



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Análisis de las propiedades de unidades de albañilería de concreto ecológico a base de materiales reciclables para la construcción sustentable, Lima, 2021”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

Hoyos Ponce, Elisban (ORCID: [0000-0002-2782-7425](https://orcid.org/0000-0002-2782-7425))

ASESORA:

Dra. Arriola Moscoso, Cecilia (ORCID: [0000-0003-2497-294X](https://orcid.org/0000-0003-2497-294X))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria:

A mis progenitores por heredarme lo más preciado que se le puede dar a un hijo, educación y la enseñanza a trabajar, así como también por brindarme su gran amor y apoyo incondicional, adiestrándome para ser un hombre que aporte al desarrollo de nuestra sociedad.

Agradecimiento:

A Dios, por brindarme la fortuna de gozar de buena salud, tanto física, emocional y espiritual.

A mi familia, por su constante apoyo durante mi etapa de formación profesional.

A la Universidad César Vallejo por brindarme la oportunidad de culminar mi adiestramiento profesional.

Índice de contenido

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. Introducción.....	1
II. Marco teórico	4
III. Metodología	11
3.1 Tipo y Diseño de investigación	11
3.2 Variables y operacionalización	12
3.3 Población, Muestra y Muestreo	13
3.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos	15
3.5 Procedimiento.....	17
3.6 Método de análisis de datos	18
3.7 Aspectos éticos.....	18
IV. Resultados	19
V. Discusión.....	44
VI. Conclusiones.....	46
VII. Recomendaciones	47
Referencias	48
Anexos	52

Índice de tablas

Tabla 1.Desagregado de la cantidad de la muestra	14
Tabla 2.Técnicas e instrumentos de recolección de datos	16
Tabla 3.Valoración del coeficiente kappa	17
Tabla 4.Coordenadas de la provincia de Lima	19
Tabla 5. Propiedades físicas y mecánicas del agregado fino	21
Tabla 6. Propiedades físicas y mecánicas del agregado grueso.....	22
Tabla 7. Diseño de Mezcla	23
Tabla 8. Cantidad de materiales utilizados en la investigación	24
Tabla 9. Resultados de ensayo de Variación Dimensional	25
Tabla 10. Resultados de pruebas de Absorción.....	26
Tabla 11. Resultados de ensayos de Alabeo	28
Tabla 12. Resistencia a compresión del ladrillo con 7 días de curado	29
Tabla 13. Resistencia a compresión del ladrillo a 14 días de curado	30
Tabla 14. Resistencia a compresión del ladrillo a los 28 días de curado	31
Tabla 15. Resultados de compresión axial de pilas	32
Tabla 16. Resultados de compresión diagonal de muretes.....	33
Tabla 17. Desagregado de materiales para determinar el costo de elaboración.....	34
Tabla 18. Influencia de los materiales reciclados en la variación de dimensiones	36
Tabla 19. Influencia de los materiales reciclados en la Absorción	37
Tabla 20. Influencia de los materiales reciclables en el alabeo.....	38
Tabla 21. Influencia de los materiales reciclables en la resistencia a compresión	39
Tabla 22. Influencia de los materiales reciclables en la resistencia a compresión axial en pilas	40
Tabla 23. Influencia de los materiales reciclables en la resistencia al corte.....	41
Tabla 24. Influencia de los materiales reciclables en el costo	43

Índice de figuras

Figura 1. Esquema de diseño.....	11
Figura 2. Ubicación de la cantera Trapiche	20
Figura 3. Curva Granulométrica del agregado fino.....	21
Figura 4. Curva Granulométrica del agregado grueso	22
Figura 5. Rangos de variación de dimensiones según norma E.070	25
Figura 6. Resultados de laboratorio - Absorción E.070	27
Figura 7. Resultados de ensayos de alabeo	28
Figura 8. Relación de $f'c$ del ladrillo expresado en % a los 7 días de curado	30
Figura 9. Relación de $f'c$ del ladrillo expresado en % a los 14 días de curado.....	30
Figura 10. Relación de $f'c$ del ladrillo expresado en % a los 28 días de curado	31
Figura 11. Resultados de compresión en pilas.....	32
Figura 12. Resultados de compresión diagonal de muretes	34
Figura 13. Comparativa de costo ladrillo ecológico - costo ladrillo convencional	35
Figura 14. Influencia de los materiales reciclados en la variación de dimensiones...36	
Figura 15. Influencia de los materiales reciclados en la absorción.....	37
Figura 16. Influencia de los materiales reciclados en el alabeo	38
Figura 17. Influencia de los materiales reciclables en la resistencia a compresión...40	
Figura 18. Influencia de los materiales reciclables en la resistencia a compresión axial en pilas	41
Figura 19. Influencia de los materiales reciclables en la resistencia al corte	42
Figura 20. Influencia de los materiales reciclables en el costo.....	43

RESUMEN

Una gran preocupación mundial es el calentamiento global, fenómeno producido por el incremento de la contaminación ambiental. Este problema nace a raíz del crecimiento poblacional, generando altas demandas en la industria alimenticia, siendo los materiales contaminantes más abundantes el plástico y el vidrio, debido a la capacidad para conservar y almacenar alimentos. Este estudio plantea el objetivo de analizar las propiedades de las unidades de albañilería de concreto ecológico a base de materiales reciclables para la construcción sustentable, diseñando la mezcla para un ladrillo de concreto tipo IV con un $f'c$ de 130 kg/cm^2 , sustituyendo los agregados por vidrio y plástico PET molido, en proporción de 0%, 5%, 7.5% y 10 % con respecto al peso del cemento, para luego someterlos a ensayos físicos, mecánicos y determinar el costo. El estudio desarrolla una investigación de tipo aplicada, diseño experimental, nivel explicativo y enfoque cuantitativo, teniendo como muestra 300 ladrillos; siendo 75 ladrillos por cada porcentaje de materiales reciclables. Los resultados de las propiedades físicas y mecánicas muestran que el ladrillo de concreto ecológico se presenta como un material que se puede utilizar para fines estructurales. El costo del ladrillo de concreto ecológico es mínimamente mayor al ladrillo de concreto convencional.

Palabras clave: Plástico PET, Vidrio, Ladrillo ecológico, construcción sustentable.

ABSTRACT

A great global concern is global warming, a phenomenon produced by the increase in environmental pollution. This problem arises as a result of population growth, generating high demands in the food industry, the most abundant polluting materials being plastic and glass, due to the ability to preserve and store food. This study sets the objective of analyzing the properties of ecological concrete masonry units based on recyclable materials for sustainable construction, designing the mixture for a type IV concrete brick with an $f'c$ of 130 kg / cm², replacing the added by glass and PET plastic ground, in a proportion of 0%, 5%, 7.5% and 10% with respect to the weight of the cement, to then subject them to physical and mechanical tests and determine the cost. The study develops an investigation of applied type, experimental design, explanatory level and quantitative approach, taking as a sample 300 bricks; being 75 bricks for each percentage of recyclable materials. The results of the physical and mechanical properties show that the ecological concrete brick is presented as a material that can be used for structural purposes. The cost of the ecological concrete brick is minimally higher than the conventional concrete brick.

Keywords: PET plastic, Glass, Ecological brick, sustainable construction.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional el crecimiento de la población es desmesurado, reflejándose en la creciente demanda de productos para satisfacer las distintas necesidades, y como consecuencia el incremento de la contaminación ambiental. Los materiales más abundantes y contaminantes son el plástico y el vidrio, materiales que especialmente se utilizan en la industria alimenticia, debido a su gran capacidad para conservar y almacenar. Sin embargo, “[...] el tiempo que tarda en descomponerse el plástico es de 500 años, el vidrio se descompone en aproximadamente 4000 años; siendo estos generadores de altos niveles de contaminación, lo cual se podría reducir reutilizando estos residuos sólidos [...]” (Aquae) ¹. En muchos países se han hecho estudios en busca de nuevos materiales para su uso en la industria de la construcción, todo esto con el fin de generar una reducción en el costo de las edificaciones, aprovechando materiales que desperdiciamos para fabricar materiales alternativos que generen impactos de manera positiva en el mundo (PEREZ, y otros, 2017) ².

A nivel nacional la contaminación ambiental está alcanzando cifras preocupantes, tanto así que el Perú se encuentra en el puesto 22 a nivel mundial como uno de los países con alto grado de contaminación, según el World Air Quality de 2018, bajo este escenario en agosto del 2015, el gobierno aprobó el código técnico de construcción sostenible, esto se verá reflejada en el consumo correcto del agua y la energía, esta norma técnica tiene como finalidad perfeccionar el criterio en el diseño y la construcción de las edificaciones en la región con el fin de que sean calificadas como sostenibles y así reducir los gases contaminantes, siendo esto uno de los compromisos del Perú. El ladrillo de arcilla es el elemento con mayor demanda en nuestro país, por lo que para su fabricación de este material de construcción se utilizan hornos, los cuales tienen como principal material de combustión al plástico, la madera, entre otros, que al ser incinerados emiten gran cantidad de gases contaminantes

En la región de Lima y el Callao hasta el año 2017 la población según el último censo era de aproximadamente 10.5 millones de habitantes, los mismos que producen desechos diarios de más de 177 toneladas de material PET. Buscando

aprovechar esta situación se puede visualizar como una gran oportunidad económica y a su vez contribuir a la conservación del medio ambiente, puesto que existe una enorme cantidad de desechos sólidos que pueden reutilizarse industrialmente sin perder su calidad, disminuyendo el volumen existente en los vertederos y/o rellenos sanitarios formales e informales (OLIVERA, 2016) ³.

La presente investigación tiene como finalidad introducir el tema de la construcción sostenible, enfocándose en conocer las propiedades mecánicas y físicas de las unidades de albañilería de concreto ecológico para así generar conciencia y a la vez un material alternativo mostrando los beneficios de utilizarlo en el desarrollo de las edificaciones, pero el ámbito más importante es contribuir en minimizar los altos grados de contaminación que se producen con el desarrollo de la industria de la construcción y el impacto negativo que están ocasionan en el ambiente. Por las razones expuestas nace la necesidad de realizar la siguiente investigación, en el cual se aporta un estudio a fondo acerca de las diversas formas de utilización del vidrio y plástico triturado, como materia prima alternativa en el desarrollo de unidades de albañilería, para su aplicación en la construcción sostenible.

Es por ello que se ha planteado el siguiente problema general: ¿Cuáles son las propiedades de las unidades de albañilería de concreto ecológico a base de materiales reciclables para la construcción sustentable, Lima, 2021?. Así mismo, los Problemas específicos: ¿En cuánto varían las propiedades físicas de las unidades de albañilería de concreto ecológico, Lima, 2021? ¿En cuánto varían las propiedades mecánicas de las unidades de albañilería de concreto ecológico, Lima, 2021? ¿En cuánto varía el costo de las unidades de albañilería de concreto ecológico, Lima, 2021?

La investigación se justifica por su importancia, tanto de carácter teórico, social, económica y finalmente ambiental. El propósito radica en buscar materiales alternativos en la industria de la construcción, que permitan reducir la contaminación ambiental y disminuir la utilización de áridos. La justificación de carácter teórico radica en la carencia de información, puesto que no existen investigaciones que permitan conocer las propiedades de este tipo de unidades de albañilería.

Así mismo, la justificación de carácter social y económico radica en que el PET y el vidrio al ser materiales que se puede obtener en actividades de reciclaje, se presenta una mayor demanda, el mismo que se reflejaría en el aumento de puestos de empleo y a su vez se presentaría como una propuesta innovadora para la implementación de viviendas de bajo costo. De igual manera la justificación de carácter ambiental radica en la reutilización de materiales de utilización masiva como lo son el vidrio y el plástico PET, los mismos que sirven para proponer un nuevo producto que permita ser una alternativa a los ladrillos de arcilla. Es de conocimiento que para la producción de ladrillos de arcilla se necesita la explotación de suelos agrícolas, lo que se traduce en perjuicio medio ambiental.

La investigación tiene como objetivo general: Analizar las propiedades de las unidades de albañilería de concreto ecológico a base de materiales reciclables para la construcción sustentable, Lima 2021; Así mismo, desarrolla los siguientes objetivos específicos: Determinar las propiedades físicas de las unidades de albañilería de concreto ecológico con adición de materiales reciclables, Lima, 2021. Determinar las propiedades mecánicas de las unidades de albañilería de concreto ecológico con adición de materiales reciclables, Lima, 2021. Estimar el costo de unidades de albañilería de concreto ecológico con adición de materiales reciclables, Lima, 2021.

Se tiene como Hipótesis general: Las propiedades de las unidades de albañilería de concreto ecológico con adición de materiales reciclables para la construcción sustentable varían notoriamente, Lima, 2021; Así mismo, las Hipótesis específicas: Las propiedades físicas de las unidades de albañilería de concreto ecológico con adición de materiales reciclables varían notoriamente, Lima, 2021. Las propiedades mecánicas de las unidades de albañilería de concreto ecológico con adición de materiales reciclables varían notoriamente, Lima, 2021. El costo de las unidades de albañilería de concreto ecológico con adición de materiales reciclables varía notoriamente, Lima 2021.

II. MARCO TEÓRICO

En cuanto a investigaciones previas con respecto a la variable de estudio, se tiene: Como antecedentes internacionales a (MESTANZA, 2018), que realiza su investigación con el objetivo de analizar las propiedades mecánicas y físicas del concreto elaborado con fibras de plástico PET. La investigación emplea una metodología de tipo aplicada y diseño experimental. Los resultados que se obtuvieron fueron un valor de la resistencia a la compresión de 244.91 kg/cm² (0% de fibra), 197.82 kg/cm² (0.37% de fibra), 213.03 kg/cm² (0.74% de fibra) y 227.99 kg/cm² (1.11% de fibra) teniendo como conclusión más resaltante que el plástico PET reduce la resistencia a la compresión en proporciones adicionadas 1.11%, 0.74% y 0.37% con relación al concreto sin adiciones ($f_c=240$ kg/cm²)⁴.

(CADME, y otros, 2018) en su investigación tienen como objetivo analizar las características del hormigón utilizando vidrio triturado. La investigación emplea una metodología de tipo descriptivo y diseño experimental. Los principales resultados que se obtuvieron fueron una resistencia a la compresión de 282.30 kg/cm² (0% de vidrio), 206.50 kg/cm² (36% de vidrio color ámbar), 188.20 kg/cm² (36% de vidrio incoloro), 235.60 kg/cm² (36% de vidrio color verde) y 209.30 kg/cm² (36% de vidrio color azul), concluyendo que el reemplazo de vidrio en 36% por arena, no aporta resistencia y desarrolla la tendencia a disminuir la resistencia en el hormigón experimentado⁵.

(RODRIGUEZ, y otros, 2019) en su investigación tienen como objetivo evaluar y analizar el comportamiento de vigas de concreto con reemplazo de fibras de PET en 0%, 1.0% y 1.5% como reemplazo del peso de los agregados. La investigación emplea una metodología de tipo descriptivo y un diseño experimental. Los obtenidos fueron una resistencia a la flexión de 32.32 kg/cm² (0% fibra de PET), 19.37 kg/cm² (1% fibra de PET) y 18.25 kg/cm² (1.5% fibra de PET), concluyendo que con un curado de 28 días la resistencia a la flexión sufre una reducción del 40% con el 1% de fibras de PET y 44% con el 1.5% de fibras de PET⁶.

A nivel nacional (ALIAGA, 2017), plantea una investigación cuyo objetivo es analizar las propiedades del ladrillo de concreto con PET en proporciones de 25%, 37.5%, 50%, 62.5% y 75%, para ser utilizados como material constructivo de

albañilería. Utiliza una metodología de tipo aplicada y un diseño experimental. Los datos obtenidos muestran que se obtuvo una dosificación óptima de 25% PET, obteniendo una resistencia a la compresión del ladrillo de concreto y PET de $f'_b = 65 \text{ kg/cm}^2$, concluyendo que la unidad de albañilería obtiene una clasificación de ladrillo tipo I, pudiendo incorporarlo en la tabla de clasificación de unidades de albañilería de la Norma E.070 ⁷.

(CAMACHO, 2019) realizó su investigación con el objetivo de comparar las propiedades físicas y la resistencia a compresión de ladrillos de concreto reemplazando el agregado grueso por fluorita y el agregado fino por vidrio en diferentes proporciones en relación a la dosificación. La metodología es de tipo aplicada y el diseño experimental. Así mismo, los resultados obtenidos muestran que el ladrillo de concreto sin adición de estos materiales resistió 282.33 kg/cm^2 ; la muestra con reemplazo de 25% de agregado resistió 208.21 kg/cm^2 (73.75% de la resistencia patrón); la muestra que contenía un reemplazo de 50% de agregado resistió 179.66 kg/cm^2 (63.63% de la resistencia patrón) y la muestra con reemplazo de 100% de agregado resistió 137.45 kg/cm^2 (48.68% de la muestra patrón), concluyendo que la adición de estos materiales en mayor cantidades trae como resultado pérdida de resistencia a la compresión ⁸.

(CHINO, y otros, 2020) desarrollaron su investigación con el objetivo de elaborar ladrillos ecológicos reutilizando plástico PET y aserrín de la madera Huayruru, determinando cuál es la dosificación óptima; para ello se utilizaron 4 tipos de muestras con diferentes dosificaciones de PET-Aserrín, siendo las siguientes: 94% - 6%, 96% - 4%, 98% - 2% y 100% - 0%. La investigación emplea una metodología de tipo aplicada y diseño experimental. Los resultados mostraron que la resistencia a la compresión de la proporción PET 94 % - ASR 6% obtuvo una resistencia de 20.70 kg/cm^2 , el mismo que es el de mejor comportamiento puesto que posee una óptima resistencia en relación a las demás proporciones y clasificándolo como un bloque no portante y que se puede utilizar con fines no estructurales y concluyendo que conforme el porcentaje de PET aumenta la resistencia desarrolla una tendencia a bajar ⁹.

Así mismo, con respecto a publicaciones en otros idiomas (DA SILVA, y otros, 2017) en su investigación tienen como objetivo evaluar el comportamiento

mecánico del hormigón con fibras de PET. La investigación emplea una metodología de tipo aplicada y diseño experimental. Los resultados fueron una resistencia a compresión de 250.50 kg/cm² (0% fibra de PET), 206.59 kg/cm² (4.5% fibra de PET), 205.47 kg/cm² (5.0% fibra de PET) y 208.02 kg/cm² (5.5% fibra de PET); una resistencia a la flexión de 23.96 kg/cm² (0% fibra de PET), 31.81 kg/cm² (4.5% fibra de PET), 30.18 kg/cm² (5.0% fibra de PET) y 30.18 kg/cm² (5.5% fibra de PET), concluyendo que la adición de fibra PET disminuye la resistencia a la compresión, pero aumenta la resistencia a la flexión ¹⁰.

(GANA, y otros, 2017) ejecutan una investigación con el objetivo de encontrar formas efectivas para reutilizar las partículas de residuos plásticos duros como agregado de concreto. La investigación emplea una metodología descriptiva con enfoque aplicativo y experimental. Los resultados de este estudio demuestran que con adición del 15% y 30% de desechos plásticos como reemplazo de agregado grueso en el concreto no se presentan efectos perjudiciales a largo plazo y con propiedades de desarrollo de resistencia aceptables. Así mismo, se concluye que el hormigón ligero es económico y se puede presentar como una forma más asequible para las personas de baja economía ¹¹.

(BEHERA, y otros, 2018) en su investigación tiene como objetivo estudiar la viabilidad del uso de residuos plásticos fundidos como sustituto de cemento y vidrio como sustituto parcial del agregado para la producción de insumos como tejas, baldosas. La investigación emplea una metodología aplicada y experimental. Los resultados de este estudio mostraron que la proporción ideal para bloques de plástico es 33% de plástico fundido, 11.2% de vidrio fino, 11.2% de arena fina y 44,6% de vidrio grueso mediante los cuales se obtendrá una óptima resistencia a la compresión y fundido; para tejas de mejor calidad la proporción ideal es de 30% plástico y 70% de vidrio y arena; para baldosas de piso de tránsito ligero la proporción ideal es de 32% de plástico fundido y un 68% el vidrio y la arena; concluyendo que el plástico PET reduce la resistencia a la compresión considerablemente y el vidrio compensa en gran parte esta pérdida de resistencia¹².

En cuanto a Artículos científicos (VERMA, y otros, 2019) desarrollan una investigación con el objetivo de estudiar las propiedades del hormigón con adición de residuos plásticos PET en 0%, 0.6%, 1.2%, 1.8 % y ceniza de madera 0%, 6%,

12%, 18%, 24% y 30%. La investigación emplea una metodología aplicada y experimental. Los resultados mostraron que con adición del 30% de ceniza de madera y 1.2% de plástico PET la resistencia a la compresión aumenta en 17.5% en comparación al concreto sin adición; la resistencia a la tracción máxima para el hormigón en estudio se obtiene de la adición de un 30% de ceniza de madera y un 0,6% de plástico PET. Así mismo, el máximo valor de la resistencia a la flexión se obtuvo con un contenido de ceniza de madera del 30% y 1.2% de plástico PET. Concluyendo que la adición de fibra PET disminuye la resistencia a la compresión, pero aumenta la resistencia a la flexión ¹³.

(AL-KIZWINI , 2020) investiga la posibilidad de utilizar vidrio triturado y desechos plásticos como agregados y/o cemento, teniendo como objetivo evaluar la resistencia a la compresión del concreto a los 7 y 28 días adicionando estos materiales. La investigación desarrolla una metodología aplicada y experimental. Los resultados demostraron que los residuos de vidrio triturado podrían utilizarse en hormigón como una buena sustitución de cemento y arena. Sin embargo, también reflejan que el uso de los desechos plásticos disminuye la resistencia a la compresión ¹⁴.

(Samin, y otros, 2020) desarrollan una investigación con el objetivo de estudiar las propiedades del hormigón con adición de residuos plásticos PET en 15%, caucho de neumáticos en 15%, 30% y vidrio en 15%, 30% respectivamente. La investigación desarrolla una metodología descriptiva con enfoque aplicado y experimental. Los resultados demostraron que la resistencia a la compresión de la mezcla de concreto disminuye con el aumento del contenido de plástico y caucho. Sin embargo, la resistencia a la compresión del hormigón aumenta con la adición de vidrio. Así mismo el material plástico tiene poca adherencia con el cemento, contrariamente a el vidrio y el cemento que forman una mezcla homogénea de hormigón ¹⁵.

En bases teóricas con relación a las variables se tiene lo siguiente:

Materiales reciclables, son aquellos materiales que se puede utilizar nuevamente tras darle el uso para el que fue fabricado, pudiéndose crear nuevos materiales, siendo transformados y usándose nuevamente. Así mismo se pueden volverse a

utilizar en el uso que fue fabricado, por mencionar algunos, las latas de aluminio, el plástico, el papel, el vidrio, etc.; La actividad de reciclaje se inicia a partir de una selección entre esos materiales que tienen la posibilidad de tener otra posibilidad de uso y los que son desecho. Es bien sabido que no todo material tiene la capacidad de ser reutilizado, el reciclaje de objetos ha significado una enorme disminución del volumen de desperdicios y producido como consecuencias grandes beneficios para el medio ambiente (School, 2020) ¹⁶.

Unidad de albañilería, son bloques de arcilla y también ladrillos; se le denomina ladrillo a aquel elemento cuyas dimensiones brindan facilidades para que pueda ser maniobrada con una sola mano; el bloque es aquel elemento que para su manipulación requiere de ambas manos; las unidades de albañilería se elaboran con arcilla, concreto y sílice-cal, estos ladrillos de acuerdo a su volumen pueden ser huecas, alveolares, tubulares y sólidas, pudiendo ser fabricados industrialmente y artesanalmente; es preciso señalar que las unidades de albañilería de concreto solo se podrán utilizar después de que las mismas logren su resistencia especificada (SAN BARTOLOMÉ, 1994) ¹⁷.

El PET (tereftalato de polietileno) es un polímero termoplástico producido por polimerización de etilenglicol con ácido tereftálico (CASTELLS, 2009) ¹⁸. Es un material que es utilizado en diversos productos industriales y en artículos comunes de la vida diaria, principalmente es utilizado en las industrias alimenticias ya que posee una gran capacidad para conservar, podemos verlo en botellas, envases, recipientes, etc. Otro uso con más frecuencia de este material es en la industria de la textilería, puesto que es muy común en la producción de telas. En líneas generales la utilización que se le da al PET depende del tratamiento que se le dé, posee un alto grado de cristalinidad, flexibilidad y gran resistencia (MAXI PET) ¹⁹.

El vidrio es un material transparente que ofrece poca resistencia al paso de la luz, frágil y de gran dureza. Las características más sobresalientes del vidrio son su fragilidad, baja densidad, alta rigidez, resistencia mecánica moderada, baja conductividad eléctrica - térmica, y muy alta estabilidad química (CASTELLS, 2009)¹⁸. Así mismo, la ASTM lo describe como un producto inorgánico de fusión,

que ha sufrido enfriamiento hasta llegar a un estado rígido, sin sufrir cristalización alguna.

Las Propiedades mecánicas del ladrillo, son las características que describen las condiciones de forma, el tamaño, el color y la densidad de un ladrillo, siendo las siguientes:

Variación Dimensional, son las diferencias con respecto a las medidas de los lados de las unidades de albañilería. Consiste en realizar mediciones de todos los lados de las caras: ancho, largo y altura, obteniendo diversas medidas, las mismas que se deben realizar en milímetros y teniendo como resultado final el promedio (GALLEGOS, y otros, 2005) ²⁰. Está regulada por la NTP 399.613 ²¹.

Absorción, esta propiedad se define como el cociente entre el peso de agua que absorbe y su propio peso cuando está seco, también considerada como una medida de su impermeabilidad (GALLEGOS, y otros, 2005) ²⁰. Se expresa en porcentaje y está regulada por las NTP 399.613 ²¹.

El Coeficiente de Saturación, se define como la relación entre el peso de agua fría absorbida por un ladrillo que ha sido sumergido y el peso absorbido por el mismo ladrillo al ser sumergido en agua caliente, está regulada por la NTP 399.613 ²¹.

El Alabeo, es la pérdida de uniformidad de las caras, este ensayo refleja el desgaste y/o importancia brindada al diseño u forma de los ladrillos. Las superficies con alabeos se presentan más en las unidades de albañilería elaboradas de manera artesanal en comparación de las unidades de albañilería fabricados industrialmente (GALLEGOS, y otros, 2005) ²⁰. Está regulada por la NTP 399.613 ²¹.

Eflorescencia, se les denomina así a los cristales de sales, que comúnmente son de color blanco, que se hacen visibles en la superficie de los ladrillos. Algunas sales son solubles en el agua y esto facilita que las mismas puedan generar el fenómeno de capilaridad a través de los materiales porosos y depositarlas en la superficie cuando se produzca la evaporación del agua por el efecto de los rayos solares y/o del aire (GALLEGOS, y otros, 2005) ²⁰. Está regulada por la NTP 399.613 ²¹.

Las Propiedades Mecánicas del ladrillo, son las que describen el comportamiento del ladrillo ante las fuerzas del exterior aplicadas que se ejercen sobre los mismos, son características relacionadas con su capacidad de resistir y transmitir fuerzas o deformaciones.

La Resistencia a la Compresión, es el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento, esta propiedad permite definir la calidad estructural, como también el grado de su resistencia al deterioro por cualquier causa y a la intemperie. (GALLEGOS, y otros, 2005) ²⁰. Está regulada por las NTP 399.613 ²¹ y NTP 339.604 ²².

