



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Análisis de las propiedades físico-mecánicas de eco-ladrillos
adicionando plástico PET reciclado y vidrio molido, Nuevo Chimbote,
2023

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil**

AUTORES:

Moran Fajardo, Emanuel Stefano (orcid.org/0000-0002-3259-8436)

Ulloa Rodriguez, Kamila Celene (orcid.org/0000-0001-7176-7557)

ASESOR:

Mgtr. Muñoz Arana, Jose Pepe (orcid.org/0000-0002-9488-9650)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CHIMBOTE — PERÚ

2023

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo en primer lugar a nuestras familias, por su amor incondicional, por su apoyo constante y por haber sido nuestra fuente de inspiración para superar todos los obstáculos que encontramos en el camino hacia este logro.

También, al equipo de profesionales que nos acompañaron en este desafío y a todos aquellos amigos y compañeros de estudio que nos brindaron su amistad y aliento. Finalmente, este trabajo es dedicado a todas aquellas personas que, como nosotros, creen en la importancia de la innovación y el desarrollo sostenible para construir un mundo mejor.

AGRADECIMIENTO

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todas las personas que hicieron posible la realización de este trabajo.

En primer lugar, agradecemos al docente Muñoz Arana José Pepe, por su tiempo, guía y apoyo constante en el proceso de investigación. También, agradecemos a nuestros compañeros y amigos, por sus aportes y por compartir sus conocimientos en áreas relacionadas con esta investigación.

Finalmente, agradecemos a nuestras familias, por su amor y motivación infinitos, y por brindarnos un ambiente armonioso y de apoyo en todo momento. Gracias a todos ellos, este trabajo se convierte en un logro satisfactorio y enriquecedor.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MUÑOZ ARANA JOSE PEPE, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, asesor de Tesis titulada: "Análisis de las propiedades físico-mecánicas de eco-ladrillos adicionando plástico PET reciclado y vidrio molido, Nuevo Chimbote, 2023.", cuyos autores son ULLOA RODRIGUEZ KAMILA CELENE, MORAN FAJARDO EMANUEL STEFANO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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

CHIMBOTE, 02 de Diciembre del 2023

| Apellidos y Nombres del Asesor: | Firma |
|--|---|
| JOSE PEPE MUÑOZ ARANA DNI: 32960000 ORCID: 0000-0002-9488-9650 | Firmado electrónicamente por: JMUNOZA el 02-12- 2023 10:05:44 |

Código documento Trilce: TRI - 0677499



DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, ULLOA RODRIGUEZ KAMILA CELENE, MORAN FAJARDO EMANUEL STEFANO estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis Completa titulada: "Análisis de las propiedades físico-mecánicas de ecoladrillos adicionando plástico PET reciclado y vidrio molido, Nuevo Chimbote, 2023.", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis Completa:

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

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

| Nombres y Apellidos | Firma |
|--|---|
| KAMILA CELENE ULLOA RODRIGUEZ DNI: 72913376 ORCID: 0000-0001-7176-7557 | Firmado electrónicamente por: KULLOAR el 02-12- 2023 10:07:02 |
| EMANUEL STEFANO MORAN FAJARDO DNI: 72414945 ORCID: 0000-0002-3259-8436 | Firmado electrónicamente por: EMORANFAJ el 02-12- 2023 10:14:32 |

Código documento Trilce: TRI - 0677498



ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|--|------|
| CARÁTULA..... | i |
| DEDICATORIA | ii |
| AGRADECIMIENTO | iii |
| DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR | iv |
| DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES..... | v |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS | vi |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | vii |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS | viii |
| ÍNDICE DE FIGURAS | ix |
| RESUMEN | x |
| ABSTRACT..... | xi |
| 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, muestreo, unidad de análisis..... | 16 |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 18 |
| 3.5. Procedimientos..... | 19 |
| 3.6. Método de análisis de datos..... | 26 |
| 3.7. Aspectos éticos..... | 26 |
| IV. RESULTADOS | 27 |
| V. DISCUSIÓN | 41 |
| VI. CONCLUSIONES | 46 |
| VII. RECOMENDACIONES..... | 47 |
| REFERENCIAS..... | 48 |
| ANEXOS..... | 55 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Población..... | 16 |
| Tabla 2: Muestra | 17 |
| Tabla 3: Dosificación del vidrio y plástico PET..... | 21 |
| Tabla 4: Análisis granulométrico del agregado grueso..... | 27 |
| Tabla 5: Resultados de los ensayos del agregado grueso | 28 |
| Tabla 6: Análisis granulométrico del agregado fino..... | 29 |
| Tabla 7: Resultados de los ensayos del agregado fino | 30 |
| Tabla 8: Análisis granulométrico del vidrio molido..... | 30 |
| Tabla 9: Análisis granulométrico del PET triturado..... | 32 |
| Tabla 10: Resultados del ensayo de variación dimensional, absorción y alabeo . | 33 |
| Tabla 11: Dosificación del concreto $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$ | 34 |
| Tabla 12: Resultados del ensayo a compresión de los ladrillos a los 7 días | 35 |
| Tabla 13: Resultados del ensayo a compresión de los ladrillos a los 14 días | 36 |
| Tabla 14: Resultados del ensayo a compresión de los ladrillos a los 28 días | 37 |
| Tabla 15: Resultados del ANOVA para la resistencia a la compresión | 38 |
| Tabla 16: Resultados del método TUKEY para la resistencia a la compresión..... | 39 |
| Tabla 17: Resultados del ANOVA para la variación dimensional | 39 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Gráfico 1: Curva granulométrica del agregado grueso..... | 27 |
| Gráfico 2: Curva granulométrica del agregado fino | 29 |
| Gráfico 3: Curva granulométrica del vidrio molido | 31 |
| Gráfico 4: Curva granulométrica del PET triturado | 32 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1: Diseño de investigación | 12 |
| Figura 2: Fórmula de variación dimensional. | 25 |
| Figura 3: Fórmula de absorción | 25 |
| Figura 4: Curva de Snedecor para distribución | 38 |
| Figura 5: Curva de Snedecor para distribución | 39 |

RESUMEN

La investigación realizada sostuvo como objetivo primordial determinar la influencia en las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo ecológico adicionando plástico PET reciclado y vidrio molido, mediante ensayos establecidos por la NTP E070. El tipo de investigación es aplicada con enfoque cuantitativo, y el estudio realizado es un diseño experimental de tipo cuasiexperimental. Para la población se consideró 50 ladrillos ecológicos, con adición de plástico PET y vidrio molido en porcentajes de 6%, 9%, 12%, 15%. Se encontró que, al aumentar mayor porcentaje de PET triturado al ladrillo, este perdió resistencia con respecto al convencional, sin embargo, en su variación dimensional, se encontró mejores resultados. Se determina mediante el análisis estadístico ANOVA, que la adición de plástico PET reciclado y vidrio molido en la producción de eco-ladrillos mejora significativamente sus propiedades físico-mecánicas, además, que el 6% de adición es el porcentaje con mejores resultados en los ladrillos ecológicos.

Palabras clave: Ladrillo ecológico, PET reciclado, vidrio molido, resistencia a la compresión.

ABSTRACT

The conducted research aimed primarily to determine the influence on the physical and mechanical properties of the ecological brick by adding recycled PET plastic and ground glass, through tests established by the NTP E070. The research type is applied with a quantitative approach, and the study conducted is a quasi-experimental experimental design. For the population, 50 ecological bricks were considered, with the addition of PET plastic and ground glass in percentages of 6%, 9%, 12%, 15%. It was found that as a higher percentage of crushed PET was added to the brick, it lost strength compared to the conventional one; however, in its dimensional variation, better results were found. It is determined through ANOVA statistical analysis that the addition of recycled PET plastic and ground glass in the production of eco-bricks significantly improves their physical-mechanical properties. Additionally, it was found that the 6% addition is the percentage with the best results in the ecological bricks.

Keywords: Eco-friendly bricks, recycled PET, ground glass, compressive strength.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, a nivel mundial, nos enfrentamos a un grave problema de contaminación debido a la proliferación de residuos sólidos generados diariamente. Estos residuos, que incluyen envases de alimentos y bebidas hechos de plástico y vidrio de uso común, presentan una preocupante persistencia en el entorno natural, ya que su degradación es lenta y pueden afectar negativamente al ecosistema durante largos periodos. (Cruzado, 2018, p.12). Este problema está estrechamente relacionado con la evolución de la sociedad moderna y su incapacidad para gestionar adecuadamente estos desechos.

La generación masiva de desechos sólidos es un asunto global y exige una acción inmediata. La sociedad contemporánea es en gran medida responsable de esta problemática, y es imperativo buscar soluciones. Estas soluciones deben abordar no solo la cantidad de residuos generados, sino también su gestión y destino adecuados. (Peña, 2018, p.19). En este contexto, se promueve activamente el reciclaje de materiales inorgánicos, como envases plásticos de PET y vidrio, para su posterior reutilización en diversas industrias.

El desarrollo de nuevas tecnologías y materiales de construcción amigables con el medio ambiente es una tendencia en constante crecimiento en la industria de la construcción. Los ladrillos, que desempeñan un papel fundamental en la edificación de estructuras, están siendo reconsiderados debido a su impacto ambiental. La fabricación tradicional de ladrillos conlleva la emisión de contaminantes como monóxido de carbono, dióxido e hidrocarburos, algunos de los cuales tienen efectos perjudiciales para la salud humana.

Además, el mercado de ladrillos se enfrenta a la problemática de la venta de productos no estandarizados, lo que puede resultar en ladrillos que no cumplen con los estándares mínimos de resistencia, decepcionando a los consumidores. Este fenómeno ha generado un mercado irregular en relación con los ladrillos, lo que plantea desafíos en términos de calidad y normativas en la industria de la construcción.

En vista de estos desafíos ambientales y de calidad, es fundamental explorar alternativas de construcción más sostenibles y buscar nuevas formas de utilizar los desechos inorgánicos, como el plástico PET y el vidrio, en la producción de materiales de construcción respetuosos con el medio ambiente. Además, se deben implementar políticas que fomenten la reducción del uso de materiales contaminantes en la construcción, lo que contribuirá a mitigar el impacto ambiental y a crear un entorno más saludable para todos.

Por lo tanto, la formulación del problema está conformada por el problema general: ¿Cuál es la influencia de la adición porcentual de plástico PET reciclado y vidrio molido en las propiedades físico-mecánicas del ladrillo ecológico? Los problemas específicos son: ¿Cuáles son las características físicas de los agregados para la fabricación de ladrillo ecológico?, ¿De qué manera la adición de plástico reciclado y vidrio molido en 6 %, 9 %, 12 %, y 15 % influye en las propiedades físicas en unidades de albañilería?, ¿De qué manera la adición de plástico reciclado y vidrio molido en 6 %, 9 %, 12 %, y 15 % influye en las propiedades mecánicas en unidades de albañilería?

En esta investigación, la justificación teórica se fundamenta en la importancia de los ladrillos como elementos ampliamente utilizados en la industria de la construcción. Esto ha impulsado la búsqueda de nuevas tecnologías como una alternativa para mejorar su calidad y sostenibilidad. En este contexto, se persigue ampliar el conocimiento sobre el impacto de la incorporación de plástico PET reciclado y vidrio molido en la fabricación de ladrillos. En cuanto a la justificación práctica, se relaciona estrechamente con los objetivos establecidos en la investigación. La obtención de datos y valores específicos permitirá analizar y comprender cómo el uso de plástico PET reciclado y vidrio molido afecta las propiedades de los ladrillos. Estos resultados son esenciales para determinar su viabilidad y beneficios en términos de calidad y sostenibilidad. La justificación metodológica se enfoca en la creación de nuevos tipos de ladrillos que aprovechan la inclusión de plástico reciclado y vidrio molido. El propósito principal es mejorar las características físicas y mecánicas de estos ladrillos. La evaluación de estas mejoras se llevará a cabo mediante ensayos que cumplen con las normativas establecidas en Perú. Desde una perspectiva social, la investigación se centra en

la problemática cada vez más apremiante de la contaminación ambiental a nivel nacional e internacional. La solución a este problema se vuelve imperativa, y la investigación busca promover la reutilización y el reciclaje de residuos sólidos en la producción de ladrillos ecológicos. Esto, a su vez, busca motivar y facilitar la transición de la población y las empresas del sector de la construcción hacia procesos y materiales más sostenibles y respetuosos con el medio ambiente.

La presente investigación tiene el siguiente objetivo general: Determinar la influencia en las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo ecológico adicionando plástico PET reciclado y vidrio molido, mediante ensayos establecidos por la NTP E070. Asimismo, los objetivos específicos son los siguientes: 1) Determinar las características físicas de los agregados para la fabricación del ladrillo ecológico, mediante el análisis granulométrico, 2) Determinar la influencia en las propiedades físicas de unidades de albañilería adicionando plástico PET reciclado y vidrio molido en 6 %, 9 %, 12 %, y 15 %, mediante los ensayos de variación dimensional, alabeo y absorción, 3) Determinar la influencia en las propiedades mecánicas de unidades de albañilería adicionando plástico PET reciclado y vidrio molido en 6 %, 9 %, 12 %, y 15 %, mediante los ensayos de resistencia a la compresión.

Esta investigación establece las siguientes hipótesis, las cuales se encuentran en relación con el planteamiento del problema: H_i : La adición de plástico PET reciclado y vidrio molido en la producción de eco-ladrillos mejora significativamente sus propiedades físico-mecánicas. H_o : No existe una mejora significativa en las propiedades físico-mecánicas de los eco-ladrillos al adicionar plástico PET reciclado y vidrio molido.

II. MARCO TEÓRICO

De acuerdo con el estudio de Gareca (2020), donde su objetivo fue realizar un análisis de las características físicas-mecánicas de los ladrillos ecológicos a base de residuos inorgánicos, llegó a la conclusión que los ladrillos hechos con PET tienen mayor resistencia a la compresión. Para igualar la rigidez del ladrillo convencional, recomienda una dosis de 3,5% de PET, la cual permite un mayor reciclaje de PET. Estos ladrillos cumplen con las normativas colombianas, peruanas y chilenas, y ayudan a disminuir la cantidad de agua absorbida hasta un 22,6% en comparación con los ladrillos tradicionales. A pesar de que el peso de los ladrillos fabricados con PET es mayor, su impacto positivo en el medio ambiente hace que sean una alternativa atractiva.

En una investigación realizada por Gómez y Guzmán (2019), evaluaron las propiedades físico-mecánicas de bloques hechos con PET en comparación con bloques convencionales, utilizando la norma NTE INEN 3066 como referencia. El objetivo primordial fue contrastar y analizar la calidad de ambos tipos de bloques. Según los resultados, los bloques de hormigón con un 40% y 60% de PET presentan una disminución en su densidad del 12% y 21%, respectivamente, comparado con el bloque convencional.

Para elaborar estos bloques se usaron partículas con tamaños desde 0.15 mm a 4.75 mm. En cuanto a su resistencia a la compresión, el bloque convencional alcanzó una fuerza de 6.26 MPa, mientras que el bloque con 40% de PET logró una resistencia de 5.25 MPa y el bloque con 60% de PET, una resistencia de 3.39 MPa.

En conclusión, en cuanto a las propiedades físicas y mecánicas, los bloques con un 40% y 60% de PET cumplieron con los requisitos establecidos. Según su clasificación, los bloques de concreto se consideran de clase B y clase C, respectivamente.

Asimismo, Cardona (2020) en su estudio sobre la importancia de la adición de vidrio reciclado en las propiedades físico-mecánicas de los ladrillos fabricados con plástico reciclado, observó que la resistencia a la compresión supera el requerimiento mínimo (3.5 MPa) según la norma técnica colombiana NTC 4205,

esto se debe a que la rugosidad mayor de los agregados en comparación con el vidrio favorece la unión entre los agregados y el plástico fundido, lo que mejora la resistencia a la compresión.

Si consideramos las muestras preparadas compuestas con vidrio reciclado y agregados, se observó una similitud en términos de densidad, indicando que su resistencia mejoró debido al aumento de la cantidad de agregados. Las muestras M3, M4 y M5, que incluyen 20%, 32% y 51% de agregados respectivamente, aumentaron su resistencia en 12%, 68% y 95%, comparado con el material preparado únicamente con vidrio y plástico reciclado (muestra M2).

Asimismo, el objetivo de la investigación de Félix y Sánchez (2020) fue evaluar de qué manera influye el vidrio triturado reciclado como agregado fino en las propiedades físico-mecánicas de los ladrillos de concreto, empleados en muros portantes. Utilizaron una muestra de 67 ladrillos de concreto estándar y agregaron 204 unidades adicionales que contenían un 10%, 25% y 50% de vidrio triturado como agregado fino. Según el estudio, la inclusión de vidrio crudo triturado en los ladrillos de concreto ocasionó una disminución del 6.30%, 11.10% y 23.52% en la absorción y del 28.80%, 38.81% y 58.71% en la succión.

En contraste, se observó un aumento del 5.45% y 19.34% de resistencia a la compresión simple, del 91.25% de resistencia a la compresión axial en prisma y del 5.26%, 20.80% y 22.44% en la compresión diagonal en los parapetos. Se concluyó que la inclusión de vidrio triturado reciclado en los ladrillos de concreto produjo un impacto positivo en sus propiedades físico-mecánicas.

Según la investigación de Quispe (2019), los ladrillos de concreto fabricados con agregados reciclados demostraron ser resistentes a la compresión. Los diseños con una relación agua y cemento de 0.40 y 0.55 superaron los requerimientos mínimos establecidos por la norma NTP 399.600, alcanzando una resistencia de 4.15 MPa (41.5 kg/cm²) y considerándose aprobados. En cambio, el modelado con una relación agua y cemento de 0.70 no cumplieron con los requerimientos mínimos de resistencia, y no se aprobaron por la norma.

Teniendo en cuenta la investigación de Bedón (2021), tuvo como objetivo diseñar una vivienda unifamiliar utilizando ladrillos de plástico reciclado. Para ello, se realizó una comparación entre los ladrillos PET y los convencionales, llegando a la conclusión de que al agregar un 80% de PET y un 20% de arena gruesa se ejecuta los requisitos que establece en la NTP E.070, haciendo su uso factible en la construcción. Además, se identificó que los ladrillos PET tienen propiedades aislantes que mantienen adecuadamente la temperatura del área.

De acuerdo con el estudio realizado por Jiménez (2022) donde tuvo como objetivo analizar las propiedades mecánicas de bloquetas utilizadas en los eco-ladrillos, concluyó que la incorporación de materiales reciclados como agregados presenta un comportamiento óptimo frente a fuerzas de compresión. Estos eco-ladrillos alcanzaron una máxima resistencia de 114.54 Kg/Cm² después de 7 días de curado y 92.10 Kg/Cm² después de 14 días. Estos valores superan los datos establecidos por la NTP E.070, que establece una mínima FC. de 50 Kg/Cm² para los ladrillos tipo I.

Del mismo modo, Chávez (2020) realizó un estudio en el que se analizaron las propiedades mecánicas de los bloques de concreto tipo P. Durante el análisis, se utilizó vidrio triturado en diferentes porcentajes (5%, 10%, 15% y 20%) en relación al peso de la arena gruesa. Según los datos obtenidos, al agregar vidrio triturado en los porcentajes mencionados, disminuyó la absorción del bloque de concreto en un 3.27%, 7.39%, 15.40% y 19.89%, respectivamente. También disminuyó en la succión del bloque en un 11.77%, 22.36%, 27.09% y 36.50%. Además, se observó un aumento en la resistencia a la compresión simple a los 28 días en un 3.01%, 7.75%, 15.94% y 19.14%, respectivamente.

Dentro de las teorías relacionadas al tema: Según la Norma E.070 (2019), los ladrillos se definen como unidades de construcción que son fáciles de manipular gracias a su tamaño y peso, a diferencia de los bloques que son más grandes y requieren que se usen ambas manos.

Adicionalmente, los ladrillos pueden ser producidos utilizando diferentes materias primas, tales como la arcilla, sílice-cal o concreto, y pueden presentar diferentes características, tales como ser sólidos, huecos o tubulares. Además, se pueden

fabricar tanto de manera artesanal como industrial, lo que les otorga una gran versatilidad como material de construcción. (Fermín, 2018, p.35)

Según De la Cruz (2020), reconoce que los ladrillos ecológicos tienen la capacidad de aislar el frío y el calor, esto implica una reducción en los gastos de mantenimiento térmico de las viviendas. Adicionalmente, estos ladrillos son altamente resistentes a los agentes externos y tienen una gran durabilidad, lo que les permite soportar cargas pesadas. (p.934)

En su investigación, Carrasco y Tinoco (2018) explican que en varias partes del mundo los ladrillos ecológicos son comúnmente denominados como bloques de arcilla prensada. En nuestro país, estos bloques se denominan ladrillos de tierra comprimida (LCT) o ladrillos ecológicos, tal como lo indica la norma NTP E.070. (p.18)

La técnica de construcción con estos ladrillos es amigable con el medio ambiente, ya que no es necesario realizar la cocción del ladrillo, lo que disminuye la expulsión de CO₂ y otros contaminantes. Además, presentan buenas características mecánicas, lo que los hace capaces de soportar cargas y factores ambientales con solidez. Además, se distinguen por ser más ligeros que los ladrillos tradicionales, lo que resulta en un costo reducido. (Rocha, Pérez y Villanueva, 2020, p.25)

Según la Norma Técnica Peruana (NTP 331.017) los ladrillos se clasifican según su capacidad de soportar esfuerzos de compresión, la cual se expresa mediante un número y se mide en MPa. Esta norma identifica cuatro tipos de ladrillos con diferentes niveles de resistencia: Tipo 21, recomendado para aplicaciones que requieren una alta resistencia a la compresión, humedad y bajas temperaturas; Tipo 17, adecuado para aplicaciones generales que necesitan resistencia moderada a la compresión, así como a ambientes fríos y húmedos; Tipo 14, utilizado en aplicaciones generales que requieren resistencia moderada a la compresión; y Tipo 10, indicado para aplicaciones generales que requieren una resistencia moderada a la compresión.

Además, la Norma Técnica E.070 (2019) establece que, como la resistencia a la compresión es el factor principal que se considera, se tiene en cuenta la absorción,

el alabeo y la variación dimensional para la clasificación de los ladrillos. La norma establece cinco clases: Clase I, son poco resistentes y durables, son adecuados para contextos de baja exigencia, como casas de uno o dos pisos que evitan el contacto con la lluvia o el suelo; Clase II, son ladrillos con poco resistentes y durables, adecuados para contextos de exigencia moderada y que evitan el contacto con la lluvia, agua o suelo; Clase III, estos ladrillos son moderadamente resistentes y durables, pueden usarse en construcciones expuestas a cualquier situación de climatología suave.

Los ladrillos de Clase IV presentan una alta resistencia y durabilidad, y pueden usarse en contextos de exigencia moderado, pueden tener contacto directo con las condiciones climatológicas intensas, suelo y agua; y los de Clase V, son ladrillos altamente resistentes y durables, pueden usarse en contextos de servicio riguroso, y estar expuestos a condiciones de lluvias intensas, suelo y agua.

Según Mathios y Chino (2020) el plástico PET es un material producido desde la materia del petróleo crudo, gas y aire. Está compuesto por 64 % de petróleo, 13% de aire y 23% de derivados de fluidos líquidos del gas natural.

Por otro lado, Serrano y Ruiz (2017) menciona que el plástico PET (Polietileno Tereftalato) posee propiedades de flexibilidad y elasticidad que les permite ser moldeado, esto lo hace disponible para una gran variedad de funciones. Es creado mediante la polimerización de átomos de carbono en cadenas moleculares largas, utilizando compuestos orgánicos que se encuentran en el petróleo y otras sustancias naturales. (p.131)

De acuerdo con Castillo (2018), el plástico PET posee características de resistencia química y transparencia que dependen de su orientación. Asimismo, existen distintos grados de este polímero que se distinguen por su masa molecular y grado de cristalinidad; los tipos de menor, medio y mayor peso molecular se identifican como fibra, película e ingeniería, respectivamente. El PET es resistente a los ácidos y los gases atmosféricos, y son altamente resistentes al calor y absorben baja cantidad de agua. Además, gracias a su elevado punto de fusión, es fácil de planchar y muestra resistencia frente al ataque de bacterias, polillas y hongos. (p.28)

Por otro lado, Toribio y Bazán (2023) mencionan que el vidrio es un líquido con una consistencia extremadamente viscosa, de apariencia transparente y frágil. Está compuesto por una combinación de óxidos metálicos, siendo su componente principal el óxido de sílice, conocido como silicio (SiO_4), obtenido de fuentes como arena, pedernal o cuarzo.

En torno a las propiedades físicas del vidrio destacan: Su dureza, pues es un material resistente y capaz de soportar ciertas presiones y abrasiones. Su elasticidad, ya que el vidrio experimenta deformación plástica a temperaturas superiores a los 600°C , puede moldearse y adquirir nuevas formas bajo condiciones de calor intenso, su punto de fusión ocurre a los 1000°C cuando el vidrio se convierte en un líquido fundido, perdiendo su estructura sólida. Su peso específico exhibe una densidad de 2,59 gramos por centímetro cúbico, lo que lo convierte en un material relativamente ligero en comparación con otros elementos. Su densidad es medida en kilogramos por metro cúbico, se determina a 2500 kg/m^3 , indicando que el vidrio es un material compacto y denso.

En cuanto a su viscosidad, es un aspecto que varía dependiendo del flujo del líquido en cuestión ya que, bajo ciertas condiciones, el vidrio puede tener una consistencia más espesa o líquida, adaptándose a su entorno y respondiendo a la aplicación de fuerzas externas. En cuanto a su dilatación térmica, a medida que la temperatura cambia, el vidrio experimenta una expansión o contracción; entre 0° y 300°C , la dilatación térmica del vidrio es de 89×10^{-7} por grado centígrado, lo que indica su capacidad para adaptarse a diferentes rangos de temperatura sin sufrir daños significativos.

De acuerdo con Arbeláez (2022), una opción diferente para aprovechar los desechos de vidrio implica triturarlos en partículas más pequeñas para utilizarlos como sustitutos parciales de los agregados en la preparación de concreto. Este enfoque presenta diversas ventajas, como: la eliminación de la necesidad de fundir el vidrio, lo que reduce el consumo de energía; una simplificación en el tratamiento de los residuos de vidrio al eliminar las etapas de clasificación y limpieza; y la minimización de elementos tóxicos presentes en el vidrio, los cuales se solidifican y encapsulan en el concreto.

Por otro lado, de acuerdo con Alarcón (2021), existen diversos métodos de evaluación que están siendo utilizados con el fin de analizar las propiedades físico-mecánicas de los eco-ladrillos que incorporan fibras PET y materiales reciclados.

Según Reinoso y Vergara (2018), estos materiales poco comunes han sido elegidos por múltiples motivos, incluyendo consideraciones ambientales, económicas y sociales en países como Ecuador, Bolivia, entre otros. Como resultado, se han ejecutado varios análisis para examinar las propiedades físico-mecánicas de estos ladrillos poco usuales. (p.12)

De acuerdo con Pelleg (2016), afirma que los ladrillos ecológicos tienen la ventaja de generar un menor impacto ambiental negativo durante su elaboración, en comparación con los ladrillos convencionales, debido al uso de materiales reciclados. (p.8)

Según Balvin (2019), los ladrillos ecológicos presentan diversos beneficios, tales como: un mayor rendimiento de la mano de obra, lo que permite reducir el plazo de la obra en un 20%; una producción más económica y amigable con el medio ambiente debido al buen manejo de los residuos sólidos, lo que disminuye los costos de producción en un 40% y, por ende, el costo final del producto; un innovador sistema constructivo resistente a los terremotos de los niveles S3 y S4 en la escala de sismos; propiedades acústicas y térmicas que los convierten en un buen aislante; innovación tecnológica al aprovechar de manera eficiente los recursos y, por último, una menor exposición del personal que los produce a riesgos sanitarios dado que no requieren de hornos para su elaboración.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Esta investigación fue de naturaleza aplicada y busca generar nuevos conocimientos orientados hacia la evaluación de cómo la incorporación de plástico y vidrio reciclados afecta las características de los ladrillos ecológicos (Fresno, 2019).

