayo de Contenido de Humedad de Unidades de Albañilería.....	45
Tabla XL Resumen Ensayo de Contenido de Humedad de Unidades de Albañilería.....	46
Tabla XLI Ensayo de Resistencia a Compresión de Unidades de Albañilería a 14 Días	48
Tabla XLII Ensayo de Resistencia a Compresión de Unidades de Albañilería a 28 Días	49
Tabla XLIII Resumen de Resistencia a Compresión de Unidades de Albañilería.....	50
Tabla XLIV Ensayo de Pilas en Unidades de Albañilería	53
Tabla XLV Ensayo de Pilas descontando Desviación Estándar	54
Tabla XLVI Tabla Salarial de Construcción Civil 2023.....	56
Tabla XLVII Análisis de Precios Unitarios de ladrillo 0% PET.....	56
Tabla XLVIII Análisis de Precios Unitarios de ladrillo 10% PET	57
Tabla XLIX Análisis de Precios Unitarios de ladrillo 20% PET	57
Tabla L Análisis de Precios Unitarios de ladrillo 30% PET	58
Tabla LI Costo de Asentado por m2 de ladrillo patrón 0% PET	59
Tabla LII Costo de Asentado por m2 de ladrillo patrón 10% PET	59
Tabla LIII Costo de Asentado por m2 de ladrillo patrón 20% PET.....	60
Tabla LIV Costo de Asentado por m2 de ladrillo patrón 30% PET.....	60
Tabla LV Resumen de Análisis de Costo por Unidad de Albañilería y costo por m2 de Muro .	61

Índice de Figuras

Fig. 1 Ubicación del departamento Ica	11
Fig. 2 Mezcladora de Concreto	13
Fig. 3 Compresora de Concreto	14
Fig. 4 Curva Granulométrica de Arena Gruesa.....	16
Fig. 5 Molde Metálico de Unidades de Albañilería 26.8% de Vacíos	32
Fig. 6 Plástico PET reciclado triturado	33
Fig. 7 Mezcladora de Concreto	33
Fig. 8 Vibración de Unidad de Albañilería PET	34
Fig. 9 Desmolde de Unidad de Albañilería.....	34
Fig. 10 Poza de curado de Unidades de Albañilería.	35
Fig. 11 Secado de Unidades de Albañilería PET	35
Fig. 12 Gráfico de Barras de Ensayo de variación dimensional de Unidades de Albañilería	38
Fig. 13 Gráfico de Barras de Ensayo de Alabeo en Unidades de Albañilería.....	40
Fig. 14 Gráfico de Barras de Ensayo de Succión en Unidades de Albañilería	42
Fig. 15 Gráfico de Barras de Ensayo de Absorción en Unidades de Albañilería.....	44
Fig. 16 Gráfico de Barras de Ensayo de Contenido de Humedad en Unidades de Albañilería ..	46
Fig. 17 Gráfico de Barras de Ensayo Resistencia a Compresión en Unidades de Albañilería....	51
Fig. 18 Gráfico de Líneas de Ensayo de Resistencia a Compresión en Unidades de Albañilería51	
Fig. 19 Gráfico de Barras de Variación de Resistencia de la Unidad respecto a ladrillo patrón 0% PET	52
Fig. 20 Porcentaje de Variación de Resistencia de la Unidad respecto a ladrillo patrón 0% PET	52
Fig. 21 Gráfico de Variación de Resistencia de Pilas de ladrillos de concreto PET reciclado ...	55
Fig. 22 Costo de Unidades de Albañilería de PET reciclado.	61
Fig. 23 Costo por m2 de muro con Unidades de Albañilería de PET reciclado.	62

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo principal es elaborar unidades de albañilería de concreto con material de plástico de botella -PET- reciclado para la construcción ecoeficiente de viviendas; mitigando con ello los efectos medio ambientales en beneficio de la población del distrito de Ica.

De este modo, se ha desarrollado una investigación tipo aplicada con enfoque cuantitativo, en un nivel correlacional- explicativo, con un diseño de investigación experimental. La población de estudio es unidad de albañilería como es el ladrillo de concreto a base de PET.

A continuación, se obtuvieron los resultados de propiedades físicas de los ladrillos de concreto con incorporación de PET reciclado. Los ensayos de succión promedio de los ladrillos PET es 5.95 gr/cm²/min, valores que están dentro del rango de 10 – 20gr(200cm²-min),. La absorción de los ladrillos de concreto PET reciclado tiene una absorción promedio 4.72% estos valores no sobrepasan los 12% estipulado en la norma E.070 de albañilería. Respecto a la resistencia a la compresión de los ladrillos de concreto disminuye de acuerdo a más porcentaje de PET reciclado exista en la mezcla, en la presente investigación la resistencia de los ladrillos de 0%,10%,20%,30% PET reciclado; descontando desviación estándar resultando 180.70kg/cm², 160.08kg/cm², 145.38kg/cm², 110.04kg/cm², respectivamente.

Para finalizar se ha demostrado los ladrillos de concreto PET reciclado el que tuvo un mejor comportamiento tanto físico y mecánico es el ladrillo con 20% PET reciclado, debido a que logra reutilizar el mayor plástico reciclado posible y cumple con los requisitos establecidos en la norma que presenta como una unidad de albañilería aptos para muros portantes, cumpliendo así las características de calidad, sustentable y económico, es decir un material ecoeficiente.

Palabras Clave: PET reciclado, Ecoeficiencia, Ladrillos de concreto.

ABSTRACT

At present there is concern about the search for sustainable jobs in the construction industry since this activity generates an impact on the environment, consuming natural resources, which generates harmful waste for the environment.

In this context, the present investigation arises whose main objective is to elaborate concrete masonry units with recycled plastic bottle material -PET- for the eco-efficient construction of houses; thereby mitigating the environmental effects for the benefit of the population of the district of Ica.

In this way, an applied type of research has been developed with a quantitative approach, at a correlational-descriptive level, with an experimental research design. The study population is a masonry unit such as concrete brick based on recycled PET.

Next, the results of the physical properties of the concrete bricks with the incorporation of recycled PET were obtained, which are more favorable than the 18-hole clay bricks. The average suction tests for PET bricks are 5.95 gr/cm²/min, values that are within the range of 10 – 20gr(200cm²-min).The absorption of recycled PET concrete bricks has an average absorption of 4.72%, these values do not exceed the 12% stipulated in the E.070 masonry standard. Regarding the compressive strength of the concrete bricks, it decreases according to the higher percentage of recycled PET in the mix, in the present investigation the resistance of the bricks of 0%, 10%, 20%, 30% recycled PET; discounting standard deviation resulting in 180.70kg/cm², 160.08kg/cm², 145.38kg/cm², 110.04kg/cm², respectively.

Finally, the recycled PET concrete bricks have been demonstrated, the one that had the best physical and mechanical behavior is the brick with 20% recycled PET, because it manages to reuse as much recycled plastic as possible and meets the requirements established in the standard that It presents as a masonry unit suitable for load-bearing walls, thus fulfilling the quality, sustainable and economic characteristics, that is, an eco-efficient material.

Keywords: Recycled PET, Eco-efficiency, Concrete bricks.

I. INTRODUCCIÓN.

A lo largo de la historia el hombre ha intentado encontrar a través de la creación de materiales para satisfacer sus necesidades de supervivencia, mejorando los materiales naturales. Es así como hoy en día conocemos el plástico.

El medio ambiente presenta un deterioro a pasos agigantados debido a la contaminación ambiental, cuyo desecho principal para esta degradación es el plástico, llegando a reciclar un pequeño porcentaje mientras las cifras de plástico en el medio ambiente son alarmantes.

En este contexto la presente investigación tiene como propósito elaborar ladrillos de concreto vibrados para muros portantes que incorporen en su composición partículas plástico de botella PET (Polietileno Tereftalato) reciclado en 0%, 10%, 20%, 30%, las cuales se trituran y se mezclan con cemento, arena, piedra 3/8" y agua para obtener una mezcla homogénea, de tal forma se busca mitigar el impacto ambiental de las actividades de edificación y contribuir a la actividad de reciclaje del plástico para la reducción de la cantidad de residuos plásticos que terminan en los vertederos o, peor aún, en los océanos. Cada año, millones de botellas de plástico son desechadas y terminan contaminando el medio ambiente. Al utilizar estas botellas.

La presente investigación este compuesto de las siguientes partes:

- ❖ Capítulo I, donde hace referencia al planteamiento del problema, la hipótesis, objetivos, justificación y metodología de la investigación, también los instrumentos, técnicas de recolección, medición y procedimientos de datos.
- ❖ Capítulo II, se analiza el proceso de elaboración del ladrillo de Concreto vibrado con diferentes porcentajes PET
- ❖ Capítulo III, se analiza la norma E.070 que sirvieron como base para realizar los ensayos de laboratorio en los ladrillos de concreto PET.
- ❖ Capítulo IV, se desarrolla la evaluación de las propiedades físicos mecánicos, donde finalmente se mostrará la comparación de los resultados de ladrillos con 0%, 10%, 20%, 30% PET, así como discusión de resultados, conclusión y recomendaciones.

1.1. Situación problemática

En la ciudad de Ica existe un escaso tratamiento de residuos plásticos sólidos, por su inadecuada disposición final debido al abastecimiento insuficiente de relleno sanitarios, el reciclaje no se encuentra masificado a gran escala por la inexistencia de sistemas de tratamiento de material plástico, los cuales generan problemas de contaminación del medio ambiente por su lento proceso de biodegradación de forma natural de aproximadamente 500 años, originando cambio climático, desgaste de la capa de ozono y causando devastaciones

naturales.

Las unidades de albañilería comúnmente usados en la ciudad de Ica son fabricados de forma industrial o artesanal, por lo que, en cada proceso de su fabricación, genera impactos perjudiciales para la protección del medio ambiente. La explotación de canteras para la extracción de materia prima genera agravio del paisaje, también en la morfología del terreno ocasionando la deforestación y pérdida de estrato productivo del suelo. Durante el proceso de cocción de los ladrillos en hornos se usan combustibles inapropiados que generan emisión de gases contaminantes, ello origina impacto a la calidad del aire, aumento de contaminación atmosférica, perjudica la salud de los trabajadores también perjudicando a la flora y fauna de la zona próxima.

Ante la escasa iniciativa por la innovación de nuevos materiales en el sector de la construcción, es así como se plantea el uso de material plástico reciclado en la elaboración de unidades de albañilería de concreto PET reciclado, con la finalidad de minimizar la acumulación de plástico de botella-PET dando mayor enfoque a la actividad de reciclaje para encontrar soluciones sostenibles y eco amigables con el medio ambiente, sin afectar las propiedades mecánicas del proyecto y brindando mayor seguridad, para ello el diseño se verificará con las Normas vigentes del sector de la construcción.

1.2. Formulación de problemas

1.2.1. Problema general

De acuerdo a la formulación del problema, se plantea lo siguiente:

¿De qué manera la elaboración de unidades de albañilería de concreto con material de plástico de botella -PET- reciclado mejora la construcción ecoeficiente de viviendas en beneficio de la población del distrito de Ica?

1.2.2. Problemas específicos

Los problemas específicos se plantearán con la finalidad de ampliar el enfoque del problema general de la investigación:

- ¿De qué manera el material de plástico de botella -PET- reciclado influye en la elaboración de unidades de albañilería de concreto y la construcción ecoeficiente de viviendas en el distrito de Ica?
- ¿Qué propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería de concreto con material de plástico de botella -PET- reciclado cumplen con las recomendaciones de la norma E,070 de albañilería, en la construcción ecoeficiente de viviendas en el distrito de Ica?
- ¿En qué medida las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería de concreto mejoran a las unidades de albañilería elaborado con material de plástico de

botella -PET- reciclado, en la construcción ecoeficiente de viviendas en el distrito de Ica?

- ¿Qué incidencia tienen en el costo las unidades de albañilería de concreto en comparación con las unidades de albañilería de concreto con material de plástico de botella -PET- reciclado para la construcción ecoeficiente de viviendas en el distrito de Ica?

1.3. Antecedentes del problema de investigación

1.3.1. Antecedentes a nivel internacional

En 2019, E. Ortiz, D. Cristancho y B. Avellaneda [1] en aquella investigación estudiaron el comportamiento de los ladrillos de arcilla cocida con los ladrillos PET, con el objetivo de determinar variaciones estableciendo deficiencias y potenciales de cada uno frente a los diversos, para ello se realizó ensayos de laboratorio para su estudio estructural de la unidad. Se concluyó que el porcentaje de absorción de los ladrillos PET resultó de 12% lo cual es conveniente el uso de PET reciclado para la fabricación de ladrillos, por lo que no disminuye su resistencia y el comportamiento del ladrillo PET. Además, se demostró que los ladrillos con 20% PET reciclado alcanzó 4,3 Mpa de módulo de rotura y los ladrillos con 25% PET reciclado cumplen con la selección de resistencia a la flexocompresión y absorción. Además, los ladrillos estudiados proveen de aislación térmica cinco veces mayor que de los convencionales, por esa característica se pueden construir muros de menor espesor.

En 2019, C. Moya, E. Cevallos y E. Endara [2] en su investigación buscaron reducir la problemática de acumulación de plásticos residuales y limitar el uso de ladrillos tradicionales. Para ello se realizaron ensayos a las unidades de albañilería con material de plástico PET reciclado siguiendo las normas vigentes. Los resultados nos indican que los muretes de la segunda etapa (botellas rellenas con suelo de sitio) son los que presentan la mayor resistencia tanto en tensión diagonal 2,22 MPa como en compresión axial 3,47MPa, en comparación a todos los demás elementos estudiados, los muretes construidos con plástico PET son más livianos en 43.21% y 17.79% en comparación con los diferentes elementos estudiados; por lo tanto se encuentran dentro de los parámetros permisibles convirtiendo a este mampuesto en una alternativa para la construcción sostenible de viviendas.

En 2018, J. Maure, M. Candanedo, J. Madrid, M. Bolobosky, N. Marín [3] en su investigación plantearon la fabricación de ladrillos de plástico fundido con virutas. Los ladrillos fabricados permitieron comprobar y obtener una buena resistencia

mecánica al esfuerzo de compresión en comparación con los ladrillos convencionales de arcilla cocida, así también se busca minimizar la contaminación ambiental proponiendo un producto autosustentable debido a que en su fabricación se utilizan productos reciclables promoviendo mayor vida útil en lugar de quemarlo o cuya inapropiada disposición final.

1.3.2. Antecedentes a nivel nacional

En 2021, R. Vilca, J. Jesús y A. Salas [4] Estudiaron el aprovechamiento en la reutilización del material (PET) Polietilen-Tereftalato como materia principal de ecoladrillos apropiados para fomentar una albañilería sostenible, realizaron ensayos haciendo uso de manera eficaz al reciclaje y minimizando el impacto ambiental causado por la industria de la construcción. En la presente investigación se demostró que el ladrillo de PET, puede ser empleado con fines estructurales en la construcción de viviendas, además, se demostró que los ecoladrillos tienen mayor beneficio en propiedades estructurales, así como en beneficio por su aporte a la construcción sustentable.

En 2020, A. Ampuero y L. Romero [5] Desarrollaron la producción de unidades de albañilería eco-amigables con el medio ambiente, con la finalidad de hacer un estudio de las actuales publicaciones sobre los valores más correctos de las características físicos-mecánicas. Se estableció que la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería con agregado de plástico PET aumentan su resistencia con el porcentaje de 5%-15%, ya que a mayor porcentaje de plástico PET disminuye la resistencia a compresión. Se destaca que los ecoladrillos PET mantienen una baja absorción debido a la naturaleza hidrófoba del PET, respecto a la durabilidad dependen de la resistencia a compresión y permeabilidad. Se concluye que en la mayoría de los parámetros mecánicos y físicos cumplen con los estándares de mínimos requeridos para la construcción de viviendas ecológicas y seguras.

En 2021 N. Juárez, A. Neira [6] Estudiaron las propiedades físico- mecánicas de un ladrillo de arcilla cocida y un ladrillo de concreto con adición de plástico PET así también en qué medida generan contaminación ambiental durante su fabricación ambos ladrillos, con el objetivo de demostrar si el ladrillo de concreto con adición de PET es eficaz en el sistema de muros portantes y eco-eficiente para el ambiente. Utilizando diseño metodológico de tipo experimental. La fabricación de los ladrillos con PET en distintos porcentajes (10%,15% y 20%), se realizaron en el laboratorio, evaluando las propiedades físico-mecánicas, de acuerdo a las Normas Técnicas

Peruanas, así mismo estudiaron la variable ambiental, de acuerdo a la emisión de gases de monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno material particulado 10, dióxido de azufre (SO₂), de acuerdo a los estándares de calidad del aire del MINAM. El estudio concluyó que los ladrillos de concreto con adición de PET son aptos para construcción de muros portantes ya que cumplen con los parámetros establecidos por la NTP, con respecto al impacto ambiental, los ladrillos de arcilla cocida generan mayor impacto en su proceso de fabricación en comparación con los ladrillos de concreto con adición de PET reciclado. Desarrollaron la producción de unidades de albañilería eco-amigables con el medio ambiente, con la finalidad de hacer un estudio de las actuales publicaciones sobre los valores más correctos de las características físicos-mecánicas. Se estableció que la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería con agregado de plástico PET aumentan su resistencia con el porcentaje de 5%-15%, ya que a mayor porcentaje de plástico PET disminuye la resistencia a compresión.

1.3.3. Antecedentes a nivel local

En 2021 G. Araujo [7] desarrollo un diseño y fabricación de unidad de albañilería de concreto liviano añadiendo poliestireno expandido que sea empleado en la construcción de viviendas ciudad de Ica con el objetivo de mejorar las características térmicas de los recintos, cuyo estudio determino que las unidades de concreto ligero fabricadas de poliestireno expandido están clasificadas según NTP 399.601, en tipo 14 para uso general de resistencia a compresión moderada es decir para muros no portantes y portantes. En el ensayo de Pilas la resistencia fue 86.79 kg/cm², en cuanto a la variación de dimensiones las unidades de albañilería no difieren en mas de +/- 3.2mm, es decir se encuentran dentro de los parámetros establecidos en la NTP 399.601.

1.4 Justificación e importancia de la investigación

1.4.1. Justificación

Este estudio tiene justificación ecológica ya que el presente estudio se enfoca en la producción de unidades de albañilería de concreto con material de plástico de botella-PET reciclado y con un concreto patrón con adiciones que van de 10%, 20% y 30% por unidad de albañilería para el asentado de muros portantes de albañilería.

De la misma manera la presente investigación aportará a la minimización de la contaminación ambiental en contraposición de los ladrillos comúnmente usados en la ciudad de Ica, que requieren de combustibles fósiles o la quema de leña en la elaboración de sus ladrillos, presentando el ladrillo ecológico con adición de PET reciclado, como un material alternativo en la construcción.

La investigación contribuye a determinar las propiedades físicas-mecánicas de las unidades de concreto de albañilería con adición de plástico-PET reciclado en diversas proporciones para así demostrar si se cumple con los indicadores estipulados en la norma de albañilería E.070, y definir si se le puede dar uso en el asentado de muros de albañilería.

El distrito Ica tiene una producción per cápita de los desechos sólidos en viviendas (GPC) de 0.543 kg/hab/día. [8]

Se puede apreciar que los desechos domiciliarios sólidos en el distrito de Ica es el de menor porcentaje son los desechos reciclables en 19,54 % (Plástico PET, Papel, Plástico rígido, Cartón, Vidrio, Metal, Textiles, Bolsas); siendo específicamente un 1.20% de los desperdicios del plástico PET.

1.4.2. Importancia

Para el distrito de Ica el aprovechamiento de plástico de botella-PET reciclado triturado en la elaboración de ladrillos de concreto es un tema no estudiado que podría generar incremento en la actividad recicladora del plástico PET aportando en la reducción del impacto ambiental generada por la presencia de plástico de botellas PET no reciclados, de esta manera mantener la calidad del ambiental.

Además, la presente investigación busca innovar nuevos materiales de construcción que puedan afectar positivamente en el diseño estructural, proponiendo un ladrillo ecológico con adición de plástico de botella de PET y promover el aprovechamiento de materiales reciclables en el sector de la construcción, sea a su vez ecoeficientes con el medio ambiente reduciendo impactos negativos. Ayudando al desarrollo económico, abaratando costos en su elaboración y ofreciendo un material de calidad, con el fin de generar beneficio a la población y desarrollo de las ciencias e ingeniería.

1.5 Objetivos de la investigación

1.5.1. Objetivo general

El objetivo general del presente estudio es:

Elaboración unidades de albañilería de concreto con material de plástico de botella -PET- reciclado para la construcción ecoeficiente de viviendas; mitigando con ello los efectos medio ambientales en beneficio de la población del distrito de Ica.

1.5.2. Objetivos específicos

- Determinar la dosificación correcta de materiales para la elaboración de unidades de albañilería de concreto con material de plástico de botella -PET- reciclado para la construcción ecoeficiente de viviendas en el distrito de Ica.

- Determinar las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería de concreto con material de plástico de botella -PET- reciclado de manera que se verifique que cumplan con las recomendaciones de la normas de albañilería, para la construcción ecoeficiente de viviendas en el distrito de Ica.
- Determinar en qué medida las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería de concreto, para verificar si estas mejoran a las unidades de albañilería de concreto elaborados con material de plástico de botella -PET- reciclado, para la construcción ecoeficiente de viviendas en el distrito de Ica.
- Determinar la incidencia que tienen en el costo las unidades de albañilería de concreto con material de plástico de botella -PET- reciclado en comparación con las unidades de albañilería de concreto para la construcción ecoeficiente de viviendas en el distrito de Ica.

1.6. Contenido de capítulos

✓ Capítulo I – Introducción

Esta muestra de manera breve y específica la presentación y definiciones de nuestro proyecto a desarrollar, así como los antecedentes, la problemática, objetivos, justificaciones.

✓ Capítulo II – Estrategia Metodológica

Esta expresa el planeamiento de la metodología, nos brinda de forma precisa como fue realizada y los elementos empleados en esta, así como también los instrumentos, técnicas de recolección, medición y procedimientos de datos.

✓ Capítulo III – Resultados

Esta expresa de forma puntual y breve los resultados obtenidos de los ensayos en laboratorio, cuyo resultado es mostrado en tablas, gráficos, imágenes y programas que se emplearon para su desarrollo, la justificación de porque se utilizaron; este capítulo muestra los datos más importantes, ya nos ayudara a dar desenlace a la problemática y objetivos propuestos para así lograr afirmar las hipótesis planteadas.

✓ Capítulo IV – Discusión

En este capítulo analizaremos e interpretamos los resultados, resaltando los aspectos indispensables del proyecto.

✓ Capítulo V – Conclusiones

Estas hacen referencia a los resultados que obtuvimos en el desarrollo de la tesis, estas van en concordancia con cada uno de los objetivos presentados en la investigación.

✓ Capítulo VI – Recomendaciones

Estas recomendaciones son desde el punto de vista del autor con respecto a los resultados obtenidos en la investigación, deben de estar directamente relacionadas a las conclusiones, siendo planteadas de manera puntuales y precisas.

✓ Capítulo VII – Referencias Bibliográficas.

En esta parte de la tesis estructuramos toda nuestra procedencia de la información de consulta empleados para este proyecto.

✓ Capítulo VIII – Anexos

En este capítulo final se colocarán fotos de cada proceso que se desarrolló en nuestro proyecto de tesis.

II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA.

2.1. Procedimientos.

Etapa inicial de gabinete:

Se buscará recopilar información de normativas vigentes para realizar los ensayos de características de agregados, asimismo seleccionar materiales para conocer sus características de agregados, posterior para el diseño de mezcla, para la elaboración de ladrillos PET como son: el cemento, arena, plástico PET, de igual manera los moldes.

Etapa de campo:

Fabricar las muestras de unidades de albañilería concreto patrón, es decir 0% PET, asimismo para las unidades de 10% PET, 20% PET, 30% PET, para su posterior evaluación en laboratorio.

En esta etapa se procederá a realizar las pruebas en laboratorio para evaluar las propiedades mecánicas y físicas de las unidades de albañilería PET.

Etapa final de gabinete:

En el trabajo final de gabinete, se realizará el análisis y cálculo de las pruebas para evaluar las propiedades mecánicas y físicas, tomando la averiguación que se adquirió en la etapa de campo, mediante la aplicación de software o programas para hacer las hojas de cálculo para el diseño de dosificación de la unidad de albañilería a base de PET reciclado, de igual manera para el desarrollo cuantitativo de pruebas de los indicadores como son: alabeo, variación dimensional, resistencia a compresión, absorción, succión, contenido de humedad, de la unidad de albañilería con incorporación de PET reciclado en distintos porcentajes, para obtener resultados según los parámetros determinados en reglamento nacional de edificaciones E-070 y norma técnica peruanas, para finalmente terminar con el desarrollo metodológico.

2.2. Diseño metodológico.

2.2.1. Tipo, nivel y diseño de investigación

- **Tipo de investigación**

El actual estudio, es de tipo Aplicada, ya que presenta realización de un conjunto de ensayos secuenciales, probatorios y de análisis objetivo, utilizando estudios ya establecidos en las normas de unidades de albañilería, basados en la estadística.

- **Enfoque de investigación**

Es **cuantitativo** porque se toman datos de campo y se analizan para resolver las interrogantes de la investigación y probar las hipótesis planteadas ya que se basa en la confiabilidad de las mediciones numéricas.

- **Nivel de investigación**

La actual investigación, es de nivel **explicativo**.

Se buscará conocer la relación entre la el porcentaje de plástico PET reciclado y la influencia que tiene en las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de concreto con la finalidad de responder y explicar las causas de los acontecimientos dados, teniendo en cuenta procesos, parámetros establecidos en la Norma E.070 y la NTP 399.604, con el fin de entender la situación.

- Diseño de investigación

La investigación es **experimental**, por lo que se realizarán las pruebas de laboratorio para observar el efecto que produce dicha manipulación en estudio de las variables lo que facilita la clarificación de las hipótesis y su contradicción por medio de métodos científico.

