



# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería civil

“EFECTOS DEL VIDRIO RECICLADO TRATADO, CON LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES, EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN EN ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS DE TRÁNSITO VEHICULAR LIGERO, LIMA 2020”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO CIVIL

Autor:

Bach. Jeffersson Antony Calixto Fajardo

Asesor:

Ing. Mg. Bernal Díaz Daniel

Lima – Perú  
2020

## ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS

El asesor Bernal Díaz Daniel, docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de INGENIERÍA CIVIL, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la tesis de los estudiantes:

- Calixto Fajardo, Jeffersson Antony

Por cuanto, **CONSIDERA** que la tesis titulada: Efectos del vidrio reciclado tratado, con la máquina de los ángeles, en la resistencia a compresión y absorción de adoquines de concreto para pavimentos de tránsito vehicular ligero, Lima 2020 para aspirar al título profesional de: Ingeniero Civil por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, **AUTORIZA** al o a los interesados para su presentación.

---

Ing. Mg. Bernal Díaz Daniel

Asesor

## ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Los miembros del jurado evaluador asignados han procedido a realizar la evaluación de la tesis del estudiante: Calixto Fajardo, Jeffersson Antony para aspirar al título profesional con la tesis denominada: Efectos del vidrio reciclado tratado, con la máquina de los ángeles, en la resistencia a compresión y absorción de adoquines de concretos para pavimentos de tránsito vehicular ligero, Lima 2020

Luego de la revisión del trabajo, en forma y contenido, los miembros del jurado concuerdan:

**Aprobación por unanimidad**

**Aprobación por mayoría**

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Desaprobado

Firman en señal de conformidad:

\_\_\_\_\_  
Mg. Julio Christian Quesada Llanto  
Jurado  
Presidente

\_\_\_\_\_  
Mg. Jorge Luis Canta Honores  
Jurado

\_\_\_\_\_  
Mg. Gerson Elias Vega Rivera  
Jurado

## DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de investigación a Dios por ser fuente constante de fortaleza; a mis padres por ser un gran soporte y ejemplo de perseverancia, a mis hermanos por ser parte de mi motivación para continuar adelante a pesar de las dificultades de la vida, a mis abuelitos por la motivación y enseñanza que me dan para seguir creciendo en mi vida personal como profesional; y a cada miembro de mi familia que han esperado pacientemente por mis logros.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco primero a Dios por darme fortaleza y sabiduría para seguir adelante en las diferentes dificultades que nos atravesamos en la vida.

A mis padres por el esfuerzo que han tenido en formarme como persona y en mi etapa de profesional.

A mis hermanos por el constante apoyo y sobre todo las ganas de seguir adelante creciendo profesionalmente.

A mis abuelitos que me han apoyado con sus consejos, sabiduría y sobre todo por creer en mí.

A mi enamorada por el apoyo que he recibido en todo este camino, y a mis amigos que fueron fundamental para poder continuar en esta lucha de obtener mi título.

## TABLA DE CONTENIDO

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS .....	2
ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS .....	3
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO .....	5
TABLA DE CONTENIDO.....	6
ÍNDICE DE TABLAS .....	11
ÍNDICE DE FIGURAS.....	13
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	14
RESUMEN.....	15
ABSTRACT .....	16
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	17
1.1. Realidad problemática.....	17
Antecedentes de la investigación.....	21
Bases teóricas .....	34
1.2. Formulación del problema.....	46
1.2.1. Problema general.....	46
1.2.2. Problemas específicos .....	46
1.3. Objetivos	46
1.3.1. Objetivo general.....	46
1.3.2. Objetivos específicos.....	46

## 1.4. Hipótesis 47

1.4.1. Hipótesis general.....	47
1.4.1. Hipótesis específicas .....	47
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA .....</b>	<b>48</b>
2.1. Tipo y diseño de la investigación.....	48
2.2. Población y muestra .....	49
2.2.1. Población .....	49
2.2.2. Muestra .....	50
2.3. Métodos, instrumentos y materiales.....	50
2.3.1. Métodos .....	50
2.3.2. Instrumentos.....	51
2.3.3. Materiales y Equipos .....	52
2.4. Procedimientos .....	53
2.4.1. Tratamiento previo de la materia prima del vidrio reciclado.....	53
2.4.2. Caracterización de los agregados .....	54
2.4.3. Diseño de mezcla del concreto y diseño experimental.....	56
2.4.4. Elaboración de adoquines.....	58
<b>CAPÍTULO III: RESULTADOS .....</b>	<b>60</b>
3.1. Caracterización de los agregados.....	60
3.1.1. Caracterización del agregado fino.....	60
3.1.2. Caracterización del agregado grueso.....	61
3.4. Ensayos de adoquines.....	63

3.4.1. Ensayos de adoquines.....	63
3.4.2. Resistencia a compresión y absorción del diseño patrón .....	64
3.4.3. Resistencia a compresión y absorción del diseño de concreto con adición de vidrio reciclado tratado, con la máquina de los ángeles.....	64
3.4.4. Resistencia a compresión y absorción de los adoquines para 4 niveles de vidrio reciclado .....	66
3.5. Comparación entre los adoquines de concreto convencional y los adoquines con adición de vidrio reciclado .....	68
3.7. Comprobación de las hipótesis .....	70
3.7.1. Comprobación de la resistencia a la compresión y absorción en adoquines de concreto convencional tipo II.....	70
3.7.2. Comprobación del efecto de la adición de 5%, 10% y 15% de vidrio reciclado, en la resistencia a la compresión y absorción en adoquines tipo II.	71
3.7.3. Comprobación de las diferencias entre la resistencia a la compresión y absorción en adoquines de concreto convencional (tipo II) contra adoquines de concreto (tipo II) adicionados con vidrio reciclado.....	75
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	76
4.1. Discusión .....	76
4.1.1. Resistencia a la compresión y absorción en adoquines de concreto convencional .....	76
4.1.2. Resistencia a la compresión y absorción en adoquines tipo II adicionados con 5%, 10% y 15% de vidrio reciclado .....	76
4.1.3. Comparación de la resistencia a la compresión y absorción entre adoquines	



	convencionales de tipo II y adoquines adicionados con vidrio reciclado .....	77
4.2.	Contraste de los resultados con otras investigaciones.....	78
4.3.	Conclusiones .....	80
BIBLIOGRAFÍA.....		82
ANEXOS .....		86
Anexo 1. Matriz de consistencia.....		86
Anexo 2. Matriz de operacionalización .....		87
Anexo 3. Carta de validación de instrumentos.....		88
Anexo 4. Certificado de Calibración de los equipos .....		99
Anexo 5. Certificado de ensayos de control de calidad de los agregados.....		146
Anexo 6. Certificado de diseño de mezcla de concreto patrón – Método ACI 211 .....		148
Anexo 7. Certificado de diseño de mezcla de concreto (5% vidrio reciclado) – Método ACI 211 .....		150
Anexo 8. Certificado de diseño de mezcla de concreto (10% vidrio reciclado) – Método ACI 211 .....		152
Anexo 9. Certificado de diseño de mezcla de concreto (15% vidrio reciclado) – Método ACI 211 .....		154
Anexo 10. Certificado de unidades de albañilería método de muestreo y ensayo de unidades de concreto – Ensayo de absorción .....		156
Anexo 11. Certificado de resistencia a compresión de unidades de albañilería....		157
Anexo 12. Costo de vidrio por 150 kg.....		160
Anexo 13. Análisis de precio unitario de materiales por metro cúbico para cada		

mezcla.....	161
Anexo 14. Memoria fotográfica .....	162

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Requisitos físicos de adoquines – características nominales</i> .....	36
Tabla 2. <i>Propiedades de vidrios silícico – cálcicos de uso cotidiano</i> .....	43
Tabla 3. <i>Análisis granulométrico del agregado fino</i> .....	54
Tabla 4. <i>Análisis granulométrico del agregado grueso</i> .....	55
Tabla 5. <i>Diseño de mezcla de concreto – ACI 211</i> .....	56
Tabla 6. <i>Proporción de volumen para la elaboración de adoquines</i> .....	57
Tabla 7. <i>Diseño experimental unifactorial para el tratamiento de la muestra</i> .....	57
Tabla 8. <i>Ensayo de la resistencia a la compresión de los adoquines</i> .....	58
Tabla 9. <i>Ensayo de absorción de los adoquines</i> .....	59
Tabla 10. <i>Características físicas del agregado fino</i> .....	61
Tabla 11. <i>Características físicas del agregado grueso</i> .....	62
Tabla 12. <i>Características de los adoquines elaborados para el diseño de mezcla planteado</i> .....	63
Tabla 13. <i>Resistencia a compresión de adoquines del diseño patrón</i> .....	64
Tabla 14. <i>Absorción de adoquines del diseño patrón</i> .....	64
Tabla 15. <i>Resistencia a compresión de adoquines con 5% de vidrio reciclado</i> .....	64
Tabla 16. <i>Absorción de los adoquines con 5% de vidrio reciclado</i> .....	65
Tabla 17. <i>Resistencia a compresión de adoquines con 10% de vidrio reciclado</i> .....	65
Tabla 18. <i>Absorción de los adoquines con 10% de vidrio reciclado</i> .....	65
Tabla 19. <i>Resistencia a compresión de adoquines con 15% de vidrio reciclado</i> .....	66
Tabla 20. <i>Absorción de los adoquines con 15% de vidrio reciclado</i> .....	66
Tabla 21. <i>Resistencia a la compresión de los adoquines para 4 niveles de vidrio reciclado</i> .....	67
Tabla 22. <i>Absorción en adoquines tipo II para 4 niveles (%) de vidrio reciclado</i> .....	67

Tabla 23. <i>Comparación de costos entre adoquines convencionales y adicionados con vidrio</i> .....	69
Tabla 24. <i>Comprobación de la resistencia a la compresión y absorción en adoquines de concreto convencional tipo II según criterios de la NTP 399.604.</i> ....	70
Tabla 25. <i>Análisis estadístico ANOVA para los valores de resistencia a la compresión</i> .....	71
Tabla 26. <i>Análisis estadístico Turkey para comprobación de valores de resistencia a compresión</i> .....	72
Tabla 27. <i>Análisis estadístico ANOVA para valores de absorción</i> .....	73
Tabla 28. <i>Análisis estadístico Turkey para comprobación de valores de absorción</i> ..	74

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Composición de residuos sólidos municipales, 2018.....	19
<i>Figura 2.</i> Diagrama de la realidad problemática.....	21
<i>Figura 3.</i> Formas y arreglos del adoquín. Fuente: Poveda et al. (2015).....	35
<i>Figura 4.</i> Diagrama de un proceso industrial de fabricación de adoquines. ....	38
<i>Figura 5.</i> Curva sigmoidea del análisis granulométrico del agregado fino. ....	60
<i>Figura 6.</i> Curva sigmoidea del análisis granulométrico del agregado grueso .....	62
<i>Figura 7.</i> Comparación entre la resistencia a la compresión de adoquín de concreto convencional contra adoquín de concreto adicionado con vidrio reciclado.....	68
<i>Figura 8.</i> Comparación entre la absorción de adoquín de concreto convencional contra adoquín de concreto adicionado con vidrio reciclado.....	69
<i>Figura 9.</i> Diferencia entre las medias de la resistencia a la compresión .....	72
<i>Figura 10.</i> Diferencia entre las medias de la absorción, según Tukey .....	74

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ec. 1. Resistencia a la compresión.....	40
Ec. 2. Área bruta de la sección .....	40
Ec. 3. <i>Absorción Kgm<sup>3</sup></i> .....	41
Ec. 4. <i>Absorción (%)</i> .....	41
Ec. 5. Análisis de costo unitario .....	45

## RESUMEN

La presente investigación consistió en la determinación de los efectos de la adición de vidrio reciclado tratado, con la máquina de los ángeles, en la resistencia a compresión y absorción en adoquines de concreto para pavimentos de tránsito vehicular ligero, Lima 2020. La misma se desarrolló a nivel explicativo con un enfoque cuantitativo, basado en un diseño experimental unifactorial para 4 niveles de adición de vidrio reciclado: 0%, 5%, 10% y 15%, siendo la muestra patrón o testigo representada por el 0%. Los métodos empleados consistieron en los diferentes ensayos basados en la norma peruana NTP 399.604 y para el tratamiento del vidrio la NTP 400.019. Los ensayos principales fueron los de caracterización de los agregados que comprende el análisis granulométrico, contenido de humedad, peso específico, peso unitario y absorción, así como los ensayos de resistencia a la compresión y de absorción en adoquines. Asimismo, se comprobó la hipótesis con la prueba estadística ANOVA y la prueba Turkey. Como resultados se obtuvo mayor resistencia a la compresión ( $446.37 \text{ kg/cm}^2$ ) a los 28 días de edad con un porcentaje óptimo de vidrio del 15%, para este mismo se obtuvo una absorción del 4.2% cuyo valor cumple con lo establecido por la norma. Estos resultados se comprobaron estadísticamente, obteniéndose para un nivel de confianza de 95%, un efecto significativo de la adición de vidrio en estas propiedades. En cuanto a los costos de adoquines según diseño de mezcla, para la adición de vidrio de 15% se obtuvo un costo de S/.0.61 respecto al convencional (S/.0.57), mostrándose una diferencia del 8% por encima de este último.

**Palabras claves:** adoquín, vidrio reciclado, resistencia a la compresión, absorción.

## ABSTRACT

The present investigation consisted of determining the effects of the addition of recycled glass on the resistance to compression and absorption in concrete paving stones for light vehicular traffic pavements, Lima 2020. It was developed at an explanatory level with a quantitative approach, based in a unifactorial experimental design for 4 levels of addition of recycled glass: 0%, 5%, 10% and 15%, being the standard or control sample represented by 0%. The methods used consisted of different tests based on the Peruvian standard NTP 399.604 and for the treatment of glass the NTP 400.019. The main tests were the characterization of the aggregates, which includes the granulometric analysis, moisture content, specific weight, unit weight and absorption, as well as the compressive strength and absorption tests in paving stones. Likewise, the hypothesis was tested with the ANOVA statistical test and the Turkey test. As a result, greater resistance to compression (446.37 kg / cm<sup>2</sup>) was obtained at 28 days of age with an optimal percentage of glass of 15%, for this, an absorption of 4.2% was obtained, whose value complies with that established by the standard. . These results were statistically verified, obtaining for a confidence level of 95%, a significant effect of the addition of glass on these properties. Regarding the costs of paving stones according to the mix design, for the addition of 15% glass, a cost of S / .0.61 was obtained compared to the conventional one (S / .0.57), showing a difference of 8% above the latter.

**Keywords:** paving stone, recycled glass, compressive strength, absorption.



## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

Los adoquines son bloques macizos individuales, comúnmente prefabricados de piedra natural y de hormigón, los cuales son moldeados mediante un proceso de vibro-compactación. Su forma generalmente es prismática, permitiendo la colocación de piezas en forma continua y ordenada para formar así, superficies de pavimento flexibles con ventajas constructivas y de durabilidad (Poveda, Granja, Hidalgo & Ávila, 2015). Para su fabricación en el país, se debe cumplir con los requisitos establecidos en la Normativa Técnica Peruana NTP 399.611, 2015: Unidades de Albañilería. Adoquines de concreto para pavimentos.

La idea del uso de adoquines de piedra para la pavimentación de carreteras es muy antigua, y, aunque aún es muy común en lugares transitados por vehículos pesados, se han visto desplazados por los adoquines de hormigón ya que estos tienen una buena duración y representan un ahorro de costo en su utilización (Martínez, 2016).

Ahora bien, en el Perú los prefabricados están viviendo una época de esplendor en el mundo de la construcción ya que, mediante su fácil aplicación, fiabilidad y la gran variedad de soluciones que ofrece, es la mejor opción para aplicar sobre cualquier tipo de superficie (Barrantes & Holguín, 2015). En relación a esto, de acuerdo a la normativa técnica NTP 399.611, los adoquines se clasifican en función al tipo de superficie al cual se aplicarán, de esta manera, se tienen los de tipo I empleados para pavimentos de tránsito peatonal, los del tipo II para pavimentos de tránsito vehicular ligero y los de tipo III, para pavimentos de tránsito vehicular pesado, patios industriales y contenedores (Instituto Nacional de la Calidad [INACAL], 2010).