3.1.2. Enfoque de investigación

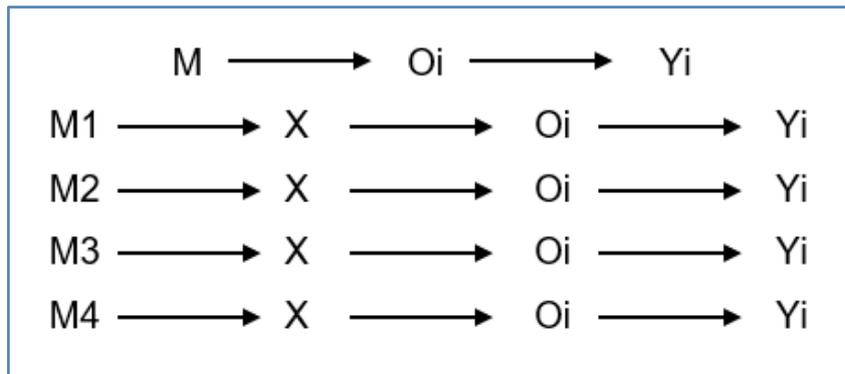
La presente investigación se basó en un enfoque cuantitativo, el cual implica la recolección de datos, un análisis riguroso y la correspondiente verificación de los resultados obtenidos (Fresno, 2019). En este caso se va a incorporar plástico PET reciclado y vidrio triturado en la elaboración de ladrillos ecológicos.

3.1.3. Diseño de investigación

Este estudio se ha concebido como un experimento de diseño cuasi-experimental, ya que busca identificar la causa y el efecto al dividir a los participantes en dos grupos: uno de control y otro que estará sujeto a la experimentación. La variable independiente se introduce con el propósito de examinar las consecuencias que provoca en la variable dependiente (Fresno, 2019).

El proyecto de investigación se sitúa en un nivel explicativo, dado que su objetivo principal es analizar y explicar las razones detrás de las variaciones en las propiedades físicas y mecánicas (variable dependiente) en relación con las diversas variables independientes que se están investigando.

Figura 1: Diseño de investigación



Dónde:

M: Muestra patrón (Ladrillo Patrón)

M1: Muestra con adición al 6%

M2: Muestra con adición al 9%

M3: Muestra con adición al 12%

M4: Muestra con adición al 15%

X: Variable independiente (Ladrillo con plástico PET y vidrio triturado)

Yi: Variable dependiente (Propiedades físicas y mecánicas del ladrillo)

Oi= Resultados

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: Ladrillos con plástico PET y vidrio molido

- **Plástico PET**

Definición conceptual: El plástico PET (tereftalato de polietileno) es un tipo de plástico que se utiliza con frecuencia en envases de alimentos, bebidas, productos de cuidado personal y otros artículos. Es resistente, ligero, y resiste bien a la humedad y productos químicos. El PET es reciclable al cien por ciento y se utiliza para producir fibras textiles recicladas, materiales de construcción y otros productos similares. (Piñeros y Herrera, 2018, p.19)

Definición operacional: El PET es popular debido a su resistencia y facilidad en el moldeo, lo que lo hace ideal para la producción en masa de artículos de

consumo. Además, es un material reciclable, lo que lo hace atractivo para su uso en prácticas sostenibles.

Dimensiones: Las dimensiones propuestas son: Análisis granulométrico

Indicadores: Los indicadores utilizados para la dimensión de plástico PET son: Porcentaje de contenido de vidrio molido, peso específico y absorción, contenido de humedad, peso unitario.

Escala de medición: La escala de medición para los indicadores será de razón.

- **Vidrio molido**

Definición conceptual: El vidrio molido se obtiene al fragmentar el vidrio hasta reducirlo a partículas minúsculas. Este producto se emplea en una variedad de aplicaciones, como fortalecer el concreto y el mortero para aumentar su durabilidad y resistencia, así como en la fabricación de vidrio y cerámica con fines de pigmentación. En resumen, el vidrio molido es una sustancia versátil y valiosa que encuentra uso en múltiples sectores industriales.

Definición operacional: La mezcla de cemento y vidrio molido genera un compuesto robusto y perdurable adecuado para una variedad de proyectos de construcción, en especial en la edificación de estructuras. Además, esta combinación ofrece una manera efectiva de reciclar el vidrio, reduciendo así la cantidad de desechos que llegan a los vertederos y promoviendo la creación de materiales amigables con el entorno y sostenibles.

Dimensiones:

Según el artículo de Espinoza (2019), una de las características esenciales de las variables es su dimensión, la cual debe ser medida para establecer indicadores útiles. La dimensión de una variable es descubierta a través del análisis y la descomposición de la misma.

Las dimensiones propuestas son: Análisis granulométrico.

Indicadores: De manera similar, según lo expresado por Espinoza (2019), los indicadores representan elementos que posibilitan la estimación y cuantificación de una variable específica, brindando una comprensión detallada sobre cómo medir los diversos factores o aspectos que componen su(s) dimensión(es).

Los indicadores empleados para evaluar la dimensión relacionada con el Vidrio molido reciclado son: Porcentaje de contenido de vidrio molido, peso específico y absorción, contenido de humedad y peso unitario.

Escala de medición: Continuando con la postura planteada por Espinoza (2019), las escalas de medición son herramientas utilizadas para proporcionar información acerca de cómo las variables pueden ser clasificadas, teniendo en cuenta si se trata de variables discretas o continuas. En consecuencia, las escalas de medición son vitales para comprender mejor el valor y la importancia de estas clasificaciones, así como para asegurarse de que sean adecuadas para el análisis en cuestión.

La escala de medición para los indicadores será de razón.

Variable dependiente

Propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos ecológicos.

Definición conceptual: Los ladrillos ecológicos resisten altas temperaturas sin sufrir daños, además de contar con propiedades de aislamiento térmico que permiten la transferencia de calor. Además, tienen la capacidad soportar cargas y resistir la aplicación de fuerzas.

Definición operacional:

Con el propósito de analizar las características físicas y mecánicas de los ladrillos ecológicos, se llevarán a cabo pruebas específicas conforme a estándares predefinidos. Estas evaluaciones se realizarán en laboratorios especializados utilizando instrumentos de medición adecuados y en cumplimiento con las normativas vigentes. El personal encargado de ejecutar dichos ensayos estará debidamente capacitado, empleará equipos

previamente calibrados y seguirá procedimientos protocolarios. Las pruebas para efectuar incluirán la determinación de la absorción de agua, la evaluación del alabeo y la variación dimensional de los ladrillos. Asimismo, para medir la resistencia a la compresión, se utilizará una máquina diseñada para aplicar gradualmente una carga al ladrillo hasta que se fracture, registrando de esta manera la carga máxima que el ladrillo puede soportar antes de su ruptura y calculando su resistencia a la compresión.

Dimensiones:

Según lo expresado por Samaniego (2020) en su publicación, para identificar las dimensiones de una variable se deben buscar los elementos que la componen. Estos elementos pueden ser de diferentes tipos, tales como componentes, tipos, etapas, entre otros.

Propiedades físicas y mecánicas del eco-ladrillo, diseño de mezcla.

Indicadores:

Siguiendo las consideraciones de Soto (2018), resulta esencial una precisa definición de los indicadores para que la investigación pueda llevar a cabo un análisis individual de cada uno de ellos. Este enfoque conlleva a una contribución más exhaustiva y minuciosa en lo que respecta a los resultados de la investigación, superando de esta forma un análisis elemental de las variables y dimensiones.

En la dimensión relacionada con las propiedades físicas, se pueden mencionar algunos indicadores clave, tales como la variación dimensional, la absorción de agua y el alabeo.

En lo que concierne a la dimensión de las propiedades mecánicas, se destacan indicadores significativos, como la resistencia a la compresión en los intervalos de 7, 14 y 28 días.

Por otro lado, en la dimensión de diseño de mezcla, se consideran indicadores esenciales, como la relación agua-cemento y las dosificaciones de vidrio y plástico PET en los porcentajes de 6%, 9%, 12% y 15%.

Escala de medición:

Siguiendo la perspectiva presentada por Dagnino (2014), se define la escala de intervalo como aquella que abarca datos continuos o discretos que cuentan con una amplia gama de valores posibles. En esta escala, las distancias entre los diferentes pares de números tienen una dimensión que es conocida y constante, lo que permite obtener información precisa sobre la magnitud de los intervalos. (p.10)

Por lo tanto, se optará por utilizar una escala de intervalo para medir los indicadores.

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

3.3.1. Población

De acuerdo con lo expuesto por Condori (2020), la población representa los elementos o unidades de análisis accesibles que se encuentran dentro del ámbito específico donde se está llevando a cabo el estudio.

En la investigación, la población estuvo conformada por 50 eco-ladrillos con adición de plástico PET reciclado y vidrio molido, sometidos a ensayos de laboratorio.

Tabla 1: Población

| POBLACIÓN | | |
|-------------------|--|-----------------|
| PORCENTAJE | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD |
| M-0% | Ladrillo patrón | 10 |
| M-6% | Ladrillos con plástico PET reciclado y vidrio molido | 10 |
| M-9% | | 10 |
| M-12% | | 10 |
| M-15% | | 10 |
| TOTAL | | 50 |

3.3.2. Muestra

Según lo señalado por Romero (2021), la muestra representa una porción representativa de la población, que comparte las mismas características fundamentales que la población en general. (p.45)

Para esta investigación, se escogió 10 unidades de eco-ladrillos para la prueba de variación de dimensiones, 5 de ellas fueron para el ensayo de compresión y las otras 5 para el ensayo de absorción. (Norma E-070, 2019, p.14). Los 10 ladrillos que se escogieron para la variación dimensional se usaron también para los ensayos de compresión, alabeo y absorción, pues estos no sufrieron cambios físicos. A continuación, se muestra la cantidad de ladrillos que se emplearon por ensayo:

Tabla 2: Muestra

| CANTIDAD DE LADRILLOS POR ENSAYO | | | | | |
|---|---|-----------|-----------|------------|------------|
| ENSAYOS DE LABORATORIO | LADRILLOS ECOLÓGICOS CON PLÁSTICO Y VIDRIO RECICLADO | | | | |
| | 0% | 6% | 9% | 12% | 15% |
| VARIACIÓN DIMENSIONAL | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| ALABEO | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| ABSORCIÓN | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |

3.3.3. Muestreo

De acuerdo con Hernández y Carpio (2019) el muestreo se divide en muestreo probabilístico y no probabilístico; el primer grupo son elementos seleccionados con una posibilidad igualitaria para todos, y los del segundo grupo dependen netamente de las decisiones del investigador. En la investigación se empleó un muestreo probabilístico aleatorio para población finita.

$$= \frac{N * z^2 * \sigma^2}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * \sigma^2}$$

$$n = \frac{50 * 1.96^2 * 0.5^2}{0.05^2 * (50 - 1) + 1.96^2 * 0.5^2}$$

$$n = 44.35$$

Dónde:

n = tamaño de la muestra población a obtener

N = 50

$\sigma = 0.5$

Z = 1.96

e = 0.05

3.3.4. Unidad de análisis

De acuerdo con lo expresado por Novoa (2014) es el elemento primordial en el análisis de contenido y su estudio. Por ello, para la investigación, la unidad de análisis es el ladrillo ecológico, al cual se adicionará plástico PET reciclado y vidrio molido.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas

La técnica de observación que se utilizó a lo largo del proceso de fabricación de los ladrillos en este estudio, con el propósito de recopilar datos de laboratorio y examinar los respectivos ensayos, con el fin de compararlos posteriormente con las hipótesis planteadas.

3.4.2. Instrumentos

De acuerdo con Gallardo (2017), los instrumentos de recolección de datos son elementos esenciales e imprescindibles en cualquier investigación, ya que permiten obtener la información necesaria. (p. 201)

Con el fin de obtener información relevante para este estudio, se utilizaron fichas de observación para la recolección de datos en el campo. Se tomarán

en cuenta las especificaciones de la Norma E.070, la NTP 339.604 y la 399.601, que señalan las técnicas de muestreo y la toma de datos adecuadas para los ensayos respectivos en el laboratorio.

3.4.3. Validez

Según lo expresado por Torres, la validez de un instrumento de recolección de datos está relacionado con su capacidad de medir de forma efectiva la variable que se pretende medir mediante ensayos. (2020, p.86)

La validez de las hojas de cálculo y las fichas de recolección de datos se estableció siguiendo los procedimientos prescritos en las NTP, los cuales estuvieron basados en evidencia científica y fueron validados por ingenieros civiles debidamente autorizados. Asimismo, con el objetivo de analizar los ensayos físicos de dimensionamiento, alabeo, absorción y resistencia a la compresión, se realizaron en un laboratorio que cuente con las autorizaciones correspondientes.

3.4.4. Confiabilidad

Hernández y Carpio (2019) explican que es un instrumento de medición y se relaciona con su habilidad para lograr resultados consistentes al medir de forma repetida un mismo elemento, lo que se traduce en mayor precisión. (p.200)

Para garantizar la exactitud y confiabilidad de los resultados de los ensayos, se llevaron a cabo en un laboratorio certificado que dispone de equipos calibrados y certificados. De esta forma, se asegura la fiabilidad y precisión de los resultados obtenidos.

3.5. Procedimientos

Para la elaboración de ladrillos artesanales se recolectó y selecciono los materiales inorgánicos como es el plástico PET y el vidrio molido a través del reciclado para su posterior acopio, lo cual estos materiales son provenientes de programas de reciclaje contribuyendo con la limpieza de las calles.

Después de tener seleccionado los materiales inorgánicos se realizó su separación y compactación de los materiales PET para reducir su volumen y ser fácil su traslado y almacenamiento; el mismo procedimiento de separación y selección se llevó a cabo con el vidrio teniendo en cuenta que estos materiales deben de encontrarse sin basura adicionada para que sean materiales óptimos para su reciclaje.

Al contar con los materiales se procedió a llevar a una chatarrería para su trituración del vidrio y del plástico PET, logrando tener todo los materiales separados y pesados para ser utilizado en la adición del ladrillo artesanal.

Se llevó a cabo, el análisis de las características físicas de los agregados (agregado fino y grueso, cemento), teniendo en cuenta los siguientes estudios:

- Granulometría: Este ensayo se realizó mediante la NTP 400.012:2018 Agregados, el cual determina materiales finos que pasan por los tamices.
- Contenido de humedad: El procedimiento está establecido en la NTP 339.185:2013 de los agregados.
- Peso específico y absorción del agregado fino: Esto se encuentra establecido en la NTP 400.022:2013, donde se indican los procedimientos de los ensayos.
- Peso específico y absorción del agregado grueso: Esto se encuentra establecido en la NTP 400.021:2018 para determinar las partículas, peso específico seco y absorción del agregado grueso.
- Peso unitario: Se determina de acuerdo a la NTP 400.017:201. Luego se procederá a realizar sus análisis de las características físicas del vidrio molido y del plástico PET.
- Análisis Granulométrico: Luego de haber contado con los estudios requeridos de los agregados, así como también el estudio de los materiales inorgánicos, se procederá a tener en cuenta su dosificación

para hacer un diseño de mezcla. La cual su dosificación del vidrio molido y del plástico PET es la siguiente:

Tabla 3: Dosificación del vidrio y plástico PET

| MATERIAL | 6% | 9% | 12% | 15% |
|----------|----|----|-----|-----|
| VIDRIO | 4% | 6% | 8% | 10% |
| PET | 2% | 3% | 4% | 5% |

Se realizó su molde de metal para el colocado de la mezcla, para lo cual posteriormente de ser colocado se procedió a vibrar y compactar de manera manual.

Luego de cada vibrado y compactado de la mezcla se procedió a desmoldar cada uno de los 20 ladrillos artesanales para ser secados y fraguados al aire libre.

Al tener que estos ladrillos están a base de concreto se dejó curarlos dentro del periodo establecido por la NTP E060, la cual establece que debe ser entre los promedios de 7, 14 y 28 días para poder realizar los ensayos de laboratorio.

Los ensayos de laboratorio se realizaron con muestras de cada material y tipo de dosificación, de las cuales se determinó el peso específico y absorción, peso unitario, contenido de humedad, resistencia a la compresión, variación dimensional, absorción y alabeo.

Etapa I: Propiedades físicas de los agregados

Se recurrió a los procedimientos de cribado siguiendo las directrices establecidas en la norma NTP 400.012 con el fin de llevar a cabo la valoración de partículas de diversos tamaños, específicamente enfocándose en el material pétreo fino y el material pétreo grueso.

Granulometría

Jugando un papel clave en la recopilación de datos relacionados con los materiales destinados a pruebas, los tamices comienzan con la abertura de tamiz más grande y avanzan gradualmente a través de aberturas más pequeñas hasta llegar al tamiz 30. Esta metodología proporciona una perspectiva detallada de la granulometría del material, lo que es esencial para evaluar su adecuación en diversas aplicaciones en los campos de la construcción y la ingeniería. La NTP 400.012, que establece criterios específicos para evaluar la cantidad de material fino que puede atravesar los tamices en un análisis granulométrico, juega un papel clave. Un procedimiento esencial incluido en esta norma implica secar la muestra a una temperatura constante de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, garantizando así resultados uniformes y precisos. La información obtenida a través de estos procesos es crucial para asegurar la calidad y la uniformidad de los materiales empleados en proyectos de construcción, lo que en última instancia contribuye a la seguridad y la longevidad de las estructuras.

Contenido de humedad:

La meticulosa preparación de una muestra de agregado es el primer paso para llevar a cabo el procedimiento definido en la NTP 339.185, que se utiliza para evaluar el contenido de humedad en los agregados empleados en la construcción. En esta etapa, se requirió una precisión de 0.1% para garantizar mediciones extremadamente precisas. Posteriormente, la muestra cuidadosamente preparada se coloca en un horno y se mantiene a una temperatura constante de 115°C durante un período de 1440 minutos. Este proceso riguroso tiene un objetivo fundamental: obtener mediciones precisas del contenido de humedad en la muestra de agregado. Esta información es esencial para ajustar las fórmulas de mezcla de concreto y asegurar la calidad y durabilidad de las estructuras en construcción. La regulación precisa del contenido de humedad es una medida fundamental para prevenir problemas como la contracción excesiva o la pérdida de resistencia en el concreto. Por lo tanto, la norma NTP 339.185 desempeña

un papel crucial en la industria de la construcción, garantizando la integridad de las estructuras.

Peso específico y absorción del agregado fino:

Los protocolos que son definidos por la NTP 400.022 para llevar a cabo ensayos relativos a la densidad y al peso específico seco en muestras de los áridos. El procedimiento con el picnómetro incluye la toma de 510 gramos de arena gruesa, la adición de agua hasta alcanzar el 90% de su capacidad, seguido de una agitación para eliminar cualquier posible presencia de burbujas de aire. Luego, se procede al secado hasta que la masa se mantenga constante a una temperatura de 115°C durante aproximadamente 90 minutos para determinar la masa. Para la preparación de la muestra de agregado, se empleó la técnica de subdivisión, seguida de un proceso de secado en una cámara a una temperatura constante de 115°C durante un período de 24 horas, asegurando así una uniformidad en el proceso de desecación. Es importante destacar que la calibración de la mesa del picnómetro se llevó a cabo utilizando agua como punto de referencia.

Peso Específico y Absorción del agregado grueso:

El proceso comienza con la exposición de una muestra a una temperatura constante de 115 °C, tras lo cual se permite un enfriamiento gradual a la temperatura ambiente, que dura aproximadamente entre 60 y 180 minutos. Este enfriamiento es esencial para obtener una muestra de ensayo con un tamaño nominal de 37.5 mm.

Posteriormente, la muestra preparada se somete a un proceso de inmersión en agua, que se extiende por un período de alrededor de 24 horas, con una tolerancia de ± 4 horas. Este paso tuvo como objetivo determinar el peso específico del agua absorbida por el agregado grueso. Una vez completada la inmersión, la muestra constante se trasladó a una estufa y se secó a una temperatura de 110°C, manteniendo la misma tolerancia de $\pm 5^\circ\text{C}$. Este proceso de secado permitió determinar el peso de la masa final de la muestra.

Este procedimiento está diseñado para garantizar la obtención de datos precisos sobre las propiedades del agregado grueso, lo que es fundamental en numerosas aplicaciones de la construcción e ingeniería civil, donde se requiere un conocimiento detallado de las características de los materiales utilizados. La NTP 400.021 que establece directrices rigurosas para llevar a cabo estas pruebas de manera estandarizada y confiable

Peso unitario:

El cálculo del peso unitario busca evaluar la densidad de masa en agregados sueltos o compactados, comenzó con el secado de la muestra en una estufa a 115°C, durante un lapso de 1440 minutos. Es importante destacar que se utilizó una cantidad de muestra que oscila entre el 125% y el 200% de la cantidad requerida para la prueba, garantizando la representatividad de los resultados.

Para el procedimiento del peso unitario suelto, se procedió a llenar un recipiente con la muestra, utilizando una pala para dejarla caer desde una altura que no exceda los 5 cm del borde del recipiente. Este enfoque es fundamental para determinar cómo se comporta el agregado en su estado suelto. Por otro lado, en el caso del procedimiento del peso unitario compactado, se colocó la muestra en un recipiente con una base firme y se divide en 3 capas iguales. Luego, se aplicó una compresión mediante 25 golpes con una varilla, hasta completar el recipiente. Este procedimiento se enfocó en evaluar cómo el agregado se comporta cuando se compacta, lo que es crítico para aplicaciones de ingeniería y construcción.

La norma NTP 400.017 establece directrices rigurosas que aseguran la obtención de datos precisos en la determinación del peso unitario, lo que es esencial en proyectos donde se requiere una comprensión detallada de las propiedades de los materiales utilizados en la construcción y la ingeniería civil.

Etapa II: Propiedades físico-mecánicas de los eco-ladrillos con adición de plástico PET y vidrio molido

Variación dimensional:

De acuerdo con Montero y Salinas (2020), se realiza una comparación de dimensiones largo, ancho y altura para calcular la dimensión promedio con la siguiente fórmula:

Figura 2: Formula de variación dimensional.

$$V = \frac{ME - MP}{ME} * 100$$

Dónde:

V: Variabilidad dimensional (%).

ME: Medida especificada por el fabricante (mm).

MP: Medida promedio (mm).

Absorción:

Según la NTP 399.613, se realizó un ensayo de absorción por 24 horas con una temperatura comprendida entre 15°C y 30°C, como indica la fórmula:

Figura 3: Formula de absorción.

$$\text{absorción(\%)} = \frac{Psat - Ps}{Ps} * 100$$

En dónde:

Psat = Peso saturado 24 horas en agua fría en kg.

Ps = Peso seco en kg.

Fuente: Loayza y Mostacero (2020, p.52)

Luego de que las muestras hayan sido introducidas se secan en un horno ventilado a temperatura entre 110°C y 115°C.

Alabeo:

El alabeo y su efecto es similar al control de variación dimensional es decir permite un incremento o reducción de espesores de estas mismas juntas de mortero influenciando así la resistencia a la compresión y fuerza cortante (Núñez, 2019, p. 25).

Se realizó por cada unidad de ladrillo colocándolo en una superficie plana, sobre la cara del ladrillo se colocó una regla de metal entre los extremos en forma diagonal, así se determinó si es cóncavo o convexo, se tomó como valor promedio y se expresó en milímetros.

3.6. Método de análisis de datos

El proceso de análisis de datos consistió en examinar los resultados de los ensayos de laboratorio realizados para la producción de ladrillos ecológicos, los cuales contienen adiciones de plástico PET y vidrio triturado en proporciones del 6%, 9%, 12% y 15%. Estos resultados fueron registrados en Microsoft Excel para facilitar la creación de datos que aportarán la investigación.

3.7. Aspectos éticos

En el desarrollo de la investigación, se asumió el compromiso de mantener una conducta honesta, responsable y dedicada, asegurando que la información proporcionada sea precisa y esté correctamente presentada. Se siguió estrictamente todos los parámetros y normas técnicas peruanas aplicables, y las citaremos de acuerdo con las directrices establecidas en la norma ISO promovida por la Universidad César Vallejo.

IV. RESULTADOS

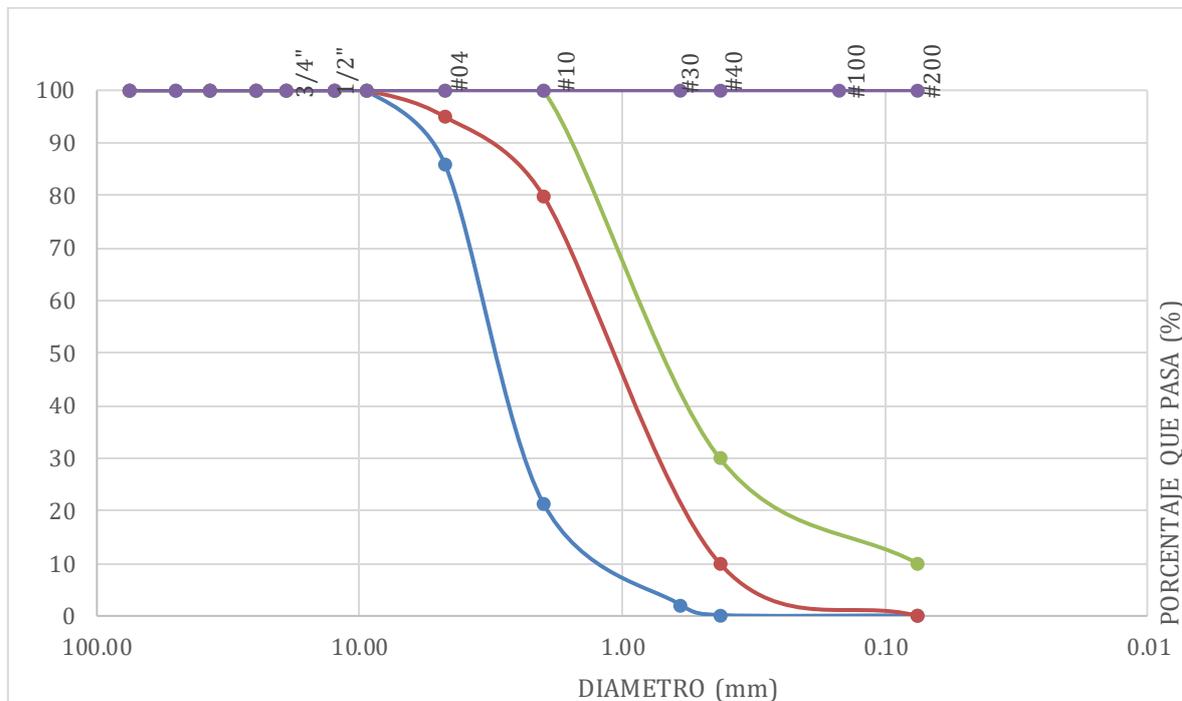
Resultados del primer objetivo: Determinar las características físicas de los agregados para la fabricación del ladrillo ecológico.

Tabla 4: Análisis granulométrico del agregado grueso

| Tamices (mm) | Gramos retenidos | Pasa (%) |
|--------------|------------------|----------|
| 3/8" | 9.5 | 100 |
| N°4 | 58.10 | 97.7 |
| N°8 | 2210.7 | 10.21 |
| N°16 | 203.9 | 2.14 |
| N°30 | 26.10 | 1.10 |

Fuente: Informe de laboratorio KAE Ingeniería

Gráfico 1: Curva granulométrica del agregado grueso



Fuente: Informe de laboratorio KAE Ingeniería

Interpretación: El agregado grueso procedente de la cantera La Sorpresa, tiene como tamaño máximo nominal de 4", además cumple con el huso granulométrico para ser añadido dentro de la mezcla para los ladrillos ecológicos.