2.2.2. Operacionalización de variables.

Tabla I

Operacionalización de Variables

Variables	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores
INDEPENDIENTE La adición de material de plástico de botella-PET reciclado	PET (polietileno tereftalato) referido al plástico que pertenece al conjunto de poliéster, material muy utilizado en la producción de recipientes de bebidas, es factible ser reciclado, molido e incorporado en la producción de ladrillos de concreto.	PET reciclado	Proporción de Polímero
		Cemento Portland IP	Proporción de Cemento
DEPENDIENTE Construcción Ecoeficiente de viviendas.	La norma establece las exigencias y requisitos mínimas para la clasificación de ladrillos de diferentes tipos y así tener referencia exacta de los ladrillos que se usará en el asentado de muros de albañilería.	Propiedades Físicas	Alabeo Variación Dimensional Contenido de Humedad
		Propiedades Mecánicas	Succión Absorción Resistencia a la Compresión unidad y pilas

2.3. Participantes.

- Asesorado: Bach. Briceño Huashuayllo Alexandra Beatriz
- Asesor: Dr. Ing. Juan Félix Olaechea Huarcaya.

2.4. Universo y muestra.

2.4.1. Delimitación del proyecto

En 2020, Google Earth,

La ciudad de Ica, donde se realizará el proyecto es en la provincial de Ica, pertenece al departamento de Ica. La provincia de Ica presenta la siguiente coordenada $12^{\circ}57'12''S$; $75^{\circ}36'43$ O así mismo cuenta con área 7894 km²; 406 msnm de altitud y cuenta con una población de 321,332 habitantes.

Limites:

- Norte: Limita con la región de Lima.
- Sur: Limita con la región de Arequipa.
- Este: Limita con la región de Huancavelica.
- Oeste: Limita con el Océano Pacífico.

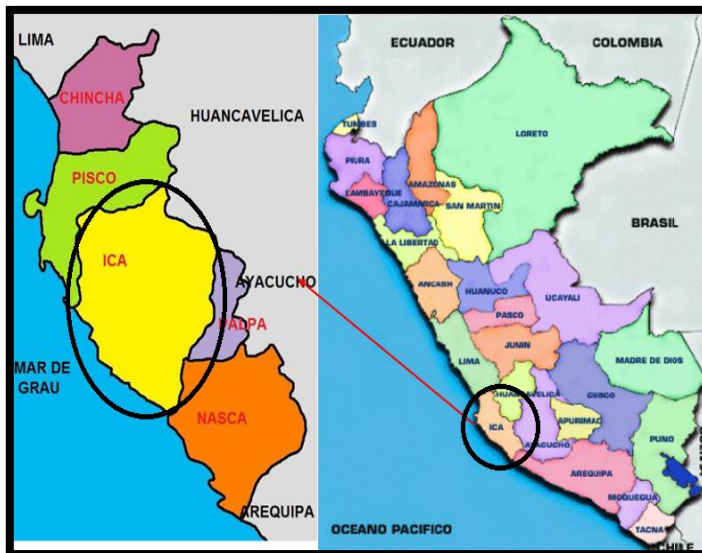


Fig. 1 Ubicación del departamento Ica

2.4.2. Delimitación temporal.

El tiempo en el cual se elaborará el Proyecto de tesis será de 6 meses.

2.4.3. Delimitación social.

El proyecto se realizará entre la región de Ica, Provincia de Ica, Distrito de Ica. Cuenta con una población de 321,332 habitantes.

2.4.4. Delimitación conceptual.

La presente investigación tiene como tema general “ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO CON MATERIAL PLÁSTICO DE BOTELLA -PET- RECICLADO PARA LA CONSTRUCCIÓN ECOEFICIENTE DE VIVIENDAS EN EL DISTRITO DE ICA – 2022”, el tema específico será la elaboración de ladrillos de PET, para

ello se tendrá en cuenta el reglamento nacional de edificaciones E-070, y la norma técnica peruana.

2.4.5. Población y muestra.

- **Población de estudio**

Se define Población al grupo de elementos, pueden ser, objetos, personas, eventos; en los que tenemos el propósito en estudiar.

“La unidad de albañilería de concreto a base de PET reciclado en porcentajes de 0%, 10%, 20%, 30%”.

- **Tamaño de la muestra**

Se usará una muestra no probabilística se ensayarán muestras a los 7, 14 y 28 días, para las unidades de albañilería con incorporación de PET reciclado. Se propone los ladrillos ecológicos de $f'c=180$ Kg/cm², con porcentajes de 0%, 10%, 20%, y 30%, se ensayará 30 unidades de albañilería por diseño. [9] como se muestra en la siguiente tabla II.

Tabla II

Número de Muestra para cada Ensayo

Ensayo	Unidad de Albañilería 0% PET	Unidad de Albañilería 10% PET	Unidad de Albañilería 20% PET	Unidad de Albañilería 30% PET
Variación de Dimensiones	3	3	3	3
Alabeo	3	3	3	3
Succión	3	3	3	3
Absorción	3	3	3	3
Contenido de Humedad	3	3	3	3
Resistencia a Compresión	6	6	6	6
Resistencia a Compresión de Pilas	9	9	9	9
Total:	30	30	30	30

- **Criterios De Inclusión Y Exclusión**

- a) **Criterios de Inclusión**

- ✓ Ladrillos con cemento portland tipo I $f'c=180$ kg/cm²
- ✓ Diseño de mezcla: Norma ACI 211
- ✓ Ensayos físicos y mecánicos para ladrillo de arcilla: NTP
- ✓ Ensayos físicos y mecánicos para ladrillo PET: NTP
- ✓ Consistencia del Concreto (Prueba Slump): Norma ASTM C143-78
- ✓ Plástico PET reciclado

- b) **Criterios de Exclusión**

- ✓ Estudio de suelos
- ✓ Otros tipos de cemento

2.5. Instrumentos y técnicas de medición y recolección.

2.5.1 Instrumentos de recolección de datos

Los principales instrumentos que se aplicaron en las técnicas son: Normas ASTM, NTP, ACI; Reglamento Nacional de Edificaciones, Equipo de laboratorio, formatos de los ensayos de laboratorio, computadora, cámara digital.

Tabla III

Fichas técnicas

Ensayos	2do		
	1er Ensayo 10% PET	Ensayo 20% PET	3er Ensayo 30% PET
Alabeo y Variación Dimensional			
Contenido de Humedad			
Succión			
Absorción			
Resistencia a la compresión			



Fig. 2 Mezcladora de Concreto



Fig. 3 Compresora de Concreto

2.5.2 Técnicas de recolección de datos

Para alcanzar los objetivos y alcances de la investigación, se emplean en la investigación son: La observación de campo, para analizar un hecho en un tiempo exacto permitiendo la relación entre ambas variables.

Cuantitativamente se busca recolectar datos numéricos exactos con sistemas que arrojen datos numéricos, se aplica la estadística para mayor confiabilidad.

2.6 Técnicas de procesamiento, análisis e interpretación de Datos

Se utilizará las técnicas de procesamiento como son: Recopilación de datos, proceso de información, presentación de resultados. El estudio será cuantitativo y su resultado de ensayos estará basada en la norma E.070 de albañilería, Norma técnica peruana y manuales de diseño.

2.6.1 Características de los Agregados

Agregado Grueso: extraído de la cantera de Yaurilla, está situada en el distrito de Parcona,
Agregado Fino: La arena utilizada es arena gruesa del Río Ica. son las principales fuentes de extracción de agregado fino de Ica.

2.6.1 Análisis Granulométrico (NTP 400.012 - ASTM C136)

Según la norma [10] las partículas de agregado tienen variedades de formas geométricas y volúmenes diversos, que resultaría difícil medir el volumen y la forma geométrica de las partículas del agregado. El análisis granulométrico consta en tamizar o separar porciones de partículas de agregado por una serie de aberturas, para definir la distribución de tamaños de partículas para su posterior pesado del material retenido en cada tamiz contándolo en porcentajes en relación al peso total.

El análisis granulométrico que se muestra a continuación pertenece al agregado fino, proveniente del cauce del río Ica. Aquel material es arena, limpia con poca existencia de material fino. De forma visual se observa que tiende a ser una arena mal graduada. Procedencia: Río Ica.

Proyecto: Elaboración de unidades de albañilería de concreto con material plástico de botella -PET- reciclado para la construcción ecoeficiente de viviendas en el distrito de Ica – 2022

Solicitante: Bach. Alexandra Beatriz Briceño Huashuayllo.

Peso Total de la muestra: 1000 gr.

Tabla IV
Granulometría de Agregado Fino

GRANULOMETRÍA DE AGREGADO FINO						Porcentaje que pasa	
Mallas o Tamices	Medida (mm)	Peso Retenido	% Retenido	% que Pasa	%Retenido Acumulado	L.Inferior	L.Superior
N°4	4.75	5.8	0.58	99.42	0.58	100	100
N°8	2.36	15.3	1.53	97.89	2.11	95	100
N°16	1.18	56.3	5.63	92.26	7.74	80	100
N°30	0.60	226.6	22.66	69.60	30.40	50	85
N°50	0.30	425.7	42.57	27.03	72.97	25	60
N°100	0.15	234.9	23.49	3.54	96.46	5	30
N°200		30.1	3.01	0.53	99.47	0	10
FONDO		5.3	0.53	0	100		
		mf	2.1				

$$MF = \frac{0.58 + 2.11 + 7.74 + 30.40 + 72.97 + 96.46}{100}$$

$$MF = 2.10$$

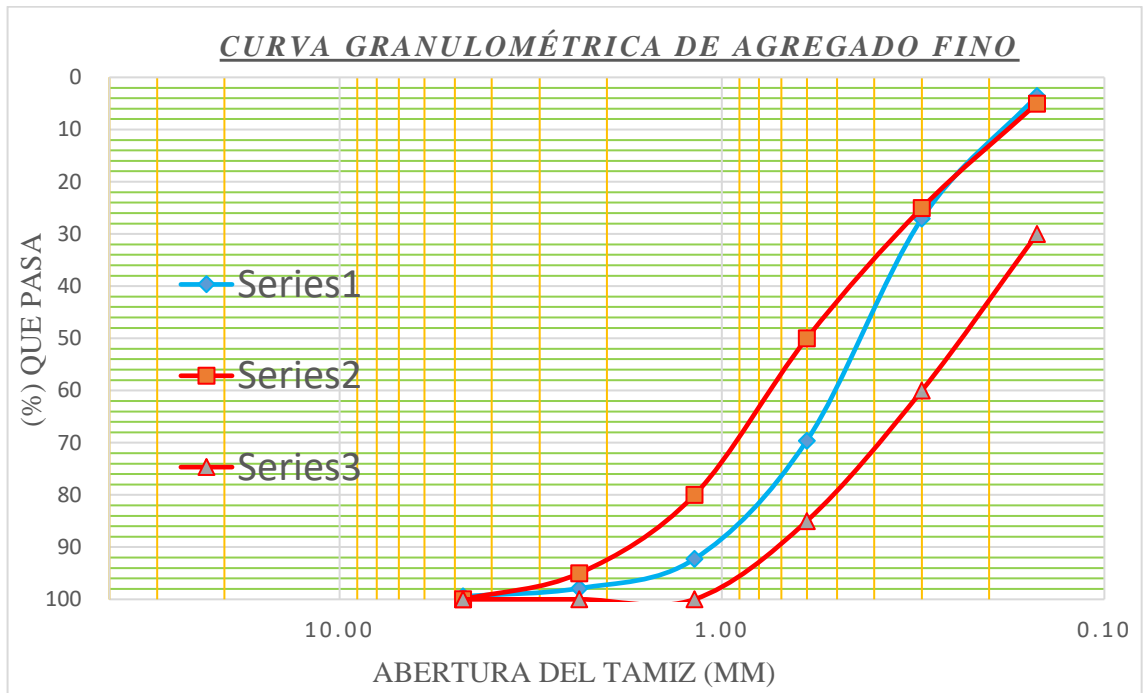


Fig. 4 Curva Granulométrica de Arena Gruesa

Tabla V

Granulometría de Agregado Grueso

Granulometría de Agregado Grueso						Porcentaje que pasa	
Mallas o Tamices	Medida (mm)	Peso Retenido	% Retenido	% que Pasa	%Retenido Acumulado	Límite Inferior	Límite Superior
1/2"	12.5	50.5	3.37	96.63	3.37	100	100
3/8"	9.5	276.2	18.41	78.22	21.78	85	100
N°4	4.75	1081.3	72.09	6.13	93.87	10	30
N°8	2.36	85.7	5.71	0.42	99.58	0	5
N°16	1.18	0.8	0.05	0.37	99.63	0	5
FONDO		5.5	0.37	0.00	100.00		

2.6.2 Módulo de Fineza y Tamaño Máximo Nominal

El módulo de fineza es una clasificación del mayor o menor grosor del conjunto de partículas de un agregado. Es definida como la suma de en las mallas de 3", 1 1/2", 3/4", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, y N°100 (los porcentajes retenidos acumulados), dividida entre 100.

Tamaño máximo y tamaño máximo nominal:

De acuerdo a la Norma NTP 400.037 se refiere al tamaño máximo nominal al que pertenece al menor tamiz de la serie utilizada donde se produce el primer retenido.

Tamaño Máximo Nominal = 3/8"

2.6.3 Peso Unitario de Agregados (NTP 400.017- ASTM C29)

Según esta norma [11] resulta de dividir el peso de los agregados entre el volumen total, donde se incluye los vacíos. Este valor es práctico para realizar las conversiones de volúmenes a pesos y viceversa. Cuando los pesos unitarios de agregado grueso son altos significan que quedan muy pocos huecos por llenar con cemento y arena.

Procedencia: Rio Ica.

Proyecto: Elaboración de unidades de albañilería de concreto con material plástico de botella -PET- reciclado para la construcción ecoeficiente de viviendas en el distrito de Ica – 2022

Solicitante: Bach. Alexandra Beatriz Briceño Huashuayllo.

❖ Peso Unitario Suelto

Se Pesa el recipiente cilíndrico en la balanza, se toma sus dimensiones, luego se llena el recipiente cilíndrico con el agregado en su estado suelto (sin compactar), siendo llenado con ayuda de un cucharón. Luego enrasar con ayuda de una varilla de fierro, cuidando de no presionar para no causar compactación de los agregados, pesamos en una balanza de capacidad conocida.

Tabla VI

Peso Unitario Suelto de Agregado Fino

Peso Unitario Suelto de Agregado Fino		
Vol. Molde (m3):	0.0096	0.01
Peso del Molde (kg):	4.40	4.40
Peso Del Molde + Ag.Fino (kg):	19.38	19.37
Peso de Agregado Fino (Kg):	14.98	14.97
P.U.S (kg/m3):	1560	1559
Promedio P.U.S (Kg/m3):	1560	

Tabla VII
Peso Unitario Suelto de Agregado Grueso

Peso Unitario Suelto de Agregado Grueso		
Vol. Molde (m3):	0.0145	0.015
Peso del Molde (Kg):	5.31	5.31
Peso del Molde + Ag.Grueso (Kg):	26.6	25.93
Peso de Ag. Grueso (kg):	21.29	20.62
P.U.S (Kg/m3):	1468	1422
Promedio P.U.S (Kg/m3):	1445	

Nota: Peso de agregado suelto grueso promedio de dos ensayos realizados.

❖ **Peso unitario compactado**

Se llena el recipiente con agregado hasta la tercera parte, y compactamos con una barra compactadora 25 veces en forma de espiral uniformemente sobre la superficie desde la altura cerca a los 30 cm, de igual manera se llena las dos terceras partes restantes y damos 25 golpes, finalmente llenamos el recipiente y damos 25 golpes más, se enrasa con la varilla y limpiando con la brocha el borde del recipiente.

Procedencia: Rio Ica.

Proyecto: Elaboración de unidades de albañilería de concreto con material plástico de botella -PET- reciclado para la construcción ecoeficiente de viviendas en el distrito de Ica – 2022

Solicitante: Bach. Alexandra Beatriz Briceño Huashuayllo.

Tabla VIII
Peso Compactado de Agregado Fino

Peso Unitario Compactado de Agregado Fino		
Vol. Molde (m3):	0.0096	0.01
Peso del Molde (kg):	4.40	4.40
Peso Del Molde + Ag.Fino (kg):	20.43	20.46
Peso de Agregado Fino (kg):	16.03	16.06
P.U.S (Kg/m3):	1670	1673
Promedio P.U.C (Kg/m3):	1671	

Nota: peso Unitario Compactado Promedio, realizado en laboratorio de concreto.

Tabla IX

Peso Compactado de Agregado Grueso

Peso Unitario Compactado de Agregado Grueso		
Vol. Molde (m3):	0.0145	0.015
Peso del Molde (Kg):	5.31	5.31
Peso del Molde + Ag.Grueso (Kg):	28.18	28.00
Peso de AGregado Grueso (Kg):	22.87	22.69
P.U.C (Kg/m3):	1577	1565
Promedio P.U.C (Kg/m3):	1571	

2.6.4 Peso Específico y Absorción de Agregados (NTP 400.022 - ASTM C128)

La norma técnica peruana [12] recomienda saturar una muestra de agregado con agua por 24h, decantar el agua. Luego el agua superficial de las partículas es secada hasta llegar a la condición SSS, se determina la masa. Posteriormente, la muestra se coloca en un recipiente previamente graduado y el volumen de la muestra se determina por el método volumétrico. Por último, la muestra es secada en horno por 24 horas y nuevamente se define la masa. Determinando los valores obtenidos y las fórmulas del presente ensayo, es posible calcular la absorción y el peso específico.

➤ **Peso Específico y Absorción de Agregado Fino**

Procedencia: Rio Ica.

Proyecto: Elaboración de unidades de albañilería de concreto con material plástico de botella -PET- reciclado para la construcción ecoeficiente de viviendas en el distrito de Ica – 2022

Solicitante: Bach. Alexandra Beatriz Briceño Huashuayllo.

Tabla X

Peso Específico y Absorción de Agregado Fino

N° de Picnómetro	Peso Específico		Absorción	
	P1	P2	P1	P2
Peso de Picnómetro	157.30	157.30		
Peso de A. Fino Seco	274.80	276.20	274.80	276.20
Peso= P + Agua	654.90	654.90		
Peso= P + Agua + A. Fino	832.10	833.00		
Volumen	101.40	102.00		
Peso A. Fino S.S.S	278.70	280.10	278.70	280.10
	2.82	2.82	1.42	1.41
	2.82		1.42	

❖ **Peso Específico y Absorción de Agregado Grueso**

Procedencia: Cantera Yaurilla.

Proyecto: Elaboración de unidades de albañilería de concreto con material plástico de botella -PET- reciclado para la construcción ecoeficiente de viviendas en el distrito de Ica – 2022

Solicitante: Bach. Alexandra Beatriz Briceño Huashuayllo.

Peso Total de la muestra: 355 gr; 235 gr.

Tabla XI

Peso Específico y Absorción de Agregado Grueso

N° Tara	Peso Específico		Absorción	
	P1	P2	P1	P2
Peso al Aire	355.00	235.00	355.00	235.00
Peso Sumergido al Agua	221.30	146.30		
Peso Seco del Horno	348.90	231.30	348.90	231.30
	2.61	2.61	1.75	1.60
	2.61		1.67	

➤ **Peso específico de PET reciclado**

El presente ensayo no normalizado, se realizó basándose en el ensayo de peso específico de agregados, para hallar el peso específico del PET reciclado, puesto que no cuenta con una normativa.

Tabla XII

Peso Específico de PET reciclado

Peso Específico de PET Reciclado	
Masa de material seco (gr).	68.43
Masa de recipiente + Agua (Calibración) (gr).	1658.05
Masa de recipiente + Agua + material sumergido (gr).	1651.4
Masa de recipiente y material (gr).	1726.48
Volumen del material (cm3).	75.08
Peso Específico (gr/cm3).	0.911

Nota: Ensayo no Normalizado de Plástico de Botella PET reciclado. [12]

2.6.5 Contenido de Humedad (ASTM C566)

Este estándar [13] se refiere a la cantidad de agua retenida en la superficie de los agregados en un momento definido. Es importante determinar ya que contribuye a incrementar el agua de mezcla en el concreto, por ello se debe tener en cuenta con la absorción para las correcciones por humedad en el diseño de mezcla.

Para su ensayo se coloca una muestra representativa de agregado fino en un recipiente, lo pesamos y lo llevamos al horno durante 24 horas, posteriormente retiramos las muestras, para dejar enfriar durante un tiempo. Finalmente hacemos los cálculos para obtener el contenido de humedad del agregado.

Procedencia: Ag. Fino del Rio Ica; Ag. Grueso de la Cantera de Yaurilla.

Proyecto: Elaboración de unidades de albañilería de concreto con material plástico de botella -PET- reciclado para la construcción ecoeficiente de viviendas en el distrito de Ica – 2022

Solicitante: Bach. Alexandra Beatriz Briceño Huashuayllo.

Peso Total de la muestra: Ag. Grueso: 375.7 gr; Ag. Fino: 410 gr

Tabla XIII

Contenido de Humedad de Agregado Fino y Grueso

Contenido de Humedad de Agregados	Grueso	Fino	
N° de Tara	M-1	M-V	C-1
Peso de Tara	45.3	104.4	110.0
Peso de T. + AG.H	375.7	404.4	410.0
Peso de T. + AG.S	371.8	399.8	404.9
Cont.Humedad (%)	1.19	1.56	1.73
Promedio (%)	1.19	1.64	

2.6.6 Diseño de Mezcla por el Método ACI

Se optó diseñar por el método de diseño ACI 211 por ser la más conocida y ampliamente usada, para el desarrollo de esta investigación.

El método ACI recomienda una serie de procedimientos para el diseño de mezclas de concreto basándose en la selección de la relación agua-cemento, en la resistencia a la compresión, también en la consistencia del concreto y así como en las condiciones de servicio.

2.6.6.1 Criterios de Diseño a tener en Cuenta

El diseño de concreto debe permitir obtener un concreto que en estado endurecido tenga la resistencia, durabilidad y densidad frente a las condiciones que estará sometido, Además de presentarse como una opción económica.

La selección de las proporciones que se empleará en la presente Tesis, tiene dos fases bien diferenciadas:

La primera etapa se emplea, las tablas del Comité 211 del ACI, para la selección del volumen absoluto de la pasta, así como para la selección de la relación agua-cemento y del contenido de agua.

En la segunda etapa, conocido el módulo de fineza del agregado fino y el Tamaño máximo nominal del agregado grueso podemos obtener el volumen del agregado grueso y utilizando el método de volúmenes absolutos de los agregados obtenidos en cálculos anteriores se calcula el volumen del agregado fino, teniendo así el diseño de mezcla al cual se le aplica las correcciones por humedad, obteniendo de esta manera las proporciones para cada diseño, después se procederá a determinar la cantidad de agua de diseño mediante las mezclas de prueba, y finalmente se realizarán los diseños de mezclas para ladrillos de concreto fabricados con mesa vibradora.

2.6.6.2 Tablas del Comité 211 del ACI

Tabla XIV

Clases de Mezclas Según su Asentamiento

Consistencia	Slump	Trabajabilidad	Método de Compactación
Seca	0" a 2"	Poco trabajable	Vibración normal
Plástica	3" a 4"	Trabajable (plástica)	Vibración ligera
Fluida	> 5"	Muy trabajable (fluida)	chuseado

Nota: Los valores fueron obtenidos en libro diseño de mezclas Enrique Rivva López [14]

Tabla XV

Resistencia a la Compresión Promedio

F'c (Kg/cm2) Especificado	F'cr. (Kg/cm2) corregido
Menos de 210	f _c + 70
210 a 350	f _c + 84
sobre 350	f _c + 98

Nota: F'c aplicable cuando no se dispone de resultados para definir la desviación estándar [14]

Tabla XVI

Volumen Unitario del Agua

Asentamiento	Agua en l/m3, para los tamaños máx. Nominales de agregado grueso y consistencia indicados.							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
1" á 2"	207	199	190	179	166	155	145	125
3 á 4"	228	216	205	193	181	170	160	140
6" á 7"	243	228	216	202	190	180	170	165
1" á 2"	180	175	165	160	145	140	135	120
3" á 4"	200	190	180	175	160	155	150	135
6" á 7"	215	205	190	185	170	165	160	155

Nota: Según al asentamiento Mediante Vibración [14]

Tabla XVII

Contenido de Aire Atrapado

Tamaño Máximo Nominal	Aire Atrapado
3/8"	3.00%
1/2"	2.50%
3/4"	2.00%
1"	1.50%
1 1/2"	1.00%
2"	0.50%
3"	0.30%
6"	0.20%

Nota: Tabla sacada de Diseño de Mezclas [14]

Tabla XVIII

Relación Agua-Cemento por Resistencia

f'cr (28 días)	Relación agua - cemento de diseño en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
450	0.38	-
400	0.43	-
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

Tabla XIX

Volumen de Agregado Grueso, Seco y Compactado por Unidad de Volumen de Concreto para
Diferentes Módulos de Fineza del Agregado Fino

Tamaño Máximo del Ag. Grueso	Módulos de Fineza del Agregado Fino							
	2.2	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	3.0	3.2
3/8"	0.52	0.50	0.49	0.48	0.47	0.46	0.44	0.42
1/2"	0.61	0.59	0.58	0.57	0.56	0.55	0.53	0.51
3/4"	0.68	0.66	0.65	0.64	0.63	0.62	0.60	0.58
1"	0.73	0.71	0.70	0.69	0.68	0.67	0.65	0.63
1 1/2"	0.78	0.76	0.75	0.74	0.73	0.72	0.70	0.68
2"	0.80	0.78	0.77	0.76	0.75	0.74	0.72	0.70
3"	0.83	0.81	0.80	0.79	0.78	0.77	0.75	0.73

Nota: Tabla sacada de Diseño de mezclas Enrique Rivva López [14]

2.6.6.3 Diseño de Mezcla para Ladrillos de Concreto Vibrado.

La vibración consiste en someter al concreto a una serie de sacudidas vibratorias para que el concreto en un estado fresco entre a un proceso de asentando uniformemente, reduciendo notablemente el aire atrapado, su empleo obliga una mayor relación a/c.