La Resistencia a la Compresión axial de pilas, es el esfuerzo máximo que puede soportar la pila de albañilería bajo una carga de aplastamiento. Está regulada por la NTP 399.605 ²³.

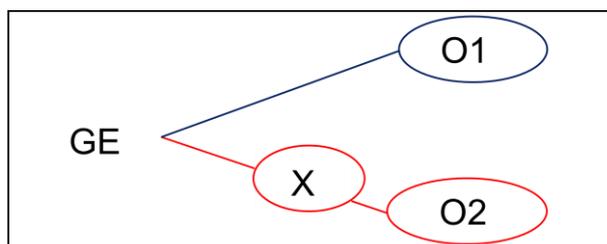
La Resistencia a la Compresión diagonal de muretes es la capacidad del elemento de ofrecer resistencia al corte, esta prueba se desarrolla con la finalidad de conocer la resistencia al corte del material y su módulo de corte. Consiste en aplicar cargas en las esquinas de tal manera que la diagonal vertical se encuentra en un estado de compresión máximo y en el sentido perpendicular a esta. Está regulada por la NTP 399.621 ²⁴.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y Diseño de investigación

Tipo de investigación: El presente estudio desarrolla una investigación de tipo aplicada. Estas investigaciones se caracterizan por el uso práctico, directo, claro y útil; es decir que se investiga para crear y/o alterar las variables (CARRASCO, 2005) ²⁶. Esta clase de investigación busca resolver problemáticas, que son caracterizados por utilizar y aplicar el conocimiento con el que se cuenta, propiciando resultados que no poseen un alto margen de generalización (ANDER, 2011) ²⁷. El estudio a realizar radica en el ensayo de materiales para determinar las propiedades de las unidades de albañilería de concreto con adición de plástico PET y vidrio molido.

Diseño de la investigación: La investigación es de diseño experimental y de tipo cuasiexperimental porque es aquella investigación que no posee un control único de las variables a causa de que no hay aleatorización, en consecuencia, son más propensos a ofrecer resultados con sesgos ya que la muestra no es representativa (RUIZ, 2021) ²⁸. El diseño de investigación es el planteamiento general mediante el cual el investigador adopta estrategias con el objetivo de resolver las interrogantes del problema planteado. La investigación experimental es la secuencia que consiste en someter a un grupo de individuos u objetos, a ciertos tratamientos, condiciones y estímulos (variable independiente), con el propósito de observar los efectos o reacciones producidos (variable dependiente) (ARIAS, 2012) ²⁹. (Ver Figura 1)



GE: Grupo experimental (Unidades de albañilería de concreto)
X: Variable independiente (Materiales reciclables)
O1: Resultado 1 (Unidades de albañilería de concreto común)
O2 : Resultado 2 (Unidades de albañilería de concreto ecológico)

Figura 1. Esquema de diseño

Fuente: Elaboración propia, 2021

Nivel de investigación: El nivel aplicado en la investigación es explicativo. El propósito de este tipo de investigación es determinar las causas de los hechos o fenómenos objeto de estudio. Así mismo, van más allá de describir conceptos o fenómenos o de establecer relaciones entre conceptos; es decir, apuntan a responder a las causas de eventos y fenómenos físicos o sociales. Como su nombre indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o por qué dos o más variables están relacionadas (HERNÁNDEZ, y otros, 2014).³⁰

Enfoque de investigación: La investigación presenta un enfoque cuantitativo. El enfoque cuantitativo tiene secuencias y es probatorio. Cada una de sus etapas están concatenadas y no se puede evitar pasos. Los procedimientos se ordenan de manera estricto, pero se pueden rediseñar algunas etapas. Inicia desde la idea, se delimita y se establecen objetivos formulándose las preguntas de investigación, se realiza la revisión de la literatura y se elabora una perspectiva de acuerdo a la teoría revisada. De las preguntas que se formulan se generan las hipótesis y se establecen variables; se traza un plan o proceso con el propósito de probarlas (diseño); se miden las variables en el contexto establecido por el investigador; se analizan los resultados obtenidos utilizando métodos estadísticos y por último se extraen conclusiones respecto de la o las hipótesis (HERNÁNDEZ, y otros, 2014)³⁰.

3.2 Variables y operacionalización

Las variables son rasgos o cualidades; magnitudes o cantidades, que se pueden alterar y sufrir cambios, siendo objeto de manipulación, medición y control del tema en cuestión (ARIAS, 2012) ²⁹. Las variables permiten designar las cualidades y/o característica que se desean investigar de la unidad de estudio, es probable que estos rasgos muestren diferentes valores y que pueden variar a través del tiempo en esa misma unidad que se observa (LERMA, 2009) ³¹.

Variable Independiente: Son los motivos que ocasionan y explican los fenómenos y/o modificaciones en la variable dependiente. En el diseño experimental la variable independiente es el tratamiento que se emplea y manipula en el grupo experimental para estudiar qué efectos produce en la variable dependiente (RAMIREZ, 2020) ³².

En la presente investigación la variable independiente son los materiales reciclables.

Variable dependiente: Son aquellas que se cambian como consecuencia de las acciones que ocasiona la variable independiente. Constituyen los productos o consecuencias que se estiman medir y que ocasionan los resultados de la investigación (ARIAS, 2012) ²⁹. En la investigación la variable dependiente es la unidad de albañilería de concreto ecológico.

Operacionalización de las Variables: Esta metodología se basa en el análisis deductivo de las variables que componen el problema del estudio, partiendo de las más comunes hasta las más concretas. Es decir, las variables (si son complejas) se descomponen en áreas, dimensiones, indicadores, espacios, índices y elementos; pero si son concretas solo en indicadores, índices e ítems. Este procedimiento tiene como finalidad la construcción de la matriz metodológica para el diseño, la misma que permitirá la elaboración de los instrumentos de medición, siendo estos los medios que permitirán al investigador contrastar la hipótesis (CARRASCO, 2005) ²⁶. (ver anexos 1 y 2)

En la presente investigación las dimensiones a desarrollar son:

- Plástico PET y vidrio.
- Propiedades físicas de las unidades de albañilería de concreto ecológico.
- Propiedades mecánicas de las unidades de albañilería de concreto ecológico.
- Costo de las unidades de albañilería de concreto ecológico.

3.3 Población, Muestra y Muestreo

Población: Es el conjunto de individuos con propiedades y rasgos que son las que se van a estudiar (ICART, y otros, 2006) ³³. Este estudio considera como población de estudio a las unidades de albañilería de concreto ecológico, es decir se tiene una población infinita.

Muestra: Es la parte o el fragmento que simboliza a la población, éstas poseen propiedades esenciales que son las de precisar objetividad y reflejar las

características de la población. En las muestras no probabilísticas la totalidad de los elementos que componen la población no tienen la probabilidad de ser elegidos para ser parte de la muestra y como consecuencia no son tan representativas (CARRASCO, 2005) ²⁶. La investigación centra su estudio en 300 ladrillos de 13 cm de ancho, 24 cm de largo y 9 cm de alto; siendo 75 ladrillos como muestra patrón, es decir sin materiales reciclables y 75 ladrillos por cada porcentaje de materiales reciclables los cuales suman 225 en los 3 porcentajes. Es preciso señalar que la Norma E.070 Albañilería, en su Artículo 5°, Inciso 5.4 indica que se debe seleccionar al azar 10 unidades, estas 10 unidades sirven para realizar la prueba de variación dimensional y la prueba de alabeo, el mismo inciso señala que esas mismas 10 unidades sirven para realizar los estudios de compresión y absorción, debiendo ensayarse 5 unidades a compresión y 5 unidades para la prueba de absorción. Se adjunta tabla con el detalle de las cantidades. (Ver Tabla 1)

Tabla 1. Desagregado de la cantidad de la muestra

Unidades de Albañilería de Concreto	Ensayo	Norma	Cantidad	Parcial
	Variación dimensional	NTP 399.613	3	
	Absorción	NTP 399.613	3	3
	Alabeo	NTP 399.613	3	
	Resistencia a la compresión	NTP 399.613	9	9
	Resistencia a la compresión axial de pilas	NTP 399.605	9	9
	Resistencia a la compresión diagonal de muretes	NTP 331.621	54	54
	Sub-Total 1			75
Unidades de Albañilería de Concreto Ecológico	Ensayo	Norma	Cantidad	Parcial
	Variación dimensional	NTP 399.613	3	
	Absorción	NTP 399.613	3	9
	Alabeo	NTP 399.613	3	
	Resistencia a la compresión	NTP 399.613	9	27
	Resistencia a la compresión axial de pilas	NTP 399.605	9	27
	Resistencia a la compresión diagonal de muretes	NTP 331.621	54	162
	Sub-Total 2			225
Total			300	

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Muestreo: El presente trabajo utiliza el muestreo no probabilístico, siendo el mismo el procedimiento que no utiliza el cálculo de probabilidades ni la ley del azar y como consecuencia las muestras obtenidas son sesgadas y ello no permite precisar el nivel de confiabilidad, que se presentan en los resultados que se obtienen en la

investigación (ÑAUPAS, y otros, 2014) ³⁴. Al tener un muestreo no probabilístico la cantidad de elementos para realizar el ensayo se va determinar de acuerdo a el Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma E.070 Albañilería, el mismo que según su Artículo 5°, Inciso 5.4, señala que el muestreo se debe realizar en obra y que por cada lote de 50 millares de unidades se seleccionan al azar 10 unidades, con los mismos se realiza la prueba de variación dimensional y la prueba de alabeo, el mismo inciso señala que de esas mismas 10 unidades, 5 se ensaya a compresión y 5 para la prueba de absorción.³⁵ La Norma E.070 en su Artículo 13° señala que las pruebas de laboratorio para determinar la compresión axial de pilas y la compresión diagonal de muretes se deben ejecutar de acuerdo a lo estipulado en las NTP 399.605 y NTP 399.621 respectivamente. La NTP 399.605 establece que la altura mínima de los prismas de albañilería será de dos unidades, la misma que debe guardar una relación altura-espesor de entre 1.3 y 5.0, por lo que se tomó en consideración obtener una relación altura-espesor de valor intermedio.

Unidad de análisis: La unidad de análisis es la respuesta a la interrogante ¿qué o a quién voy a estudiar? Y de ello nace la necesidad de establecer cuáles de los posibles grupos y/o elementos de la población se van a observar, en ese entonces el concepto de la unidad de análisis es simplemente cada miembro de que constituyen la muestra (BARRIGA, y otros, 2003) ³⁶. En la presente investigación la unidad de análisis está constituida por los ladrillos de concreto ecológico, los mismos que llevan esa denominación debido a que se reemplazó el agregado en porcentajes de 5%, 7.5 % y 10 % por vidrio y plástico PET reciclado.

3.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos

Son aquellas técnicas mediante el cual se obtienen y recopilan información relacionados con la problemática y el objetivo de la investigación. (Ver Tabla 2)

Técnicas de Investigación

La observación es la técnica aplicada en la investigación, puesto que la misma es la técnica que consiste en examinar con atención el fenómeno o la acción que se produce con la finalidad de captar las características, calidad y rasgos de los objetos para captar la información y analizarla. Es decir, es el procedimiento

sistemático de adquirir, recolectar y registrar los datos empíricos de objetos, eventos y acontecimientos o conducta humana con el fin de procesarlo y transformarlo en información (CALDUCH, 2014) ³⁷.

Instrumentos de recolección de datos

El término instrumento de prueba es un indicador para demostrar que los datos se derivan de un método de recuperación de datos (NAMAKFOROOSH, 2005) ³⁸. Los instrumentos que se utilizan son los mismos que se encuentran normados en las NTP 399.613, 399.605 y 399.621, donde se describe el procedimiento, materiales, instrumentos y equipos para realizar los ensayos. Así mismo se presenta una ficha para el cálculo del costo de producción de los ladrillos. (Ver Anexo 4)

Tabla 2. *Técnicas e instrumentos de recolección de datos*

Ítem	Descripción	Técnicas	Instrumento
03.01	Plástico PET	Observación directa	Ficha de recolección de datos
03.02	Vidrio	Observación directa	Ficha de recolección de datos
03.03	Propiedades Físicas	Observación experimental	Ficha de resultados de laboratorio (NTP 399.613)
03.04	Propiedades Mecánicas	Observación experimental	Ficha de resultados de laboratorio (NTP 399.613; 399.605, 399.621)
03.05	Costo	Observación directa	Ficha de recolección de datos

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Validez

Es el grado en el que el instrumento mide objetiva, precisa, veraz y verdaderamente la variable que se busca medir; es decir cuando nos permite extraer los datos que necesitamos conocer y haya la posibilidad de poder generalizar los resultados y estos sean compartido en distinto tiempo y escenario por diferentes poblaciones (PÁRAMO, 2017) ³⁹. La presente investigación cuenta con 8 indicadores, de los cuales 6 son con resultados de laboratorio y 2 que lo realiza el investigador, siendo el mismo el indicador denominado “costo” y el porcentaje de adición, motivo por el cual se realizó la validación de instrumento a través de juicio de experto, el mismo

que obtuvo la puntuación de 1.0, el cual refleja una valoración del coeficiente Kappa “casi perfecta”. (Ver Tabla 3)

Tabla 3. Valoración del coeficiente kappa

Coeficiente kappa	Fuerza de la concordancia
0,00	Pobre (<i>Poor</i>)
0,01 - 0,20	Leve (<i>Slight</i>)
0,21 - 0,40	Aceptable (<i>Fair</i>)
0,41 - 0,60	Moderada (<i>Moderate</i>)
0,61 - 0,80	Considerable (<i>Substantial</i>)
0,81 - 1,00	Casi perfecta (<i>Almost perfect</i>)

Fuente: LANDIS, y otros, 1977.

Confiabilidad

La confiabilidad del instrumento depende de la estabilidad de los datos obtenidos y elimina el riesgo de cambios entre diferentes situaciones y tiempos de aplicación. En la investigación experimental, la confiabilidad del instrumento depende completamente de la tecnología y los factores humanos. Por lo tanto, no solo es importante el ajuste adecuado de las condiciones y los instrumentos, sino también la capacitación del personal que debe operar los instrumentos durante el muestreo o la medición. (MATA, 2020) ⁴⁰. Los procesos, los formatos de fichas de laboratorio, los instrumentos y equipos están normados y estandarizados y cuentan con certificados que garantizan que los resultados obtenidos son reales

3.5 Procedimiento

El procedimiento que sigue la investigación, mediante el cual se planea conseguir los objetivos está determinado por las siguientes etapas:

- a) Etapa de Diseño: se determina la dosificación a utilizar, mediante el método del American Concrete Institute (ACI) 211, siendo la resistencia a compresión teórica de $f'c=130 \text{ kg/cm}^2$, para un ladrillo tipo IV.
- b) Etapa de pesado de materiales: Obtenido la dosificación de la mezcla se procede a la medición de la cantidad de los materiales, el mismo que se realiza mediante su pesaje.

- c) Etapa de preparación del concreto: Para obtener un concreto más homogéneo se procede a realizar el mezclado mecánico con un trompo mezclador.
- d) Etapa de elaboración del ladrillo: Se procede a elaborar los ladrillos de concreto, en mismo que se realiza con moldes metálicos.
- e) Etapa de Curado del concreto: Se procede a curar el ladrillo por un tiempo de 28 días, manteniendo a las muestras sumergida en agua.
- f) Etapa de ensayos: Se procede a realizar los ensayos, siguiendo los procedimientos estipulados por las NTP 399.613, 399.605, 399.621 y 331.017.

3.6 Método de análisis de datos

Los datos a obtener se anotan en las fichas de resultados de laboratorio y en las fichas de recolección de datos, el procesamiento de información se realiza con el uso del software matemático Microsoft Excel 2019, que es un programa informático con funciones matemáticas desarrollado y distribuido por Microsoft Corporation. Los estadísticos a utilizar son: el porcentaje, la media y la desviación estándar.

3.7 Aspectos éticos

Los procedimientos ejecutados obedecen a aquellos estipulados en las normas descritas, realizadas hasta el mínimo detalle. El laboratorio donde se realiza las pruebas cuenta con todas las certificaciones para brindar resultados confiables, lo que demuestra que los resultados obtenidos son absolutamente confiables, obedeciendo y reflejando la verdad en la investigación.

IV. RESULTADOS

En esta sección se redactan los resultados obtenidos en el laboratorio de materiales, como producto de realizar los ensayos para el diseño de mezcla, así como también los ensayos para describir las propiedades mecánicas y físicas de los ladrillos del concreto patrón y las 3 adiciones de material reciclable. Así mismo, se muestra el cálculo del costo de producción.

Los resultados de laboratorio se encuentran en el anexo 9.

4.1 Descripción de la zona de estudio

Ubicación del proyecto

La zona de estudio es la provincia de Lima Metropolitana, la misma que es la capital del Perú. Lima está ubicada en parte central de la costa del Perú, limitando al oeste con el Océano Pacífico y la provincia constitucional del Callao, al este con la provincia de Canta y provincia de Huarochirí, al norte con la provincia de Huaral y al sur con la provincia de Cañete. Lima es la metrópolis con mayor población y extensión del Perú, su extensión territorial abarca aproximadamente 2 638 km². Posee un clima húmedo, debido a su ubicación geográfica; posee una temperatura media anual de 18 °C. Por ser la capital del Perú, la municipalidad de Lima ejerce competencias de gobierno regional y gobierno local.

Lima está distribuida en 43 distritos, los mismos que hacen que esta ciudad según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), cuente con 9 752 000 habitantes, de ellos 48,7 % son varones. El total de la población es urbana.

Lima tiene las siguientes coordenadas como puntos extremos:

Tabla 4. *Coordenadas de la provincia de Lima*

Orientación	Norte	Este	Sur	Oeste
Latitud Sur	11°34'21"	11°57'11"	12°31'12"	11°46'60"
Longitud Oeste	77°04'01"	76°38'50"	76°47'03"	77°11'54"
Lugar	Cerro Aucallama aprox. 1.19 km de la quebrada Montura	Sobre la quebrada La Pomada, aprox. 1.40 km del cerro Santa Ana	En los límites de la Playa Punta Ñaves, con la carretera Panamericana Sur.	Playa Salitral límite con el Océano Pacífico.

Fuente: INEI, 2018.

Procedencia de los agregados

Los agregados utilizados en la fabricación de los ladrillos de concreto ecológico provienen del territorio de la Quebrada de Quilca, en el Kilómetro 39.5 de la autopista a Canta, puente Trapiche en el distrito de Santa Rosa de Quives, departamento de Lima – Perú.

La cantera Trapiche, se encuentra en las coordenadas 286 005 E y 8 705 462 N del Sistema Geodésico WGS 84. (Ver figura 3)



Figura 2. Ubicación de la Cantera Trapiche

Fuente: Google Earth Pro, 2021.

Procedencia de los materiales reciclables

El vidrio y el plástico PET, se obtuvieron mediante actividades de reciclaje desarrolladas por el investigador, tanto recolectando en las calles como almacenando los envases utilizados en la alimentación. Estos materiales fueron lavados y posteriormente molidos. (Ver anexo 7)

4.2 Trabajos previos

Para la fabricación de los ladrillos de concreto ecológico se procedió a realizar los ensayos de materiales para el diseño de mezcla, recolección y molido de plástico PET, recolección y molido de vidrio, armado del molde y elaboración de ladrillos ecológicos.

Diseño de Mezcla

Se compone de 2 etapas: Ensayos físicos de materiales y el diseño de mezcla.

Características físicas y mecánicas de los materiales

Las características físicas y mecánicas de los agregados finos y gruesos de la cantera “Trapiche”, se describen a continuación:

Tabla 5. Propiedades físicas y mecánicas del agregado fino

Material	Peso Específico	Módulo de finura	Humedad Natural %	Absorción %	Peso Unitario Suelto kg/m ³	Peso Unitario Suelto kg/m ³
Agregado Fino	2.64	3.20	1.20	1.50	1612.00	1805.00

Fuente: Elaboración propia, 2021.

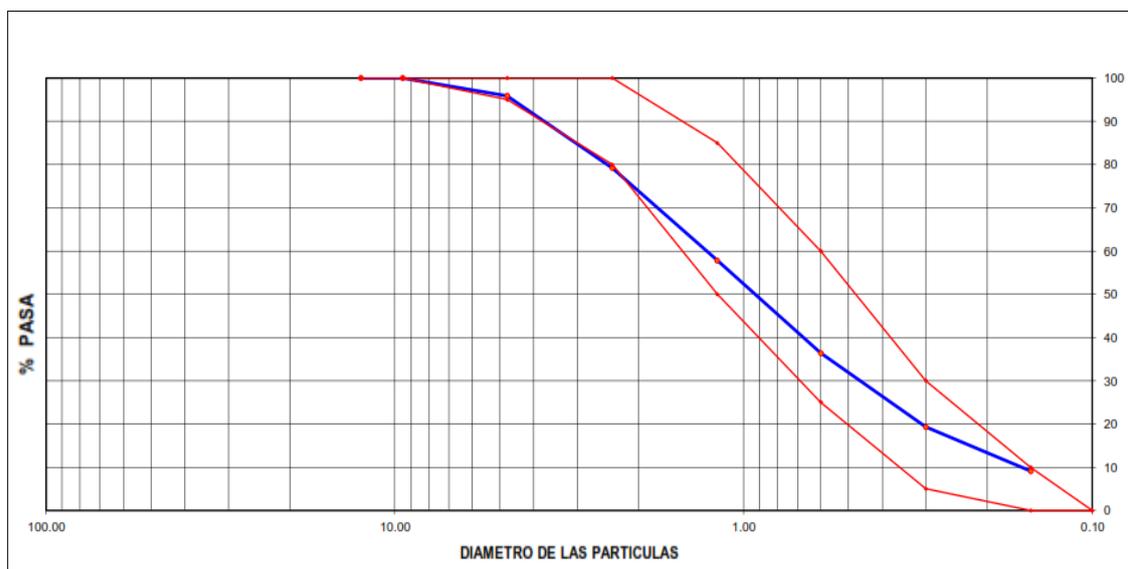


Figura 3. Curva granulométrica del agregado fino

Fuente: Elaboración propia, 2021.

De los resultados de los ensayos obtenidos con respecto al agregado fino de la cantera “Trapiche”, se puede acotar lo siguiente:

- El análisis granulométrico refleja una curva de granulometría que se encuentra en gran parte dentro de lo estipulado por el huso M de la norma NTP 400.037.
- El valor del módulo de finura se encuentra dentro del rango establecido por la normatividad peruana, la misma señala que el módulo de finura se debe encontrar en el intervalo de 2.3 y 3.1.
- El peso unitario se encuentra dentro de los parámetros establecidos en la norma NTP 400.017, mostrando que el agregado es de buena calidad.

Tabla 6. *Propiedades físicas y mecánicas del agregado grueso*

Material	Peso Específico	Módulo de finura	Humedad Natural %	Absorción %	Peso Unitario Suelto kg/m ³	Peso Unitario Suelto kg/m ³
Agregado Grueso	2.67	6.97	0.10	1.20	1325.00	1443.00

Fuente: Elaboración propia, 2021.

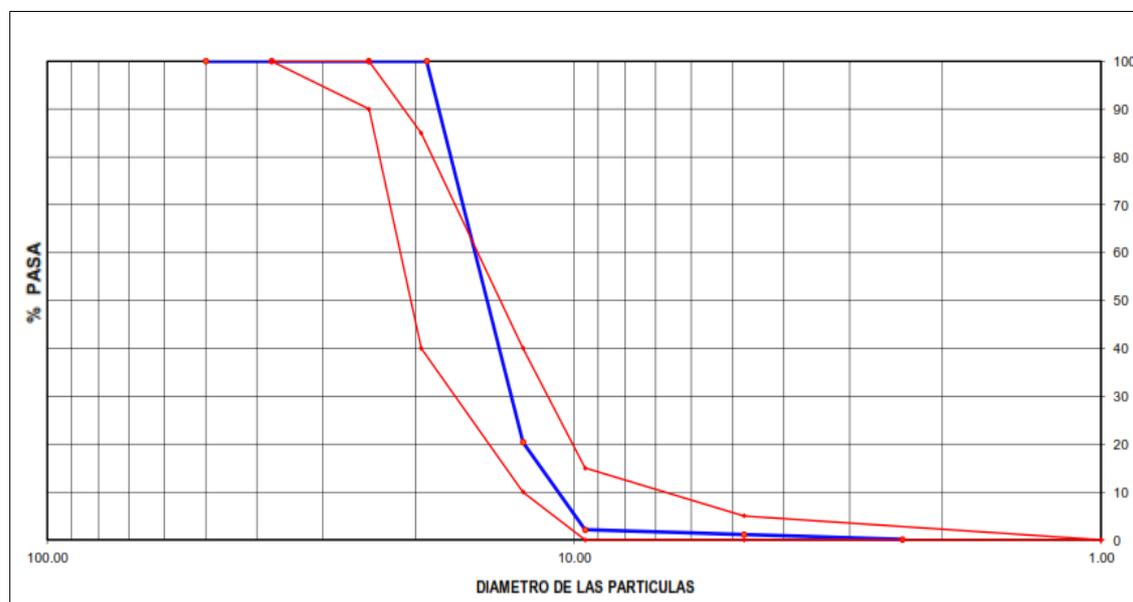


Figura 4. Curva granulométrica del agregado grueso

Fuente: Elaboración propia, 2021.

De los resultados de los ensayos obtenidos con respecto al agregado grueso de la cantera “Trapiche”, se puede acotar lo siguiente:

- El análisis granulométrico refleja una curva de granulometría que se encuentra en el huso granulométrico indicado en la norma ASTM C 33.
- El valor del módulo de finura y el peso específico del agregado grueso indican que es óptimo el uso del agregado para elaborar concreto.
- El peso unitario se encuentra dentro de los parámetros establecidos en la norma NTP 400.017, mostrando que el agregado es de buena calidad.

Para el cálculo de los datos obtenidos ver el Anexo 9.

Diseño de mezcla

Se realizó 1 diseño de mezcla patrón, utilizando los datos de las propiedades físicas y mecánicas determinadas en el ítem anterior, para ello se siguió lo estipulado en la metodología del ACI 211. Es preciso señalar que el aglomerante utilizado fue el cemento Tipo I de la marca Sol, se detalla a continuación:

Tabla 7. Diseño de Mezcla

Diseño de Mezcla Patrón	Dosificación en peso (P ³) f'c = 130 kg/cm ²			
	Cemento	1.00		
	Agua	31.7 L		
	Agregado Fino	2.62		
	Agregado Grueso	2.83		
Diseño de mezcla ecológica	Dosificación en peso (P ³) f'c = 130 kg/cm ²	Reemplazo 2.50 %	Reemplazo 3.75 %	Reemplazo 5.00 %
	Cemento	1 p ³	1 p ³	1 p ³
	Agua	31.7 L 399.613	31.7 L 399.613	31.7 L
	Agregado Fino	2.32 p ³	2.29 p ³	2.26 p ³
	Agregado Grueso	2.50 p ³	2.47 p ³	2.44 p ³
	Plástico PET	0.070 p ³	0.10 p ³	0.13 p ³
	Vidrio	0.060 p ³	0.09 p ³	0.12 p ³

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Es preciso señalar que en la tabla 7 se señala como cantidad de material reciclable de reemplazo los valores de 2.5%, 3.75% y 5%, esto haciendo referencia a la cantidad de cada material de reciclaje que sumados dan el porcentaje de reemplazo total de la investigación, siendo 5%, 7.5% y 10 % de vidrio y plástico PET respectivamente.