Por su parte, gran parte de la construcción de pavimentos de concreto con adoquines como vías de comunicación y transporte se ha visto afectada por su diseño y realización, ya que han presentado deficiencias debido a que estas obras han sido manejadas de manera

empírica con un inadecuado diseño de mezcla (arena, piedra, cemento y agua), en las que se han elegido inadecuadamente los materiales. Estas condiciones pueden conllevar a que dichos materiales en su tiempo de servicio, presenten varios tipos de fallas como agrietamientos, roturas, convirtiéndose en un peligro para las personas que transiten estos pavimentos, pudiendo generar incomodidades e incluso, accidentes. Aunado a las condiciones mencionadas, también existen los factores climáticos, como los casos de lluvias, que ayudan a los mecanismos de fallas de este tipo de superficies a propagarse (Barrantes & Holguín, 2015).

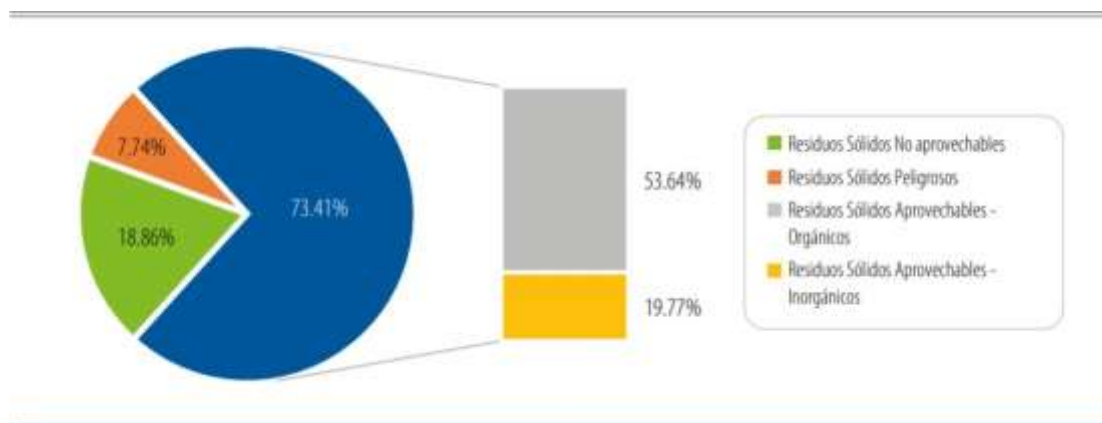
Por otro lado, en la ingeniería se ha dado mayor importancia al aspecto ambiental, de construcciones ecológicas, impulsando la investigación y desarrollo de materiales que impacten de forma positiva el medio ambiente. Integrando los principios de la ingeniería ambiental, se busca investigar materiales de residuos para su reaprovechamiento como materia prima en la ingeniería de producción de otros materiales o compuestos.

Desde la perspectiva de generación de residuos, en el Perú la generación de estos ha aumentado directamente proporcional al crecimiento económico del país, a causa del excesivo consumo. Sin embargo, a pesar de que se cuenta con mayores ingresos económicos, no se ha invertido oportunamente en reducir la generación de residuos sólidos, ni la contaminación a que estos conllevan debido a la inadecuada disposición de los mismos. Esto resulta paradójico, visto el compromiso del Perú de alcanzar los “objetivos de desarrollo del milenio”, dentro de los que se responsabiliza en garantizar la sostenibilidad del medio ambiente (Defensoría del Pueblo, 2019).

Así, en el país, cada año se generan más de 7 millones de toneladas de residuos sólidos municipales al año; alrededor de 20 mil toneladas al día y casi mil toneladas por hora; siendo el 70% de estos residuos generados por los domicilios. Cabe resaltar, que más del 70% de los residuos que se generan (más de 5 millones de toneladas de residuos al año),

se pueden reaprovechar; es decir, pueden ser reciclados o pueden utilizarse como insumos de nuevos productos (Defensoría del Pueblo, 2019).

Según el Ministerio de Ambiente (MINAM, 2019), la composición de los residuos sólidos municipales se distribuyó de acuerdo al gráfico mostrado en la figura 1 a continuación:



**Figura 1.** Composición de residuos sólidos municipales, 2018

Fuente: MINAM (extraído de Informe Defensoría del Pueblo, 2019).

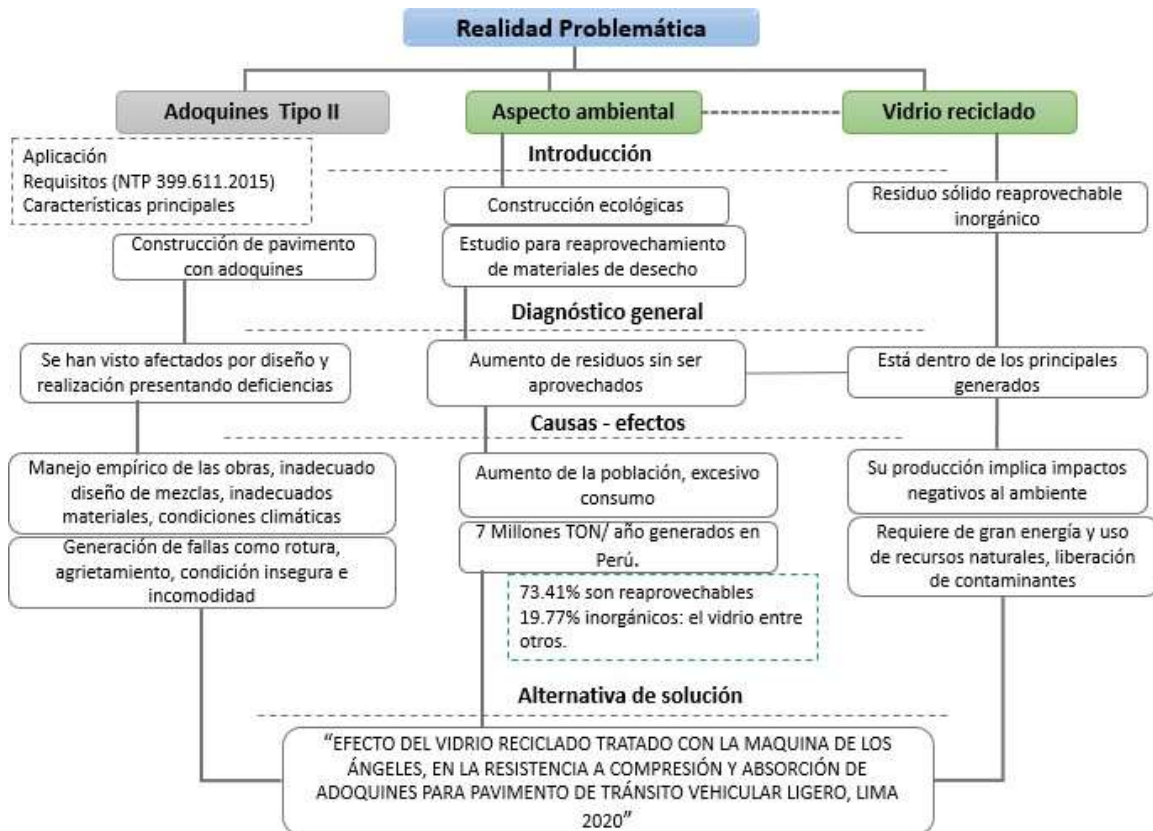
Entre los principales residuos sólidos aprovechables inorgánicos, representados por el 19.77% en la figura 1, se encuentran materiales como: papel, cartón, plástico, metal y el vidrio, siendo este último el que mayor tiempo necesita para descomposición convirtiéndose en uno de los materiales reciclables más importantes. Cabe resaltar que para la producción de vidrio es necesaria una gran cantidad de materias primas y un uso excesivo de energías, esto además, de agotar los recursos naturales, contamina el medio ambiente en gran medida, debido a los contaminantes liberados en su elaboración (Póveda, et. al., 2015).

Con base a lo anterior e integrando los estudios de la ingeniería ambiental y la ingeniería de materiales, se pretenden encontrar alternativas de optimización de compuestos de concreto para pavimentos, que mejoren las propiedades físicas – mecánicas (absorción y resistencia a compresión), la minimización de costos de fabricación y/o aplicación, los daños al medio ambiente y durabilidad en el servicio. Adicionalmente, cabe destacar que, en el

campo de la ingeniería, ha tomado mucha fuerza la inclusión del aspecto ambiental, de las construcciones ecológicas, haciendo necesario la evaluación de materiales que impacten positivamente el medio ambiente. En este sentido práctico, realizar investigaciones con materiales residuales reaprovechables, es entonces, una fórmula esencial para unificar los dos principios que aquí se plantean, y a su vez, se convierte en un desafío mayor para la ingeniería del siglo XXI (Silvestre, 2017).

Muchas alternativas se han basado en la adición de componentes a la mezcla tradicional de concreto, tales casos se han visto en múltiples investigaciones desarrolladas a la actualidad, en las que se han empleado el aprovechamiento de materiales de residuos, que suelen ser desechados comúnmente; como es el caso del vidrio. La adición de vidrio reciclado en el concreto busca mejorar algunas de sus propiedades tales como, resistencia a compresión y a la absorción. Así, la adición de este elemento a las mezclas de concreto busca en su comportamiento mejorar, disminuye la fisuración por retracción del concreto, fenómeno que ocurre en las mezclas debido a los cambios de temperatura del material mientras pasa del estado líquido al estado sólido. Dicho fenómeno representa uno de los problemas más graves respecto a las propiedades mecánicas, que comprometen la poca resistencia a la tensión del concreto.

Por lo antes expuesto, esta investigación pretende analizar los efectos del vidrio reciclado en la resistencia a compresión y absorción de adoquines de concreto para pavimentos de tránsito vehicular ligero (tipo II), buscando conocer su comportamiento con la adición de 5%, 10% y 15% de vidrio reciclado para lograr un aumento de la resistencia a compresión y cumplir con el porcentaje de absorción máxima al 6%, de tal manera que no se altere su función y calidad y se cumpla con los requisitos de la normativa técnica aplicable (NTP 399.611). La problemática que aquí se plantea se representa mediante el diagrama de la figura 2 a continuación.



**Figura 2.** Diagrama de la realidad problemática

Fuente: elaboración propia.

### Antecedentes de la investigación

De acuerdo a la revisión bibliográfica efectuada, se han encontrado múltiples investigaciones que han estudiado el comportamiento físico – mecánico de mezclas de concreto mediante el efecto de la adición de vidrio y/o fibra de vidrio; dichas mezclas se han evaluado de forma general, para diversos tipos de aplicaciones en el campo de la ingeniería civil, en este sentido y para entrar en contexto, se consideraron como relevantes para el presente trabajo, los siguientes antecedentes:

#### Nacionales

Huapaya y Valdivia (2019), desarrollaron un trabajo de investigación en la Facultad de ingeniería de la Universidad Peruana de Ciencias aplicadas, el cual tuvo como título: “Uso del residuo de vidrio pulverizado como adición en la elaboración de concreto ecológico”,

cuyo estudio profundizó en la utilización del residuo de vidrio plano para la reducción de su merma y propuesto como una solución en la elaboración de un concreto ecológico, al ser incluido de forma pulverizada como adición en el concreto. Para ello, hicieron como **muestra**, diferentes diseños de mezcla con porcentajes variables de vidrio plano pulverizado, realizando comparaciones con respecto a un concreto patrón para identificar su efecto en las propiedades de este; evaluándose los **métodos**: ensayos de asentamiento y resistencia a la compresión en condiciones normales y en presencia de ataque por sulfatos. **Los resultados**: muestran que la adición de vidrio plano pulverizado contribuye a la mejora del asentamiento y a la resistencia a la compresión; y también, presenta un ahorro económico con respecto al concreto patrón. Así mismo, de los **resultados más representativos**, señalaron que a medida que aumenta la adición del VP en el concreto, se produce un incremento de la resistencia a la compresión en condiciones de ataque por sulfatos hasta un valor máximo equivalente al 7% de vidrio, luego del cual la resistencia decrece.

Paredes (2019), elaboró una Tesis en la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, denominada: “Análisis de la resistencia a la compresión del concreto  $F'C = 210 \text{ Kg/cm}^2$  con adición de vidrio reciclado molido”; cuyo objetivo principal consistió en el análisis de la resistencia a la compresión del concreto  $F'C = 210 \text{ Kg/cm}^2$  con adición de vidrio reciclado molido, mediante el reemplazo parcial en peso del agregado fino en porcentajes del 15%, 20% y 25%, con la finalidad de establecer una comparación entre un concreto convencional y otro con adición de vidrio reciclado molido. Para ello, emplearon como **muestra** probetas de concreto convencional y modificado con dichos porcentajes de vidrio reciclado, y se efectuaron como **métodos** de ensayo: resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días de curado. Al finalizar los ensayos de resistencia a la compresión, **los resultados concluyeron** que, usando el 15% de adición de vidrio reciclado molido como reemplazo en peso del agregado fino, se obtiene mayor

resistencia a la compresión (18.32% superior) en comparación con el concreto convencional y los demás porcentajes de adición estudiados.

Poma (2019), llevó a cabo una tesis en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada del Norte, identificada: “Análisis y diseño para la elaboración de concreto  $F'C= 210 \text{ Kg/cm}^2$  adicionando vidrio reciclado molido como agregado fino según la norma ACI 211 Lima 2019”. La misma tuvo como objetivo determinar el porcentaje adecuado de vidrio molido en el diseño de mezcla, utilizando los **métodos** de ensayos para el concreto tradicional, con un agregado alternativo reciclable, el cual pueda aportar al cuidado del medio ambiente sin perder las propiedades físicas del concreto. **Las muestras** estuvieron constituidas por probetas de concreto convencionales y probetas con incorporación de 2% y 3% de vidrio reciclado como agregado fino para 7, 14, 21 y 28 días de curado. Las probetas se les aplicó el **método** de ensayo de compresión y se analizaron los materiales del agregado fino. Entre los **resultados** más relevantes, se determinó que la resistencia promedio del diseño con el 3% de vidrio molido es mayor en un 6.17% al del 2% con vidrio molido el cual tiene una resistencia a la compresión por encima de los  $240 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días. Por otro lado, el módulo de finura del vidrio molido **resultó** de 2.81, lo cual reflejó que el vidrio reciclado sí cumple con lo requerido por la NTP, encontrándose dentro de los límites permisibles para ser considerado un agregado fino.

Esteban (2018), desarrolló una tesis profesional en la Facultad de Ingeniería de la Universidad César Vallejo, titulada: “Reaprovechamiento de los residuos de construcción y demolición, como agregado reciclado para la elaboración de adoquines, 2018”; cuyo objetivo principal fue, determinar el porcentaje ideal de agregado reciclado de los residuos de construcción y demolición, para elaborar adoquines con propiedades físicas y mecánicas similares a los convencionales”. Para el desarrollo de la investigación, consideró como **muestra**, la elaboraron adoquines de forma artesanal, con agregado incorporado en



porcentajes de 30%, 50% y 80% en la mezcla tradicional. Se emplearon los **métodos** de ensayos de granulometría, contenido de humedad, peso específico, peso volumétrico suelto, peso volumétrico compactado y la absorción sometidos a los agregados naturales y agregados reciclados. Así mismo, como parte de los **resultados**, se determinaron las propiedades, resistencia a la compresión y la absorción; la primera se basó en el tiempo de rotura (7, 14, 21, 28 días de edad), mientras que la segunda se realizó mediante la misma metodología con la única diferencia que fueron ensayadas a los 28 días de edad. Como **resultado concluyente**, se determinó que el porcentaje más apto para la elaborar adoquines con agregado reciclado es el 50%, ya que se obtuvo 41 MPa en la resistencia a la compresión y 6.42 % de absorción promedio, demostrando así que si existe similitud con los adoquines elaborados de forma convencional como también cumple con los requerimientos de la NTP 399.611.