La vibración se da por completa cuando la lechada de cemento empiece a fluir a la superficie.

2.6.2.4 Propiedades del concreto vibrado:

Compacidad. - Surge en la necesidad de reducir en lo posible la cantidad de agua de amasado con el fin de conseguir un concreto de gran compacidad.

Impermeabilidad. - Con una granulometría continua y un elevado dosaje de cemento, completados por una enérgica vibración, se obtiene un concreto altamente impermeable.

Resistencia mecánica. - La resistencia mecánica del concreto es quizás el factor más importante dentro de las propiedades del mismo. La resistencia del concreto aumenta considerablemente si se aplica una vibración intensa.

Resistencia a la abrasión y congelamiento. - La resistencia del concreto vibrado a condiciones extremas se deriva de su compacidad; la resistencia al desgaste es mayor. Otra ventaja es su resistencia a las heladas por tener menos agua de amasado y ser más compacto.

Desmolde rápido. - En la fabricación de elementos prefabricados de concreto vibrado puede conseguir un desmolde inmediato si el concreto es de granulometría adecuada y se ha amasado con poca agua.

Datos para el diseño de mezcla:

Tabla XX

Características de Materiales para Diseño

Material	Características	Unid	Valor
Agua	potable de red EMAPICA	gr/cm ³	1
Cemento	Peso Específico	gr/cm ³	3.12
Agregado Fino	Peso Específico	gr/cm ³	2.82
	Absorción	%	1.42
	Contenido de Humedad	%	1.64
	Módulo de Fineza	M.f	2.10
	Peso Unitario Compactado	kg/m ³	1671
	Peso Unitario Suelto	kg/m ³	1560
	Agregado Grueso	Peso Específico	gr/cm ³
Absorción		%	1.67
Contenido de Humedad		%	1.19
Peso Unitario Compactado		kg/m ³	1571
Peso Unitario Suelto		kg/m ³	1445
Contenido de Humedad		%	0.19%
PET		Absorción	%
	Peso Específico	gr/cm ³	0.91

$$F'c = 180 \text{ kg/cm}^2$$

1.- Determinación de la Resistencia Promedio f'_{cp} :

Para $f'c$ 180 kg/cm²

según fórmula $f'c$ menor a 210 kg/cm²: Tabla N°XXI

$f'_{cr} = f'c + 70$

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

2.- Selección de Tamaño Máximo Nominal:

De acuerdo a la granulometría del agregado grueso y según a la norma NTP 400.037

Tamaño máximo nominal = 3/8"

3.- Selección de Asentamiento:

Tabla N°XXI, Sistema de compactación por medio de vibración normal de consistencia seca, poco trabajable

SLUMP = 0" - 2"

4.- Selección del Volumen Unitario de Agua:

Seleccionamos el agua ltrs/m³, según a la tabla N°XXI, de acuerdo al sistema de compactación, en nuestro caso es una consistencia seca.

V. agua = 207 lts/m³

5.- Contenido de Aire Total:

La estructura va a estar expuesta a condiciones normales, según la tabla N°XXI con tamaño máximo 3/8" será de 3%.

6.- Selección de Relación A/C por Resistencia:

Se hallará mediante Interpolación de acuerdo a la resistencia promedio, según a la tabla N° XVI.

250 \longrightarrow 0.60

x = 0.60

7.- Selección de Relación A/C por Resistencia:

Al saber la cantidad de agua del diseño y la relación agua cemento se procede a hallar la cantidad de cemento de la mezcla de diseño.

Agua de Diseño = 207

Relación A/C = 0.60

$$C = \frac{207}{0.60}$$

C = 345.00 kg/m³

C = 345 kg/m³

Número de bolsas será: 8.12 bol/m³

8.- Contenido de Agregado Grueso:

El volumen de agregado grueso se determina con datos del tamaño máximo nominal del agregado grueso 3/8" y con el módulo de finza del agregado fino 2.1, se halla mediante interpolación de la tabla N°XX.

Volumen de Agregado Grueso= 0.53

Agregado Grueso= 1571 x 0.53

Agregado Grueso= 832.65 kg/m³

Agregado Grueso= 833 kg/m³

9.- Cálculo de Volúmenes Absolutos:

Se realiza la conversión a volumen de los componentes del concreto.

Cemento: 0.110577 m³

Agua: 0.207000 m³

Aire (3%): 0.030000 m³

Agregado Grueso: 0.319191 m³

Total, de Volumen Absolutos= 0.666768 m³

10.- Determinación de Agregado Fino:

La cantidad de agregado fino se hallará mediante la diferencia a la unidad.

Volumen de Agregado Fino: 0.333 m³

Peso de Agregado Fino: 869.28 kg/m³

Peso de Agregado Fino: 869 kg/m³

11.- Determinación de Valores de Diseño:

Resumen de los componentes del concreto.

Cemento: 345 kg/m³

Agua: 207 l/m³

Agregado Fino: 869 kg/m³

Agregado Grueso: 833 kg/m³

12.- Corrección por Humedad de Agregados:

Se determina la cantidad de agua que puede aportar o disminuir los agregados a la cantidad de agua efectiva hallado en el paso N°4.

Agregados:

Agregado Fino: 831 x (1+1.64/100)

Agregado Grueso: 833 x (1+1.19/100)

❖ Agregado Fino: 884

❖ Agregado Grueso: 843

Humedad Superficial de los agregados:

- Agregado Fino: 0.2%
- Agregado Grueso: -0.5 %

Agregado Fino: 1.89 l/m³

Agregado Grueso: -3.99 l/m³

Aporte de Humedad de Agregados: -2 l/m³

Agua Efectiva: 209 ltrs/m³

Pesos Corregidos:

- Cemento: 345 kg/m³ —————> 8.12 bolsa/m³
- Agua: 209 l/m³
- Agregado Fino: 884 kg/m³
- Agregado Grueso: 843 kg/m³

13.- Proporciones en Peso:

- Cemento: 345 kg/m³
- Agua: 209 l/m³
- Agregado Fino: 884 kg/m³
- Agregado Grueso: 843 kg/m³

13.- Proporciones en Peso Corregidos

- Cemento: 352 kg/m³
- Agua: 209 l/m³
- Agregado Fino: 879 kg/m³
- Agregado Grueso: 880 kg/m³

13.- Proporciones en Volumen:

- Cemento: 1 m³
- Agregado Fino: 2.40 m³
- Agregado Grueso: 2.60 m³

Tabla XXI

Resumen de Diseño de Mezcla

Resumen de Diseño de mezcla Método ACI 211	
Procedimiento	Diseño-1 Patrón 0% PET
1. Slump	0"-2"
2. Tamaño Máximo Nominal	3/8"
3. Agua (lt)	207
4. % Aire	3%
5. Relación a/c	0.60
6. Cemento (kg)	352
7. Ag. Grueso (kg)	833
8. Ag. Fino (kg)	869
9. Corrección por Humedad	
*Agregado Fino (kg)	884
*Agregado Grueso (kg)	843
10. Agua Efectiva (lt)	209
11. Cantidad de Materiales	
*Cemento (kg)	352
*Agua (lt)	209
*Ag. Fino (kg)	879
*Ag. Grueso (kg)	880
*PET	0

Tabla XXIIMateriales para 1m³ de Concreto

Diseño N°1: Patrón 0% PET	
Materiales	Peso (kg)
Cemento (Kg):	352
Agua (Lt):	209
Agregado Fino (kg):	879
PET (kg):	0.00
Agregado Grueso(kg):	880

Se optó variar la cantidad de agua por ende varía la relación agua/cemento manteniéndolo en $a/c=0.54$, modificando a la vez el agua para la incorporación del aditivo plastificante (1.0% del peso del cemento), para el óptimo desmolde del ladrillo vibrado obteniendo los siguientes diseños de mezcla corregidos:

Tabla XXIII

Diseño de Mezcla Patrón

Diseño N°1: Patrón 0% PET	
Materiales	Peso (kg)
Cemento (Kg):	351
Agua (Lt):	185
Agregado Fino (kg):	845
PET (kg):	0.00
Agregado Grueso(kg):	843

Para Diseño N°2 (10% PET + 90% Agregado Grueso):

Donde $V_{pet} = 0.10 \times 0.3230 = 0.0323 \text{ m}^3$

Peso de PET = $0.0323 \times 911 = 29.43 \text{ kg}$

$V_{Grueso} = 0.90 \times 0.3230 = 0.2261 \text{ m}^3$

Peso de Ag. Grueso = $0.2261 \times 2609 = 758 \text{ kg}$

Tabla XXIV

Diseño N°2: 10%PET

Diseño N°2: (10% PET+90%Ag.Grueso)Pesos para 1m3	
Materiales	Peso (kg)
Cemento (kg):	351
Agua (kg):	185
Agregado Fino (kg):	845
PET (kg):	29.43
Agregado Grueso (kg):	758
Aditivo (lt):	5.265

Para Diseño N°3 (20% PET + 80% Agregado Grueso):

DONDE: $V_{pet} = 0.20 \times 0.3230 = 0.0646 \text{ m}^3$

Peso de PET = $0.0646 \times 911 = 58.85 \text{ kg}$

$V_{Ag} = 0.80 \times 0.3230 = 0.2584 \text{ m}^3$

Peso de Ag. Grueso = $0.2584 \times 2609 = 674.08 \text{ kg}$

Tabla XXV

Diseño N°3: 20% PET

Diseño N°3: (20% PET+80% Ag)Pesos para 1m3	
Materiales	Peso (kg)
Cemento (kg).	351
Agua (lt):	185
Agregado Fino (kg):	845
PET (kg):	58.85
Agregado Grueso (kg):	674
Aditivo (lt):	5.27

Nota: Diseño 20% PET elaboración propia.

Para Diseño N°4 (30% PET + 70% Agregado Grueso):DONDE: $V_{pe} = 0.3 \times 0.3230 = 0.0969 \text{ m}^3$ Peso de PET = $0.0969 \times 911 = 88.28 \text{ kg}$ $V_{ag} = 0.7 \times 0.3230 = 0.2261 \text{ m}^3$ Peso de Ag. Grueso = $0.2261 \times 2609 = 589.82 \text{ kg}$.**Tabla XXVI**

Diseño N°4: 30% PET

Diseño N°4: (30% PET+ 70% Ag)Pesos para 1m3	
Materiales	Peso (kg)
Cemento (kg):	351
Agua (lt):	185
Agregado Fino (kg):	845
PET (kg):	88.28
Agregado Grueso (kg):	590
Aditivo (lt):	5.3

Nota: Diseño 30% PET

Obteniendo volumen del ladrillo de dimensiones (22x12x10 cm), con 26.8 % de vacíos, lo que lo define como un ladrillo sólido macizo.

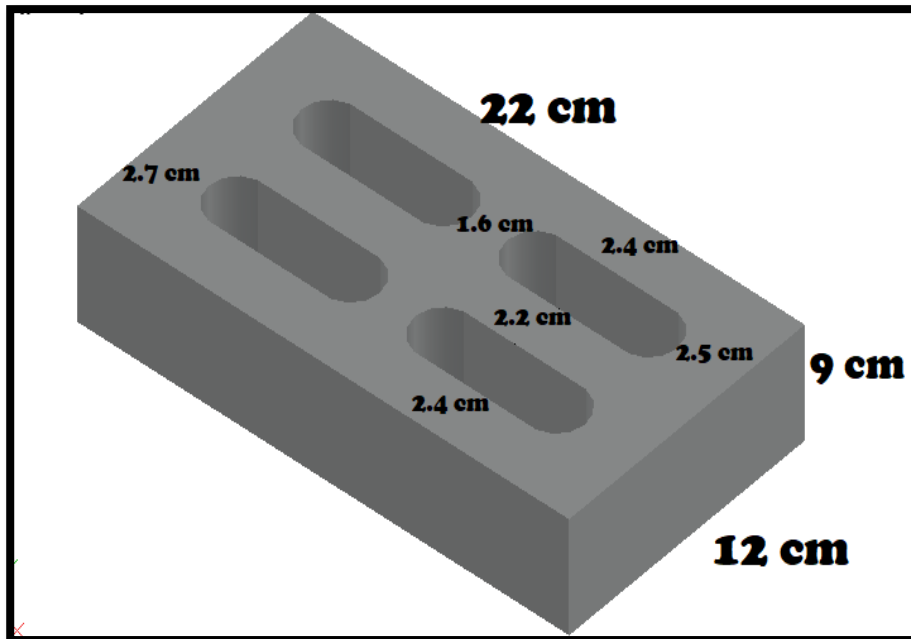


Fig. 5 Molde Metálico de Unidades de Albañilería 26.8% de Vacíos

Volumen de 1 ladrillo = 0.001932 m³

Volumen para 20 ladrillos = 0.03864 m³

Tabla XXVII

Diseño con 0%, 10%, 20%, 30% PET reciclado

Materiales	Diseño N°1: Patrón 0% PET	Diseño N°2: Patrón 10% PET	Diseño N°3: Patrón 20% PET	Diseño N°4: Patrón 30% PET
Cemento (kg):	0.68	0.68	0.68	0.68
Agua (lt):	0.36	0.36	0.36	0.36
Agregado Fino (kg):	1.63	1.63	1.63	1.63
PET (kg):	0.0	0.06	0.11	0.17
Agregado Grueso (kg):	1.63	1.47	1.30	1.14
Aditivo (lt):	0.01	0.01	0.01	0.01

Nota: diseños para cada tipo de ladrillo, elaboración propia.

2.6.6.5 Proceso de Fabricación del Ladrillo de Concreto.

El proceso para la fabricación del ladrillo de concreto es el siguiente:

1. Preparación de los materiales.

Se dispone de la cantidad de material requerida para una determinada tanda en este caso la tanda es para 20 unidades de ladrillo por cada diseño.

2. Dosificación por peso

Obtenida la cantidad de materiales por cada tanda se procede a pesar el material en la balanza.



Fig. 6 Plástico PET reciclado triturado

3. Mezclado

Se vierten los materiales al trompito para un mezclado más uniforme, durante 3 minutos.



Fig. 7 Mezcladora de Concreto

4. Moldeado por vibración

Engrasar el molde con petróleo para un mejor acabado del ladrillo. Se coloca el molde sobre la mesa trabajando e inmediatamente se echa la mezcla, el proceso se da por completo cuando la lechada de cemento empieza a fluir a la superficie.



Fig. 8 Vibración de Unidad de Albañilería PET

5. Desmolde instantáneo del ladrillo

Se lleva el molde a una superficie plana cubierta de plástico (de esta manera se evita que la mezcla se adhiera a la superficie en contacto) para voltear el ladrillo y desprender el concreto fresco mediante el mecanismo manual que se le aplica a las asas.



Fig. 9 Desmolde de Unidad de Albañilería

6. Curado

Después de 24hrs de fraguado se procede a marcar los ladrillos para su identificación, de acuerdo al diseño correspondiente, luego son sumergidas durante 7 días a la poza de agua para el curado respectivo.



Fig. 10 Poza de curado de Unidades de Albañilería.

7. Secado

Después de 7 días de curado, los ladrillos son retirados del agua y colocados en una superficie aislada de la humedad, de esta manera el secado de los ladrillos se da entre 3 y cinco días, ya que la humedad que pueda contener influye en la disminución de resistencia a la compresión, luego son trasladados al laboratorio para los ensayos respectivos.



Fig. 11 Secado de Unidades de Albañilería PET

III. RESULTADOS.

3.1 Ensayos de Unidades de Albañilería de concreto vibrado.

La norma de ALBAÑILERÍA E.070 del REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES (RNE) establece lo siguiente:

Para efectos del diseño estructural, las unidades de albañilería tendrán las características indicadas en la siguiente Tabla.

Tabla XXVIII

Clasificación de Unidad de Albañilería para Fines Estructurales

Clase de Unidad de Albañilería para Fines Estructurales					
CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máxima en porcentaje)			Alabeo (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERISTICA A COMPRESIÓN f' b mínimo en Mpa(kg/cm ²)sobre área bruta
	Hasta 100mm	Hasta 150mm	Mas de 100mm		
Ladrillo I	±8	±6	±4	10	4,9 (50)
Ladrillo II	±7	±6	±4	8	6.9 (70)
Ladrillo III	±5	±4	±3	6	9,3 (65)
Ladrillo IV	±4	±3	±2	4	12,7 (130)
Ladrillo V	±3	±2	±1	2	17,6 (180)
Bloque P(1)	±4	±3	±2	4	4,9 (50)
Bloque NP(2)	±7	±6	±4	8	2,0 (20)

Nota: Tabla para clasificar a los ladrillos Norma E.070 [9]

Tabla XXIX

Requisitos de Resistencia y Absorción, Según NTP 399.601

Resistencia a la compresión, min, Mpa(10kg/cm ²), respecto al area bruta promedio				
Tipo	Promedio de 3unidades	Unidad Individual	Absorción Agua, max,%(promedio de 3 unidades)	
24	24	21	8	
17	17	14	10	
14	14	10	12	
10	10	8	12	

Nota: Tabla extraído de la Norma Técnica Peruana 399.601 Unidades de Albañilería [15]

3.1.1 Ensayo de Variación Dimensional NTP 399-604/ASTM C140

La norma [16] recomienda que el ensayo de variación dimensional, se realiza con la herramienta Calibre o Pie de Rey, se mide el largo, ancho y alto de la unidad de albañilería, ya que los ladrillos no siempre conforman de manera precisa con sus dimensiones especificadas.

$$V = \frac{DE - MP}{DE} \times 100$$

Donde:

V: Variación de dimensión en porcentaje.

DE: Dimensión especificada (mm).

MP: Medida promedio en cada dimensión

Tabla XXX

Ensayo de Variación Dimensional de Unidades de Albañilería

VARIACIÓN DE DIMENSIONES-NTP 399.604/ASTM C140								
N°Diseño	N° de muestras		LARGO (mm)		Ancho (mm)		Alto (mm)	
	N°	Cant	Medidas	Promedio	Medidas	Promedio	Medidas	Promedio
DISEÑO N°1 -0% PET	MD1-1	1	222.00	221.13	119.00	120.00	100.15	100.75
		2	221.10		120.00		101.00	
		3	220.30		121.00		101.10	
	MD1-2	1	220.20	220.12	120.20	120.12	100.20	101.07
		2	220.15		120.15		101.00	
		3	220.00		120.00		102.00	
	MD1-3	1	220.15	221.17	119.80	120.05	101.00	100.50
		2	221.10		120.85		99.50	
		3	222.25		119.50		101.00	
DISEÑO N°2 10% PET	MD2-1	1	222.15	221.18	120.10	120.10	101.00	100.33
		2	220.10		120.20		99.00	
		3	221.30		120.00		101.00	
	MD2-2	1	221.15	220.45	120.15	120.10	98.00	98.33
		2	220.10		119.50		98.00	
		3	220.10		120.65		99.00	
	MD2-3	1	220.00	220.38	120.80	120.43	100.30	99.93
		2	221.15		120.50		99.50	
		3	220.00		120.00		100.00	
DISEÑO N°3 -20% PET	MD3-1	1	220.00	219.67	120.15	120.08	100.00	99.92
		2	219.00		120.30		100.15	
		3	220.00		119.80		99.60	
	MD3-2	1	220.50	220.10	120.10	119.93	100.60	100.13
		2	220.30		119.50		100.00	
		3	219.50		120.20		99.80	
	MD3-3	1	220.10	220.57	120.15	120.45	100.10	100.20
		2	220.00		121.00		99.50	
		3	221.60		120.20		101.00	
DISEÑO N°4 -30% PET	MD4-1	1	220.00	220.40	120.10	120.37	100.15	99.82
		2	220.20		119.00		99.80	
		3	221.00		122.00		99.50	
	MD4-2	1	220.20	220.12	120.00	120.17	99.50	99.03
		2	220.15		119.50		99.00	
		3	220.00		121.00		98.60	
	MD4-3	1	220.30	220.35	120.15	120.25	99.50	99.93
		2	220.60		120.00		100.10	
		3	220.15		120.60		100.20	

Interpretación:

Se muestra la tabla N°XXXII donde se verifica la variación de dimensiones de la unidad de albañilería para cada ladrillo, su clasificación se realizó respecto a la norma E.070 de Albañilería.

Tabla XXXI

Resumen de Variación de Dimensiones.

Undidad de albañilería	VARIACIÓN DE DIMENSIONES						Clasificación Según E.070
	L(mm)	V(%) L	A(mm)	V(%) A	H(mm)	V(%) H	
PET 0%	220.81	-0.37	120.06	-0.05	100.77	-0.77	V
PET 10%	220.67	-0.31	120.21	-0.18	99.53	0.47	V
PET 20%	220.11	-0.05	120.16	-0.13	100.08	-0.08	V
PET 30%	220.29	-0.13	120.26	-0.22	99.59	0.41	V

En la tabla N°XXXII, nos muestra la variación que existe en las dimensiones de largo, ancho y alto de cada Unidad de albañilería de concreto a base de PET, sin embargo, ninguna cumple con las medidas dadas por el fabricante. Los ladrillos de concreto con incorporación de plástico PET se clasifican según a sus variaciones dimensionales son tipo V lo que hace que sean ladrillos de mejor calidad por lo que tienen una resistencia y durabilidad alta.

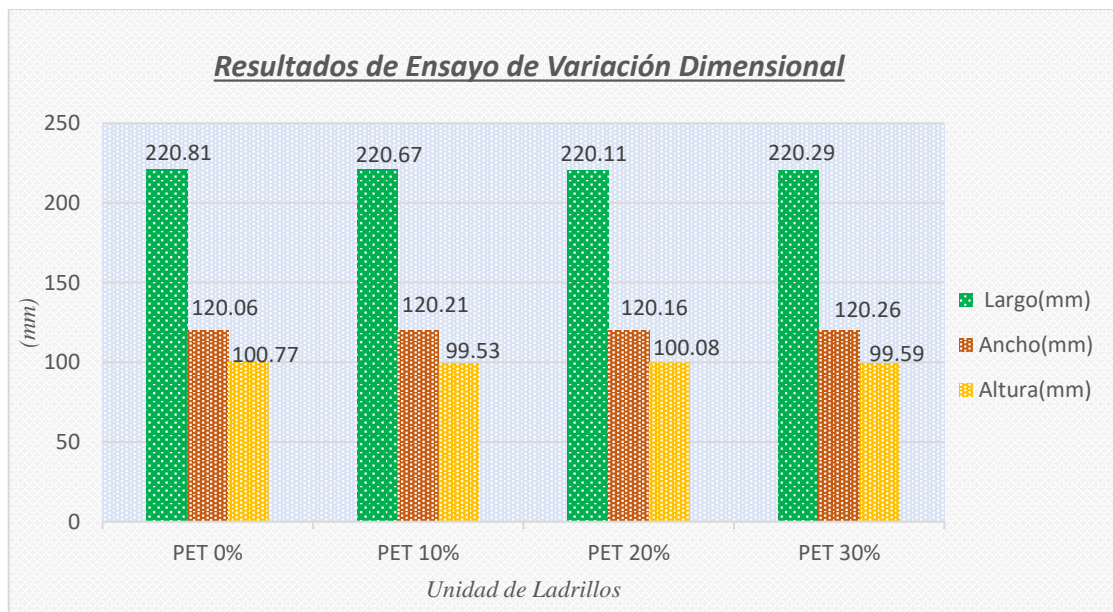


Fig. 12 Gráfico de Barras de Ensayo de variación dimensional de Unidades de Albañilería

En la figura N°12, cabe mencionar que de acuerdo a la NTP 399.601 “UNIDADES DE ALBAÑILERÍA” ladrillos de concreto especifica las características que debe cumplir los ladrillos para uso estructural, en variación de dimensiones en largo, ancho y alto, no pueden diferenciarse en más de +/-3.2 mm, por lo que demostramos que los ladrillos de concreto de 0%, 10%, 20%, 30% cumplen en no diferir en +/-3.2 mm.

3.1.2 Ensayo de Alabeo- NTP 399.613

De acuerdo a la norma [17] el alabeo es medido al situar un ladrillo sobre una superficie plana y colocando una regla en la cara de asiento de la unidad, haciendo que se conecten los extremos en diagonal opuestos, para determinar si es convexo o cóncavo, introduciendo una cuña graduada al milímetro en el punto que presenta mayor deformación.

El alabeo se obtiene en milímetros.

Tabla XXXII

Ensayo de Alabeo de Unidades de Albañilería

Cuadro de Resultados de Ensayo de Alabeo-NTP 399.613					
N° Diseño	N° de Muestras		Largo (mm)		
	N°	Cant.	Diagonal	Medida (mm)	Promedio
DISEÑO N°1 -0% PET	MD1-1	Cara-1	D-1	1.50	1.25
			D-2	1.00	
	MD1-2	Cara-2	D-1	1.50	1.25
			D-2	1.00	
	MD1-1	Cara-1	D-1	1.50	1.25
			D-2	1.00	
MD1-2	Cara-2	D-1	1.50	1.5	
		D-2	1.50		
DISEÑO N°2 -10% PET	MD2-1	Cara-1	D-1	2.00	1.5
			D-2	1.00	
	MD2-2	Cara-2	D-1	1.00	0.75
			D-2	0.50	
	MD2-1	Cara-1	D-1	0.50	0.5
			D-2	0.50	
MD2-2	Cara-2	D-1	1.50	1	
		D-2	0.50		
DISEÑO N°3 -20% PET	MD3-1	Cara-1	D-1	2.00	1.5
			D-2	1.00	
	MD3-2	Cara-2	D-1	0.50	0.75
			D-2	1.00	
	MD3-1	Cara-1	D-1	1.00	1.25
			D-2	1.50	
MD3-2	Cara-2	D-1	0.50	0.5	
		D-2	0.50		
DISEÑO N°4 -30% PET	MD4-1	Cara-1	D-1	2.00	1.5
			D-2	1.00	
	MD4-2	Cara-2	D-1	1.50	1.5
			D-2	1.50	
	MD4-1	Cara-1	D-1	1.50	1.25
			D-2	1.00	
MD4-2	Cara-2	D-1	0.50	1	
		D-2	1.50		

Interpretación:

La clasificación del ladrillo de concreto con adición de plástico PET se realizó comparando la tabla N°XXXIII con la tabla N°XXX cuyos resultados son menores al 2mm lo cual se clasifican como ladrillos tipo V.