Elaboración de unidades de albañilería

Para la elaboración de los 300 ladrillos (alto:9 cm, ancho. 13 cm y 24 cm de largo) se necesitó 0.82 m³ de concreto. Se detalla a continuación la cantidad de materiales utilizados en la presente investigación:

Tabla 8. Cantidad de materiales utilizados en la investigación

Materiales utilizados	Patrón	Reemplazo 2.50 %	Reemplazo 3.75 %	Reemplazo 5.00 %	Total
Cemento (kg)	64.46	64.46	64.46	64.46	257.84
Agua (Litros)	48.04	48.04	48.04	48.04	192.16
Agregado Grueso (kg)	182.63	176.19	172.19	169.74	700.75
Agregado Fino (kg)	169.05	162.61	159.38	156.16	647.20
Plástico PET (kg)	0.00	6.45	9.67	12.89	29.01
Vidrio (kg)	0.00	6.45	9.67	12.89	29.01

Fuente: Elaboración propia, 2021.

4.3 Propiedades físicas de las unidades de albañilería

Se muestran los resultados de ensayos físicos obtenidos en laboratorio, después de 28 días de curado del ladrillo.

Variación dimensional

Es sabido que ningún ladrillo posee un dimensionamiento geométrico perfecto. Este ensayo es de suma importancia, ya que permite estimar el espesor de la junta con el que se formarán los muros de albañilería, puesto que mientras más imperfectas sean las dimensiones de los ladrillos, las juntas son de mayor espesor, influyendo en la disminución de la resistencia al corte y compresión del muro de albañilería.

Se realizó la medición a 3 muestras de cada porcentaje experimentado, sumando un total de 12 muestras. El procedimiento se realiza tomando 4 medidas tanto del ancho, largo y altura. Las distancias son consideradas a partir de los puntos medios de las aristas de cada cara. El resultado final de las dimensiones es la media de los 4 valores observados. Los ladrillos fueron dimensionados para 24 cm de largo, 13 cm de ancho y 9 cm de altura. Los datos obtenidos en los ensayos se detallan a continuación en la tabla 9.

Tabla 9. Resultados de ensayo de Variación Dimensional

Espécimen	Largo (cm)	% VD	Ancho (cm)	% VD	Alto (cm)	% VD
Dimensión de diseño	24.00	-----	13.00	-----	9.00	-----
P1	23.90	0.42	12.90	0.77	8.90	1.11
P2	24.00	0.00	13.00	0.00	9.00	0.00
P3	23.90	0.42	13.00	0.00	8.90	1.11
V+PET 5 %	24.00	0.00	13.10	-0.77	9.10	-1.11
V+PET 5 %	24.10	-0.42	13.20	-1.54	9.10	-1.11
V+PET 5 %	24.10	-0.42	13.20	-1.54	9.10	-1.11
V+PET 7.5 %	24.10	-0.42	13.10	-0.77	9.20	-2.22
V+PET 7.5 %	24.20	-0.83	13.20	-1.54	9.10	-1.11
V+PET 7.5 %	24.20	-0.83	13.20	-1.54	9.10	-1.11
V+PET 10 %	24.20	-0.83	13.20	-1.54	9.30	-3.33
V+PET 10 %	24.10	-0.42	13.20	-1.54	9.20	-2.22
V+PET 10 %	24.20	-0.83	13.10	-0.77	9.20	-2.22

Fuente: Elaboración propia, 2021.

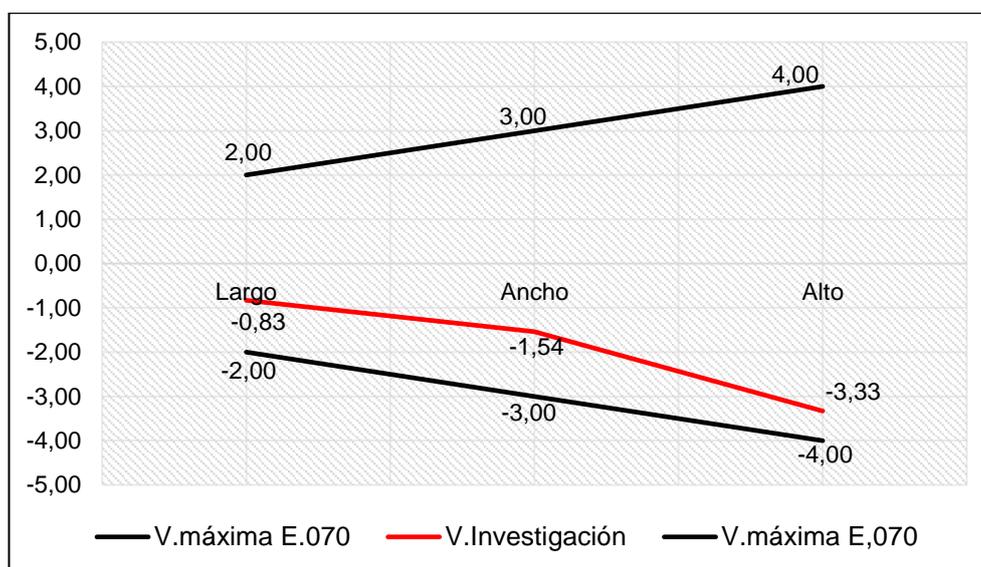


Figura 5. Rangos de Variación de dimensiones según Norma E.070

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Se puede observar en la Tabla 9 que la muestra con mayor variación en sus dimensiones es la primera muestra de reemplazo de vidrio y plástico PET en proporción de 10 %, con una variación en el largo de -0.83 %, ancho -1.54 % y alto -3.33 %, lo que evidencia que las dimensiones de los ladrillos de concreto ecológico varía notoriamente con respecto a los ladrillos de concreto convencional, puesto que como se observa en la figura 5, la Norma E.070 de Albañilería establece en el Capítulo 3, Artículo 5, Inciso 5.2 que para el ladrillo tipo IV se permite una variación máxima para el largo de $\pm 2\%$, ancho $\pm 3\%$ y alto $\pm 4\%$. Por consecuencia, las

unidades de albañilería que se elaboraron en la presente investigación, al encontrarse dentro del rango permitido por la normatividad son aceptados para utilizarse como materiales en la construcción de muros de albañilería, sirviendo también como elemento para la construcción sustentable.

Absorción

Este ensayo busca determinar el potencial de absorción de las muestras, se realiza en un medio totalmente saturado. Las unidades de albañilería que poseen una absorción excesiva dificultan la unión ladrillo – mortero, puesto que el mortero, sufre pérdida rápida de agua que es absorbida por la unidad, deformándose y endureciéndose, impidiendo la óptima unión entre las unidades de albañilería. El resultado de este fenómeno es una adhesión baja e incompleta, dejando uniones carentes de resistencia y permeables al agua. Los datos obtenidos en los ensayos se detallan a continuación en la tabla 10.

Tabla 10. Resultados de pruebas de Absorción

Espécimen	Peso seco (gr)	Peso saturado por 24 h (gr)	Absorción (%)
P1	4329.00	4467.00	3.20
P2	4298.00	4452.00	3.60
P3	4236.00	4385.00	3.50
V+PET 5%	4193.00	4354.00	3.80
V+PET 5%	4158.00	4312.00	3.70
V+PET 5%	4128.00	4279.00	3.70
V+PET 7.5%	4098.00	4259.00	3.90
V+PET 7.5%	4038.00	4192.00	3.80
V+PET 7.5%	4058.00	4212.00	3.80
V+PET 10%	4291.00	4446.00	3.60
V+PET 10%	4230.00	4385.00	3.70
V+PET 10%	4102.00	4248.00	3.60

Fuente: Elaboración propia, 2021.

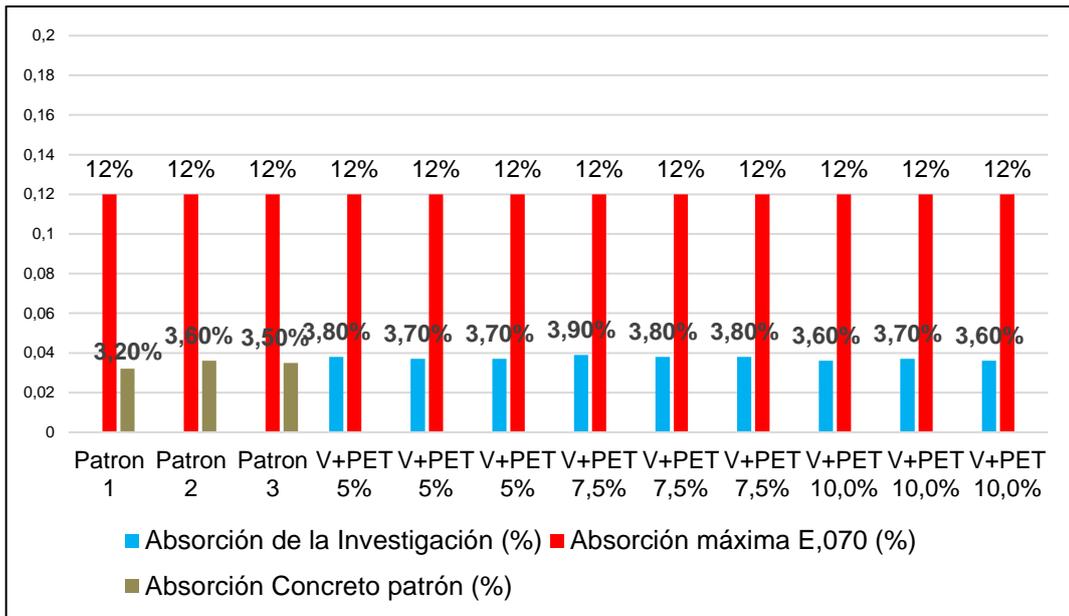


Figura 6. Resultados de laboratorio - Absorción E.070

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Se visualiza en la Tabla 10 que la muestra con mayor Absorción es la primera muestra de reemplazo de vidrio y plástico PET en proporción de 7.5 % con una Absorción de 3.9 %, variando en 0.30% con respecto a la muestra patrón, lo que evidencia que la absorción de los ladrillos ecológicos varía notoriamente con respecto a los ladrillos de concreto convencional, puesto que como se observa en la figura 5, la Norma E.070 de Albañilería establece en el Capítulo 3, Artículo 5, Inciso 5.5, Literal b, que el ladrillo de concreto tendrá una absorción no mayor de 12%. Por consecuencia, las unidades de albañilería que se elaboraron en la presente investigación, al encontrarse dentro del rango permitido por la normatividad son aceptados para utilizarse como materiales en la construcción de muros de albañilería, sirviendo también como elemento para la construcción sustentable.

Alabeo

Con este ensayo se busca determinar la convexidad y concavidad de las muestras sobre un plano horizontal. Los efectos de este fenómeno son similares a los de variación dimensional, tanto que un valor mayor del alabeo se refleja en un espesor mayor de la junta. Así mismo, disminuye la adherencia ladrillo – mortero al formar huecos en las superficies alabeadas, teniendo como consecuencia la reducción de

la resistencia y fuerza cortante del muro de albañilería. Los datos obtenidos en los ensayos se detallan a continuación en la tabla 11.

Tabla 11. Resultados de ensayos de Alabeo

Espécimen	Concavidad de la Cara superior (mm)	Convexidad de la cara superior (mm)	Concavidad de la Cara inferior (mm)	Convexidad de la cara inferior (mm)	Alabeo mayor (mm)
P1	1.00	0.00	0.00	2.00	2.00
P2	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00
P3	0.00	2.00	1.00	0.00	2.00
V+PET 5%	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00
V+PET 5%	0.00	2.00	1.00	0.00	2.00
V+PET 5%	2.00	0.00	0.00	1.00	2.00
V+PET 7.5%	3.00	0.00	0.00	2.00	3.00
V+PET 7.5%	0.00	1.00	2.00	0.00	2.00
V+PET 7.5%	1.00	0.00	0.00	3.00	3.00
V+PET 10%	4.00	0.00	0.00	2.00	4.00
V+PET 10%	0.00	3.00	2.00	0.00	3.00
V+PET 10%	3.00	0.00	0.00	2.00	3.00

Fuente: Elaboración propia, 2021.

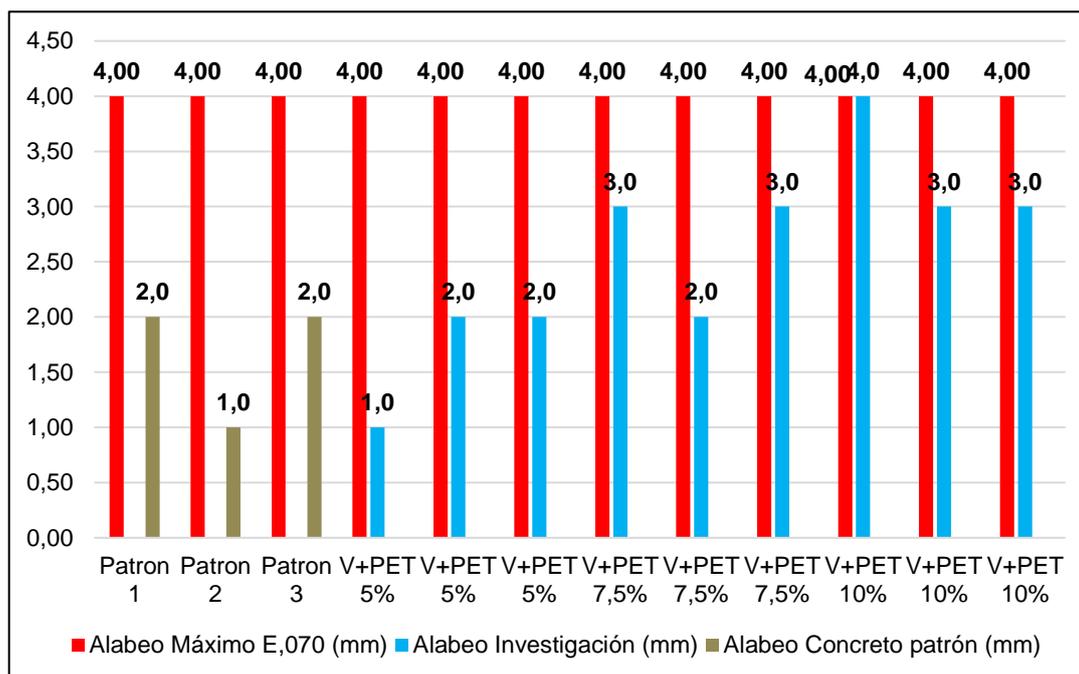


Figura 7. Resultados de ensayos de Alabeo

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Se visualiza en la Tabla 11 que la muestra con mayor Alabeo es la primera muestra de reemplazo de vidrio y plástico PET en proporción de 10 %, con un alabeo de 4 mm, variando en 2 mm con respecto a la muestra patrón, lo que evidencia que las superficies de los ladrillos de concreto ecológico varía notoriamente con respecto a

los ladrillos de concreto convencional, puesto que como se observa en la figura 7, la Norma E.070 de albañilería establece en el Capítulo 3, Artículo 5, Inciso 5.2 que para el ladrillo tipo IV se permite un alabeo máximo de 4 milímetros. Las unidades de albañilería que se elaboraron en la presente investigación, al encontrarse dentro del rango permitido por la normatividad son aceptadas para utilizarse como materiales constructivos para muros de albañilería, sirviendo también como elemento para la construcción sustentable.

4.4 Propiedades mecánicas de las unidades de albañilería

Resistencia a la Compresión

Esta propiedad es la característica más fundamental de las unidades de albañilería, puesto que, dicha propiedad no solo define el nivel de su condición estructural, sino que también la categoría de su resistencia a los agentes atmosféricos u otras causas de deterioro. Mediante este ensayo se evaluó la resistencia del ladrillo por unidad sometido a cargas de compresión axial. Los datos obtenidos en los ensayos se detallan a continuación en la tabla 12, 13 y 14.

Tabla 12. Resistencia a compresión del ladrillo con 7 días de curado

Espécimen	Edad en días	Esfuerzo (kg/cm ²)	F [´] c de diseño (kg/cm ²)	% f [´] c	Promedio %
P1	7	104.10	130.00	80.10	79.23
P2	7	101.90	130.00	78.40	
P3	7	103.00	130.00	79.20	
V+PET 5%	7	135.50	130.00	104.20	103.47
V+PET 5%	7	133.90	130.00	103.00	
V+PET 5%	7	134.10	130.00	103.20	
V+PET 7.5%	7	120.50	130.00	92.70	90.17
V+PET 7.5%	7	118.20	130.00	90.90	
V+PET 7.5%	7	113.00	130.00	86.90	
V+PET 10%	7	102.10	130.00	78.60	78.40
V+PET 10%	7	101.60	130.00	78.20	
V+PET 10%	7	101.90	130.00	78.40	

Fuente: Elaboración propia, 2021.

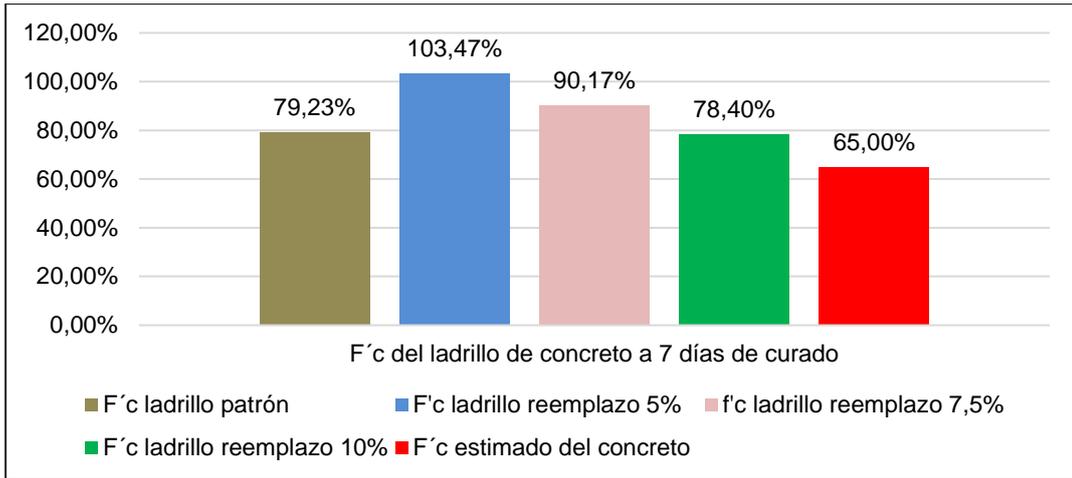


Figura 8. Relación de f'c del ladrillo expresado en % a 7 días de curado

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Tabla 13. Resistencia a compresión del ladrillo a 14 días de curado

Espécimen	Edad en días	Esfuerzo (kg/cm ²)	F'c de diseño (kg/cm ²)	% f'c	Promedio %
P1	14	125.80	130.00	96.80	93.87
P2	14	120.50	130.00	92.70	
P3	14	119.70	130.00	92.10	
V+PET 5%	14	170.70	130.00	131.30	145.90
V+PET 5%	14	203.20	130.00	156.30	
V+PET 5%	14	195.10	130.00	150.10	
V+PET 7.5%	14	135.50	130.00	104.30	102.90
V+PET 7.5%	14	130.10	130.00	100.10	
V+PET 7.5%	14	135.60	130.00	104.30	
V+PET 10%	14	112.80	130.00	86.70	88.77
V+PET 10%	14	120.5	130.00	92.70	
V+PET 10%	14	113.00	130.00	86.90	

Fuente: Elaboración propia, 2021.

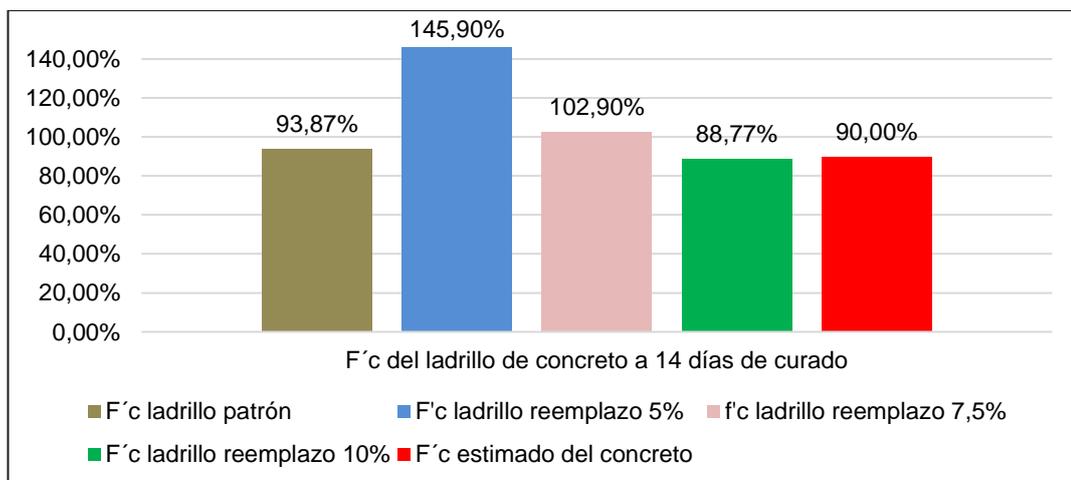


Figura 9. Relación de f'c del ladrillo expresado en % a los 14 días de curado

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Tabla 14. Resistencia a compresión del ladrillo a los 28 días de curado

Espécimen	Edad en días	Esfuerzo (kg/cm ²)	F'c de diseño (kg/cm ²)	% f'c	Promedio %
P1	28	180.70	130.00	139.00	136.23
P2	28	178.40	130.00	137.20	
P3	28	172.20	130.00	132.50	
V+PET 5%	28	246.20	130.00	189.40	190.67
V+PET 5%	28	248.90	130.00	191.40	
V+PET 5%	28	248.50	130.00	191.20	
V+PET 7.5%	28	201.10	130.00	154.70	160.03
V+PET 7.5%	28	213.20	130.00	164.00	
V+PET 7.5%	28	209.90	130.00	161.40	
V+PET 10%	28	135.70	130.00	104.40	124.37
V+PET 10%	28	196.60	130.00	151.30	
V+PET 10%	28	152.60	130.00	117.40	

Fuente: Elaboración propia, 2021.

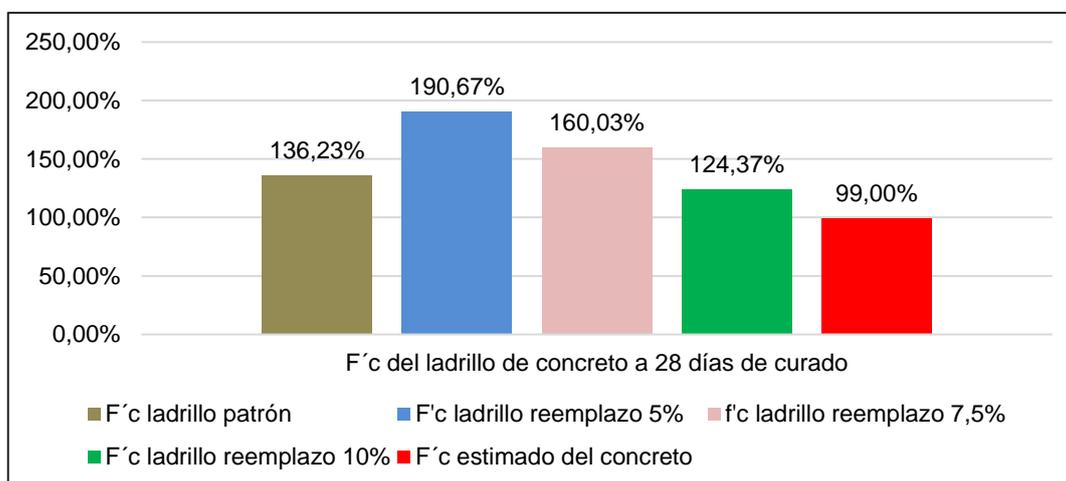


Figura 10. Relación de f'c del ladrillo expresado en % a los 28 días de curado

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Se visualiza en la Tabla 12, Tabla 13 y Tabla 14 que la resistencia a compresión de los ladrillos a 7 días, 14 días y 28 días de curado desarrollan un f'c superior a la resistencia a compresión de diseño, variando en 90.67 %, 60.03 % y 24.37 % con respecto al f'c de diseño, lo que evidencia que el nivel de su calidad estructural varía notoriamente con respecto a los ladrillos de concreto convencional, puesto que como se observa en las figuras 8, figura 9 y figura 10 la resistencia a compresión de los ladrillos ecológicos es mayor a la resistencia a compresión de diseño, por lo tanto se aceptan para utilizarse como materiales en la construcción de muros de albañilería, sirviendo también como elemento para la construcción sustentable.

Resistencia a la Compresión axial de pilas

Las pilas de pared son prismas formados por más de dos capas de unidades colocadas una encima de la otra unidas con mortero, con una altura total que no debe ser demasiado grande para facilitar su elaboración, almacenamiento y transporte desde el origen en obra hasta el Laboratorio. Las pilas, de 28 días de antigüedad, se someten a pruebas de compresión y los resultados se usan para dimensionar estáticamente las paredes de un edificio, así como también para controlar la calidad de la estructura de mampostería. La investigación desarrolló pilas de 3 hiladas, puesto que la NTP 399.605 establece que la altura mínima de los prismas de albañilería será de dos unidades, la misma que debe guardar una relación de la altura y el espesor de entre 1.3 y 5.0. Los datos obtenidos en los ensayos se detallan a continuación en la tabla 15.

Tabla 15. Resultados de compresión axial de pilas

Espécimen	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	f'm (kg/cm ²)	f'm corregido (kg/cm ²)
P1	309.00	24355.60	78.70	61.40
P2	309.00	24255.60	78.40	61.10
P3	309.00	24565.60	79.40	61.90
V+PET 5%	309.00	25365.30	82.00	63.90
V+PET 5%	309.00	25586.60	82.70	64.50
V+PET 5%	309.00	25456.60	82.30	64.20
V+PET 7.5%	309.00	24568.60	79.40	61.90
V+PET 7.5%	309.00	24365.60	78.80	61.40
V+PET 7.5%	309.00	24683.60	79.80	62.20
V+PET 10%	309.00	23365.60	75.50	58.90
V+PET 10%	309.00	23523.60	76.00	59.30
V+PET 10%	309.00	23416.60	77.30	60.30

Fuente: Elaboración propia, 2021.

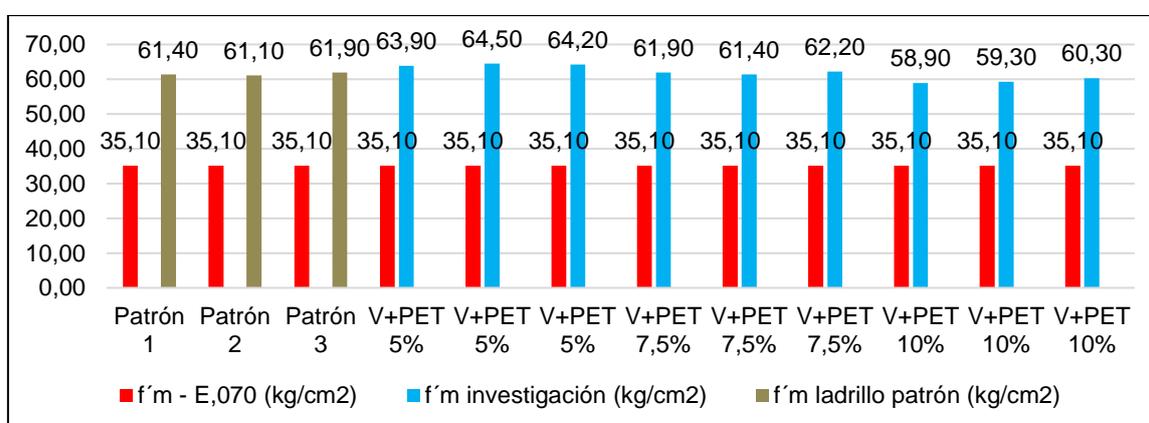


Figura 11. Resultados de compresión en pilas

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Se visualiza en la Tabla 15 y figura 11 que la resistencia a compresión en pilas desarrolla valores superiores a los indicados por la Norma E.070 de Albañilería en comparativa con los ladrillos King Kong artesanal de arcilla, variando en 2.3%, 1% y -1.6% con respecto a la muestra patrón, lo que evidencia que el nivel de su calidad estructural varía notoriamente con respecto a los ladrillos de concreto convencional, por lo tanto se aceptan para utilizarse como materiales en la construcción de muros de albañilería, sirviendo también como elemento para la construcción sustentable.