Ochoa (2018), realizó una tesis de investigación en la Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Señor de Sipán – Pimentel, titulada: “Evaluación de la influencia del vidrio reciclado molido como reductor de agregado fino para el diseño de mezclas de concreto en pavimentos urbanos”. El diseño de la investigación se basó en los **métodos** establecidos por la ACI, ASTM y NTP pertinentes. Se realizaron **métodos** de ensayos a **muestras** de concreto en estado fresco y endurecido con las proporciones de: 0% (mezcla patrón), 10%, 20%, 30% de vidrio reciclado molido en remplazo de agregado fino para una resistencia a la compresión de  $F'_{C}=175 \text{ kg/cm}^2$ ,  $F'_{C}=210 \text{ kg/cm}^2$  y  $F'_{C}=280 \text{ kg/cm}^2$ . Como **resultado** principal, se determinó que a medida que se aumenta la cantidad de vidrio, la resistencia a la compresión aumenta, el asentamiento, el peso unitario y el contenido de aire atrapado, disminuyen en comparación con el concreto patrón, siendo el ideal las mezclas de concreto con 10% de vidrio reciclado molido para los tres diseños de mezclas. De los **resultados** se deduce que, incorporando un 30% de vidrio



reciclado molido en las mezclas de concreto se obtiene una mayor resistencia a la compresión a los 28 días, obteniéndose para un  $F'C=175 \text{ kg/cm}^2$ ,  $196.9 \text{ Kg/cm}^2$ , para un  $F'C= 210 \text{ Kg/cm}^2$ ,  $233.54 \text{ kg/cm}^2$ , para un  $F'C= 280 \text{ Kg/cm}^2$ ,  $311.37 \text{ kg/cm}^2$ . Por otro lado, con la incorporación del 30% de vidrio reciclado molido en la mezcla de concreto, se obtiene un mayor costo por  $\text{m}^3$  de concreto respecto al concreto sin vidrio indicando, además, que la fabricación de concreto con vidrio reciclado molido es viable en la medida que se disponga de suficiente material para ser procesado.

Ramos (2018), desarrolló una tesis en la Facultad de Ingeniería de la UCV, titulada: “Dosificación del concreto reciclado para el uso en unidades de pavimentos de bajo tránsito, distrito de lince, lima 2018”. La misma se orientó en la determinación de la dosificación de concreto reciclado a utilizarse en unidades de pavimento de bajo tránsito con la incorporación de agregados reciclados (fino y grueso) en 0 %, 10 %, 30% y 50 %. Para ello, realizó una caracterización de los agregados natural y reciclados, luego elaboraron el diseño de la mezcla para adoquines con **muestra** patrón y **muestras** con los agregados. Posteriormente, efectuó **métodos** de ensayos a concreto fresco evaluando el *slump* y al concreto endurecido, evaluando la resistencia a la compresión, flexión y absorción. De los **resultados** obtenidos, concluye que la dosificación de concreto reciclado que permite utilizarse para los adoquines de bajo tránsito es con el 10 % de agregados reciclados con proporción de cemento: 1, agregado fino: 1.46, agregado grueso 1.57, agregado fino reciclado: 0.16, agregado grueso reciclado: 0.18 y agua 19.42. Y solo son factibles el uso los agregados reciclados con el 10 %, porque cumplen con la Norma técnica vigentes.

García (2017), por su parte, elaboró una tesis de investigación en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Nacional Del Altiplano, titulada: “Efecto de la fibra de vidrio en las propiedades mecánicas del concreto  $F'C = 210 \text{ Kg/cm}^2$  en la ciudad de Puno”. La investigación fue diseñada para conocer el efecto que tiene la incorporación de

fibras de vidrio en la resistencia a la compresión y el costo de producción del Concreto Normal  $F'C=210 \text{ Kg/cm}^2$  a los 7, 14 y 28 días respectivamente. Los **métodos** de ensayos se realizaron mediante **muestras** con adición de 0.025%, 0.075% y 0.125% de fibra de vidrio, respecto al peso de los materiales. **El método** empleado se basó en los estándares del Comité 211 de la *American Concrete Institute* (ACI). Los **resultados** indicaron que la resistencia a la compresión incrementó en 6.65%, 2.26% y 1.26% incorporando fibra de vidrio en 0.025%, 0.075% y 0.125% respectivamente, y el costo de producción disminuyó en 2.94% con 0.025% de fibra de Vidrio.

Walhoff (2017), llevó a cabo una tesis en la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, identificada: “Influencia del vidrio molido en la resistencia a la compresión del concreto y costos de fabricación, comparado con el concreto convencional, Barranca – 2016”. La misma tuvo como objetivo, la evaluación de la resistencia a la compresión de una mezcla de concreto  $F'C 210 \text{ Kg/cm}^2$  sustituyendo 5%, 10%, 15% del cemento Portland por vidrio molido. El procedimiento se inició elaborando las **muestras** mediante probetas de concreto convencional y luego las probetas de concreto modificado. **El método** de ensayo realizado fue el de Resistencia a la Compresión a los 7, 14, 21 y 28 días basado en el Reglamento Nacional de Edificaciones. Los **resultados** mostraron que para obtener resistencias igual o mayor que el concreto convencional, se remplazaría como máximo, el cemento por vidrio hasta un 10% de su peso. Por otro lado, respecto a los costos de fabricación de concreto, empleando los porcentajes de vidrio molido de 5%, 10% y 15% el costo aumenta levemente en un 1.52%, 3.04 % y 4.56% respectivamente en relación al concreto convencional.

Segura et. al. (2016), realizaron una investigación en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Pedro – Chimbote, denominada: “Efecto de la sustitución de los agregados por vidrio reciclado en las propiedades del concreto”, con el objetivo principal de

determinar la resistencia a la compresión de mezclas de concreto como **muestras**, con sustitución parcial en peso de los agregados pétreos en 25% y 50% por partículas de vidrio reciclado. Para ello, realizaron un **método** experimental que consistió en asemejar el tamaño nominal del vidrio reciclado por el de los agregados sustitutos. De las conclusiones más relevantes, se tiene que, por nivel de sustitución, los mejores **resultados** para las resistencias en compresión obtenidas son 50 % para la sustitución de agregado por vidrio reciclado, siendo factible la sustitución para concretos no estructurales con diseño de 175 Kg/cm<sup>2</sup> (resistencia a la compresión).

Cabrera (2014), llevó a cabo una tesis en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada del Norte, identificada: “Comparación de la resistencia de adoquines de concreto y otros elaborados con vidrio reciclado, Cajamarca, 2014”. Para el desarrollo de la investigación, se emplearon las normas técnicas NTP 399.604 “UNIDADES DE ALBAÑILERIA. **Métodos** de muestreo y **métodos** de ensayo de unidades de albañilería de concreto”, NTP 399.611 “UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Adoquines de concreto para pavimentos. Requisitos” y **método** ACI del Comité 211. Así mismo, para la ejecución de los ensayos de las **muestras**, se utilizaron los porcentajes de 5%, 10%, 15%, 25% y 50% de vidrio en la mezcla. Los adoquines se fabricaron de manera artesanal y como **resultados** principales, se determinaron las propiedades resistencia a la compresión y absorción. De los **resultados** obtenidos, se concluyó que al adicionar el 50% de vidrio reciclado a la mezcla, se incrementa el 4.09% la resistencia del adoquín.

### **Internacionales**

Mora (2018), elaboró un trabajo de diploma en la Facultad de Construcciones de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, denominado: “El vidrio reciclado y su conversión en material de la construcción. Estudios prospectivos en la provincia de Villa Clara. El trabajo evaluó la incorporación del vidrio reciclado como material suplementario

para la elaboración de elementos prefabricados a pequeña escala. Para ello, se elaboraron **muestras** representativas de bloques convencionales y otras muestras con sustitución de diferentes porcentajes de cemento (10%, 20%, 30%) por vidrio finamente molido y la sustitución de los áridos, tanto grueso como fino, por vidrio triturado y papel periódico respectivamente. Se practicaron estudios físico- mecánicos para determinar mediante sus **métodos** de ensayos alusivos a la resistencia a compresión y el porcentaje de absorción de agua de los bloques modificados. De **los resultados** obtenidos, se destacan las siguientes conclusiones: los bloques hechos con la adición de polvo de vidrio (GP) en diferentes dosificaciones, alcanzaron valores de resistencia por encima del normado (2.5 Mpa), resultando el valor más alto para la mezcla con dosificación del 10% de vidrio, en 5.7 Mpa para 28 días de edad; esto demostró que el GP puede ser un material apto para su uso como material de construcción en diferentes entidades. En cuanto al porcentaje de absorción, los bloques hechos con la sustitución del cemento por vidrio molido en un 30% y 10% presentaron menor absorción de agua respectivamente, resaltando que estos valores pudieran cambiar con nuevas dosificaciones derivadas de estudios más profundos.

Beltrán y Vivas (2017), llevó a cabo un trabajo de grado en la Facultad de Ingeniería, Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad Central del Ecuador, titulado: “Principios básicos de la construcción sostenible utilizando vidrio triturado en la elaboración de hormigones”; el trabajo tuvo como objetivo principal, analizar el comportamiento del hormigón mediante el reemplazo parcial al peso del agregado fino por vidrio triturado en porcentajes del 30%, 32%, 34%, 36%, 38% y 40% para obtener una resistencia de 21MPA con la finalidad de establecer una comparación entre un hormigón convencional y un hormigón con adición de vidrio triturado y a la vez, contribuir al uso de materiales reciclables. Para ello, elaboraron **muestras** constituidas por probetas cilíndricas de hormigón simple y probetas con adición de vidrio triturado en los diferentes porcentajes ya

establecidos, que posteriormente se le aplicaron los **métodos** de ensayos para determinar la resistencia a la compresión para edades de 7, 14, y, 28 días. De **los resultados** obtenidos, se destacan las siguientes conclusiones: la trabajabilidad de la mezcla de hormigón con el remplazo parcial de la arena por el vidrio triturado mejora sutilmente conforme se aumenta el porcentaje de vidrio al tener este la propiedad de ser impermeable; el hormigón más óptimo que se obtuvo es el realizado con vidrio triturado al 36% al tener una resistencia de 21.10 MPa a los 7 días de edad. Adicionalmente, se destaca que en obra este hormigón puede ser muy útil para un desencofrado a edades tempranas de los elementos estructurales ahorrando tiempo, dinero y materiales.

Espinoza (2017), ejecutó un proyecto de grado en la Escuela de Ingeniería en Construcción del Instituto Tecnológico de Costa Rica, el cual se tituló: “Estudio de Vidrio Reciclado como componente para la Elaboración de Cementos Terciarios”; cuya finalidad fue el análisis del comportamiento del polvo de vidrio transparente a un tamaño de partícula de 75  $\mu\text{m}$  como material cementante. Para la ejecución, se procedió a la caracterización del vidrio (polvo experimental), el cual fue sometido previamente a un extenso proceso de molienda con diferentes tipos de molinos, y por un proceso de tamizado (tamiz #200). El diseño experimental de la mezcla (**muestras**) se basó en el **método** de Douglas Montgomery, con ello, se evaluó el comportamiento de las mezclas mediante los **métodos** de ensayos de resistencia a la compresión, resistencia a la tensión, consistencia normal y tiempo de fragua. Los **resultados** más relevantes mostraron que el vidrio reciclado, mejora las condiciones mecánicas del cemento a edades de 28 días para compresión y edades de 7 días y 28 días para tensión, obteniéndose un incremento promedio de la resistencia a la compresión del 30%. Resaltando que los mejores rendimientos fueron obtenidos con porcentajes de sustitución desde un 25% hasta un 30% de vidrio reciclado.

Silvestre et. al (2017), elaboraron una investigación en la Facultad de Ingenierías de la Universidad Libre Seccional Pereira, identificada: “Análisis de mezclas de concreto con proporciones de vidrio molido, tamizado y granular como aditivo a fin de aumentar la resistencia a la compresión del hormigón”; el cual se basó en la exploración, por medio de **métodos** de ensayos de laboratorio, del comportamiento del concreto con diferentes porcentajes y tipos de vidrio y su comparación con una mezcla tradicional. Para el desarrollo, primero el diseño de la mezcla ideal (**muestra**) para la resistencia de concreto, incluyendo vidrio molido, tamizado y granular en su composición para tres porcentajes diferentes (3%, 5% y 7%); el segundo, la comparación de la resistencia última de la mezcla común (**muestra** común o patrón) con las mezclas con proporciones de vidrio molido, tamizado y granular; el diseño de la mezcla se realizó para una resistencia última de 3000 psi. Se aplicaron los **métodos** de ensayos de resistencia a la compresión simple para especímenes cilíndricos. De manera general, como **resultados** se obtuvo que las probetas que contenían vidrio en cualquiera de las presentaciones y los porcentajes de estudio, alcanzaron una resistencia mayor a las probetas testigo de mezcla común, resultando la mezcla ideal en 5% en proporción de peso para vidrio molido, 3% para vidrio tamizado y 5% para el vidrio granular; alcanzando la máxima resistencia a la compresión, la mezcla con 3% de vidrio tamizado.

Peñañiel (2016), realizó un proyecto experimental en la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, titulado: “Análisis de la resistencia a la compresión del hormigón al emplear vidrio reciclado molido en reemplazo parcial del agregado fino”. Este se orientó a brindar los **resultados** de un estudio a compresión de **muestras** cilíndricas de hormigón en cuya composición se utilizó vidrio molido por reemplazo parcial de la arena. Para el desarrollo, se determinaron las propiedades de los áridos a emplear basado en los parámetros establecidos en la norma INEN 694, se recolectó y trató el vidrio mediante procedimientos (**métodos**) de molienda mecánica, se ejecutó

**método** de ensayo de granulometría alineado a los requisitos de la ASTM C33, posteriormente se determinó la dosificación para un hormigón de diseño  $F'C = 210 \text{ Kg/cm}^2$ . Se elaboraron **muestras** constituidas por probetas cilíndricas de hormigón con porcentajes de vidrio molido en proporciones de 10%, 20%, 30% y 40% reemplazando en peso a la arena. Se ensayaron a compresión para las edades de 7, 14 y 28 días. Se obtuvo como **resultados** que, para las edades de 14 y 28 días, el porcentaje óptimo de vidrio molido en reemplazo parcial de la arena es el 40%, obteniendo resistencias considerablemente mayores a las alcanzadas en un hormigón patrón, logrando 111.8% por encima de la resistencia de diseño. Adicionalmente, la determinación del peso específico del hormigón tanto en estado fresco como endurecido en el hormigón común y con los distintos contenidos de vidrio, no mostró variaciones importantes, todos los valores se encontraron dentro del rango de 2000 a 3000  $\text{kg/m}^3$ .

Martínez (2016), efectuó un trabajo experimental en la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, titulado: “Análisis comparativo de la resistencia a compresión entre un adoquín convencional y adoquines preparados con diferentes fibras: sintética (polipropileno), orgánica (estopa de coco), inorgánica (vidrio)”. El mismo se enfocó en el efecto de la adición de fibras sobre la resistencia a la compresión característica en los adoquines, con una resistencia de diseño de  $F'C = 350 \text{ kg/cm}^2$ . Se realizó **métodos** de ensayos a los componentes del hormigón ejecutados con las especificaciones de la norma INEN, donde se obtuvo los valores para desarrollar la dosificación. Los adoquines fueron elaborados para **muestras** con porcentajes de 0,1%, 0,2% y 0,3% en todos los casos de las fibras estudiadas. De los ensayos (**métodos**) realizados; como resultado, se determinó que la resistencia a la compresión característica, aumenta con todos los tipos de fibras, resultando la proporción óptima, con la adición de 0.2% de fibra de vidrio, en un incremento del 9% ( $380,48 \text{ kg/cm}^2$  final) para 28 días de edad. Cabe resaltar que se alcanzó una baja

trabajabilidad con una consistencia plástica y un asentamiento de 3 cm al utilizar los porcentajes establecidos de fibra de vidrio, los cuales influyeron para que la homogeneidad fuera regular.