Tabla XXXIII

Resumen de Ensayo de Alabeo de Unidades de Albañilería

Unidad de albañilería	Ensayo de Alabeo (mm)		Clasificación Según E.070
	Cóncavo	Convexo	
PET 0%	1.25	1.38	V
PET 10%	1.13	0.75	V
PET 20%	1.13	0.88	V
PET 30%	1.50	1.13	V

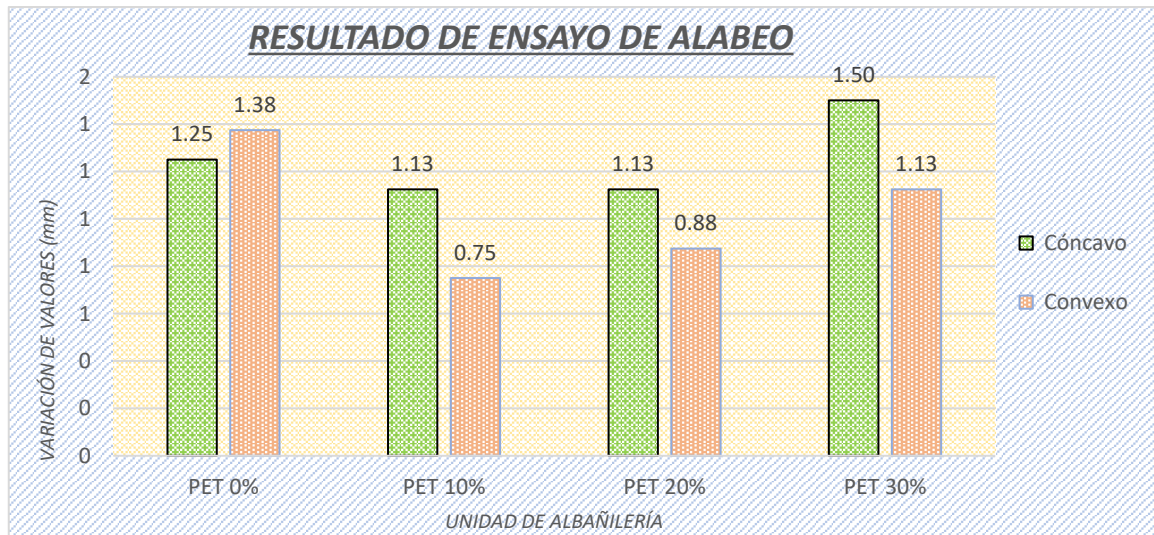


Fig. 13 Gráfico de Barras de Ensayo de Alabeo en Unidades de Albañilería

Los ladrillos de concretos clasificados como tipo V, nos recomienda que la junta del mortero no requiere ser mayor a los 12mm recomendados en la norma, ello garantiza que la albañilería que se construya con esos ladrillos va a ser de buena calidad, ya que menor espesor de la junta del mortero mayor va a ser la resistencia de la albañilería.

3.1.3 Ensayo de Succión (R.N.E: E.070 Albañilería)

La norma [9] que recomienda el ensayo de succión se emplean especímenes previamente secados en el horno a una temperatura de 110°C durante 24 horas, posterior a ese tiempo se pesan las unidades con precisión de 0.5gr. se procede a realizar las medidas de los lados que estarán en contacto con el agua con precisión milimétrica.

La muestra se coloca en una bandeja nivelada vertiendo agua hasta los 3mm de altura durante 1 minuto, posteriormente se secarán y pesarán los especímenes.

Se calculará con la siguiente fórmula:

$$S = \frac{200 \cdot W}{L \cdot B}$$

Donde:

S: Succión a 200cm² (gr/200cm²-min).

W: Diferencia de peso húmedo y peso seco (gr).

L: Largo de la superficie de asiento (cm²)

B: Ancho de la superficie de asiento (cm²)

Tabla XXXIV

Ensayo de Succión de Unidades de Albañilería

Resultado de Ensayo de Succión NTP 399-613				Área de Contacto= (cm ²)	193.2
N° Diseño	Muestra	Peso Húmedo Pm (gr)	Peso Seco Wd (gr)	$S = \frac{200 \cdot (Pm - Wd)}{\text{Área}}$	Promedio
DISEÑO N°1 -0% PET	M-1	3841	3834	7.25	7.25
	M-2	3608	3602	6.21	
	M-3	3704	3696	8.28	
DISEÑO N°2 -10% PET	M-1	3468	3462	6.21	6.21
	M-2	3542	3536	6.21	
	M-3	3431	3425	6.21	
DISEÑO N°3 -20% PET	M-1	3384	3377	7.25	5.87
	M-2	3391	3385	6.21	
	M-3	3247	3243	4.14	
DISEÑO N°4 -30% PET	M-1	3203	3199	4.14	4.49
	M-2	3203	3198	5.18	
	M-3	3235	3231	4.14	

Interpretación:

En la tabla N°XXXV establece que las unidades de albañilería de concreto de plástico PET en distintos porcentajes se encuentran dentro de los valores establecidos en la norma E.070, por ello que las unidades de albañilería horas antes del asentado no necesariamente se saturarán.

Tabla XXXV

Resumen de Ensayo de Succión de Unidades de Albañilería

Undidad de albañilería	Ensayo de Succión gr/cm2/min	Clasificación Según E.070
PET 0%	7.25	Establece que al asentar la succión sea entre 10-20 gr/cm2/min
PET 10%	6.21	
PET 20%	5.87	
PET 30%	4.49	

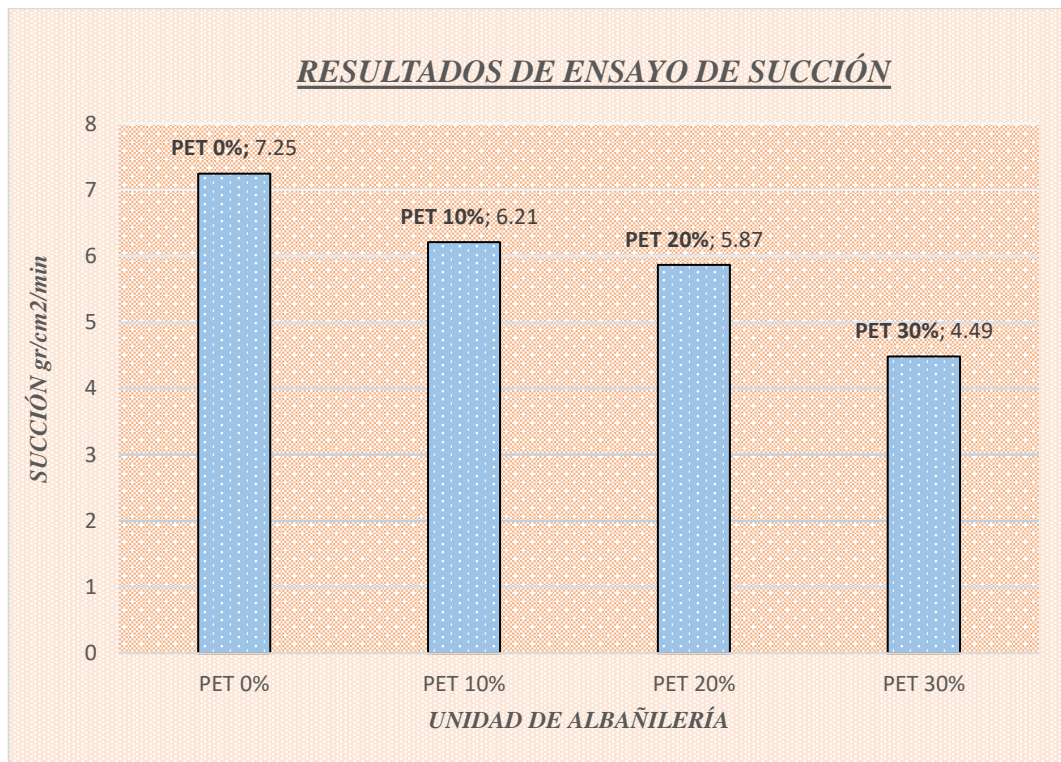


Fig. 14 Gráfico de Barras de Ensayo de Succión en Unidades de Albañilería

Se identifica en la figura N°14, que la relación entre el porcentaje de PET y la succión es inversamente proporcional, ya que a mayor cantidad de plástico PET es menor la succión de los ladrillos de concreto, lo que garantiza que durante es asentado la unidad no absorberá la humedad del mortero.

3.1.4 Ensayo de Absorción

Sumergir los especímenes de prueba en agua a una temperatura de 15.5°C a 30°C por 24hr. dejar ventilar durante 5 minutos y pesar. Subsecuente a la saturación, secar los especímenes en un horno a 110°C a por no menos de 24hrs, finalmente se pesan los especímenes

$$\text{Absorción, (\%)} = \left[\frac{W_s - W_d}{W_d} \right] \times 100$$

Donde:

Ws: Peso saturado del espécimen (Kg)

Wi: Peso sumergido del espécimen (Kg)

Wd; Peso seco al horno del espécimen (Kg)

Tabla XXXVI

Ensayo de Absorción de Unidades de Albañilería

RESULTADO DE ENSAYO DE ABSORCIÓN NTP 399-004/ASTM C140					
N° Diseño	N° Muestra	Peso Saturado Ws (kg)	Peso Seco Horno Wd (kg)	Abs = $\frac{(W_s - W_d) \times 100}{W_d}$	Promedio
DISEÑO N°1 -0% PET	M-1	4.038	3.834	5.32	5.72
	M-2	3.834	3.602	6.44	
	M-3	3.895	3.696	5.38	
DISEÑO N°2 -10% PET	M-1	3.643	3.462	5.23	5.17
	M-2	3.718	3.536	5.15	
	M-3	3.601	3.425	5.14	
DISEÑO N°3 -20% PET	M-1	3.542	3.377	4.89	4.83
	M-2	3.548	3.385	4.82	
	M-3	3.503	3.343	4.79	
DISEÑO N°4 -30% PET	M-1	3.301	3.199	3.19	3.18
	M-2	3.301	3.198	3.22	
	M-3	3.332	3.231	3.13	

Interpretación:

Tabla XXXVII

Resumen de Ensayo de Absorción de Unidades de Albañilería

Undidad de albañilería	Ensayo de Absorción (%)	Clasificación Según E.070
PET 0%	5.72	Establece que para ladrillos de concreto no debe superar el 12%
PET 10%	5.17	
PET 20%	4.83	
PET 30%	3.18	

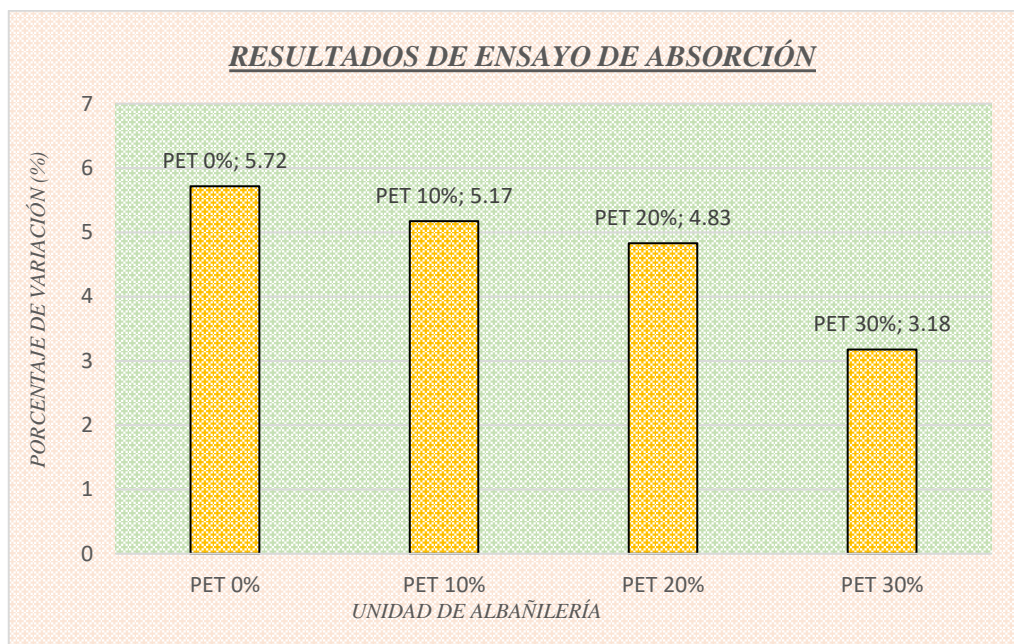


Fig. 15 Gráfico de Barras de Ensayo de Absorción en Unidades de Albañilería

Según la NTP 399.601 de ladrillos de concreto establece que la absorción máxima para un ladrillo tipo 17 que clasifica al ladrillo de acuerdo a la resistencia a la compresión, la absorción máxima es de 10%, por lo que observamos en la figura N°15 la máxima absorción corresponde al ladrillo de 0% de PET con un valor de 5.72%, valor que ratifica que corresponde a un ladrillo tipo 17, además identificar que la relación entre la cantidad de plástico PET en el ladrillo de concreto y el porcentaje de absorción, es inversamente proporcional ya que a mayor plástico PET, menor es el porcentaje de absorción. este ensayo garantiza la baja permeabilidad y que en contacto con el agua tiene un mejor comportamiento, por ello puede ser empleado en cualquier clima. no se requiere del uso de cal para el mortero de asentado.

3.1.5 Ensayo de Contenido de Humedad:

Se calcula como sigue:

$$\text{Contenido de humedad(\%)} = \left[\frac{W_r - W_d}{W_s - W_d} \right] \times 100$$

Donde:

Wr: Peso recibido de la unidad (Kg)

Wd: Peso seco al horno de la unidad (Kg)

Ws: Peso saturado de la unidad (Kg)

Tabla XXXVIII

Ensayo de Contenido de Humedad de Unidades de Albañilería

RESULTADO DE ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD NTP 399-004/ASTM C140					
N° Diseño	N° Muestra	Peso Recibido Wr (gr)	Peso Seco Horno Wd (gr)	C.H = $\frac{(W_r - W_d) \times 100}{(W_d)}$	Promedio
DISEÑO N°1 - 0% PET	M-1	3.978	3.834	3.76	3.97
	M-2	3.765	3.602	4.53	
	M-3	3.830	3.696	3.63	
DISEÑO N°2 - 10% PET	M-1	3.621	3.462	4.59	4.83
	M-2	3.685	3.536	4.21	
	M-3	3.62	3.425	5.69	
DISEÑO N°3 - 20% PET	M-1	3.504	3.377	3.76	5.56
	M-2	3.532	3.385	4.34	
	M-3	3.521	3.243	8.57	
DISEÑO N°4 - 30% PET	M-1	3.403	3.199	6.38	6.37
	M-2	3.414	3.198	6.75	
	M-3	3.424	3.231	5.97	

Interpretación:

Tabla XXXIX

Resumen Ensayo de Contenido de Humedad de Unidades de Albañilería

Unidad de albañilería	Ensayo de Contenido de Humedad (%)
PET 0%	3.97
PET 10%	4.83
PET 20%	5.56
PET 30%	6.37

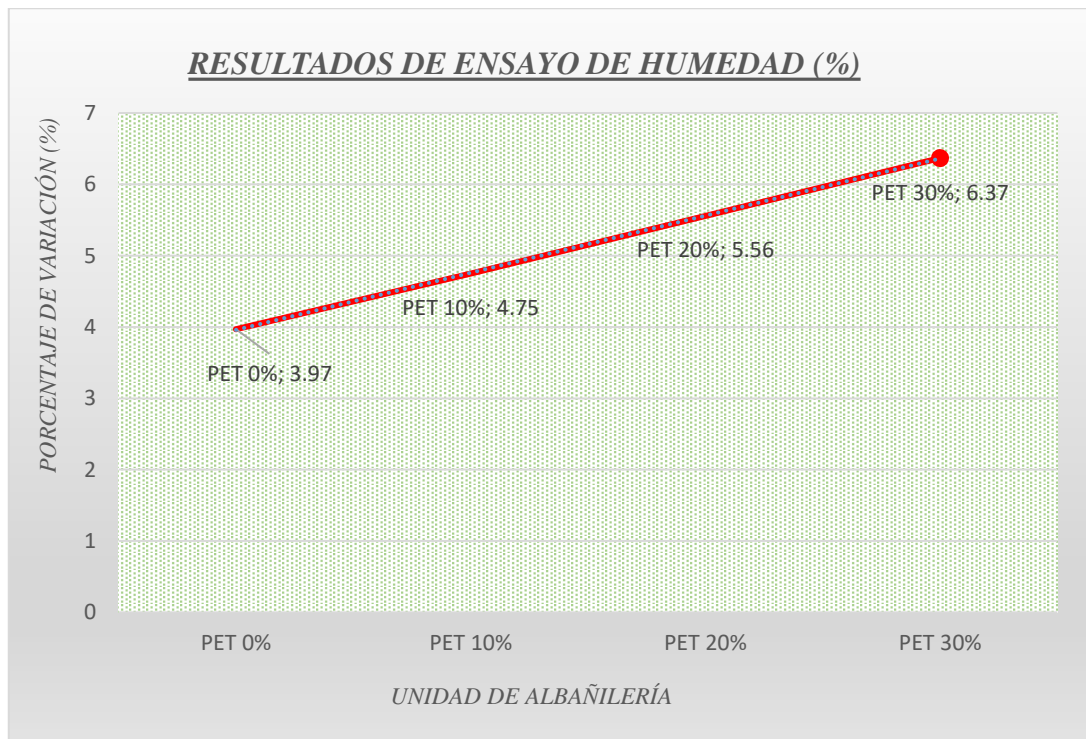


Fig. 16 Gráfico de Barras de Ensayo de Contenido de Humedad en Unidades de Albañilería

En la figura N°16 se demuestra que los ladrillos de concreto PET tienen valores bajos, indica que retiene agua en su interior, por lo que se ratifica que la unidad no necesariamente ser saturada horas antes de ser usada en la construcción.

3.1.6 Ensayo de Resistencia a Compresión (NTP 399.604 – ASTM C140):

La norma para el ensayo de resistencia a compresión [16] su propiedad más importante, ya que define su calidad estructural, así como también su resistencia a la intemperie, o cualquier otro factor cause su deterioro. Los principales componentes que definen la resistencia a la compresión

del ladrillo (f'_b), la perfección geométrica del ladrillo, calidad de la mano de obra empleado, calidad del mortero usado para el asentado del ladrillo.

La resistencia a la compresión (f'_b) se calculará con las siguientes formulas:

$$f'_b = \frac{P}{A_n}$$

Donde:

f'_b = Es la resistencia a la compresión del ladrillo en Kg/cm²

P = Es la carga aplicada, indicada por la máquina (Kg).

A_n = Es el área neta (cm²).

Tabla XL

Ensayo de Resistencia a Compresión de Unidades de Albañilería a 14 Días

CUADRO DE RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN NTP 399.604 Y ASTM C 140										
N° Diseño	N° Muestra	Área Neta (cm ²)	Carga (Kg)	Resistencia Compresión fb 14 días (kg/cm ²)	Resistencia Compresión f'b (kg/cm ²) Promedio	fb-f'b	(fb-f'b) ²	$\sqrt{\frac{\sum (fb - f'b)^2}{n - 1}}$	$\frac{\sum fb}{n}$	Compresión 14 días
DISEÑO N°1 -0% PET	M-1	193.20	29,310	151.71	151.50	0.21	0.04	1.27	0.32	151.18
	M-2	193.20	29,100	150.62		-0.88	0.77			
	M-3	193.20	29,400	152.17		0.67	0.45			
DISEÑO N°2 -10% PET	M-1	193.20	26,380	136.54	136.40	0.14	0.02	0.80	0.20	136.20
	M-2	193.20	26,220	135.71		-0.69	0.48			
	M-3	193.20	26,460	136.96		0.55	0.30			
DISEÑO N°3 -20% PET	M-1	193.20	23,300	120.60	120.22	0.38	0.14	0.41	0.10	120.12
	M-2	193.20	23,130	119.72		-0.50	0.25			
	M-3	193.20	23,250	120.34		0.12	0.01			
DISEÑO N°4 -30% PET	M-1	193.20	18,680	96.69	96.14	0.55	0.30	2.82	0.71	95.43
	M-2	193.20	18,730	96.95		0.81	0.66			
	M-3	193.20	18,310	94.77		-1.36	1.86			

Tabla XLI

Ensayo de Resistencia a Compresión de Unidades de Albañilería a 28 Días

CUADRO DE RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN NTP 399.604 Y ASTM C 140										
N° Diseño	N° Muestra	Área Neta (cm ²)	Carga (Kg)	Resistencia Compresión fb 28 días (kg/cm ²)	Resistencia Compresión f'b Promedio (kg/cm ²)	fb-f'b	(fb-f'b) ²	Σ	$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(fb - f'b)^2}{n - 1}}$	f'b Compresión 28 días
DISEÑO N°1 -0% PET	M-1	193.20	36,920	191.10	188.66	2.43	5.92	31.86	7.97	180.70
	M-2	193.20	36,870	190.84		2.17	4.73			
	M-3	193.20	35,560	184.06		-4.61	21.22			
DISEÑO N°2 - 10% PET	M-1	193.20	31,390	162.47	161.77	0.71	0.50	6.76	1.69	160.08
	M-2	193.20	31,520	163.15		1.38	1.91			
	M-3	193.20	30,850	159.68		-2.09	4.36			
DISEÑO N°3 - 20% PET	M-1	193.20	29,100	150.62	149.12	1.50	2.25	14.97	3.74	145.38
	M-2	193.20	28,200	145.96		-3.16	9.97			
	M-3	193.20	29,130	150.78		1.66	2.74			
DISEÑO N°4 - 30% PET	M-1	193.20	22,180	114.80	113.39	1.41	2.00	13.38	3.34	110.04
	M-2	193.20	21,330	110.40		-2.98	8.91			
	M-3	193.20	22,210	114.96		1.57	2.47			

Nota: Resistencia a compresión Promedio descontando Desviación estándar.

Tabla XLII

Resumen de Resistencia a Compresión de Unidades de Albañilería

Unidad de albañilería	Resistencia a Compresión (kg/cm ²)		Clasificación Norma E.070	Según E.070	Clasificación NTP.399.601
	14 días	28 días			
PET 0%	151.18	180.70	V	180	17
PET 10%	136.20	160.08	IV	130	17
PET 20%	120.12	145.38	IV	130	17
PET 30%	95.43	110.04	III	95	14

Nota: Clasificación de unidades de albañilería con PET

Interpretación:

En la tabla N° XLIII se identifica que la unidad de albañilería patrón con 0% PET adquirió la resistencia de acuerdo a su diseño y cumple con lo establecido con la norma E.070, con una resistencia de 180.70 kg/cm² para su clasificación tipo V, lo cual lo hace apto para construcciones de albañilería de servicio riguroso, no obstante la resistencia de los ladrillos de concreto con incorporación de PET 10%,20%,30% disminuyó en relación a la unidad patrón 0% PET, cuyos ladrillos con PET 10%,20% se clasifican como ladrillos tipo IV, siendo ladrillos aptos para fines estructurales, mientras los ladrillos de concreto con 30% se clasifican como tipo III, siendo apto para construcciones de uso general.

Cabe mencionar que se clasificó a los ladrillos de concreto según la tabla N°XXX de la NTP 399.601, clasificamos al ladrillo de concreto de 0%, 10%, 20%, 180.70 kg/cm²; 160.08 kg/cm²; 145.38 kg/cm²; clasificados como ladrillos tipo 17, recomendados para uso general que requiere moderada resistencia a compresión tanto como resistencia al frio y a la penetración de la humedad. No obstante, las unidades de albañilería con 30% PET con 110.04 kg/cm²; clasifica ladrillo tipo 14, de uso general con resistencia moderada.

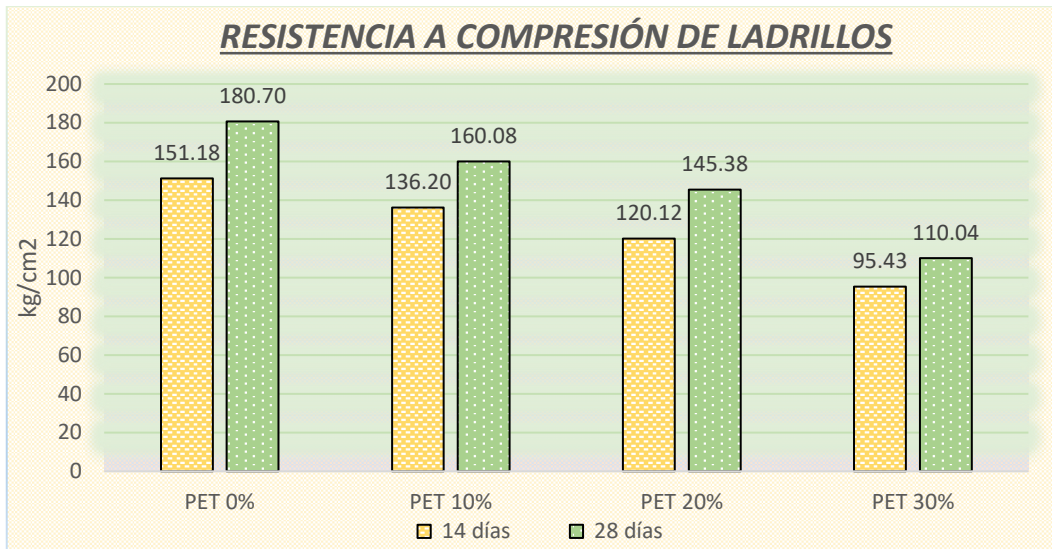


Fig. 17 Gráfico de Barras de Ensayo Resistencia a Compresión en Unidades de Albañilería

En la figura N°17 se observa cómo ha sido la variación de la resistencia a compresión de las unidades de albañilería ensayadas a los 14 y 28 días, de haberse fabricado, de la misma manera se identifica el ladrillo que alcanzó la mayor resistencia 0% PET y como este valor va disminuyendo dependiendo del porcentaje de plástico PET, que se le añade al ladrillo.