Resistencia a la Compresión diagonal de muretes

Este ensayo tiene como propósito conocer la capacidad a la resistencia al corte puro (V_m), y eventualmente dependiendo del equipamiento, se instrumenta y anotan todas aquellas deformaciones diagonales que se presentan, con la finalidad de determinar y conocer el módulo de corte de la albañilería. Los datos obtenidos en los ensayos se detallan a continuación en la tabla 16.

Tabla 16. Resultados de compresión diagonal de muretes

Espécimen	Área bruta (mm²)	Fuerza máxima (kg)	Esfuerzo V_m (kg/cm²)
P1	80193.60	9771	8.60
P2	78543.20	9587	8.60
P3	80219.70	9255	8.20
V+PET 5%	78489.30	10223	9.20
V+PET 5%	80187.10	10020	8.80
V+PET 5%	78536.60	10111	9.10
V+PET 7.5%	80193.60	9854	8.70
V+PET 7.5%	78482.80	9901	8.90
V+PET 7.5%	80219.70	9890	8.70
V+PET 10%	78549.70	8999	8.10
V+PET 10%	80200.10	9039	8.00
V+PET 10%	78644.20	8770	7.90

Fuente: Elaboración propia, 2021.

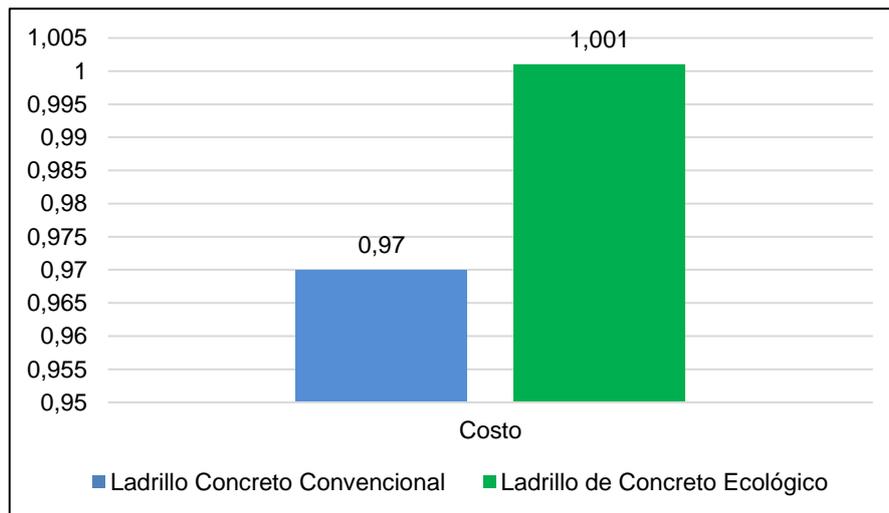


Figura 13. Comparativa de costo ladrillo ecológico - costo ladrillo convencional

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Se visualiza en la tabla 17 que para elaborar 300 muestras de concreto ecológico el costo de producción fue de 274.14 soles.

El costo unitario de producción de ladrillo de concreto ecológico es de 0.91 soles, teniendo en cuenta una utilidad del 10% el costo comercial del ladrillo de concreto ecológico es de 1.001 soles. Realizando una comparativa con el ladrillo de concreto convencional, el mismo que en la actualidad tiene un valor en el mercado de 0.97 soles, variando en 0.031 soles. Se denota que bajo la modalidad de adquisición de materiales seguida en la investigación el precio de ladrillos de concreto ecológico es mayor al de ladrillos de concreto convencional, denotando que el costo de los ladrillos de concreto ecológico varía notoriamente.

4.6 Contrastación de la Hipótesis

Contraste de Hipótesis: Unidades de albañilería de concreto ecológico y propiedades físicas

Para realizar la contrastación, las hipótesis planteadas son:

H₀: Las propiedades físicas de las unidades de albañilería de concreto ecológico con adición de materiales reciclables no varían notoriamente.

H_a: Las propiedades físicas de las unidades de albañilería de concreto ecológico con adición de materiales reciclables varían notoriamente.

Variación Dimensional

El tamaño de los lados de las unidades de albañilería de concreto ecológico presentan ciertas alteraciones. Al reemplazar los agregados por los materiales reciclables, estos tienen influencia en las dimensiones de los ladrillos de concreto ecológico puesto que, los datos obtenidos muestran variaciones máximas de -0.83 % en el largo, -1.54 % en el ancho y -2.22 % en el alto. Lo que significa que, las dimensiones de las unidades de albañilería de concreto ecológico varían notoriamente. (Ver tabla 18 y figura 14)

Tabla 18. Influencia de los materiales reciclados en la variación de dimensiones

Espécimen	Variabilidad de dimensión (Largo)	Variabilidad de dimensión (Ancho)	Variabilidad de dimensión (Alto)
P1	0.42 %	0.77 %	1.11 %
P2	0.00 %	0.00 %	0.00 %
P3	0.42 %	0.00 %	1.11 %
V+PET 5 %	0.00 %	-0.77 %	-1.11 %
V+PET 5 %	-0.42 %	-1.54 %	-1.11 %
V+PET 5 %	-0.42 %	-1.54 %	-1.11 %
V+PET 7.5 %	-0.42 %	-0.77 %	-2.22 %
V+PET 7.5 %	-0.83 %	-1.54 %	-1.11 %
V+PET 7.5 %	-0.83 %	-1.54 %	-1.11 %
V+PET 10 %	-0.83 %	-1.54 %	-3.33 %
V+PET 10 %	-0.42 %	-1.54 %	-2.22 %
V+PET 10 %	-0.83 %	-0.77 %	-2.22 %

Fuente: Elaboración propia, 2021.

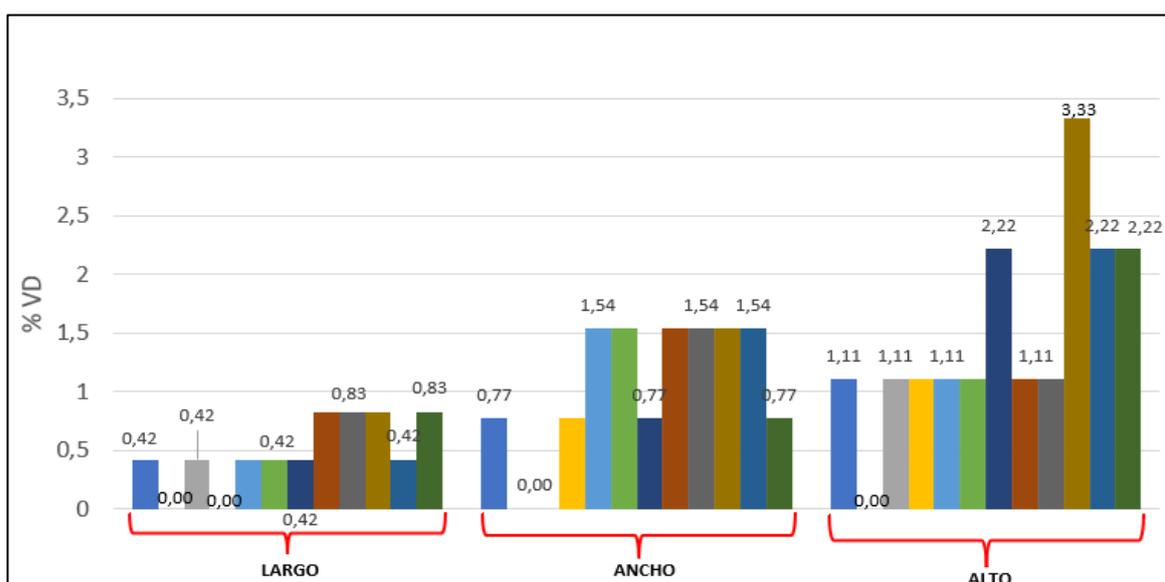


Figura 14. Influencia de los materiales reciclados en la variación de dimensiones

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Absorción

La capacidad de absorción de las unidades de albañilería de concreto ecológico presentan ciertas alteraciones. Al reemplazar los agregados por los materiales reciclables, estos tienen influencia en el desarrollo de la capacidad de absorción de los ladrillos de concreto ecológico puesto que, los datos obtenidos muestran un valor máximo de absorción de 3.90 % y un valor mínimo de 3.2 %. Lo que significa que, la capacidad de absorción de las unidades de albañilería de concreto ecológico varían notoriamente. (Ver tabla 19 y figura 15)

Tabla 19. Influencia de los materiales reciclados en la Absorción

Espécimen	Absorción (%)
P1	3.20
P2	3.60
P3	3.50
V+PET 5%	3.80
V+PET 5%	3.70
V+PET 5%	3.70
V+PET 7.5%	3.90
V+PET 7.5%	3.80
V+PET 7.5%	3.80
V+PET 10%	3.60
V+PET 10%	3.70
V+PET 10%	3.60

Fuente: Elaboración propia, 2021.

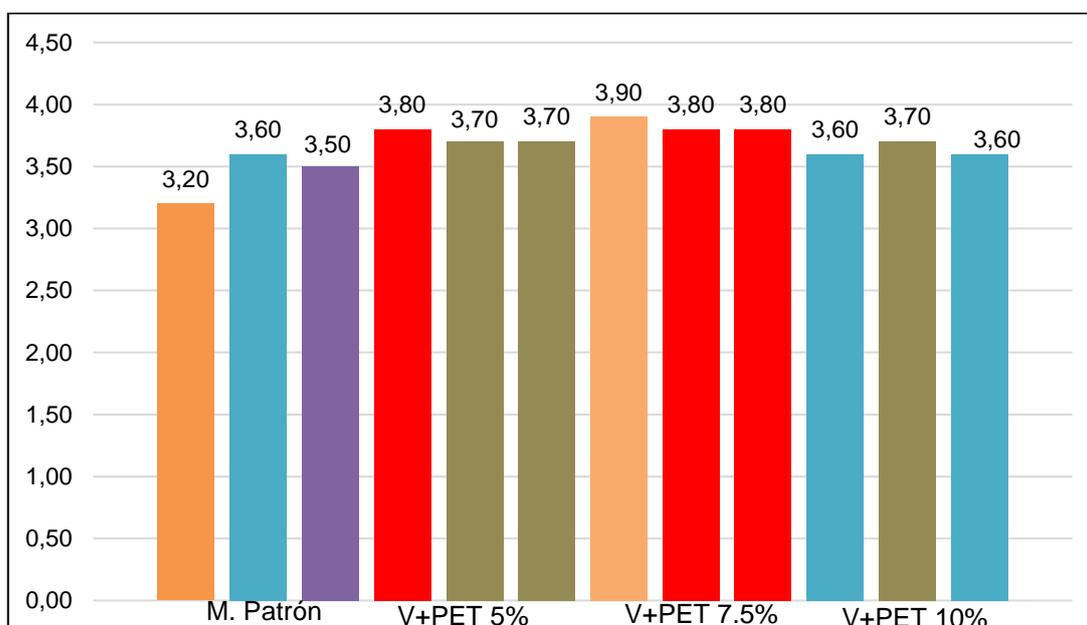


Figura 15. Influencia de los materiales reciclados en la absorción

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Alabeo

Las unidades de albañilería de concreto ecológico presentan superficies con alabeo. Al reemplazar los agregados por los materiales reciclables, estos tienen influencia en la aparición de superficies alabeadas de los ladrillos de concreto ecológico puesto que, los datos obtenidos muestran un valor máximo de alabeo de 4.00 milímetros. En otras palabras, las superficies de las unidades de albañilería de concreto ecológico varían notoriamente. (Ver tabla 20 y figura 16)

Tabla 20. Influencia de los materiales reciclables en el alabeo

Espécimen	Alabeo máximo (mm)
P1	2.00
P2	1.00
P3	2.00
V+PET 5%	1.00
V+PET 5%	2.00
V+PET 5%	2.00
V+PET 7.5%	3.00
V+PET 7.5%	2.00
V+PET 7.5%	3.00
V+PET 10%	4.00
V+PET 10%	3.00
V+PET 10%	3.00

Fuente: Elaboración propia, 2021.

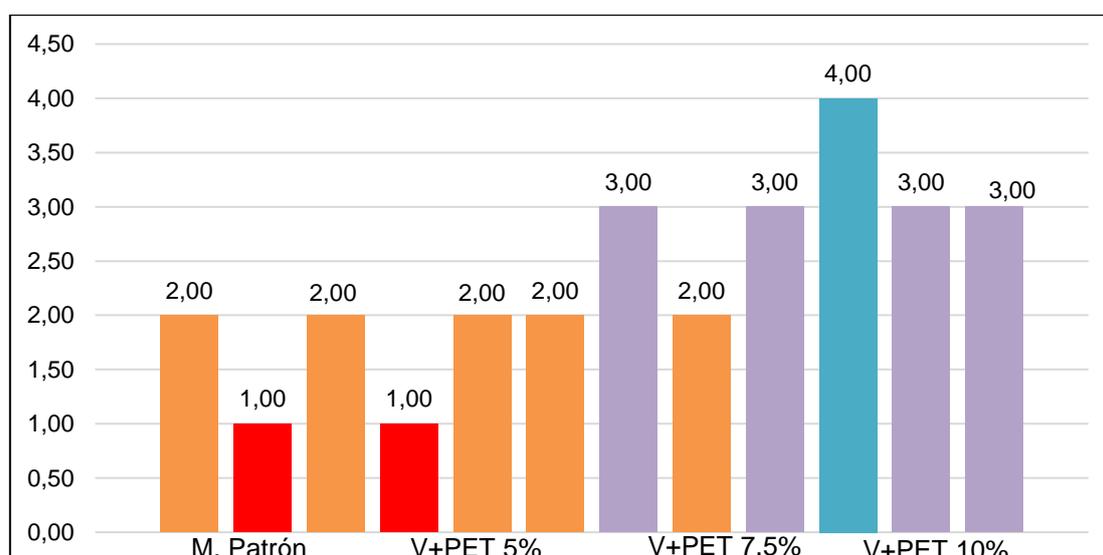


Figura 16. Influencia de los materiales reciclados en el alabeo

Fuente: Elaboración propia, 2021.

De lo anterior resulta que, se refuta la hipótesis nula (H_0) y se admite la hipótesis alterna (H_a), demostrando que las propiedades físicas de las unidades de albañilería de concreto ecológico con adición de materiales reciclables varían notoriamente.

Contraste de Hipótesis: Unidades de albañilería de concreto ecológico y propiedades mecánicas

Para realizar la contrastación, las hipótesis planteadas son:

H_0 : Las propiedades mecánicas de las unidades de albañilería de concreto ecológico con adición de materiales reciclables no varían notoriamente.

H_a : Las propiedades mecánicas de las unidades de albañilería de concreto ecológico con adición de materiales reciclables varían notoriamente.

Resistencia a la Compresión

La resistencia a compresión de las unidades de albañilería de concreto ecológico a los 28 días presentan ciertas alteraciones. Al reemplazar los agregados por los materiales reciclables, estos tienen inferencia en el desarrollo de la resistencia a compresión de los ladrillos de concreto ecológico puesto que, los datos recopilados muestran valores superiores que la resistencia a compresión de diseño. Dicho de otro modo, la resistencia a compresión de las unidades de albañilería de concreto ecológico varían notoriamente. (Ver tabla 21 y figura 17).

Tabla 21. *Influencia de los materiales reciclables en la resistencia a compresión*

Espécimen	Edad en días	F'c de diseño (kg/cm²)	% f'c promedio
Muestra Patrón	28	130.00	136.23
Vidrio + PET 5%	28	130.00	190.67
Vidrio + PET 7.5%	28	130.00	160.03
Vidrio + PET 10%	28	130.00	124.37

Fuente: Elaboración propia, 2021.

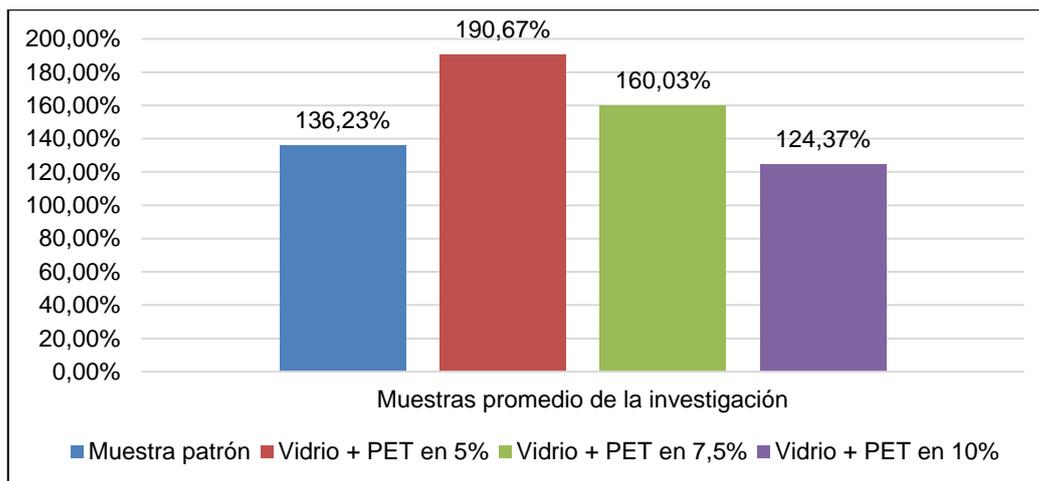


Figura 17. Influencia de los materiales reciclables en la resistencia a compresión

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Resistencia a la Compresión axial de pilas

La resistencia a compresión axial de pilas de albañilería (f'm) de concreto ecológico a los 28 días presentan ciertas diferencias. Al reemplazar los agregados por los materiales reciclables, estos tienen influencia en el desarrollo de la resistencia a compresión de las pilas de ladrillos de concreto ecológico puesto que, los datos obtenidos muestran un valor máximo de f'm corregido de 64.50 kg/cm² y un valor mínimo de f'm corregido de 58.90 kg/cm². Lo que significa que, la resistencia a compresión axial en pilas de unidades de albañilería de concreto ecológico varían notoriamente. (Ver tabla 22 y figura 18).

Tabla 22. Influencia de los materiales reciclables en la resistencia a compresión axial en pilas

Espécimen	f'm corregido (kg/cm ²)
P1	61.40
P2	61.10
P3	61.90
V+PET 5%	63.90
V+PET 5%	64.50
V+PET 5%	64.20
V+PET 7.5%	61.90
V+PET 7.5%	61.40
V+PET 7.5%	62.20
V+PET 10%	58.90
V+PET 10%	59.30
V+PET 10%	60.30

Fuente: Elaboración propia, 2021.

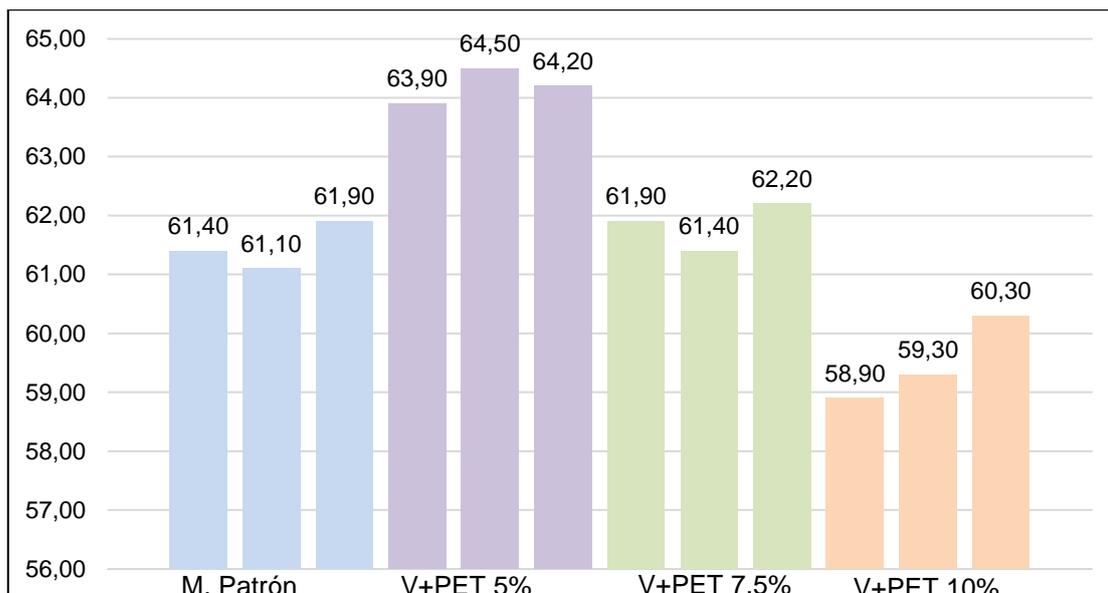


Figura 18. Influencia de los materiales reciclables en la resistencia a compresión axial en pilas
Fuente: Elaboración propia, 2021.

Resistencia a la Compresión diagonal de muretes

La resistencia a compresión diagonal de muretes o resistencia al corte (V_m) de albañilería de concreto ecológico a los 28 días presentan ciertas alteraciones. Al reemplazar los agregados por los materiales reciclables, estos tienen influencia en el desarrollo de la resistencia al corte de ladrillos de concreto ecológico puesto que, los datos obtenidos muestran un valor máximo de V_m de 9.20 kg/cm² y un valor mínimo de V_m de 7.90 kg/cm². Como se evidencia, la resistencia al corte en muretes de unidades de albañilería de concreto ecológico varían notoriamente. (Ver tabla 23 y figura 19).

Tabla 23. Influencia de los materiales reciclables en la resistencia al corte

Espécimen	Esfuerzo V_m (kg/cm ²)
P1	8.60
P2	8.60
P3	8.20
V+PET 5%	9.20
V+PET 5%	8.80
V+PET 5%	9.10
V+PET 7.5%	8.70
V+PET 7.5%	8.90
V+PET 7.5%	8.70
V+PET 10%	8.10
V+PET 10%	8.00
V+PET 10%	7.90

Fuente: Elaboración propia, 2021.

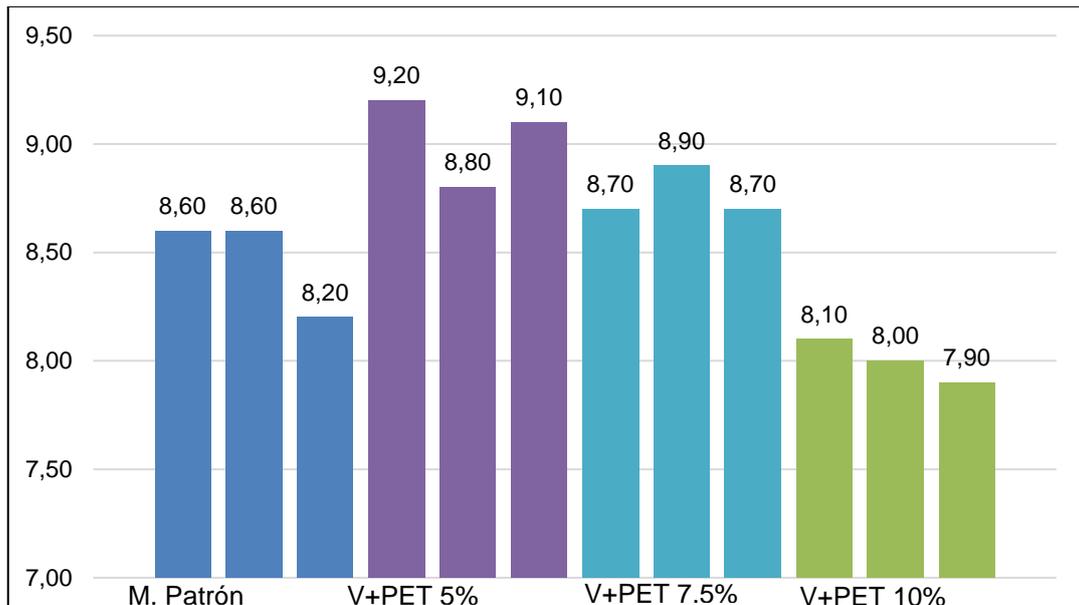


Figura 19. Influencia de los materiales reciclables en la resistencia al corte

Fuente: Elaboración propia, 2021.

De lo anterior resulta que, se refuta la hipótesis nula (H_0) y se admite la hipótesis alterna (H_a), demostrando que las propiedades mecánicas de las unidades de albañilería de concreto ecológico con adición de materiales reciclables varían notoriamente.

Contraste de Hipótesis: Unidades de albañilería de concreto ecológico y costo de elaboración

Para realizar la contrastación, las hipótesis planteadas son:

H_0 : El costo de elaboración de las unidades de albañilería de concreto ecológico con adición de materiales reciclables no varía notoriamente.

H_a : El costo de elaboración de las unidades de albañilería de concreto ecológico con adición de materiales reciclables varía notoriamente.

El costo comercial del ladrillo de concreto ecológico denota cierta diferencia en el precio con respecto al ladrillo de concreto tradicional. Al reemplazar los agregados por los materiales reciclables, estos tienen inferencia en el costo, puesto que, el valor del ladrillo de concreto es de $\$/ 0.97$ en tanto que el ladrillo de concreto ecológico tiene un costo de $\$/ 1.001$. Como se evidencia, el costo de las unidades de albañilería de concreto ecológico varía notoriamente. (Ver tabla 24 y figura 20).

Tabla 24. Influencia de los materiales reciclables en el costo

Materiales	Costo Parcial en soles	Costo Total de materiales	Costo de cada ladrillo	Costo Comercial
Cemento	142.59	274.14	0.91	1.001
Agua	0.33			
Confitillo	23.76			
Arena	16.05			
PET	37.71			
Vidrio	8.70			
Madera	10.00			
M. de obra	35.00			
Utilidad			0.091	

Fuente: Elaboración propia, 2021.

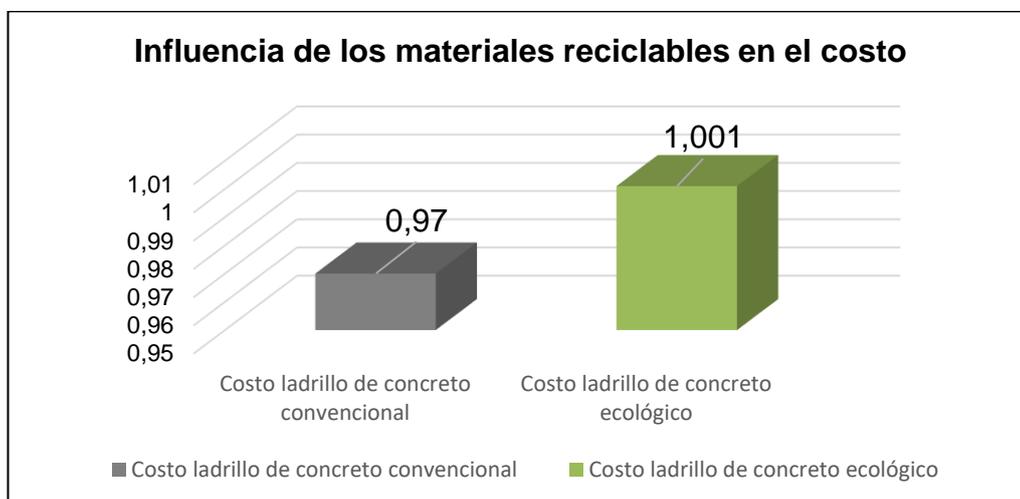


Figura 20. Influencia de los materiales reciclables en el costo

Fuente: Elaboración propia, 2021.