Gesaro y Montero (2016), llevaron a cabo un trabajo especial de grado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica Andrés Bello, denominado: “Establecer las propiedades del concreto adicionado con vidrio reciclado proveniente de bombillos ahorradores”. El trabajo se enfocó en evaluar la influencia que presentaba la adición del vidrio proveniente de bombillos ahorradores en las mezclas de concreto, variando el porcentaje de vidrio en relación a la cantidad de cemento, manteniendo la cantidad de los otros componentes de la mezcla constantes. Se emplearon **muestras** constituidas por probetas cilíndricas para tres diseños de mezclas con dosificaciones de cemento entre 350 kg/m<sup>3</sup> y 490 kg/m<sup>3</sup> y dosificaciones de vidrio entre 0% y 80% de variaciones. Se ejecutaron **métodos** de ensayos de compresión y de absorción por capilaridad. De **los resultados** obtenidos se destacan las siguientes conclusiones: solo las mezclas adicionadas con 20% de vidrio presentaron mejoramiento en la resistencia a la compresión (aproximadamente 36% superior respecto a la muestra patrón); para dosificaciones iguales o superiores al 40% de adición de vidrio, se observó un aumento del tiempo de colmatación, evidenciándose la influencia del vidrio en la absorción capilar de las muestras, dificultando el paso del agua a través de los poros internos.

Quesada (2013), elaboró una tesis magistral en la Facultad de Metalurgia y Electromecánica del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, identificada: “Utilización de desechos de vidrio reciclado como árido en bloques huecos de hormigón”. La misma tuvo como propósito, determinar el comportamiento de las propiedades físico mecánicas de los bloques huecos de hormigón, confeccionados con vidrio reciclado, con vista a su utilización como sustituto de árido en los centros productores de elementos



constructivos. Para ello, partieron de la granulometría obtenida del vidrio triturado, sustituyendo la arena con que se conformaron los bloques (**muestras**) en un 25%, 50%, 75% y 100 % por desechos de vidrio triturado, se determinó el peso, dimensiones, resistencia a la compresión y absorción de agua aplicando los **métodos** establecidos en las normas cubanas NC 251:2005 y NC 247:2010 sobre requisitos de áridos para hormigones hidráulicos y especificaciones de bloques huecos de hormigón respectivamente. De los **resultados** se obtuvo que la resistencia de los bloques aumentó en el tiempo (hasta los 28 días) para las dosificaciones desde 25% hasta 75 % de sustitución de arena por vidrio, para el 100% de sustitución de arena, la resistencia a la compresión tuvo un comportamiento irregular. Los bloques con mejor resultado fueron los de 75% de sustitución de arena con un aumento de 0.3 Mpa superior a la muestra patrón; resultando, además, más ligeros que los bloques convencionales; el porcentaje de absorción de agua y la cantidad añadida de esta en los bloques, disminuyó a medida que aumentó el porcentaje de arena sustituido resultando de 4.3% a 5.6%, estando por debajo del límite normalizado para bloques estructurales (8%).

Catalán (2013), desarrolló una tesis en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Austral de Chile, identificada: “Estudio de la influencia del vidrio molido en hormigones grado H15, H20, y H30”, cuya finalidad consistió en dar una perspectiva al lector, acerca de la reutilización del vidrio de desecho, como un agregado no natural en el hormigón, considerándolo como un árido más, reemplazando una cantidad controlada de arena. Para el desarrollo, se realizó el tratamiento del vidrio mediante **métodos** de molienda y granulometría considerando las disposiciones de la normativa chilena, luego se confeccionaron mezclas de hormigón de prueba (**muestras**), de graduación H15, H20 y H30, con porcentajes variables de vidrio (en rango de variación 0% a 20%) en reemplazo de una fracción de la arena. Las resistencias obtenidas se comparan con la resistencia de hormigones patrones, sin adición de vidrio. Como parte de los **resultados**, se señaló que el reemplazo de

parte de los áridos por vidrio triturado no provoca cambios significativos en la densidad del hormigón, encontrándose dentro de lo permitido por norma chilena (2000 a 3000 Kg/m<sup>3</sup>), por otro lado, existe una tendencia de aumento leve en la resistencia a la compresión del hormigón para mezclas con adición del 10% de vidrio de aproximadamente el 10% superior respecto a la mezcla patrón.

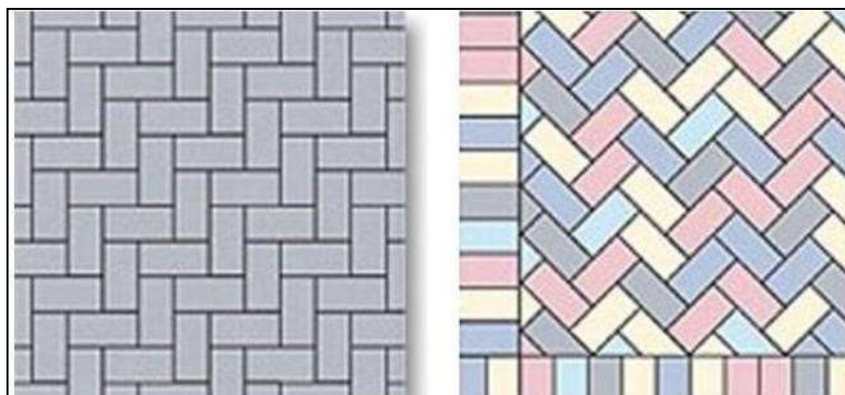
Arango y Zapata (2013), realizaron un proyecto de grado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad EAFIT - Medellín, identificado: “Influencia de la fibra de vidrio en las propiedades mecánicas de mezclas de concreto”, el cual tuvo como objetivo principal determinar las propiedades mecánicas que obtiene el concreto al adicionarle fibra de vidrio tipo AR. Para el desarrollo, llevaron a cabo una serie de **métodos** de ensayos de resistencia a la compresión, a la tensión y módulo de elasticidad, realizando un trabajo comparativo con una mezcla de referencia (**muestra patrón**). Los porcentajes de fibra que se emplearon durante la fase experimental fueron de 0.5%, 1%, 1.5%, 2% y 2.5% del peso total de la mezcla preparada. De los **resultados**, se concluyó que la fibra de vidrio como adición a las mezclas de concreto aporta de manera positiva en cuanto a los tres parámetros estudiados adicionándole un 1% de fibra de vidrio a la mezcla, resultando una ganancia casi nula del 3% en la resistencia a la compresión, en cuanto a tensión se logró una ganancia importante del 11.66%, y en cuanto a módulo de elasticidad un aumento del 16%, todos estos valores comparados con la mezcla de referencia.

## **Bases teóricas**

### **Unidades de albañilería: adoquines de concreto para pavimentos**

Los adoquines son bloques macizos individuales, comúnmente prefabricados de piedra natural y de hormigón, los cuales son moldeados mediante un proceso de vibrocompactación. Su forma generalmente es prismática, permitiendo la colocación de piezas en

forma continua y ordenada (figura 1) para formar así, superficies de pavimento flexibles con ventajas constructivas y de durabilidad (Poveda et al., 2015).



**Figura 3.** Formas y arreglos del adoquín. Fuente: Poveda et al.. (2015).

Los adoquines se clasifican en función del uso de pavimento al cual serán aplicados como sigue a continuación (INACAL, 2010):

Tipo I: adoquines para pavimentos de uso peatonal.

Tipo II: adoquines para pavimentos de tránsito vehicular ligero.

Tipo III: adoquines para tránsito vehicular pesado, patios industriales y contenedores.

### **Componentes de adoquines convencionales**

De acuerdo a las especificaciones de la NTP 399.611 (2015), se mencionan los materiales utilizados para la fabricación de adoquines y las normas que deben cumplir los mismos:

**Cementos.** NTP 334.009 (Cementos. Cemento Portland. Requisitos), NTP 334.082 (Cementos. Cemento Portland. Especificaciones de la performance) y NTP 334.090 (Cementos. Cemento Portland adicionados. Requisitos).

**Agua de mezcla.** NTP 339.088 (Cementos. Aditivos químicos en pasas, morteros y concreto. Especificaciones).

**Agregados.** NTP 400.037 (Agregados. Agregados para concreto. Requisitos).

### Aditivos químicos (cuando se requieran utilizar)

- Aditivos incorporadores de aire: NTP 334.089 (Cementos. Aditivos incorporadores de aire en pastas, morteros y hormigón. Especificaciones).
- Pigmentos para concretos de color: NTP 339.231 (Especificaciones normalizadas para pigmentos en masa de concreto coloreado).
- Aditivos químicos en pastas, morteros y hormigón (concreto): NTP 334.088.

### Requisitos técnicos de adoquines

De acuerdo a la NTP 399.611 (2015), los requisitos físicos y otros requisitos complementarios que deben cumplir los adoquines destinados a pavimentos que puedan estar sujetos a condiciones elevadas de durabilidad, como la agresión por sulfatos o ciclos de hielo y deshielo, se muestran en la tabla 1.

**Tabla 1.** *Requisitos físicos de adoquines – características nominales*

Tipo	Espesor nominal (mm)	Tolerancia dimensional (mm)			Resistencia a la compresión, mín. Mpa (Kg/cm <sup>2</sup> )		Absorción máx. (%)	
		Longitud	Ancho	Espesor	Promedio de 3 unidades	Unidad individual	Promedio unidades	Unidad individual
I (peatonal)	40				31 (320)	28 (290)		
Tipo B, C y D	60				31 (320)	28 (290)	6	7.5
II (vehicular ligero)	60				41 (420)	37 (380)		
	80				37 (380)	33 (340)	6	7.5
	100	± 1.6	± 1.6	± 3.2	35 (360)	32 (325)		
III (vehicular pesado, patios industriales o de contenedores)	≥80				55 (561)	50 (510)	5	7

Fuente: Adaptación NTP 399.611 (INACAL, 2010).

### Proceso general de fabricación de adoquines

Las etapas o sub - procesos generales para la producción de adoquines comprenden el dosificado, mezclado o amasado, moldeado o vibro - compactación, fraguado y curado (Universidad de Alicante [UA], 2004):

Dosificado: esta es la primera etapa del proceso de fabricación, consiste en el diseño de la mezcla, es decir, la dosificación de los componentes del concreto. La dosificación de cemento, agua y agregados dependen de factores tales como: granulometría, propiedades físico - químicos de los agregados, tipo de cemento, relación agua - cemento, etc. Por la cantidad de variables a controlar, el proceso se toma complejo y se lo maneja de manera experimental (Corso & Cuatin, 2011).

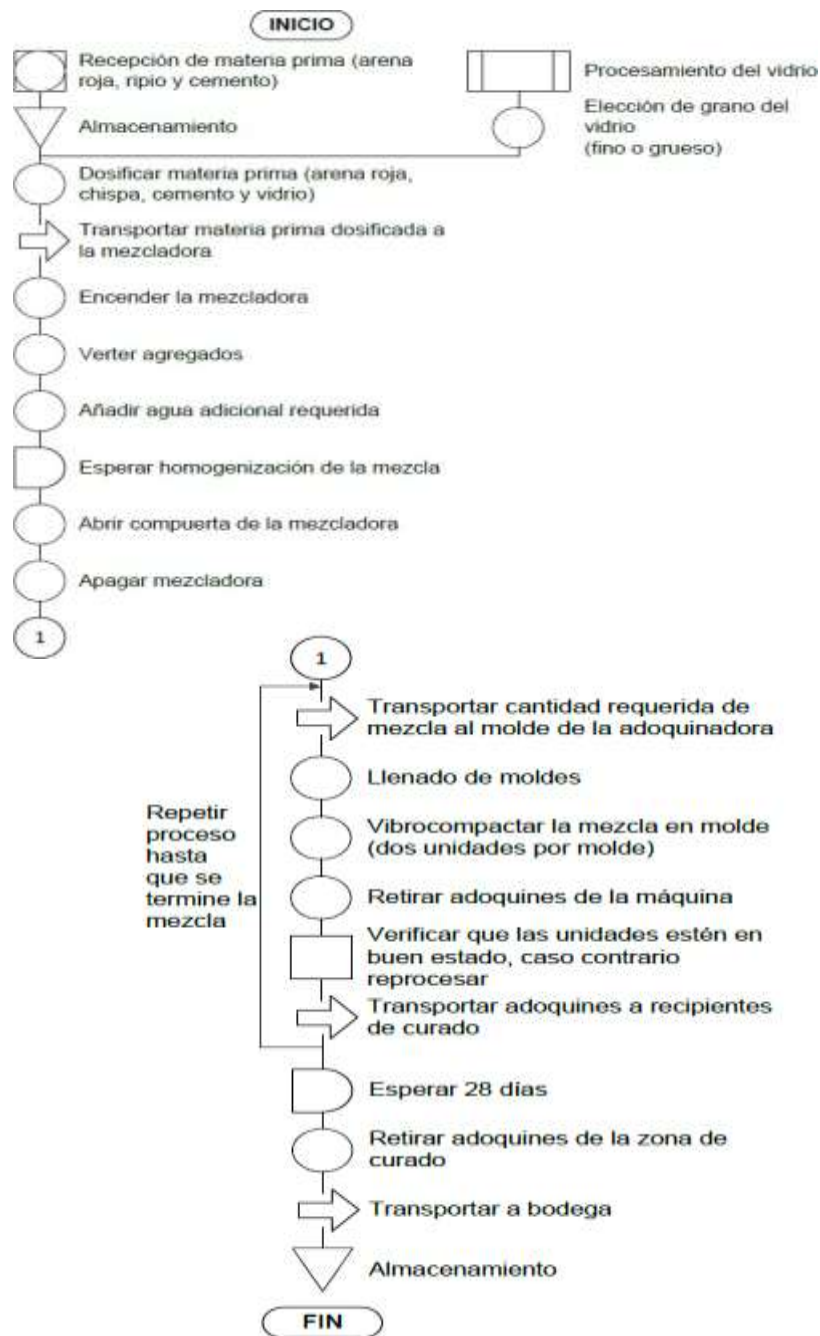
Mezclado: la mezcla tiene una influencia muy importante en la obtención de niveles de calidad óptimos del producto terminado. La misma debe ser efectuada mediante de una mezcladora y con un tiempo de mezcla tal que, permitan garantizar la máxima homogeneidad del mezclado (UA, 2004).

Moldeado (vibro – compactación): consiste en la colocación de las mezclas en los moldes metálicos de los adoquines para, posteriormente, comprimir a una determinada presión, produciéndose la vibración del conjunto al mismo tiempo que la compresión. Esta operación se realiza dos veces, una para cada capa del adoquín, para asegurar la adecuada cohesión entre ellas (UA, 2004). El vibrado cumple un papel muy importante ya que ofrece al concreto características tales como compacidad, impermeabilidad, facilita el desmolde, resistencia a la abrasión, entre otros (Corso & Cuatin, 2011).

Fraguado y Curado: el fraguado es la reacción química entre el cemento y el agua mediante la cual se produce el endurecimiento del concreto. Para que el fraguado ocurra satisfactoriamente, los adoquines deben permanecer protegidos del sol y del viento, a fin de evitar que el agua contenida en estos se evapore y detenga este proceso, en cuyo caso se obtendrá una resistencia a la compresión pobre. El curado consiste en mantener la humedad del concreto regándole agua de forma periódica, consiguiéndose así que la reacción química del cemento continúe. Para esto, los

adoquines se agrupan con la separación suficiente para que puedan humedecer totalmente por toda su superficie (Corso & Cuatin, 2011).

En la figura 2 se muestra un diagrama de un proceso industrial completo para la fabricación de adoquines, incluyendo la etapa de dosificación de vidrio (componente).



**Figura 4.** Diagrama de un proceso industrial de fabricación de adoquines. Fuente: Poveda et al., 2015.

## Propiedades físicas y mecánicas de adoquines de concreto

De manera general, se hace referencia a las propiedades físicas y mecánicas del concreto (Helfgot, 2000); más adelante se profundiza en las propiedades concernientes al presente estudio.