Tabla 5: Resultados de los ensayos del agregado grueso

| Ensayo | Norma | Requerimiento | Resultado |
|----------------------|-------------|---------------|----------------------------|
| Contenido de humedad | MTC E 108 | 1% máx. | 0.08% |
| Peso específico | NTP 400 021 | - | 2.565 g/cm ³ |
| Absorción | NTP 400 021 | 5.00% máx. | 2.16% |

Fuente: Informe de laboratorio KAE Ingeniería

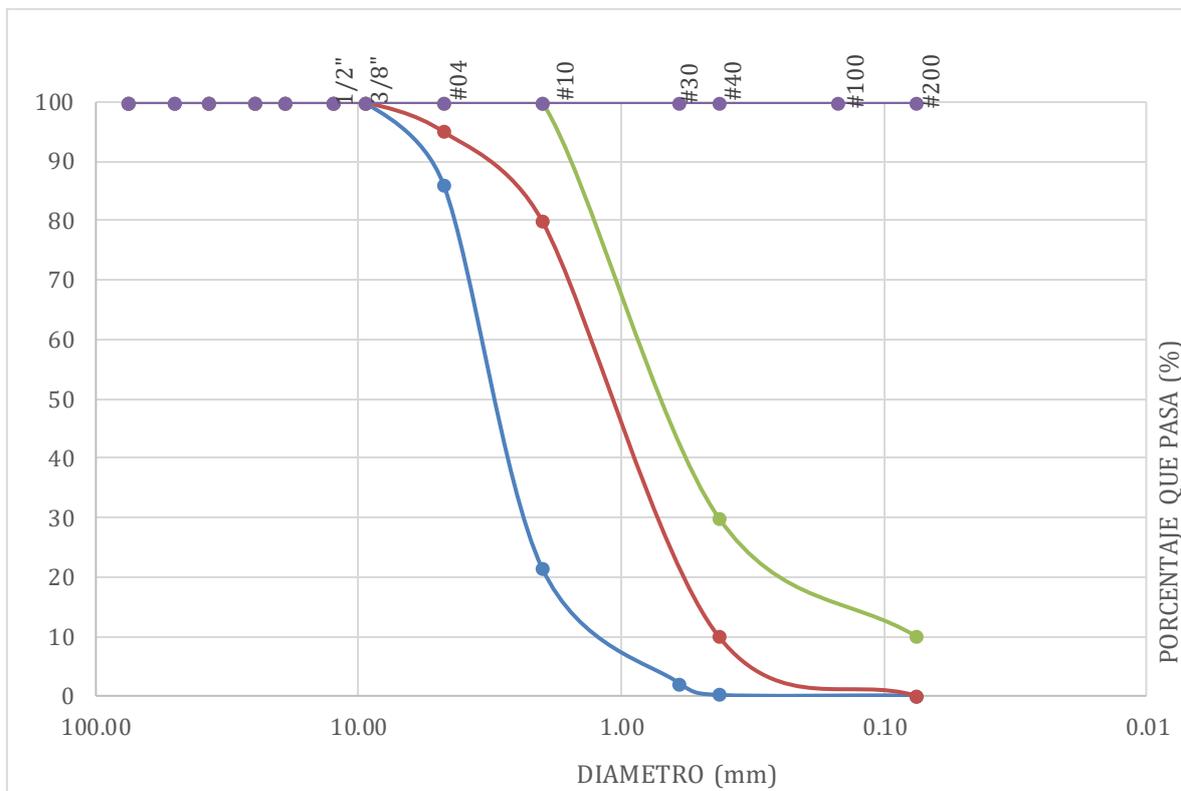
Interpretación: El agregado grueso extraído de la cantera La Sorpresa satisface los requisitos necesarios para ser utilizado en la fabricación de ladrillos ecológicos. Tal como se evidencia en la tabla 4, su contenido de humedad se encuentra en un 0.08%, indicando que no contiene un exceso de humedad que pudiera comprometer la calidad de los ladrillos. Además, su índice de absorción es del 2.16%, cumpliendo así con los estándares establecidos por la normativa. Esta baja absorción es ventajosa, ya que implica que los ladrillos mantendrán sus propiedades y resultados de manera más efectiva.

Tabla 6: Análisis granulométrico del agregado fino

| Tamices (mm) | Gramos retenidos | Pasa (%) |
|--------------|------------------|----------|
| 3/8" | 0 | 100 |
| N°4 | 28.50 | 95.09 |
| N°8 | 78.80 | 81.52 |
| N°16 | 90.10 | 66.01 |
| N°30 | 162.8 | 37.97 |
| N°40 | 127.8 | 15.96 |
| N°100 | 46.6 | 7.94 |
| N°200 | 37.0 | 1.57 |

Fuente: Informe de laboratorio KAE Ingeniería

Gráfico 2: Curva granulométrica del agregado fino



Fuente: Informe de laboratorio KAE Ingeniería

Interpretación: El agregado fino procedente de la cantera La Sorpresa, tiene como tamaño máximo nominal la malla N°4, además cumple con el huso granulométrico para ser añadido dentro de la mezcla para los ladrillos ecológicos.

Tabla 7: Resultados de los ensayos del agregado fino

| Ensayo | Norma | Requerimiento | Resultado |
|----------------------|-------------|---------------|-------------------------|
| Contenido de humedad | MTC E 108 | 1% máx. | 0.32% |
| Peso específico | NTP 400 021 | - | 2.741 g/cm ³ |
| Absorción | NTP 400 021 | 5.00% máx. | 0.77% |

Fuente: Informe de laboratorio KAE Ingeniería

Interpretación: El agregado fino procedente de la cantera La Sorpresa, cumple con los requisitos requeridos para poder ser partícipe del ladrillo ecológico. Como se observa en la tabla 7, los resultados de los ensayos al agregado fino indican que este material cumple con los requisitos establecidos en las normas para el contenido de humedad y la absorción.

Tabla 8: Análisis granulométrico del vidrio molido

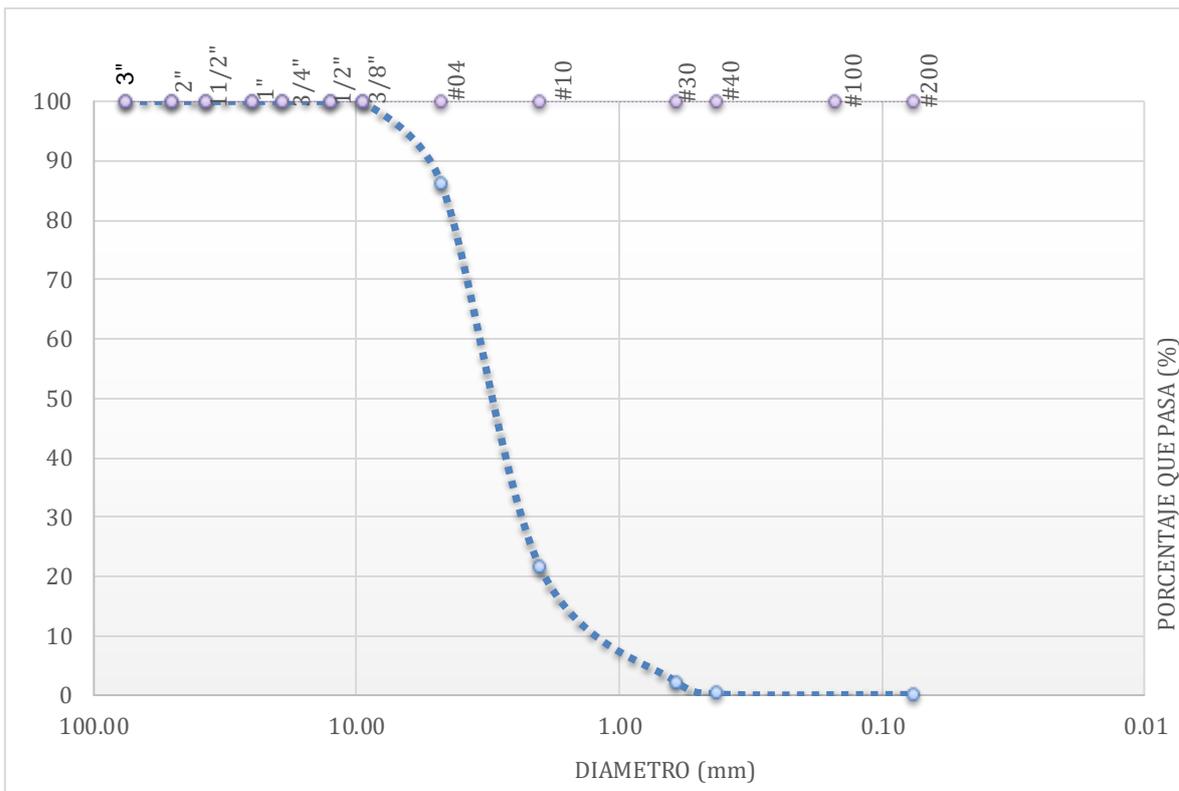
| Tamices (mm) | Gramos retenidos | Pasa (%) |
|--------------|------------------|----------|
| 3/8" | 9.5 | 0 |
| N°4 | 4.8 | 235.74 |
| N°8 | 2.4 | 88.53 |
| N°16 | 1.2 | 32.06 |
| N°30 | 0.6 | 15.22 |
| N°40 | 0.4 | 6.84 |
| N°100 | 0.2 | 3.08 |

Fuente: Informe de laboratorio KAE Ingeniería

Tabla 9: Análisis granulométrico del PET triturado

| Tamices (mm) | Gramos retenidos | Pasa (%) |
|--------------|------------------|----------|
| 3/8" | 9.5 | 0 |
| N°4 | 4.8 | 14 |
| N°8 | 2.4 | 65.35 |
| N°16 | 1.2 | 19.63 |
| N°30 | 0.6 | 1.97 |
| N°40 | 0.4 | 0.08 |
| N°100 | 0.2 | 0.02 |

Gráfico 4: Curva granulométrica del PET triturado



Fuente: Informe de laboratorio KAE Ingeniería

Interpretación: La granulometría del PET triturado es igualmente relevante para evaluar su idoneidad en diversas aplicaciones. Con un tamaño máximo nominal que cumple con la malla N°4, el PET triturado tiene un tamaño de partícula adecuado

para su incorporación en mezclas de concreto y otros compuestos. El módulo de fineza de 4.90 sugiere que las partículas son predominantemente finas en el PET triturado. Esto es significativo, ya que puede influir en las propiedades de la mezcla, como la densidad y la resistencia. La granulometría controlada del PET triturado es esencial para asegurar una distribución uniforme de partículas en la mezcla y, en última instancia, para lograr las propiedades deseadas en el producto final.

Resultados del segundo objetivo: Determinar la influencia en las propiedades físicas de unidades de albañilería adicionando plástico PET reciclado y vidrio molido en 6 %, 9 %, 12 %, y 15 %, mediante los ensayos de variación dimensional, absorción y alabeo.

Tabla 10: Resultados del ensayo de variación dimensional, absorción y alabeo

| Prueba | Variación dimensional | | | Absorción | Alabeo (mm) | |
|--------|-----------------------|-------|--------|-----------|-------------|---------|
| | Largo | Ancho | Alto | | Cóncavo | Convexo |
| P-0% | -3.18% | 0.35% | -0.13% | 6.40% | 0.35 | 0.50 |
| P-6% | -2.98% | 0.82% | 1.52% | 5.84% | 0.45 | 0.20 |
| P-9% | -3.10% | 1.36% | 2.42% | 5.12% | 0.25 | 0.15 |
| P-12% | -3.01% | 1.00% | 1.96% | 4.74% | 0.30 | 0.40 |
| P-15% | -2.81% | 0.64% | 0.07% | 4.14% | 0.40 | 0.20 |

Fuente: Informe de laboratorio KAE Ingeniería

Interpretación: Las variaciones por metros lineales de los ladrillos con adición de PET triturado y vidrio molido es un dato valioso para entender cómo estas adiciones afectan las propiedades de los ladrillos. Al observar aumentos en los valores en

comparación con la muestra patrón, se sugiere que la adición de PET triturado y vidrio molido está teniendo un impacto negativo en las propiedades de los ladrillos. Estas variaciones pueden estar relacionadas con cambios en la resistencia, la durabilidad o incluso en la apariencia de los ladrillos.

Resultados del tercer objetivo: Determinar la influencia en las propiedades mecánicas de unidades de albañilería adicionando plástico PET reciclado y vidrio molido en 6%, 9%, 12%, y 15%, mediante los ensayos de resistencia a la compresión.

Comenzaremos con el diseño de mezcla $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ para los ladrillos ecológicos.

Tabla 11: Dosificación del concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$

| DOSIFICACIÓN F'C= 175 KG/CM2 | | | |
|-------------------------------------|-----------------------|---------|---------------------|
| Cemento | 1 | 1.00 kg | 1 |
| Agregado fino | 1.65 pie ³ | 1.79 kg | 0.04 m ³ |
| Agregado grueso | 2.22 pie ³ | 1.90 kg | 0.06 m ³ |
| Agua | 26.93 lt/bolsa | 0.63 lt | 26.93 lt/bolsa |

Fuente: Informe de laboratorio KAE Ingeniería

Interpretación: La composición del concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, utilizado en la fabricación de los ladrillos ecológicos, es esencial para garantizar la calidad y consistencia en su producción. Con la relación específica de componentes por cada bolsa de cemento, que incluye 0.04 m³ de agregado fino, 0.06 m³ de agregado grueso y 26.93 litros de agua, se establece una guía precisa para la preparación de

la mezcla de concreto. Esto es fundamental para lograr la resistencia deseada en los ladrillos y asegurar que cumplan con las normas y especificaciones requeridas. Además, esta información puede ser valiosa para optimizar la eficiencia en la producción de ladrillos ecológicos, controlar los costos y reducir el desperdicio de materiales.

Tabla 12: Resultados del ensayo a compresión de los ladrillos a los 7 días

| Prueba a los 7 días | Fuerza a la compresión promedio | Porcentaje obtenido | Tipo de rotura |
|----------------------------|--|----------------------------|-----------------------|
| P-0% | 124.8 kg/cm ² | 71.31% | B |
| P-6% | 140.5 kg/cm ² | 80.3% | E |
| P-9% | 122.5 kg/cm ² | 70% | B |
| P-12% | 121.2 kg/cm ² | 69.26% | B |
| P-15% | 120.25 kg/cm ² | 68.71% | B |

Fuente: Informe de laboratorio KAE Ingeniería

Interpretación: A los 7 días, el ladrillo sin adición tiene un valor de 124.8 kg/cm²; a diferencia de las muestras con adición de PET reciclado y vidrio molido, al 6%, tiene valor superior en 8.88% que el ladrillo patrón, sin embargo, al 9%, 12% y 15%, tienen valores inferiores en 1.31%, 0.74% y 2.6%, respectivamente, en comparación a la muestra patrón. De igual manera, se observa que la rotura de las probetas en su mayoría son de tipo cono y hendidura, el cual quiere decir que algunas imperfecciones internas en el concreto, como grietas, porosidad excesiva o inclusiones no deseadas, pueden debilitar su capacidad para resistir las fuerzas de compresión.

Tabla 13: Resultados del ensayo a compresión de los ladrillos a los 14 días

| Prueba a los 14 días | Fuerza a la compresión | Porcentaje obtenido | Tipo de rotura |
|-----------------------------|-------------------------------|----------------------------|-----------------------|
| P-0% | 156.57 kg/cm ² | 74.56% | B |
| P-6% | 163.77 kg/cm ² | 77.99% | E |
| P-9% | 137.6 kg/cm ² | 65.52% | B |
| P-12% | 118.53 kg/cm ² | 56.44% | B |
| P-15% | 112.3 kg/cm ² | 53.48% | E |

Fuente: Informe de laboratorio KAE Ingeniería

Interpretación: A los 14 días, el ladrillo sin adición tiene un valor de 156.57 kg/cm²; a diferencia de las muestras con adición de PET reciclado y vidrio molido, al 6%, tiene valor superior en 3.43% que el ladrillo patrón, sin embargo, al 9%, 12% y 15%, tienen valores inferiores en 9.04%, 18.12% y 21.08%, respectivamente, en comparación a la muestra patrón. De igual manera, se observa que la rotura de las probetas en su mayoría son de tipo cono y hendidura, el cual quiere decir que algunas imperfecciones internas en el concreto, como grietas, porosidad excesiva o inclusiones no deseadas, pueden debilitar su capacidad para resistir las fuerzas de compresión.

Tabla 14: Resultados del ensayo a compresión de los ladrillos a los 28 días

| Prueba a los 28 días | Fuerza a la compresión | Porcentaje obtenido | Tipo de rotura |
|----------------------|---------------------------|---------------------|----------------|
| P-0% | 186.27 kg/cm ² | 106.44% | B |
| P-6% | 197.27 kg/cm ² | 112.73% | E |
| P-9% | 159.7 kg/cm ² | 91.26% | B |
| P-12% | 140.2 kg/cm ² | 80.11% | E |
| P-15% | 120.77 kg/cm ² | 69.01% | E |

Fuente: Informe de laboratorio KAE Ingeniería

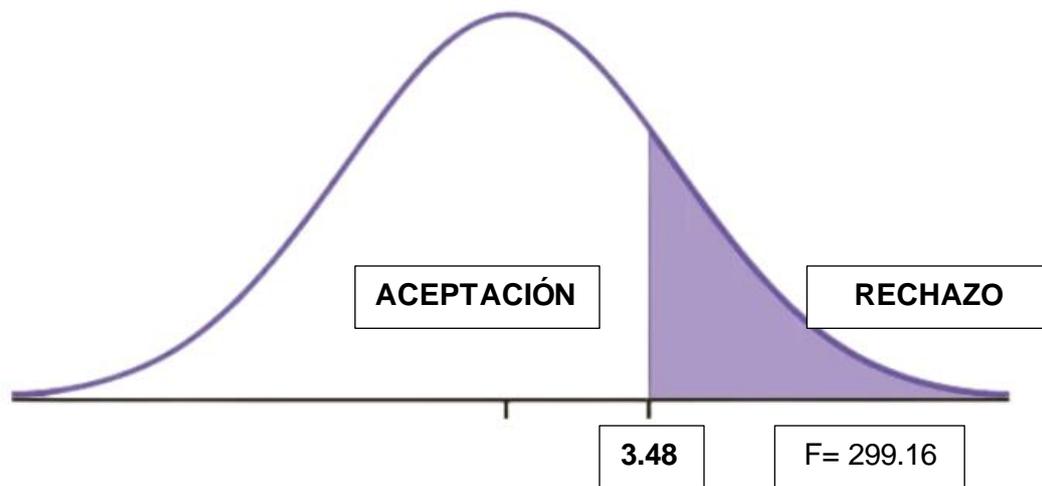
Interpretación: A los 28 días, el ladrillo sin adición tiene un valor de 186.27 kg/cm²; a diferencia de las muestras con adición de PET reciclado y vidrio molido, al 6%, tiene valor superior en 6.29% que el ladrillo patrón, sin embargo, al 9%, 12% y 15%, tienen valores inferiores en 15.18%, 26.33% y 37.43%, respectivamente, en comparación a la muestra patrón. De igual manera, se observa que la rotura de las probetas en su mayoría son de tipo cono y hendidura, el cual quiere decir que algunas imperfecciones internas en el concreto, como grietas, porosidad excesiva o inclusiones no deseadas, pueden debilitar su capacidad para resistir las fuerzas de compresión.

Validación de hipótesis:

Tabla 15: Resultados del ANOVA para la resistencia a la compresión

| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio de los cuadrados | F | p | Valor crítico para F |
|---------------------------|-------------------|--------------------|---------------------------|------------|-------|----------------------|
| Entre grupos | 558.23 | 4 | 139.5575 | 299.158628 | 5E-10 | 3.478049 |
| Dentro de los grupos | 4.665 | 10 | 0.4665 | | | 69 |
| Total | 562.895 | 14 | | | | |

Figura 4: Curva de Snedecor para distribución



Interpretación:

El $p < 0.05$, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis alternativa. Además, el valor de $F = 299.16$, es mayor al valor crítico que es 3.48, por lo tanto, está en zona de rechazo de hipótesis nula. La adición de plástico PET reciclado y vidrio molido en la producción de eco-ladrillos mejora significativamente la resistencia a la compresión.

Tabla 16: Resultados del método TUKEY para la resistencia a la compresión

| Diferencia poblacional | Diferencia muestral | Significancia |
|------------------------|---------------------|------------------|
| P- P6% | 18.77 | Significativa |
| P- P9% | 12.67 | Significativa |
| P- P12% | 10.10 | No Significativa |
| P- P15% | 8.55 | No significativa |

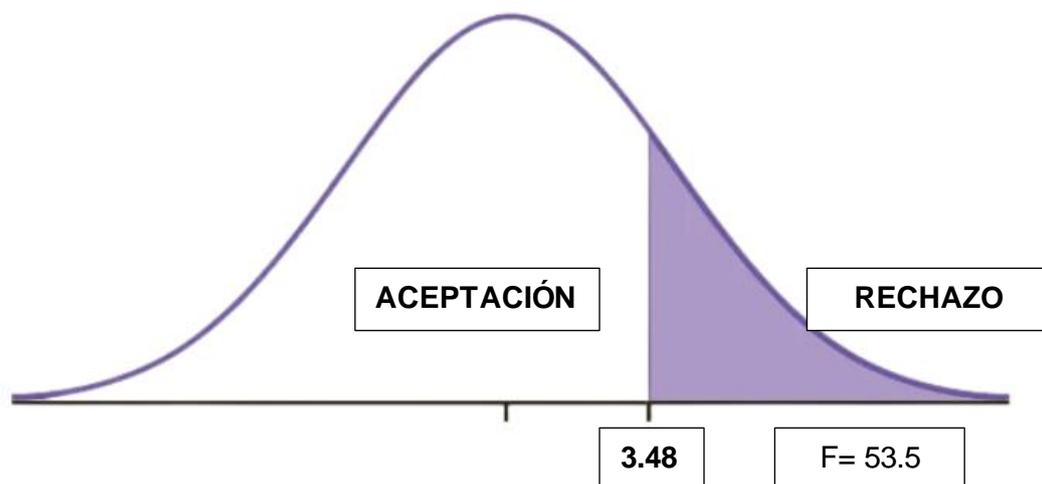
Interpretación:

Al adicionar 12% y 15% de plástico PET reciclado y vidrio molido en la producción de eco-ladrillos, no muestra valores significativos con respecto al ladrillo de concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ sin adición.

Tabla 17: Resultados del ANOVA para la variación dimensional

| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio de los cuadrados | F | p | Valor crítico para F |
|---------------------------|-------------------|--------------------|---------------------------|------|-------------|----------------------|
| Entre grupos | 57.066666 | 4 | 14.2666667 | 53.5 | 1.024 3E-06 | 3.4780 4969 |
| Dentro de los grupos | 2.6666666 | 10 | 0.26666667 | | | |
| Total | 59.733333 | 14 | | | | |

Figura 5: Curva de Snedecor para distribución



Interpretación:

El valor de $p < 0.05$, lo que conduce al rechazo de la hipótesis nula y, en su lugar, la aceptación de la hipótesis alternativa. Además, el valor de $F = 53.5$, es mayor al valor crítico que es 3.48, por lo tanto, está en zona de rechazo de hipótesis nula. Estos resultados indican que la inclusión de plástico PET reciclado y vidrio molido en la fabricación de los eco-ladrillos tiene un efecto significativamente positivo en la variación dimensional.

V. DISCUSIÓN

La investigación y desarrollo de técnicas constructivas respetuosas con el entorno natural se ha vuelto una prioridad en el ámbito de la construcción, y esto se fundamenta en las perspectivas de la tesis de Gareca (2020). La necesidad de minimizar la huella de carbono y promover la durabilidad en los materiales utilizados para construir. En este contexto, surge la propuesta de elaborar ladrillos de mampostería incorporando PET y vidrio molido. Esta innovación impulsa el reciclaje y aprovechamiento de materiales, contribuyendo a la disminución de residuos y al aprovechamiento de elementos que, de otro modo, podrían terminar en vertederos.

Además, se busca no solo reciclar, sino mejorar. La incorporación de PET y vidrio molido en la fabricación de ladrillos no solo cumple con una función ambiental valiosa, sino que también se traduce en ladrillos con propiedades físicas y mecánicas superiores, lo que los hace más eficientes y confiables en aplicaciones constructivas. Este enfoque sostenible no solo reduce el impacto ambiental, sino que también conduce a la obtención de materiales de construcción de mayor calidad que contribuyen a edificaciones más duraderas y resistentes, marcando un paso significativo hacia la construcción ecológica y sustentable.

Por otro lado, la experiencia compartida por Gómez y Guzmán (2019) en Lima, donde desarrollaron un ladrillo ecológico con una impresionante rigidez a la compresión de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, sirvió como un referente importante en el enfoque de ladrillos ecológicos. Por tanto, en la investigación, los ladrillos ecológicos se diseñaron específicamente con una resistencia a la compresión de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, con el objetivo de igualar los estándares de calidad alcanzados en ese estudio.

En inclusión a esto, se realizaron análisis granulométricos detallados para evaluar las características de los áridos utilizados en la mezcla de hormigón, los resultados de estas evaluaciones demostraron que el agregado grueso, con una dimensión máxima nominal de $\frac{1}{2}$ ", un contenido de humedad de 0.08%, un peso específicamente de 2.57 gr/cm^3 y una inclusión del 2.16%, cumplía cabalmente con los requisitos de la NTP 400.037.

De manera similar, el agregado fino, obtenido del yacimiento La Sorpresa, presentaba un contenido de humedad del 0.32%, un peso específicamente de 2.74 gr/cm³ y una absorción del 0.77%, también cumpliendo con los estándares establecidos. Estos hallazgos respaldan la calidad y la idoneidad de los áridos utilizados en la elaboración de los ladrillos ecológicos, lo que contribuye a la consistencia y fiabilidad de los resultados finales. Además, estos datos fortalecen la base para la futura investigación y desarrollo de técnicas constructivas más sostenibles y resistentes, en línea con la creciente demanda de soluciones ecológicas en la industria de la construcción.

Los planteamientos de Cardona (2020), sobre la dosificación de una mezcla para la producción de ladrillos ecológicos utilizando PET en polvo con una resistencia al hormigón $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ guardan similitudes con la metodología de investigación. Siguiendo el método ACI, hemos determinado que, para cada bolsa de cemento, se requiere la adición de 82.21 kilogramos de agregado fino, 87.23 kilogramos de agregado grueso y 26.67 litros de agua. Estos valores son cruciales en la etapa de modelado y creación de ladrillos ecológicos con las propiedades deseadas, y ofrecen una base sólida para asegurar que los resultados cumplan con los estándares necesarios.

Además, esta similitud entre las investigaciones subraya la importancia de la replicabilidad y la consistencia en la elaboración de ladrillos ecológicos con PET, lo que contribuye al desarrollo de métodos y prácticas estandarizadas en la búsqueda de soluciones sostenibles en la construcción.

Para la inclusión de partículas de PET y vidrio molido en la fabricación de ladrillos ecológicos implica realizar análisis granulométricos para asegurar que estas partículas cumplan con los requisitos adecuados. En línea con esta consideración, Félix y Sánchez (2020) llevaron a cabo una investigación que compartió una similitud fundamental con el enfoque. En ambos casos, las partículas de PET y vidrio molido se limitaron a un tamaño máximo nominal igual o menor a la malla N°4 (4.8 mm).

Esta elección se basa en la búsqueda de eludir la formación de vacíos en el concreto, lo que podría afectar adversamente la funcionalidad y las propiedades

intrínsecas de los ladrillos. Mantener partículas de tamaño controlado y adecuado es esencial para garantizar que los ladrillos sean estandarizados y de gran calidad, lo que contribuye al desarrollo de soluciones de construcción sostenibles y efectivas.

En la discusión de los resultados, es crucial abordar la variación dimensional y el alabeo de los ladrillos ecológicos, ya que estos aspectos influyen en su aplicabilidad en proyectos de construcción y su calidad general. Las diferencias entre los hallazgos de Quispe (2019) y los resultados plantean preguntas importantes sobre cómo los materiales y las proporciones utilizadas en la fabricación de ladrillos ecológicos pueden variar significativamente en sus propiedades físicas. La disminución en la variación dimensional con la inclusión de PET y vidrio molido podría estar relacionada con la calidad de los materiales reciclados utilizados y las condiciones de fabricación específicas en su estudio.

En contraste, en la investigación, el aumento en la variación dimensional podría sugerir que el PET y el vidrio molido podrían no ser tan efectivos en la mejora de la estabilidad dimensional de los ladrillos en las condiciones de prueba. El incremento en el peso específico, resultado de la adición de PET y vidrio molido, plantea preocupaciones adicionales sobre la carga que los ladrillos ecológicos pueden soportar en aplicaciones de construcción. Un mayor peso específico puede hacer que los ladrillos sean más pesados y potencialmente más difíciles de manejar en obras de construcción, lo que puede afectar la eficiencia de la construcción y los costos asociados.

En torno a la comprensión y su resistencia en concreto con la adición de materiales como PET y partículas de vidrio es de gran relevancia en la industria de la construcción. Los hallazgos de Bedón (2021), indican que, en el caso de un concreto cuya resistencia está especificada en $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, la incorporación de mayores porcentajes de estos materiales conlleva a una disminución significativa en la resistencia. Esto se debe a la formación de vacíos dentro de la matriz del concreto, lo que resulta en la creación de estructuras como cangrejas e irregularidades en su composición, lo que a su vez afecta negativamente la resistencia del material.