De lo anterior resulta que, se refuta la hipótesis nula (H_0) y se admite la hipótesis alterna (H_a), demostrando que el costo de las unidades de albañilería de concreto ecológico con adición de materiales reciclables varía notoriamente.

V. DISCUSIÓN

(CAMACHO, 2019) en su investigación plantea el objetivo de comparar las propiedades físicas y la resistencia a compresión de ladrillos de concreto reemplazando el agregado grueso por fluorita y el agregado fino por vidrio en diferentes proporciones en relación a la dosificación ⁸. El ladrillo de concreto a mayor cantidad de reemplazo de vidrio y fluorita, la absorción desarrolla la tendencia a disminuir significativamente, las dimensiones no sufren variaciones considerables y se mantienen dentro de lo permitido por la Norma E.070 ⁸. Realizando la comparativa con esta investigación, la absorción de los ladrillos de concreto ecológico desarrollan la tendencia a aumentar mínimamente con respecto a la muestra patrón, esto como consecuencia de la presencia del plástico PET, el mismo que genera mayor porcentaje de contenido de aire. Esta investigación difiere mínimamente con lo mencionado por el autor citado, quién señala que la capacidad de absorción del ladrillo de concreto desarrolla la tendencia a disminuir significativamente.

(Samin, y otros, 2020) desarrollan una investigación con el objetivo de estudiar las propiedades del hormigón con adición de residuos plásticos PET en 15%, caucho de neumáticos en 15%, 30% y vidrio en 15%, 30% respectivamente. Este estudio mostró que el plástico tiene poca adherencia con el cemento, contrariamente a el vidrio y el cemento que forman una mezcla homogénea de hormigón. Así mismo, la resistencia a la compresión de la mezcla de concreto disminuye con el aumento del contenido de plástico y caucho. Sin embargo, la resistencia a la compresión del hormigón aumenta con la adición de vidrio ¹⁵. Realizando la comparativa con esta investigación, la resistencia a compresión, resistencia a compresión de pilas y resistencia al corte de los ladrillos de concreto ecológico disminuyen a medida que se aumenta el plástico PET en comparación con la muestra patrón y a su vez el vidrio amortigua esta baja de resistencia a compresión, el mismo que de cierta forma u otra reduce el porcentaje de aire que genera el PET. Esta investigación concuerda con lo mencionado por los autores citados, quienes señalan que la resistencia a compresión disminuye con la presencia del plástico PET y el vidrio aumenta la resistencia a compresión.

(AL-KIZWINI , 2020) investiga la posibilidad de utilizar vidrio triturado y desechos plásticos como agregados y/o cemento, teniendo como objetivo evaluar la resistencia a la compresión del concreto a los 7 y 28 días adicionando estos materiales. Los datos obtenidos por este estudio mostraron que los residuos de vidrio triturado se pueden utilizar en el hormigón como una buena sustitución de cemento y arena. Así mismo, este hormigón con residuos plásticos se puede utilizar en proyectos de ingeniería civil que requieren bajas resistencias a la compresión tales como muros de tabiquería, muros aislados y cimientos para cercos; puesto que, esto ayudaría a disminuir el costo de la construcción de los elementos mencionados ¹⁴. Realizando el contraste con esta investigación, el costo de los ladrillos de concreto ecológico es ligeramente más elevado que el costo comercial del ladrillo de concreto convencional, esto a raíz de que la adquisición de materiales e insumos se realizó por pequeñas cantidades y en pequeños comercios, lo que eleva el costo de cada elemento adquirido. Esta investigación concuerda con lo mencionado por el autor citado, quién señala que los residuos de vidrio y plástico se puede utilizar en proyectos de ingeniería civil que requieren bajas resistencias a la compresión como por ejemplo en muros de tabiquería, muros aislados y cimientos para cercos ya que este accionar ayudaría a disminuir el costo de la construcción de los elementos mencionados.

VI. CONCLUSIONES

1. Las características físicas de los ladrillos de concreto ecológico con adición de materiales reciclables, cumplen con las características de variación dimensional, alabeo y absorción establecidas en la norma E.070 de albañilería para un ladrillo tipo IV, aceptándose como material a utilizarse en la construcción de muros estructurales de albañilería; evidenciando que este ladrillo se presenta como un material alternativo e innovador para la construcción sustentable, contribuyendo en minimizar los altos grados de contaminación ambiental y los que se producen con el desarrollo de la industria de la construcción y el impacto negativo que están ocasionan en el ambiente. Demostrando que las propiedades físicas de las unidades de albañilería de concreto ecológico con adición de materiales reciclables varían notoriamente.
2. Las características mecánicas de los ladrillos de concreto con adición de materiales reciclables, cumplen con las características de resistencia a compresión, resistencia a compresión axial de pilas y resistencia al corte establecidas en la norma E.070 de albañilería para un ladrillo tipo IV, aceptándose como material a utilizarse en la construcción de muros estructurales de albañilería; evidenciando que este ladrillo se presenta como un material alternativo e innovador para la construcción sustentable, contribuyendo en minimizar los altos grados de contaminación ambiental y los que se producen con el desarrollo de la industria de la construcción y el impacto negativo que estas ocasionan en el ambiente. Demostrando que las propiedades mecánicas de las unidades de albañilería de concreto ecológico con adición de materiales reciclables varían notoriamente.
3. El costo de los ladrillos de concreto ecológico es ligeramente más elevado que el costo comercial del ladrillo de concreto convencional. Según la adquisición de materiales e insumos que se aplicó es posible que se haya generado un aumento al costo, puesto que al realizar la adquisición a precios por menor se generan costos mayores. Como se evidencia, el costo de las unidades de albañilería de concreto ecológico varía notoriamente.

VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar un estudio en donde se produzcan las unidades de albañilería de concreto ecológico en molde de metal, puesto que se tendrá una superficie más lisa, y por consecuencia se tendrá ladrillos con caras más planas y lograr mejorar las características físicas. Así mismo, realizar un ladrillo en el cual se considere utilizar el plástico PET y el vidrio del mismo color para así tener un material con superficies más vistosas.
2. Efectuar un estudio en donde se produzcan unidades de albañilería de concreto ecológico sólido o macizo, en el cual se considere el porcentaje de vacíos especificado en la norma E.070 de Albañilería, con la finalidad de obtener datos del comportamiento mecánico de este nuevo material. Así mismo utilizar plástico PET en granos más finos con el propósito de generar un material con menor cantidad de aire y tener mejor adherencia entre el concreto y el plástico, mejorando sus características y pueda ser utilizado en zonas del país con alto índice de presencia de lluvias.
3. Llevar a cabo una investigación en dónde se adquiera los materiales e insumos a precios al por mayor, para así disminuir los costos de producción. Así mismo, producir los ladrillos con una marca de cemento de menor costo.

REFERENCIAS

1. Aquae. AQUAE FUNDACIÓN. [En línea] [Citado el: 01 de Septiembre de 2021.] <https://www.fundacionaquae.org/cuanto-tiempo-tardan-degradarse-desechos/>.
2. PEREZ, Herminio , y otros. 2017. Diseño y prueba experimental de bloques ecológicos a base de materiales orgánicos e inorgánicos. *Journal of Undergraduate Research*. Ciudad de Panamá : Universidad Tecnológica de Panamá, 2017. Vol. III.
3. OLIVERA, Frank. 2016. DISEÑO DE UNA RED DE RECOLECCIÓN DE BOTELLAS PET EN LIMA. *Tesis para optar por el Título de INGENIERO INDUSTRIAL*. Lima : Pontificia Universidad Católica del Perú, 2016.
4. MESTANZA, José. 2018. Análisis de las propiedades físico–mecánicas de un hormigón elaborado con ibras recicladas de envases PET utilizando agregados de la cantera de San Antonio y cemento Holcim tipo GU. *Trabajo de Titulación modalidad Proyecto de Investigación, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil*. Quito : Universidad Central del Ecuador, 2018.
5. CADME, Hugo y CHARVET, Diego. 2018. Principios básicos de la construcción sostenible utilizando vidrio triturado en la elaboración de hormigones – segunda etapa . *Trabajo de titulación modalidad Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Civil*. Quito : Universidad Central del Ecuador, 2018.
6. RODRIGUEZ, Luis y CASTRO, Fabio. 2019. Evaluación del comportamiento de concreto hidráulico con adición de fibras de pet . *Monografía de grado para obtener el título de ingeniero civil*. Cundimarca : Universidad Piloto de Colombia, 2019.
7. ALIAGA, Victor. 2017. Evaluación técnica de la mezcla de concreto con PET reciclable, para la producción de ladrillo de concreto compuesto en la construcción. *Tesis para optar el título profesional de Ingeniería Civil*. Lima : Universidad Nacional Federico Villareal, 2017.
8. CAMACHO, Carlos. 2019. Propiedades físicas y mecánicas de ladrillos de concreto con reemplazo de vidrio por agregado fino y fluorita por agregado grueso en diferentes porcentajes, Cajamarca, 2017. *Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil*. Cajamarca : Universidad Privada del Norte, 2019.
9. CHINO, Linda y MATHIOS, Alessandra. 2020. Elaboración de ladrillos ecológicos a base de plásticos PET reutilizados y aserrín de la especie Huayruro (Ormosia Coccinea) de las industrias madereras de Ucayali, Perú. *Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental*. Pucallpa : Universidad Nacional de Ucayali, 2020.
10. DA SILVA, Nara, y otros. 2017. FIBRA DE PET NA PRODUÇÃO DE CONCRETOS. *Especial ABM Week 2017*. Sao Paulo : Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração, 2017. Vol. XV, 3.

11. GANA, A.J y CHINONSO, O.D. 2017. Production of lightweight Concrete using Plastic. *CARD International Journal of Science and Advanced Innovative Research*. Omu-Aran : Landmark University, 2017. Vol. II, 3. 2536-7323.
12. BEHERA, Diptikar , DAMTEW, Yirgalem y MOLA, Aman. 2018. Experimental investigation on recycling of plastic wastes and broken glass in to construction material. *Article*. s.l. : International Journal of Creative Research Thoughts (IJCRT), 2018. Vol. VI. 2320-2882.
13. VERMA, Ankush , BHARDAWAJ, Shivani y LALOTRA, Sourabh . 2019. To Study the Effect on Mechanical Behavior of Fiber Reinforced Concrete Using Polyethene Terephthalate and Wood Ash. Pathankot : International Journal of Recent Research Aspects, 2019. Vol. VI, 4. 2349-7688.
14. AL-KIZWINI , Rasha Salah. 2020. Reuse plastic and glass wastes as a partial replacement of concrete components. *Journal of Engineering Science and Technology*. Babylon : University of Babylon, 2020. Vol. XV, 2. 1109 - 1123.
15. Samin, Khandaker , y otros. 2020. Comparative Study on Compressive Strength of Concrete Mix Containing Plastic, Glass and Rubber Aggregates. *Advances in Applied Sciences*. Dacca : Science publishing group, 2020. Vol. V, 4. 2575-2065.
16. School, Logos International. 2020. Logos International School . *Logos International School* . [En línea] 05 de Octubre de 2020. [Citado el: 01 de Septiembre de 2021.] <https://logosinternationalschool.es/materiales-reciclables-la-importancia-de-ensenar-a-reciclar/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20son%20los%20materiales%20reciclables,transformarlos%20d%C3%A1ndoles%20un%20nuevo%20uso>.
17. SAN BARTOLOMÉ, Ángel. 1994. *Construcciones de Albañilería - Comportamiento Sísmico y Diseño Estructural*. Lima : Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, 1994. 84-8390-965-0.
18. CASTELLS, Xavier. 2009. *Reciclaje de residuos industriales*. Madrid : Ediciones Díaz de Santos, 2009. 978-84-7978-835-3.
19. MAXI PET. Maxi pet. *Blog*. [En línea] [Citado el: 01 de Septiembre de 2021.] <https://maxipet.net/blog/que-significa-pet>.
20. GALLEGOS, Héctor y CASABONNE, Carlos. 2005. *Albañilería estructural*. Lima : Pontificia Universidad Católica del Perú , 2005. 978-9972-42-754-1.
21. Instituto Nacional de Calidad. 2017. *Norma Técnica Peruana 399.613*. Lima : Dirección de Normalización - INACAL, 2017.
22. Instituto Nacional de Calidad. 2015. *Norma Técnica Peruana 339.604*. Lima : Dirección de Normalización - INACAL, 2015.
23. Instituto Nacional de Calidad. 2018. *Norma Técnica Peruana 399.605*. Lima : Dirección de Normalización - INACAL, 2018.

24. Instituto Nacional de Calidad. 2015. *Norma Técnica Peruana 399.621*. Lima : Dirección de Normalización - INACAL, 2015.
25. CARRASCO, Sergio. 2005. *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA. Pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación*. Lima : San Marcos, 2005. 9972-34-2542-5.
26. ANDER, Ezequiel. 2011. *Aprende a investigar , Nociones básicas para la investigación social*. Córdoba : Brujas, 2011. 978-987-591-271-7.
27. RUIZ, Laura. 2021. *Psicología y Mente*. [En línea] 2021. [Citado el: 01 de Septiembre de 2021.] <https://psicologiymente.com/miscelanea/investigacion-cuasi-experimental>.
28. ARIAS, Fidias. 2012. *El Proyecto de Investigación: Introducción a la metodología científica*. Caracas : EPISTEME, 2012. 980-07-8529-9.
29. HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. 2014. *Metodología de la Investigación*. Ciudad de México : McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V, 2014. 978-1-4562-2396-0.
30. LERMA, Héctor. 2009. *Metodología de la Investigación Propuesta, anteproyecto y proyecto*. Bogotá : Ecoe Ediciones, 2009. 978-958-648-602-6.
31. RAMIREZ, Johann. 2020. [En línea] 29 de Julio de 2020. [Citado el: 01 de Septiembre de 2021.] <https://www.lifeder.com/variables-dependiente-independiente/>.
32. ICART, Teresa, FUENTEELSAZ, Carmen y PULPÓN, Anna. 2006. *Elaboración y presentación de un proyecto de investigación y una tesina*. Barcelona : Universidad de Barcelona, 2006. 84-8338-485-x.
33. ÑAUPAS, Humberto, y otros. 2014. *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis*. Bogotá : Ediciones de la U, 2014. 978-958-762-188-4.
34. MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO. 2006. *Reglamento Nacional de Edificaciones - Norma E.070 Albañilería*. Lima : Normas Legales - El Peruano, 2006.
35. BARRIGA, Omar y HENRÍQUEZ, Guillermo. 2003. La presentación del objeto de estudio. Reflexiones desde la práctica docente. *Revista de Epistemología de Ciencias Sociales*. Concepción : Departamento de Sociología, Universidad de Concepción, 2003. 0717-554X.
36. CALDUCH, Rafael. 2014. *Métodos y técnicas de investigación internacional. 2ª Edición electrónica revisada y actualizada*. Madrid : Universidad Complutense de Madrid, 2014. Vol. II.
37. NAMAKFOROOSH, Mohammad. 2005. *Metodología de la Investigación*. Ciudad de Mexico : Limusa , 2005. 968-18-5517-8.

38. PÁRAMO, Pablo. 2017. *LA INVESTIGACIÓN EN LAS CIENCIAS SOCIALES Técnicas de recolección de información*. Bogotá : Universidad Piloto de Colombia, 2017. 9789589797648.
39. MATA, Luis. 2020. Investigalia. [En línea] 7 de Julio de 2020. [Citado el: 01 de Septiembre de 2021.] <https://investigaliacr.com/investigacion/confiabilidad-de-instrumentos-y-validez-de-resultados-en-la-investigacion-cuantitativa/>.
40. LANDIS, J. Richard y KOCH, Gary G. 1977. The measurement of observer agreement for categorical data. *Artículo de Revista*. s.l. : Sociedad Biométrica Internacional, 1977. Vol. 33, 1.

ANEXOS

- Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables
- Anexo 2: Matriz de consistencia
- Anexo 3: Instrumento de recolección de datos
- Anexo 4: Validez por juicio de experto
- Anexo 5: Normativa
- Anexo 6: Mapas y Planos
 - L1: Mapa de Ubicación
- Anexo 7: Panel Fotográfico
- Anexo 8: Certificado de calibración de equipos
- Anexo 9: Resultados de ensayos de laboratorio
- Anexo 10: Resultado TURNITIN

Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGÍA
Materiales Reciclables	Son aquellos materiales que se puede utilizar nuevamente tras su uso principal, con el que es posible crear nuevos materiales para transformarlos dándoles un nuevo uso (School, 2020).	Se recolecta el vidrio y plástico PET, estos materiales son los que se encuentran en desuso siendo los mismos envases de botellas, se procede a seleccionar y su posterior limpieza.	Plástico PET	Dosificación: 2,5% ; 3,75% y 5,0 %	Proporción	Tipo de Investigación: Aplicada
			Vidrio	Dosificación: 2,5% ; 3,75% y 5,0 %	Proporción	Nivel de Investigación: Explicativo
						Enfoque: Cuantitativo
VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGÍA
Unidades de albañilería de Concreto Ecológico	Son ladrillos compuestos por cemento, agregados, agua, vidrio y plástico PET.	Se realiza la medición de los componentes, se coloca la mezcla en el molde metálico y se compacta para colocarlo en el área destinada para almacenar; la superficie en donde se coloque los ladrillos debe ser impermeable. Así mismo, no estar expuesto a temperaturas elevadas,	Propiedades Físicas	Variación Dimensional	Proporción	Diseño de Investigación: Experimental
				Absorción	Proporción	Población: Infinita, siendo la mismas las Unidades de albañilería de concreto ecológico
				Alabeo	Proporción	Muestreo: No probabilístico
			Propiedades Mecánicas	Resistencia a la Compresión	Proporción	Muestra: Conformada por 75 ladrillos por porcentaje de material reciclable lo cual suman un total de 300 unidades de albañilería
				Resistencia a la Compresión axial de pilas	Proporción	
				Resistencia a la Compresión diagonal de muretes	Proporción	
			Costo	Valor por Unidad de Albañilería	Proporción	Técnica: Observación directa y experimental
						Instrumento de Investigación: Ficha de Recolección de Datos y Ficha de Resultados de Laboratorio

Anexo 2: Matriz de Consistencia

Línea de Investigación: Diseño Sísmico y Estructural

Análisis de las propiedades de unidades de albañilería de concreto ecológico a base de materiales reciclables para la construcción sustentable, Lima, 2021							
Problema General	Objetivo General	Hpótesis General	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	
¿Cuáles son las propiedades de las unidades de albañilería de concreto ecológico a base de materiales reciclables para la construcción sustentable, Lima, 2021?	Analizar las propiedades de las unidades de albañilería de concreto ecológico a base de materiales reciclables para la construcción sustentable, Lima, 2021	Las propiedades de las unidades de albañilería de concreto ecológico con adición de materiales reciclables para la construcción sustentable varían notoriamente, Lima, 2021	Independiente: Materiales reciclables	Plástico PET	Dosificación	Balanza y Bandeja	
				Vidrio			
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas	Dependiente: Unidades de albañilería de Concreto Ecológico	Propiedades Físicas	Variación Dimensional	Regla Metálica graduada al milímetro	
¿En cuanto varían las propiedades físicas de las unidades de albañilería de concreto ecológico?	Describir las propiedades físicas de las unidades de albañilería de concreto ecológico con adición de materiales reciclables	Las propiedades físicas de las unidades de albañilería de concreto ecológico con adición de materiales reciclables varían notoriamente.			Absorción	Balanza	
¿En cuanto varían las propiedades mecánicas de las unidades de albañilería de concreto ecológico?	Describir las propiedades mecánicas de las unidades de albañilería de concreto ecológico con adición de materiales reciclables	Las propiedades mecánicas de las unidades de albañilería de concreto ecológico con adición de materiales reciclables varían notoriamente.			Propiedades Mecánicas	Alabeo	2 cuñas graduadas y Regla
						Resistencia a la Compresión	Máquina de Resistencia a la Compresión
Resistencia a la Compresión axial de pilas	Máquina de Resistencia a la Compresión						
¿En cuanto varía el costo de las unidades de albañilería de concreto ecológico?	Estimar el costo de unidades de albañilería de concreto ecológico con adición de materiales reciclables	El costo de las unidades de albañilería de concreto ecológico con adición de materiales reciclables varía notoriamente		Costo	Resistencia a la Compresión diagonal de muretes	Máquina de Resistencia a la Compresión	
					Valor por Unidad de Albañilería	Soles	



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS : COSTO DE ELABORACIÓN

Título: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO ECOLÓGICO A BASE DE MATERIALES RECICLABLES PARA LA CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE, LIMA, 2021

Tesista: Elisban Hoyos Ponce

Código: 7002446142

		DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL S/
		MATERIA PRIMA				
SUB-TOTAL S/						
INSUMOS						
SUB-TOTAL S/						
MANO DE OBRA						
SUB-TOTAL S/						
TOTAL S/						

VALIDACIÓN

Leyenda:

0.1 – 0.5: Desaprobado

0.6 - 1.0: Aprobado

Experto

Firma y sello:

Nota: 1.0

EDWIN ALEXANDERS PAUCAR PORRAS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 68234



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS : COSTO DE ELABORACIÓN

Título: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO ECOLÓGICO A BASE DE MATERIALES RECICLABLES PARA LA CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE, LIMA, 2021

Tesista: Elisban Hoyos Ponce

Código: 7002446142

COSTO DE PRODUCCIÓN		DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL S/	
	MATERIA PRIMA						
	SUB-TOTAL S/						
	INSUMOS						
SUB-TOTAL S/							
MANO DE OBRA							
SUB-TOTAL S/							
TOTAL S/							

VALIDACIÓN

Leyenda:

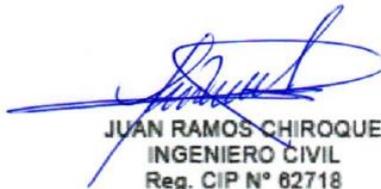
0.1 - 0.5: Desaprobado

0.6 - 1.0: Aprobado

Experto

Firma y sello:

Nota: 1.0


JUAN RAMOS CHIROQUE
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 62718



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS : COSTO DE ELABORACIÓN

Título: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO ECOLÓGICO A BASE DE MATERIALES RECICLABLES PARA LA CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE, LIMA, 2021

Tesista: Elisban Hoyos Ponce

Código: 7002446142

		DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL S/
		MATERIA PRIMA				
SUB-TOTAL S/						
INSUMOS						
SUB-TOTAL S/						
MANO DE OBRA						
SUB-TOTAL S/						
TOTAL S/						

VALIDACIÓN

Leyenda:

0.1 – 0.5: Desaprobado

0.6 - 1.0: Aprobado

Experto

Firma y sello:

Nota: 1.0

ANDERSON YARI V. ORIBE ALVA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 60803



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS: DOSIFICACIÓN

Título: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO ECOLÓGICO A BASE DE MATERIALES RECICLABLES PARA LA CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE, LIMA, 2021

Tesista: Elisban Hoyos Ponce

Código: 7002446142

ASPECTOS A EVALUAR					OPINIÓN DEL EXPERTO		
Variables	Dimensiones	Indicadores	Item/Pregunta	Escala	Si cumple	No cumple	Observaciones/Sugerencias
Variable Independiente: Materiales Reciclables	Plástico PET	Dosificación de 5 %					
		Dosificación de 7.5 %					
		Dosificación de 10 %					
	Vidrio	Dosificación de 5 %					
		Dosificación de 7.5 %					
		Dosificación de 10 %					

VALIDACIÓN

Leyenda:

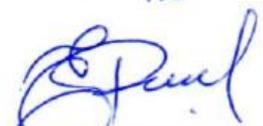
0.2 – 0.5: Desaprobado

0.6 - 1.0: Aprobado

Firma y sello:

Experto

Nota: 1.0


EDWIN ALEXANDERS PAUCAR PORRAS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 68234



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS: DOSIFICACIÓN

Título: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO ECOLÓGICO A BASE DE MATERIALES RECICLABLES PARA LA CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE, LIMA, 2021

Tesista: Elisban Hoyos Ponce

Código: 7002446142

ASPECTOS A EVALUAR					OPINIÓN DEL EXPERTO		
Variables	Dimensiones	Indicadores	Item/Pregunta	Escala	Si cumple	No cumple	Observaciones/Sugerencias
Variable Independiente: Materiales Reciclables	Plástico PET	Dosificación de 5 %					
		Dosificación de 7.5 %					
		Dosificación de 10 %					
	Vidrio	Dosificación de 5 %					
		Dosificación de 7.5 %					
		Dosificación de 10 %					

VALIDACIÓN

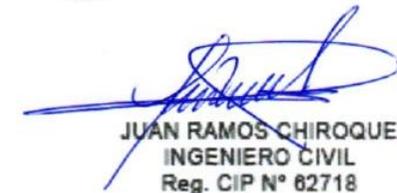
Leyenda:

0.2 - 0.5: Desaprobado

0.6 - 1.0: Aprobado

Firma y sello: **Experto**

Nota: 1.0


JUAN RAMOS CHIROQUE
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 82718



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS: DOSIFICACIÓN

Título: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO ECOLÓGICO A BASE DE MATERIALES RECICLABLES PARA LA CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE, LIMA, 2021

Tesista: Elisban Hoyos Ponce

Código: 7002446142

ASPECTOS A EVALUAR					OPINIÓN DEL EXPERTO		
Variables	Dimensiones	Indicadores	Item/Pregunta	Escala	Si cumple	No cumple	Observaciones/Sugerencias
Variable Independiente: Materiales Reciclables	Plástico PET	Dosificación de 5 %					
		Dosificación de 7.5 %					
		Dosificación de 10 %					
	Vidrio	Dosificación de 5 %					
		Dosificación de 7.5 %					
		Dosificación de 10 %					

VALIDACIÓN

Leyenda:

0.2 - 0.5: Desaprobado

0.6 - 1.0: Aprobado

Firma y sello: **Experto**

Nota: 1.0


ANDERSON YARIV ORIBE ALVA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 60803

Anexo 4: Validez por juicio de experto

Parte C: Validación

Validez	Pregunta		Puntuación		Observaciones
			0	1	
De contenido	1	¿El instrumento persigue el fin del objetivo general?		X	
	2	¿El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos?		X	
	3	¿EL número de dimensiones es adecuado?		X	
	4	¿Hay claridad en la estructura de los instrumentos?		X	
	5	¿Las hipótesis planteadas se contrastarán con la información recolectada en los instrumentos?		X	
De constructo	6	¿El número de indicadores es adecuado?		X	
	7	No existe ambigüedad en los indicadores		X	
	8	¿Los indicadores considerados son acorde al nivel de información necesitada?		X	
	9	¿Los indicadores miden lo que se busca investigar?		X	
	10	¿Las dimensiones consideradas bastan para evaluar la variable?		X	
	11	¿Los indicadores son medibles?		X	
De criterio	12	¿Los instrumentos se comprenden con facilidad?		X	
	13	¿Las opciones del instrumento se presentan en orden lógico?		X	
	14	¿La secuencia planteada es adecuada?		X	
	15	No es necesario considerar otros campos		X	
Total				15	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: _____