### Propiedades físicas:

- Forma, dimensiones
- Densidad, masa específica, peso específico
- Porosidad (permeabilidad), contenido de humedad
- Microestructura, macroestructura

### Propiedades mecánicas:

- Elasticidad
- Plasticidad
- Ductilidad
- Tenacidad
- Rigidez
- Fluencia
- Resistencia (compresión, tracción, flexión, torsión, impacto, fatiga)

La determinación de una o más propiedades de un material se traduce en el conocimiento más o menos exhaustivo del mismo, lo cual depende, en cada caso de la naturaleza de la información que se quiere obtener. No siempre es necesario averiguar todas las propiedades de un material; a veces, basta con sólo determinar aquellas directamente vinculadas con el uso que se hará del mismo (Helfgot, 2000). En este sentido, la presente investigación trabajará en función a los objetivos de la misma, relacionados a la resistencia a la compresión y absorción, y aquellas propiedades que se relacionen indirectamente con estas durante el estudio.

## Resistencia a la compresión

Rivva (1992) comenta que la resistencia del concreto está definida como el máximo esfuerzo que puede ser soportado por dicho material sin romperse. Dado que el concreto está destinado principalmente a tomar esfuerzos de compresión, es la medida de su resistencia a dichos esfuerzos la que se utiliza como indicador de su calidad. En general, prácticamente todas las propiedades del concreto endurecido están asociados a la resistencia y, en muchos casos, en función del valor de ella que se las cuantifica o cualifica. Sin embargo, debe siempre recordarse al diseñar una mezcla de concreto, que muchos factores ajenos a la resistencia pueden afectar otras propiedades (Rivva, 1992).

La NTP 399.611 (2015) define la resistencia a la compresión como la relación de la carga de rotura a compresión de un adoquín y su sección. Esta propiedad se determina mediante el ensayo a compresión establecido en la NTP 399.604 (2015). La ecuación empleada para su cálculo es la siguiente:

$$\sigma = \frac{P_{m\acute{a}x}}{A} \quad \text{Ec. 1. Resistencia a la compresión}$$

Donde;

$\sigma$ : resistencia a la compresión

P: carga de rotura

A: área bruta de la sección, esta a su vez se calcula por la siguiente ecuación

$$A = \alpha \times l \quad \text{Ec. 2. Área bruta de la sección}$$

Siendo;

$\alpha$ : ancho de la muestra en cm.

L: largo de la muestra en cm.



## Permeabilidad, absorción y porosidad

La permeabilidad en el concreto se refiere a la cantidad de migración de agua u otras sustancias líquidas por los poros del material en un determinado tiempo; y así ser el resultado de la composición de la porosidad en la pasta de concreto, la hidratación o la asociación con la liberación de calor o calor de hidratación y evaporación del agua de mezcla, la temperatura del concreto, y la formación de cavidades y grietas por contracción plástica en el concreto durante el tiempo de fraguado (Vélez, 2010).

La absorción es la capacidad de los agregados de llenar con agua los vacíos al interior de las partículas, es decir, es la cantidad de agua que un agregado necesita para pasar de la condición seca a la condición de saturado superficialmente; se expresa generalmente en porcentaje. El fenómeno se produce por capilaridad, no llegándose a llenar absolutamente sus poros pues siempre queda aire atrapado. Tiene importancia pues se refleja en el concreto reduciendo el agua de mezcla, con influencia en las propiedades resistentes y en la trabajabilidad, por lo que es necesario tenerla siempre en cuenta para hacer las correcciones necesarias (Helfgot, 2000). El porcentaje de absorción se determina mediante ensayo de absorción establecido por la NTP 399.604 (2015), para el mismo se emplean las siguientes ecuaciones:

$$Absorción \left( \frac{Kg}{m^3} \right) = \frac{W_s - W_d}{W_s - W_i} \times 1000 \quad \text{Ec. 3. } Absorción \left( \frac{Kg}{m^3} \right)$$

$$Absorción (\%) = \frac{W_s - W_d}{W_d} \times 100 \quad \text{Ec. 4. } Absorción (\%)$$

Donde:

Ws: peso saturado del espécimen (Kg)

Wi: peso sumergido del espécimen (Kg)

Wd: peso seco al horno del espécimen (Kg)

Los poros en el concreto determinan la exposición ambiental del material y daños provenientes de los líquidos y de los gases que lo penetran, tales como dióxido de carbono, agua, oxígeno, cloruros, sulfatos, etc.; estos elementos o compuestos originan diversas reacciones químicas, cuyo efecto más crítico es la corrosión del acero del elemento constructivo. La porosidad influye en la absorción y en la resistencia; para relacionar estas propiedades, existen varios métodos gráficos que se pueden aplicar de requerirse profundizar en el estudio (Vélez, 2010).

### **El vidrio**

El vidrio es un material cerámico no cristalino e inorgánico, formado principalmente por silicatos, el cual se halla en estado sólido a temperatura ambiente. También es definido como un sólido duro, frágil y transparente o translucido, sin estructura cristalina, obtenido por la fusión de arena silíceo con potasa, que es moldeable a altas temperaturas (Poveda et al., 2015).

Las facilidades esenciales del uso del vidrio ofrecen una vía para disminuir la contaminación producto de las actividades humanas. Uno de los usos principales de la industria para el vidrio reciclado es el de material de construcción, el vidrio ofrece un abanico muy completo de posibilidades, ya que puede sustituir y mejorar el rendimiento de otros productos. Entre los usos importantes del vidrio como material de construcción, está su aplicación como árido de relleno; se trata de un granulado de vidrio expandido (SEGTEC, 2016).

Se conoce como árido o agregado pétreo a aquel material granulado empleado como refuerzo en el hormigón. En la elección de los mismos será fundamental tener en cuenta propiedades como la estructura de las partículas, la porosidad, la densidad, la resistencia, etc. Serán determinantes en el futuro comportamiento del concreto en el inicial estado plástico y su posterior endurecido (CEMIHOR, 2010). En este sentido, específicamente el

vidrio se aplicará como árido en las mezclas de concretos para la elaboración de adoquines para pavimentos de tránsito vehicular ligero.

Los vidrios pueden tener propiedades ópticas, mecánicas y térmicas, muy diversas según su composición química y tratamientos térmicos. En general, el vidrio se caracteriza por ser un material duro, frágil, transparente y resistente a la corrosión, al desgaste y a la compresión (Poveda et al., 2015). En la tabla 2 se muestra las propiedades medias para los vidrios silícico-cálcicos de uso cotidiano.

**Tabla 2.** *Propiedades de vidrios silícico – cálcicos de uso cotidiano*

Propiedad	Valor	Unidad
Punto de ablandamiento	730	°C
Densidad a 25°C	2.49	g/cm <sup>3</sup>
Dureza	6.50	Mohs
Módulo de elasticidad a 25°C	0.22	
Módulo de Young	720000	Kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia a la tracción a 25°C	900	Bar (90 Mpa)
Resistencia a la compresión (cubo 1 cm lado)	10000	Bar (1000 Mpa)
Calor específico a 25°C	0.20	cal/g/°C

Fuente: (Fernández, 2003).

### **El vidrio como componente de la mezcla de concreto para adoquines**

El vidrio usado reemplaza en forma parcial a los agregados tradicionales. Este proviene en su mayoría de vidrierías y botellas desechadas en viviendas. Los materiales ajenos al vidrio se retiran de forma manual, a fin de evitar contaminantes que incidan en las etapas de fabricación o en las propiedades mecánicas finales. El vidrio desechado se encuentra en diversos tamaños, por lo general superando los 50 mm, razón por la cual el vidrio debe ser triturado y/o molido. Se busca alcanzar una granulometría que cumpla los requisitos para ser empleada como agregado en el adoquín (Poveda et al., 2015).

### **Reciclaje y reutilización del vidrio**

Un ciclo de vida ambientalmente adecuado para el vidrio se logra a través de la implementación de un “Sistema de Gestión Ambiental”, en el cual se plantea tres acciones

que permiten gestionar los residuos de vidrio, tales como la reutilización del vidrio, aprovechamiento para reciclaje y disposición final controlada (EPAM, 2008).

Aprovechamiento para el reciclaje: el vidrio es un material que puede ser reciclado al 100% sin que exista pérdida en sus propiedades durante el proceso y sin límites en la cantidad de veces que pueda ser procesado, para su uso como materia prima secundaria en la producción de nuevo vidrio o componentes de otros productos.

Disposición final controlada: cuando el vidrio no es susceptible de aprovechar para la reutilización o reciclaje, se procede a su disposición final controlada, es decir destinarlo a un relleno sanitario operado técnicamente y que cumpla con la normativa ambiental vigente del país. La vida útil del vidrio, así como un cuidado responsable de los recursos naturales, depende fundamentalmente de una correcta gestión del vidrio en sus diferentes etapas (EPAM, 2008).

### **Evaluación costo - beneficio**

La técnica de análisis costo - beneficio tiene como objetivo fundamental proporcionar una medida de los costos en que se incurre en la realización de un proyecto y comparar dichos costes previstos con los beneficios esperados de la ejecución de dicho proyecto. Esta medida o estimación servirá para (Cillero, 2020) :

- ✓ Valorar la necesidad y oportunidad de acometer la realización del proyecto.
- ✓ Seleccionar la alternativa más beneficiosa para la realización del proyecto.
- ✓ Estimar adecuadamente los recursos económicos necesarios en el plazo de realización del proyecto.

En general, los costes suelen ser medibles y estimables en unidades económicas, no así los beneficios, los cuales pueden ser tangibles o no tangibles. En un análisis de costes y beneficios se deben considerar aquellos aspectos tangibles, es decir, medibles en valores

como dinero, tiempo, etc., y no tangibles, es decir, no ponderables de una forma objetiva (Cillero, 2020).

En la presente investigación se realizará un análisis sencillo de manera global, evaluando los costos del adoquín mediante el método de análisis de costo unitario y los beneficios, se describirán como las ventajas del producto frente a la del producto convencional comúnmente del mercado. En este sentido se utilizará una estructura básica de costos unitarios.

El análisis de costos unitarios es la sumatoria de multiplicación de las incidencias de cada insumo, puro o impuro, por sus precios unitarios. Este total representa el costo de un trabajo específico. Para este análisis se considerarán los costos directos, los cuales comprenden los gastos que intervienen directamente en la producción por concepto de mano de materiales, mano de obra, equipos y herramientas (Universidad Nacional de Ingeniería [UNI], 2014). Esto se expresa de la siguiente manera:

$$ACU = CUMO + CUMAT + CUEQH$$

Ec. 5. Análisis de costo unitario

Donde:

ACU: Análisis de costo unitario

CUMO: Costo unitario de mano de obra

CUMAT: Costo unitario de materiales

CUEQH: Costo de materiales por equipos y herramientas.

**Consideraciones:**

Mano de obra: se considera una jornada laboral de 8 horas de trabajo.

Materiales: se consideran los precios de referencia actuales de mercado en por unidad de medida a utilizar ( $m^2$ ,  $m^3$ , Gal, Bls, kg, etc.).

Equipos y herramientas: se considera las horas máquinas de trabajo de los equipos o herramientas.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Qué efectos tiene la adición de vidrio reciclado tratado, con la máquina de los ángeles, en la resistencia a compresión y absorción en adoquines de concreto para pavimentos de tránsito vehicular ligero, Lima 2020?

### **1.2.2. Problemas específicos**

¿Cuál es la resistencia a compresión y absorción en adoquines de concreto convencional para pavimentos de tránsito vehicular ligero, Lima 2020?

¿Qué efectos tiene la adición de 5%, 10% y 15% de vidrio reciclado tratado, con la máquina de los ángeles, en la resistencia a compresión y absorción en adoquines de concreto para pavimentos de tránsito vehicular ligero, Lima 2020?

¿Cuáles son las diferencias entre la resistencia a compresión y absorción en adoquines de concreto convencional y en adoquines de concreto con adición de vidrio reciclado tratado, con la máquina de los ángeles, para pavimentos de tránsito vehicular ligero, Lima 2020?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

Determinar los efectos de la adición de vidrio reciclado tratado, con la máquina de los ángeles, en la resistencia a compresión y absorción en adoquines de concreto para pavimentos de tránsito vehicular ligero, Lima 2020.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

Determinar la resistencia a compresión y absorción en adoquines de concreto convencional para pavimentos de tránsito vehicular ligero, Lima 2020.

Determinar la resistencia a compresión y absorción en adoquines de concreto para pavimentos de tránsito vehicular ligero, con adición de 5%, 10% y 15% de vidrio reciclado tratado, con la máquina de los ángeles, Lima 2020.

Comparar la resistencia a compresión y absorción entre adoquines de concreto convencional y, con adición de vidrio reciclado tratado, con la máquina de los ángeles, para pavimentos de tránsito vehicular ligero, Lima 2020.

## **1.4. Hipótesis**

### **1.4.1. Hipótesis general**

La adición de vidrio reciclado tratado, con la máquina de los ángeles, incrementa la resistencia a compresión de 10% a 15%, y la absorción máxima al 6% en adoquines de concreto para pavimentos de tránsito vehicular ligero, Lima 2020.

### **1.4.1. Hipótesis específicas**

Los adoquines de concreto convencional presenta un buen comportamiento en la resistencia a compresión y absorción para pavimentos de tránsito vehicular ligero, Lima 2020.

La adición de vidrio reciclado tratado, con la máquina de los ángeles, al 5%, 10% y 15%, influye potencialmente en la resistencia a compresión y absorción en adoquines de concreto para pavimentos de tránsito vehicular ligero, Lima 2020.

Los adoquines de concreto con adición de vidrio reciclado tratado, con la máquina de los ángeles, presentan mejores comportamientos en la resistencia a compresión y absorción frente a adoquines de concreto convencional, para pavimentos de tránsito vehicular ligero, Lima 2020.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo y diseño de la investigación

La presente investigación reúne las características de tipo aplicada ya que, según Carrasco (2017), es aquella que persigue la finalidad de proveer una solución a problemas que son prácticos, o que bien busca transformar las condiciones de una realidad de preocupación científica para el investigador. En la presente investigación, los resultados obtenidos proporcionarían soluciones que permitan dar respuesta a la problemática, respecto al uso de vidrio reciclado como agregado en la elaboración de adoquines tipo II, y su influencia en la resistencia a compresión y a la absorción, así como también en la evaluación de costos de aplicación de los mismos.

A su vez, el nivel de la presente investigación es explicativo, pues de acuerdo a Hernández, Fernández y Baptista (2014), esta se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por qué se relacionan dos o más variables. En este trabajo, se explicará el efecto del vidrio reciclado en las propiedades físicas y mecánicas, tales como la resistencia a compresión y la absorción, de los adoquines de concreto del tipo II.

Por otro lado, de acuerdo a la metodología para demostrar las hipótesis, esta investigación se basa en diseño experimental con enfoque cuantitativo, ya que se manipulará deliberadamente una de las variables del estudio, con el fin de evaluar sus consecuencias en la otra variable (Carrasco, 2017). El presente trabajo se basa en estudiar el efecto del vidrio triturado en la resistencia a compresión y absorción de los adoquines de concreto tipo II, es decir, una relación causa – efecto de este fenómeno. El diseño experimental estudiado, obedece al siguiente esquema de variables:



$G_0$	$Y_0$	$X_1$	$Y_1$	$G_1$
$G_0$	$Y_0$	$X_2$	$Y_2$	$G_2$
$G_0$	$Y_0$	$X_3$	$Y_3$	$G_3$
$G_0$	$Y_0$	-	$Y_4$	$G_4$

Donde;

$G_0$ : Grupo experimental compuesto por la variable dependiente (adoquines patrones)

$Y_0$ : Medición en primera instancia de la variable dependiente (resistencia a compresión y absorción)

$X_1, X_2, X_3$ : Aplicación de la variable independiente en diferentes porcentajes (dosificación de vidrio en 5%, 10% y 15%).

$Y_1, Y_2, Y_3$ : Medición de la variable dependiente luego de ser manipulada (resistencia a compresión y absorción de los adoquines dosificados con vidrio).

$Y_4$ : Medición de la variable dependiente sin ser manipulada.

$G_1, G_2, G_3$ : Grupo experimental compuesto por la variable dependiente luego de ser manipulada.