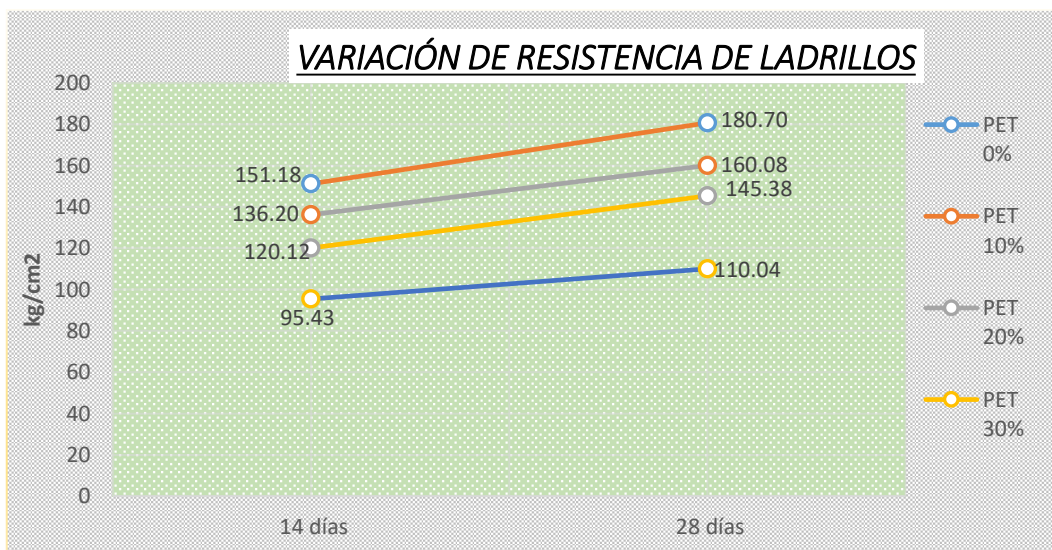


Fig. 18 Gráfico de Líneas de Ensayo de Resistencia a Compresión en Unidades de Albañilería

En la figura N°18 muestra como la variación de resistencia a compresión a los 14 y 28 días para cada diseño de las unidades de albañilería con incorporación de PET reciclado en distintos porcentajes, identificando al ladrillo con 30% de PET cuyo valor de resistencia a compresión se diferencia más al de la unidad de albañilería patrón de 0% PET.

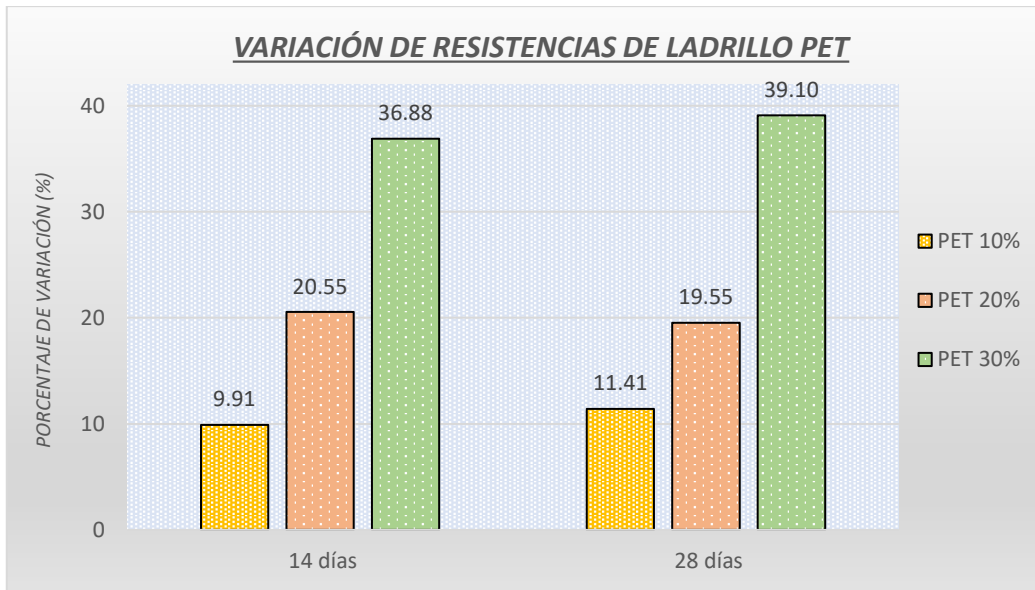


Fig. 19 Gráfico de Barras de Variación de Resistencia de la Unidad respecto a ladrillo patrón 0% PET

En la figura N°19, se identifica la variación en porcentaje de la resistencia de los ladrillos de 10%, 20%, 30% PET respecto al ladrillo patrón, obteniendo que la variación de la resistencia no es proporcional a la cantidad de PET incorporado al ladrillo patrón.

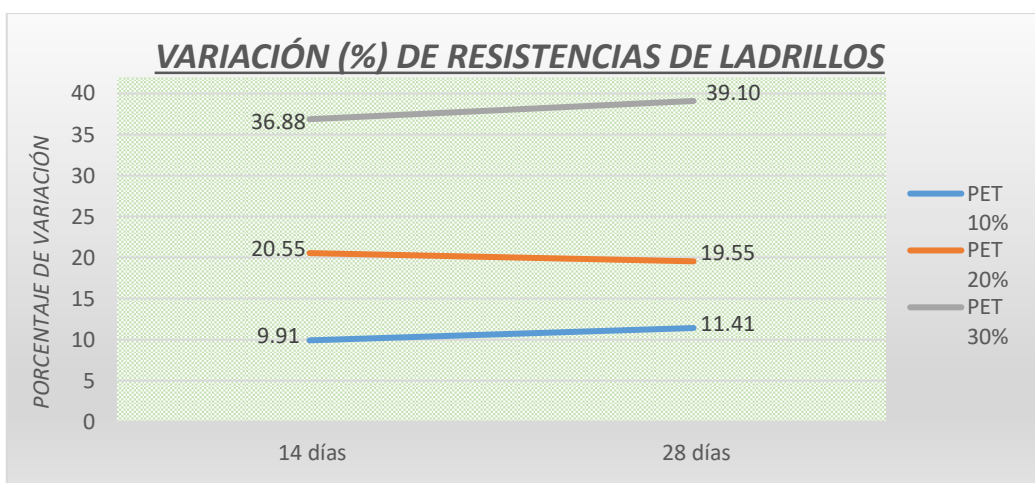


Fig. 20 Porcentaje de Variación de Resistencia de la Unidad respecto a ladrillo patrón 0% PET

3.1.7 Ensayo de Resistencia a la Compresión Axial de Pilas (NTP.399.605)

La norma técnica peruana [18] recomienda la muestra estuvo constituida por ladrillos de 3 hiladas, formando prismas de albañilería, cuyas juntas verticales de 1.5cm. sólo se humedeció con agua la superficie en contacto, para que de esta manera se produzca la adherencia entre ladrillo-mortero. Para evitar que las imperfecciones en las superficies de las caras de asiento de las pilas, e influyan en la disminución de la resistencia a la compresión, se procede a realizar el refrentado o “Capping”.

Tabla XLIII

Ensayo de Pilas en Unidades de Albañilería

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS-NTP 399.605/ASTM C1532														
N° Diseño	N° M	MEDIDAS			Proporción de Mortero	Edad	a	Carga (kg)	Área (cm ²)	fi (kg/cm ²)	Alto/Ancho	C	fm (kg/cm ²)	fm Promedio (kg/cm ²)
		Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)										
DISEÑO N°1 -0% PET	M-1	22.20	12.10	33.20	01:04	21	1	26,670	197.820	134.8195	2.74	0.853	115.00	114.61
	M-2	22.10	12.25	33.10	01:04	21	1	27,180	199.925	135.9510	2.70	0.844	114.74	
	M-3	22.20	12.16	33.15	01:04	21	1	26,730	199.152	134.2191	2.73	0.850	114.09	
DISEÑO N°2 -10% PET	M-1	22.10	12.20	33.15	01:04	21	1	23,690	198.820	119.1530	2.72	0.848	101.04	101.18
	M-2	22.11	12.15	33.25	01:04	21	1	23,780	197.837	120.2003	2.74	0.853	102.53	
	M-3	22.30	12.23	33.20	01:04	21	1	23,860	201.929	118.1603	2.71	0.846	99.96	
DISEÑO N°3 -20% PET	M-1	22.50	12.17	33.60	01:04	21	1	20,200	203.025	99.4951	2.76	0.857	85.27	85.82
	M-2	22.11	12.21	33.10	01:04	21	1	19,700	199.163	98.9139	2.71	0.846	83.68	
	M-3	22.30	12.12	33.15	01:04	21	1	20,700	199.476	103.7719	2.74	0.853	88.52	
DISEÑO N°4 -30% PET	M-1	21.90	12.10	33.80	01:04	21	1	17,900	194.190	92.1778	2.79	0.864	79.64	77.21
	M-2	22.40	12.26	33.45	01:04	21	1	18,200	203.824	89.2927	2.73	0.850	75.90	
	M-3	22.20	11.95	33.35	01:04	21	1	17,130	194.490	88.0765	2.79	0.864	76.10	
Ladrillo de Arcilla 18 Huecos	M-1	24.20	13.10	31.20	01:04	21	1	24,780	228.670	108.3658	2.38	0.783	84.85	83.18
	M-2	24.15	13.25	31.30	01:04	21	1	24,560	231.638	106.0277	2.36	0.780	82.70	
	M-3	24.25	13.26	31.60	01:04	21	1	24,420	233.205	104.7147	2.38	0.783	81.99	

Donde:

a: Coeficiente de incremento de $f'm$ por edad (21 días es 1.00)

f_m : promedio de resistencia de las pruebas.

C: Factor de Corrección de $f'm$ por esbeltez. (Se halla mediante interpolación).

σ : Desviación estándar

Tabla XLIV

Ensayo de Pilas descontando Desviación Estándar

CUADRO DE RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN NTP 399.604 Y ASTM C 140											
N° Diseño	N° M	Área Neta (cm ²)	Carga (Kg)	Resistencia Compresión f_b 28 días (kg/cm ²)	Resistencia Compresión $f'b$ (kg/cm ²) Promedio	$f_b - f'b$	$(f_b - f'b)^2$	Σ	$\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma(f_b - f'b)^2}{n - 1}}$	$f'b$ Compresión 28 días	
DISEÑO N°1 -0% PET	M-1	193.20	36,920	191.10		2.43	5.92				
	M-2	193.20	36,870	190.84	188.66	2.17	4.73	31.86	7.97	180.70	
	M-3	193.20	35,560	184.06		-	4.61	21.22			
DISEÑO N°2 -10% PET	M-1	193.20	31,390	162.47		0.71	0.50				
	M-2	193.20	31,520	163.15	161.77	1.38	1.91	6.76	1.69	160.08	
	M-3	193.20	30,850	159.68		-	2.09	4.36			
DISEÑO N°3 -20% PET	M-1	193.20	29,100	150.62		1.50	2.25				
	M-2	193.20	28,200	145.96	149.12	-	3.16	14.97	3.74	145.38	
	M-3	193.20	29,130	150.78		1.66	2.74				
DISEÑO N°4 -30% PET	M-1	193.20	22,180	114.80		1.41	2.00				
	M-2	193.20	21,330	110.40	113.39	-	2.98	13.38	3.34	110.04	
	M-3	193.20	22,210	114.96		1.57	2.47				

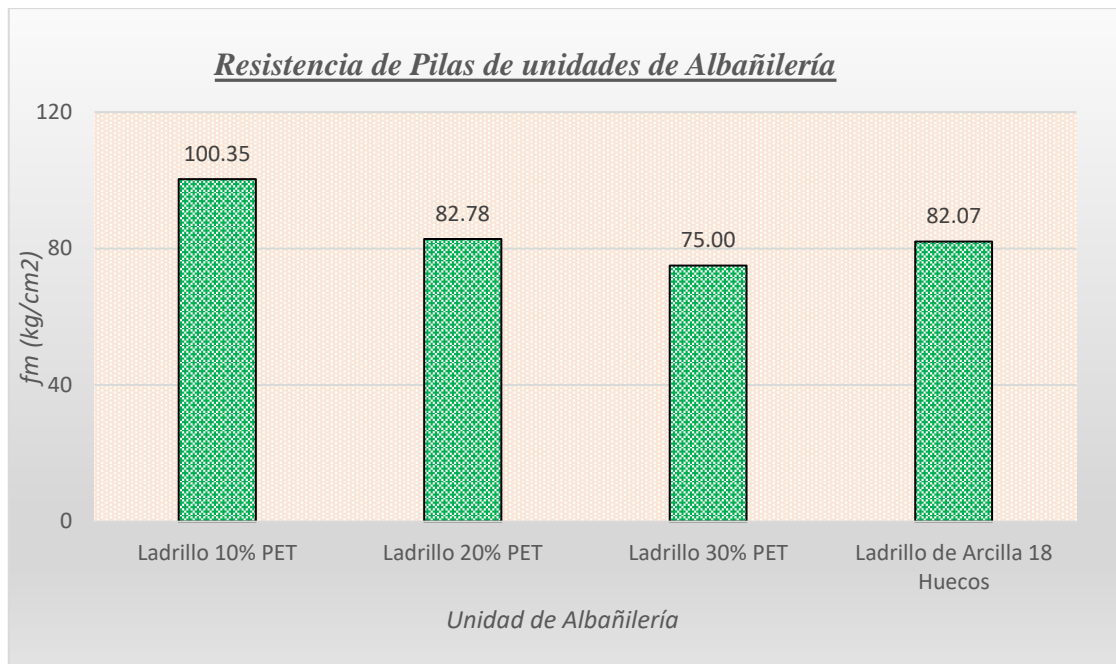


Fig. 21 Gráfico de Variación de Resistencia de Pilas de ladrillos de concreto PET reciclado

3.2 Análisis de Costos de Unidades de Albañilería de concreto

Para el cálculo del costo de fabricación de los ladrillos de concreto con 0%, 10%, 20%, 30% de plástico PET reciclado, analizando todos los factores que intervienen en el proceso de fabricación, así como también el criterio empleado para su elaboración.

Factores que intervienen:

los precios son de junio del 2023

- ❖ $Cemento = \frac{s/.27.00}{42.5} = 0.64$
- ❖ $Agregado\ grueso\ (kg) = \frac{s/.45}{1445} = 0.01$
- ❖ $Agregado\ Fino\ (kg) = \frac{s/.35.00}{1560} = 0.02$
- ❖ $Agua\ (lt) = \frac{s/.2.36}{1000} = 0.0023$
- ❖ $Aditivo\ plastificante\ (lt) = \frac{s/.40}{5} = 8$

Para la elaboración de los ladrillos con plástico PET de diferentes porcentajes se halló un rendimiento de 600 ladrillos por día con un oficial y un ayudante para una jornada de trabajo de 8 horas/día, considerando mezcladora de concreto de 0.21 m³ potencia 850 W, en herramientas manuales 3%.

La federación de trabajadores de construcción civil en acuerdo con la cámara peruana de la construcción actualizó las tablas salariales para los años 2022-2023.

Tabla XLV

Tabla Salarial de Construcción Civil 2023

Mano de obra	Salarios
Operario	S/ 80.50
Oficial	S/ 63.15
Peon	S/ 56.80

Tabla XLVI

Análisis de Precios Unitarios de ladrillo 0% PET

Partida	Costo de Fabricación de Ladrillo de Concreto 0% PET				
	Rendimiento: und/DIA	MO. 600.0000	EQ. 600.0000	Costo unitario directo por und	1.06
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
PEON	hh	2.0000	0.0267	8.75	0.23
Materiales					
Agregado Fino	kg		1.6300	0.02	0.03
PIEDRA CHANCADA 3/8"	kg		1.6300	0.01	0.02
CEMENTO SOL	kg		0.6800	0.64	0.44
ADITIVO PLASTIFICANTE SIKACEM	l		0.0100	8.00	0.08
Moldes	und		0.0020	50.00	0.10
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.23	0.01
MESA VIBRADORA DE CONCRETO 1HP	hm	0.9000	0.0120	10.00	0.12
MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	0.5000	0.0067	3.75	0.03
					0.16

Tabla XLVII

Análisis de Precios Unitarios de ladrillo 10% PET

Partida	Costo de Fabricación de Ladrillo de Concreto 10% PET				
Rendimiento: und/DIA	MO. 600.0000	EQ. 600.0000	Costo unitario directo por : und		1.05
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
PEON	hh	2.0000	0.0267	8.75	0.23
					0.23
Materiales					
Agregado Fino	kg		1.6300	0.02	0.03
PIEDRA CHANCADA 3/8"	kg		1.4700	0.01	0.01
CEMENTO SOL	kg		0.6800	0.64	0.44
ADITIVO PLASTIFICANTE SIKACEM	l		0.0100	8.00	0.08
Moldes	und		0.0020	50.00	0.10
					0.66
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.23	0.01
MESA VIBRADORA DE CONCRETO 1HP	hm	0.9000	0.0120	10.00	0.12
MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	0.5000	0.0067	3.75	0.03
					0.16

Tabla XLVIII

Análisis de Precios Unitarios de ladrillo 20% PET

Partida	Costo de Fabricación de Ladrillo de Concreto 20% PET				
Rendimiento: und/DIA	MO. 620.0000	EQ. 620.0000	Costo unitario directo por : und		1.04
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
PEON	hh	2.0000	0.0258	8.75	0.23
					0.23
Materiales					
Agregado Fino	kg		1.6300	0.02	0.03
PIEDRA CHANCADA 3/8"	kg		1.3000	0.01	0.01
CEMENTO SOL	kg		0.6800	0.64	0.44
ADITIVO PLASTIFICANTE SIKACEM	l		0.0100	8.00	0.08
Moldes	und		0.0020	50.00	0.10
					0.66
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.23	0.01
MESA VIBRADORA DE CONCRETO 1HP	hm	0.9000	0.0116	10.00	0.12
MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	0.5000	0.0065	3.75	0.02
					0.15

Tabla XLIX

Análisis de Precios Unitarios de ladrillo 30% PET

Partida	<u>Costo de Fabricación de Ladrillo de Concreto 30% PET</u>				
	Rendimiento: und/DIA	MO. 630.000	EQ. 630.0000	Costo unitario directo por: und	1.03
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
PEON	hh	2.0000	0.0254	8.75	0.22
					0.22
Materiales					
Agregado Fino	kg		1.6300	0.02	0.03
PIEDRA CHANCADA 3/8"	kg		1.1400	0.01	0.01
Plástico PET Reciclado (30%A.G)	kg		0.1700	0.03	0.01
CEMENTO SOL	kg		0.6800	0.64	0.44
ADITIVO PLASTIFICANTE SIKACEM	l		0.0100	8.00	0.08
Moldes	und		0.0020	50.00	0.10
					0.67
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.22	0.01
MESA VIBRADORA DE CONCRETO 1HP	hm	0.9000	0.0114	10.00	0.11
MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	0.5000	0.0063	3.75	0.02
					0.14

3.3 Análisis de Costo por Asentado de m2 de Muro

Se realiza un análisis y comparación de costos de asentado de muro de ladrillos de concreto a base de PET reciclado.

Datos a considerar Ladrillo PET reciclado: Soga.

Medidas 22x12x10

Cantidad de Ladrillos por m2 de muro PET

$$C = \frac{1}{(L + J) \times (H + J)}$$

$$C = 1 / ((0.22+0.01) \times (0.1+0.010)) = 39.53 \text{ l/m}^2$$

Mortero: 1:4 E:1.0 cm (buen alabeo)

Cantidad de Mortero por Muro:

$$\text{volumen de muro} = 1 \times 1 \times 0.12 = 0.12 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de ladrillo} = 0.1 \times 0.22 \times 0.12 = 0.00264 \text{ m}^3$$

$$C.M = 0.12 - 39.53 \times 0.00264 = 0.0156 \text{ m}^3$$

Cuadrilla: 1 Operario+ 0.5Ayudante

Rendimiento: 10 m2/día

Tabla L

Costo de Asentado por m2 de ladrillo patrón 0% PET

Partida	Asentado de Ladrillo de Concreto Patrón 0% PET Soga M:1:4 E=1.0cm				
Rendimiento: m2/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por: 57.97		
				m2	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	10.06	8.05
PEON	hh	0.5000	0.4000	8.75	3.50
					11.55
Materiales					
ARENA GRUESA	m3		0.0162	35.00	0.57
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.1326	27.00	3.58
LADRILLO DE CONCRETO 0% PET	und		39.5300	1.06	41.90
AGUA	m3		0.0041	3.81	0.02
					46.07
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	11.55	0.35
					0.35

Tabla LI

Costo de Asentado por m2 de ladrillo patrón 10% PET

Partida	Asentado de Ladrillo de Concreto Patrón 10% PET Soga M:1:4 E=1.0cm				
Rendimiento: m2/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por: 57.58		
				m2	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	10.06	8.05
PEON	hh	0.5000	0.4000	8.75	3.50
					11.55
Materiales					
ARENA GRUESA	m3		0.0162	35.00	0.57
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.1326	27.00	3.58
LADRILLO DE CONCRETO 10% PET	und		39.5300	1.05	41.51
AGUA	m3		0.0041	3.81	0.02
					45.68
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	11.55	0.35
					0.35

Tabla LII

Costo de Asentado por m2 de ladrillo patrón 20% PET

Partida	Asentado de Ladrillo de Concreto Patrón 20% PET Soga M:1:4 E=1.0cm				
Rendimiento: m2/DIA	MO. 10.0000		EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m2	57.18
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	10.06	8.05
PEON	hh	0.5000	0.4000	8.75	3.50
					11.55
Materiales					
ARENA GRUESA	m3		0.0162	35.00	0.57
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.1326	27.00	3.58
LADRILLO DE CONCRETO 20% PET	und		39.5300	1.04	41.11
AGUA	m3		0.0041	3.81	0.02
					45.28
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	% mo		3.0000	11.55	0.35
					0.35

Tabla LIII

Costo de Asentado por m2 de ladrillo patrón 30% PET

Partida	Asentado de Ladrillo de Concreto Patrón 30% PET Soga M:1:4 E=1.0cm				
Rendimiento: m2/DIA	MO. 10.0000		EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m2	56.79
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	10.06	8.05
PEON	hh	0.5000	0.4000	8.75	3.50
					11.55
Materiales					
ARENA GRUESA	m3		0.0162	35.00	0.57
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.1326	27.00	3.58
LADRILLO DE CONCRETO 30% PET	und		39.5300	1.03	40.72
AGUA	m3		0.0041	3.81	0.02
					44.89
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	% mo		3.0000	11.55	0.35
					0.35

Resumen de Análisis de Costo:

Tabla LIV

Resumen de Análisis de Costo por Unidad de Albañilería y costo por m2 de Muro

UNIDADES DE ALBAÑILERÍA	Und (und)	Muro (m2)
Ladrillo 0% PET	S/ 1.06	S/ 57.97
Ladrillo 10% PET	S/ 1.05	S/ 57.58
Ladrillo 20% PET	S/ 1.04	S/ 57.18
Ladrillo 0% PET	S/ 1.03	S/ 56.79

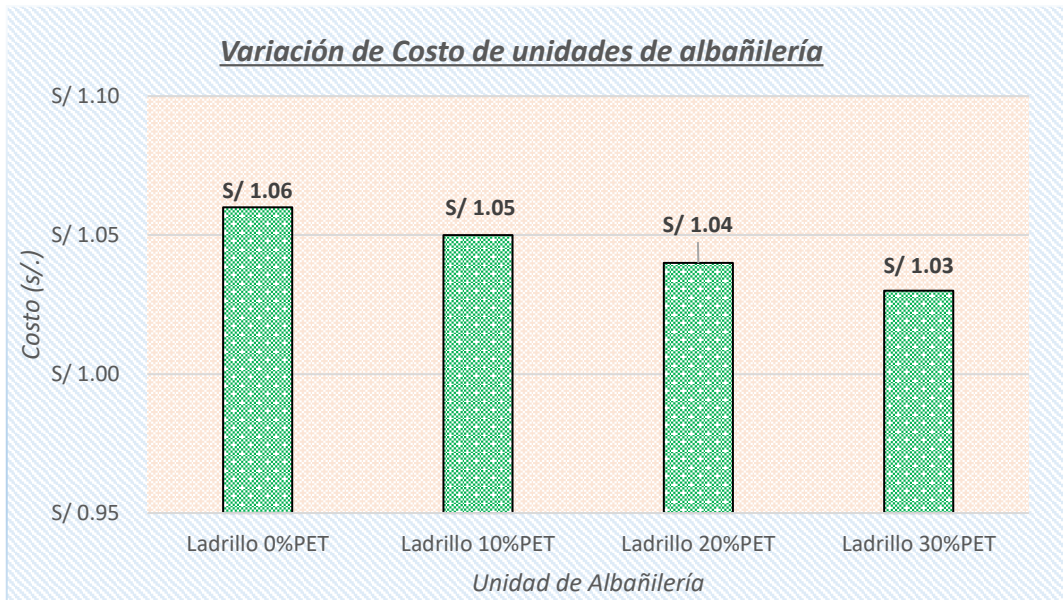


Fig. 22 Costo de Unidades de Albañilería de PET reciclado.

En la tabla N°LV se observa que la unidad de albañilería que presenta menor costo en la fabricación es la unidad con 30% de incorporación de PET reciclado con S/1.03; seguido de las unidades 20% PET con S/1.04, seguido de 10% PET con S/1.05, la unidad de albañilería patrón con 0% de incorporación de PET reciclado con S/1.06, finalmente los ladrillos comunes comerciales de concreto cuyo precio es de S/1.08, superan a las unidades de albañilería de PET reciclado, por tanto superan a los las unidades de albañilería de concreto patrón con 0% PET.