Especialista: Metodólogo Temático

Grado: Maestro Doctor

Título profesional: _____

Nº de registro CIP: _____


EDWIN ALEXANDERS PAUCAR PORRAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 88234

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Firma y Sello

Parte C: Validación

Validez	Pregunta	Puntuación		Observaciones
		0	1	
De contenido	1		X	
	2		X	
	3		X	
	4		X	
	5		X	
De constructo	6		X	
	7		X	
	8		X	
	9		X	
	10		X	
	11		X	
De criterio	12		X	
	13		X	
	14		X	
	15		X	
Total			15	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

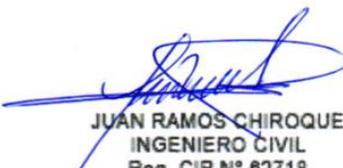
Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: _____

Especialista: Metodólogo Temático

Grado: Maestro Doctor

Título profesional: _____

Nº de registro CIP: _____


JUAN RAMOS CHIROQUE
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 62718

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Firma y Sello

Parte C: Validación

Validez	Pregunta	Puntuación		Observaciones	
		0	1		
De contenido	1	¿El instrumento persigue el fin del objetivo general?		X	
	2	¿El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos?		X	
	3	¿EL número de dimensiones es adecuado?		X	
	4	¿Hay claridad en la estructura de los instrumentos?		X	
	5	¿Las hipótesis planteadas se contrastarán con la información recolectada en los instrumentos?		X	
De constructo	6	¿El número de indicadores es adecuado?		X	
	7	No existe ambigüedad en los indicadores		X	
	8	¿Los indicadores considerados son acorde al nivel de información necesitada?		X	
	9	¿Los indicadores miden lo que se busca investigar?		X	
	10	¿Las dimensiones consideradas bastan para evaluar la variable?		X	
	11	¿Los indicadores son medibles?		X	
De criterio	12	¿Los instrumentos se comprenden con facilidad?		X	
	13	¿Las opciones del instrumento se presentan en orden lógico?		X	
	14	¿La secuencia planteada es adecuada?		X	
	15	No es necesario considerar otros campos		X	
Total				15	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: _____

Especialista: Metodólogo Temático

Grado: Maestro Doctor

Título profesional: _____

N° de registro CIP: _____


ANDERSON YARIV ORIBE ALVA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 60803

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Firma y Sello

ASPECTOS A CONSIDERAR		OBSERVADORES					
		1	2	3			
OBSERVACIONES	1	¿El instrumento persigue el fin del objetivo general?	1	1	1		
	2	¿El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos?	1	1	1		
	3	¿EL número de dimensiones es adecuado?	1	1	1		
	4	¿Hay claridad en la estructura de los instrumentos?	1	1	1		
	5	¿Las hipótesis planteadas se contrastaran con la información recolectada en los instrumento	1	1	1		
	6	¿El número de indicadores es adecuado?	1	1	1		
	7	No existe ambigüedad en los indicadores	1	1	1		
	8	¿Los indicadores considerados son acorde al nivel de información necesitada?	1	1	1		
	9	¿Los indicadores miden lo que se busca investigar?	1	1	1		
	10	¿Las dimensiones consideradas bastan para evaluar la variable?	1	1	1		
	11	¿Los indicadores son medibles?	1	1	1		
	12	¿Los instrumentos se comprenden con facilidad?	1	1	1		
	13	¿Las opciones del instrumento se presentan en orden lógico?	1	1	1		
	14	¿La secuencia planteada es adecuada?	1	1	1		
	15	No es necesario considerar otros campos	1	1	1		

45

CATEGORIAS:	
DE ACUERDO	1
EN DESACUERDO	0

P ₁ (1)	P ₂ (1)	P ₃ (1)	P ₄ (1)	P ₅ (1)
1	1	1	0	0,00000000
P ₁ (2)	P ₂ (2)	P ₃ (2)	P ₄ (2)	P ₅ (2)
0	0	0	1	1

$$\sum_{m>l}^J \sum_{l=1}^J \sum_{k=1}^K P_j(k)P_m(k) = 4 \quad 0,32307692$$

$$P_e = \frac{1}{N_c} \sum_{i=1}^{N_c} \frac{2}{J_i(J_i - 1)} \sum_{m>l}^J \sum_{l=1}^J \sum_{k=1}^K P_j(k)P_m(k) = 0,323076923$$

P_e = 0,64459

$$K = \frac{P_0 - P_e}{1 - P_e} = 1$$

Artículo 4.- NOMENCLATURA

- A = área de corte correspondiente a la sección transversal de un muro portante.
- A_c = área bruta de la sección transversal de una columna de confinamiento.
- A_{cf} = área de una columna de confinamiento por corte fricción.
- A_n = área del núcleo confinado de una columna descontando los recubrimientos.
- A_v = área del acero vertical u horizontal.
- A_{vf} = área del acero vertical por corte fricción en una columna de confinamiento.
- A_{vt} = área del acero vertical por tracción en una columna de confinamiento.
- A_s = área de estribos cerrados.
- d = peralte de una columna de confinamiento (en la dirección del sismo).
- D_b = diámetro de una barra de acero.
- e = espesor bruto de un muro.
- E_c = módulo de elasticidad del concreto.
- E_m = módulo de elasticidad de la albañilería.
- f'_m = resistencia característica a compresión axial de las unidades de albañilería.
- f'_c = resistencia a compresión axial del concreto o del «grout» a los 28 días de edad.
- f'_m = resistencia característica a compresión axial de la albañilería.
- f_t = esfuerzo admisible a tracción por flexión de la albañilería.
- f_y = esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo.
- G_m = módulo de corte de la albañilería.
- h = altura de entrepiso o altura del entrepiso agrietado correspondiente a un muro confinado.
- I = momento de inercia correspondiente a la sección transversal de un muro.
- L = longitud total del muro, incluyendo las columnas de confinamiento (si existiesen).
- L_m = longitud del paño mayor en un muro confinado, ó $0,5 L$; lo que sea mayor.
- L_t = longitud tributaria de un muro transversal al que está en análisis.
- M_e = momento flector en un muro obtenido del análisis elástico ante el sismo moderado.
- M_u = momento flector en un muro producido por el sismo severo.
- N = número de pisos del edificio o número de pisos de un pórtico.
- N_c = número total de columnas de confinamiento. $N_c \geq 2$. Ver la Nota 1.
- P = peso total del edificio con sobrecarga reducida según se especifica en la Norma E.030 Diseño Sismorresistente.
- P_g = carga gravitacional de servicio en un muro, con sobrecarga reducida.
- P_c = carga vertical de servicio en una columna de confinamiento.
- P_e = carga axial sísmica en un muro obtenida del análisis elástico ante el sismo moderado.
- P_m = carga gravitacional máxima de servicio en un muro, medida con el 100% de sobrecarga.
- P_u = carga axial en un muro en condiciones de sismo severo.
- P_t = carga de gravedad tributaria proveniente del muro transversal al que está en análisis.
- s = separación entre estribos, planchas, o entre refuerzos horizontales o verticales.
- S = factor de suelo especificado en la Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismorresistente.
- t = espesor efectivo del muro.
- t_n = espesor del núcleo confinado de una columna correspondiente a un muro confinado.
- U = factor de uso o importancia, especificado en la Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismorresistente.
- V_c = fuerza cortante absorbida por una columna de confinamiento ante el sismo severo.
- V_e = fuerza cortante en un muro, obtenida del análisis elástico ante el sismo moderado.
- V_{Ei} = fuerza cortante en el entrepiso «i» del edificio producida por el sismo severo.
- V_{ui} = fuerza cortante producida por el sismo severo en el entrepiso «i» de uno de los muros.
- V_m = resistencia al corte en el entrepiso «i» de uno de los muros.

- v_m = resistencia característica de la albañilería al corte obtenida de ensayos de muretes a compresión diagonal.
- Z = factor de zona sísmica especificado en la Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismorresistente.
- δ = factor de confinamiento de la columna por acción de muros transversales.
- $\delta = 1$, para columnas de confinamiento con dos muros transversales.
- $\delta = 0,8$, para columnas de confinamiento sin muros transversales o con un muro transversal.
- ϕ = coeficiente de reducción de resistencia del concreto armado (ver la Nota 2).
- $\phi = 0,9$ (flexión o tracción pura).
- $\phi = 0,85$ (corte fricción o tracción combinada con corte-fricción).
- $\phi = 0,7$ (compresión, cuando se use estribos cerrados).
- $\phi = 0,75$ (compresión, cuando se use zunchos en la zona confinada).
- ρ = cuantía del acero de refuerzo = $A_v / (s.t)$.
- σ = esfuerzo axial de servicio actuante en un muro = $P_g / (t.L)$.
- $\sigma_m = P_m / (t.L)$ = esfuerzo axial máximo en un muro.
- μ = coeficiente de fricción concreto endurecido – concreto.

Nota 1: En muros confinados de un paño sólo existen columnas extremas ($N_c = 2$); en ese caso: $L_m = L$

Nota 2: El factor « ϕ » para los muros armados se proporciona en el Artículo 28 (28.3).

**CAPÍTULO 3
COMPONENTES DE LA ALBAÑILERÍA**

Artículo 5.- UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

5.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

- a) Se denomina ladrillo a aquella unidad cuya dimensión y peso permite que sea manipulada con una sola mano. Se denomina bloque a aquella unidad que por su dimensión y peso requiere de las dos manos para su manipuleo.
- b) Las unidades de albañilería a las que se refiere esta norma son ladrillos y bloques en cuya elaboración se utiliza arcilla, sílice-cal o concreto, como materia prima.
- c) Estas unidades pueden ser sólidas, huecas, alveolares o tubulares y podrán ser fabricadas de manera artesanal o industrial.
- d) Las unidades de albañilería de concreto serán utilizadas después de lograr su resistencia especificada y su estabilidad volumétrica. Para el caso de unidades curadas con agua, el plazo mínimo para ser utilizadas será de 28 días.

5.2. CLASIFICACIÓN PARA FINES ESTRUCTURALES

Para efectos del diseño estructural, las unidades de albañilería tendrán las características indicadas en la Tabla 1.

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

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

5.3. LIMITACIONES EN SU APLICACIÓN

El uso o aplicación de las unidades de albañilería estará condicionado a lo indicado en la Tabla 2. Las zonas sísmicas son las indicadas en la NTE E.030 Diseño Sísmorresistente.

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

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

5.4. PRUEBAS

a) **Muestreo.** - El muestreo será efectuado a pie de obra. Por cada lote compuesto por hasta 50 millares de unidades se seleccionará al azar una muestra de 10 unidades, sobre las que se efectuarán las pruebas de variación de dimensiones y de alabeo. Cinco de estas unidades se ensayarán a compresión y las otras cinco a absorción.

b) **Resistencia a la Compresión.** - Para la determinación de la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería, se efectuará los ensayos de laboratorio correspondientes, de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.613 y 339.604.

La resistencia característica a compresión axial de la unidad de albañilería (f_b) se obtendrá restando una desviación estándar al valor promedio de la muestra.

c) **Variación Dimensional.** - Para la determinación de la variación dimensional de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicado en las Normas NTP 399.613 y 399.604.

d) **Alabeo.** - Para la determinación del alabeo de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicada en la Norma NTP 399.613.

e) **Absorción.** - Los ensayos de absorción se harán de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.604 y 399.613.

5.5. ACEPTACIÓN DE LA UNIDAD

a) Si la muestra presentase más de 20% de dispersión en los resultados (coeficiente de variación), para unidades producidas industrialmente, o 40 % para unidades producidas artesanalmente, se ensayará otra muestra y de persistir esa dispersión de resultados, se rechazará el lote.

b) La absorción de las unidades de arcilla y sílico calcáreas no será mayor que 22%. El bloque de concreto clase, tendrá una absorción no mayor que 12% de absorción. La absorción del bloque de concreto NP, no será mayor que 15%.

c) El espesor mínimo de las caras laterales correspondientes a la superficie de asentado será 25 mm para el Bloque clase P y 12 mm para el Bloque clase NP.

d) La unidad de albañilería no tendrá materias extrañas en sus superficies o en su interior, tales como guijarros, conchuelas o nódulos de naturaleza calcárea.

e) La unidad de albañilería de arcilla estará bien cocida, tendrá un color uniforme y no presentará vitrificaciones. Al ser golpeada con un martillo, u objeto similar, producirá un sonido metálico.

f) La unidad de albañilería no tendrá resquebraaduras, fracturas, hendiduras grietas u otros defectos similares que degraden su durabilidad o resistencia.

g) La unidad de albañilería no tendrá manchas o vetas blanquecinas de origen salitroso o de otro tipo.

Artículo 6.- MORTERO

6.1. DEFINICIÓN. El mortero estará constituido por una mezcla de aglomerantes y agregado fino a los cuales se

añadirá la máxima cantidad de agua que proporcione una mezcla trabajable, adhesiva y sin segregación del agregado. Para la elaboración del mortero destinado a obras de albañilería, se tendrá en cuenta lo indicado en las Normas NTP 399.607 y 399.610.

6.2. COMPONENTES

a) Los materiales aglomerantes del mortero pueden ser:

- Cemento Portland tipo I y II, NTP 334.009
- Cemento Adicionado IP, NTP 334.830
- Una mezcla de cemento Portland o cemento adicionado y cal hidratada normalizada de acuerdo a la NTP 339.002.

b) El agregado fino será arena gruesa natural, libre de materia orgánica y sales, con las características indicadas en la Tabla 3. Se aceptarán otras granulometrías siempre que los ensayos de pilas y muretes (Capítulo 5) proporcionen resistencias según lo especificado en los planos.

MALLA ASTM	% QUE PASA
Nº 4 (4,75 mm)	100
Nº 8 (2,36 mm)	95 a 100
Nº 16 (1,18 mm)	70 a 100
Nº 30 (0,60 mm)	40 a 75
Nº 50 (0,30 mm)	10 a 35
Nº 100 (0,15 mm)	2 a 15
Nº 200 (0,075 mm)	Menos de 2

- No deberá quedar retenido más del 50% de arena entre dos mallas consecutivas.
- El módulo de fineza estará comprendido entre 1,6 y 2,5.
- El porcentaje máximo de partículas quebradizas será: 1% en peso.
- No deberá emplearse arena de mar.

c) El agua será potable y libre de sustancias deletéreas, ácidos, álcalis y materia orgánica.

6.3. CLASIFICACIÓN PARA FINES ESTRUCTURALES. Los morteros se clasifican en: tipo P, empleado en la construcción de los muros portantes; y NP, utilizado en los muros no portantes (ver la Tabla 4).

6.4. PROPORCIONES. Los componentes del mortero tendrán las proporciones volumétricas (en estado suelto) indicadas en la Tabla 4

TIPO	COMPONENTES			USOS
	CEMENTO	CAL	ARENA	
P1	1	0 a 1/4	3 a 3 ½	Muros Portantes
P2	1	0 a 1/2	4 a 5	Muros Portantes
NP	1	-	Hasta 6	Muros No Portantes

a) Se podrán emplear otras composiciones de morteros, morteros con cementos de albañilería, o morteros industriales (embolsado o pre-mezclado), siempre y cuando los ensayos de pilas y muretes (Capítulo 5) proporcionen resistencias iguales o mayores a las especificadas en los planos y se asegure la durabilidad de la albañilería.

b) De no contar con cal hidratada normalizada, especificada en el Artículo 6 (6.2ª), se podrá utilizar mortero sin cal respetando las proporciones cemento-arena indicadas en la Tabla 4.

Artículo 7.- CONCRETO LÍQUIDO O GROUT

7.1. DEFINICIÓN. El concreto líquido o Grout es un material de consistencia fluida que resulta de mezclar cemento, agregados y agua, pudiéndose adicionar cal hidratada normalizada en una proporción que no exceda de 1/10 del volumen de cemento u otros aditivos que no disminuyan la resistencia o que originen corrosión del acero de refuerzo. El concreto líquido o grout se emplea para

el espaciamiento de los escalones deberá estar modulado de manera que coincidan con la junta vertical o con la pared transversal intermedia del bloque, de manera que siempre queden protegidas por mortero. Las escalerillas podrán usarse como confinamiento del muro sólo cuando el espaciamiento de los escalones coincidan con la mitad de la longitud nominal de la unidad.

CAPÍTULO 5 RESISTENCIA DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA

Artículo 13.- ESPECIFICACIONES GENERALES

13.1. La resistencia de la albañilería a compresión axial (f_m) y a corte (v_m) se determinará de manera empírica (recurriendo a tablas o registros históricos de resistencia de las unidades) o mediante ensayos de prismas, de acuerdo a la importancia de la edificación y a la zona sísmica donde se encuentre, según se indica en la Tabla 7.

RESISTENCIA CARACTERÍSTICA	EDIFICIOS DE 1 A 2 PISOS			EDIFICIOS DE 3 A 5 PISOS			EDIFICIOS DE MAS DE 5 PISOS		
	Zona Sísmica			Zona Sísmica			Zona Sísmica		
	3	2	1	3	2	1	3	2	1
(f_m)	A	A	A	B	B	A	B	B	B
(v_m)	A	A	A	B	A	A	B	B	A

A: Obtenida de manera empírica conociendo la calidad del ladrillo y del mortero.

B: Determinadas de los ensayos de compresión axial de pilas y de compresión diagonal de muretes mediante ensayos de laboratorio de acuerdo a lo indicado en las NTP 399.605 y 399.621

13.2. Cuando se construyan conjuntos de edificios, la resistencia de la albañilería f_m y v_m deberá comprobarse mediante ensayos de laboratorio previos a la obra y durante la obra. Los ensayos previos a la obra se harán sobre cinco especímenes. Durante la construcción la resistencia será comprobada mediante ensayos con los criterios siguientes:

a) Cuando se construyan conjuntos de hasta dos pisos en las zonas sísmicas 3 y 2, f_m será verificado con ensayos de tres pilas por cada 500 m² de área techada y v_m con tres muretes por cada 1000 m² de área techada.

b) Cuando se construyan conjuntos de tres o más pisos en las zonas sísmicas 3 y 2, f_m será verificado con ensayos de tres pilas por cada 500 m² de área techada y v_m con tres muretes por cada 500 m² de área techada.

13.3. Los prismas serán elaborados en obra, utilizando el mismo contenido de humedad de las unidades de albañilería, la misma consistencia del mortero, el mismo espesor de juntas y la misma calidad de la mano de obra que se empleará en la construcción definitiva.

13.4. Cuando se trate de albañilería con unidades alveolares que irán llenas con concreto líquido, los alvéolos de las unidades de los prismas y muretes se llenarán con concreto líquido. Cuando se trate de albañilería con unidades alveolares sin relleno, los alvéolos de las unidades de los prismas y muretes quedarán vacíos.

13.5. Los prismas tendrán un refrentado de cemento-yeso con un espesor que permita corregir la irregularidad superficial de la albañilería.

13.6. Los prismas serán almacenados a una temperatura no menor de 10°C durante 28 días. Los prismas podrán ensayarse a menor edad que la nominal de 28 días pero no menor de 14 días; en este caso, la resistencia característica se obtendrá incrementándola por los factores mostrados en la Tabla 8.

	Edad	14 días	21 días
Muretes	Ladrillos de arcilla	1,15	1,05
	Bloques de concreto	1,25	1,05
Pilas	Ladrillos de arcilla y Bloques de concreto	1,10	1,00

13.7. La resistencia característica f_m en pilas y v_m en muretes (ver Artículo 13 (13.2)) se obtendrá como el valor promedio de la muestra ensayada menos una vez la desviación estándar.

13.8. El valor de v_m para diseño no será mayor de $0,319\sqrt{f_m}$ MPa ($\sqrt{f_m}$ Kg/cm²)

13.9. En el caso de no realizarse ensayos de prismas, podrá emplearse los valores mostrados en la Tabla 9, correspondientes a pilas y muretes construidos con mortero 1:4 (cuando la unidad es de arcilla) y 1: 1/2 : 4 (cuando la materia prima es sílice-cal o concreto), para otras unidades u otro tipo de mortero se tendrá que realizar los ensayos respectivos.

Materia Prima	Denominación	UNIDAD f_b	PILAS f_m	MURETES v_m
Arcilla	King Kong Artesanal	5,4 (55)	3,4 (35)	0,5 (5,1)
	King Kong Industrial	14,2 (145)	6,4 (65)	0,8 (8,1)
	Rejilla Industrial	21,1 (215)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
Sílice-cal	King Kong Normal	15,7 (160)	10,8 (110)	1,0 (9,7)
	Dédalo	14,2 (145)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
	Estándar y mecano (*)	14,2 (145)	10,8 (110)	0,9 (9,2)
Concreto	Bloque Tipo P (*)	4,9 (50)	7,3 (74)	0,8 (8,6)
		6,4 (65)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
		7,4 (75)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
		8,3 (85)	11,8 (120)	1,1 (10,9)

(*) Utilizados para la construcción de Muros Armados.

(**) El valor f_b se proporciona sobre área bruta en unidades vacías (sin grout), mientras que las celdas de las pilas y muretes están totalmente rellenas con grout de $f_c = 13,72$ MPa (140 kg/cm²). El valor f_m ha sido obtenido contemplando los coeficientes de corrección por esbeltez del prisma que aparece en la Tabla 10.

Esbeltez	2,0	2,5	3,0	4,0	4,5	5,0
Factor	0,73	0,80	0,91	0,95	0,98	1,00

CAPÍTULO 6 ESTRUCTURACIÓN

Las especificaciones de este Capítulo se aplicarán tanto a la albañilería confinada como a la albañilería armada.

Artículo 14.- ESTRUCTURA CON DIAFRAGMA RÍGIDO

14.1. Debe preferirse edificaciones con diafragma rígido y continuo, es decir, edificaciones en las que las losas de piso, el techo y la cimentación, actúen como elementos que integran a los muros portantes y compatibilicen sus desplazamientos laterales.

14.2. Podrá considerarse que el diafragma es rígido cuando la relación entre sus lados no excede de 4. Se deberá considerar y evaluar el efecto que sobre la rigidez del diafragma tienen las aberturas y discontinuidades en la losa.

14.3. Los diafragmas deben tener una conexión firme y permanente con todos los muros para asegurar que cumplan con la función de distribuir las fuerzas laterales en proporción a la rigidez de los muros y servirles, además, como arriostres horizontales.

14.4. Los diafragmas deben distribuir la carga de gravedad sobre todos los muros que componen a la edificación, con los objetivos principales de incrementarles su ductilidad y su resistencia al corte, en consecuencia, es recomendable el uso de losas macizas o aligeradas armadas en dos direcciones. Es posible el uso de losas unidireccionales siempre y cuando los esfuerzos axiales en los muros no excedan del valor indicado en el Artículo 19 (19.1.b).

Anexo 6: Mapas y Planos



Mapa de Ubicación del departamento de Lima

Fuente: INEI, 2018.

Anexo 7: Panel Fotográfico



Imagen: Lavado del plástico PET molido.
Fuente: Elaboración propia,2021.



Imagen: Vidrio molido
Fuente: Elaboración propia,2021.



Imagen: Lavado del plástico PET molido.
Fuente: Elaboración propia,2021.



Imagen: Vaciado del ladrillo de concreto ecológico.
Fuente: Elaboración propia,2021.



Imagen: Curado del ladrillo de concreto ecológico.
Fuente: Elaboración propia,2021.



Imagen: Ladrillo de concreto ecológico.
Fuente: Elaboración propia,2021.

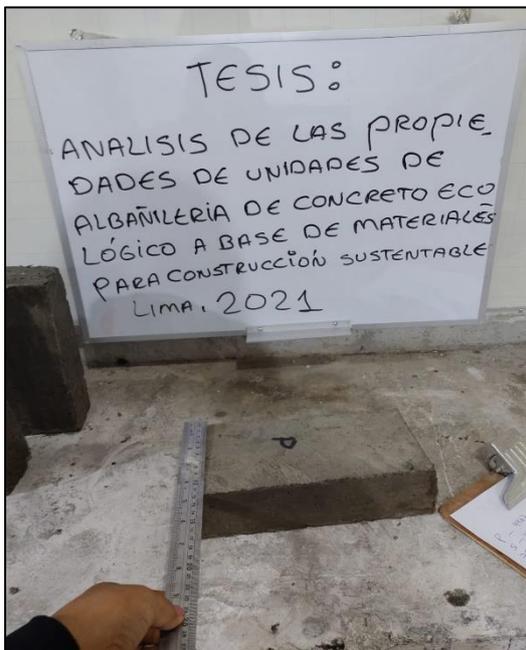


Imagen: Ensayo de Variación dimensional.
Fuente: Elaboración propia,2021.



Imagen: Ensayo de Alabeo.
Fuente: Elaboración propia,2021.



Imagen: Ensayo de Absorción.
Fuente: Elaboración propia,2021.

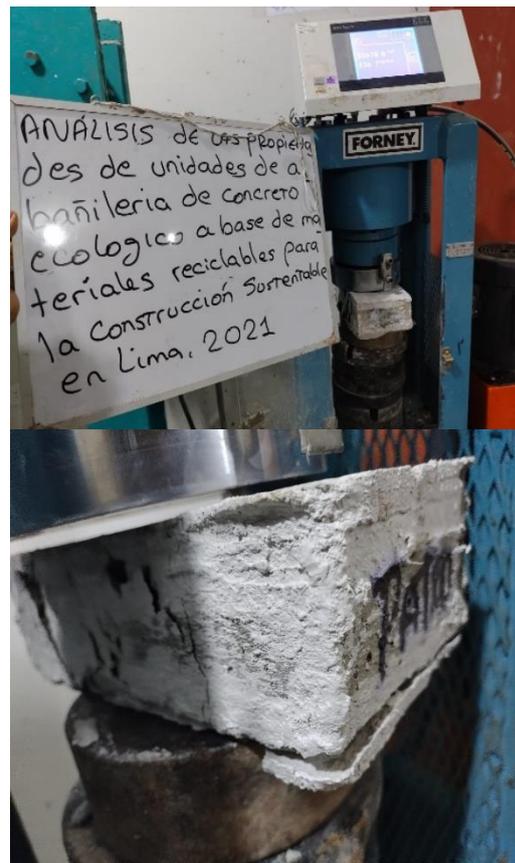


Imagen: Ensayo de Resistencia a compresión.
Fuente: Elaboración propia,2021.



Imagen: Ensayo de compresión diagonal en muretes.
Fuente: Elaboración propia,2021.

Anexo 8: Certificado de calibración de equipos

Certificado



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Acreditación

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

TEST & CONTROL S.A.C.

Laboratorio de Calibración

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

Con base en la norma

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

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

Fecha de Renovación: 24 de marzo de 2019

Fecha de Vencimiento: 23 de marzo de 2023

ESTELA CONTRERAS JUGO
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Cedula N° : 230-2019-INACAL/DA

Contrato N° : Adenda al Contrato de Acreditación N°004-16/INACAL-DA

Registro N° : LC-016

Fecha de emisión: 05 de junio de 2019

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

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

CERTIFICADO DE CALIBRACION

TC - 07121 - 2021

PROFORMA : 2506A Fecha de emisión : 2021-05-07

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

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA
Tipo : ELECTRÓNICA
Marca : SARTORIUS
Modelo : LC22016
N° de Serie : 50310007
Capacidad Máxima : 2200 g
Resolución : 0,01 g
División de Verificación : 0,01 g
Clase de Exactitud : I
Capacidad Mínima : 1 g
Procedencia : ALEMANIA
N° de Parte : No Indica
Identificación : No Indica
Ubicación : LABORATORIO
Variación de ΔT Local : 3 °C
Fecha de Calibración : 2021-04-26

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

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

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

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

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

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

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

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

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

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

JJ GEOTECNIA S.A.C.