$G_4$ : Grupo experimental compuesto por la variable dependiente sin ser manipulada, el cual será comparado con  $G_1, G_2, G_3$ .

## 2.2. Población y muestra

### 2.2.1. Población

La población estuvo comprendida por fabricación de adoquines convencionales y con adición de vidrio reciclado tratado (5%, 10% y 15%), con la máquina de los ángeles, lo cual comprende 2 tratamientos, la primera es el ensayo de resistencia a la compresión a 7, 14 y 28 días de curado; y el segundo es el ensayo de absorción, conformando un total de 48 unidades de albañilería.

### 2.2.2. Muestra

La muestra en estudio para los ensayos mencionados en la población (resistencia a compresión y absorción) está representada por 12 adoquines de concreto para diseño patrón, y 36 adoquines de concreto con adiciones de vidrio reciclado al 5%, 10% y 15%, de acuerdo con lo establecido a la Norma Técnica Peruana 399.604, lo cual menciona en el apartado 5.2, que para una muestra representativa producida de hasta 10000 unidades se requiere 06 unidades de adoquines para determinar la resistencia a compresión; y en el apartado 8.2, para el ensayo de absorción piden 3 unidades de adoquines.

## 2.3. Métodos, instrumentos y materiales

### 2.3.1. Métodos

Los métodos a emplear consistirán en los diferentes ensayos de laboratorio en la aplicación de adoquines, necesarios para la obtención de los objetivos planteados. A continuación, se mencionan cada uno de ellos:

#### Ensayo de molienda mecánica para el vidrio:

- NTP 400.019 (2014). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles. 3ª Edición (Se empleará el procedimiento descrito en esta norma para el manejo operativo).
- Procedimientos de seguridad básico para el manejo del molino de impacto (máquina de Los Ángeles). Uso de equipo de protección personal.

#### Ensayos de caracterización de agregados y vidrio:

- Análisis granulométrico: NTP 400.012 (2018). AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. 3era. Edición.

- Contenido de Humedad: NTP 339.185 (2018). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.
- Peso unitario: NTP 400.017 (2016). AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado.
- Peso específico y absorción: NTP 400.021/ 400.022 (2018). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) absorción del agregado grueso y fino respectivamente. 3era. Edición.

Ensayo de adoquines:

- Diseño de mezcla: *American Concrete Institute (ACI) Comite 211* (2002).
- Resistencia a la compresión: NTP 399.604
- Absorción: NTP 399.604

Método análisis costo – beneficio:

- Análisis de costo unitario
- Beneficios: Ventajas del uso de adoquines con vidrio reciclado

### **2.3.2. Instrumentos**

Ficha de recolección de datos: contiene las especificaciones generales de los datos recolectados de cada ensayo a realizar (ver desde anexo 3).

Normativa técnica: se refiere a las normas, códigos y/o reglamentos aplicables a la evaluación, los cuales establecen los lineamientos, consideraciones y procedimientos para el diseño de mezclas de concretos y ensayos de materiales relacionados al estudio. Las normas principales (mencionadas anteriormente) que se utilizaran son: NTP 399.611, NTP 399.604, NTP 400.012, NTP 400.019, ACI 211.

### 2.3.3. Materiales y Equipos

Se contemplará los diferentes materiales, equipos y/o herramientas que se utilizarán para la ejecución de los ensayos.

#### Materiales ensayo de molienda mecánica:

- Máquina de Los Ángeles: consiste en un cilindro hueco de acero, cerrado en ambos extremos, con un diámetro interior de  $711 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$  y una longitud interior de  $508 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$ . El cilindro será montado sobre ejes salientes de sus costados, no pasantes, de tal manera que pueda rotar con el eje en posición horizontal, con una tolerancia en la inclinación de 1 en 100.
- Balanza con exactitud de 0.1%.

#### Ensayos de Caracterización:

- Agua
- Agregado fino: arena gruesa de la cantera.
- Agregado grueso: piedra mediana de la cantera
- Vidrio molido
- Juego de Tamices de:  $1 \frac{1}{2}$ ", 1",  $\frac{3}{4}$ ",  $\frac{1}{2}$ ",  $\frac{3}{8}$ ", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, 50, 100 y 200.
- Balanza con precisión de tres decimales.
- Horno a  $110 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5^\circ \text{C}$
- Cilindro de metal: es un cilindro de metal, el cual debe ser lo suficientemente rígido como para no deformarse en condiciones de uso o trabajo fuerte. La altura será del mismo tamaño del diámetro del cilindro, el cual nunca debe ser menos del 80% de la altura o más del 150%. El borde superior del cilindro deberá ser de un espesor de 0,01 pulgadas.

- Barra redonda: es una barra de acero recta de 5/8 de pulgada, 60 cm de longitud y terminada en una punta semiesférica, la cual es usada para el apisonamiento del material.
- Pala de mano: debe poseer las dimensiones adecuadas para el llenado de los cilindros.
- Fiola de 500 ml.
- Bandeja

#### Elaboración y ensayo de adoquines:

- Cemento Portland (NTP 334.009)
- Agregados y vidrio (NTP 400.010 / 400.012)
- Agua (NTP 339.088)
- Mezcladora
- Máquina compactadora
- Moldes
- Máquina para ensayo a compresión axial, marca *Ele International*, serie: 1939-1-10045, capacidad: 1112 KN., debiendo estar provista para la aplicación de la carga de un rodillo de metal endurecido de asiento esférico y solidario con el cabezal superior de la máquina
- Adoquines fabricados patrón y adoquines fabricados con vidrio adicionado.

Los certificados de calibración de los equipos, utilizados para los ensayos descrito líneas arriba, se muestra en anexo 4.

## **2.4. Procedimientos**

### **2.4.1. Tratamiento previo de la materia prima del vidrio reciclado**

El vidrio reciclado resultante, utilizado para el diseño de mezcla, se obtuvo de acuerdo al siguiente procedimiento:

- La molienda se ejecutó según el método A del ensayo de abrasión de la norma NTP 400.019.
- Se pesó un total de 5kg de vidrio reciclado.
- Se sometió al proceso de molienda a través de la máquina de los ángeles, para la cual se utilizaron 12 esferas. Se procesó a 500 revoluciones por minuto durante un tiempo de 15 minutos.
- El vidrio triturado se sometió a proceso de tamizado hasta la malla #30, empleándose el material pasante de este tamiz, en el diseño mezcla.

## 2.4.2. Caracterización de los agregados

La caracterización de los agregados se llevó a cabo mediante el ensayo de granulometría (NTP 400.012 – 2018), contenido de humedad (NTP 339.185 – 2018), peso unitario (NTP 400.017- 2016), peso específico y absorción (NTP 400.021 - 2018) tanto para el agregado fino, como para el grueso. Las fichas de resultados de laboratorio se presentan en el anexo 3.

### 2.4.2.1. Caracterización del agregado fino

La caracterización del agregado fino se muestra en la tabla 3, las cuales resumen los parámetros granulométricos respectivamente.

**Tabla 3.** *Análisis granulométrico del agregado fino*

<b>Agregado Fino - Arena Gruesa</b>							
	<b>Malla</b>	<b>Peso Retenido (gr)</b>	<b>Peso Retenido (%)</b>	<b>Peso Ret. Acum. (%)</b>	<b>% Pasa Acumulado</b>	<b>ASTM *Lim. Sup.</b>	<b>ASTM *Lim. Inf.</b>
	4"	101.60 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
	3 1/2"	88.90 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
	3"	76.20 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
	2 1/2"	63.50 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
	2"	50.80 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
	1 1/2"	38.10 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
	1"	25.40 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00

3/4"	19.05 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1/2"	12.70 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/8"	9.53 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
#4	4.75 mm	6.40	1.17	1.17	98.83	95.00	100.00
#8	2.36 mm	67.50	12.38	13.56	86.44	80.00	100.00
#16	1.18 mm	106.40	19.52	33.08	66.92	50.00	85.00
#30	0.59 mm	180.20	33.06	66.13	33.87	25.00	60.00
#50	0.30 mm	119.50	21.92	88.06	11.94	5.00	30.00
#100	0.15 mm	62.70	11.50	99.56	0.44	0.00	10.00
#200	0.07 mm	0.00	0.00	99.56	0.44	0.00	5.00
Fondo	0.01 mm	2.40	0.44	100	0.00	0.00	0.00

Fuente: Laboratorio MATESTLAB S.A.C (2020)

#### 2.4.2.2. Caracterización del agregado grueso

La caracterización del agregado grueso se muestra en la tabla 4, las cuales resumen los parámetros granulométricos respectivamente.

**Tabla 4.** *Análisis granulométrico del agregado grueso*

Agregado Grueso - Huso #89							
Malla		Peso Retenido (gr)	Peso Retenido (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acumulado	ASTM *Lim. Sup	ASTM * Lim. Inf
4"	101.60 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1/2"	12.70 mm	10.50	0.70	0.70	99.30	100.00	100.00
3/8"	9.53 mm	106.60	7.07	7.76	92.24	90.00	100.00
#4	4.75 mm	1034.80	68.61	76.37	23.63	20.00	55.00
#8	2.36 mm	352.10	23.34	99.71	0.29	5.00	30.00
#16	1.18 mm	4.30	0.29	100.00	0.00	0.00	10.00
#30	0.59 mm	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	6.50
#50	0.30 mm	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	5.00
#100	0.15 mm	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
#200	0.07 mm	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Laboratorio MATESTLAB S.A.C (2020)

### 2.4.3. Diseño de mezcla del concreto y diseño experimental

Para los porcentajes de adición de vidrio reciclado, utilizados en la presente investigación se emplearon en base a antecedentes internacionales y nacionales; Silvestre (2013), concluyó que la adición de 5% de vidrio reciclado obtuvo una mayor resistencia a la compresión; Catalán (2013), obtuvo una mayor resistencia a compresión con la adición de un 10% de vidrio reciclado; Paredes (2019), alcanzó con la adición de 15% de vidrio reciclado una mayor resistencia a la compresión en comparación del diseño de concreto convencional. Finalmente, Cabrera (2014), utilizó seis niveles de adición de vidrio reciclado (0%, 5%, 10%, 15%, 20% y 50%), obteniendo como mayor incremento en la resistencia a compresión con la adición del 20%. En consideración a lo expuesto, se optó en utilizar 03 niveles de adición de vidrio, 5%, 10% y 15%, para alcanzar un aumento en la resistencia a la compresión, y en absorción cumplir con lo establecido por la NTP 399.611.

#### 2.4.3.1. Diseño de mezcla del concreto

El diseño de mezcla del concreto se llevó a cabo de acuerdo al método ACI 211 (2002), planteándose cuatro (4) diseños, uno para la elaboración del adoquín de concreto convencional (patrón o testigo), y tres (3) para los adoquines de concreto con adición de 5%, 10% y 15% de vidrio molido, todos para un tamaño de tamiz 3/8". El diseño de mezcla obtenido representado en pesos se presenta en la tabla 5.

**Tabla 5.** *Diseño de mezcla de concreto – ACI 211*

% Vidrio	0%	5%	10%	15%
Cemento Sol Tipo I (kg)	13.62	13.62	13.62	13.62
Agregado grueso (Kg)	17.82	17.82	17.82	17.82
Agregado fino (Kg)	22.88	22.88	22.88	22.88
Agua de diseño (L)	4.58	4.58	4.58	4.58
Vidrio molido (kg)	0.00	0.68	1.36	2.04

Fuente: elaboración propia.



En la tabla 5 se puede observar que los únicos parámetros variables fueron los porcentajes de vidrio molido adicionado, para lo cual se presenta su equivalente en kilogramos, siendo el menor 0.68 kg y el mayor 2.04 kg.

En la tabla 6 se presenta la proporción en volumen de obra para un m<sup>3</sup> de concreto.

**Tabla 6.** *Proporción de volumen para la elaboración de adoquines*

MATERIAL	PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA				
	Cemento	A.F	A.G	AGUA	VIDRIO RECICLADO
Diseño Patrón	1	1.7	1.3	14.3	----
Diseño 5% Vidrio reciclado	1	1.7	1.3	14.3	0.05
Diseño 10% Vidrio reciclado	1	1.7	1.3	14.3	0.10
Diseño 15% Vidrio reciclado	1	1.7	1.3	14.3	0.150

Fuente: elaboración propia.

#### 2.4.3.2. Diseño experimental de la muestra

A partir del diseño de mezcla obtenido, se planteó un diseño experimental unifactorial con cuatro (4) niveles para el porcentaje de vidrio molido adicionado, quedando como se presenta en la tabla 7.

**Tabla 7.** *Diseño experimental unifactorial para el tratamiento de la muestra*

% Vidrio molido	X: resistencia a la Compresión, Absorción					
	a1	a2	a3	a4	a5	a6
0% (Patrón)	a1X	a2X	a3X	a4X	a5X	a6X
5%	a1X	a2X	a3X	a4X	a5X	a6X
10%	a1X	a2X	a3X	a4X	a5X	a6X
15%	a1X	a2X	a3X	a4X	a5X	a6X

Fuente: elaboración propia.

#### 2.4.4. Elaboración de adoquines

Se elaboraron adoquines de concreto tipo II, según los lineamientos de la NTP 399.611 – 2015, aplicando el diseño de mezcla planteado. Los mismos se sometieron a un proceso de curado de 7, 14 y 28 días antes de ser ensayados.

##### 2.4.4.1. Resistencia a la compresión

Los ensayos de resistencia a la compresión se llevaron a cabo mediante los procedimientos de la norma NTP 399.604 y ASTM C140, para probetas de 7, 14 y 28 días de edad (curadas), elaboradas bajo el diseño de mezcla planteado. Considerando que la resistencia a la compresión se determinó por medio de la ecuación 1, en la tabla 8 se presentan los resultados obtenidos para los adoquines de 28 días de curado, siendo aplicado el mismo procedimiento para los adoquines de 7 y 14 días de curado, cuyos resultados se reportan en los formatos de laboratorio del anexo 11.

**Tabla 8.** *Ensayo de la resistencia a la compresión de los adoquines*

Muestra	Edad	Fuerza máxima (Kg)	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo F <sup>b</sup> (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia de Diseño F <sup>c</sup> (kg/cm <sup>2</sup> )	%F <sup>c</sup> (excedente)
Patrón	28 días	76854	200	384	350	10%
Patrón	28 días	77980	200	390	350	11%
Patrón	28 días	75250	200	376	350	8%
5% Vidrio reciclado	28 días	79660	200	398	350	14%
5% Vidrio reciclado	28 días	78820	200	394	350	13%
5% Vidrio reciclado	28 días	80990	200	405	350	16%
10% Vidrio reciclado	28 días	83230	200	416	350	19%
10% Vidrio reciclado	28 días	81713	200	409	350	17%

10% Vidrio reciclado	28 días	84210	200	421	350	20%
15% Vidrio reciclado	28 días	89180	200	446	350	27%
15% Vidrio reciclado	28 días	91280	200	456	350	30%
15% Vidrio reciclado	28 días	87360	200	437	350	25%

Fuente: Laboratorio MATESTLAB S.A.C (2020).

#### 2.4.4.2. Absorción

Los ensayos de resistencia a la compresión se llevaron a cabo mediante los procedimientos de la norma NTP 399.604, para las probetas 28 días de edad (curadas), elaboradas bajo el diseño de mezcla planteado. Considerando que la absorción se determinó por medio de las ecuaciones 3 y 4, en la tabla 9 se presentan los resultados de 3 muestras para cada uno de los 4 porcentajes de vidrio reciclado (0%, 5%, 10% y 15%).