En la figura N°22 se muestra que las unidades de ladrillo de concreto PET disminuyen el costo de fabricación por unidad en S/.0.01 respecto al ladrillo patrón 0% PET. Determinando una relación inversamente proporcional, que a mayor porcentaje de plástico PET reciclado, el costo de la fabricación de unidades de albañilería es menor.

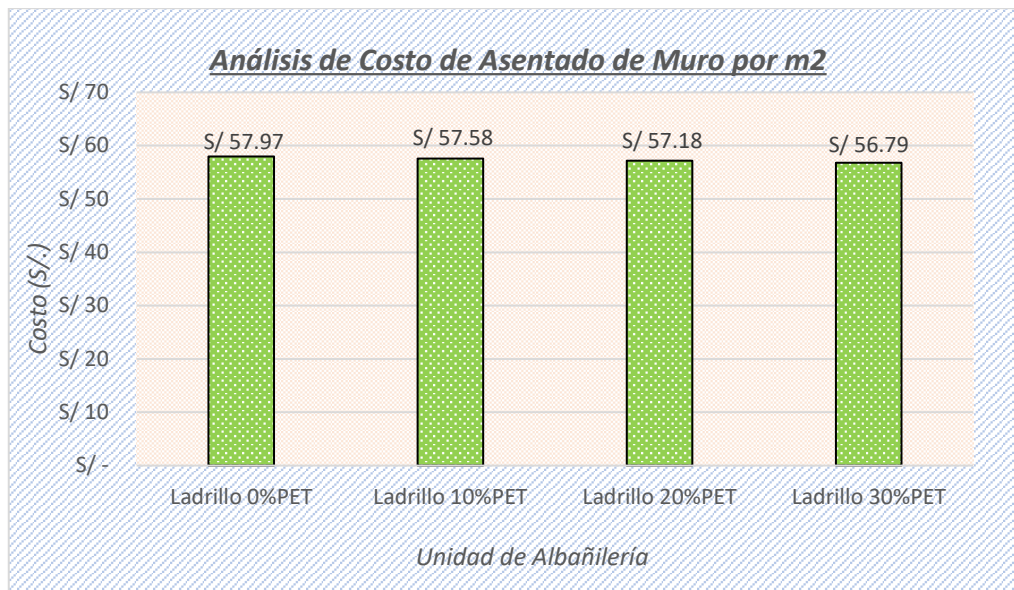


Fig. 23 Costo por m2 de muro con Unidades de Albañilería de PET reciclado.

En el gráfico N°23 se verifica que el costo por m2 de muro con unidades de albañilería de concreto con incorporación de PET reciclado es económico puesto a que el ladrillo de concreto presenta mejores características en alabeo, lo que reduce la cantidad de mortero, reduce la cantidad de agua, así como reduce la cantidad de horas hombre, entre otros.

3.3 Verificación de hipótesis.

3.3.1 Verificación de hipótesis general.

- ❖ “La elaboración de unidades de albañilería de concreto con material de plástico botella - PET- reciclado mejora la calidad en la construcción ecoeficiente de viviendas en beneficio de la población del distrito de Ica”.

CONTRASTACIÓN:

Según a los ensayos realizados a las unidades de albañilería de concreto vibrado con incorporación de plástico PET reciclado se determina que cumple con las demandas de un ladrillo ecoeficiente puesto que fomenta la actividad de reciclaje en consecuencia reduce el impacto ambiental, reduce el consumo hídrico, asimismo cumple con los requerimientos establecidos en la norma E.070 y la Norma Técnica peruana 399.601 eficaces para la construcción de muros portantes, así mismo resulta ser un producto económico.

3.3.2 Verificación de hipótesis específicas.

- ❖ “La dosificación correcta de materiales influye en la elaboración de las unidades de albañilería de concreto con plástico de botella -PET- reciclado, para mejorar la construcción ecoeficiente de viviendas en el distrito de Ica”.

CONTRASTACIÓN:

De acuerdo a los ensayos para la clasificación realizada a los ladrillos patrón con adición de plástico reciclado en diferentes porcentajes señala que las unidades de albañilería son aptas para la construcción de muros estructurales, ya que cumple con los requerimientos establecidos.

- ❖ “Las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería de concretos fabricados con material de plástico de botella -PET- reciclado cumplen con las recomendaciones de la norma E,070 de albañilería, para la construcción ecoeficiente de viviendas en el distrito de Ica”.

CONTRASTACIÓN:

La norma E.070 establece exigencias mínimas para los sistemas de albañilería, según a los ensayos practicados a las unidades de albañilería de concreto vibrado con incorporación de plástico de PET reciclado, a pesar que el PET reciclado no mejora la resistencia a la compresión, la unidad de albañilería cumple satisfactoriamente con los requerimientos establecidos en la norma E.070, para integrar el sistema de muros portantes, a excepción de los ladrillos de concreto con 30% de plástico PET se determinó como ladrillos de concreto aptos para edificaciones comunes.

- ❖ “Las unidades de albañilería de concreto elaborados con material de plástico de botella -PET- reciclado tienen mejores propiedades que la de las unidades de albañilería de concreto, para la construcción ecoeficiente de viviendas en el distrito de Ica”.

CONTRASTACIÓN:

De acuerdo a los ensayos practicados a las unidades de albañilería de concreto con incorporación de plástico de botella PET reciclado influye positivamente para mejorar las propiedades físicas asimismo reduce, succión, y porcentaje de absorción en relación a la unidad de albañilería de concreto, respecto a la resistencia a compresión la disminución no es tan significativa hasta un 20% PET reciclado, cumpliendo, así como los requisitos establecidos en la norma de albañilería de concreto.

- ❖ “La incidencia que tienen en el costo las unidades de albañilería de concreto con material de plástico de botella -PET- reciclado es económico, en comparación con las unidades de albañilería de concreto, para la construcción ecoeficiente de viviendas en el distrito de Ica”.

CONTRASTACIÓN:

Según al análisis de costo unitario realizado a las unidades de albañilería de concreto con incorporación de PET reciclado y a las unidades de concreto Patrón, se determina que los ladrillos PET reciclado son más económicos en el costo de la fabricación por unidad, a comparación a las unidades de albañilería de concreto Patrón, esta diferencia se reitera en el análisis de precios por m2 de asentado de muro, resultando que el asentado de muro por m2 con unidades de albañilería con incorporación de PET reciclado son más económicos que las unidades de albañilería de concreto patrón 0% PET.

IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- Discusión N°1: Los ensayos realizados de variación de dimensiones y alabeo a las unidades de albañilería de concreto con incorporación de PET reciclado y las unidades de albañilería, nos permitió obtener resultados favorables debido a una correcta vibración, calidad del molde, personal capacitado para la fabricación de la unidad, los cuales son factores importantes que determinan los ensayos físicos.
- Discusión N°2: Los ensayos de Succión, absorción y Contenido de humedad nos sirvieron para determinar eficientemente el comportamiento de la unidad de ladrillo de concreto con el agua, cuyos resultados guardan relación a los valores obtenidos en la tesis “Comparación cuantitativa entre Ladrillos Convencionales de Arcilla y un Ladrillo a Base de Materiales Plásticos PET, como una Alternativa de material Eco-Eficiente en el Sistema de Muro Portante, Arequipa 2020” demostrando que la incorporación de PET reciclado reduce la capacidad de absorción, disminuye la permeabilidad y garantiza una mejor adherencia ladrillo-mortero así mismo estos ladrillos poseen succión baja en consecuencia no requieren ser saturados antes de ser asentados.
- Discusión N°3: Los ensayos de resistencia a compresión se emplearon para determinar el comportamiento mecánico de los ladrillos de concreto con incorporación de PET reciclado, los resultados de estos ensayos en esta investigación guardan concordancia a lo que se sostiene en la tesis “Parámetros Físicos y Mecánicos de ladrillos ecológicos hechos a base de material reciclado (plástico PET) para construcción: Una Revisión”, en la cual nos indica que la resistencia a compresión de los ladrillos de concreto depende del porcentaje adecuado de PET reciclado entre 5%-15% que se determinó mejores resistencias, en el presente estudio se ha ampliado los porcentajes del 10%-20% obteniendo óptimas resistencias, estas son aptas para la construcción de muros portantes según la norma E.070, mientras que a partir de los 30% de PET reciclado las resistencias descienden significativamente, siendo clasificados no aptos para muros portantes. Los ensayos de rotura no se realizaron a la edad de 7 días por cuestiones económicas por lo que no podríamos determinar si los ladrillos con incorporación de plástico PET, presenta mayores resistencias iniciales.
- Discusión N°4: Para el análisis de precios unitarios se utilizó el programa S10. se determinó que los rendimientos de acuerdo a los trabajos de campo, la cantidad de materiales (según al diseño ACI), los costos de mano de obra (de acuerdo a tabla salarial de construcción civil), y el costo de los materiales; no guardan relación con los resultados del análisis de precios unitarios de la tesis “Reutilización del Plástico Polietileno-Tereftalato (PET) como materia prima en la Elaboración de Eco-ladrillos para Albañilería como Alternativa Sostenible para la Construcción” ya que las condiciones de trabajo son variables, así como los precios de materiales y mano de obra están en constante reajuste.

V. CONCLUSIONES.

A la finalización del presente estudio, presento las conclusiones siguientes:

- En variación dimensional en los ladrillos de concreto con incorporación de PET reciclado cumplen las medidas dadas por el fabricante (22x12x10), las cuales 0%,10%, 20%, 30% presentan 0% de PET (L= -0.37%, A= -0.05%, H= -0.77%), los ladrillos 10% de PET (L= -0.31%, A= -0.18%, H= 0.47%), 20% de PET (L= -0.05%, A= -0.13%, H= -0.08%), finalmente 30% de PET (L= -0.13%, A= -0.22%, H= -0.41%), son más favorables que los ladrillos a pesar que los ladrillos PET han sido elaboradas de manera semi-industrial, clasificándose como ladrillos tipo V según la norma E.070 de albañilería, con respecto a la NTP 399.601 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. ladrillos de concreto. requisitos. La norma menciona que las unidades de concreto no deben diferir en más de +/-3.2mm, los resultados se encuentran dentro de el rango permisible. En ensayo de alabeo en las unidades de albañilería de concreto con incorporación de PET reciclado 0% de PET con valores de cóncavo=1.25mm y convexo=1.38mm, ladrillos 10% PET con valores de cóncavo=1.13mm y convexo=0.75mm, seguidos de ladrillos 20% PET con valores de cóncavo=1.13mm y convexo=0.88mm, seguidos de ladrillos 30% PET con valores de cóncavo=1.50mm y convexo=1.13mm, clasificándose como unidades de albañilería tipo V según la norma E.070 de albañilería.
- La relación entre el porcentaje de PET reciclado y la succión es inversamente proporcional, ya que los ladrillos de concreto con 0% PET reciclado tienen una succión de 7.25gr(200cm²-min); los ladrillos con 10% PET tienen una succión de 6.21gr(200cm²-min); los ladrillos con 20% PET tienen una succión de 5.87gr(200cm²-min), los ladrillos de 30% PET tienen una succión 4.49gr(200cm²-min), es decir que a mayor porcentaje de PET reciclado menor será la succión, aquellos valores están dentro del rango de 10 – 20gr(200cm²-min), estipulado en la norma E.070, por tal razón no necesitan ser regados horas antes de su empleo en la construcción de muros portantes.

La absorción de las unidades de albañilería de concreto con 0% PET reciclado tienen una absorción de 5.72%; las unidades de albañilería con 10% PET tienen una absorción de 5.17%; las unidades de albañilería con 20% PET tienen una absorción de 4.83%, las unidades de albañilería de 30% PET tienen una absorción 3.18%, existiendo una relación inversamente proporcional, ya que mientras exista más plástico triturado será menor el porcentaje de absorción debido a la naturaleza hidrófoba del plástico, estos valores no

sobrepasan los 12% estipulado en la norma E.070 de albañilería, garantiza la baja permeabilidad y que en contacto con el agua tiene un mejor comportamiento, por lo que no se requiere del uso de cal para el mortero de asentado. El contenido de humedad de los ladrillos de concreto con incorporación de PET reciclado, ratifica los resultados obtenidos en el ensayo de succión garantizando que la unidad de PET reciclado durante es asentada la unidad no absorberá la humedad del mortero, por lo que genera un ahorro hídrico en la construcción de muros, esta característica es favorable para que el ladrillo PET se considere un producto ecoeficiente.

- B) La resistencia a la compresión de los ladrillos de concreto disminuye de acuerdo a más porcentaje de PET reciclado exista en la mezcla, en la presente investigación la resistencia de los ladrillos de 0%, 10%, 20%, 30% PET reciclado; descontando desviación estándar resultaron 180.70kg/cm², 160.08kg/cm², 145.38kg/cm², 110.04kg/cm², respectivamente. Lo que va reduciendo en relación al ladrillo de concreto patrón con las unidades con 10%, 20%, 30%, en 11.41%, 19.55%, 39.10% respectivamente, equivale a porcentajes no proporcionales a la cantidad de PET reciclado. A pesar que el PET reciclado reduce la resistencia a la compresión se obtuvieron resultados adecuados de las unidades de albañilería con PET reciclado cumpliendo con los rangos establecidos en la norma E.070, clasificando a las unidades de albañilería tipo IV y la NTP 399.601 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. ladrillos de concreto. requisitos; considerándose aptos para la construcción de muros Portantes, a excepción del ladrillo con 30% PET cuya resistencia a compresión es 110.04 kg/cm², lo clasifica como tipo 14, apto para construcciones de muros no portantes.

En el ensayo de pilas los prismas *fm* en los ladrillos de concreto con PET reciclado cumplen con lo establecido con la norma E.070 siendo las pilas de los ladrillos con PET reciclado de 0%, 10%, 20%, 30% ,se clasifican tipo 95 (114.50 kg/cm²), 95 (100.35 kg/cm²), 74 (82.78 kg/cm²) y 74 (75.00 kg/cm²) respectivamente, presentaron fallas cónicas y fallas ideales donde se determina que la falla atraviesa la unidad de albañilería y la junta de mortero.

En relación al análisis de precios unitarios realizados a las unidades de albañilería de concreto PET reciclado con 10%, 20%, 30%; resultó S/.1.05, S/.1.04, S/.1.03, respectivamente, asimismo las unidades de albañilería de concreto patrón cuyo precio resultó S/.1.06 la unidad. Este resultado se corrobora con el análisis de precios por m² de muro, siendo para los muros con unidades de albañilería con 10%, 20%, 30% PET reciclado con costos de S/.57.58, S/.57.18, S/.56.79 respectivamente. Indicando que a

mayor porcentaje de PET reciclado en la unidad de albañilería reduce el costo tanto en la fabricación por unidad como el sentado de muro por m². El costo de los ladrillos de concreto con PET reciclado en distintos porcentajes es más económico versus las unidades de albañilería de concreto patrón 0% PET.

En relación a los ensayos realizados en la presente investigación a los ladrillos de concreto con 0%, 10%, 20%,30% de PET reciclado, se determina tuvo un mejor comportamiento tanto físico y mecánico es el ladrillo con 20% PET reciclado, debido a que logra reutilizar la mayor cantidad de plástico reciclado posible además cumple con los requisitos establecidos en la norma que presenta como una unidad de albañilería aptos para muros portantes, cumpliendo así las características de calidad, sustentable y económico, es decir un material ecoeficiente.

VI. RECOMENDACIONES.

- Es de suma importancia contar un molde especialmente fabricado y con mano de obra capacitado para la fabricación del ladrillo de concreto PET y una correcta vibración para obtener ladrillos de mejores propiedades físicas en alabeo y variación dimensional.
- Se recomienda que se fabrique ladrillos de concreto con 20% de PET reciclado ya que presentan menor succión, tanto en propiedades físicas y mecánicas.
- Se recomienda que los ladrillos con PET reciclado antes de su asentado sean humedecidos las caras de la unidad que estará en contacto con el mortero.
- Se recomienda para investigaciones futuras diseñar ladrillos con menores porcentajes de PET reciclado quizás 5%, 15%, 25% PET para determinar la variación de resistencias a compresión en unidad de albañilería, así como también se debería realizar un estudio exhaustivo en relación de otras propiedades mecánicas como los ensayos de tracción, flexión y corte para estudiar el comportamiento de la unidad de albañilería, y tener un panorama más clara de cómo se puede funcionar a mayor escala.
- El plástico PET molido incluido para la fabricación de ladrillos PET no deberá ser mayor a 5mm ya que a mayor tamaño de PET reduce la adhesividad, entre mortero- unidad. Los ladrillos de concreto alcanzan su máxima resistencia a los 28 días de ser fabricadas, por lo que se recomienda usar aditivos acelerantes de curado que permitan incrementar el uso en el sector de la construcción, en menores tiempos.
- La fabricación de ladrillos PET se propone como un proyecto ambiental y sustentable, por lo que se puede buscar financiamiento económico, con la finalidad de reducir el costo del PET molido con la compra de un molino propio que triture el PET de menor tamaño, finalmente obtenido menor costo del ladrillo PET tanto en unidad, como el costo por m² de muro.
- Se recomienda reutilizar el plástico reciclado en diversas estructuras tales como en concretos para columnas, vigas, viguetas, etc. Así mismo para la fabricación de concretos permeables, donde se requiere mayor cantidad de PET como en adoquines, también en pavimentos rígido permeable, en obras de arte, para favorecer la escorrentía superficial en zonas de precipitación permanente.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- [1] E. Ortiz Catellanos, D. Cristancho Fernández y B. Avellaneda, «Análisis comparativo del desempeño de los ladrillos tradicionales frente a ladrillos pet,» *Sostenibilidad, tecnológico y humanismo*, vol. 11, pp. 1,54-63, 2020.
- [2] J. C. Moya, E. Cevallos y E. Endara, «La Construcción Sostenible A Partir Del Empleo Del Ladrillos Tipo PET,» *INGENIO*, vol. 1, n° 2, pp. 24-32, 2019.
- [3] J. Maure, M. Candanedo, J. Madrid, M. Blolobosky y N. Marin, «Fabricación de ladrillos a base de polímeros PET y virutas metálicas,» *Revista de Iniciación Científica*, vol. 4, pp. 33-38, mayo 2018.
- [4] A. J. Romaña Vilca y S. M. Salas Arredondo, Artists, *Reutilización de plástico polietilen-tereftalato (PET) como materia prima en la elaboración de ecoladrillos para albañilería como alternativa sostenible para la construcción*. [Art]. Universidad Católica de Santa María, 2021.
- [5] A. A. Ampuero Antazu y P. L. Romero Bueno, Artists, *Parámetros físicos y mecánicos de ladrillos ecológicos hechos a base de material reciclado (plástico PET) para construcción: Una Revisión*. [Art]. Universidad Peruana Unión, 2020.
- [6] N. A. Juárez Mansilla y A. E. Neira López, Artists, *Comparación cuantitativa entre ladrillos convencionales de arcilla y un ladrillo a base de materiales plásticos PET como una alternativa de material eco-eficiente en el sistema de muro portante, Arequipa 2020*. [Art]. Universidad Católica de Santa María, 2021.
- [7] A. T. G. Paulesty, Artist, *Aplicación de Normas para la elaboración de Unidades de Albañilería con Concreto Liviano y la Influencia en el Confort en las viviendas de la Ciudad de Ica*. [Art]. Universidad san Luis Gonzaga, 2021.
- [8] PIGARS, «Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos de la provincia de Ica,» Municipalidad Provincial de Ica, 2012. [En línea]. Available: <https://www.muniica.gob.pe/transparencia/PIGARS.pdf>.
- [9] Regamento Nacional de Edificaciones, Norma E.070 - Albañilería, Lima: SENCICO, 2020.
- [10] Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, Norma Técnica Peruana 400.12, Lima.
- [11] Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, Norma Técnica Peruana 400.17, Lima.

- [12] V. Q. Jennifer, Artist, *Incorporación de Tereftalato de Polietileno PET en el Diseño de Concreto $F_c=210\text{kg/cm}^2$ -S.M.P -Lima 2020*. [Art]. Universidad Cesar Vallejo, 2021.
- [13] Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, ASTM C566, Lima.
- [14] E. R. Lopez, Diseño de Mezclas, Lima, 1992.
- [15] C. t. d. N. d. U. d. Albañilería, «NTP 399.601 Unidades de Albañilería: Ladrillos de Concreto. Requisitos,» 2015.
- [16] Instituto Nacional de Calidad (INACAL), Ensayo de Variación Dimensional NTP 399.604, Lima.
- [17] Instituto Nacional de Calidad (INACAL), Norma Técnica Peruana 399.613, Lima.
- [18] Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO), Reglamento Nacional de Edificación, Lima, 2020.
- [19] Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, Norma Técnica Peruana NTP 399.604, Lima.
- [20] Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO), Norma Técnica Peruana NTP 399.605, Lima.

VIII. ANEXOS.

1. Panel fotográfico



Anexo N°1 Análisis Granulométrico de Agregado Fino.



Anexo N°2 Contenido de Humedad de Agregado Grueso.



Anexo N°3 Peso Unitario Suelto y Peso Unitario Compactado de Agregado Fino.



Anexo N°4 Contenido de Humedad de Agregado Grueso y Agregado Fino.



Anexo N°5 Contenido de Humedad de Agregado Grueso.



Anexo N°6 Moledora de Plastico PET reciclado



Anexo N°7 Dosificación de Agua y aditivo para mezcla de Concreto.



Anexo N°8 Vibración de Unidad de ladrillo PET reciclado



Anexo N°9 Desmolde instantaneo de Unidades de Albañilería.



Anexo N°10 PET triturado reciclado para diseños de 10%, 20%,30%.



Anexo N°11 Marcación de los Ladrillos de Concreto con distintos Porcentajes.



Anexo N°12 Poza de Curado de los Ladrillos de Concreto PET.



Anexo N°13 Ensayo de Variación de Dimensiones Ladrillos de Concreto.



Anexo N°14 Ensayo de Alabeo en Unidades de Albañilería.



Anexo N°15 Secado de Ladrillos de Concreto PET.



Anexo N°16 Molde para los ladrillos de Concreto PET.



Anexo N°17 Refrentado o llamado “Capping” a los ladrillos de Concreto PET.



Anexo N°18 Ensayo de Succión a los Ladrillos de concreto PET.



Anexo N°19 Pilas de Ladrillos de concreto PET.



Anexo N°20 Muestras para ensayos Físicos de Ladrillos de concreto PET.



Anexo N°21 Ensayo de Variación Dimensional de Ladrillos de concreto PET.



Anexo N°22 Ensayo de Pilas falla atraviesa la unidad de albañilería y la junta de mortero.



Anexo N°23 Refrentado de Pilas de Ladrillos de concreto PET.



Anexo N°24 Ensayo de Resistencia a compresión de Ladrillos de concreto PET.