Los datos de los ensayos realizados en este estudio corroboran esta tendencia, donde la muestra patrón sin adiciones tiene una firmeza promedio de 181 kg/cm², mientras que la adición del 6% mejora ligeramente la resistencia a 192 kg/cm². Sin embargo, al aumentar la adición al 9%, la resistencia disminuye a 184 kg/cm², y con el 12% de adición, la resistencia cae considerablemente a 156 kg/cm². Estos resultados son esenciales para comprender cómo las adiciones de PET y partículas de vidrio impactan en la resistencia del concreto, lo que puede ser fundamental en tomar decisiones industriales de la construcción y en el desarrollo de materiales más sostenibles y eficientes.

Por otro lado, la disminución en la rigidez a la compresión del hormigón con adiciones de PET y partículas de vidrio puede contrarrestarse mediante la optimización de la mezcla, ajustando las proporciones de los materiales y utilizando aditivos químicos. Además, estos materiales reciclados contribuyen significativamente con la durabilidad de materiales constructivos, al disminuir la cantidad de residuos plásticos y vidrio en vertederos y al reducir la necesidad de utilizar materias primas de origen natural en la producción de cemento.

Por lo tanto, es esencial realizar investigaciones complementarias para comprender mejor cómo estas adiciones pueden ser utilizadas de manera efectiva en diversas aplicaciones de construcción, considerando no solo la resistencia a la compresión, sino también otros factores clave que influyen en el rendimiento y la sostenibilidad del concreto.

La inclusión de plástico PET reciclado y vidrio molido en la fabricación de eco ladrillos destacó por su contribución a la sostenibilidad ambiental. Al haber empleado materiales reciclados, se redujo significativamente la cantidad de residuos plásticos y vidrio que terminaron en vertederos, promoviendo así prácticas más respetuosas con el medio ambiente. Esta práctica también implicó una reducción en la dependencia de recursos naturales no renovables, ya que aprovechó materiales existentes en lugar de extraer nuevas materias primas. Además, la incorporación de vidrio molido pudo conferir a los eco ladrillos una resistencia y durabilidad mejoradas en comparación con los ladrillos convencionales. La adopción de estos materiales reciclados no solo benefició al

entorno, sino que también pudo ofrecer una imagen positiva y una estrategia de marketing sostenible para los proyectos de construcción.

Aunque las ventajas fueron notables, la producción de eco ladrillos con plástico PET y vidrio molido no estuvo exenta de desafíos. La necesidad de procesos de fabricación específicos pudo haber aumentado los costos iniciales y la complejidad del proceso, lo que pudo haber sido una limitación. Además, la variabilidad en la calidad y consistencia del plástico PET y del vidrio reciclado pudo haber introducido incertidumbre en las propiedades de los eco ladrillos, afectando potencialmente su rendimiento. También fue importante considerar los posibles desafíos para cumplir con regulaciones y normativas de construcción, ya que estos materiales podrían no haber sido universalmente aceptados o reconocidos en todos los contextos normativos.

La relevancia de los eco ladrillos con plástico PET y vidrio molido se destacó en su contribución a la economía circular. Al haber reutilizado estos materiales reciclados, se cerró el ciclo de vida de los desechos plásticos y de vidrio, promoviendo un enfoque más sostenible y responsable. Además, la adopción de esta práctica reflejó un enfoque innovador en la construcción, respondiendo a la creciente demanda de soluciones respetuosas con el medio ambiente. Los eco-ladrillos también tuvieron un potencial educativo significativo al haber servido como herramienta para concientizar sobre la importancia del reciclaje y el uso de materiales sostenibles en la construcción, fomentando así una mayor conciencia ambiental y cambios positivos en el comportamiento.

VI. CONCLUSIONES

1. Se determinó mediante el análisis granulométrico que los agregados áridos, tienen un tamaño máximo nominal de 3/8", y según el diseño de mezcla ACI, tiene una relación a/c de 0.49.
2. Se determinó mediante los ensayos de variación dimensional y peso específico, que al adicionar PET reciclado y vidrio molido en 6%, 9%, 12% y 15%, se obtienen valores superiores a la muestra patrón, en 1 mm, 3 mm, 5 mm y 5 mm, respectivamente.
3. Se concluye mediante los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión, que al adicionar PET reciclado y vidrio molido en 6%, 9%, 12% y 15%, se obtuvieron valores superiores al adicionar un 6%, en porcentajes de 8.88%, 3.43%, 6.29%, a los 7, 14 y 28 días, respectivamente. Por otro lado, al adicionar un 9%, se obtuvieron valores inferiores con respecto al ladrillo patrón, en porcentajes de 1.31%, 9.04% y 15.18%, a los 7, 14 y 28 días, respectivamente. Asimismo, al adicionar un 12%, se obtuvieron valores inferiores al ladrillo patrón, en porcentajes de 0.74%, 18.12%, 26.33%, a los 7, 14 y 28 días, respectivamente. Finalmente, al adicionar un 15%, se obtuvieron valores inferiores al ladrillo patrón, en porcentajes de 2.6%, 21.08% y 37.43%, a los 7, 14 y 28 días, respectivamente.
4. Se precisó mediante el análisis estadístico ANOVA, que la adición de plástico PET reciclado y vidrio molido en la producción de eco-ladrillos mejora significativamente sus propiedades físico-mecánicas, además, que el 6% de adición es el porcentaje con mejores resultados en los ladrillos ecológicos.

VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar análisis granulométricos detallados de los agregados utilizados en la producción de ladrillos ecológicos.
2. Emplear pruebas estandarizadas para evaluar variaciones dimensionales y peso específico, asegurando precisión y fiabilidad en los resultados.
3. Realizar evaluaciones para diferentes porcentajes, mediante pruebas rigurosas de compresión para obtener una comprensión integral de la estabilidad estructural y capacidad de carga de estos materiales.
4. Efectuar estudios exhaustivos con diferentes proporciones de plástico PET reciclado y vidrio molido para evaluar su impacto en las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos ecológicos.

REFERENCIAS

1. ALARCÓN, Brandock. Estudio de las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo ecológico $f'c= 140 \text{ kg/cm}^2$ adicionando ladrillo reciclado y PET, Comas 2021 [En línea]. Lima: Universidad César Vallejo, 2021 [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/84949>
2. ARBELÁEZ, Óscar; ACEVEDO, Mateo; AGUDELO, Juan. Emission factors of modified concrete with glass in replacing of fine aggregates. [En línea] Ingeniare, pp. 368-377. 2022 [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/ingeniare/v30n2/0718-3305-ingeniare-30-02-368.pdf> ISSN: 07183291
3. BALVIN, Richard, BARRIOS, Kevin y CANCHARI, Juan. Fabricación de ladrillos ecológicos para la construcción utilizando poliestireno expandido granular Biowall [En línea] 2019. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://bit.ly/3oQa7K1>
4. BEDÓN, Luis; FLORES, Reyser. Diseño de una vivienda unifamiliar utilizando plástico reciclado, en la tablada en el distrito de Villa María del Triunfo. [En línea] 2021. 174pp. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/4788>
5. CARDONA, Faber; RENGIFO, Luis. Evaluación de las propiedades mecánicas de ladrillos elaborados con residuos de vidrio y plástico. Análisis de las emisiones de dióxido de carbono. [En Línea]. 2020. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/6139/613966750005/html/>
6. CARRASCO, Eduardo, TINOCO, Deina. Elaboración de ladrillos ecológicos a partir de la arena de sílice y arcillas mixtas procedentes de la compañía minera sierra central S.A.C. Chacapalpa/ Oroya- Yauli- Junín. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú. 2018. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/5181>
7. CASTILLO, Diana. Análisis de la Implementación de Ladrillos Fabricados a partir de plástico reciclado como material de construcción. [En Línea] 2018.

- Colombia: Universidad Santo Tomas Bogotá. 121pp. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2023]. Disponible en:
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/14462/2018dianacastillo>
8. CONDORI, Porfirio. Universo, población y muestra. Curso Taller. Acta Académica. 2020. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2023]. Disponible en:
<https://www.aacademica.org/cporfirio/18>
 9. CRUZADO, José. Elaboración de ladrillos de 18 huecos tipo IV con residuos de demolición y cemento. [En Línea] 2018. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2023]. Disponible en:
<https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3544>
 10. DE LA CRUZ, Luis; CCOSCCO, Nicanor. Ladrillos ecológicos adicionando plástico PET y evaluación de sus propiedades físico-mecánica para el diseño de viviendas unifamiliares, Huachipa-2020. 2020. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2023]. Disponible en:
<https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/20.500.12692/59425/1/Ccoscco>
 11. DAGNINO, Jorge. Tipos de datos y escalas de medida [online]. 2014. Vol.43, numero 2 pp.109. [Fecha de consulta: 24 de junio del 2023]. Disponible en: <https://revistachilenadeanestesia.cl/tipos-de-datos-y-escalas-de-medida/>
 12. ESPINOZA, Eudaldo. Las variables y su operacionalización en la investigación educativa. Segunda parte. *Conrado* [online]. 2019, vol.15, n.69, pp.171-180. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2023].
Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rc/v15n69/1990-8644-rc-15-69-171.pdf>
 13. FERMÍN, Jansen (2018) Prototipo de eco ladrillo para la construcción de viviendas ecológicas en zonas de escasos recursos económicos, Villa María Del Triunfo, 2018. [En línea] Perú: Universidad César Vallejo. 2018. 140 pp. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2023]. Disponible en:
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/31137>
 14. FRESNO, Caridad. Metodología de la Investigación: así de fácil. Córdoba: El Cid Editor. 2019. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2023]. Disponible en:

https://cat.biblioteca.ua.es/discovery/fulldisplay?vid=34CVA_UA

15. GALLARDO, E. Metodología de la Investigación: Manual Autoformativo Interactivo. Huancayo: Universidad Continental, 2017. [Fecha de consulta: 24 de junio del 2023]. Disponible en:
<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/4278>
ISBN: 978-612-4196
16. GARECA, Mireya. Nuevo material sustentable: Ladrillos ecológicos a base de residuos inorgánicos. Revista Ciencia, Tecnología e Innovación. [En línea]. 2020, vol.18, n.21, pp.25-61. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2023]. Disponible en:
http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2225-
17. GÓMEZ, Érika y GUZMÁN, Marcela. Comparación entre las propiedades físicas y mecánicas de los bloques fabricados con viruta de plástico PET y los bloques tradicionales de acuerdo a la norma NTE INEN 3066 [en línea]. Universidad Central del Ecuador, Quito, 2019, pág.109,110,111. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/18759>
18. TORIBIO, Junior y BAZÁN, Henry. Concrete of 210 kg/cm² with Addition of Recycled Glass before Pathogenic Agents. 2023 Proceedings of the LACCEI international Multi-conference for Engineering, Education and Technology, 2023-July. [Fecha de consulta: 10 de setiembre de 2023]. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2023.1.1.770>

ISSN: 24146390
19. HERNÁNDEZ, Carlos y CARPIO, Natalia. Introducción a los tipos de muestreo. Alerta, Revista científica Del Instituto Nacional De Salud. 2019. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.5377/alerta.v2i1.7535>
20. JIMÉNEZ, Tania; RUIZ, Alonso. Aprovechamiento del *argopecten purpuratus* para la elaboración de Eco-ladrillos. [En línea] 2022. 136pp. [Fecha de consulta:

22 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/91670>

21. LOAYZA, Johan y MOSTACERO, Betinho. Adición del tereftalato de polietileno (PET) en las propiedades físicas y mecánicas en un bloque de concreto, Trujillo, 2020 [en línea]. Trujillo: Universidad Cesar Vallejo, 2020. [Fecha de consulta: 22 de mayo 2023]. Disponible en:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/61794/Loayza>

22. MATHIOS, Alessandra y CHINO, Linda. Elaboración de ladrillos ecológicos a base de plástico PET reutilizados y aserrín de la especie huairuro (*Ormosia coccinea*) de las industrias madereras en Ucayali, Perú. Pucallpa: Universidad Nacional de Ucayali, 2020. 91 PP. Disponible en:

<http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/4305>

23. MONTERO, Jorge y SALINAS, Anyelo. Efecto de la fibra del plástico reciclado (PET) sobre la resistencia a compresión y absorción del ladrillo de concreto, Trujillo, 2019 [En línea]. Trujillo: Universidad Cesar Vallejo, 2019, pág. 78,79. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2023]. Disponible en:

<https://hdl.handle.net/20.500.12692/46116>

24. NORMA E.070 Albañilería. Reglamento Nacional de Edificaciones. Perú. 2019. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2023]. Disponible en:

<https://www.cip.org.pe/publicaciones/2021/enero/portal/e.070-alba-ileria->

25. NOVOA, Eliana. Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis (4th ed.). Bogotá, Colombia: Ediciones de la U. 2014. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2023]. Disponible en:

<http://librodigital.sangregorio.edu.ec/librosusgp/B0028.pdf>

ISBN: 978-958-762-188-4

26. NUÑEZ, Kevin. Propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos artesanales fabricado con arcilla y concreto. Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2019. 129 pp. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11537/14775>

27. PELLEG, Joshua. Mechanical Properties of Materials. Israel: Springer Science & Business Media, 2016. 634 pp. Disponible en:
<https://link.springer.com/book/10.1007/978-94-007-4342-7>
ISBN: 9400743424
28. PEÑA, Enjhor. Evaluación de las propiedades mecánica del ladrillo ecológico prensado manualmente de arcilla y arcilla/plástico en albañilería confinada. [En Línea] Chiclayo: Universidad Señor de Sipán, 2018. 105 pp. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2023] Disponible en:
<https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/6289>
29. PIÑEROS, Miller, HERREA, Rafael. Proyecto de factibilidad económica para la fabricación de bloques con agregados de plástico reciclado (PET), aplicados en la construcción de vivienda [En Línea]. Bogotá: Universidad Católica de Colombia. 2018, 118 pp. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/entities/publication/b1fa0565->
30. QUISPE, Frank; VERÁSTEGUI, Edward. Propiedades físicas – mecánicas de bloques de hormigón elaborado con agregado grueso reciclado de residuos de construcción en la ciudad de Abancay. [En Línea] 2019. Perú: Universidad Ricardo Palma. 183pp. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/2797/CIV>
31. REINOSO, Erika, VERGARA, Luis. Elaboración de ladrillos ecológicos a base de polietileno para la empresa Fudesma del Cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi. Tesis (para optar el título de ingeniero civil). Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi. 2018. 69 pp.
32. RISCO, Pierina. Propiedades físico mecánico de ladrillos fabricados con residuos plásticos y material agregado. [En Línea] 2018. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/29130>
33. ROCHA, Delma; PEREZ, Carol; VILLANUEVA, Jorge. Material ecológico para construcción en vidrio, arena y poliplásticos (VAPoli). [En Línea] 2020. [Fecha

- de consulta: 22 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rcin/article/view/4643/4637>
34. RODRÍGUEZ, Kevin. Ladrillos Ecológicos para Losas Aligeradas, elaborado con: Aserrín, Botella Reciclada PET, Cemento Adicionado ICo y Agua Reciclada Gris. Cajamarca. 2021. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://190.116.36.86/bitstream/handle/20.500.14074/5309/Tesis>
35. ROMERO, Johana. Determinación de la resistencia a compresión de ladrillos macizos fabricados con diferentes tipos de arcilla del cantón pastaza y su comparación con el ladrillo común [En línea]. Ecuador: Universidad Técnica Ambato. 2021. 133 pp. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/33092/1/Tesis>
36. SAMANIEGO, Gustavo. Como identificar y definir las dimensiones de las variables. [online]. 2020. [Fecha de consulta: 24 de junio del 2023]. Disponible en: <https://miasesordetesis.com/como-identificar-y-definir-las-dimensiones>
37. SÁNCHEZ, Yelixia; FÉLIX, Juan. Influencia del vidrio crudo molido reciclado como agregado fino en las propiedades físicas y mecánicas de ladrillo de concreto para muros portantes. [En Línea] 2020. 242pp. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/7335>
38. SERRANO, María; PÉREZ, Diego. Residuos inertes para la preparación de ladrillos con material reciclable. Una práctica para protección del ambiente Industrial Data. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 2017. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81652135016>
39. SOTO, S. Variables, dimensiones e indicadores en una tesis. [online]. 2018. [Fecha de consulta: 24 de junio del 2023]. Disponible en: <https://tesis-ciencia.com/2018/08/20/tesis-variables-dimensiones->
40. TORRES, Segundo. Determinación de las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo de arcilla fabricado en la ciudad de Iquitos - 2020. [En línea]. Perú:

Universidad De Científica del Perú. Enero - 2021. 46 pp. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/1182/SEGUNDO>

ANEXOS

Anexo 1: Operacionalización de variables

| Variables de estudio | Definición conceptual | Definición operación | Dimensión | Indicadores | Escala de medición |
|---|--|--|-------------------------|--|--------------------|
| Variable Independiente Ladrillos con Plástico PET reciclado y vidrio molido | <p style="text-align: center;">PLÁSTICO PET</p> <p>El plástico PET (tereftalato de polietileno) es un tipo de plástico que se utiliza con frecuencia en envases de alimentos, bebidas, productos de cuidado personal y otros artículos. Es resistente, ligero, y resiste bien a la humedad y productos químicos. El PET es reciclable al cien por ciento y se utiliza para producir fibras textiles recicladas, materiales de construcción y otros productos similares.</p> | <p style="text-align: center;">PLÁSTICO PET</p> <p>El PET es popular debido a su resistencia y facilidad en el moldeo, lo que lo hace ideal para la producción en masa de artículos de consumo. Además, es un material reciclable, lo que lo hace atractivo para su uso en prácticas sostenibles.</p> | Análisis granulométrico | <p style="text-align: center;">Porcentaje de contenido de plástico PET</p> <hr/> <p style="text-align: center;">Peso específico y absorción</p> <hr/> <p style="text-align: center;">Contenido de humedad</p> <hr/> <p style="text-align: center;">Peso unitario</p> | De razón |

| | | | | | |
|--|--|--|------------------------------------|---|-----------------|
| | <p style="text-align: center;">VIDRIO MOLIDO</p> <p>El vidrio molido es el resultado de triturar el vidrio hasta convertirlo en partículas diminutas. Este material tiene múltiples aplicaciones, como en la creación de concreto y mortero para mejorar su resistencia y durabilidad, o en la producción de vidrios y cerámicas con pigmentos. En pocas palabras, el vidrio molido es una sustancia útil y versátil que se utiliza en diversas industrias.</p> | <p style="text-align: center;">VIDRIO MOLIDO</p> <p>El vidrio molido se combina con cemento y arcilla para generar una sustancia resistente y robusta que tiene múltiples aplicaciones dentro del sector de la construcción, principalmente en la edificación de estructuras. Además, su incorporación permite reutilizar el vidrio y reducir la cantidad de residuos enviados a los vertederos, fomentando la creación de materiales ecológicos y sostenibles.</p> | <p>Análisis granulométrico</p> | <p>Porcentaje de contenido de vidrio molido</p> <hr/> <p>Peso específico y absorción</p> <hr/> <p>Contenido de humedad</p> <hr/> <p>Peso unitario</p> | <p>De razón</p> |
|--|--|--|------------------------------------|---|-----------------|

| | | | | | |
|---|--|---|---|-----------------------|---------------------|
| <p style="text-align: center;">Variable dependiente</p> <p>Propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos ecológicos</p> | <p>Propiedades físicas</p> <p>Los ladrillos ecológicos presentan la propiedad física de resistir altas temperaturas sin sufrir daños, además de contar con propiedades de aislamiento térmico que permiten la transferencia de calor.</p> | <p>Para determinar las propiedades físicas de los ladrillos ecológicos, se realizarán pruebas estandarizadas específicas, las cuales serán llevadas a cabo en laboratorios utilizando equipos de medición especializados, basándose en normas.</p> <p>Las pruebas se llevarán a cabo por personal capacitado, utilizando equipos calibrados y siguiendo protocolos para la realización de ensayos como: absorción de agua, alabeo y variación dimensional</p> | <p>Propiedades físicas del eco-ladrillo</p> | Variación dimensional | <p>De intervalo</p> |
| | | | | Absorción | |
| | | | | Alabeo | |

| | | | | | |
|--|---|--|---|---|---------------------|
| | <p>Propiedades mecánicas</p> <p>Las propiedades mecánicas se refieren a la capacidad de un ladrillo para soportar cargas y resistir la aplicación de fuerzas</p> | <p>Las propiedades mecánicas se determinarán mediante pruebas estandarizadas en un laboratorio utilizando equipos especializados.</p> <p>Para los ensayos de resistencia a la compresión se utilizará una máquina para aplicar una carga creciente al ladrillo hasta que se fracture dando la carga máxima que puede soportar antes de ser fracturado calculando su resistencia a la compresión.</p> | <p>Propiedades mecánicas del eco-ladrillo</p> | <p>Resistencia a la compresión a los 7 días</p> <hr/> <p>Resistencia a la compresión a los 14 días</p> <hr/> <p>Resistencia a la compresión a los 28 días</p> | <p>De intervalo</p> |
| | | | <p>Diseño de mezcla</p> | <p>6%</p> <hr/> <p>9%</p> <hr/> <p>12%</p> <hr/> <p>15%</p> | <p>De intervalo</p> |

Anexo 2: Matriz de consistencia

| PROBLEMA | OBJETIVOS | HIPÓTESIS | VARIABLES | DIMENSIONES | INDICADORES | METODOLOGÍA |
|---|--|--|--|---|--|--|
| <p>General: ¿Cuál es la influencia de la adición porcentual de plástico PET reciclado y vidrio molido en las propiedades físico-mecánicas del ladrillo ecológico?</p> <p>Específicos ¿Cuáles son las características físicas de los agregados para la fabricación de ladrillo ecológico?</p> <p>¿De qué manera la adición de plástico reciclado y vidrio molido en 6%, 9%, 12% y 15% influye en las propiedades físicas en unidades de albañilería?</p> <p>¿De qué manera la adición de plástico reciclado y vidrio molido en 6 %, 9 %, 12 %, y 15 % influye en las propiedades mecánicas en unidades de albañilería?</p> | <p>General: Determinar la influencia en las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo ecológico adicionando plástico PET reciclado y vidrio molido, mediante ensayos establecidos por la NTP E070.</p> <p>Específicos: Determinar las características físicas de los agregados para la fabricación del ladrillo ecológico, mediante el análisis granulométrico.</p> <p>Determinar la influencia en las propiedades físicas de unidades de albañilería adicionando plástico PET reciclado y vidrio molido en 6 %, 9 %, 12 %, y 15 %, mediante los ensayos de variación dimensional, alabeo y absorción,</p> <p>Determinar la influencia en las propiedades mecánicas de unidades de albañilería adicionando plástico PET reciclado y vidrio molido en 6 %, 9 %, 12 %, y 15 %, mediante los ensayos de resistencia a la compresión.</p> | <p>H: La adición de plástico PET reciclado y vidrio molido mejorará las propiedades físicas de unidades de albañilería cumpliendo con los parámetros establecidos por la Norma E.070.</p> <p>H1: Las características físicas de los agregados cumplen con los parámetros establecidos por las NTP para la fabricación de ladrillos ecológicos.</p> <p>H2: La adición de plástico PET reciclado y vidrio molido incrementa las propiedades físicas de las unidades de albañilería cumpliendo con las NTP.</p> <p>H3: La adición de plástico PET reciclado y vidrio molido incrementa las propiedades mecánicas de las unidades de albañilería cumpliendo con las NTP.</p> | <p>Independiente</p> <p>Ladrillos con plástico PET y vidrio molido</p> | <p>Análisis Granulométrico</p> | <p>Porcentaje de contenido de plástico PET y vidrio, peso específico y absorción, contenido de humedad y peso unitario.</p> | <p>Tipo de estudio: Aplicada</p> <p>Diseño de investigación: Cuasi-experimental</p> <p>Método de investigación: Experimental</p> <p>Población: 50 eco-ladrillos con adición de plástico PET reciclado y vidrio molido, sometidos a ensayos de laboratorio.</p> <p>Muestreo: muestreo probabilístico aleatorio para población finita.</p> <p>Muestra: Por cada dosificación, 10 eco-ladrillos para el ensayo de variación dimensional, 5 para el ensayo de alabeo, 5 para el ensayo de absorción y 9 para el ensayo de absorción. (NTP E.070)</p> |
| | | | <p>Dependiente</p> <p>Propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos ecológicos</p> | <p>Propiedades físicas del eco-ladrillo</p> <p>Propiedades mecánicas del eco-ladrillo</p> <p>Diseño de mezcla</p> | <p>Variación dimensional, absorción y alabeo.</p> <p>Resistencia a la compresión a los 7, 14, 21 días.</p> <p>Adición del 6%, 9%, 12%, 15% de plástico PET y vidrio.</p> | |



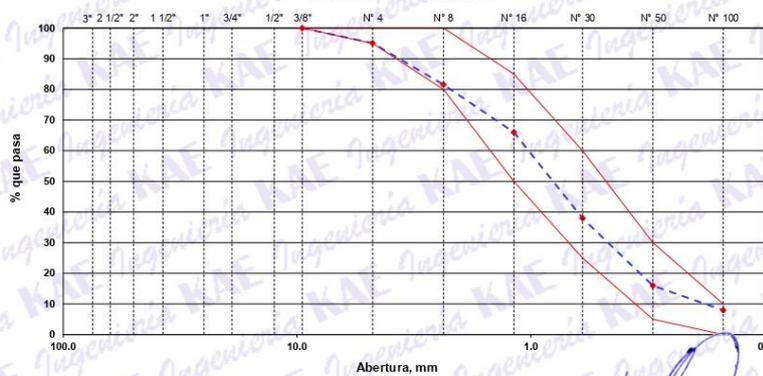
| | | | |
|-------------|--|--------------|---------------|
| TESIS : | ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE ECO-LADRILLOS ADICIONANDO PLÁSTICO PET RECICLADO Y VIDRIO MOLIDO, NUEVO CHIMBOTE, 2023 | REGISTRO N°: | CC-AEL-GRA-02 |
| SOLICITA : | MORÁN FAJARDO EMANUEL STEFANO - ULLOA RODRÍGUEZ KAMILA CELENE | PAGINA N°: | 01 de 01 |
| UBICACIÓN : | Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash CANTERA : La Sorpresa | FECHA: | 5/09/2023 |

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS
(ASTM C-136, MTC E204)

| ABERTURA (mm) | TAMIZ | RETENIDO MATERIAL (gr) | RETENIDO PARCIAL % | RETENIDO ACUMULADO % | % PASA | ASTM "LIM. INF." | ASTM "LIM. SUP." |
|---------------|--------|------------------------|--------------------|----------------------|--------|------------------|------------------|
| 100.00 | 4" | | | | | | |
| 90.00 | 3 1/2" | | | | | | |
| 75.00 | 3" | | | | | | |
| 63.00 | 2 1/2" | | | | | | |
| 50.00 | 2" | | | | | | |
| 37.50 | 1 1/2" | | | | | | |
| 25.00 | 1" | | | | | | |
| 19.00 | 3/4" | | | | | | |
| 12.50 | 1/2" | | | | | | |
| 9.50 | 3/8" | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100 | 100 |
| 4.75 | N° 4 | 28.50 | 4.91 | 4.91 | 95.09 | 95 | 100 |
| 2.36 | N° 8 | 78.80 | 13.57 | 18.48 | 81.52 | 80 | 100 |
| 1.18 | N° 16 | 90.10 | 15.52 | 33.99 | 66.01 | 50 | 85 |
| 0.60 | N° 30 | 162.80 | 28.04 | 62.03 | 37.97 | 25 | 60 |
| 0.30 | N° 50 | 127.80 | 22.01 | 84.04 | 15.96 | 5 | 30 |
| 0.15 | N° 100 | 46.60 | 8.02 | 92.06 | 7.94 | 0 | 10 |
| 0.07 | N° 200 | 37.00 | 6.37 | 98.43 | 1.57 | - | - |
| | FONDO | 9.10 | 1.57 | 100.00 | | | |

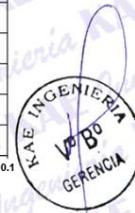
Modulo de Fineza : 2.96

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES: La muestra fue proporcionada por el solicitante.