**Tabla 9.** *Ensayo de absorción de los adoquines*

MUESTRA	PATRÓN (0% VIDRIO)			5% VIDRIO			10% VIDRIO			15% VIDRIO		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Ws: Peso saturado del adoquín (kg)	3.65	4.10	4.03	3.78	3.72	3.61	3.75	3.84	3.77	4.04	3.97	3.81
Wi: Peso sumergido del adoquín (kg)	2.12	2.37	2.33	2.10	2.06	2.01	2.14	2.20	2.15	2.33	2.29	2.20
Wd: Peso seco al horno (kg)	3.47	3.90	3.85	3.59	3.54	3.43	3.55	3.65	3.57	3.87	3.81	3.67
Absorción (Kg/m <sup>3</sup> )	117.7	114.3	101.0	113.6	105.0	111.3	125.1	115.8	118.6	100.3	94.8	90.3
<b>Absorción %</b>	<b>5.19</b>	<b>5.06</b>	<b>4.44</b>	<b>5.30</b>	<b>4.90</b>	<b>5.20</b>	<b>5.67</b>	<b>5.20</b>	<b>5.38</b>	<b>4.44</b>	<b>4.17</b>	<b>3.96</b>

Fuente: elaboración propia.

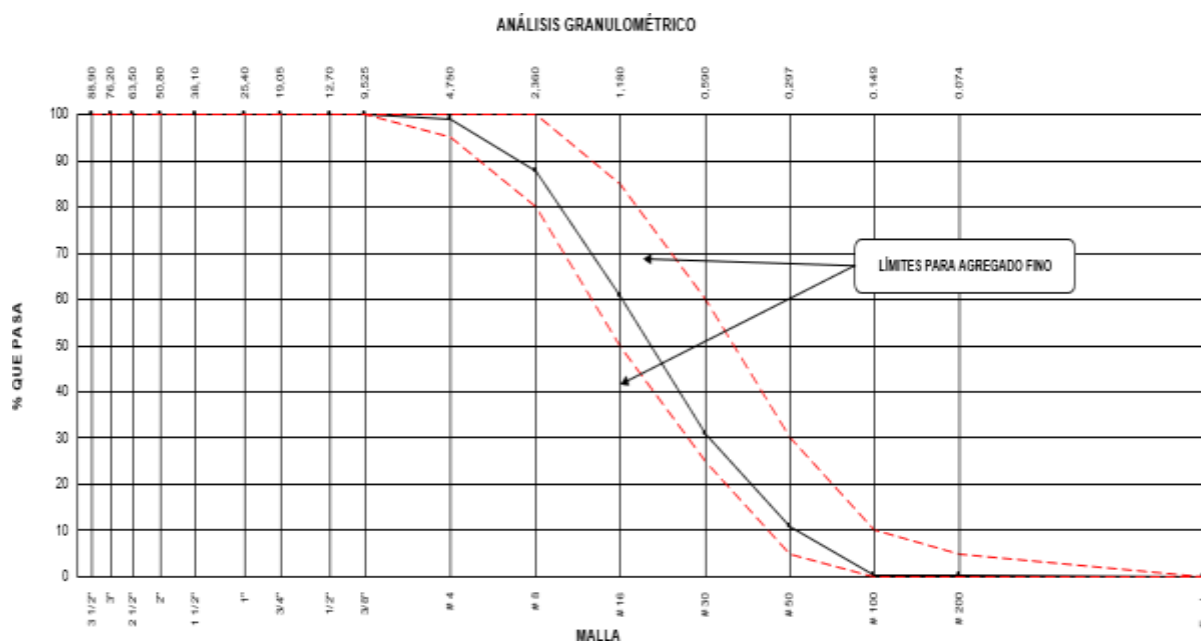
## CAPÍTULO III: RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados de los diferentes ensayos realizados en el anterior capítulo; que con llevaron a determinar los efectos de la adición de vidrio reciclado, en la resistencia a compresión y absorción en adoquines de concreto para pavimentos de tránsito vehicular ligero. Dichos ensayos fueron ejecutados por el laboratorio MATESTLAB S.A.C. A continuación, se exponen estos resultados según la lógica del procedimiento descrito en la metodología.

### 3.1. Caracterización de los agregados

#### 3.1.1. Caracterización del agregado fino

En la figura 5 se presenta el comportamiento del agregado fino en la mezcla, para el cual se observa una curva sigmoidea decreciente en función del diámetro de partícula del tamiz, cuyas magnitudes se encuentran dentro de los límites para agregado fino según la normativa (ASTM C33). Asimismo, en la tabla 10 se muestran las propiedades físicas resultante para el agregado fino del diseño de mezcla planetado.



**Figura 5.** Curva sigmoidea del análisis granulométrico del agregado fino.

Fuente: Laboratorio MATESTLAB S.A.C (2020).

**Tabla 10.** *Características físicas del agregado fino*

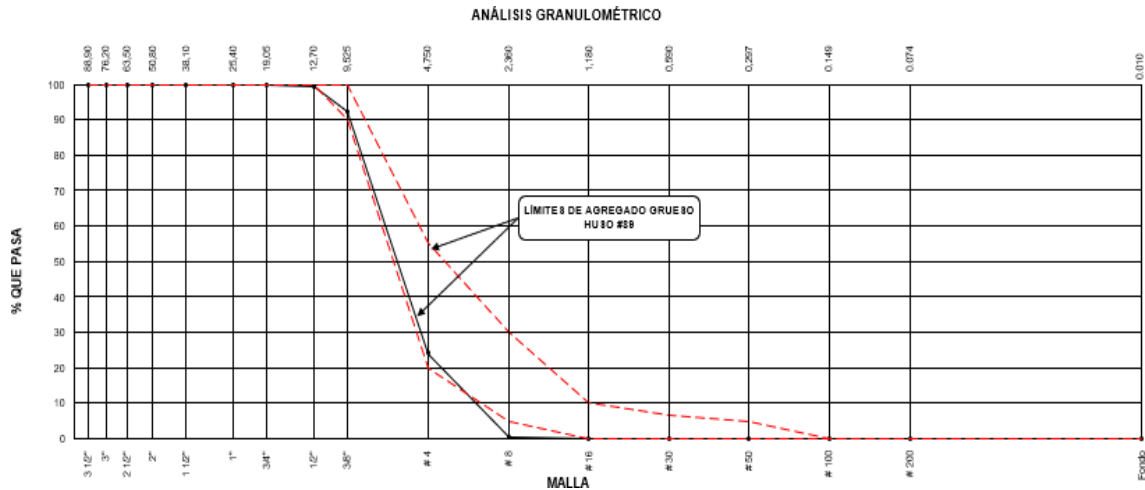
<b>Características</b>	<b>Valor</b>
<b>Peso Específico Masa Seco (kg/m<sup>3</sup>)</b>	2662.00
<b>P. Específico Masa SSS (kg/m<sup>3</sup>)</b>	2698.00
<b>P. Específico Masa aparente (kg/m<sup>3</sup>)</b>	2763.00
<b>P. Unitario compactado (kg/m<sup>3</sup>)</b>	1770.00
<b>P. Unitario suelto (kg/m<sup>3</sup>)</b>	1660.00
<b>Absorción (%)</b>	1.40
<b>Contenido de humedad (%)</b>	3.60
<b>Módulo de fineza</b>	3.02
<b>% &lt; Malla N° 200 (0.75 mm)</b>	2.30

Fuente: Laboratorio MATESTLAB S.A.C (2020)

Las características físicas del agregado fino presentadas en la tabla 10, comprenden el peso específico de masa seca, peso específico de masa (SSS), peso específico de masa aparente, peso unitario compactado, peso unitario suelto, absorción, contenido de humedad, módulo de fineza el porcentaje que pasa la malla número 200. Los mismos que cumplen los requisitos de las normas utilizadas para sus ensayos.

### **3.1.2. Caracterización del agregado grueso**

De manera análoga que para el agregado fino, en la figura 6 se observa una curva sigmoidea decreciente en función del diámetro de partícula del tamiz, cuyas magnitudes se encuentran dentro de los límites para agregado grueso según la normativa (ASTM C33), con tendencia hacia el límite inferior. Asimismo, se presentan las características físicas del agregado grueso mediante la tabla 11.



**Figura 6.** Curva sigmoidea del análisis granulométrico del agregado grueso.  
Fuente: Laboratorio MATESTLAB S.A.C (2020).

**Tabla 11.** Características físicas del agregado grueso

Características	Valor
Peso Específico Masa Seco (kg/m <sup>3</sup> )	2725.00
P. Específico Masa SSS (kg/m <sup>3</sup> )	2744.00
P. Específico Masa aparente (kg/m <sup>3</sup> )	2778.00
P. Unitario compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1599.00
P. Unitario suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1479.00
Absorción (%)	0.70
Contenido de humedad (%)	1.80
Módulo de fineza	5.84
% < Malla N° 200 (0.75 mm)	0.17
Tamaño máximo	1/2"
Tamaño máx. Nominal	3/8"

Fuente: Laboratorio MATESTLAB S.A.C (2020).

Las características físicas del agregado fino presentadas en la tabla 11, comprenden el peso específico de masa seca, peso específico de masa (SSS), peso específico de masa aparente, peso unitario compactado, peso unitario suelto, absorción, contenido de humedad, módulo de fineza, el porcentaje que pasa la malla número 200, el tamaño máximo y el tamaño máximo nominal. Los mismos que cumplen los requisitos de las normas utilizadas para sus ensayos.

### 3.4. Ensayos de adoquines

#### 3.4.1. Ensayos de adoquines

Los resultados de los aspectos visuales de los adoquines se caracterizan en la tabla 12.

**Tabla 12.** Características de los adoquines elaborados para el diseño de mezcla planteado

% VIDRIO (nivel)	N° MUESTRA	CARACTERISTICAS								
		DIMENSIONES			Peso (kg)	Textura	Color			
		Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)						
0% Patrón	1				3.826					
	2				3.804					
	3	20	10	8	3.794	Lisa	Gris Claro			
	4				3.818					
	5				3.835					
	6				3.782					
1				3.642						
2				3.589						
5%	3	20	10	8	3.631	Lisa	Gris Claro			
	4				3.593					
	5				3.610					
	6				3.627					
	1				3.733					
	2				3.734					
10%	3	20	10	8	3.749	Lisa	Gris Claro			
	4				3.692					
	5				3.685					
	6				3.727					
	1				3.826					
	2				3.83					
15%	3	20	10	8	3.819	Lisa	Gris Claro			
	4				3.848					
	5				3.837					
	6				3.812					
	Promedio:							3.743		

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 12 se puede observar que el total de adoquines elaborados para el diseño muestral (24 probetas), tuvieron las mismas características dimensionales siendo de 20 x 10 x 8 cm; así mismo, presentaron un peso promedio de 3.743 Kg, una textura lisa y un color gris claro.

### 3.4.2. Resistencia a compresión y absorción del diseño patrón

Los resultados de resistencia a compresión para el diseño patrón se muestran en la tabla 13.

**Tabla 13.** Resistencia a compresión de adoquines del diseño patrón

Indicador	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )		
	7 días	14 días	28 días
Máximo	273 kg/cm <sup>2</sup>	346 kg/cm <sup>2</sup>	390 kg/cm <sup>2</sup>
Mínimo	265 kg/cm <sup>2</sup>	334 kg/cm <sup>2</sup>	376 kg/cm <sup>2</sup>
Media	269 kg/cm <sup>2</sup>	340 kg/cm <sup>2</sup>	383 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 13, se puede determinar que la máxima resistencia a compresión a 28 días es de 390kg/cm<sup>2</sup>, alcanzando el diseño establecido como indica la NTP 399.611, para un adoquín tipo II.

**Tabla 14.** Absorción de adoquines del diseño patrón

Muestra (28 días)	Absorción %		
	1	2	3
Absorción %	5.2	5.1	4.4

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 14, se muestra los resultados del porcentaje de absorción, obteniéndose como valor máximo 5.2% y un mínimo de 4.4%, cumpliendo lo establecido en la NTP 399.611.

### 3.4.3. Resistencia a compresión y absorción del diseño de concreto con adición de vidrio reciclado tratado, con la máquina de los ángeles

Los resultados de resistencia a compresión para el diseño de concreto con adición de vidrio reciclado tratado, con la máquina de los ángeles, al 5%, 10%, 15% se muestran a continuación.

**Tabla 15.** Resistencia a compresión de adoquines con 5% de vidrio reciclado

Indicador	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )		
	7 días	14 días	28 días
Máximo	288 kg/cm <sup>2</sup>	372 kg/cm <sup>2</sup>	405 kg/cm <sup>2</sup>
Mínimo	278 kg/cm <sup>2</sup>	357 kg/cm <sup>2</sup>	394 kg/cm <sup>2</sup>
Media	284 kg/cm <sup>2</sup>	364 kg/cm <sup>2</sup>	399 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: elaboración propia.



En la tabla 15, se puede determinar que la máxima resistencia a compresión a 28 días es de 405kg/cm<sup>2</sup>, alcanzando el diseño establecido como indica la NTP 399.611, para un adoquín tipo II.

**Tabla 16.** *Absorción de los adoquines con 5% de vidrio reciclado*

Absorción %			
Muestra (28 días)	1	2	3
Absorción %	5.30	4.90	5.20

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 16, se muestra los resultados del porcentaje de absorción, obteniéndose como valor máximo 5.3% y un mínimo de 4.9%, cumpliendo lo establecido en la NTP 399.611.

**Tabla 17.** *Resistencia a compresión de adoquines con 10% de vidrio reciclado*

Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )			
Indicador	7 días	14 días	28 días
Máximo	293 kg/cm <sup>2</sup>	385 kg/cm <sup>2</sup>	421 kg/cm <sup>2</sup>
Mínimo	290 kg/cm <sup>2</sup>	374 kg/cm <sup>2</sup>	409 kg/cm <sup>2</sup>
Media	292 kg/cm <sup>2</sup>	380 kg/cm <sup>2</sup>	415 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 17, se puede determinar que la máxima resistencia a compresión a 28 días es de 421kg/cm<sup>2</sup>, alcanzando el diseño establecido como indica la NTP 399.611, para un adoquín tipo II.

**Tabla 18.** *Absorción de los adoquines con 10% de vidrio reciclado*

Absorción %			
Muestra (28 días)	1	2	3
Absorción %	5.7	5.2	5.4

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 18, se muestra los resultados del porcentaje de absorción, obteniéndose como valor máximo 5.7 % y un mínimo de 5.2%, cumpliendo lo establecido en la NTP 399.611.

**Tabla 19.** Resistencia a compresión de adoquines con 15% de vidrio reciclado

Indicador	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )		
	7 días	14 días	28 días
Máximo	305 kg/cm <sup>2</sup>	403 kg/cm <sup>2</sup>	456 kg/cm <sup>2</sup>
Mínimo	297 kg/cm <sup>2</sup>	386 kg/cm <sup>2</sup>	437 kg/cm <sup>2</sup>
Media	300 kg/cm <sup>2</sup>	395 kg/cm <sup>2</sup>	446 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 19, se puede determinar que la máxima resistencia a compresión a 28 días es de 456kg/cm<sup>2</sup>, alcanzando el diseño establecido como indica la NTP 399.611, para un adoquín tipo II.

**Tabla 20.** Absorción de los adoquines con 15% de vidrio reciclado

Muestra (28 días)	Absorción %		
	1	2	3
Absorción %	4.4	4.2	4.0

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 20, se muestra los resultados del porcentaje de absorción, obteniéndose como valor máximo 4.4 % y un mínimo de 4.0%, cumpliendo lo establecido en la NTP 399.611.

#### 3.4.4. Resistencia a compresión y absorción de los adoquines para 4 niveles de vidrio reciclado

Partiendo de los resultados mostrados en la tabla 8, se realizó un promedio para cada nivel de muestra (% de vidrios al 0%, 5%, 10% y 15%) para los adoquines ensayados a 7, 14 y 28 días de curado; cuyos valores de resistencia a la compresión se resumen en la tabla 21. Siendo los valores para adoquines convencionales, los representados por la adición de 0% de vidrio reciclado.