Anexo N°25 Ensayo de Resistencia a Compresión



Anexo N°26 Ladrillos de Concreto PET al horno.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PRENSA CBR



SERVICIOS & METROLOGÍA S.A.C
LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SMF - 010 - 2023

Página 1 de 3

Expediente	23-0018	<p>Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.</p> <p>Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.</p> <p>SERVICIOS & METROLOGÍA S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
1. Solicitante	C&C ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS S.A.C.	
2. Dirección	Cal. Santa Rita Casia. Mza. A Lote. 4, Salas - Ica - ICA	
3. Equipo	PRENSA CBR	
Capacidad	5000 kgf	
Marca	TECNICAS CP	
Modelo	NO INDICA	
Número de Serie	16F0504027	
Identificación	NO INDICA	
Procedencia	NO INDICA	
4. Indicador	DIGITAL	
Marca	HI WEIGH	
Número de Serie	16F0504027	
División de Escala / Resolución	0,1 kgf	
5. Fecha de Calibración	2023-02-18	
6. Fecha de Emisión	2023-02-20	

Sello

Jefe de Laboratorio



Firmado digitalmente por
ELEAZAR CESAR CHAVEZ
RARAZ
Fecha: 2023.02.20 16:14:22
-05'00'

✉ ventasservimetrol@gmail.com
aservimetrol@gmail.com
cservimetrol@gmail.com

☎ 938102709
938327400

📍 Cal.37 Mza. A-34 Lote. 29 Urb.
Cultura Peruana Moderna
Lima- Lima- Santa Anita

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SMF - 010 - 2023

Página 2 de 3

7. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones de LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

8. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.
Cal. Santa Rita Casia. Mza. A Lote. 4, Salas - Ica - ICA

9. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	24,4 °C	24,7 °C
Humedad Relativa	60 % HR	60 % HR

10. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania 2021-1 95857 / 2021-1 6727	Celda de carga calibrado a 30 tnf con incertidumbre del orden de 0,5 %	LEDI-PUCP INF-LE 028-22A

11. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SMF - 010 - 2023

Página 3 de 3

12. Resultados de Medición

El equipo presenta CELDA DE CARGA con las siguientes características:

Capacidad : 5.0 t

Marca : ZEMIC

Modelo : H3-C3-5.0t-6B

Nº de Serie : TP086033

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			Error de Exactitud	Incertidumbre U (k=2)
%	F_i (kgf)	F_1 (kgf)	F_2 (kgf)	F_3 (kgf)	q (%)	(%)
10	500,0	499,7	500,4	500,2	0,0	0,2
20	1000,0	1000,3	1000,8	1000,6	-0,1	0,2
30	1500,0	1499,8	1500,9	1500,5	0,0	0,2
40	2000,0	2000,2	2000,8	2000,6	0,0	0,2
50	2500,0	2498,7	2499,5	2499,2	0,0	0,2
60	3000,0	2996,2	2998,5	2997,8	0,1	0,2
70	3500,0	3494,0	3496,4	3496,0	0,1	0,2
80	4000,0	3991,1	3994,0	3993,4	0,2	0,2
90	4500,0	4489,2	4493,4	4492,1	0,2	0,2
100	5000,0	4987,3	4992,8	4990,8	0,2	0,2

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0)

0,00 %

13. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del Documento

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN BALANZA ELECTRONICA



SERVICIOS & METROLOGÍA S.A.C
LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SMM - 015 - 2023

Página 1 de 4

Expediente	23-0018	
1. Solicitante	C&C ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS S.A.C.	<p>Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.</p> <p>Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.</p> <p>SERVICIOS & METROLOGÍA S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
2. Dirección	Cal. Santa Rita Casia. Mza. A Lote. 4, Salas - Ica - ICA	
3. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	
Capacidad Máxima	620 g	
División de escala	0,01 g	
División de verificación	0,01 g	
Clase de exactitud	II	
Marca	OHAUS	
Modelo	SJX622	
Número de Serie	B605058169	
Identificación	NO INDICA	
Procedencia	U.S.A.	
4. Fecha de Calibración	2023-02-18	
5. Fecha de Emisión	2023-02-20	

Sello

Jefe de Laboratorio



Firmado digitalmente por
ELEAZAR CESAR CHAVEZ
RARAZ

Fecha: 2023.02.20 16:36:29
-05'00'

✉ ventasservimetrol@gmail.com
✉ aservimetrol@gmail.com
✉ cservimetrol@gmail.com

☎ 938102709
☎ 938327400

📍 Cal.37 Mza. A-34 Lote. 29 Urb.
Cultura Peruana Moderna
Lima- Lima- Santa Anita

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SMM - 015 - 2023

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación directa, según el PC-011: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOPI. Cuarta Edición.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.
Cal. Santa Rita Casia. Mza. A Lote. 4, Salas - Ica - ICA

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	24,2 °C	24,3 °C
Humedad Relativa	66 %	65 %

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud E1) LM-075-2020	PESAS (Clase de exactitud E2)	LM-C-155-2022

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SMM - 015 - 2023

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

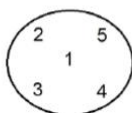
AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	24,2 °C	24,2 °C

Medición Nº	Carga L1 = 300,00 g			Carga L2 = 600,00 g		
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	300,00	4	1	600,01	9	6
2	300,00	3	2	600,01	8	7
3	300,00	3	2	600,01	8	7
4	300,00	3	2	600,01	8	7
5	300,00	4	1	600,01	9	6
6	300,00	4	1	600,01	9	6
7	300,00	3	2	600,01	9	6
8	300,00	5	0	600,01	9	6
9	300,00	4	1	600,01	8	7
10	300,00	4	1	600,01	8	7
	Diferencia Máxima		2	Diferencia Máxima		1
	Error Máximo Permissible		± 30	Error Máximo Permissible		± 30

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición
de las
cargas

	Inicial	Final
Temperatura	24,2 °C	24,3 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1	0,10 g	0,10	5	0	200,00	200,00	5	0	0
2		0,10	5	0		200,00	4	1	1
3		0,10	5	0		200,00	4	1	1
4		0,10	5	0		200,00	8	-3	-3
5		0,10	5	0		200,00	5	0	0
		Error máximo permisible							± 30

* Valor entre 0 y 10e

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SMM - 015 - 2023

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	24,3 °C	24,3 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0,10	0,10	5	0						
0,20	0,20	5	0	0	0,20	6	-1	-1	10
1,00	1,00	5	0	0	1,00	6	-1	-1	10
10,00	10,00	5	0	0	10,00	6	-1	-1	10
20,00	20,00	5	0	0	20,00	7	-2	-2	10
50,00	50,00	4	1	1	50,00	6	-1	-1	20
100,00	100,00	4	1	1	100,00	6	-1	-1	20
200,00	200,00	4	1	1	200,00	6	-1	-1	30
300,00	300,00	3	2	2	300,00	5	0	0	30
400,00	400,00	4	1	1	400,01	9	6	6	30
500,00	500,00	3	2	2	500,01	9	6	6	30
620,00	620,01	7	8	8	620,01	7	8	8	30

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza. ΔL: Carga adicional. E₀: Error en cero.
I: Indicación de la balanza. E: Error encontrado. E_C: Error corregido.

Lectura corregida $R_{CORREGIDA} = R - 0,0000061 R$

Incertidumbre expandida de medición $U = 2x\sqrt{(0,0000192 \text{ g}^2 + 0,000000000057 R^2)}$

12. Incertidumbre

La incertidumbre U reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN HORNO ELECTRÓNICO



SERVICIOS & METROLOGÍA S.A.C
LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN SMT - 003 - 2023

Página 1 de 6

Expediente	23-0018
1. Solicitante	C&C ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS S.A.C.
2. Dirección	Cal. Santa Rita Casia. Mza. A Lote. 4, Salas - Ica - ICA
3. Equipo	HORNO
Alcance Máximo	De 0 °C a 400 °C
Marca	METROTEST
Modelo	NO INDICA
Número de Serie	NO INDICA
Identificación	T-010 (*)
Procedencia	NO INDICA
Ubicación	NO INDICA

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

SERVICIOS & METROLOGÍA S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	0 °C a 400 °C	0 °C a 400 °C
División de escala / Resolución	1 °C	1 °C
Tipo	CONTROLADOR ELECTRÓNICO	TERMÓMETRO DIGITAL

4. Fecha de Calibración **2023-02-18**
5. Fecha de Emisión **2023-02-20**


Sello


Jefe de Laboratorio



Firmado digitalmente por
ELEAZAR CESAR CHAVEZ RARAZ
Fecha: 2023.02.20 16:59:10
-05'00'

 ventasservimetrol@gmail.com
aservimetrol@gmail.com
cservimetrol@gmail.com

 938102709
938327400

 Cal.37 Mza. A-34 Lote. 29 Urb.
Cultura Peruana Moderna
Lima- Lima- Santa Anita

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SMT - 003 - 2023

Página 2 de 6

6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa de acuerdo al PC-018 "Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con Aire como Medio Termostático", 2da edición, publicado por el SNM-INDECOPI, 2009.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.

Cal. Santa Rita Casia. Mza. A Lote. 4, Salas - Ica - ICA

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	28,3 °C	28,6 °C
Humedad Relativa	64 %	64 %

El tiempo de calentamiento y estabilización del equipo fue de 120 minutos.

El controlador se seteo en 110 ° C

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL - LOJUSTO S.A.C. (INTERNO-2021-36)	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL CON 12 CANALES	E642-1082B-2022-1

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SMT - 003 - 2023

Página 3 de 6

11. Resultados de Medición

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T _{prom} (°C)	máx-T _m
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110	107,2	109,9	110,0	108,9	108,5	108,3	114,0	113,5	111,1	111,8	110,3	6,7
02	110	107,2	110,0	110,0	109,0	108,6	108,3	114,0	113,5	111,2	111,8	110,4	6,7
04	110	107,2	109,8	109,8	108,9	108,6	108,3	113,7	113,3	111,1	111,6	110,2	6,4
06	110	107,1	109,8	109,8	108,9	108,4	108,3	113,6	113,4	111,1	111,6	110,2	6,4
08	110	107,2	109,9	109,9	108,9	108,4	108,4	113,7	113,4	111,1	111,7	110,3	6,4
10	110	107,3	110,0	110,0	109,0	108,5	108,4	114,1	113,6	111,2	111,7	110,4	6,7
12	110	107,2	109,8	109,8	109,0	108,6	108,4	113,8	113,4	111,2	111,6	110,3	6,5
14	110	107,2	109,9	109,8	109,0	108,5	108,5	113,8	113,5	111,1	111,8	110,3	6,5
16	110	107,3	110,1	110,0	109,1	108,4	108,5	114,1	113,7	111,1	111,7	110,4	6,7
18	110	107,3	110,0	109,9	109,0	108,5	108,4	114,1	113,5	111,0	111,8	110,3	6,7
20	110	107,2	109,8	109,8	108,9	108,4	108,4	113,7	113,4	111,1	111,7	110,2	6,4
22	110	107,2	109,9	109,8	108,9	108,4	108,3	113,7	113,6	111,2	111,6	110,3	6,4
24	110	107,3	110,1	110,0	109,0	108,5	108,5	113,9	113,7	111,3	111,7	110,4	6,5
26	110	107,1	109,9	109,9	109,0	108,6	108,4	114,0	113,5	111,3	111,7	110,3	6,8
28	110	107,1	109,9	109,9	109,0	108,6	108,4	113,8	113,6	111,1	111,8	110,3	6,6
30	110	107,3	109,8	110,0	109,0	108,5	108,3	114,0	113,7	111,2	111,7	110,3	6,6
32	110	107,2	110,0	109,9	108,9	108,5	108,3	113,9	113,5	111,1	111,6	110,3	6,6
34	110	107,2	109,9	109,9	108,9	108,5	108,3	114,0	113,5	111,1	111,6	110,3	6,7
36	110	107,1	109,9	109,8	108,9	108,4	108,3	113,8	113,6	111,2	111,7	110,3	6,6
38	110	107,2	109,8	109,9	109,0	108,5	108,4	113,9	113,6	111,1	111,8	110,3	6,6
40	110	107,3	109,8	109,9	109,0	108,4	108,5	113,8	113,6	111,2	111,7	110,3	6,4
42	110	107,2	110,0	109,9	109,1	108,4	108,5	113,9	113,7	111,2	111,7	110,4	6,6
44	110	107,3	110,0	109,9	109,0	108,6	108,4	113,7	113,5	111,1	111,7	110,3	6,3
46	110	107,3	109,9	110,0	109,0	108,5	108,4	114,0	113,6	111,3	111,8	110,4	6,6
48	110	107,2	109,9	109,9	109,0	108,5	108,4	113,8	113,5	111,3	111,7	110,3	6,5
50	110	107,2	110,1	109,9	108,9	108,6	108,5	113,9	113,5	111,1	111,8	110,3	6,6
52	110	107,1	109,9	109,8	108,9	108,4	108,4	113,9	113,6	111,2	111,7	110,3	6,7
54	110	107,2	109,8	109,8	108,9	108,4	108,3	113,7	113,6	111,1	111,8	110,3	6,4
56	110	107,2	109,8	109,9	108,9	108,5	108,4	113,8	113,6	111,2	111,8	110,3	6,5
58	110	107,3	109,9	110,0	109,0	108,5	108,4	114,0	113,5	111,1	111,7	110,3	6,6
60	110	107,2	109,9	109,9	109,1	108,6	108,5	113,9	113,5	111,2	111,7	110,3	6,6
F.PRON	110	107,2	109,9	109,9	108,9	108,5	108,4	113,8	113,5	111,1	111,7	110,3	
T.MAX	110	107,3	110,1	110,0	109,1	108,6	108,5	114,1	113,7	111,3	111,8		
T.MIN	110	107,1	109,8	109,8	108,9	108,4	108,3	113,6	113,3	111,0	111,6		
DTT	0	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,4	0,3	0,2		

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SMT - 003 - 2023

Página 4 de 6

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	114,1	0,2
Mínima Temperatura Medida	107,1	0,2
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0,5	0,2
Desviación de Temperatura en el Espacio	6,6	0,2
Estabilidad Medida (±)	0,2	0,04
Uniformidad Medida	6,8	0,2

- T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
 T prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.
 T.MAX : Temperatura máxima.
 T.MIN : Temperatura mínima.
 DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "**desviación de temperatura en el tiempo**" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "**desviación de temperatura en el espacio**" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0,58 °C

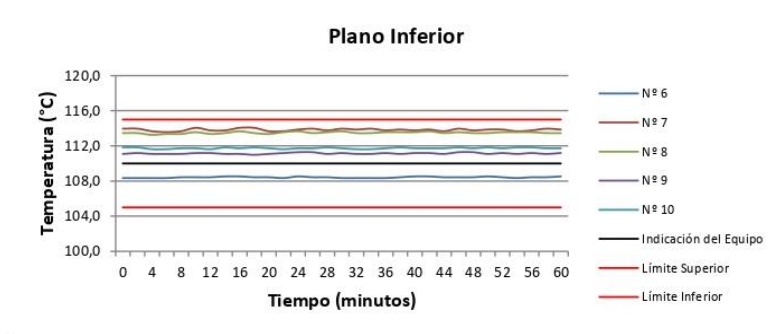
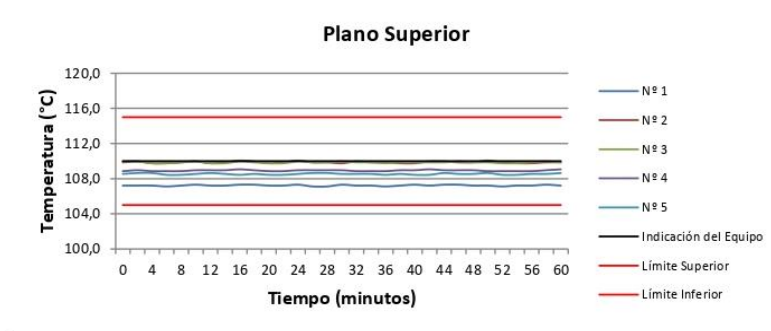
La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

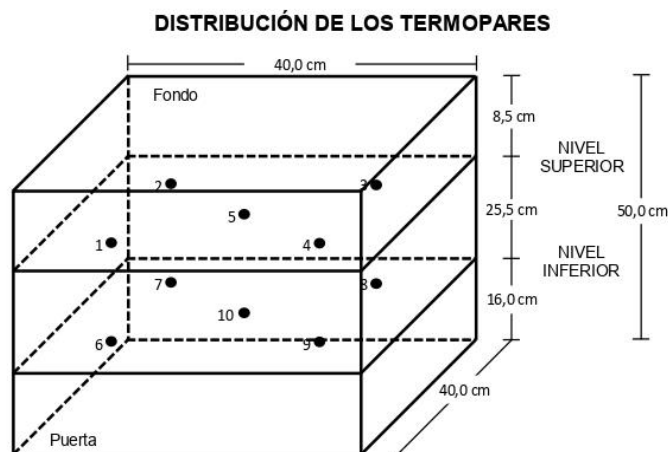
La estabilidad es considerada igual a $\pm 1/2$ DTT.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SMT - 003 - 2023

DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO
TEMPERATURA DE TRABAJO: 110 °C ± 5 °C



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SMT - 003 - 2023



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 6 cm de las paredes laterales y a 6 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Fin del documento



ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS S.A.C.

ESTUDIOS Y ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO

Calle santa rita Mz "A" Lote. 4 - Salas - Guadalupe- Ica - Lima Telf.-RPC. 982013760 - RPM.#952686120
Direccion de correos: cyc_mecanicadesuelos@hotmail.com , tec_cristhian_suelos@hotmail.com

INFORME N° 001 - 2023

SOLICITA: Bach. Briceño Huashuaylo, Alexandra Beatriz

ASUNTO : Entrega de Informe de Laboratorio

TESIS: "Elaboración de unidades de albañilería de concreto con material plástico de botella -PET- reciclado para la construcción ecoeficiente de viviendas en el distrito de Ica - 2022"

FECHA : ICA, marzo del 2023

Mediante la presente informe, tenemos el agrado de dirigirnos a Ud. Con la finalidad de informarle sobre los ensayos realizados por el bachiller Briceño Huashuaylo, Alexandra Beatriz, para el desarrollo de la tesis referida a las unidades de albañilería de concreto (patrón) y las unidades de albañilería de concreto con material plástico de botella PET reciclado para obtener las propiedades físicas y propiedades mecánicas, de dichas unidades, práctica se realizó en el laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, dicho esto, pronunciamos lo siguiente:

PRIMERO : Que en marzo del año en curso 2023, en el laboratorio de Tecnología del Concreto, se realizó los ensayos clasificatorios para cálculo de variación de dimensiones, alabeo, y resistencia a compresión a las unidades de albañilería de concreto con adición de material plástico PET reciclado ensayando 3 especímenes por diseño de 0%, 10%, 20%, y 30% PET reciclado, asimismo se realizó los ensayos no clasificatorios, a 3 especímenes por diseño para resistencia a compresión "pilas", absorción, succión, y contenido de humedad.

SEGUNDO : Se realizó dichos ensayos a las unidades de albañilería de concreto con adición de material plástico PET reciclado, con apoyo del personal técnico y profesional del laboratorio, cumpliendo los ensayos con éxito, correcto y eficaz elaboración.

Es todo cuanto puedo informar a Ud. Para su conocimiento en honor a la verdad.

Atentamente.

C&C ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS S.A.C.

Cristhian Córdova García
TEC. LABORATORIO

C&C ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS S.A.C.

LUIS ALBERTO MITAC PORTUGAL
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 97834



ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS S.A.C.

ESTUDIOS Y ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO

Calle santa rita Mz "A" Lote. 4 - Salas - Guadalupe- Ica - LimaTelf.-RPC. 982013760 - RPM.#952686120
Direccion de correos: cyc_mecanicadesuelos@hotmail.com , tec_cristhian_suelos@hotmail.com

I. OBJETIVOS.

Objetivo General:

Determinar las propiedades Físicas y mecánicas de la unidad de albañilería de concreto- unidades de albañilería de concreto con material plástico de botella PET reciclado.

Objetivos Específico:

- Realizar ensayos clasificatorios de unidades de albañilería de concreto y unidades de albañilería de concreto con adición de material plástico PET reciclado, Ensayo Resistencia a la Compresión "unidad", variación dimensional, alabeo.
- Realizar ensayos no clasificatorios de la unidad de albañilería de concreto y unidades de albañilería de concreto con adición de material plástico PET reciclado, succión, absorción, contenido de humedad y resistencia a compresión de "pilas",

II. MATERIALES E INSTRUMENTOS.

Se uso los siguientes materiales y equipos para la realización de los ensayos.

- Vernier.
- Regla Metálica
- Máquina de Ensayo Uniaxial.
- Unidades de Albañilería
- Horno Eléctrico
- Balanza Electrónica.
- Poza de curado



C&C ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS S.A.C.
Cristhian J. Córdova García
TEC. LABORATORIO

C&C ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS S.A.C.
Luis Alberto Mitac Portugal
LUIS ALBERTO MITAC PORTUGAL
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 97634



ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS S.A.C.

ESTUDIOS Y ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO

Calle santa rita Mz "A" Lote. 4 - Salas - Guadalupe- Ica - Lima Telf.-RPC. 982013760 - RPM.#952686120

Direccion de correos: cyc_mecanicadesuelos@hotmail.com , tec_cristhian_suelos@hotmail.com



III. PROCEDIMIENTO Y CALCULO.

VARIABILIDAD DIMENSIONAL NTP 399-604/ASTM C140:

C&C ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS S.A.C.
Cristhian Córdova García
Cristhian Córdova García
TEC. LABORATORIO

C&C ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS S.A.C.
Luis Alberto Mitac Portugal
LUIS ALBERTO MITAC PORTUGAL
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 97631



ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS S.A.C.

ESTUDIOS Y ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO

Calle Santa Rita Mz "A" Lote. 4 - Salas - Guadalupe- Ica - Lima Telf.-RPC. 982013760 - RPM.#952686120
 Dirección de correos: cyc_mecanicadesuelos@hotmail.com , tec_cristhian_suelos@hotmail.com

La prueba de Variación Dimensional es necesario efectuarla para determinar el espesor de las juntas de la albañilería. Debe hacerse notar que por cada incremento de 3 mm en el espesor de las juntas horizontales (adicionales al mínimo requerido de 10 mm), la resistencia a compresión de la albañilería disminuye en 15%; asimismo, disminuye la resistencia al corte.

De los datos obtenidos se procedió a calcular el promedio para el ancho, alto y largo de cada uno de los especímenes con la siguiente fórmula:

precisa con sus dimensiones especificadas.

$$V = \frac{DE - MP}{DE} \times 100$$

Donde:

V: Variación de dimensión en porcentaje.

DE: Dimensión especificada (mm).

MP: Medida promedio en cada dimensión (mm).

VARIACIÓN DE DIMENSIONES-NTP 399.604/ASTM C140								
N° Diseño	N° de muestras		LARGO (mm)		Ancho (mm)		Alto (mm)	
	N°	Cant	Medidas	Promedio	Medidas	Promedio	Medidas	Promedio
DISEÑO N° 1 - 0% PET	MD1-1	1	222.00	221.13	119.00	120.00	100.15	100.75
		2	221.10		120.00		101.00	
		3	220.30		121.00		101.10	
	MD1-2	1	220.20	220.12	120.20	120.15	100.20	101.07
		2	220.15		120.15		101.00	
		3	220.00		120.00		102.00	
	MD1-3	1	220.15	221.17	119.80	120.85	101.00	100.50
		2	221.10		120.85		99.50	
		3	222.25		119.50		101.00	
DISEÑO N° 2 - 10% PET	MD2-1	1	222.15	221.18	120.10	120.10	101.00	100.33
		2	220.10		120.20		99.00	
		3	221.30		120.00		101.00	
	MD2-2	1	221.15	220.45	120.15	119.50	98.00	98.33
		2	220.10		120.65		99.00	
		3	220.10		120.80		100.30	
	MD2-3	1	220.00	220.38	120.80	120.50	99.50	99.93
		2	221.15		120.50		99.50	
		3	220.00		120.00		100.00	
DISEÑO N° 3 - 20% PET	MD3-1	1	220.00	219.67	120.15	120.30	100.00	99.92
		2	219.00		119.80		100.15	
		3	220.00		119.80		99.60	
	MD3-2	1	220.50	220.10	120.10	119.50	100.60	100.13
		2	220.30		120.20		100.00	
		3	219.50		120.15		99.80	
	MD3-3	1	220.10	220.57	120.15	121.00	100.10	100.20
		2	220.00		120.20		99.50	
		3	221.60		120.20		101.00	
DISEÑO N° 4 - 30% PET	MD4-1	1	220.00	220.40	120.10	119.00	100.15	99.82
		2	220.20		122.00		99.80	
		3	221.00		122.00		99.50	
	MD4-2	1	220.20	220.12	120.00	119.50	99.50	99.03
		2	220.15		121.00		99.00	
		3	220.00		121.00		98.60	
	MD4-3	1	220.30	220.35	120.15	120.00	99.50	99.93
		2	220.60		120.00		100.10	
		3	220.15		120.60		100.20	

C&C ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS S.A.C.
 Cristhian J. Córdova García
 TEC. LABORATORIO

C&C ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS S.A.C.
 LUIS ALBERTO MITAC PORTUGAL
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 97831



ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS S.A.C.

ESTUDIOS Y ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO

Calle santa rita Mz "A" Lote. 4 - Salas - Guadalupe- Ica - Lima Telf.-RPC. 982013760 - RPM.#952686120
 Direccion de correos: cyc_mecanicadesuelos@hotmail.com , tec_cristhian_suelos@hotmail.com

Ensayo de Alabeo- NTP 399.613

El alabeo es medido al situar un ladrillo sobre una superficie plana y colocando una regla en la cara de asiento de la unidad, haciendo que se conecten los extremos en diagonal opuestos, para determinar si es convexo o cóncavo, introduciendo una cuña graduada al milímetro en el punto que presenta mayor deformación.

Cuadro de Resultados de Ensayo de Alabeo-NTP 399.613						
N° Diseño	N° de Muestras		Largo (mm)			
	N°	Cant.	Diagonal	Medida (mm)	Promedio	
DISEÑO N°1 -0% PET	MD1-1	Cara-1	D-1	1.50	1.25	
		Cara-2	D-2	1.00		
	MD1-2	Cara-1	D-1	1.50	1.25	
		Cara-2	D-2	1.00		
	DISEÑO N°2 -10% PET	MD2-1	Cara-1	D-1	2.00	1.5
			Cara-2	D-2	1.00	
MD2-2		Cara-1	D-1	0.50	0.5	
		Cara-2	D-2	0.50		
DISEÑO N°3 -20% PET		MD3-1	Cara-1	D-1	2.00	1.5
			Cara-2	D-2	1.00	
	MD3-2	Cara-1	D-1	0.50	0.75	
		Cara-2	D-2	1.00		
	DISEÑO N°4 -30% PET	MD4-1	Cara-1	D-1	1.00	1.25
			Cara-2	D-2	1.50	
MD4-2		Cara-1	D-1	1.50	1.5	
		Cara-2	D-2	1.00		
			Cara-1	D-1	0.50	1
			Cara-2	D-2	1.50	

C&C ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS S.A.C.
 Cristhian J. Córdova García
 TECNOLÓGICO

C&C ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS S.A.C.
 LUIS ALBERTO MITAC PORTUGAL
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 97834



ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS S.A.C.

ESTUDIOS Y ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO

Calle santa rita Mz "A" Lote. 4 - Salas - Guadalupe- Ica - Lima Telf.-RPC. 982013760 - RPM.#952686120

Dirección de correos: cyc_mecanicadesuelos@hotmail.com , tec_cristhian_suelos@hotmail.com

Undidad de albañilería	Ensayo de Alabeo (mm)		Clasificación Según E.070
	Cóncavo	Convexo	
PET 0%	1.25	1.38	✓
PET 10%	1.13	0.75	✓
PET 20%	1.13	0.88	✓
PET 30%	1.50	1.13	✓

Ensayo de Succión (E.070 Albañilería)

Para el ensayo de succión se emplean especímenes previamente secados en el horno a una temperatura de 110°C durante 24 horas, posterior a ese tiempo se pesan las unidades con precisión de 0.5gr. se procede a realizar las medidas de los lados que estarán en contacto con el agua con precisión milimétrica.

La muestra se coloca en una bandeja nivelada vertiendo agua hasta los 3mm de altura durante 1 minuto, posteriormente se secarán y pesarán los especímenes.

Se calculará con la siguiente fórmula:

$$S = \frac{200 \cdot W}{L \cdot B}$$

Donde:

S: Succión a 200cm² (gr/200cm²-min).

W: Diferencia de peso húmedo y peso seco (gr).