KAE Ingeniería
Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 15087





Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | | | |
|--------------------|---|---------------------|---------------|
| TESIS : | ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE | REGISTRO N°: | CC-AEL-GRA-03 |
| | ECO-LADRILLOS ADICIONANDO PLÁSTICO PET RECICLADO Y | PAGINA N°: | 01 de 01 |
| | VIDRIO MOLIDO, NUEVO CHIMBOTE, 2023 | | |
| SOLICITA : | MORÁN FAJARDO EMANUEL STEFANO - ULLOA RODRÍGUEZ KAMILA CELENE | | |
| UBICACIÓN : | Distrito: Chimbote ; Provincia: Santa ; Departamento: Ancash | FECHA: | 5/09/2023 |

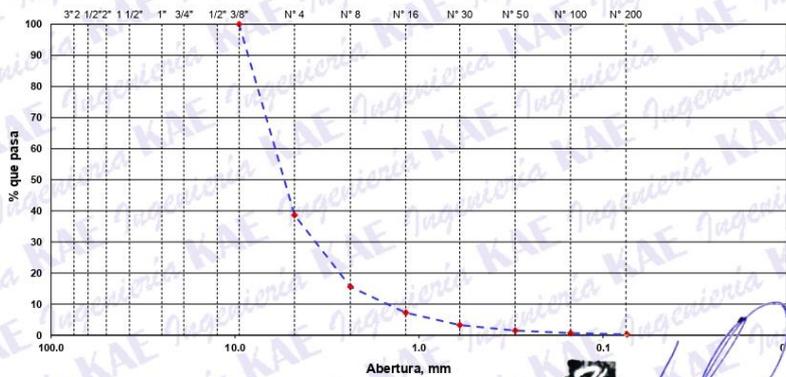
ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS

(ASTM C-136, MTC E204)

| ABERTURA (mm) | TAMIZ | RETENIDO MATERIAL (gr) | RETENIDO PARCIAL % | RETENIDO ACUMULADO % | % PASA |
|-------------------------|--------|------------------------|--------------------|----------------------|--------|
| Peso Inicial Seco (gr) | | 384.10 | | | |
| Peso Lavado y Seco (gr) | | 383.11 | | | |
| VIDRIO MOLIDO | | | | | |
| 100.00 | 4" | | | | |
| 90.00 | 3 1/2" | | | | |
| 75.00 | 3" | | | | |
| 63.00 | 2 1/2" | | | | |
| 50.00 | 2" | | | | |
| 37.50 | 1 1/2" | | | | |
| 25.00 | 1" | | | | |
| 19.00 | 3/4" | | | | |
| 12.50 | 1/2" | | | | |
| 9.50 | 3/8" | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 4.75 | N° 4 | 235.74 | 61.37 | 61.37 | 38.63 |
| 2.36 | N° 8 | 88.53 | 23.05 | 84.42 | 15.58 |
| 1.18 | N° 16 | 32.06 | 8.35 | 92.77 | 7.23 |
| 0.60 | N° 30 | 15.22 | 3.96 | 96.73 | 3.27 |
| 0.30 | N° 50 | 6.84 | 1.78 | 98.51 | 1.49 |
| 0.15 | N° 100 | 3.08 | 0.80 | 99.32 | 0.68 |
| 0.07 | N° 200 | 1.64 | 0.43 | 99.74 | 0.26 |
| | FONDO | 0.99 | 0.26 | 100.00 | |

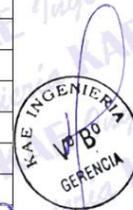
Modulo de Fineza : 5.33

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES: La muestra fue proporcionada por el solicitante.

KAE Ingeniería
Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. C.O.T. N° 16087



Pje. Fátima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | | | |
|--------------------|--|---------------------|--------------|
| TESIS : | ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE ECO-LADRILLOS ADICIONANDO PLÁSTICO PET RECICLADO Y VIDRIO MOLIDO, NUEVO CHIMBOTE, 2023 | REGISTRO N°: | CC-AEL-PU-01 |
| SOLICITA : | MORÁN FAJARDO EMANUEL STEFANO - ULLOA RODRÍGUEZ KAMILA CELENE | PÁGINA N°: | 01 de 01 |
| UBICACIÓN : | Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA: | 5/09/2023 |

ENSAYO DE PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO

MTC E203

A. GRUESO

PESO UNITARIO SUELTO (Kg/m³):

1285.4

PESO UNITARIO COMPACTADO (Kg/m³):

1420.7

SUELTO

COMPACTADO

18.140

19.945

18.119

20.185

18.199

20.056

A. FINO

PESO UNITARIO SUELTO (Kg/m³):

1627.0

PESO UNITARIO COMPACTADO (Kg/m³):

1774.3

SUELTO

COMPACTADO

22.959

25.004

23.068

25.102

22.901

25.063

OBSERVACIÓN:

La muestras de agregados fueron proporcionadas por el solicitante.


KAE Ingeniería
Víctor Alfredo Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 116087





| | | | |
|-------------|--|---------------|--------------|
| TESIS : | ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE ECO-LADRILLOS ADICIONANDO PLÁSTICO PET RECICLADO Y VIDRIO MOLIDO, NUEVO CHIMBOTE, 2023 | REGISTRO N° : | CC-AEL-PE-01 |
| SOLICITA : | MORÁN FAJARDO EMANUEL STEFANO - ULLOA RODRÍGUEZ KAMILA CELENE | PAGINA N° : | 01 de 01 |
| UBICACIÓN : | Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA : | 5/09/2023 |

ENSAYO PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO
MTC E206

Información de Muestra

Cantera : La Sorpresa Temp. Agua : 23 °C Saturación : 24 hrs.

| | | |
|---|-------------------------|--------|
| Peso en el aire de la muestra secada en horno | 1529.0 | gr. |
| Peso de muestra saturada superficialmente seca en el aire | 1562.0 | gr. |
| Peso de la muestra en agua | 953.0 | gr. |
| P. Especifico Saturado con Superficie Seca | Pe _{sss} 2.565 | gr/cm3 |
| P. Especifico de Masa | Pe _m 2.511 | gr/cm3 |
| P. Especifico Aparente | Pe _a 2.655 | gr/cm3 |
| Absorción | Ab 2.16 | % |

OBSERVACIÓN :

La muestras de agregados fueron proporcionadas por el solicitante.


KAE Ingeniería
Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 216087





| | | | |
|-------------|--|---------------|--------------|
| TESIS : | ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE ECO-LADRILLOS ADICIONANDO PLÁSTICO PET RECICLADO Y VIDRIO MOLIDO, NUEVO CHIMBOTE, 2023 | REGISTRO N° : | CC-AEL-PE-02 |
| SOLICITA : | MORÁN FAJARDO EMANUEL STEFANO - ULLOA RODRÍGUEZ KAMILA CELENE | PAGINA N° : | 01 de 01 |
| UBICACIÓN : | Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA : | 5/09/2023 |

ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO
MTC E205

Información de Muestra

Cantera : La Sorpresa Temp. Agua : 23 °C Saturación : 24 hrs.
Muestra : 500 gr. Fiola : 500 cm³

| | | |
|--|-------|--------|
| Peso en el aire de la muestra secada en horno | 496.2 | gr. |
| Peso de la fiola llena de agua a la marca de calibracion | 672.0 | gr. |
| Peso de la fiola con la muestra y el agua | 987.2 | gr. |
| P. Especifico Saturado con Superficie Seca | 2.685 | gr/cm3 |
| P. Especifico de Masa | 2.706 | gr/cm3 |
| P. Especifico Aparente | 2.741 | gr/cm3 |
| Absorción | 0.77 | % |

OBSERVACIONES:

La muestras de agregados fueron proporcionadas por el solicitante.


Marcos Alberto Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 19007





KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | | | |
|--------------------|--|---------------------|--------------|
| TESIS : | ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE ECO-LADRILLOS ADICIONANDO PLÁSTICO PET RECICLADO Y VIDRIO MOLIDO, NUEVO CHIMBOTE, 2023 | REGISTRO N°: | CC-AEL-CH-01 |
| SOLICITA : | MORÁN FAJARDO EMANUEL STEFANO - ULLOA RODRÍGUEZ KAMILA CELENE | PAGINA N°: | 01 de 01 |
| UBICACIÓN : | Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA: | 14/04/2021 |

CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM 4944, ASTM 4959, ASTM 2216)

CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA INTEGRAL (AGREGADO GRUESO)

| N° de Muestra | | 1 | 2 |
|---------------|----------------------------|--------|--------|
| a | Recipiente N° | 25 | 14 |
| b | Peso Recip. + Suelo Húmedo | 1954.5 | 2011.5 |
| c | Peso Recip + Suelo Seco | 1953.1 | 2009.7 |
| d | Peso Recipiente | 56.5 | 68.9 |
| e | Peso del Agua | 1.4 | 1.8 |
| f | Peso Suelo Seco | 1896.6 | 1940.8 |
| g | Contenido de Humedad | 0.07 | 0.09 |
| h | Humedad Promedio | 0.08 | |

CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA INTEGRAL (AGREGADO FINO)

| N° de Muestra | | 1 | 2 |
|---------------|----------------------------|-------|-------|
| a | Recipiente N° | 20 | 3 |
| b | Peso Recip. + Suelo Húmedo | 752.2 | 698.3 |
| c | Peso Recip + Suelo Seco | 749.7 | 696.3 |
| d | Peso Recipiente | 26.3 | 30.2 |
| e | Peso del Agua | 2.5 | 2.0 |
| f | Peso Suelo Seco | 723.4 | 666.1 |
| g | Contenido de Humedad | 0.35 | 0.30 |
| h | Humedad Promedio | 0.32 | |

OBSERVACIONES :

La muestra fue proporcionada por el solicitante.



Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CH. N° 16067



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos
Presentación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | | | |
|--------------------|--|----------------------|--------------|
| TESIS : | ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE ECO-LADRILLOS ADICIONANDO PLÁSTICO PET RECICLADO Y VIDRIO MOLIDO, NUEVO CHIMBOTE, 2023 | REGISTRO N° : | CC-AEL-VD-01 |
| SOLICITA : | MORÁN FAJARDO EMANUEL STEFANO - ULLOA RODRÍGUEZ KAMILA CELENE | PÁGINA N° : | 01 de 01 |
| UBICACIÓN : | Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA : | 20/09/2023 |

VARIACIÓN DIMENSIONAL
(NTP 399.604 y NTP 399.613)

Muestra: Ladrillos Patrón

Largo: 210mm

Ancho: 130mm

Alto: 80mm

| Especimen N° | Largo (mm) | | | | | Ancho (mm) | | | | | Altura (mm) | | | | | |
|--------------|------------|-------|-------|-------|--------|------------|-------|-------|-------|--------|-------------|------|------|------|-------|-------|
| | L1 | L2 | L3 | L4 | Lp | A1 | A2 | A3 | A4 | Ap | H1 | H2 | H3 | H4 | Hp | |
| M-1 | 215.5 | 217.4 | 217.8 | 215.6 | 216.58 | 130.0 | 129.4 | 129.6 | 129.7 | 129.68 | 79.8 | 80.4 | 79.6 | 79.5 | 79.83 | |
| M-2 | 216.6 | 216.9 | 217.0 | 218.7 | 217.30 | 130.2 | 129.7 | 128.4 | 127.4 | 128.93 | 80.5 | 79.6 | 78.5 | 78.3 | 79.23 | |
| M-3 | 215.7 | 215.5 | 218.5 | 216.5 | 216.55 | 129.8 | 129.1 | 128.2 | 129.5 | 129.15 | 79.1 | 80.4 | 79.1 | 79.1 | 79.43 | |
| M-4 | 216.8 | 215.3 | 215.9 | 218.4 | 216.60 | 128.6 | 128.5 | 124.6 | 130.6 | 128.08 | 78.5 | 80.2 | 82.5 | 80.4 | 80.40 | |
| M-5 | 217.4 | 217.4 | 216.4 | 217.5 | 217.18 | 130.4 | 130.5 | 129.7 | 130.5 | 130.28 | 80.2 | 81.2 | 79.3 | 79.5 | 80.05 | |
| M-6 | 218.3 | 215.3 | 215.7 | 215.3 | 216.15 | 130.2 | 128.6 | 128.3 | 130.8 | 129.48 | 81.3 | 79.4 | 80.2 | 79.4 | 80.08 | |
| M-7 | 215.9 | 215.2 | 216.3 | 217.2 | 216.16 | 130.6 | 129.4 | 130.1 | 130.4 | 130.13 | 80.2 | 79.6 | 81.5 | 80.2 | 80.38 | |
| M-8 | 215.0 | 215.2 | 218.2 | 218.5 | 216.73 | 132.5 | 128.5 | 129.5 | 130.1 | 130.15 | 79.4 | 80.5 | 80.9 | 79.1 | 79.98 | |
| M-9 | 216.8 | 217.7 | 218.4 | 215.5 | 217.10 | 130.4 | 130.1 | 130.4 | 128.9 | 129.95 | 80.2 | 80.4 | 83.2 | 78.5 | 80.58 | |
| M-10 | 216.5 | 216.9 | 215.3 | 217.4 | 216.51 | 128.9 | 130.5 | 128.9 | 130.5 | 129.70 | 80.6 | 82.1 | 81.4 | 80.5 | 81.15 | |
| | | | | | Dp | 216.68 | | | | Dp | 129.55 | | | | Dp | 80.11 |
| | | | | | De | 210.00 | | | | De | 130.00 | | | | De | 80.00 |
| | | | | | V (%) | -3.18 | | | | V (%) | 0.35 | | | | V (%) | -0.13 |

Observación: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216057



Pje. Fatima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos
Presentación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | | |
|--------------------|--|-----------------------------------|
| TESIS : | ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE ECO-LADRILLOS ADICIONANDO PLÁSTICO PET RECICLADO Y VIDRIO MOLIDO, NUEVO CHIMBOTE, 2023 | REGISTRO N° : CC-AEL-VD-02 |
| SOLICITA : | MORÁN FAJARDO EMANUEL STEFANO - ULLOA RODRÍGUEZ KAMILA CELENE | PÁGINA N° : 01 de 01 |
| UBICACIÓN : | Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA : 20/09/2023 |

VARIACIÓN DIMENSIONAL
(NTP 399.604 y NTP 399.613)

Muestra: Ladrillos Patrón + 6%
(PET y Vidrio Molido) **Largo:** 210mm **Ancho:** 130mm **Alto:** 80mm

| Especimen N° | Largo (mm) | | | | | Ancho (mm) | | | | | Altura (mm) | | | | |
|--------------|------------|-------|-------|-------|--------------------|------------|-------|-------|-------|-------------------|-------------|------|------|------|-------------------|
| | L1 | L2 | L3 | L4 | Lp | A1 | A2 | A3 | A4 | Ap | H1 | H2 | H3 | H4 | Hp |
| M-1 | 216.5 | 214.5 | 218.6 | 214.4 | 216.00 | 128.5 | 128.5 | 127.9 | 129.7 | 128.65 | 78.5 | 78.3 | 79.4 | 79.2 | 78.85 |
| M-2 | 216.2 | 215.5 | 216.3 | 216.3 | 216.08 | 127.5 | 128.3 | 128.4 | 130.2 | 128.60 | 79.6 | 79.2 | 78.2 | 78.2 | 78.80 |
| M-3 | 216.9 | 219.8 | 218.5 | 217.5 | 218.13 | 128.3 | 128.4 | 129.3 | 130.5 | 129.13 | 77.4 | 79.4 | 78.6 | 77.9 | 78.33 |
| M-4 | 217.5 | 215.6 | 215.4 | 218.5 | 216.75 | 128.4 | 127.5 | 128.5 | 129.5 | 128.48 | 79.5 | 79.3 | 79.1 | 79.2 | 79.28 |
| M-5 | 217.9 | 215.6 | 216.6 | 214.4 | 216.63 | 128.2 | 128.9 | 130.2 | 130.4 | 129.43 | 79.2 | 79.5 | 79.0 | 79.4 | 79.28 |
| M-6 | 215.5 | 217.3 | 215.3 | 214.3 | 215.60 | 129.1 | 129.5 | 130.5 | 129.5 | 129.65 | 78.2 | 79.4 | 79.5 | 78.2 | 78.83 |
| M-7 | 215.3 | 215.6 | 218.4 | 215.1 | 216.10 | 127.2 | 128.4 | 129.3 | 129.8 | 128.68 | 78.1 | 78.6 | 78.4 | 79.6 | 78.68 |
| M-8 | 215.8 | 215.6 | 218.5 | 214.2 | 216.03 | 128.5 | 128.5 | 130.5 | 128.6 | 129.03 | 79.3 | 78.6 | 78.1 | 78.2 | 78.55 |
| M-9 | 216.5 | 215.8 | 214.6 | 214.5 | 215.35 | 127.6 | 129.3 | 130.4 | 129.3 | 129.15 | 80.4 | 78.1 | 78.0 | 78.0 | 78.63 |
| M-10 | 215.9 | 217.8 | 215.5 | 214.6 | 215.95 | 129.6 | 128.5 | 128.9 | 127.2 | 128.55 | 79.4 | 78.0 | 77.9 | 79.4 | 78.68 |
| | | | | | Dp 216.26 | | | | | Dp 128.93 | | | | | Dp 78.79 |
| | | | | | De 210.00 | | | | | De 130.00 | | | | | De 80.00 |
| | | | | | V (%) -2.98 | | | | | V (%) 0.82 | | | | | V (%) 1.52 |

Observación: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante


KAE Ingeniería
 Victor Alfonso Herrera Lázaro
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.O. Nº 218097





Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos
Presentación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | | | |
|--------------------|--|----------------------|--------------|
| TESIS : | ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE ECO-LADRILLOS ADICIONANDO PLÁSTICO PET RECICLADO Y VIDRIO MOLIDO, NUEVO CHIMBOTE, 2023 | REGISTRO N° : | CC-AEL-VD-03 |
| SOLICITA : | MORÁN FAJARDO EMANUEL STEFANO - ULLOA RODRÍGUEZ KAMILA CELENE | PÁGINA N° : | 01 de 01 |
| UBICACIÓN : | Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA : | 20/09/2023 |

VARIACIÓN DIMENSIONAL
(NTP 399.804 y NTP 399.613)

Muestra: Ladrillos Patrón + 9% (PET y Vidrio Molido) Largo: 210mm Ancho: 130mm Alto: 80mm

| Especimen N° | Largo (mm) | | | | | Ancho (mm) | | | | | Altura (mm) | | | | | |
|--------------|------------|-------|-------|-------|--------|------------|-------|-------|-------|--------|-------------|------|------|------|-------|-------|
| | L1 | L2 | L3 | L4 | Lp | A1 | A2 | A3 | A4 | Ap | H1 | H2 | H3 | H4 | Hp | |
| M-1 | 218.3 | 217.6 | 217.8 | 216.9 | 217.66 | 128.5 | 129.3 | 128.5 | 129.3 | 128.90 | 79.5 | 79.4 | 78.5 | 78.2 | 78.90 | |
| M-2 | 218.4 | 215.3 | 216.9 | 218.5 | 217.28 | 129.4 | 128.4 | 127.5 | 128.5 | 128.45 | 78.4 | 78.5 | 78.7 | 74.4 | 77.50 | |
| M-3 | 217.5 | 216.9 | 217.8 | 216.5 | 217.18 | 127.5 | 128.5 | 126.0 | 129.4 | 127.85 | 78.2 | 78.4 | 77.8 | 78.5 | 78.23 | |
| M-4 | 213.6 | 216.5 | 217.5 | 216.4 | 216.00 | 129.3 | 127.6 | 128.5 | 128.6 | 128.50 | 78.5 | 78.6 | 77.6 | 76.9 | 77.90 | |
| M-5 | 215.5 | 216.4 | 215.5 | 218.5 | 216.48 | 128.4 | 126.8 | 127.4 | 127.5 | 127.53 | 79.2 | 76.5 | 78.4 | 78.5 | 78.65 | |
| M-6 | 214.5 | 215.8 | 215.6 | 216.3 | 215.55 | 128.5 | 128.5 | 128.5 | 129.5 | 128.75 | 78.4 | 77.9 | 78.6 | 75.5 | 77.60 | |
| M-7 | 215.8 | 216.9 | 217.4 | 217.5 | 216.90 | 127.5 | 129.5 | 129.5 | 128.6 | 128.78 | 78.2 | 74.8 | 78.2 | 76.5 | 76.93 | |
| M-8 | 214.5 | 215.6 | 216.9 | 218.4 | 216.35 | 128.6 | 128.4 | 127.3 | 128.4 | 128.18 | 78.5 | 78.5 | 78.4 | 78.9 | 78.58 | |
| M-9 | 214.6 | 216.8 | 215.5 | 215.5 | 215.60 | 127.5 | 127.5 | 128.5 | 128.5 | 128.00 | 78.4 | 79.4 | 77.4 | 77.5 | 78.18 | |
| M-10 | 215.5 | 217.0 | 217.4 | 214.9 | 216.20 | 127.4 | 129.3 | 127.4 | 125.6 | 127.43 | 78.0 | 78.1 | 78.5 | 78.3 | 78.23 | |
| | | | | | Dp | 216.52 | | | | Dp | 128.24 | | | | Dp | 78.07 |
| | | | | | De | 210.00 | | | | De | 130.00 | | | | De | 80.00 |
| | | | | | V (%) | -3.10 | | | | V (%) | 1.36 | | | | V (%) | 2.42 |

Observación: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante


KAE Ingeniería
Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP Nº 216087





KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos
Presentación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | | |
|--------------------|--|--|
| TESIS : | ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE ECO-LADRILLOS ADICIONANDO PLÁSTICO PET RECICLADO Y VIDRIO MOLIDO, NUEVO CHIMBOTE, 2023 | REGISTRO N° : CC-AEL-VD-03 PÁGINA N° : 01 de 01 |
| SOLICITA : | MORÁN FAJARDO EMANUEL STEFANO - ULLOA RODRÍGUEZ KAMILA CELENE | FECHA : 20/09/2023 |
| UBICACIÓN : | Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | |

VARIACIÓN DIMENSIONAL
(NTP 399.604 y NTP 399.613)

Muestra: Ladrillos Patrón + 12% (PET y Vidrio Molido) Largo: 210mm Ancho: 130mm Alto: 80mm

| Especimen N° | Largo (mm) | | | | | Ancho (mm) | | | | | Altura (mm) | | | | | |
|--------------|------------|-------|-------|-------|--------|------------|-------|-------|-------|--------|-------------|------|------|------|-------|-------|
| | L1 | L2 | L3 | L4 | Lp | A1 | A2 | A3 | A4 | Ap | H1 | H2 | H3 | H4 | Hp | |
| M-1 | 215.2 | 217.4 | 216.8 | 214.7 | 216.03 | 128.6 | 128.5 | 128.5 | 128.4 | 128.50 | 78.5 | 78.4 | 79.1 | 80.1 | 79.03 | |
| M-2 | 213.6 | 216.9 | 218.5 | 217.6 | 216.65 | 129.3 | 129.6 | 129.3 | 129.4 | 129.40 | 79.2 | 79.5 | 78.2 | 78.6 | 78.88 | |
| M-3 | 214.5 | 217.8 | 217.4 | 214.5 | 216.05 | 127.4 | 125.7 | 128.4 | 127.5 | 127.25 | 78.4 | 78.4 | 78.5 | 78.2 | 78.38 | |
| M-4 | 216.8 | 216.5 | 216.3 | 217.4 | 216.75 | 130.2 | 128.9 | 127.4 | 129.3 | 128.95 | 78.9 | 78.6 | 78.6 | 78.4 | 78.63 | |
| M-6 | 217.5 | 217.8 | 214.5 | 214.5 | 216.08 | 131.5 | 130.4 | 129.3 | 128.4 | 129.90 | 79.1 | 79.1 | 79.4 | 79.3 | 79.23 | |
| M-6 | 215.6 | 217.4 | 217.4 | 217.5 | 216.98 | 128.5 | 128.5 | 128.5 | 127.2 | 128.18 | 78.5 | 78.5 | 78.2 | 75.2 | 77.60 | |
| M-7 | 214.5 | 216.5 | 218.5 | 214.5 | 216.00 | 130.4 | 129.6 | 129.4 | 128.3 | 129.43 | 78.4 | 80.4 | 75.6 | 78.4 | 78.20 | |
| M-8 | 214.3 | 218.5 | 215.6 | 214.4 | 215.70 | 129.5 | 128.5 | 128.7 | 127.4 | 128.53 | 78.3 | 78.3 | 78.4 | 72.8 | 76.95 | |
| M-9 | 215.4 | 216.9 | 217.4 | 217.5 | 216.80 | 129.3 | 129.6 | 129.5 | 128.5 | 129.23 | 76.9 | 78.4 | 79.4 | 79.3 | 78.50 | |
| M-10 | 216.5 | 217.5 | 216.8 | 214.3 | 216.28 | 127.4 | 127.4 | 129.3 | 128.5 | 127.66 | 79.4 | 78.2 | 78.1 | 80.1 | 78.96 | |
| | | | | | Dp | 216.33 | | | | Dp | 128.70 | | | | Dp | 78.43 |
| | | | | | De | 210.00 | | | | De | 130.00 | | | | De | 80.00 |
| | | | | | V (%) | -3.01 | | | | V (%) | 1.00 | | | | V (%) | 1.96 |

Observación: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante


KAE Ingeniería
 Victor Alfonso Herrera Lázaro
 INGENIERO CIVIL
 R.O.C. N° 126097





KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos
Presentación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | | | |
|--------------------|--|----------------------|--------------|
| TESIS : | ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE ECO-LADRILLOS ADICIONANDO PLÁSTICO PET RECICLADO Y VIDRIO MOLIDO, NUEVO CHIMBOTE, 2023 | REGISTRO N° : | CC-AEL-VD-04 |
| SOLICITA : | MORÁN FAJARDO EMANUEL STEFANO - ULLOA RODRÍGUEZ KAMILA CELENE | PÁGINA N° : | 01 de 01 |
| UBICACIÓN : | Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA : | 20/09/2023 |

VARIACIÓN DIMENSIONAL
(NTP 399.604 y NTP 399.613)

Muestra: Ladrillos Patrón + 15% (PET y Vidrio Molido) Largo: 210mm Ancho: 130mm Alto: 80mm

| Especimen N° | Largo (mm) | | | | | Ancho (mm) | | | | | Altura (mm) | | | | | |
|--------------|------------|-------|-------|-------|--------|------------|-------|-------|-------|--------|-------------|------|------|------|-------|-------|
| | L1 | L2 | L3 | L4 | Lp | A1 | A2 | A3 | A4 | Ap | H1 | H2 | H3 | H4 | Hp | |
| M-1 | 214.5 | 215.8 | 214.7 | 215.7 | 215.13 | 128.5 | 128.4 | 128.5 | 129.3 | 128.68 | 78.8 | 79.4 | 80.6 | 80.1 | 79.73 | |
| M-2 | 215.3 | 216.5 | 214.8 | 215.9 | 215.63 | 129.5 | 128.5 | 129.0 | 128.9 | 128.98 | 79.5 | 79.5 | 80.4 | 79.4 | 79.70 | |
| M-3 | 214.5 | 218.4 | 215.3 | 216.3 | 216.13 | 127.0 | 127.6 | 128.6 | 129.4 | 128.15 | 79.2 | 79.3 | 80.5 | 80.5 | 79.88 | |
| M-4 | 216.8 | 216.8 | 214.7 | 217.5 | 216.45 | 128.5 | 128.9 | 127.4 | 129.5 | 128.58 | 79.1 | 79.2 | 80.1 | 80.2 | 79.65 | |
| M-5 | 214.7 | 215.8 | 215.9 | 216.5 | 215.73 | 130.5 | 129.5 | 130.2 | 129.6 | 129.95 | 80.2 | 80.1 | 80.9 | 79.8 | 80.25 | |
| M-6 | 215.8 | 215.4 | 214.6 | 214.8 | 215.15 | 130.4 | 128.5 | 130.5 | 130.1 | 129.88 | 81.5 | 81.5 | 79.8 | 79.8 | 80.65 | |
| M-7 | 215.8 | 215.9 | 215.5 | 216.5 | 215.93 | 130.0 | 127.5 | 129.8 | 129.7 | 129.25 | 79.5 | 80.6 | 81.2 | 78.6 | 79.98 | |
| M-8 | 216.9 | 216.5 | 215.8 | 218.5 | 216.93 | 131.0 | 128.6 | 129.4 | 129.8 | 129.70 | 78.6 | 80.2 | 80.6 | 78.9 | 79.58 | |
| M-9 | 215.8 | 215.8 | 215.9 | 214.5 | 215.50 | 128.5 | 129.8 | 128.6 | 129.5 | 129.10 | 79.2 | 81.1 | 80.2 | 79.5 | 80.00 | |
| M-10 | 218.4 | 216.4 | 214.6 | 216.8 | 216.55 | 129.6 | 128.5 | 129.8 | 129.8 | 129.43 | 79.2 | 80.5 | 80.2 | 80.1 | 80.00 | |
| | | | | | Dp | 215.91 | | | | Dp | 129.17 | | | | Dp | 79.94 |
| | | | | | De | 210.00 | | | | De | 130.00 | | | | De | 80.00 |
| | | | | | V (%) | -2.81 | | | | V (%) | 0.64 | | | | V (%) | 0.07 |

Observación: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante



Victor Alfonso Herrera Lázaro
Ingeniero Civil
R.C. N° 12727





KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos
Presentación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | | |
|--------------------|--|------------------------------------|
| TESIS : | ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE ECO-LADRILLOS ADICIONANDO PLÁSTICO PET RECICLADO Y VIDRIO MOLIDO, NUEVO CHIMBOTE, 2023 | REGISTRO N° : CC-AEL-ALA-01 |
| SOLICITA : | MORÁN FAJARDO EMANUEL STEFANO - ULLOA RODRÍGUEZ KAMILA CELENE | PÁGINA N° : 01 de 01 |
| UBICACIÓN : | Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash | FECHA : 20/09/2023 |

ALABEO
(NTP 399.613)

Muestra: Ladrillos Patrón

| Descripción | Cara A | | Cara B | |
|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | Concavo (mm) | Convexo (mm) | Concavo (mm) | Convexo (mm) |
| M-01 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| M-02 | 0 | 2 | 2 | 1 |
| M-03 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| M-04 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| M-05 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Promedio | 0.20 | 0.50 | 0.50 | 0.50 |

Concavo: 0.35 mm

Convexo: 0.50 mm

Observación: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.