ELMER MORENO HUAMAN
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 210506



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

PGC-16-r08/ Diciembre 2019/Rev.04

Página : 1 de 3



Certificado de Calibración
TC - 07123 - 2021

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de LO JUSTO	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	IP-178-2020 Agosto 2020
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Juego de Pesas 1 kg a 5 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-133-2020 Julio 2020
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Pesa 10 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-134-2020 Julio 2020
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Pesa 20 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-135-2020 Julio 2020

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCION VISUAL

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	23,3 °C	23,0 °C
Humedad Relativa	71 %	73 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15 000	15 000	0,6	-0,1
2		15 000	0,4	0,1
3		15 000	0,5	0,0
4		15 000	0,4	0,1
5		15 000	0,6	-0,1
6		15 001	0,8	0,7
7		15 000	0,4	0,1
8		15 000	0,5	0,0
9		15 000	0,4	0,1
10		15 000	0,4	0,1
Emáx - Emin (g)			0,8	
error máximo permitido (±g)			2,0	

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	30 000	30 000	0,3	0,2
2		30 000	0,3	0,2
3		30 000	0,2	0,3
4		30 000	0,1	0,4
5		30 001	0,8	0,7
6		30 001	0,7	0,8
7		30 000	0,2	0,3
8		30 000	0,3	0,2
9		30 001	0,7	0,8
10		30 000	0,2	0,3
Emáx - Emin (g)			0,6	
error máximo permitido (±g)			3,0	

JJ GEOTECNIA S A C

ELMER MORENO HUAMAN
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 2° 0504

PGC-16-r08/ Diciembre 2019 Rev. 01



Página : 2 de 3

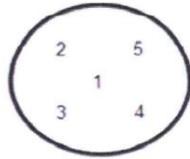


Jr. Condesa de Lemos N°117
San Miguel, Lima

(01) 262 9536
(51) 988 901 065

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

Certificado de Calibración
TC - 07121 - 2021



ENSAYO DE EXCENRICIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	23,0 °C	23,2 °C
Humedad Relativa	73 %	72 %

N°	Determinación de Error Eo				Determinación de Error Corregido Ec					e.m.p. (±mg)
	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1	0,100	0,10	5	0	700,000	700,01	7	8	8	20
2		0,10	6	-1		699,99	2	-7	-6	
3		0,10	7	-2		700,01	7	8	10	
4		0,10	6	-1		700,02	8	17	18	
5		0,10	5	0		700,01	6	9	9	

ENSAYO DE PESAJE

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	23,3 °C	23,0 °C
Humedad Relativa	72 %	73 %

Carga (g)	Crecientes				Decrecientes				e.m.p. (±mg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0,100	0,10	4	1						
1,000	1,00	6	-1	-2	1,00	4	1	0	10
200,000	200,00	6	-1	-2	200,00	4	1	0	10
500,000	500,00	5	0	-1	500,00	4	1	0	10
800,001	800,00	4	0	-1	800,01	9	5	4	20
1 000,001	1 000,00	2	2	1	1 000,01	8	6	5	20
1 200,001	1 200,01	7	7	6	1 200,01	7	7	6	20
1 500,001	1 500,01	9	5	4	1 500,01	6	8	7	20
1 800,002	1 800,01	8	5	4	1 800,01	7	6	5	20
2 000,002	2 000,00	4	-1	-2	2 000,01	6	7	6	20
2 200,002	2 200,00	4	-1	-2	2 200,00	4	-1	-2	30

Donde:

I : Indicación de la balanza
R : Lectura de la balanza posterior a la calibración (g)
ΔL : Carga adicional
E : Error del instrumento
Eo : Error en cero
Ec : Error corregido

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

Lectura Corregida	: R _{corregida} = R - 6,84 x 10 ⁻⁷ x R
Incetidumbre Expandida	: U _R = 2 x √ 2,87 x 10 ⁻⁵ g ² + 1,09 x 10 ⁻¹⁰ x R ²

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado. La indicación de la balanza fue de 2 198,98 g para una carga de valor nominal 2200 g.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



CERTIFICADO DE CALIBRACION

TC - 07123 - 2021

PROFORMA : 2506A Fecha de emisión : 2021-05-05

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

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA
Tipo : ELECTRÓNICA
Marca : OHAUS
Modelo : NO INDICA
N° de Serie : NO INDICA
Capacidad Máxima : 30000 g
Resolución : 1 g
División de Verificación : 1 g
Clase de Exactitud : II
Capacidad Mínima : 50 g
Procedencia : CHINA
N° de Parte : NO INDICA
Identificación : No Indica
Ubicación : LABORATORIO
Variación de ΔT Local : 8 °C
Fecha de Calibración : 2021-04-26

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

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

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

LUGAR DE CALIBRACIÓN
Laboratorio de TEST & CONTROL S.A.C.

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

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

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

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

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

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



JJ GEOTECNIA S.A.C.
ELMER MORENO HUAMAN
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 2°0906



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

PGC-16-r08/ Diciembre 2019/Rev.04

Página : 1 de 3



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

(01) 262 9536
(51) 988 901 065

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

Certificado de Calibración
TC - 07123 - 2021

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de LO JUSTO	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	IP-178-2020 Agosto 2020
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Juego de Pesas 1 kg a 5 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-133-2020 Julio 2020
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Pesa 10 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-134-2020 Julio 2020
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Pesa 20 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-135-2020 Julio 2020

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCION VISUAL

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	23,3 °C	23,0 °C
Humedad Relativa	71 %	73 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15 000	15 000	0,6	-0,1
2		15 000	0,4	0,1
3		15 000	0,5	0,0
4		15 000	0,4	0,1
5		15 000	0,6	-0,1
6		15 001	0,8	0,7
7		15 000	0,4	0,1
8		15 000	0,5	0,0
9		15 000	0,4	0,1
10		15 000	0,4	0,1
Emáx - Emín (g)		0,8		
error máximo permitido (±g)		2,0		

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	30 000	30 000	0,3	0,2
2		30 000	0,3	0,2
3		30 000	0,2	0,3
4		30 000	0,1	0,4
5		30 001	0,8	0,7
6		30 001	0,7	0,8
7		30 000	0,2	0,3
8		30 000	0,3	0,2
9		30 001	0,7	0,8
10		30 000	0,2	0,3
Emáx - Emín (g)		0,6		
error máximo permitido (±g)		3,0		

JJ GEOTECNIA S A C

 ELMER MORENO HUAMAN
 INGEN: RO CIVIL
 REG. CIP N° 20906

PGC-16-r08/ Diciembre 2019/Rev.04

Página : 2 de 3



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

(01) 262 9536
(51) 988 901 065

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

Certificado de Calibración
TC - 07123 - 2021



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	23,0 °C	23,1 °C
Humedad Relativa	73 %	74 %

N°	Determinación de Error Eo				Determinación de Error Corregido Ec				e.m.p. (±g)	
	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)		Ec (g)
1	10	10	0,6	-0,1	10 000	10 000	0,4	0,1	0,2	2,0
2		10	0,7	-0,2		9 999	0,2	-0,7	-0,5	
3		10	0,6	-0,1		10 000	0,6	-0,1	0,0	
4		10	0,4	0,1		10 001	0,8	0,7	0,6	
5		10	0,5	0,0		10 000	0,4	0,1	0,1	

ENSAYO DE PESAJE

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	23,1 °C	23,4 °C
Humedad Relativa	74 %	72 %

Carga (g)	Crecientes				Decrecientes				e.m.p. (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
10	10	0,6	-0,1						
50	50	0,4	0,1	0,2	50	0,6	-0,1	0,0	1,0
500	500	0,7	-0,2	-0,1	500	0,6	-0,1	0,0	1,0
8 000	8 000	0,6	-0,1	0,0	8 000	0,5	0,0	0,1	2,0
10 000	10 000	0,4	0,1	0,2	10 000	0,6	-0,1	0,0	2,0
12 000	12 000	0,4	0,1	0,2	12 000	0,5	0,0	0,1	2,0
15 000	15 000	0,6	-0,1	0,0	15 000	0,6	-0,1	0,0	2,0
18 000	18 000	0,3	0,2	0,3	18 000	0,6	-0,1	0,0	2,0
20 000	20 000	0,2	0,3	0,4	20 001	0,9	0,6	0,7	2,0
25 000	25 001	0,8	0,7	0,8	25 001	0,7	0,8	0,9	3,0
30 000	30 001	0,7	0,8	0,9	30 001	0,7	0,8	0,9	3,0

Donde:

I : Indicación de la balanza
R : Lectura de la balanza posterior a la calibración (g)
ΔL : Carga adicional
E : Error del instrumento
Eo : Error en cero
Ec : Error corregido

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

$$\text{Lectura Corregida} : R_{\text{corregida}} = R - 2,12 \times 10^{-5} \times R$$

$$\text{Incertidumbre Expandida} : U_R = 2 \times \sqrt{2,36 \times 10^{-1} \text{ g}^2 + 9,04 \times 10^{-10} \times R^2}$$

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado. La indicación de la balanza fue de 29 976 g para una carga de valor nominal 30000 g.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

J. G. TECNOLOGIA S.A.C.

PGC-16-r08/ Diciembre 2019/Rev.04



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

(01) 262 9536
(51) 988 901 065

Informes@testcontrol.com.pe
www.testcontrol.com.pe

INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 20900

Página : 3 de 3

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 06446 - 2021

Proforma : 2506A

Fecha de emisión : 2021-05-06

Página : 1 de 2

SOLICITANTE : JJ GEOTECNIA S.A.C.

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

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MUFLA
Marca : YF
Modelo : No indica
N° de Serie : 201251
Intervalo de indicación : 0 °C a 1300 °C
Resolución : 1 °C
Fecha de Calibración : 2021-04-26
Ubicación : LABORATORIO

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de JJ GEOTECNIA S.A.C.

PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa usando un patrón de temperatura calibrado.

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	23,0 °C	22,9 °C
HUMEDAD RELATIVA	67,0 %hr	67,0 %hr

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

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

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad. Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

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

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

JJ GEOTECNIA S.A.C.

ELMER MOYANO HUAMAN
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 270906



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico.
CFP: 0316



TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de calibración
Medio Isothermo Termohigrómetro 2 Termómetros digitales LO JUSTO S.A.C	Termómetro Digital -200 °C a 1 200 °C	TE-1075-2020

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INDICACIÓN DEL TERMÓMETRO (°C)	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA (°C)	CORRECCIÓN (°C)	INCERTIDUMBRE (°C)
1000,0	1002,9	2,9	0,6

Temperatura Convencionalmente Verdadera = Indicación del Termómetro + Corrección

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

LO JUSTO S.A.C

 MPE MORENO HUAMAN
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 2°0906



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 06446 - 2021

Proforma : 2506A

Fecha de emisión : 2021-05-06

Página : 1 de 2

SOLICITANTE : JJ GEOTECNIA S.A.C.

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

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MUFLA
Marca : YF
Modelo : No indica
N° de Serie : 201251
Intervalo de indicación : 0 °C a 1300 °C
Resolución : 1 °C
Fecha de Calibración : 2021-04-26
Ubicación : LABORATORIO

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de JJ GEOTECNIA S.A.C.

PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa usando un patrón de temperatura calibrado.

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	23,0 °C	22,9 °C
HUMEDAD RELATIVA	67,0 %hr	67,0 %hr

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


JJ GEOTECNIA S.A.C.
MELGARENO HUAMAN
INGENIERO CIVIL
G. CIP N° 240906



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico.
CFP: 0316



TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de calibración
Medio Isotermo Termohigrómetro 2 Termómetros digitales LO JUSTO S.A.C	Termómetro Digital -200 °C a 1 200 °C	TE-1075-2020

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INDICACIÓN DEL TERMÓMETRO (°C)	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA (°C)	CORRECCIÓN (°C)	INCERTIDUMBRE (°C)
1000,0	1002,9	2,9	0,6

Temperatura Convencionalmente Verdadera = Indicación del Termómetro + Corrección

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

J. GEOTECNIA S.A.C

 CAMER MORENO HUAMAN
 INGENIERO CIVIL
 C.R. 018 N° 2-0906



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC-15695-2021

PROFORMA : 5784A Fecha de emisión : 2021 - 09 - 27 Página : 1 de 2

1. SOLICITANTE : JJ GEOTECNIA S.A.C.
DIRECCIÓN : Av. A Mza. 48 Lote. 17 Asc. Armando Villanueva Lima - Lima - Los Olivos

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PRENSA DE CONCRETO
 Marca : ELE INTERNATIONAL Capacidad Máxima : 120000 kgf
 Modelo : ADR TOUCH HEAD División de Escala, d : 0,1 kgf
 N° Serie : 1887-1-00074 Procedencia : USA
 Código de Ident. : NO INDICA Ubicación : LABORATORIO

3.- FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN.

La calibración se realizó el día 21 de setiembre del 2021 en las instalaciones de JJ GEOTECNIA S.A.C.

4. MÉTODO.

La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia la norma ISO 7500-1 Calibration and verification of testing machines

5. TRAZABILIDAD.

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	CERTIFICADO DE CALIBRACION
Patrón de Referencia AEP Transducers	Celda de Carga CLFLEX 3MN 3000 kN	12821 C - 2021

6. CONDICIONES AMBIENTALES.

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	21,5 °C	21,9 °C
HUMEDAD RELATIVA	70,0 %	71,0 %

7. OBSERVACIONES.

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.
 La incertidumbre de la medición se determinó con un factor de cobertura $k=2$, para un nivel de confianza de 95%.
 Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.
 Verificar la indicación de cero del instrumento antes de cada medición.


 JJ GEOTECNIA S.A.C.
 MORENO HUAMAN
 INGENIERO CIVIL
 C.O. CIP N° 210805


 Lic. Nicolás Ramos Paucar
 Gerente Técnico
 CFP:0316

Certificado N° : TC-15695-2021

Página : 2 de 2

RESULTADOS							
INDICACIÓN DEL EQUIPO BAJO CALIBRACIÓN		INDICACION PROMEDIO DEL PATRON		ERROR		INCERTIDUMBRE	
(%)	kgf	(%)	kgf	(%)	kgf	(%)	kgf
0,0	0,0	0	0,0	0,00	0,0	0,000	0,00
4,2	5000,0	4,2	5003,4	0,00	-3,4	0,000	0,51
8,3	10000,0	8,3	10007,8	-0,01	-7,8	0,000	0,57
16,7	20000,0	16,7	20013,1	-0,01	-13,1	0,000	0,60
41,7	50000,0	41,7	50015,2	-0,01	-15,2	0,001	0,62
50,0	60000,0	50,0	60017,9	-0,01	-17,9	0,001	0,64
58,3	70000,0	58,3	70018,5	-0,02	-18,5	0,001	0,66
66,7	80000,0	66,7	80020,5	-0,02	-20,5	0,001	0,70
75,0	90000,0	75,0	90019,7	-0,02	-19,7	0,001	0,80

Valor Convencionalmente Verdadero = Indicación del Equipo a calibrar - error

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el numero de certificado.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

IGEOTECNIA S.A.C.

 MER LOBENO HUAMAN
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 2-0906

Anexo 9: Resultados de ensayos de laboratorio



Tel.: (01) 632-9183
 Cel: 980703014 / 947280585
 Av. A, Mz.48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva
 Alt. Universitaria cdra 59, Villasol - Los Olivos - Lima
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	1/06/2020

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO ACI 211

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	Fecha de ensayo:	20/08/2021
SOLICITANTE	: Elisban Hoyos Ponce		
OBRA	: Análisis de las propiedades de unidades de albañilería de concreto ecológico a base de materiales reciclables para la construcción sustentable, Lima, 2021		
UBICACION	: Lima		

MATERIAL	f'130 kg/cm²					
	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m³	P. UNITARIO C. Kg/m³
CEMENTO SOL TIPO 1	3.15					
AGREGADO FINO	2.64	3.02	1.2	1.5	1612.0	1805.0
AGREGADO GRUESO	2.67	6.97	0.1	1.2	1325.0	1443.0

MATERIALES: AGREGADO FINO DE CANTERA TRAPICHE Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE						
A) VALORES DE DISEÑO						
1	ASENTAMIENTO		4	ulg		
2	TAMANO MAXIMO NOMINAL		1/2"			
3	RELACION AGUA CEMENTO		0.708			
4	AGUA		225			
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %		1.5			
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO		0.34			
B) ANALISIS DE DISEÑO						
FACTOR CEMENTO			318.000	Kg/m³	7.5	Bls/m³
Volumen absoluto del cemento			0.1010	m³/m³		
Volumen absoluto del Agua			0.2250	m³/m³		
Volumen absoluto del Aire			0.0150	m³/m³		
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS						0.341
Volumen absoluto del Agregado fino			0.3120	m³/m³		0.649
Volumen absoluto del Agregado grueso			0.3370	m³/m³		0.990
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS						0.990
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO						
CEMENTO			318	Kg/m³		
AGUA			225	L/m³		
AGREGADO FINO			824	Kg/m³		
AGREGADO GRUESO			900	Kg/m³		
D) PESO DE MEZCLA						
CORRECCION POR HUMEDAD			2268	Kg/m³		
AGREGADO FINO HUMEDO			833.6	Kg/m³		
AGREGADO GRUESO HUMEDO			900.7	Kg/m³		
E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS						
AGREGADO FINO			0.30	Lts/m³		
AGREGADO GRUESO			1.10	9.9		
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA				12.4		Lts/m³
				237.4		
F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO						
CEMENTO			318	Kg/m³		
AGUA			237	Lts/m³		
AGREGADO FINO			834	Kg/m³		
AGREGADO GRUESO			901	Kg/m³		
G) PESO DE MEZCLA						
CANTIDAD DE MATERIALES (28 lt.)			2290	Kg/m³		
CEMENTO			8.90	Kg		0.028
AGUA			6.65	Lts		
AGREGADO FINO			23.34	Kg		
AGREGADO GRUESO			25.22	Kg		
PORPORCION EN PESO p3 (húmedo)						
C	1.0					
A.F	2.62					
A.G	2.83					
H2o	31.7					
PROPORCION EN VOLUMEN p3 (húmedo)						
C	1.0					1.0
A.F	2.44					0.00
A.G	3.21					0.00
H2o	31.7					0.0

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

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO (F, G o GIB)	Código	FOR-LTC-AG-018
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
ASTM C29

REFERENCIA : Datos de laboratorio
SOLICITANTE : Elisban Hoyos Ponce
OBRA : Análisis de las propiedades de unidades de albañilería de concreto ecológico a base de materiales reciclables para la construcción sustentable, Lima, 2021
UBICACIÓN : Lima Fecha de ensayo: 19/09/2021

MATERIAL : AGREGADO GRUESO CANTERA: TRAPICHE

MUESTRA Nº	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	g	17706	17741	17722
2	Peso del Molde	g	5096	5096	5096
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	12610	12645	12626
4	Volumen del Molde	cc	9530	9530	9530
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.323	1.327	1.325

PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO	g/cc	1.325
-------------------------------	------	-------

MUESTRA Nº	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	g	18858	18832	18841
2	Peso del Molde	g	5096	5096	5096
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	13762	13736	13745
4	Volumen del Molde	cc	9530	9530	9530
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.444	1.441	1.442

PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO	g/cc	1.443
-----------------------------------	------	-------

OBSERVACIONES:

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

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 	 JJ GEOTECNIA SAC ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 21090F	
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

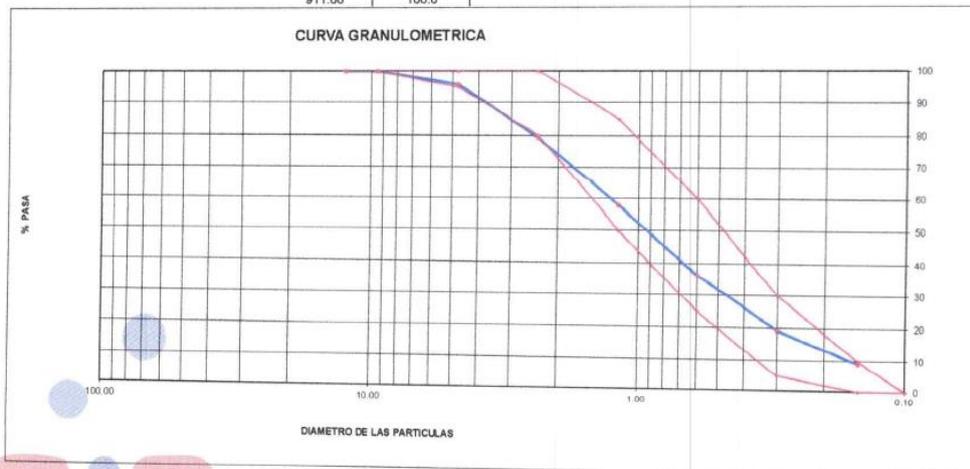
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO	Código	FOR-LTC-AG-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
ASTM C136

REFERENCIA : Datos de laboratorio
SOLICITANTE : Elisban Hoyos Ponce
OBRA : Análisis de las propiedades de unidades de albañilería de concreto ecológico a base de materiales reciclables para la construcción sustentable, Lima, 2021
UBICACIÓN : Lima **Fecha de ensayo:** 18/08/2021

MATERIAL : Agregado fino **CANTERA:** TRAPICHE
PESO INICIAL HUMEDO (g) 922.0 **% W =** 1.2
PESO INICIAL SECO (g) 911.0 **MF =** 3.02

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES ASTM C 33
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
Nº4	4.76	37.8	4.1	4.1	95.9	95 - 100
Nº8	2.38	151.9	16.7	20.8	79.2	80 - 100
Nº 16	1.19	194.9	21.4	42.2	57.8	50 - 85
Nº 30	0.60	194.8	21.4	63.6	36.4	25 - 60
Nº 50	0.30	156.1	17.1	80.7	19.3	05 - 30
Nº 100	0.15	92.5	10.2	90.9	9.1	0 - 10
FONDO		83.1	9.1	100.0	0.0	0 - 0
		911.00	100.0			



OBSERVACIONES:

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

Elaborado por: 	Revisado por: JJ GEOTECNIA S A C  ELMER MAREÑO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 21090	Aprobado por: 
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

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

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS
ASTM C29

REFERENCIA : Datos de laboratorio
SOLICITANTE : Elisban Hoyos Ponce
OBRA : Análisis de las propiedades de unidades de albañilería de concreto ecológico a base de materiales reciclables para la construcción sustentable, Lima, 2021
UBICACIÓN : Lima Fecha de ensayo: 18/08/2021

MATERIAL : AGREGADO FINO

CANTERA : TRAPICHE

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	g	6828	6806	6805
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4465	4443	4442
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.618	1.610	1.609

PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO	g/cc	1.612
-------------------------------	------	-------

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	g	7337	7360	7345
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4974	4987	4982
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.802	1.807	1.805

PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO	g/cc	1.805
-----------------------------------	------	-------

OBSERVACIONES:

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

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 JJ GEOTECNIA S A C "EL MER MORENO HUAMAN" INGENIERO CIVIL REG. MIP N° 21090F	
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO VARIACIÓN DIMENSIONAL (VD)	Código	FOR-LAB-CO-008
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	25/03/2021

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
NTP 399.613

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTES	: Elisban Hoyos Ponce
TESIS	: Análisis de las propiedades de unidades de albañilería de concreto ecológico a base de materiales reciclables para la construcción sustentable, Lima, 2021
UBICACIÓN	: Lima

Fecha de emisión: 25/09/2021

DIMENSIONES ESPECÍFICAS:

TIPO: ARTESANAL ROY

LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)
24	13	9

ESPECÍMEN	LARGO (cm)	%VD	ANCHO (cm)	%VD	ALTO (cm)	%VD
PATRON-1	23.9	0.42	12.90	0.77	8.9	1.11
PATRON-2	24	0.00	13.00	0.00	9	0.00
PATRON-3	23.9	0.42	13.00	0.00	8.9	1.11
5% PET+VIDRIO MOLIDO	24	0.00	13.10	-0.77	9.1	-1.11
5% PET+VIDRIO MOLIDO	24.1	-0.42	13.20	-1.54	9.1	-1.11
5% PET+VIDRIO MOLIDO	24.1	-0.42	13.20	-1.54	9.1	-1.11
7.5% PET+VIDRIO MOLIDO	24.1	-0.42	13.10	-0.77	9.2	-2.22
7.5% PET+VIDRIO MOLIDO	24.2	-0.83	13.20	-1.54	9.1	-1.11
7.5% PET+VIDRIO MOLIDO	24.2	-0.83	13.20	-1.54	9.1	-1.11
10% PET + VIDRIO MOLIDO	24.2	-0.83	13.20	-1.54	9.3	-3.33
10% PET + VIDRIO MOLIDO	24.1	-0.42	13.20	-1.54	9.2	-2.22
10% PET + VIDRIO MOLIDO	24.2	-0.83	13.10	-0.77	9.2	-2.22

OBSERVACIONES:

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

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ABSORCIÓN
-------------------------------------	--

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
NTP 399.613 / NTP 399.804

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	<i>Fecha de emisión:</i> 07/10/2021
SOLICITANTES	: Elisban Hoyos Ponce	
TESIS	: Análisis de las propiedades de unidades de albañilería de concreto ecológico a base de materiales reciclables para la construcción sustentable, Lima, 2021	
UBICACIÓN	: Lima	
TIPO	: LADRILLO ECOLOGICO - PATRON	

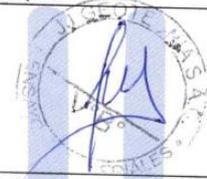
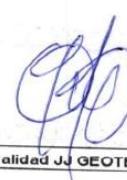
IDENTIFICACIÓN	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (24 hrs) (g)	ABSORCIÓN (%)
M-1	4329	4467	3.2

IDENTIFICACIÓN	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (24 hrs) (g)	ABSORCIÓN (%)
M-2	4298	4452	3.6

IDENTIFICACIÓN	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (24 hrs) (g)	ABSORCIÓN (%)
M-3	4236	4385	3.5

OBSERVACIONES:

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

Elaborado por: 	Revisado por: JJ GEOTECNIA S A C  ELMER MARCELO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 21096	Aprobado por: 
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ABSORCIÓN
-------------------------------------	--

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
 NTP 399.613 / NTP 399.604

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTES	: Eliaban Hoyos Ponce
TESIS	: Análisis de las propiedades de unidades de albañilería de concreto ecológico a base de materiales reciclables para la construcción sustentable, Lima, 2021
UBICACIÓN	: Lima Fecha de emisión: 07/10/2021
TIPO	: LADRILLO ECOLOGICO - 5% PET + VIDRIO MOLIDO

IDENTIFICACIÓN	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (24 hrs) (g)	ABSORCIÓN (%)
5% PET+VIDRIO MOLIDO	4193	4354	3.8

IDENTIFICACIÓN	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (24 hrs) (g)	ABSORCIÓN (%)
5% PET+VIDRIO MOLIDO	4158	4312	3.7

IDENTIFICACIÓN	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (24 hrs) (g)	ABSORCIÓN (%)
5% PET+VIDRIO MOLIDO	4128	4279	3.7

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

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 	 JJ GEOTECNIA SAC ELMER MORENO HUAMAN <small>INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 21094</small>	
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ABSORCIÓN
-------------------------------------	--

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
NTP 399.613 / NTP 399.604

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	
SOLICITANTES	: Elisban Hoyos Ponce	
TESIS	: Análisis de las propiedades de unidades de albañilería de concreto ecológico a base de materiales reciclables para la construcción sustentable, Lima, 2021	
UBICACIÓN	: Lima	Fecha de emisión: 07/10/2021
TIPO	: LADRILLO ECOLOGICO - 7.5% PET + VIDRIO MOLIDO	