L: Largo de la superficie de asiento (cm²)

B: Ancho de la superficie de asiento (cm²)

Resultado de Ensayo de Succión NTP 399-613					Área de Contacto= (cm ²)	193.2
N° Diseño	Muestra	Peso Húmedo Pm (gr)	Peso Seco Wd (gr)	S = $\frac{200 \cdot (Pm - Wd)}{\text{Área}}$	Promedio	
DISEÑO N°1 -0% PET	M-1	3841	3834	7.25	7.25	
	M-2	3608	3602	6.21		
	M-3	3704	3696	8.28		
DISEÑO N°2 -10% PET	M-1	3468	3462	6.21	6.21	
	M-2	3542	3536	6.21		
	M-3	3431	3425	6.21		
DISEÑO N°3 -20% PET	M-1	3384	3377	7.25	5.87	
	M-2	3391	3385	6.21		
	M-3	3247	3243	4.14		
DISEÑO N°4 -30% PET	M-1	3203	3199	4.14	4.49	
	M-2	3203	3198	5.18		
	M-3	3235	3231	4.14		

C&C ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS S.A.C.

 Cristian J. Cordova Garcia
 TEC. LABORATORIO

C&C ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS S.A.C.

 LUIS ALBERTO MITAC PORTUGAL
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 97831



ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS S.A.C.

ESTUDIOS Y ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO

Calle santa rita Mz "A" Lote. 4 - Salas - Guadalupe- Ica - Lima Telf.-RPC. 982013760 - RPM.#952686120
 Direccion de correos: cyc_mecanicadesuelos@hotmail.com , tec_cristhian_suelos@hotmail.com

Undidad de albañilería	Ensayo de Succión gr/cm2/min	Clasificación Según E.070
PET 0%	7.25	Establece que al
PET 10%	6.21	asentar la
PET 20%	5.87	succión sea
PET 30%	4.49	entre 10-20 gr/cm2/min

Ensayo de Absorción (NTP 399.604 y 399.1613)

Sumergir los especímenes de prueba en agua a una temperatura de 15.5°C a 30°C por 24hr. dejar ventilar durante 5 minutos y pesar. Subsecuente a la saturación, secar los especímenes en un horno a 110°C a por no menos de 24hrs, finalmente se pesan los especímenes

$$\text{Absorción, (\%)} = \left[\frac{W_s - W_d}{W_d} \right] \times 100$$

Donde:
 Ws: Peso saturado del espécimen (Kg)
 Wi: Peso sumergido del espécimen (Kg)

RESULTADO DE ENSAYO DE ABSORCIÓN NIP 399-004/ASTM C140					
N° Diseño	N° Muestra	Peso Saturado Ws (kg)	Peso Seco Horno Wd (kg)	Abs = $\frac{(W_s - W_d) \cdot 100}{W_d}$	Promedio
DISEÑO N°1 - 0% PET	M-1	4.038	3.834	5.32	5.72
	M-2	3.834	3.602	6.44	
	M-3	3.895	3.696	5.38	
DISEÑO N°2 - 10% PET	M-1	3.643	3.462	5.23	5.17
	M-2	3.718	3.536	5.15	
	M-3	3.601	3.425	5.14	
DISEÑO N°3 - 20% PET	M-1	3.542	3.377	4.89	4.83
	M-2	3.548	3.385	4.82	
	M-3	3.503	3.343	4.79	
DISEÑO N°4 - 30% PET	M-1	3.301	3.199	3.19	3.18
	M-2	3.301	3.198	3.22	
	M-3	3.332	3.231	3.13	

C&C ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS S.A.C.
 Cristian J. Córdova García
 TECNOLÓGICO

C&C ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS S.A.C.
 LUIS ALBERTO MITAC PORTUGAL
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 97831



ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS S.A.C.

ESTUDIOS Y ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO

Calle santa rita Mz "A" Lote. 4 - Salas - Guadalupe- Ica - Lima Telf.-RPC. 982013760 - RPM.#952686120
 Direccion de correos: cyc_mecanicadesuelos@hotmail.com , tec_cristhian_suelos@hotmail.com

Undidad de albañilería	Ensayo de Absorción (%)	Clasificación Según E.070
PET 0%	5.72	Establece que para ladrillos de concreto no debe superar el 12%
PET 10%	5.17	
PET 20%	4.83	
PET 30%	3.18	

Ensayo de Contenido de Humedad:

Se calcula como sigue:

$$\text{Contenido de humedad(\%)} = \frac{[W_r - W_d]}{[W_s - W_d]} \times 100$$

Donde:

Wr: Peso recibido de la unidad (Kg)

Wd: Peso seco al horno de la unidad (Kg)

Ws: Peso saturado de la unidad (Kg)

Ensayo de Contenido de Humedad de Unidades de Albañilería

RESULTADO DE ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD NTP 399-004/ASTM C140					
N° Diseño	N° Muestra	Peso Recibido Wr (gr)	Peso Seco Horno Wd (gr)	C.H = $\frac{(W_r - W_d) \cdot 100}{(W_d)}$	Promedio
DISEÑO N°1 - 0% PET	M-1	3.978	3.834	3.76	3.97
	M-2	3.765	3.602	4.53	
	M-3	3.830	3.696	3.63	
DISEÑO N°2 - 10% PET	M-1	3.618	3.462	4.51	4.75
	M-2	3.681	3.536	4.10	
	M-3	3.618	3.425	5.64	
DISEÑO N°3 - 20% PET	M-1	3.504	3.377	3.76	5.56
	M-2	3.532	3.385	4.34	
	M-3	3.521	3.243	8.57	
DISEÑO N°4 - 30% PET	M-1	3.403	3.199	6.38	6.37
	M-2	3.414	3.198	6.75	
	M-3	3.424	3.231	5.97	

Resumen:

ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS S.A.C.
 Cristian A. Córdova García
 TEC. LABORATORIO

C&C ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS S.A.C.
 LUIS ALBERTO MITAC PORTUGAL
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 97631



ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS S.A.C.

ESTUDIOS Y ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO

Calle santa rita Mz "A" Lote. 4 - Salas - Guadalupe- Ica - LimaTelf.-RPC. 982013760 - RPM.#952686120
 Direccion de correos: cyc_mecanicadesuelos@hotmail.com , tec_cristhian_suelos@hotmail.com

Unidad de albañilería	Ensayo de Contenido de Humedad (%)
PET 0%	3.97
PET 10%	4.75
PET 20%	5.56
PET 30%	6.37

Ensayo de Resistencia a Compresión:

Es su propiedad más importante, ya que define su calidad estructural, así como también su resistencia a la intemperie, o cualquier otro factor cause su deterioro. Los principales componentes que definen la resistencia a la compresión del ladrillo ($f'b$), la perfección geométrica del ladrillo, calidad de la mano de obra empleado, calidad del mortero usado para el asentado del ladrillo.

La resistencia a la compresión ($f'b$) se calculará con las siguientes formulas:

$$f'b = \frac{P}{A_n}$$

Donde:

$f'b$ = Es la resistencia a la compresión del ladrillo en Kg/cm²

P = Es la carga aplicada, indicada por la máquina (Kg).

A_n = Es el área neta (cm²).

Ensayo de Resistencia a Compresión de Unidades de Albañilería a 14 Días

CUADRO DE RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN NTP 399.604 Y ASTM C 140											
Nº Diseño	Nº Muestra	Área Neta (cm ²)	Carga (Kg)	Resistencia Compresión fb 14 días (kg/cm ²)	Resistencia Compresión F'b (kg/cm ²) Promedio	$f'b-f'b$	$(f'b-f'b)^2$	Σ	$\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma(f'b-f'b)^2}{n-1}}$	$f'b$ Compresión 14 días	
DISEÑO	M-1	193.20	29,310	151.71		0.21	0.04				
Nº1 -0% PET	M-2	193.20	29,100	150.62	151.50	-0.88	0.77	1.27	0.32	151.18	
	M-3	193.20	29,400	152.17		0.67	0.45				
DISEÑO	M-1	193.20	26,380	136.54		0.14	0.02				
Nº2 -10% PET	M-2	193.20	26,220	135.71	136.40	-0.69	0.48	0.80	0.20	136.20	
	M-3	193.20	26,460	136.96		0.55	0.30				
DISEÑO	M-1	193.20	23,300	120.60		0.38	0.14				
Nº3 -20% PET	M-2	193.20	23,130	119.72	120.22	-0.50	0.25	0.41	0.10	120.12	
	M-3	193.20	23,250	120.34		0.12	0.01				
DISEÑO	M-1	193.20	18,680	96.69		0.55	0.30				
Nº4 -30% PET	M-2	193.20	18,730	96.95	96.14	0.81	0.66	2.82	0.71	95.43	
	M-3	193.20	18,310	94.77		-1.36	1.86				

Ensayo de Resistencia a Compresión de Unidades de Albañilería a 28 Días

C&C ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS S.A.C.
 Cristian J. Córdova García
 TEP LICENCIADO

C&C ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS SAC
 LUIS ALBERTO MITAC PORTUGAL
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 97831



ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS S.A.C.

ESTUDIOS Y ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO

Calle santa rita Mz "A" Lote. 4 - Salas - Guadalupe- Ica - Lima Telf.-RPC. 982013760 - RPM.#952686120
 Direccion de correos: cyc_mecanicadesuelos@hotmail.com , tec_cristhian_suelos@hotmail.com

CUADRO DE RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN NTP.399.604 Y ASTM C 140

N° Diseño	N° Muestra	Área Neta (cm ²)	Carga (Kg)	Resistencia	Resistencia	$f_b - \bar{f}_b$	$(f_b - \bar{f}_b)^2$	Σ	$\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma(f_b - \bar{f}_b)^2}{n-1}}$	\bar{f}_b Cmpresión n 28 días
				Compresión fb 28 días (kg/cm ²)	Compresión fb (kg/cm ²) Promedio					
DISEÑO	M-1	193.20	36,920	191.10		2.43	5.92			
N°1 -0%	M-2	193.20	36,870	190.84	188.66	2.17	4.73	31.86	7.97	180.70
PET	M-3	193.20	35,560	184.06		-4.61	21.22			
DISEÑO	M-1	193.20	31,390	162.47		0.71	0.50			
N°2 -10%	M-2	193.20	31,520	163.15	161.77	1.38	1.91	6.76	1.69	160.08
PET	M-3	193.20	30,850	159.68		-2.09	4.36			
DISEÑO	M-1	193.20	29,100	150.62		1.50	2.25			
N°3 -20%	M-2	193.20	28,200	145.96	149.12	-3.16	9.97	14.97	3.74	145.38
PET	M-3	193.20	29,130	150.78		1.66	2.74			
DISEÑO	M-1	193.20	22,180	114.80		1.41	2.00			
N°4 -30%	M-2	193.20	21,330	110.40	113.39	-2.98	8.91	13.38	3.34	110.04
PET	M-3	193.20	22,210	114.96		1.57	2.47			

Nota: Resistencia a compresión Promedio descontando Desviación estándar.

Resumen:

Resumen de Resistencia a Compresión de Unidades de Albañilería

Unidad de albañilería	Resistencia a Compresión (kg/cm ²)		Clasificación Norma E.070	Según E.070	Clasificación NTP.399.601
	14 días	28 días			
PET 0%	151.18	180.70	V	180	17
PET 10%	136.20	160.08	IV	130	17
PET 20%	120.12	145.38	IV	130	17
PET 30%	95.43	110.04	III	95	14

Ensayo de Resistencia a la Compresión Axial de Pilas (NTP.399.605)

La muestra estuvo constituida por ladrillos de 3 hiladas, formando prismas de albañilería, cuyas juntas verticales de 1.5cm. sólo se humedeció con agua la superficie en contacto, para que de esta manera se produzca la adherencia entre ladrillo-mortero. Para evitar que las imperfecciones en las superficies de las caras de asiento de las pilas, e influyan en la disminución de la resistencia a la compresión, se procede a realizar el refrentado o "Capping".

C&C ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS S.A.C.
 Cristhian J. Córdova García
 TECNOLÓGICO

C&C ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS S.A.C.
 LUIS ALBERTO MITAC PORTUGAL
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 97831



ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS S.A.C.

ESTUDIOS Y ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO

Calle santa rita Mz "A" Lote. 4 - Salas - Guadalupe- Ica - Lima Telf.-RPC. 982013760 - RPM.#952686120
 Direccion de correos: cyc_mecanicadesuelos@hotmail.com , tec_cristhian_suelos@hotmail.com

Ensayo de Pilas en Unidades de Albañilería

N° Diseño	N° Muestra	MEDIDAS			Proporción de Mortero	Edad	a	Carga (kg)	Área (cm ²)	fi (kg/cm ²)	Alto/Ancho	C	fm (kg/cm ²)	fm Promedio (kg/cm ²)
		Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)										
DISEÑO	M-1	22.20	12.10	33.20	01:04	21	1	26,670	197.820	134.8195	2.74	0.853	115.00	
N°1 -0%	M-2	22.10	12.25	33.10	01:04	21	1	27,180	199.925	135.9510	2.70	0.844	114.74	114.61
PET	M-3	22.20	12.16	33.15	01:04	21	1	26,730	199.152	134.2191	2.73	0.850	114.09	
DISEÑO	M-1	22.10	12.20	33.15	01:04	21	1	23,690	198.820	119.1530	2.72	0.848	101.04	
N°2 -10%	M-2	22.11	12.15	33.25	01:04	21	1	23,780	197.837	120.2003	2.74	0.853	102.53	101.18
PET	M-3	22.30	12.23	33.20	01:04	21	1	23,860	201.929	118.1603	2.71	0.846	99.96	
DISEÑO	M-1	22.50	12.17	33.60	01:04	21	1	20,200	203.025	99.4951	2.76	0.857	85.27	
N°3 -20%	M-2	22.11	12.21	33.10	01:04	21	1	19,700	199.163	98.9139	2.71	0.846	83.68	85.82
PET	M-3	22.30	12.12	33.15	01:04	21	1	20,700	199.476	103.7719	2.74	0.853	88.52	
DISEÑO	M-1	21.90	12.10	33.80	01:04	21	1	17,900	194.190	92.1778	2.79	0.864	79.64	
N°4 -30%	M-2	22.40	12.26	33.45	01:04	21	1	18,200	203.824	89.2927	2.73	0.850	75.90	77.21
PET	M-3	22.20	11.95	33.35	01:04	21	1	17,130	194.490	88.0765	2.79	0.864	76.10	

Donde:

a: Coeficiente de incremento de fm por edad (21 días es 1.00)

fm: promedio de resistencia de las pruebas.

C: Factor de Corrección de fm por esbeltez. (Se halla mediante interpolación).

σ: Desviación estándar

Ensayo de Pilas descontando Desviación Estándar

N° Diseño	Muestra	Resistencia fm1	fm Promedio (kg/cm ²)	fm1-fm	(fm1-fm) ²	$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (fm - f'm)^2}{n-1}}$	f'm=fm-σ
DISEÑO	M-1	115.00		0.39	0.153		
N°1 -0%	M-2	114.74	114.61	0.13	0.018	0.111	114.50
PET	M-3	114.09		-0.52	0.274		
DISEÑO	M-1	101.04		-0.14	0.019		
N°2 -10%	M-2	102.53	101.18	1.35	1.828	0.831	100.35
PET	M-3	99.96		-1.22	1.476		
DISEÑO	M-1	85.27		-0.55	0.308		
N°3 -20%	M-2	83.68	85.82	-2.14	4.583	3.039	82.78
PET	M-3	88.52		2.70	7.265		
DISEÑO	M-1	79.64		2.43	5.899		
N°4 -30%	M-2	75.90	77.21	-1.31	1.727	2.217	75.00
PET	M-3	76.10		-1.11	1.243		

C&C ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS S.A.C.
 Cristhian J. Córdova García
 TEC. LABORATORIO

C&C ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS S.A.C.
 LUIS ALBERTO MITAC PORTUGAL
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 97834



ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS S.A.C.


ESTUDIOS Y ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO

Calle santa rita Mz "A" Lote. 4 - Salas - Guadalupe- Ica - Lima Telf.-RPC. 982013760 - RPM.#952686120

Dirección de correos: cyc_mecanicadesuelos@hotmail.com , tec_cristhian_suelos@hotmail.com

IV. CONCLUSIONES.

- En variación dimensional en los ladrillos de concreto con incorporación de PET reciclado cumplen las medidas las cuales 0%, 10%, 20%, 30% presentan 0% de PET (L= -0.37%, A= -0.05%, H= -0.77%), los ladrillos 10% de PET (L= -0.31%, A= -0.18%, H= 0.47%), 20% de PET (L= -0.05%, A= -0.13%, H= -0.08%), finalmente 30% de PET (L= -0.13%, A= -0.22%, H= -0.41%), con respecto a la NTP 399.601 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. ladrillos de concreto. requisitos. La norma menciona que las unidades de concreto no deben diferir en más de ± 3.2 mm, los resultados se encuentran dentro de el rango permisible. En ensayo de alabeo en las unidades de albañilería de concreto con incorporación de PET reciclado 0% de PET con valores de cóncavo=1.25mm y convexo=1.38mm, ladrillos 10% PET con valores de cóncavo=1.13mm y convexo=0.75mm, seguidos de ladrillos 20% PET con valores de cóncavo=1.13mm y convexo=0.88mm, seguidos de ladrillos 30% PET con valores de cóncavo=1.50mm y convexo=1.13mm, clasificándose como unidades de albañilería tipo V según la norma E.070 de albañilería.
- Los ladrillos de concreto con 0% PET reciclado tienen una succión de 7.25gr(200cm²-min); los ladrillos con 10% PET tienen una succión de 6.21gr(200cm²-min); los ladrillos con 20% PET tienen una succión de 5.87gr(200cm²-min), los ladrillos de 30% PET tienen una succión 4.49gr(200cm²-min).
- La absorción de las unidades de albañilería de concreto con 0% PET reciclado tienen una absorción de 5.72%; las unidades de albañilería con 10% PET tienen una absorción de 5.17%; las unidades de albañilería con 20% PET tienen una absorción de 4.83%, las unidades de albañilería de 30% PET tienen una absorción 3.18%.
- La resistencia a la compresión de los ladrillos de concreto con adición de 0%, 10%, 20%, 30% PET reciclado; descontando desviación estándar resultaron 180.70kg/cm², 160.08kg/cm², 145.38kg/cm², 110.04kg/cm², respectivamente.
- En el ensayo de pilas los prismas *fm* en los ladrillos de concreto con PET reciclado siendo las pilas de los ladrillos con PET reciclado de 0%, 10%, 20%, 30% ,se clasifican tipo 95 (114.50 kg/cm²), 95 (100.35 kg/cm²), 74 (82.78 kg/cm²) y 74 (75.00 kg/cm²) respectivamente, presentaron fallas cónicas y fallas ideales donde se determina que la falla atraviesa la unidad de albañilería y la junta de mortero.

C&C ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS S.A.C.

Cristhian J. Córdova García
INGENIERO CIVIL

C&C ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS S.A.C.

LUIS ALBERTO MITAC PORTUGAL
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 97831




ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS S.A.C.

ESTUDIOS Y ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO

Calle santa rita Mz "A" Lote. 4 - Salas - Guadalupe- Ica - Lima Telf.-RPC. 982013760 - RPM.#952686120
Direccion de correos: cyc_mecanicadesuelos@hotmail.com , tec_cristhian_suelos@hotmail.com

V. RECOMENDACIONES.

- Es de suma importancia contar un molde especialmente fabricado y con mano de obra capacitado para la fabricación del ladrillo de concreto PET y una correcta vibración para obtener ladrillos de mejores propiedades físicas en alabeo y variación dimensional.
- Se recomienda que se fabrique ladrillos de concreto con 20% de PET reciclado ya que presentan menor succión, tanto en propiedades físicas y mecánicas.
- Se recomienda que los ladrillos con PET reciclado antes de su asentado sean humedecidos las caras de la unidad que estará en contacto con el mortero.
- Se recomienda para investigaciones futuras se debería realizar un estudio exhaustivo en relación de otras propiedades mecánicas como los ensayos de tracción, flexión y corte para estudiar el comportamiento de la unidad de albañilería, y tener un panorama más clara de como se puede funcionar a mayor escala.
- El plástico PET molido incluido para la fabricación de ladrillos PET no deberá ser mayor a 5mm ya que a mayor tamaño de PET reduce la adhesividad, entre mortero- unidad. Los ladrillos de concreto alcanzan su máxima resistencia a los 28 días de ser fabricadas, por lo que se recomienda usar aditivos acelerantes de curado que permitan incrementar el uso en el sector de la construcción, en menores tiempos.

C&C ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS S.A.C.

Cristhian J. Córdova García
TEC. LABORATORIO

C&C ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS S.A.C.

LUIS ALBERTO MITAC PORTUGAL
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 97634



DISEÑO DE MEZCLA

$$f'c = 180 \text{ Kg/cm}^2 \text{ SOL}$$

Solicita : BACH. BRICEÑO HUASHUAYLLO Alexandra Beatriz

Obra : ELABORACION DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE CONCRETO CON MATERIAL PLASTICO DE BOTELLA -PET- RECICLADO PARA LA CONSTRUCCION ECOEFICIENTE DE VIVIENDAS EN EL DISTRITO DE ICA -22

Ubicacion : CIUDAD DE ICA

Fecha : ICA, NOVIEMBRE DEL 2022

L.M.S.H.
UNICA

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LAB. MEC. DE SUELOS, TEC. DE CONCRETO Y LAB. HIDRAULICA



Mag. Ing. RENÉ OSWALDO CANCHAR VEGA
JEFE (e)



EVALUACION DE LOS MATERIALES
 PROPORCIONADOS POR EL CONTRATISTA

CERTIFICADO N° 008 -22

SOLICITADO POR : BACH. BRICEÑO HUASHUAYO Alexandra Beatriz
 OBRA : ELABORACION DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE CONCRETO CON MATERIAL PLASTICO DE BOTELLA -PET- RECICLADO PARA LA CONSTRUCCION ECOEFICIENTE DE VIVIENDAS EN EL DISTRITO DE ICA -22
 UBICACIÓN : CIUDAD DE ICA
 TÉCNICO OPERADOR : Gonzalo Tejeda Cordova

Análisis del Agregado Grueso

Cantera : PALOMINO

Peso Especifico 2.61 gr/cm³
 Humedad Natural 1.19 %
 % de Absorción. 1.67 %
 Peso Volumétrico Suelto. 1,445.00 kg/m³
 Peso Volumétrico Compactado 1,571.00 kg/m³

Análisis Granulométrico Como Sigue:

Peso Total de la Muestra: 1408 gr.

MALLAS O TAMICES	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA	% RETENIDO ACUMULADO
2"	0	0	0	0.00
1 1/2"	0	0	100	0.00
1"	0	0	100	0.00
3/4"		0.00	96.1	0.00
1/2"	50.50	41.47	54.63	41.47
3/8"	276.20	19.16	35.46	60.63
4	1,081.30	35.19	0.27	95.82
FONDO	0.00	0.27	0.00	100.00

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL: 3/8"





EVALUACION DE LOS MATERIALES
PROPORCIONADOS POR EL CONTRATISTA

CERTIFICADO N° 008 -22

SOLICITADO POR : BACH. BRICEÑO HUASHUAYO Alexandra Beatriz
OBRA : ELABORACION DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE CONCRETO CON MATERIAL PLASTICO DE BOTELLA -PET- RECICLADO PARA LA CONSTRUCCION ECOEFICIENTE DE VIVIENDAS EN EL DISTRITO DE ICA -22
UBICACIÓN : CIUDAD DE ICA
TÉCNICO OPERADOR : Gonzalo Tejeda Cordova

Análisis del Agregado Fino

Cantera : RIO ICA

Peso Especifico 2.82 gr/cm³
Humedad Natural 1.64 %
% de Absorción. 1.42 %
Peso Volumétrico Suelto. 1,560.00 kg/m³
Peso Volumétrico Compactado 1,671.00 kg/m³

Análisis Granulométrico Como Sigue:

Peso Total de la Muestra: 1000 gr.

MALLAS O TAMICES	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA	% RETENIDO ACUMULADO
3/8"	0	0	100.00	0
4	5.8	0.58	99.42	0.58
8	15.30	1.53	97.89	2.11
16	56.30	5.63	92.26	7.74
30	226.60	22.66	69.60	30.40
50	425.70	42.57	27.03	72.97
100	234.90	23.49	3.54	96.46
200	30.10	3.01	0.53	99.47
FONDO	5.30	0.53	0.00	100.00

MODULO DE FINEZA: 2.10





DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO = $f'c$ 180 Kg/cm²

CANTIDAD DE MATERIALES PARA 1.00 m³ de MEZCLA

$f'c$ = 180 Kg. / cm² a los 28 días en condiciones normales y en probetas cilíndricas de 6" x 12"

Cemento	352 Kg/m ³
ARENA	879 Kg/m ³
PIEDRA 3/8"	880 Kg/m ³
AGUA	210 Lts/m ³

Característica de la Mezcla

Relación A/C	0.60
Asentamiento	0" - 2"
Densidad	2,321 Kg/m ³
PROPORCION EN PESO	1 : 2.50 2.50
PROPORCION EN VOLUMEN	1 : 2.40 2.60

CANTIDAD DE MATERIALES PARA 01 BOLSA DE CEMENTO:

- Cemento	1 Bolsa
- Arena	879.00 Kg/
- Piedra	880.00 Kg/
- Agua	210.00 Lt/

NOTA: Los materiales fueron proporcionados por el Solicitante.






RECOMENDACIONES:

- El Agua empleada en la preparación y curado del concreto deberá ser de preferencia potable, se utilizará aguas No Potables sólo si están limpias y libres de cantidades perjudiciales de aceite, ácidos, álcalis, sales, materia orgánica u otras

- El curado consiste en mantener un contenido satisfactorio de humedad y temperatura en el concreto recién vaciado, de manera que pueda desarrollar las propiedades deseadas.

- La duración del curado es de 7 días ó el tiempo para alcanzar el 70% de la resistencia especificada a la compresión o de acuerdo al cemento que se está utilizando.

- Realizar pruebas de revenimiento o consistencia del concreto fresco a fin de ajustar el agua necesaria, toda vez que los materiales tienen humedades variables.

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LAB. MEC. DE SUELOS, TEC. DE CONCRETO Y LAB. HIDRAULICA

Mag. Ing. RENE OSWALDO CANCHARI VEGA
JEFE (e)