Victor Alfredo Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CP. N° 316037





KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos
Presentación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | | | |
|--------------------|--|------------------------------------|-----------------------------|
| TESIS : | ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE ECO-LADRILLOS ADICIONANDO PLÁSTICO PET RECICLADO Y VIDRIO MOLIDO, NUEVO CHIMBOTE, 2023 | REGISTRO N° : CC-AEL-ALA-02 | PÁGINA N° : 01 de 01 |
| SOLICITA : | MORÁN FAJARDO EMANUEL STEFANO - ULLOA RODRÍGUEZ KAMILA CELENE | | |
| UBICACIÓN : | Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash | FECHA : | 20/09/2023 |

ALABEO
(NTP 399.613)

Muestra: Ladrillos Patrón + 6% (PET y Vidrio Molido)

| Descripción | Cara A | | Cara B | |
|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | Concavo (mm) | Convexo (mm) | Concavo (mm) | Convexo (mm) |
| M-01 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| M-02 | 1 | 1 | 2 | 0 |
| M-03 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| M-04 | 0 | 0 | 2 | 1 |
| M-05 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| Promedio | 0.40 | 0.20 | 0.50 | 0.20 |

Concavo: 0.45 mm

Convexo: 0.20 mm

Observación: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.


KAE Ingeniería
Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
R.C. N° 20207





Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos
Presentación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | | |
|--------------------|--|---|
| TESIS : | ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE ECO-LADRILLOS ADICIONANDO PLÁSTICO PET RECICLADO Y VIDRIO MOLIDO, NUEVO CHIMBOTE, 2023 | REGISTRO N° : CC-AEL-ALA-04 PÁGINA N° : 01 de 01 |
| SOLICITA : | MORÁN FAJARDO EMANUEL STEFANO - ULLOA RODRÍGUEZ KAMILA CELENE | |
| UBICACIÓN : | Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash | FECHA : 20/09/2023 |

ALABEO
(NTP 399.613)

Muestra: Ladrillos Patrón + 12% (PET y Vidrio Molido)

| Descripción | Cara A | | Cara B | |
|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | Concavo (mm) | Convexo (mm) | Concavo (mm) | Convexo (mm) |
| M-01 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| M-02 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| M-03 | 2 | 1 | 0 | 1 |
| M-04 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| M-05 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| Promedio | 0.40 | 0.30 | 0.20 | 0.50 |

Concavo: 0.30 mm

Convexo: 0.40 mm

Observación: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.


KAE Ingeniería
Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
R.C. CIP N° 214007





KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos
Presentación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | | |
|--------------------|--|------------------------------------|
| TESIS : | ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE ECO-LADRILLOS ADICIONANDO PLÁSTICO PET RECICLADO Y VIDRIO MOLIDO, NUEVO CHIMBOTE, 2023 | REGISTRO N° : CC-AEL-ALA-05 |
| SOLICITA : | MORÁN FAJARDO EMANUEL STEFANO - ULLOA RODRÍGUEZ KAMILA CELENE | PÁGINA N° : 01 de 01 |
| UBICACIÓN : | Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash | FECHA : 20/09/2023 |

ALABEO
(NTP 399.613)

Muestra: Ladrillos Patrón + 15% (PET y Vidrio Molido)

| Descripción | Cara A | | Cara B | |
|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | Concavo (mm) | Convexo (mm) | Concavo (mm) | Convexo (mm) |
| M-01 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| M-02 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| M-03 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| M-04 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| M-05 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| Promedio | 0.60 | 0.20 | 0.20 | 0.20 |

Concavo: 0.40 mm

Convexo: 0.20 mm

Observación: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 216097



Pje. Fatima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kacingeneria@gmail.com



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | | | |
|--------------------|---|----------------------|---------------|
| TESIS : | ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE ECO-LADRILLOS ADICIONANDO PLÁSTICO PET RECICLADO Y VIDRIO MOLIDO, NUEVO CHIMBOTE, 2023 | REGISTRO N° : | CC-AEL-ABS-01 |
| SOLICITA : | MORÁN FAJARDO EMANUEL STEFANO - ULLOA RODRÍGUEZ KAMILA CELENE | PÁGINA N° : | 01 de 01 |
| UBICACIÓN : | Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA : | 20/09/2023 |

ENSAYO DE ABSORCIÓN (NTP 399.604 y NTP 399.613)

Muestra: Ladrillo Patrón

| Descripción | Porcentaje de Absorción | | | |
|-------------|-------------------------|----------------|---------------|------------------------|
| | Peso Saturado (kg) | Peso Seco (kg) | Absorción (%) | Absorción Promedio (%) |
| M-1 | 4.080 | 3.820 | 6.81 | 6.40 |
| M-2 | 4.030 | 3.750 | 7.47 | |
| M-3 | 4.070 | 3.850 | 5.71 | |
| M-4 | 3.980 | 3.720 | 6.99 | |
| M-5 | 3.980 | 3.790 | 5.01 | |

Observación: Las muestras fueron elaboradas por el personal tecnico de laboratorio.



Vicente Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216007





KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

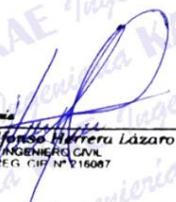
| | | | |
|--------------------|---|----------------------|---------------|
| TESIS : | ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE ECO-LADRILLOS ADICIONANDO PLÁSTICO PET RECICLADO Y VIDRIO MOLIDO, NUEVO CHIMBOTE, 2023 | REGISTRO N° : | CC-AEL-ABS-02 |
| SOLICITA : | MORÁN FAJARDO EMANUEL STEFANO - ULLOA RODRÍGUEZ KAMILA CELENE | PÁGINA N° : | 01 de 01 |
| UBICACIÓN : | Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA : | 20/09/2023 |

ENSAYO DE ABSORCIÓN (NTP 399.604 y NTP 399.613)

Muestra: Ladrillos Patrón + 6% (PET y Vidrio Molido)

| Descripción | Porcentaje de Absorción | | | |
|-------------|-------------------------|----------------|---------------|------------------------|
| | Peso Saturado (kg) | Peso Seco (kg) | Absorción (%) | Absorción Promedio (%) |
| M-1 | 3.980 | 3.760 | 5.85 | 5.84 |
| M-2 | 3.970 | 3.750 | 5.87 | |
| M-3 | 3.930 | 3.720 | 5.65 | |
| M-4 | 3.960 | 3.740 | 5.88 | |
| M-5 | 3.910 | 3.690 | 5.96 | |

Observación: Las muestras fueron elaboradas por el personal tecnico de laboratorio.


Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 116097





KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | | | |
|--------------------|---|----------------------|---------------|
| TESIS : | ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE ECO-LADRILLOS ADICIONANDO PLÁSTICO PET RECICLADO Y VIDRIO MOLIDO, NUEVO CHIMBOTE, 2023 | REGISTRO N° : | CC-AEL-ABS-03 |
| SOLICITA : | MORÁN FAJARDO EMANUEL STEFANO - ULLOA RODRÍGUEZ KAMILA CELENE | PÁGINA N° : | 01 de 01 |
| UBICACIÓN : | Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA : | 20/09/2023 |

ENSAYO DE ABSORCIÓN (NTP 399.604 y NTP 399.613)

Muestra: Ladrillos Patrón + 9% (PET y Vidrio Molido)

| Descripción | Porcentaje de Absorción | | | |
|-------------|-------------------------|----------------|---------------|------------------------|
| | Peso Saturado (kg) | Peso Seco (kg) | Absorción (%) | Absorción Promedio (%) |
| M-1 | 3.850 | 3.660 | 5.19 | 5.12 |
| M-2 | 3.790 | 3.610 | 4.99 | |
| M-3 | 3.850 | 3.670 | 4.90 | |
| M-4 | 3.770 | 3.580 | 5.31 | |
| M-5 | 3.850 | 3.660 | 5.19 | |

Observación: Las muestras fueron elaboradas por el personal tecnico de laboratorio.


KAE Ingeniería
Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. PROF. N° 16607





KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

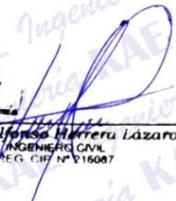
| | | | |
|--------------------|---|----------------------|---------------|
| TESIS : | ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE ECO-LADRILLOS ADICIONANDO PLÁSTICO PET RECICLADO Y VIDRIO MOLIDO, NUEVO CHIMBOTE, 2023 | REGISTRO N° : | CC-AEL-ABS-04 |
| SOLICITA : | MORÁN FAJARDO EMANUEL STEFANO - ULLOA RODRÍGUEZ KAMILA CELENE | PÁGINA N° : | 01 de 01 |
| UBICACIÓN : | Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA : | 20/09/2023 |

ENSAYO DE ABSORCIÓN (NTP 399.604 y NTP 399.613)

Muestra: Ladrillos Patrón + 12% (PET y Vidrio Molido)

| Descripción | Porcentaje de Absorción | | | |
|-------------|-------------------------|----------------|---------------|------------------------|
| | Peso Saturado (kg) | Peso Seco (kg) | Absorción (%) | Absorción Promedio (%) |
| M-1 | 3.750 | 3.580 | 4.75 | 4.74 |
| M-2 | 3.760 | 3.590 | 4.74 | |
| M-3 | 3.740 | 3.580 | 4.47 | |
| M-4 | 3.780 | 3.600 | 5.00 | |
| M-5 | 3.740 | 3.570 | 4.76 | |

Observación: Las muestras fueron elaboradas por el personal tecnico de laboratorio.


KAE Ingeniería
Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 116087





KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | | | |
|--------------------|---|----------------------|---------------|
| TESIS : | ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE ECO-LADRILLOS ADICIONANDO PLÁSTICO PET RECICLADO Y VIDRIO MOLIDO, NUEVO CHIMBOTE, 2023 | REGISTRO N° : | CC-AEL-ABS-05 |
| SOLICITA : | MORÁN FAJARDO EMANUEL STEFANO - ULLOA RODRÍGUEZ KAMILA CELENE | PÁGINA N° : | 01 de 01 |
| UBICACIÓN : | Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA : | 20/09/2023 |

ENSAYO DE ABSORCIÓN (NTP 399.604 y NTP 399.613)

Muestra: Ladrillos Patrón + 15% (PET y Vidrio Molido)

| Descripción | Porcentaje de Absorción | | | |
|-------------|-------------------------|----------------|---------------|------------------------|
| | Peso Saturado (kg) | Peso Seco (kg) | Absorción (%) | Absorción Promedio (%) |
| M-1 | 3.770 | 3.610 | 4.43 | 4.14 |
| M-2 | 3.700 | 3.570 | 3.64 | |
| M-3 | 3.700 | 3.560 | 3.93 | |
| M-4 | 3.710 | 3.540 | 4.80 | |
| M-5 | 3.720 | 3.580 | 3.91 | |

Observación: Las muestras fueron elaboradas por el personal tecnico de laboratorio.


MORÁN FAJARDO EMANUEL STEFANO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 216087





| | | | |
|--------------------|--|----------------------|--------------|
| TESIS : | ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE ECO-LADRILLOS ADICIONANDO PLÁSTICO PET RECICLADO Y VIDRIO MOLIDO, NUEVO CHIMBOTE, 2023 | REGISTRO N° : | CC-AEL-RC-01 |
| SOLICITA : | MORÁN FAJARDO EMANUEL STEFANO - ULLOA RODRÍGUEZ KAMILA CELENE | PAGINA N° : | 01 de 01 |
| UBICACIÓN : | Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | | |

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
(ASTM - C39, MTC E704, NTP-339-034)

| Item | Identificación y Características de la Probeta | | | | | | | | Ensayo de Rotura | | | | |
|------|--|-------------------|---------------------------|------------|------------|-------------|-------------------------|-----------------|------------------|---------------|-------------------------|----------------------------|-----|
| | Estructura Vacuada | Fecha de Muestreo | f'c (Kg/cm ²) | Largo (mm) | Ancho (mm) | Altura (mm) | Área (mm ²) | Fecha de Rotura | Edad (días) | Lectura (KgF) | Lectura Corregida (KgF) | f'ce (Kg/cm ²) | % |
| 01 | | 14/09/2023 | 175 | 215.3 | 130.0 | 72.6 | 27991 | 21/09/2023 | 7 | 34940 | 34632 | 123.7 | 71 |
| 02 | MUESTRA PATRON | 14/09/2023 | 175 | 215.8 | 130.2 | 72.7 | 28097 | 21/09/2023 | 7 | 35540 | 35227 | 125.4 | 72 |
| 03 | | 14/09/2023 | 175 | 216.1 | 132.5 | 71.8 | 28633 | 21/09/2023 | 7 | 35510 | 35197 | 122.9 | 70 |
| 04 | | 14/09/2023 | 175 | 217.0 | 133.4 | 80.1 | 28948 | 28/09/2023 | 14 | 42500 | 42126 | 145.5 | 83 |
| 05 | MUESTRA PATRON | 14/09/2023 | 175 | 217.2 | 133.4 | 80.0 | 28974 | 28/09/2023 | 14 | 49760 | 49322 | 170.2 | 97 |
| 06 | | 14/09/2023 | 175 | 217.0 | 134.3 | 80.9 | 29143 | 28/09/2023 | 14 | 45290 | 44891 | 154.0 | 88 |
| 07 | | 14/09/2023 | 175 | 215.4 | 132.1 | 69.8 | 28454 | 12/10/2023 | 28 | 55160 | 54674 | 192.1 | 110 |
| 08 | MUESTRA PATRON | 14/09/2023 | 175 | 217.2 | 133.7 | 77.9 | 29040 | 12/10/2023 | 28 | 49930 | 49490 | 170.4 | 97 |
| 09 | | 14/09/2023 | 175 | 216.0 | 130.7 | 74.3 | 28231 | 12/10/2023 | 28 | 55920 | 55427 | 196.3 | 112 |

Observaciones y/o recomendaciones:
Las muestras de probetas fueron proporcionadas por el cliente.


Alberto Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 116087





Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | | | |
|--------------------|---|----------------------|--------------|
| TESIS : | ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE ECO-LADRILLOS ADICIONANDO PLÁSTICO PET RECICLADO Y VIDRIO MOLIDO, NUEVO CHIMBOTE, 2023 | REGISTRO N° : | CC-AEL-RC-01 |
| SOLICITA : | MORÁN FAJARDO EMANUEL STEFANO - ULLOA RODRÍGUEZ KAMILA CELENE | PAGINA N° : | 01 de 01 |
| UBICACIÓN : | Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | | |

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
(ASTM - C39, MTC E704, NTP-339-034)

| Item | Identificación y Características de la Probeta | | | | | | | Ensayo de Rotura | | | | | |
|------|--|-------------------|--------------------------------------|------------|------------|-------------|-------------------------|------------------|-------------|---------------|-------------------------|---------------------------------------|-----|
| | Estructura Vacuada | Fecha de Muestreo | f _c (Kg/cm ²) | Largo (mm) | Ancho (mm) | Altura (mm) | Área (mm ²) | Fecha de Rotura | Edad (días) | Lectura (Kgf) | Lectura Corregida (Kgf) | f _{ce} (Kg/cm ²) | % |
| 01 | MUESTRA PATRON + 6% (PLASTICO PET RECICLADO Y VIDRIO MOLIDO) | 15/09/2023 | 175 | 211.8 | 128.9 | 71.0 | 27301 | 22/09/2023 | 7 | 36220 | 35901 | 131.5 | 75 |
| 02 | | 15/09/2023 | 175 | 214.1 | 127.9 | 72.5 | 27383 | 22/09/2023 | 7 | 38990 | 38646 | 141.1 | 81 |
| 03 | | 15/09/2023 | 175 | 211.2 | 126.6 | 70.4 | 26738 | 22/09/2023 | 7 | 39050 | 38706 | 144.8 | 83 |
| 04 | MUESTRA PATRON + 6% (PLASTICO PET RECICLADO Y VIDRIO MOLIDO) | 15/09/2023 | 175 | 210.8 | 126.8 | 71.7 | 26729 | 29/09/2023 | 14 | 46100 | 45694 | 170.9 | 98 |
| 05 | | 15/09/2023 | 175 | 213.2 | 127.5 | 72.2 | 27183 | 29/09/2023 | 14 | 43560 | 43176 | 158.8 | 91 |
| 06 | | 15/09/2023 | 175 | 212.1 | 126.9 | 70.2 | 26915 | 29/09/2023 | 14 | 43880 | 43493 | 161.6 | 92 |
| 07 | MUESTRA PATRON + 6% (PLASTICO PET RECICLADO Y VIDRIO MOLIDO) | 15/09/2023 | 175 | 217.6 | 128.4 | 67.5 | 27929 | 13/10/2023 | 28 | 56760 | 56260 | 201.4 | 115 |
| 08 | | 15/09/2023 | 175 | 217.6 | 131.5 | 66.2 | 28620 | 13/10/2023 | 28 | 55240 | 54753 | 191.3 | 109 |
| 09 | | 15/09/2023 | 175 | 214.6 | 130.3 | 62.8 | 27947 | 13/10/2023 | 28 | 56140 | 55646 | 199.1 | 114 |

Observaciones y/o recomendaciones:

Las muestras de probetas fueron proporcionadas por el cliente.



Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 15007



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



| | | | |
|--------------------|---|----------------------|--------------|
| TESIS : | ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE ECO-LADRILLOS ADICIONANDO PLÁSTICO PET RECICLADO Y VIDRIO MOLIDO, NUEVO CHIMBOTE, 2023 | REGISTRO N° : | CC-AEL-RC-01 |
| SOLICITA : | MORÁN FAJARDO EMANUEL STEFANO - ULLOA RODRÍGUEZ KAMILA CELENE | PAGINA N° : | 01 de 01 |
| UBICACIÓN : | Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | | |

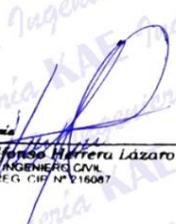
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

(ASTM - C39, MTC E704, NTP-339-034)

| Item | Identificación y Características de la Probeta | | | | | | | Ensayo de Rotura | | | | | |
|------|--|-------------------|--------------------------------------|------------|------------|-------------|-------------------------|------------------|-------------|--------------|------------------------|---------------------------------------|----|
| | Estructura Vacuada | Fecha de Muestreo | f _c (Kg/cm ²) | Largo (mm) | Ancho (mm) | Altura (mm) | Área (mm ²) | Fecha de Rotura | Edad (días) | Lectura (Kg) | Lectura Corregida (Kg) | f _{ce} (Kg/cm ²) | % |
| 01 | MUESTRA PATRON + 9% (PLASTICO PET RECICLADO Y VIDRIO MOLIDO) | 16/09/2023 | 175 | 213.8 | 127.6 | 66.2 | 27281 | 23/09/2023 | 7 | 31660 | 31381 | 115.0 | 66 |
| 02 | | 16/09/2023 | 175 | 211.4 | 125.7 | 70.2 | 26573 | 23/09/2023 | 7 | 33600 | 33304 | 125.3 | 72 |
| 03 | | 16/09/2023 | 175 | 213.8 | 127.9 | 71.9 | 27345 | 23/09/2023 | 7 | 31340 | 31064 | 113.6 | 65 |
| 04 | | 16/09/2023 | 175 | 213.2 | 128.5 | 69.6 | 27396 | 30/09/2023 | 14 | 38230 | 37893 | 138.3 | 79 |
| 05 | | 16/09/2023 | 175 | 213.6 | 127.4 | 71.9 | 27213 | 30/09/2023 | 14 | 36460 | 36139 | 132.8 | 76 |
| 06 | | 16/09/2023 | 175 | 213.9 | 127.3 | 71.0 | 27230 | 30/09/2023 | 14 | 38930 | 38587 | 141.7 | 81 |
| 07 | | 16/09/2023 | 175 | 214.8 | 127.2 | 67.1 | 27325 | 14/10/2023 | 28 | 44000 | 43612 | 159.6 | 91 |
| 08 | | 16/09/2023 | 175 | 213.5 | 128.7 | 68.1 | 27491 | 14/10/2023 | 28 | 45040 | 44643 | 162.4 | 93 |
| 09 | | 16/09/2023 | 175 | 213.2 | 127.0 | 71.8 | 27081 | 14/10/2023 | 28 | 42920 | 42542 | 157.1 | 90 |

Observaciones y/o recomendaciones:

Las muestras de probetas fueron proporcionadas por el cliente.


Ingeniero Civil
 REG. CIP. N° 216087





| | | | |
|--------------------|---|----------------------|--------------|
| TESIS : | ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE ECO-LADRILLOS ADICIONANDO PLÁSTICO PET RECICLADO Y VIDRIO MOLIDO, NUEVO CHIMBOTE, 2023 | REGISTRO N° : | CC-AEL-RC-01 |
| SOLICITA : | MORÁN FAJARDO EMANUEL STEFANO - ULLOA RODRÍGUEZ KAMILA CELENE | PAGINA N° : | 01 de 01 |
| UBICACIÓN : | Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | | |

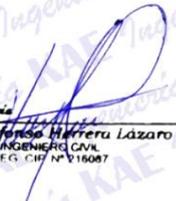
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

(ASTM - C39, MTC E704, NTP-339-034)

| Item | Identificación y Características de la Probeta | | | | | | | | Ensayo de Rotura | | | | |
|------|---|-------------------|--------------------------------------|------------|------------|-------------|-------------------------|-----------------|------------------|--------------|------------------------|---------------------------------------|----|
| | Estructura Vacuada | Fecha de Muestreo | f _c (Kg/cm ²) | Largo (mm) | Ancho (mm) | Altura (mm) | Área (mm ²) | Fecha de Rotura | Edad (días) | Lectura (Kg) | Lectura Corregida (Kg) | f _{ce} (Kg/cm ²) | % |
| 01 | MUESTRA PATRON + 12% (PLASTICO PET RECICLADO Y VIDRIO MOLIDO) | 18/09/2023 | 175 | 215.0 | 130.9 | 70.2 | 28144 | 25/09/2023 | 7 | 28470 | 28219 | 100.3 | 57 |
| 02 | | 18/09/2023 | 175 | 214.6 | 129.0 | 70.7 | 27683 | 25/09/2023 | 7 | 28140 | 27892 | 100.8 | 58 |
| 03 | | 18/09/2023 | 175 | 213.9 | 131.0 | 73.3 | 28021 | 25/09/2023 | 7 | 29330 | 29071 | 103.7 | 59 |
| 04 | | 18/09/2023 | 175 | 217.1 | 127.0 | 78.0 | 27573 | 02/10/2023 | 14 | 33480 | 33185 | 120.4 | 69 |
| 05 | | 18/09/2023 | 175 | 214.2 | 127.7 | 77.2 | 27348 | 02/10/2023 | 14 | 31840 | 31559 | 115.4 | 66 |
| 06 | | 18/09/2023 | 175 | 214.5 | 129.2 | 77.1 | 27715 | 02/10/2023 | 14 | 33500 | 33205 | 119.8 | 68 |
| 07 | | 18/09/2023 | 175 | 216.6 | 130.3 | 77.9 | 28225 | 16/10/2023 | 28 | 38550 | 38210 | 135.4 | 77 |
| 08 | | 18/09/2023 | 175 | 212.2 | 126.2 | 74.4 | 26787 | 16/10/2023 | 28 | 38870 | 38528 | 143.8 | 82 |
| 09 | | 18/09/2023 | 175 | 213.8 | 126.7 | 73.6 | 27090 | 16/10/2023 | 28 | 38640 | 38300 | 141.4 | 81 |

Observaciones y/o recomendaciones:

Las muestras de probetas fueron proporcionadas por el cliente.


Miguel Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 19067





Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

| | | | |
|--------------------|--|----------------------|--------------|
| TESIS : | ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE ECO-LADRILLOS ADICIONANDO PLÁSTICO PET RECICLADO Y VIDRIO MOLIDO, NUEVO CHIMBOTE, 2023 | REGISTRO N° : | CC-AEL-RC-01 |
| SOLICITA : | MORÁN FAJARDO EMANUEL STEFANO - ULLOA RODRÍGUEZ KAMILA CELENE | PAGINA N° : | 01 de 01 |
| UBICACIÓN : | Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | | |

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

(ASTM - C39, MTC E704, NTP-339-034)

| Item | Identificación y Características de la Probeta | | | | | | | Ensayo de Rotura | | | | | |
|------|---|-------------------|--------------------------------------|------------|------------|-------------|-------------------------|------------------|-------------|--------------|------------------------|---------------------------------------|----|
| | Estructura Vacuada | Fecha de Muestreo | f _c (Kg/cm ²) | Largo (mm) | Ancho (mm) | Altura (mm) | Área (mm ²) | Fecha de Rotura | Edad (días) | Lectura (Kg) | Lectura Corregida (Kg) | f _{ce} (Kg/cm ²) | % |
| 01 | MUESTRA PATRON + 15% (PLÁSTICO PET RECICLADO Y VIDRIO MOLIDO) | 19/09/2023 | 175 | 217.2 | 131.2 | 73.7 | 28497 | 26/09/2023 | 7 | 27800 | 27555 | 96.7 | 55 |
| 02 | | 19/09/2023 | 175 | 214.6 | 129.8 | 75.4 | 27855 | 26/09/2023 | 7 | 25110 | 24889 | 89.4 | 51 |
| 03 | | 19/09/2023 | 175 | 215.6 | 128.4 | 75.2 | 27683 | 26/09/2023 | 7 | 25810 | 25582 | 92.4 | 53 |
| 04 | | 19/09/2023 | 175 | 213.7 | 127.2 | 76.7 | 27173 | 03/10/2023 | 14 | 31410 | 31133 | 114.6 | 65 |
| 05 | | 19/09/2023 | 175 | 214.5 | 128.8 | 76.6 | 27619 | 03/10/2023 | 14 | 29430 | 29171 | 105.6 | 60 |
| 06 | | 19/09/2023 | 175 | 215.9 | 128.9 | 75.8 | 27828 | 03/10/2023 | 14 | 32770 | 32481 | 116.7 | 67 |
| 07 | | 19/09/2023 | 175 | 213.0 | 126.0 | 72.9 | 26841 | 17/10/2023 | 28 | 33890 | 33591 | 125.2 | 72 |
| 08 | | 19/09/2023 | 175 | 212.0 | 126.5 | 72.9 | 26820 | 17/10/2023 | 28 | 32290 | 32005 | 119.3 | 68 |
| 09 | | 19/09/2023 | 175 | 213.1 | 127.3 | 71.9 | 27128 | 17/10/2023 | 28 | 32240 | 31956 | 117.8 | 67 |

Observaciones y/o recomendaciones:

Las muestras de probetas fueron proporcionadas por el cliente.


Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CH. N° 16087



Anexo 4: Licencia de funcionamiento de laboratorio

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DEL SANTA



MUNICIPALIDAD
PROVINCIAL DEL SANTA

LICENCIA N°: 0325-2022

Expediente N°: 336-2022

Tipo de Licencia: Definitiva

Resolucion Gerencial: 372-2022

LICENCIA MUNICIPAL DE FUNCIONAMIENTO

LEY N° 28976, LEY MARCO DE LICENCIA DE FUNCIONAMIENTO

ORDENANZA MUNICIPAL N°025-2016-MPS

D.S. N° 046-2017-PCM - TUO de Ley N° 28976

Que habiéndose cumplido con los requisitos establecidos para obtener Licencia Municipal de Funcionamiento de conformidad a los Dispositivos Legales Vigentes, se concede la presente a:

KAE INGENIERIA S.A.C.