IDENTIFICACIÓN	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (24 hrs) (g)	ABSORCIÓN (%)
7.5% PET+VIDRIO MOLIDO	4098	4259	3.9

IDENTIFICACIÓN	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (24 hrs) (g)	ABSORCIÓN (%)
7.5% PET+VIDRIO MOLIDO	4038	4192	3.8

IDENTIFICACIÓN	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (24 hrs) (g)	ABSORCIÓN (%)
7.5% PET+VIDRIO MOLIDO	4058	4212	3.8

OBSERVACIONES:

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

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 	 JJ GEOTECNIA S A C ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 21094	
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ABSORCIÓN
-------------------------------------	--

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
NTP 399.613 / NTP 399.604

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTES	: Elisban Hoyos Ponce
TESIS	: Análisis de las propiedades de unidades de albañilería de concreto ecológico a base de materiales reciclables para la construcción sustentable, Lima, 2021
UBICACIÓN	: Lima Fecha de emisión: 07/10/2021
TIPO	: LADRILLO ECOLOGICO - 10% PET + VIDRIO MOLIDO

IDENTIFICACIÓN	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (24 hrs) (g)	ABSORCIÓN (%)
10% PET+VIDRIO MOLIDO	4291	4446	3.6

IDENTIFICACIÓN	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (24 hrs) (g)	ABSORCIÓN (%)
10% PET+VIDRIO MOLIDO	4230	4385	3.7

IDENTIFICACION	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (24 hrs) (g)	ABSORCIÓN (%)
10% PET+VIDRIO MOLIDO	4102	4248	3.6

OBSERVACIONES:

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

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

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ALABEO
--	---

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
 NTP 399.613 / NTP 399.604

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Elisaban Hoyos Ponce
TESIS	: Análisis de las propiedades de unidades de albañilería de concreto ecológico a base de materiales reciclables para la construcción sustentable, Lima, 2021
UBICACIÓN	: Lima

Fecha de emisión: 18/09/2021

TIPO : LADRILLO PATRÓN

IDENTIFICACIÓN	CARA SUPERIOR CONCAVIDAD (mm)	CARA SUPERIOR CONVEXIDAD (mm)	CARA INFERIOR CONCAVIDAD (mm)	CARA INFERIOR CONVEXIDAD (mm)	ALABEO MÁXIMO (mm)
PATRON-1	1	0	0	2	2

IDENTIFICACIÓN	CARA SUPERIOR CONCAVIDAD (mm)	CARA SUPERIOR CONVEXIDAD (mm)	CARA INFERIOR CONCAVIDAD (mm)	CARA INFERIOR CONVEXIDAD (mm)	ALABEO MÁXIMO (mm)
PATRON-2	0	1	1	0	1

IDENTIFICACIÓN	CARA SUPERIOR CONCAVIDAD (mm)	CARA SUPERIOR CONVEXIDAD (mm)	CARA INFERIOR CONCAVIDAD (mm)	CARA INFERIOR CONVEXIDAD (mm)	ALABEO MÁXIMO (mm)
PATRON-3	0	2	1	0	2

OBSERVACIONES:

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

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

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ALABEO
-------------------------------------	-------------------------------------

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
NTP 399.613 / NTP 399.604

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	
SOLICITANTE	: Elisban Hoyos Ponce	
TESIS	: Análisis de las propiedades de unidades de albañilería de concreto ecológico a base de materiales reciclables para la construcción sustentable, Lima, 2021	
UBICACIÓN	: Lima	Fecha de emisión: 18/09/2021

TIPO : LADRILLO DOSIFICADO CON 5%PET+VIDRIO MOLIDO

IDENTIFICACIÓN	CARA SUPERIOR CONCAVIDAD (mm)	CARA SUPERIOR CONVEXIDAD (mm)	CARA INFERIOR CONCAVIDAD (mm)	CARA INFERIOR CONVEXIDAD (mm)	ALABEO MÁXIMO (mm)
5% PET+VIDRIO	0	1	1	0	1

IDENTIFICACIÓN	CARA SUPERIOR CONCAVIDAD (mm)	CARA SUPERIOR CONVEXIDAD (mm)	CARA INFERIOR CONCAVIDAD (mm)	CARA INFERIOR CONVEXIDAD (mm)	ALABEO MÁXIMO (mm)
5% PET+VIDRIO	0	2	1	0	2

IDENTIFICACIÓN	CARA SUPERIOR CONCAVIDAD (mm)	CARA SUPERIOR CONVEXIDAD (mm)	CARA INFERIOR CONCAVIDAD (mm)	CARA INFERIOR CONVEXIDAD (mm)	ALABEO MÁXIMO (mm)
5% PET+VIDRIO	2	0	0	1	2

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

Elaborado por: 	Revisado por: JJ GEOTECNIA S A C  ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 10994	Aprobado por: 
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ALABEO
-------------------------------------	-------------------------------------

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
NTP 399.613 / NTP 399.604

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	Fecha de emisión: 18/09/2021
SOLICITANTE	: Elisban Hoyos Ponce	
TESIS	: Análisis de las propiedades de unidades de albañilería de concreto ecológico a base de materiales reciclables para la construcción sustentable, Lima, 2021	
UBICACIÓN	: Lima	

TIPO : LADRILLO DOSIFICADO CON 10 % PET+VIDRIO MOLIDO

IDENTIFICACIÓN	CARA SUPERIOR CONCAVIDAD (mm)	CARA SUPERIOR CONVEXIDAD (mm)	CARA INFERIOR CONCAVIDAD (mm)	CARA INFERIOR CONVEXIDAD (mm)	ALABEO MÁXIMO (mm)
10% PET+VIDRIO	4	0	0	2	4

IDENTIFICACIÓN	CARA SUPERIOR CONCAVIDAD (mm)	CARA SUPERIOR CONVEXIDAD (mm)	CARA INFERIOR CONCAVIDAD (mm)	CARA INFERIOR CONVEXIDAD (mm)	ALABEO MÁXIMO (mm)
10% PET+VIDRIO	0	3	2	0	3

IDENTIFICACIÓN	CARA SUPERIOR CONCAVIDAD (mm)	CARA SUPERIOR CONVEXIDAD (mm)	CARA INFERIOR CONCAVIDAD (mm)	CARA INFERIOR CONVEXIDAD (mm)	ALABEO MÁXIMO (mm)
10% PET+VIDRIO	3	0	0	2	3

OBSERVACIONES:

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

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 	 JJ GEOTECNIA S A C EL MER MARENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906	
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES PRISMA RECTANGULAR DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	1/06/2020

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	
SOLICITANTE	: Elisban Hoyos Ponce	
TESIS	: Análisis de las propiedades de unidades de albañilería de concreto ecológico a base de materiales reciclables para la construcción sustentable, Lima, 2021	
UBICACION	: Lima	Fecha de emisión: 27/08/2021

IDENTIFICACION DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm2	ESFUERZO kg/cm2	F _c Diseño kg/cm2	% F _c
PATRÓN	20/08/2021	27/08/2021	7	13818.8	132.7	104.1	130.0	80.1
PATRÓN	20/08/2021	27/08/2021	7	13525.8	132.7	101.9	130.0	78.4
PATRÓN	20/08/2021	27/08/2021	7	13666.0	132.7	103.0	130.0	79.2
5% PET + VIDRIO MOLIDO	20/08/2021	27/08/2021	7	17980.0	132.7	135.5	130.0	104.2
5% PET + VIDRIO MOLIDO	20/08/2021	27/08/2021	7	17775.0	132.7	133.9	130.0	103.0
5% PET + VIDRIO MOLIDO	20/08/2021	27/08/2021	7	17799.5	132.7	134.1	130.0	103.2
7.5% PET + VIDRIO MOLIDO	20/08/2021	27/08/2021	7	15998.0	132.7	120.5	130.0	92.7
7.5% PET + VIDRIO MOLIDO	20/08/2021	27/08/2021	7	15688.6	132.7	118.2	130.0	90.9
7.5% PET + VIDRIO MOLIDO	20/08/2021	27/08/2021	7	14999.8	132.7	113.0	130.0	86.0
10% PET + VIDRIO MOLIDO	20/08/2021	27/08/2021	7	13555.0	132.7	102.1	130.0	78.6
10% PET + VIDRIO MOLIDO	20/08/2021	27/08/2021	7	13485.6	132.7	101.6	130.0	78.2
10% PET + VIDRIO MOLIDO	20/08/2021	27/08/2021	7	13522.0	132.7	101.9	130.0	78.4

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

- No se observaron fallas atípicas en las roturas
- El ensayo fue realizado haciendo uso de material refrentante (YESO - CEMENTO).
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

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

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES PRISMA RECTANGULAR DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	1/09/2020

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Elisban Hoyos Ponce
TESIS	: Análisis de las propiedades de unidades de albañilería de concreto ecológico a base de materiales reciclables para la construcción sustentable, Lima, 2021
UBICACIÓN	: Lima
Fecha de emisión: 03/09/2021	

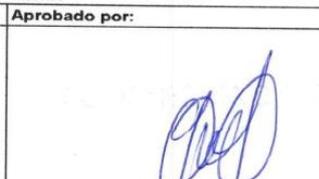
IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA em ²	ESFUERZO kgf/cm ²	F'o Diseño kgf/cm ²	% F'c
PATRÓN	20/08/2021	3/09/2021	14	16898.5	132.7	125.8	130.0	96.8
PATRÓN	20/08/2021	3/09/2021	14	15989.0	132.7	120.5	130.0	92.7
PATRÓN	20/08/2021	3/09/2021	14	15888.8	132.7	119.7	130.0	92.1
5% PET + VIDRIO MOLIDO	20/08/2021	3/09/2021	14	22658.3	132.7	170.7	130.0	131.3
5% PET + VIDRIO MOLIDO	20/08/2021	3/09/2021	14	28966.6	132.7	203.2	130.0	156.3
5% PET + VIDRIO MOLIDO	20/08/2021	3/09/2021	14	25898.8	132.7	195.1	130.0	150.1
7.5% PET + VIDRIO MOLIDO	20/08/2021	3/09/2021	14	17988.8	132.7	135.5	130.0	104.3
7.5% PET + VIDRIO MOLIDO	20/08/2021	3/09/2021	14	17266.6	132.7	130.1	130.0	100.1
7.5% PET + VIDRIO MOLIDO	20/08/2021	3/09/2021	14	17999.1	132.7	135.6	130.0	104.3
10% PET + VIDRIO MOLIDO	20/08/2021	3/09/2021	14	14966.6	132.7	112.8	130.0	86.7
10% PET + VIDRIO MOLIDO	20/08/2021	3/09/2021	14	15989.5	132.7	120.5	130.0	92.7
10% PET + VIDRIO MOLIDO	20/08/2021	3/09/2021	14	14998.0	132.7	113.0	130.0	86.9

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

- * No se observaron fallas atípicas en las roturas
- * El ensayo fue realizado haciendo uso de material referentante (YESO - CEMENTO).
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

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

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES PRISMA RECTANGULAR DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	1/08/2020

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	
SOLICITANTE	: Elisban Hoyos Ponce	
TESIS	: Análisis de las propiedades de unidades de albañilería de concreto ecológico a base de materiales reciclables para la construcción sustentable, Lima, 2021	
UBICACIÓN	: Lima	Fecha de emisión: 17/09/2021

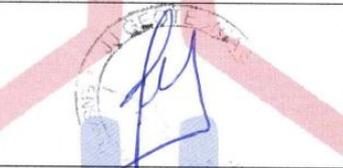
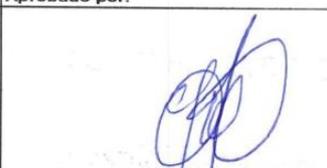
IDENTIFICACIÓN DE ESPECÍMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kgf/cm ²	F _c Diseño kgf/cm ²	% F _c
PATRÓN	20/08/2021	17/09/2021	28	23982.7	132.7	180.7	130.0	139.0
PATRÓN	20/08/2021	17/09/2021	28	23678.6	132.7	178.4	130.0	137.2
PATRÓN	20/08/2021	17/09/2021	28	22859.6	132.7	172.2	130.0	132.5
5% PET + VIDRIO MOLIDO	20/08/2021	17/09/2021	28	32676.6	132.7	246.2	130.0	189.4
5% PET + VIDRIO MOLIDO	20/08/2021	17/09/2021	28	33031.5	132.7	248.9	130.0	191.4
5% PET + VIDRIO MOLIDO	20/08/2021	17/09/2021	28	32989.6	132.7	248.5	130.0	191.2
7.5% PET + VIDRIO MOLIDO	20/08/2021	17/09/2021	28	26696.6	132.7	201.1	130.0	154.7
7.5% PET + VIDRIO MOLIDO	20/08/2021	17/09/2021	28	28297.1	132.7	213.2	130.0	164.0
7.5% PET + VIDRIO MOLIDO	20/08/2021	17/09/2021	28	27856.6	132.7	209.9	130.0	161.4
10% PET + VIDRIO MOLIDO	20/08/2021	17/09/2021	28	18006.8	132.7	135.7	130.0	104.4
10% PET + VIDRIO MOLIDO	20/08/2021	17/09/2021	28	26101.6	132.7	196.6	130.0	151.3
10% PET + VIDRIO MOLIDO	20/08/2021	17/09/2021	28	20256.6	132.7	152.6	130.0	117.4

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

- * No se observaron fallas atípicas en las roturas
- * El ensayo fue realizado haciendo uso de material referentante (YESO - CEMENTO).
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 JJ GEOTECNIA SAC EL MER MAREÑO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210904	
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO		Código	FOR-LTC-AL-054
	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERIA		Revisión	2
			Aprobado	CC-JJG
			Fecha	1/01/2020

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
NTP 399.605 / E.070

REFERENCIA	: DATOS DE LABORATORIO
SOLICITANTE	: Elisban Hoyos Ponce
TESIS	: Análisis de las propiedades de unidades de albañilería de concreto ecológico a base de materiales reciclables para la construcción sustentable, Lima, 2021
UBICACIÓN	: Lima Fecha de ensayo: 16/10/2021

LADRILLERA : ECOLOGICO

IDENTIFICACIÓN	h (cm)	s (cm)	RELACIÓN n/s	A _b (cm ²)	P (kg)	f _m	f _m corregido (kg/cm ²)
PATRON	30.5	13.0	2.35	309	24355.6	78.7	61.4
PATRON	30.3	13.0	2.33	309	24255.6	78.4	61.1
PATRON	30.4	13.0	2.34	309	24565.6	79.4	61.9
5% PET + VIDRIO MOLIDO	30.4	13.0	2.34	309	25365.3	82.0	63.9
5% PET + VIDRIO MOLIDO	30.3	13.0	2.33	309	25586.6	82.7	64.5
5% PET + VIDRIO MOLIDO	30.6	13.0	2.35	309	25456.6	82.3	64.2
7.5% PET + VIDRIO MOLIDO	30.3	13.0	2.33	309	24568.6	78.4	61.9
7.5% PET + VIDRIO MOLIDO	30.3	13.0	2.33	309	24365.6	78.8	61.4
7.5% PET + VIDRIO MOLIDO	30.4	13.0	2.34	309	24883.6	79.8	62.2
10% PET + VIDRIO MOLIDO	30.5	13.0	2.35	309	23365.6	75.5	58.9
10% PET + VIDRIO MOLIDO	30.3	13.0	2.33	309	23523.6	76.0	59.3
10% PET + VIDRIO MOLIDO	30.6	13.0	2.35	303	23416.6	77.3	60.3

DONDE:

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

NOTA ILUSTRATIVA: 1 lb = 4.448 N

1 Pa = 1 N/m²

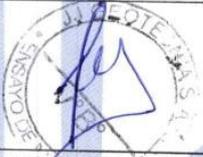
1 Kg/cm² = 98 066 kPa

Esbeltéz	2,0	2,5	3,0	4,0	4,5	5,0
Factor	0,73	0,80	0,91	0,95	0,98	1,00

Fuente: Norma E.070

OBSERVACIONES:

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

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

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES ELABORADOS CON UNIDADES DE ALBAÑILERÍA	Código	FOR-LTC-CO-037
	Revisión	1
	Aprobado	CC-MTL
	Fecha	1/06/2016

TESIS : Análisis de las propiedades de unidades de albañilería de concreto ecológico a base de materiales reciclables para la construcción sustentable, Lima, 2021
 SOLICITANTE : Elisban Hoyos Ponce
 UBICACION DE PROYECTO : Lima
 FECHA DE EMISIÓN : 18/10/21

REALIZADO POR: JCT
 FECHA DE ENSAYO: 18/10/2021
 TURNO: Diurno

Tipo de muestra : Unidades de albañilería de concreto
 Presentación : Ladrillo Patrón

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

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACION	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	LARGO DE MURETE (mm)	ALTURA DE MURETE (mm)	ESPESOR DE MURETE (mm)	FUERZA MÁXIMA (kg)	FUERZA MÁXIMA (N)	ÁREA BRUTA (mm ²)	ESFUERZO v _m	
MURETE PATRÓN	17/09/2021	15/10/2021	28	630.0	602.8	130.1	9771	95820.8	80193.6	0.8 MPa	8.6 kg/cm ²
MURETE PATRÓN	17/09/2021	15/10/2021	28	602.8	603.7	130.2	9587	94012.4	78543.2	0.8 MPa	8.6 kg/cm ²
MURETE PATRÓN	17/09/2021	15/10/2021	28	630.3	602.9	130.1	9255	90756.6	80219.7	0.8 MPa	8.2 kg/cm ²
6% PET + VIDRIO MOLIDO	17/09/2021	15/10/2021	28	602.8	603.8	130.1	10223	100253.4	78489.3	0.9 MPa	9.2 kg/cm ²
5% PET + VIDRIO MOLIDO	17/09/2021	15/10/2021	28	630.0	602.7	130.1	10020	98264.6	80187.1	0.9 MPa	8.8 kg/cm ²
5% PET + VIDRIO MOLIDO	17/09/2021	15/10/2021	28	602.5	603.9	130.2	10111	99155.0	78536.6	0.9 MPa	9.1 kg/cm ²
7.5% PET + VIDRIO MOLIDO	17/09/2021	15/10/2021	28	630.0	602.8	130.1	9854	96630.8	80193.6	0.9 MPa	8.7 kg/cm ²
7.5% PET + VIDRIO MOLIDO	17/09/2021	15/10/2021	28	602.8	603.7	130.1	9601	97097.6	78482.8	0.9 MPa	8.9 kg/cm ²
7.5% PET + VIDRIO MOLIDO	17/09/2021	15/10/2021	28	630.4	602.8	130.1	9890	96968.7	80219.7	0.9 MPa	8.7 kg/cm ²
10% PET + VIDRIO MOLIDO	17/09/2021	15/10/2021	28	602.8	603.8	130.2	8999	88251.0	78549.7	0.8 MPa	8.1 kg/cm ²
10% PET + VIDRIO MOLIDO	17/09/2021	15/10/2021	28	630.0	602.9	130.1	9036	88638.4	80200.1	0.8 MPa	8.0 kg/cm ²
10% PET + VIDRIO MOLIDO	17/09/2021	15/10/2021	28	602.6	603.6	130.4	8770	86000.4	78644.2	0.8 MPa	7.9 kg/cm ²

OBSERVACIONES:

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

<p>Elaborado por:</p>  <p>Jefe de Laboratorio</p>	<p>Revisado por:</p>  <p>JJ GEOTECNIA SAC ING. ERMENEGILDO HUAMAN REG. CIP N° 21091</p> <p>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</p>	<p>Aprobado por:</p>  <p>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</p>
--	--	--

COSTO DE ELABORACIÓN



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS: COSTO DE ELABORACIÓN

Título: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO ECOLÓGICO A BASE DE MATERIALES RECICLABLES PARA LA CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE, LIMA, 2021

Tesista: Elisban Hoyos Ponce

Código: 7002446142

COSTO DE PRODUCCIÓN		DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL S/	
	MATERIA PRIMA		Cemento	257.84	kg	0.553	142.59
			Arena	647.20	Kg	0.0248	16.05
			Confitillo	700.75	Kg	0.0339	23.76
			Agua Potable	192.16	Litros	0.0017	0.33
	SUB-TOTAL S/						182.73
	INSUMOS		Plástico PET	29.01	Kg	1.30	37.71
			Vidrio	29.01	Kg	0.30	8.70
			Madera	1.00	Global	10.00	10.00
	SUB-TOTAL S/						56.41
MANO DE OBRA		Ayudante	0.25	Jornal/día	70.00	17.50	
		Ayudante	0.25	Jornal/día	70.00	17.50	
SUB-TOTAL S/						35.00	
TOTAL S/						274.14	

Análisis de costo unitario

Materiales	Unidad	Peso	Precio	Precio Unitario
Cemento	bolsa	42.50	23.00	0.5530
Agua	m ³	1000.0	1.667	0.0017
Arena	m ³	1612.00	40.00	0.0248
Confitillo	m ³	1325.00	45.00	0.0339
Madera	global	1.00	10.00	10.00



HOYOS SALAZAR ELIAS
CA 53 H3 02
URB PINAR, EL
COMAS

Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima
Autopista Hiramio Priálo 210
El Agustino - Lima
RUC 20100152356

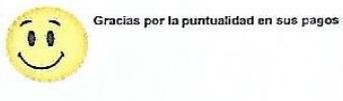


Sector: 346

OC.: AV BELAUDE OESTE, VICTOR A 500 COMAS

QR para pago **Suministro N°**
5163370-9
RECIBO
S102-14417657

INFORMACIÓN GENERAL	INFORMACIÓN DE PAGO	LECTURA DE MEDIDOR																																				
Titular de la conexión: HOYOS SALAZAR ELIAS Dirección del suministro: CA 53 H3 02 - URB PINAR, EL Distrito: COMAS Tipo de facturación: LECTURA Tarifa: DOMESTICO Categoría: RESIDENCIAL Unidad de Uso: 1 Tipo de descarga: Frecuencia de facturación: Mensual Actividad: PREDIO UNIFAMILIAR	Fecha de emisión: 14/09/2021 Ref. de cobro: 51633702504 Período de consumo: 12/08/2021 - 13/09/2021 N° de recibo: 14417657-12211202109 Mes facturado: Setiembre 2021 Fecha de vencimiento: 29/09/2021	Medidor: E116870935 Anterior: 702 Actual: 713 Consumo (m3): 11																																				
	INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA	DETALLE DE FACTURACIÓN																																				
	Estructura Tarifaria (28/07/2021) <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tarifa</th> <th>Rango</th> <th>Agua</th> <th>Alcant.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DOMESTICO</td> <td>0 a 20</td> <td>1.667</td> <td>1.040</td> </tr> <tr> <td></td> <td>20 a 50</td> <td>2.367</td> <td>1.456</td> </tr> <tr> <td></td> <td>50 a más</td> <td>6.848</td> <td>2.882</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0 a 0</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> </tr> </tbody> </table> Horario de abastecimiento Código : COM279 00 Frecuencia: DIARIO De : 00:00 hrs. Hasta : 24:00 hrs. Diámetro Conex: 15 mm.	Tarifa	Rango	Agua	Alcant.	DOMESTICO	0 a 20	1.667	1.040		20 a 50	2.367	1.456		50 a más	6.848	2.882		0 a 0	0.000	0.000	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Concepto:</th> <th>Importe:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Volumen de Agua Potable 11.00 m3</td> <td>18.34</td> </tr> <tr> <td>Servicio de Alcantarillado</td> <td>11.44</td> </tr> <tr> <td>Cargo Fijo</td> <td>5.61</td> </tr> <tr> <td>I.G.V. 35.39 x 18%</td> <td>6.37</td> </tr> <tr> <td>Redondeo del mes anterior</td> <td>0.05</td> </tr> <tr> <td>Redondeo del mes actual</td> <td>-0.01</td> </tr> <tr> <td>Consumo del mes</td> <td>41.80</td> </tr> </tbody> </table>	Concepto:	Importe:	Volumen de Agua Potable 11.00 m3	18.34	Servicio de Alcantarillado	11.44	Cargo Fijo	5.61	I.G.V. 35.39 x 18%	6.37	Redondeo del mes anterior	0.05	Redondeo del mes actual	-0.01	Consumo del mes	41.80
Tarifa	Rango	Agua	Alcant.																																			
DOMESTICO	0 a 20	1.667	1.040																																			
	20 a 50	2.367	1.456																																			
	50 a más	6.848	2.882																																			
	0 a 0	0.000	0.000																																			
Concepto:	Importe:																																					
Volumen de Agua Potable 11.00 m3	18.34																																					
Servicio de Alcantarillado	11.44																																					
Cargo Fijo	5.61																																					
I.G.V. 35.39 x 18%	6.37																																					
Redondeo del mes anterior	0.05																																					
Redondeo del mes actual	-0.01																																					
Consumo del mes	41.80																																					
EVOLUCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA 	Importe total a pagar: S/ *****41.80																																					



Infórmate de tus consumos
Descargando gratis SEDAPAL Móvil

AHORRA 2,5 Litros
Al lavar tus manos, cierra el caño y solo ábrelo para enjuagarte

MENSAJES

Paga tu recibo de agua sin salir de casa desde tu celular

Escanea el código QR de tu recibo desde tu billetera electrónica favorita

El 1% de lo facturado mensualmente por los conceptos de agua potable, alcantarillado y cargo fijo se destina al Mecanismo de Retribución, restauración o uso sostenible de los ecosistemas que proveen de agua.
El monto de su recibo destinado al MRSE es: S/ *****0.35

En cumplimiento del Art.73° del D.L. Ley N° 1280, Título 5 del Reglamento General de Tarifas-RCD 009-2007-SUNASS-CD se ha efectuado un reajuste tarifario de 4,579% por efecto de la variación acumulada del Índice de Precios al Por Mayor.

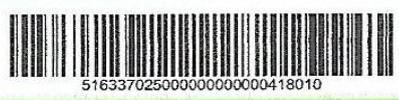
Denuncia actos corruptos, fraudulentos o antieéticos

Ingresar (Formulario web):
www.canaldedenunciasedapal.com.pe

Escribenos:
lineaetica@canaldedenunciasedapal.com.pe

Llámanos (Teléfono - Buzón de voz):
0800-7777-0

Visítanos (Buzón de correspondencia - Entrevista personal):
Av. Antonio Miro Quesada 425 Of. 1005, Magdalena Del Mar.



Para tus consultas y requerimientos llámanos al 317 8000 Aquafono | www.sedapal.com.pe

Imagen: Recibo de agua para determinar el costo unitario.
Fuente: Sedapal,2021.

Ladrillo King Koncreto 13x9x22cm

promart.pe/ladrillo-king-koncreto-13x9x22cm/p

CASAS INCLUSIVAS Conoce y descarga los planos [Aquí](#)

PROMART HOME CENTER

Buscar

Selecciona tu ubicación

Hola, inicia sesión! Mi cuenta y pedidos

Todas las categorías

Ofertas especiales

Lanzamientos

Servicios

Inspiración

Venta a empresas

Venta telefónica (01) 6191616 y venta por whatsapp al 987958155

Promart / Construcción / Ladrillos y Bloques / Ladrillos para pared

Ladrillo King Koncreto 13x9x22cm

UNICON | SKU: 110600

Regular S/ 0.⁹⁷

Despacho desde 24 Hrs.

Calcula tus cuotas con Tarjeta oh!

1

Agregar

Vendido y despachado por: Promart [Ver términos y condiciones](#)

Métodos de entrega

16°C Nublado 10:16 19/10/2021

Imagen: Precio mercado de la unidad de albañilería de concreto convencional
Fuente: Página web Promart Home Center, 2021.