Nombre : KAE INGENIERIA S.A.C.

R.U.C.: : 20603723903

Dirección: : PSJE. FATIMA MZA-Y1 LTE-01A P. J. MIRAFLORES ALTO

Con un área de uso : 85.00 m2

Para realización de la(s) siguiente(s) actividad(es):

| Código | Descripción del Giro |
|--------|--|
| 7110 | Actividades de arquitectura e ingeniería; y actividades conexas de asesoramiento técnico |
| 8211 | Actividades combinadas de servicio administrativo de la oficina |

ESTA LICENCIA LE PERMITE TRABAJAR SOLO HASTA LAS: 23:00 HORAS

NO AUTORIZA EL USO DE LA VIA PUBLICA.

Esta Licencia es personal e intransferible. Debe colocarse en un lugar visible.

La presente licencia caducará y perderá su valor en las siguientes circunstancias:

- Por fallecimiento o cambio de titular de la licencia.
- Por cambio en la dirección del establecimiento.
- Por cambio en el área de uso del establecimiento.
- Por cambio o ampliación en los giros autorizados.

Chimbote, 26/05/2022

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DEL SANTA - CHIMBOTE
GERENCIA DE DESARROLLO ECONOMICO
Sub Gerencia de Comercialización y Licencias

Ing. Wilder Gabriel Garcia Bravo
CIP: 85948
RESPONSABLE DE LICENCIAS MUNICIPALES

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DEL SANTA
GERENCIA DE DESARROLLO ECONOMICO
Sub Gerencia de Comercialización y Licencias

Ing. Rafael Marco Vasquez Felipe
CIP: 241105
SUB GERENTE

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DEL SANTA - CHIMBOTE
GERENCIA DE DESARROLLO ECONOMICO

CPC. Emilio Noel Electro Jamanca
GERENTE

Esta Licencia NO AUTORIZA la venta o consumo de bebidas alcoholicas dentro del establecimiento, y en los casos de restaurante y similares, el consumo debe ser limitado solo como complemento a la comida (alimento) y musica ambiental de fondo a bajo volumen.

Anexo 5: Calibración de equipos e instrumentos para ensayos de laboratorio



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP-515-2023

Página : 1 de 2

Expediente : 197-2023
Fecha de emisión : 2023-07-20

1. Solicitante : KAE INGENIERIA S.A.C.

Dirección : P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

Marca de Prensa : PERUTEST
Modelo de Prensa : PC-120
Serie de Prensa : 1054
Capacidad de Prensa : 120 t

Marca de indicador : NO INDICA
Modelo de Indicador : NO INDICA
Serie de Indicador : NO INDICA

Marca de Transductor : ZEMIC
Modelo de Transductor : YB15
Serie de Transductor : 1172

Bomba Hidraulica : ELÉCTRICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

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

3. Lugar y fecha de Calibración
P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
17 - JULIO - 2023

4. Método de Calibración
La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4 .

5. Trazabilidad

| INSTRUMENTO | MARCA | CERTIFICADO O INFORME | TRAZABILIDAD |
|----------------|-----------------|-----------------------|-------------------------------|
| CELDA DE CARGA | AEP TRANSDUCERS | INF-LE 128-2022 | UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ |
| INDICADOR | HIGH WEIGHT | | |

6. Condiciones Ambientales

| | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 25,7 | 25,6 |
| Humedad % | 72 | 72 |

7. Resultados de la Medición
Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP-515-2023

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

| SISTEMA DIGITAL "A" kgf | SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf) | | | | PROMEDIO "B" kgf | ERROR Ep % | RPTBLD Rp % |
|-------------------------|------------------------------|---------|-------------|-------------|------------------|------------|-------------|
| | SERIE 1 | SERIE 2 | ERROR (1) % | ERROR (2) % | | | |
| 10000 | 9904 | 9910 | 0,96 | 0,90 | 9907 | 0,94 | -0,06 |
| 20000 | 19990 | 19960 | 0,05 | 0,20 | 19975 | 0,13 | 0,15 |
| 30000 | 29921 | 30042 | 0,26 | -0,14 | 29982 | 0,06 | -0,40 |
| 40000 | 40041 | 39982 | -0,10 | 0,05 | 40012 | -0,03 | 0,15 |
| 50000 | 50062 | 50125 | -0,12 | -0,25 | 50094 | -0,19 | -0,13 |
| 60000 | 60115 | 60132 | -0,19 | -0,22 | 60124 | -0,21 | -0,03 |
| 70000 | 70129 | 70157 | -0,18 | -0,22 | 70143 | -0,20 | -0,04 |

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100$$

$$Rp = Error(2) - Error(1)$$
- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %
- Coefficiente Correlación : $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste : $y = 0,996x + 125,52$

Donde: x : Lectura de la pantalla
 y : Fuerza promedio (kgf)

GRÁFICO N° 1

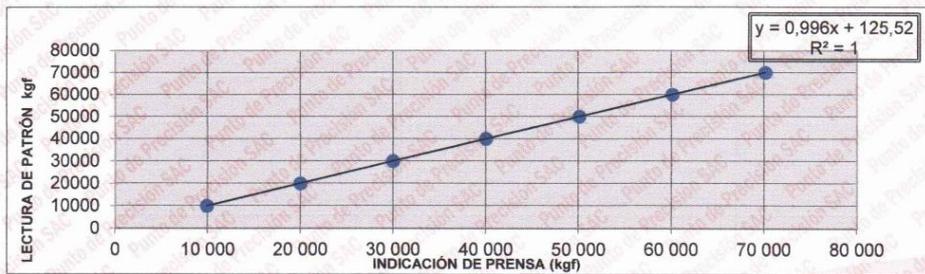
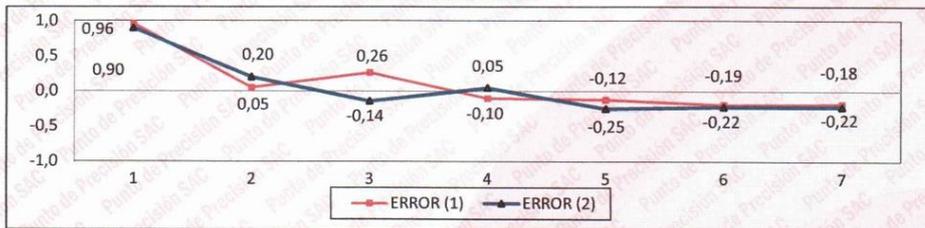


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631



Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-619-2023

Página: 1 de 3

Expediente : 197-2023
 Fecha de Emisión : 2023-07-24

1. Solicitante : KAE INGENIERIA S.A.C.

Dirección : P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Instrumento de Medición : **BALANZA**

Marca : OHAUS
 Modelo : R21PE30ZH
 Número de Serie : B847537395
 Alcance de Indicación : 30 000 g
 División de Escala de Verificación (e) : 10 g
 División de Escala Real (d) : 1 g
 Procedencia : NO INDICA
 Identificación : NO INDICA
 Tipo : ELECTRÓNICA
 Ubicación : LABORATORIO
 Fecha de Calibración : 2023-07-17

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

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

3. Método de Calibración
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.

4. Lugar de Calibración
LABORATORIO de KAE INGENIERIA S.A.C.
P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-619-2023

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

| | Mínima | Máxima |
|------------------|--------|--------|
| Temperatura | 24,7 | 24,9 |
| Humedad Relativa | 73,3 | 74,3 |

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

| Trazabilidad | Patrón utilizado | Certificado de calibración |
|--------------|-------------------------------|----------------------------|
| INACAL - DM | Juego de pesas (exactitud F1) | PE23-C-0134-2023 |
| | Pesa (exactitud F1) | 1AM-0057-2022 |
| | Pesa (exactitud F1) | LM-C-226-2022 |
| | Pesa (exactitud F1) | LM-C-227-2022 |

7. Observaciones

No se realizó ajuste a la balanza antes de su calibración.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

De acuerdo con lo indicado por el cliente, la temperatura local varía de 21 °C a 28 °C.

La incertidumbre reportada en el presente certificado de calibración no incluye la contribución a la incertidumbre por deriva de la balanza.

8. Resultados de Medición

| INSPECCIÓN VISUAL | | | |
|-------------------|-------|----------------|----------|
| AJUSTE DE CERO | TIENE | ESCALA | NO TIENE |
| OSCILACIÓN LIBRE | TIENE | CURSOR | NO TIENE |
| PLATAFORMA | TIENE | SIST. DE TRABA | NO TIENE |
| NIVELACIÓN | TIENE | | |

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

| | Inicial | Final |
|------------|---------|-------|
| Temp. (°C) | 24,7 | 24,7 |

| Medición N° | Carga L1= 15 000,0 g | | | Carga L2= 30 000,0 g | | |
|--------------------------|----------------------|--------|-------|----------------------|--------|-------|
| | I (g) | ΔL (g) | E (g) | I (g) | ΔL (g) | E (g) |
| 1 | 15 000 | 0,7 | -0,2 | 30 001 | 0,6 | 0,9 |
| 2 | 15 000 | 0,6 | -0,1 | 30 001 | 0,8 | 0,7 |
| 3 | 15 000 | 0,8 | -0,3 | 30 000 | 0,9 | -0,4 |
| 4 | 15 000 | 0,9 | -0,4 | 30 001 | 0,7 | 0,8 |
| 5 | 15 000 | 0,7 | -0,2 | 30 001 | 0,6 | 0,9 |
| 6 | 15 000 | 0,6 | -0,1 | 30 000 | 0,8 | -0,3 |
| 7 | 15 000 | 0,8 | -0,3 | 30 000 | 0,9 | -0,4 |
| 8 | 15 000 | 0,9 | -0,4 | 30 001 | 0,7 | 0,8 |
| 9 | 15 000 | 0,7 | -0,2 | 30 001 | 0,6 | 0,9 |
| 10 | 15 000 | 0,6 | -0,1 | 30 000 | 0,8 | -0,3 |
| Diferencia Máxima | 0,3 | | | 1,3 | | |
| Error máximo permitido ± | 20 g | | | ± 30 g | | |



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-619-2023
 Página: 3 de 3

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 1 | 5 |
| 3 | | 4 |

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

| Posición de la Carga | Determinación de E _e | | | | Determinación del Error corregido | | | | |
|----------------------|---------------------------------|-------|--------|--------------------|-----------------------------------|--------|--------|-------|--------------------|
| | Carga mínima (g) | I (g) | ΔL (g) | E _o (g) | Carga L (g) | I (g) | ΔL (g) | E (g) | E _c (g) |
| 1 | 10,0 | 10 | 0,7 | -0,2 | 10 000,0 | 9 999 | 0,6 | -1,1 | -0,9 |
| 2 | | 10 | 0,6 | -0,1 | | 9 999 | 0,8 | -1,3 | -1,2 |
| 3 | | 10 | 0,8 | -0,3 | | 10 000 | 0,9 | -0,4 | -0,1 |
| 4 | | 10 | 0,9 | -0,4 | | 10 000 | 0,7 | -0,2 | 0,2 |
| 5 | | 10 | 0,7 | -0,2 | | 10 000 | 0,8 | -0,3 | -0,1 |

Temp. (°C) Inicial: 24,7 Final: 24,7

Error máximo permitido : ± 20 g

(*) valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

| Carga L (g) | CRECIENTES | | | | DECRECIENTES | | | | ± emp (g) |
|-------------|------------|--------|-------|--------------------|--------------|--------|-------|--------------------|-----------|
| | I (g) | ΔL (g) | E (g) | E _c (g) | I (g) | ΔL (g) | E (g) | E _c (g) | |
| 10,0 | 10 | 0,7 | -0,2 | | | | | | |
| 20,0 | 20 | 0,6 | -0,1 | 0,1 | 20 | 0,8 | -0,3 | -0,1 | 10 |
| 500,0 | 500 | 0,8 | -0,3 | -0,1 | 500 | 0,7 | -0,2 | 0,0 | 10 |
| 2 000,0 | 2 000 | 0,9 | -0,4 | -0,2 | 2 000 | 0,9 | -0,4 | -0,2 | 10 |
| 5 000,0 | 4 999 | 0,7 | -1,2 | -1,0 | 5 000 | 0,7 | -0,2 | 0,0 | 10 |
| 7 000,0 | 6 999 | 0,6 | -1,1 | -0,9 | 7 000 | 0,6 | -0,1 | 0,1 | 20 |
| 10 000,0 | 10 000 | 0,8 | -0,3 | -0,1 | 10 000 | 0,8 | -0,3 | -0,1 | 20 |
| 15 000,0 | 15 000 | 0,9 | -0,4 | -0,2 | 15 000 | 0,9 | -0,4 | -0,2 | 20 |
| 20 000,0 | 20 000 | 0,7 | -0,2 | 0,0 | 20 000 | 0,7 | -0,2 | 0,0 | 20 |
| 25 000,0 | 25 000 | 0,6 | -0,1 | 0,1 | 25 000 | 0,6 | -0,1 | 0,1 | 30 |
| 30 000,0 | 30 000 | 0,8 | -0,3 | -0,1 | 30 000 | 0,8 | -0,3 | -0,1 | 30 |

Temp. (°C) Inicial: 24,8 Final: 24,9

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 2,79 \times 10^{-5} \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{6,28 \times 10^{-1} \text{ g}^2 + 1,65 \times 10^{-9} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E_c: Error en cero E_e: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-616-2023

Página: 1 de 3

Expediente : 197-2023
Fecha de Emisión : 2023-07-24

1. Solicitante : KAE INGENIERIA S.A.C.

Dirección : P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Instrumento de Medición : **BALANZA**

Marca : OHAUS
Modelo : SPX6201
Número de Serie : C039175150
Alcance de Indicación : 6 200 g
División de Escala de Verificación (e) : 0,1 g
División de Escala Real (d) : 0,1 g
Procedencia : NO INDICA
Identificación : NO INDICA
Tipo : ELECTRÓNICA
Ubicación : LABORATORIO
Fecha de Calibración : 2023-07-17

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

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

3. Método de Calibración
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración
LABORATORIO de KAE INGENIERIA S.A.C.
P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-616-2023

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

| | Mínima | Máxima |
|------------------|--------|--------|
| Temperatura | 24,6 | 24,6 |
| Humedad Relativa | 71,4 | 71,4 |

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

| Trazabilidad | Patrón utilizado | Certificado de calibración |
|--------------|-------------------------------|----------------------------|
| INACAL - DM | Juego de pesas (exactitud F1) | PE23-C-0134-2023 |
| | Pesa (exactitud F1) | LM-C-226-2022 |

7. Observaciones

No se realizó ajuste a la balanza antes de su calibración.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

De acuerdo con lo indicado por el cliente, la temperatura local varía de 21 °C a 28 °C.

La incertidumbre reportada en el presente certificado de calibración no incluye la contribución a la incertidumbre por deriva de la balanza.

8. Resultados de Medición

| INSPECCIÓN VISUAL | | | |
|-------------------|-------|----------------|----------|
| AJUSTE DE CER0 | TIENE | ESCALA | NO TIENE |
| OSCILACIÓN LIBRE | TIENE | CURS0R | NO TIENE |
| PLATAFORMA | TIENE | SIST. DE TRABA | TIENE |
| NIVELACIÓN | TIENE | | |

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

| Medición N° | Carga L1= 3 100,00 g | | | Carga L2= 6 200,01 g | | |
|--------------------------|----------------------|--------|-------|----------------------|--------|-------|
| | f (g) | ΔL (g) | E (g) | f (g) | ΔL (g) | E (g) |
| 1 | 3 100,0 | 0,08 | -0,03 | 6 200,0 | 0,07 | -0,03 |
| 2 | 3 100,0 | 0,06 | -0,01 | 6 200,0 | 0,08 | -0,04 |
| 3 | 3 100,0 | 0,08 | -0,03 | 6 200,0 | 0,09 | -0,05 |
| 4 | 3 100,0 | 0,07 | -0,02 | 6 200,0 | 0,07 | -0,03 |
| 5 | 3 100,0 | 0,06 | -0,01 | 6 200,0 | 0,06 | -0,02 |
| 6 | 3 100,0 | 0,08 | -0,03 | 6 200,1 | 0,08 | 0,06 |
| 7 | 3 100,0 | 0,09 | -0,04 | 6 200,0 | 0,07 | -0,03 |
| 8 | 3 100,0 | 0,07 | -0,02 | 6 200,0 | 0,06 | -0,02 |
| 9 | 3 100,1 | 0,06 | 0,09 | 6 200,0 | 0,09 | -0,05 |
| 10 | 3 100,0 | 0,08 | -0,03 | 6 200,1 | 0,07 | 0,07 |
| Diferencia Máxima | | | 0,13 | | | |
| Error máximo permitido ± | | | 0,3 g | ± 0,3 g | | |



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-616-2023

Página: 3 de 3

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 1 | 5 |
| 3 | | 4 |

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

| | | |
|------------|---------|-------|
| | Inicial | Final |
| Temp. (°C) | 24,6 | 24,6 |

| Posición de la Carga | Determinación de E _a | | | | Determinación del Error corregido | | | | |
|----------------------|---------------------------------|-------|--------|--------------------|-----------------------------------|---------|--------|-------|--------------------|
| | Carga mínima (g) | I (g) | ΔL (g) | E _o (g) | Carga L (g) | I (g) | ΔL (g) | E (g) | E _c (g) |
| 1 | 1,00 | 1,0 | 0,07 | -0,02 | 2 000,00 | 2 000,0 | 0,06 | -0,01 | 0,01 |
| 2 | | 1,0 | 0,08 | -0,03 | | 2 000,0 | 0,08 | -0,03 | 0,00 |
| 3 | | 1,0 | 0,09 | -0,04 | | 2 000,0 | 0,07 | -0,02 | 0,02 |
| 4 | | 1,0 | 0,08 | -0,03 | | 1 999,9 | 0,06 | -0,11 | -0,08 |
| 5 | | 1,0 | 0,07 | -0,02 | | 1 999,9 | 0,08 | -0,13 | -0,11 |

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 0,3 g

ENSAYO DE PESAJE

| | | |
|------------|---------|-------|
| | Inicial | Final |
| Temp. (°C) | 24,6 | 24,6 |

| Carga L (g) | CRECIENTES | | | | DECRECIENTES | | | | ± emp (g) |
|-------------|------------|--------|-------|--------------------|--------------|--------|-------|--------------------|-----------|
| | I (g) | ΔL (g) | E (g) | E _c (g) | I (g) | ΔL (g) | E (g) | E _c (g) | |
| 1,00 | 1,0 | 0,06 | -0,01 | | | | | | |
| 5,00 | 5,0 | 0,08 | -0,03 | -0,02 | 5,0 | 0,07 | -0,02 | -0,01 | 0,1 |
| 20,00 | 20,0 | 0,09 | -0,04 | -0,03 | 20,0 | 0,06 | -0,01 | 0,00 | 0,1 |
| 50,00 | 50,0 | 0,07 | -0,02 | -0,01 | 50,0 | 0,08 | -0,03 | -0,02 | 0,1 |
| 500,00 | 500,0 | 0,06 | -0,01 | 0,00 | 500,0 | 0,09 | -0,04 | -0,03 | 0,1 |
| 1 000,00 | 1 000,0 | 0,08 | -0,03 | -0,02 | 1 000,1 | 0,07 | 0,08 | 0,09 | 0,2 |
| 1 500,00 | 1 500,0 | 0,09 | -0,04 | -0,03 | 1 500,1 | 0,06 | 0,09 | 0,10 | 0,2 |
| 2 000,00 | 2 000,0 | 0,07 | -0,02 | -0,01 | 2 000,0 | 0,08 | -0,03 | -0,02 | 0,2 |
| 5 000,00 | 5 000,0 | 0,06 | -0,01 | 0,00 | 5 000,1 | 0,07 | 0,08 | 0,09 | 0,3 |
| 6 000,00 | 6 000,0 | 0,08 | -0,03 | -0,02 | 6 000,1 | 0,06 | 0,09 | 0,10 | 0,3 |
| 6 200,01 | 6 200,1 | 0,09 | 0,05 | 0,06 | 6 200,1 | 0,09 | 0,05 | 0,06 | 0,3 |

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 1,52 \times 10^{-6} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{4,92 \times 10^{-3} \text{ g}^2 + 8,00 \times 10^{-10} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E_c: Error en cero E_c: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°LL-2808-2023

Página: 1 de 3

Expediente : 197-2023
Fecha de emisión : 2023-08-09

1. Solicitante : KAE INGENIERIA S.A.C.

Dirección : P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Instrumento : PIE DE REY

Tipo de Indicación : DIGITAL

Alcance de Indicación : 300 mm

División mínima : 0,01 mm

Marca : INSIZE
Modelo : 1108-300W
Serie : 1310201264
Procedencia : NO INDICA
Código de Identificación : NO INDICA

3. Lugar y fecha de Calibración

La calibración se realizó en el laboratorio de longitud de PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.:

Fecha de calibración: 2023-08-08

4. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa según el PC-012 " Procedimiento de calibración de pie de rey del Indecopi -SNM" Edición 5 , 2012.

5. Trazabilidad

| INSTRUMENTO | MARCA | CERTIFICADO | TRAZABILIDAD |
|-------------------------|-----------|------------------|--------------|
| JUEGO DE BLOQUES PATRÓN | INSIZE | LLA-C-032-2022 | INACAL - DA |
| BLOQUE PATRÓN | INSIZE | LLA-599-2022 | INACAL - DA |
| BLOQUE PATRÓN | INSIZE | LLA-600-2022 | INACAL - DA |
| VARILLA PATRÓN | INSIZE | LLA-243-2023 | INACAL - DA |
| ANILLO PATRÓN | INSIZE | LLA-242-2023 | INACAL - DA |
| TERMÓMETRO DE CONTACTO | NO INDICA | TD22-C-0675-2022 | INACAL - DA |

6. Condiciones Ambientales

| | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 23,9 | 23,7 |
| Humedad % | 61,7 | 62,8 |

7. Observaciones

- Se colocó una etiqueta adhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO"
- La incertidumbre de la medición ha sido calculada con un factor de cobertura $k=2$, para un nivel de confianza aproximado del 95 %.
- El instrumento tiene un error máximo permisible de $\pm 30 \mu\text{m}$, según Fabricante.



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

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



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°LL-2808-2023

Página: 2 de 3

8. Resultados

ERROR DE REFERENCIA INICIAL

| Valor Nominal (mm) | Promedio (mm) | Error (μm) |
|--------------------|---------------|-------------------------|
| 0,00 | 0,00 | 0 |

ERROR DE CONTACTO DE LA SUPERFICIE PARCIAL PARA MEDICIÓN DE EXTERIORES

| Valor Nominal (mm) | Valor Patrón (mm) | Indicación del Pie de Rey | | | Promedio (mm) | Error (μm) |
|--------------------|-------------------|---------------------------|--------------|---------------|---------------|-------------------------|
| | | Superior (mm) | Central (mm) | Inferior (mm) | | |
| 0,00 | 0,000 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0 |
| 30,00 | 30,000 | 30,00 | 29,99 | 30,00 | 29,997 | -3 |
| 50,00 | 50,000 | 49,99 | 49,99 | 49,99 | 49,990 | -10 |
| 100,00 | 100,000 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,000 | 0 |
| 150,00 | 150,000 | 150,00 | 150,01 | 150,01 | 150,007 | 6 |
| 200,00 | 199,999 | 200,00 | 200,01 | 200,00 | 200,003 | 4 |
| 250,00 | 250,000 | 250,01 | 250,00 | 250,01 | 250,007 | 7 |
| 300,00 | 300,000 | 300,02 | 300,01 | 300,01 | 300,013 | 13 |

ERROR CONTACTO DE LA SUPERFICIE PARCIAL

| Valor Nominal (mm) | Error (E) (μm) |
|--------------------|-----------------------------|
| 30,00 | 10 |

ERROR DE REPETIBILIDAD

| Valor Nominal (mm) | Error (R) (μm) |
|--------------------|-----------------------------|
| 300,00 | 10 |

ERROR DE CAMBIO DE ESCALA DE EXTERIORES A INTERIORES

| Valor Nominal (mm) | Error (S_{E-I}) (μm) |
|--------------------|---------------------------------------|
| 20,00 | 0 |

ERROR DE CAMBIO DE ESCALA DE EXTERIORES A PROFUNDIDAD

| Valor Nominal (mm) | Error (S_{E-P}) (μm) |
|--------------------|---------------------------------------|
| 20,00 | 7 |



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N°LL-2808-2023

Página: 3 de 3

ERROR DE CONTACTO LINEAL

| Valor Nominal (mm) | Error (L) (µm) |
|--------------------|----------------|
| 10,00 | 0 |

ERROR DE CONTACTO DE SUPERFICIE COMPLETA

| Valor Nominal (mm) | Error (J) (µm) |
|--------------------|----------------|
| 30,00 | 0 |

ERROR DEBIDO A LA DISTANCIA DE CRUCE DE LAS SUPERFICIES DE MEDICIÓN DE INTERIORES

| Valor Nominal (mm) | Error (K) (µm) |
|--------------------|----------------|
| 5,00 | 0 |



INCERTIDUMBRE DEL PIE DE REY

$$U (k=2) = (9,91^2 + 0,03^2 \times L^2)^{1/2} \mu\text{m}$$

| | |
|-------------------------------|-------|
| Incertidumbre para L = 300 mm | 13 µm |
|-------------------------------|-------|

Fin del documento



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL-2370-2023

Página 1 de 3

Expediente : 197-2023
Fecha de emisión : 2023-07-20

1. Solicitante : KAE INGENIERIA S.A.C.
Dirección : P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Instrumento de medición : TAMIZ
Marca : GRAN TEST
Modelo : NO INDICA
Número de serie : 65675
Valor de abertura : 9,5 mm
N° de Tamiz : 38 in.
Diámetro del alambre : 2,24 mm
Material : ACERO INOXIDABLE
Procedencia : NO INDICA
Identificación : NO INDICA
Ubicación : LABORATORIO
Fecha de calibración : 2023-07-18

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

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

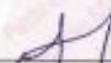
3. Método de calibración

La calibración se realizó mediante comparación directa según la Norma "ASTM E11-22 Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves".

4. Lugar de calibración

P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631





Laboratorio PP

5. Condiciones ambientales

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL-2370-2023

Página 2 de 3

| | Inicial | Final |
|------------------------------|---------|-------|
| Temperatura ambiental (°C) | 25,9 | 25,9 |
| Humedad relativa (%hr) | 68 | 68 |

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

| Trazabilidad | Patrón utilizado | Certificado de calibración |
|---------------------------|--|----------------------------|
| INACAL-DM | Micrómetro de interiores de 1 µm. | LLA-610-2022 |
| KOSSODO METROLOGIA S.A.C. | Placa de rey con una incertidumbre máxima de 9,7 µm. | DM22-C-0234-2022 |

7. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".
- Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Para la calibración del tarzú, se realizó 30 mediciones en apertura de la malla y en el diámetro del stambre.

8. Resultados de medición

| | Valor nominal de apertura (mm) | Promedio de mediciones (mm) | Error encontrado (mm) | Incertidumbre de medición (mm) | Error máximo permitido (mm) |
|------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| Horizontal | 9,500 | 9,509 | 0,009 | 0,002 | 0,265 |
| Vertical | | 9,501 | 0,001 | 0,002 | 0,265 |

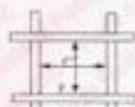
| | Abertura máxima permitida (mm) | Abertura máxima encontrada (mm) | Máxima desviación permitida (mm) | Desviación estándar encontrada (mm) |
|------------|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| Horizontal | 10,110 | 9,583 | 0,211 | 0,055 |
| Vertical | | 9,540 | | 0,028 |

| | Valor nominal del diámetro (mm) | Promedio de mediciones (mm) | Error encontrado (mm) | Incertidumbre de medición (mm) |
|------------|---------------------------------|-----------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| Horizontal | 2,240 | 2,304 | 0,064 | 0,022 |
| Vertical | | 2,267 | 0,027 | 0,021 |

| | Diámetro Máximo permitido (mm) | Diámetro Máximo encontrado (mm) | Diámetro Mínimo permitido (mm) | Diámetro Mínimo encontrado (mm) |
|------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| Horizontal | 2,600 | 2,370 | 1,900 | 2,260 |
| Vertical | | 2,360 | | 2,230 |



Placa grabada y/o indicaciones técnicas del tarzú



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL-2370-2023

Página 3 de 3

ANEXO A - MEDICIONES REALIZADAS

| MEDIDAS REALIZADAS DE APERTURA - HORIZONTAL - VALOR NOMINAL DE 9,5 mm | | | | | | MEDIDAS REALIZADAS DE APERTURA - VERTICAL - VALOR NOMINAL DE 9,5 mm | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| Las mediciones se realizaron en las unidades de mm | | | | | | Las mediciones se realizaron en las unidades de mm | | | | | |
| 9,531 | 9,583 | 9,552 | 9,450 | 9,536 | 9,536 | 9,540 | 9,471 | 9,484 | 9,484 | 9,540 | 9,489 |
| 9,562 | 9,583 | 9,471 | 9,583 | 9,484 | 9,444 | 9,540 | 9,540 | 9,433 | 9,506 | 9,471 | 9,471 |
| 9,583 | 9,480 | 9,536 | 9,415 | 9,517 | 9,471 | 9,489 | 9,532 | 9,484 | 9,532 | 9,532 | 9,540 |
| 9,444 | 9,531 | 9,583 | 9,583 | 9,415 | 9,531 | 9,471 | 9,506 | 9,532 | 9,506 | 9,506 | 9,484 |
| 9,552 | 9,471 | 9,471 | 9,444 | 9,444 | 9,471 | 9,489 | 9,471 | 9,506 | 9,489 | 9,471 | 9,506 |

FIN DEL DOCUMENTO




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. OIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.





PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL-2371-2023

Página 1 de 3

Expediente : 197-2023
Fecha de emisión : 2023-07-20

1. Solicitante : KAE INGENIERIA S.A.C.
Dirección : P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE 01A P.J. MIRAFLORES ALTO -
CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Instrumento de medición : TAMIZ

Marca : GRAN TEST
Modelo : NO INDICA
Número de serie : 91568
Valor de abertura : 4,75 mm
N° de Tamiz : No. 4
Diámetro del alambre : 1,6 mm
Material : ACERO INOXIDABLE
Procedencia : NO INDICA
Identificación : NO INDICA
Ubicación : LABORATORIO
Fecha de calibración : 2023-07-18

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

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

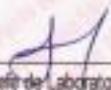
3. Método de calibración

La calibración se realizó mediante comparación directa sin contacto según la Norma "ASTM E11-22 Standard Specification for Woven Wire Test Sieves Cloth and Test Sieves".

4. Lugar de calibración

P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631





Laboratorio PP

5. Condiciones ambientales

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL-2371-2023

Página 2 de 3

| | Inicial | Final |
|------------------------------|---------|-------|
| Temperatura ambiental (°C) | 25,9 | 25,9 |
| Humedad relativa (%hr) | 66 | 66 |

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

| Trazabilidad | Patrón utilizado | Certificado de calibración |
|--------------|---|----------------------------|
| INACAL-DM | Redicula microscópica con una incertidumbre máxima de 1,1 µm. | LLA-068-2022 |

7. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO"
- Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Para la calibración del tamiz, se realizó 30 mediciones en apertura de la malla y en el diámetro del alambre.

8. Resultados de medición

| | Valor nominal de apertura (mm) | Promedio de mediciones (mm) | Error encontrado (mm) | Incertidumbre de medición (µm) | Error máximo permitido (mm) |
|------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| Horizontal | 4,750 | 4,643 | 0,098 | 0,002 | 0,135 |
| Vertical | | 4,643 | -0,107 | 0,002 | 0,135 |

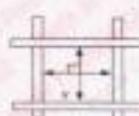
| | Abertura máxima permitida (mm) | Abertura máxima encontrada (mm) | Máxima desviación permitida (µm) | Desviación estándar encontrada (mm) |
|------------|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| Horizontal | 5,120 | 4,955 | 0,118 | 0,062 |
| Vertical | | 4,592 | | 0,029 |

| | Valor nominal del diámetro (mm) | Promedio de mediciones (mm) | Error encontrado (mm) | Incertidumbre de medición (mm) |
|------------|---------------------------------|-----------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| Horizontal | 1,600 | 1,583 | -0,017 | 0,005 |
| Vertical | | 1,573 | -0,027 | 0,004 |

| | Diámetro Máximo permitido (mm) | Diámetro Máximo encontrado (mm) | Diámetro Mínimo permitido (mm) | Diámetro Mínimo encontrado (mm) |
|------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| Horizontal | 1,900 | 1,809 | 1,300 | 1,562 |
| Vertical | | 1,581 | | 1,595 |



Placa graduada y/o indicaciones técnicas del tamiz



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL-2371-2023

Página 3 de 3

ANEXO A - MEDICIONES REALIZADAS

| MEDIDAS REALIZADAS DE APERTURA - HORIZONTAL - VALOR NOMINAL DE 4,75 mm | | | | | | MEDIDAS REALIZADAS DE APERTURA - VERTICAL - VALOR NOMINAL DE 4,75 mm | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| Las mediciones se realizaron en las unidades de mm. | | | | | | Las mediciones se realizaron en las unidades de mm. | | | | | |
| 4,919 | 4,955 | 4,955 | 4,882 | 4,705 | 4,772 | 4,885 | 4,846 | 4,591 | 4,655 | 4,655 | 4,637 |
| 4,892 | 4,919 | 4,919 | 4,787 | 4,716 | 4,787 | 4,846 | 4,846 | 4,646 | 4,646 | 4,637 | 4,646 |
| 4,919 | 4,919 | 4,787 | 4,882 | 4,787 | 4,864 | 4,591 | 4,846 | 4,626 | 4,591 | 4,646 | 4,691 |
| 4,864 | 4,892 | 4,864 | 4,705 | 4,923 | 4,787 | 4,846 | 4,637 | 4,846 | 4,892 | 4,637 | 4,614 |
| 4,892 | 4,705 | 4,892 | 4,705 | 4,882 | 4,923 | 4,846 | 4,846 | 4,892 | 4,892 | 4,892 | 4,637 |

Fin del documento




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N°1152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.





PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL-2372-2023

Página 1 de 3

Expediente: 197-2023
Fecha de emisión: 2023-07-20

1. Solicitante: KAE INGENIERIA S.A.C.

Dirección: P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Instrumento de medición: TAMIZ

Marca: GRAN TEST

Modelo: NO INDICA

Número de serie: 63866

Valor de abertura: 2,36 mm

N° de Tamiz: No. 8

Diámetro del alambre: 1 mm

Material: ACERO INOXIDABLE

Procedencia: NO INDICA

Identificación: NO INDICA

Ubicación: LABORATORIO

Fecha de calibración: 2023-07-18

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

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

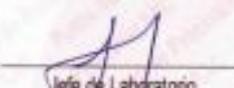
3. Método de calibración

La calibración se realizó mediante comparación directa sin contacto según la Norma "ASTM E11-22 Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves".

4. Lugar de calibración

P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL-2372-2023

Página 2 de 3

5. Condiciones ambientales

| | Inicial | Final |
|----------------------------|---------|-------|
| Temperatura ambiental (°C) | 26.3 | 26.2 |
| Humedad relativa (%hr) | 68 | 67 |

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

| Trazabilidad | Patrón utilizado | Certificado de calibración |
|--------------|---|----------------------------|
| INACAL-DM | Reticula microscópica con una incertidumbre máxima de 1,1 µm. | LLA-068-2022 |

7. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".
- Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Para la calibración del tamiz, se realizó 40 mediciones en apertura de la malla y en el diámetro del alambre.

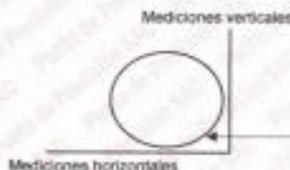
8. Resultados de medición

| | Valor nominal de apertura (mm) | Promedio de mediciones (mm) | Error encontrado (mm) | Incertidumbre de medición (mm) | Error máximo permitido (mm) |
|------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| Horizontal | 2,360 | 2,321 | -0,039 | 0,002 | 0,069 |
| Vertical | | 2,259 | -0,101 | 0,002 | 0,069 |

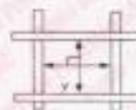
| | Apertura máxima permitida (mm) | Apertura máxima encontrada (mm) | Máxima desviación permitida (mm) | Desviación estándar encontrada (mm) |
|------------|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| Horizontal | 2,590 | 2,350 | 0,071 | 0,017 |
| Vertical | | 2,318 | | 0,053 |

| | Valor nominal del diámetro (mm) | Promedio de mediciones (mm) | Error encontrado (mm) | Incertidumbre de medición (mm) |
|------------|---------------------------------|-----------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| Horizontal | 1,000 | 0,980 | -0,020 | 0,005 |
| Vertical | | 0,924 | -0,076 | 0,008 |

| | Diámetro Máximo permitido (mm) | Diámetro Máximo encontrado (mm) | Diámetro Mínimo permitido (mm) | Diámetro Mínimo encontrado (mm) |
|------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| Horizontal | 1,150 | 1,000 | 0,850 | 0,969 |
| Vertical | | 0,984 | | 0,889 |



Placa grabada y/o indicaciones técnicas del tamiz



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CP N° 152631



Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL-2372-2023

Página 3 de 3

ANEXO A - MEDICIONES REALIZADAS

| MEDIDAS REALIZADAS DE APERTURA - HORIZONTAL - VALOR NOMINAL DE 2,36 mm | | | | | | MEDIDAS REALIZADAS DE APERTURA - VERTICAL - VALOR NOMINAL DE 2,36 mm | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| Las mediciones se realizaron en las unidades de mm | | | | | | Las mediciones se realizaron en las unidades de mm | | | | | |
| 2,302 | 2,318 | 2,350 | 2,301 | 2,301 | 2,302 | 2,207 | 2,302 | 2,191 | 2,191 | 2,286 | 2,207 |
| 2,318 | 2,318 | 2,308 | 2,308 | 2,301 | 2,318 | 2,318 | 2,175 | 2,302 | 2,318 | 2,207 | 2,302 |
| 2,334 | 2,350 | 2,350 | 2,334 | 2,318 | 2,308 | 2,286 | 2,255 | 2,302 | 2,175 | 2,255 | 2,191 |
| 2,318 | 2,318 | 2,301 | 2,318 | 2,334 | 2,334 | 2,191 | 2,302 | 2,286 | 2,302 | 2,302 | 2,175 |
| 2,350 | 2,318 | 2,302 | 2,308 | 2,318 | 2,318 | 2,318 | 2,302 | 2,302 | 2,255 | 2,191 | 2,207 |
| 2,350 | 2,318 | 2,350 | 2,318 | 2,334 | 2,334 | 2,302 | 2,302 | 2,318 | 2,318 | 2,207 | 2,255 |
| 2,350 | 2,302 | 2,302 | 2,302 | — | — | 2,255 | 2,175 | 2,318 | 2,302 | — | — |

FIN DEL DOCUMENTO




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loyza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL-2375-2023

Página 1 de 3

| | |
|-----------------------------------|--|
| Expediente | : 197-2023 |
| Fecha de emisión | : 2023-07-20 |
| 1. Solicitante | |
| | : KAE INGENIERIA S.A.C. |
| Dirección | : P.J. FATIMA MZA, Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH |
| 2. Instrumento de medición | |
| | : TAMIZ |
| Marca | : GRAN TEST |
| Modelo | : NO INDICA |
| Número de serie | : 66099 |
| Valor de abertura | : 1,18 mm |
| N° de Tamiz | : No. 16 |
| Diámetro del alambre | : 0,63 mm |
| Material | : ACERO INOXIDABLE |
| Procedencia | : NO INDICA |
| Identificación | : NO INDICA |
| Ubicación | : LABORATORIO |
| Fecha de calibración | : 2023-07-18 |

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual esté en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

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

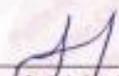
3. Método de calibración

La calibración se realizó mediante comparación directa sin contacto según la Norma "ASTM E11-22 Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves".

4. Lugar de calibración

P.J. FATIMA MZA, Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Caspcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL-2375-2023

Página 2 de 3

5. Condiciones ambientales

| | Inicial | Final |
|-----------------------------|---------|-------|
| Temperatura ambiental (°C) | 26,3 | 26,3 |
| Humedad relativa (%hr.) | 67 | 66 |

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

| Trazabilidad | Patrón utilizado | Certificado de calibración |
|--------------|---|----------------------------|
| INACAL-DM | Reticula microscópica con una incertidumbre máxima de 1,1 µm. | LLA-068-2022 |

7. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".
- Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Para la calibración del tamiz, se realizó 80 mediciones en apertura de la malla y en el diámetro del alambre.

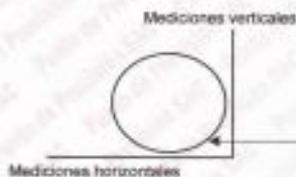
8. Resultados de medición

| | Valor nominal de apertura (mm) | Promedio de mediciones (mm) | Error encontrado (mm) | Incertidumbre de medición (mm) | Error máximo permitido (mm) |
|------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| Horizontal | 1,180 | 1,180 | 0,000 | 0,002 | 0,036 |
| Vertical | | 1,165 | -0,015 | 0,002 | 0,036 |

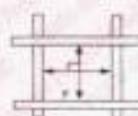
| | Abertura máxima permitida (mm) | Abertura máxima encontrada (mm) | Máxima desviación permitida (mm) | Desviación estándar encontrada (mm) |
|------------|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| Horizontal | 1,320 | 1,207 | 0,045 | 0,016 |
| Vertical | | 1,270 | | 0,054 |

| | Valor nominal del diámetro (mm) | Promedio de mediciones (mm) | Error encontrado (mm) | Incertidumbre de medición (mm) |
|------------|---------------------------------|-----------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| Horizontal | 0,630 | 0,587 | -0,043 | 0,003 |
| Vertical | | 0,588 | -0,042 | 0,003 |

| | Diámetro Máximo permitido (mm) | Diámetro Máximo encontrado (mm) | Diámetro Mínimo permitido (mm) | Diámetro Mínimo encontrado (mm) |
|------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| Horizontal | 0,720 | 0,603 | | 0,572 |
| Vertical | | 0,604 | 0,540 | 0,572 |



Placa grabada y/o
Indicaciones técnicas del
tamiz



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL-2375-2023

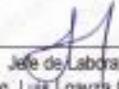
Página 3 de 3

ANEXO A - MEDICIONES REALIZADAS

| MEDIDAS REALIZADAS DE APERTURA - HORIZONTAL - VALOR NOMINAL DE 1,18 mm | | | | | | MEDIDAS REALIZADAS DE APERTURA - VERTICAL - VALOR NOMINAL DE 1,18 mm | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| Las mediciones se realizaron en las unidades de mm | | | | | | Las mediciones se realizaron en las unidades de mm | | | | | |
| 1,159 | 1,207 | 1,191 | 1,191 | 1,175 | 1,207 | 1,111 | 1,223 | 1,128 | 1,112 | 1,128 | 1,175 |
| 1,207 | 1,175 | 1,189 | 1,191 | 1,191 | 1,188 | 1,223 | 1,111 | 1,270 | 1,223 | 1,143 | 1,111 |
| 1,178 | 1,159 | 1,159 | 1,159 | 1,175 | 1,191 | 1,112 | 1,112 | 1,112 | 1,207 | 1,112 | 1,128 |
| 1,191 | 1,207 | 1,175 | 1,191 | 1,191 | 1,159 | 1,254 | 1,128 | 1,143 | 1,207 | 1,111 | 1,143 |
| 1,207 | 1,175 | 1,191 | 1,178 | 1,188 | 1,159 | 1,207 | 1,175 | 1,111 | 1,207 | 1,112 | 1,175 |
| 1,191 | 1,178 | 1,191 | 1,175 | 1,191 | 1,207 | 1,112 | 1,254 | 1,111 | 1,207 | 1,128 | 1,112 |
| 1,207 | 1,175 | 1,178 | 1,191 | 1,175 | 1,178 | 1,128 | 1,207 | 1,143 | 1,111 | 1,207 | 1,111 |
| 1,175 | 1,188 | 1,175 | 1,188 | 1,159 | 1,175 | 1,270 | 1,254 | 1,112 | 1,128 | 1,207 | 1,223 |
| 1,191 | 1,188 | 1,188 | 1,207 | 1,188 | 1,178 | 1,143 | 1,175 | 1,175 | 1,270 | 1,128 | 1,143 |
| 1,191 | 1,175 | 1,207 | 1,188 | 1,159 | 1,188 | 1,111 | 1,270 | 1,111 | 1,175 | 1,223 | 1,207 |
| 1,191 | 1,159 | 1,191 | 1,191 | 1,178 | 1,188 | 1,223 | 1,175 | 1,112 | 1,112 | 1,254 | 1,175 |
| 1,188 | 1,191 | 1,178 | 1,207 | 1,188 | 1,188 | 1,112 | 1,254 | 1,270 | 1,112 | 1,207 | 1,223 |
| 1,159 | 1,191 | 1,207 | 1,175 | 1,159 | 1,175 | 1,112 | 1,175 | 1,112 | 1,112 | 1,143 | 1,143 |
| 1,207 | 1,175 | — | — | — | — | 1,207 | 1,112 | — | — | — | — |

FIN DEL DOCUMENTO




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152831

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.





Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL-2377-2023

Página 1 de 3

Expediente : 197-2023
Fecha de emisión : 2023-07-20

1. Solicitante : KAE INGENIERIA S.A.C.

Dirección : P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Instrumento de medición : TAMIZ

Marca : GRAN TEST

Modelo : NO INDICA

Número de serie : 64908

Valor de abertura : 600 μm

N° de Tamiz : No. 30

Diametro del alambre : 400 μm

Material : ACERO INOXIDABLE

Procedencia : NO INDICA

Identificación : NO INDICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de calibración : 2023-07-18

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

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

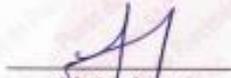
3. Método de calibración

La calibración se realizó mediante comparación directa sin contacto según la Norma "ASTM E11-22 Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves".

4. Lugar de calibración

P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL-2377-2023

Página 2 de 3

5. Condiciones ambientales

| | Inicial | Final |
|----------------------------|---------|-------|
| Temperatura ambiental (°C) | 26,3 | 26,3 |
| Humedad relativa (%hr) | 67 | 67 |

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

| Trazabilidad | Patrón utilizado | Certificado de calibración |
|--------------|---|----------------------------|
| INACAL-DM | Reticula microscópica con una incertidumbre máxima de 1,1 µm. | LLA-068-2022 |

7. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO"
- Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Para la calibración del tamiz, se realizó 100 mediciones en apertura de la malla y en el diámetro del alambre

8. Resultados de medición

| | Valor nominal de apertura (µm) | Promedio de mediciones (µm) | Error encontrado (µm) | Incertidumbre de medición (µm) | Error máximo permitido (µm) |
|------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| Horizontal | 600,0 | 604,8 | -4,8 | 3,1 | 19,0 |
| Vertical | | 588,4 | -11,6 | 3,4 | 19,0 |

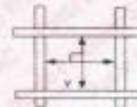
| | Abertura máxima permitida (µm) | Abertura máxima encontrada (µm) | Máxima desviación permitida (µm) | Desviación estándar encontrada (µm) |
|------------|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| Horizontal | 691,00 | 619,96 | 28,06 | 11,84 |
| Vertical | | 609,97 | | 13,29 |

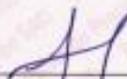
| | Valor nominal del diámetro (µm) | Promedio de mediciones (µm) | Error encontrado (µm) | Incertidumbre de medición (µm) |
|------------|---------------------------------|-----------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| Horizontal | 400,0 | 396,0 | -3,1 | 3,3 |
| Vertical | | 359,7 | -40,3 | 3,8 |

| | Diámetro Máximo permitido (µm) | Diámetro Máximo encontrado (µm) | Diámetro Mínimo permitido (µm) | Diámetro Mínimo encontrado (µm) |
|------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| Horizontal | 460,0 | 413,0 | 340,0 | 366,0 |
| Vertical | | 381,0 | | 333,0 |



Placa grabada y/o indicaciones técnicas del tamiz




 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL-2377-2023

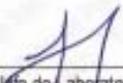
Página 3 de 3

ANEXO A - MEDICIONES REALIZADAS

| MEDIDAS REALIZADAS DE APERTURA - HORIZONTAL - VALOR NOMINAL DE 600 µm | | | | | | MEDIDAS REALIZADAS DE APERTURA - VERTICAL - VALOR NOMINAL DE 600 µm | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| Las mediciones se realizaron en las unidades de µm | | | | | | Las mediciones se realizaron en las unidades de µm | | | | | |
| 588,0 | 619,0 | 603,0 | 603,0 | 588,0 | 619,0 | 588,0 | 572,0 | 603,0 | 603,0 | 610,0 | 610,0 |
| 591,0 | 591,0 | 619,0 | 588,0 | 587,0 | 604,0 | 572,0 | 572,0 | 603,0 | 604,0 | 572,0 | 577,0 |
| 603,0 | 619,0 | 603,0 | 588,0 | 603,0 | 620,0 | 572,0 | 572,0 | 572,0 | 588,0 | 577,0 | 603,0 |
| 603,0 | 619,0 | 619,0 | 620,0 | 603,0 | 619,0 | 603,0 | 572,0 | 603,0 | 572,0 | 572,0 | 588,0 |
| 603,0 | 587,0 | 603,0 | 619,0 | 588,0 | 619,0 | 577,0 | 603,0 | 577,0 | 577,0 | 604,0 | 572,0 |
| 603,0 | 588,0 | 619,0 | 603,0 | 603,0 | 603,0 | 603,0 | 603,0 | 603,0 | 603,0 | 588,0 | 587,0 |
| 619,0 | 619,0 | 610,0 | 603,0 | 619,0 | 619,0 | 572,0 | 603,0 | 603,0 | 588,0 | 588,0 | 588,0 |
| 591,0 | 619,0 | 603,0 | 591,0 | 620,0 | 588,0 | 577,0 | 572,0 | 572,0 | 572,0 | 603,0 | 604,0 |
| 604,0 | 603,0 | 604,0 | 591,0 | 588,0 | 619,0 | 604,0 | 603,0 | 572,0 | 588,0 | 587,0 | 604,0 |
| 604,0 | 604,0 | 619,0 | 604,0 | 604,0 | 587,0 | 572,0 | 588,0 | 603,0 | 572,0 | 572,0 | 572,0 |
| 603,0 | 603,0 | 603,0 | 604,0 | 620,0 | 587,0 | 603,0 | 588,0 | 603,0 | 572,0 | 587,0 | 587,0 |
| 603,0 | 588,0 | 619,0 | 619,0 | 610,0 | 603,0 | 604,0 | 603,0 | 604,0 | 587,0 | 588,0 | 577,0 |
| 588,0 | 603,0 | 603,0 | 619,0 | 603,0 | 604,0 | 603,0 | 588,0 | 588,0 | 588,0 | 572,0 | 572,0 |
| 603,0 | 610,0 | 604,0 | 603,0 | 619,0 | 619,0 | 603,0 | 603,0 | 588,0 | 603,0 | 572,0 | 577,0 |
| 619,0 | 610,0 | 588,0 | 619,0 | 588,0 | 619,0 | 603,0 | 572,0 | 577,0 | 604,0 | 572,0 | 588,0 |
| 588,0 | 610,0 | 619,0 | 620,0 | 588,0 | 588,0 | 588,0 | 603,0 | 588,0 | 572,0 | 577,0 | 603,0 |
| 587,0 | 619,0 | 588,0 | 604,0 | — | — | 604,0 | 588,0 | 588,0 | 604,0 | — | — |

FIN DEL DOCUMENTO




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.



Anexo 6: Panel fotográfico

Imagen 1: Mezcla de agregados con plástico PET y vidrio molido



Imagen 2: Mezcla del cemento y los agregados



Imagen 3: Estudiante moldeando ladrillos en el laboratorio.



Imagen 4: Ladrillos con adición del 12% de plástico PET y vidrio molido



Imagen 5: Rotura de ladrillo patrón $f'c=175$ kg/cm² a los 28 días



Imagen 6: Ladrillos con adición del 6% de plástico PET y vidrio molido



Imagen 7: Rotura de ladrillo patrón $f'_c=175 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días



Imagen 8: Rotura de ladrillo con adición del 6% a los 7 días



Imagen 9: Ladrillo con adición del 9 % de plástico PET y vidrio molido



Imagen 10: Secado de ladrillo con adición del 12 % de plástico PET y vidrio molido



Imagen 11: Secado de ladrillo con adición del 15 % de plástico PET y vidrio molido



Imagen 12: Análisis granulométrico de agregado fino



Imagen 13: Análisis granulométrico de agregado grueso



Imagen 14: Ensayo de peso unitario y vacío de agregado grueso



Imagen 15: Ensayo de peso unitario y vacío de agregado fino



Imagen 16: Ensayo de peso específico y absorción de agregado grueso

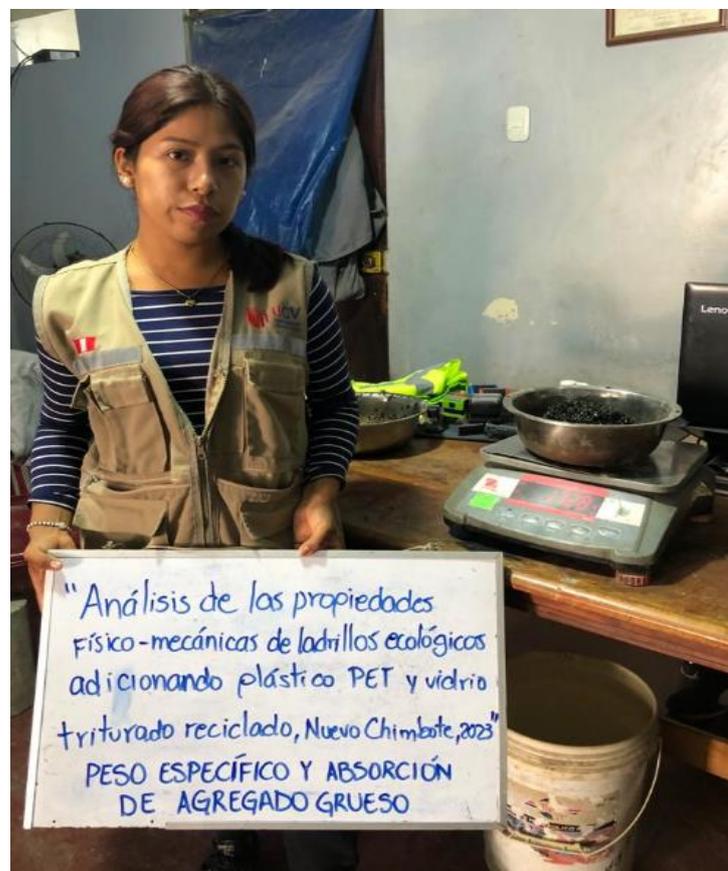


Imagen 17: Peso de agregados para ensayo de peso específico y absorción de agregado grueso



Imagen 18: Ensayo de peso específico y absorción de agregado grueso



Imagen 19: Secado de agregados para ensayo de peso específico y absorción de agregado grueso



Anexo 7. Cálculo del ANOVA para la hipótesis

ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

| <i>Origen de las variaciones</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Grados de libertad</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Valor crítico para F</i> |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|------------|---------------------|-----------------------------|
| Entre grupos | 11248.6252 | 3 | 3749.54174 | 276.160343 | 2.051E-08 | 4.06618055 |
| Dentro de los grupos | 108.619267 | 8 | 13.5774083 | | | |
| Total | 11357.2445 | 11 | | | | |

Método TUKEY

| Diferencia poblacional | Diferencia muestral | Decisión |
|-------------------------------|----------------------------|-----------------|
| P- P A1 | 2.92 | SIGNIFICATIVA |
| P - P A2 | 9.3 | SIGNIFICATIVA |
| P- P- A3 | 8.8 | SIGNIFICATIVA |

ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIACIÓN DIMENSIONAL

| <i>Origen de las variaciones</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Grados de libertad</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Valor crítico para F</i> |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|------------|---------------------|-----------------------------|
| Entre grupos | 5723.19429 | 3 | 1907.73143 | 73.1398164 | 3.7149E-06 | 4.06618055 |
| Dentro de los grupos | 208.6668 | 8 | 26.08335 | | | |
| Total | 5931.86109 | 11 | | | | |

Método TUKEY

| Diferencia poblacional | Diferencia muestral | Decisión |
|-------------------------------|----------------------------|-----------------|
| P- P A1 | 3.15 | SIGNIFICATIVA |
| P - P A2 | 2.31 | SIGNIFICATIVA |
| P- P- A3 | 5.49 | SIGNIFICATIVA |