**Tabla 21.** Resistencia a la compresión de los adoquines para 4 niveles de vidrio reciclado

Días de curado	% Vidrio reciclado	Resistencia a la compresión promedio		Resistencia a la compresión de diseño (NTP 399.604)	
		Kg/cm <sup>2</sup>	MPa	Kg/cm <sup>2</sup>	MPa
7 días	0%	269	26.38	350	34.32
	5%	284	27.85		
	10%	292	28.64		
	15%	300	29.42		
14 días	0%	340	33.34	350	34.32
	5%	364	35.7		
	10%	380	37.27		
	15%	395	38.74		
28 días	0%	383.47	37.60	350	34.32
	5%	399.12	39.13		
	10%	415.26	40.70		
	15%	446.37	43.80		

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 21 se puede observar los valores promedio de resistencia a compresión para los 4 porcentajes de vidrio reciclado en adoquines de 7, 14 y 28 días de curado; resultando mayor valor de la resistencia a compresión para los 28 días de curado, siendo el aumento de esta, directamente proporcional a la cantidad de vidrio adicionado; con esta lógica pues, se obtuvo mayor valor de resistencia a compresión para el 15% de adición de vidrio en los adoquines de 28 días de curado, con un valor de 446.37 kg/cm<sup>2</sup> estando 38% por encima del valor de diseño permitido 350 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 22.** Absorción en adoquines tipo II para 4 niveles (%) de vidrio reciclado

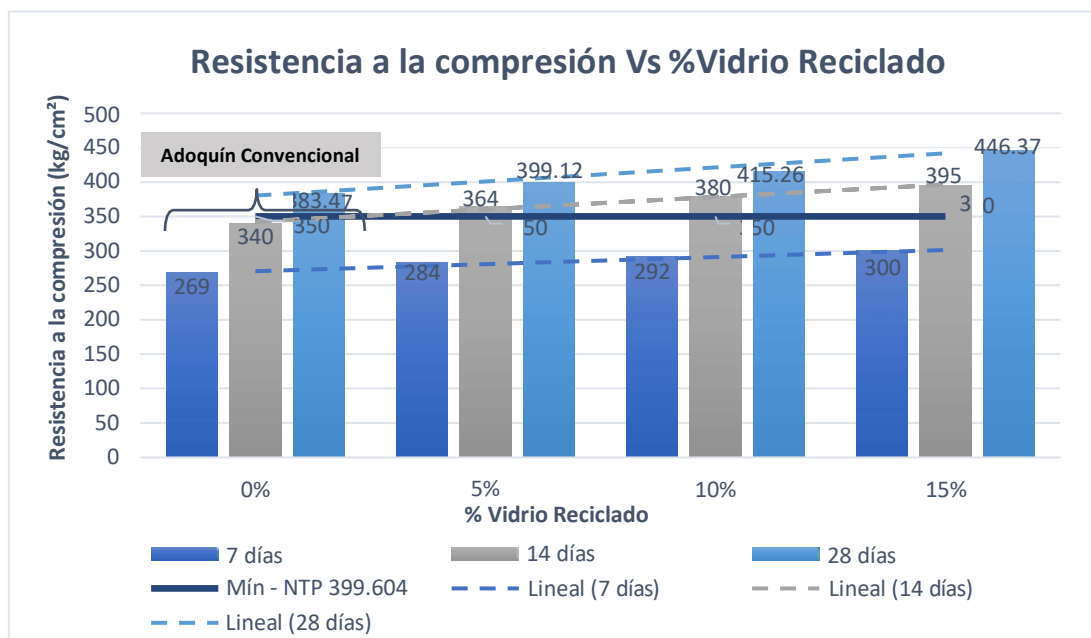
% Vidrio reciclado	% Absorción			% Absorción promedio	% Absorción máxima (NTP 399.604)	
	M1	M2	M3		Promedio 3 unidades	Unidad individual
0%	5.2	5.1	4.4	4.9	6	7.5
5%	5.3	4.9	5.2	5.1		
10%	5.7	5.2	5.4	5.4		
15%	4.4	4.2	4.0	4.2		

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 22 se puede observar que los valores de absorción resultante para cada porcentaje de adición de vidrio son menores al valor máximo establecido por la norma para el promedio de 3 unidades, cuyo valor es 6%; esto indica que los valores de absorción obtenidos cumplen con los requisitos normativos. Asimismo, el valor de absorción más conveniente resultó para el 15% de adición de vidrio, siendo este 4.2%.

### 3.5. Comparación entre los adoquines de concreto convencional y los adoquines con adición de vidrio reciclado

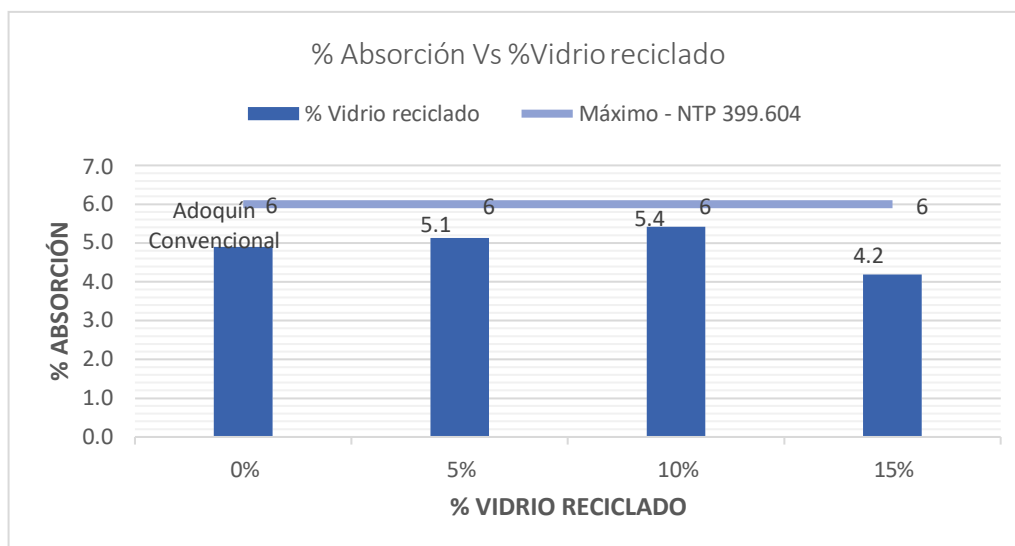
Respecto a las propiedades, la resistencia a la compresión se compara mediante el gráfico de la figura 7 y, respecto a la absorción, mediante el gráfico de la figura 9.



**Figura 7.** Comparación entre la resistencia a la compresión de adoquín de concreto convencional contra adoquín de concreto adicionado con vidrio reciclado.

**Fuente:** elaboración propia.

En el gráfico de la figura 7, se puede observar que la resistencia a la compresión presenta una tendencia de crecimiento lineal directamente proporcional a la adición de vidrio reciclado, partiendo del adoquín convencional, representado para la adición de 0% de vidrio cuyos valores de resistencia a la compresión resultaron menores a los obtenidos con adiciones de vidrio para los diferentes días de curado.



**Figura 8.** Comparación entre la absorción de adoquín de concreto convencional contra adoquín de concreto adicionado con vidrio reciclado.

Fuente: elaboración propia.

En el gráfico de la figura 8 se puede observar que, tanto para el adoquín convencional como el adicionado con vidrio reciclado, presentan porcentajes de absorción que cumplen con la norma, cuyos valores se encuentran por debajo de 6%. Sin embargo, a menor absorción mejor es el comportamiento del adoquín, por lo tanto, el valor más óptimo de absorción (4.2%) viene dado para los adoquines adicionados con 15% de vidrio reciclado.

Por otro lado, en cuanto a los costos de elaboración del adoquín, estos se determinaron mediante el método de precio unitario en función de cada componente de la mezcla (cemento, agregado fino, agregado grueso, vidrio reciclado), lo cual está detallado en el anexo 13, y los resultados generales se resumen en la tabla 23, a continuación.

**Tabla 23.** Comparación de costos entre adoquines convencionales y adicionados con vidrio

P.U. DE ADOQUIN					
DISEÑO DE MEZCLA	UND	P.U.	CANTIDAD	P.UNITARIO	DIFERENCIA
Convencional (0% VR)	m <sup>3</sup>	S/. 355.48	0.0016	S/0.57	0%
5%	m <sup>3</sup>	S/. 364.56	0.0016	S/0.58	3%
10%	m <sup>3</sup>	S/. 373.64	0.0016	S/0.60	5%
15%	m <sup>3</sup>	S/. 382.72	0.0016	S/0.61	8%

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 23 se puede observar el precio unitario de cada adoquín para los diferentes diseños de mezclas, encontrándose para el porcentaje óptimo del 15% un costo unitario de 0.61 soles, cuya variación respecto al adoquín convencional resultó en 8% por encima. Considerando los grandes beneficios al ambiente, que puede aportar utilizar materiales reciclables como el vidrio, lo cual conlleva a gestiones sostenibles en las empresas, que a mediano y largo plazo este costo lo justifica. Además, para futuras investigaciones se podría mejorar los diseños de mezcla buscando optimizar, asimismo, los costos unitarios respecto a materiales.

### 3.7. Comprobación de las hipótesis

Para este estudio se consideraron los resultados de resistencia a compresión y absorción para los adoquines de 28 días de edad (curados).

#### 3.7.1. Comprobación de la resistencia a la compresión y absorción en adoquines de concreto convencional tipo II

Esta hipótesis se comprobó comparando los valores de resistencia a la compresión y absorción de los adoquines convencionales, es decir, para 0% de adición de vidrio reciclado, con los valores establecidos en la NTP 399.604 para estas propiedades en adoquines de concreto tipo II (para tránsito vehicular ligero), obteniéndose los resultados de la tabla 24.

**Tabla 24.** *Comprobación de la resistencia a la compresión y absorción en adoquines de concreto convencional tipo II según criterios de la NTP 399.604.*

<b>Adoquín convencional Tipo II</b>			
<b>%Absorción (promedio x 3 M)</b>		<b>Resistencia a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	
<b>Obtenido</b>	<b>NTP 399.604</b>	<b>Obtenido</b>	<b>NTP 399.604</b>
4.90%	6% Máx.	383.47	350

Fuente: elaboración propia.

Como se puede apreciar en la tabla 24, los valores de la resistencia a la compresión, así como el de absorción, resultaron óptimos, cumpliendo con lo establecido en la normativa, por tanto, la hipótesis planteada en esta investigación, se acepta.

### 3.7.2. Comprobación del efecto de la adición de 5%, 10% y 15% de vidrio reciclado, en la resistencia a la compresión y absorción en adoquines tipo II

#### 3.7.2.1. Comprobación del efecto de la adición de vidrio reciclado en la resistencia a la compresión en adoquines de tipo II

Para comprobar si la adición de vidrio reciclado tiene un efecto significativo en la resistencia a compresión de adoquines para pavimentos de tránsito vehicular ligero, se planteó la prueba de comparación de media de ANOVA, con el correspondiente contraste post- hoc de Turkey, para ello se establecieron las siguientes hipótesis estadísticas:

- $H_1$  = La resistencia a compresión en los adoquines varía ante diferentes porcentajes de adición de vidrio.
- $H_0$  = La resistencia a compresión en los adoquines no varía ante diferentes porcentajes de adición de vidrio.

Regla de decisión: Se acepta  $H_0$  si el p-valor calculado es mayor que el nivel de significancia estipulado (en este caso, 5%); en caso contrario, se rechaza y se asume que la resistencia a compresión es distinta entre los grupos evaluados; así los resultados de este análisis se presentan en la tabla 25.

**Tabla 25.** *Análisis estadístico ANOVA para los valores de resistencia a la compresión*

Absorción	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	6,530.00	3	2,176.670	42.061	0.000
Dentro de grupos	414.00	8	51,750		
Total	6,944.00	11			

Fuente: elaboración propia.

Conforme se observa de la Tabla 25, siendo p-valor = 0.000 (< 0.05), se rechaza  $H_0$ , así es posible indicar que la resistencia a compresión es distinta entre los grupos evaluados, compuestos por adiciones de 0%, 5%, 10% y 15% de vidrio reciclado, tratado con la máquina

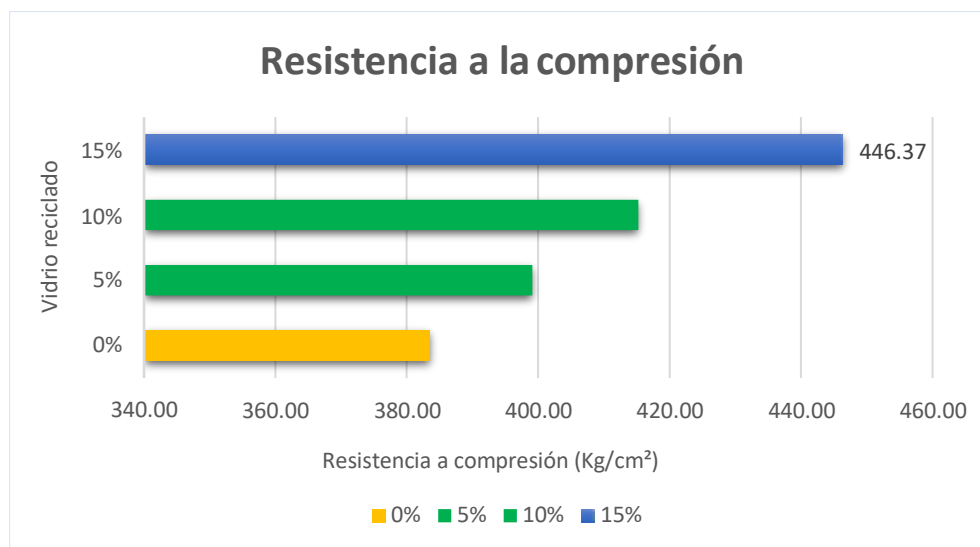
de Los Ángeles. Seguidamente, en la Tabla 26, se presenta los resultados de la prueba de Turkey.

**Tabla 26.** *Análisis estadístico Turkey para comprobación de valores de resistencia a compresión*

Grupo	N	Sub conjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
0%	3	383.33		
5%	3	399.00	399.00	
10%	3		415.33	
15%	3			446.33
Sig.		0.106	0.091	1.000

Fuente: elaboración propia.

En el último subconjunto de la tabla 26, aparece el grupo de control correspondiente al mayor valor, evidenciándose que hay un efecto potencialmente significativo en la resistencia a la compresión de adoquines de concreto tipo II, para el 15% de adición de vidrio reciclado. Estos resultados se pueden ilustrar gráficamente mediante la figura 9, en donde se puede apreciar el comportamiento antes descrito.



**Figura 9.** *Diferencia entre las medias de la resistencia a la compresión*

Fuente: elaboración propia.

Tal como se explicó, en el gráfico de la figura 9 se puede observar que el grupo de control con mayor diferencia entre las medias resultó para la adición de 15% de vidrio



reciclado, notándose un valor de resistencia a la compresión mayor, seguido por los grupos de control 10% y 5%, identificados de color verde.

### 3.7.2.2 Comprobación del efecto de adición de vidrio reciclado en la absorción de adoquines tipo II

Para esta comprobación, se planteó el mismo análisis anterior para la resistencia a la compresión, planteándose las siguientes hipótesis:

- $H_1$  = El porcentaje medio de absorción en los adoquines varía ante diferentes porcentajes de adición de vidrio.
- $H_0$  = El porcentaje medio de absorción en los adoquines no varía ante diferentes porcentajes de adición de vidrio.

Regla de decisión: Se acepta  $H_0$  si el p-valor calculado es mayor que el nivel de significancia estipulado (en este caso, 5%); en caso contrario, se rechaza y se asume que la absorción es distinta entre los grupos evaluados; así los resultados de este análisis se presentan en la tabla 27.

**Tabla 27.** *Análisis estadístico ANOVA para valores de absorción*

Absorción	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	2.483	3	0.828	9.835	0.005
Dentro de grupos	0.673	8	0.084		
Total	3.157	11			

Fuente: elaboración propia.

Conforme se observa de la tabla 27, siendo p-valor = 0.005 ( $< 0.05$ ), se rechaza  $H_0$ , así es posible indicar que la absorción es distinta entre los grupos evaluados, compuestos por adiciones de 0%, 5%, 10% y 15% de vidrio reciclado, tratado con la máquina de Los Ángeles. Seguidamente, en la tabla 28, se presenta los resultados de la prueba de Turkey, demostrándose que el grupo experimental a 15% de adición de vidrio y el grupo de control no presentan diferencias estadísticas significativas entre ellos; sin embargo, ambos reflejan un porcentaje de

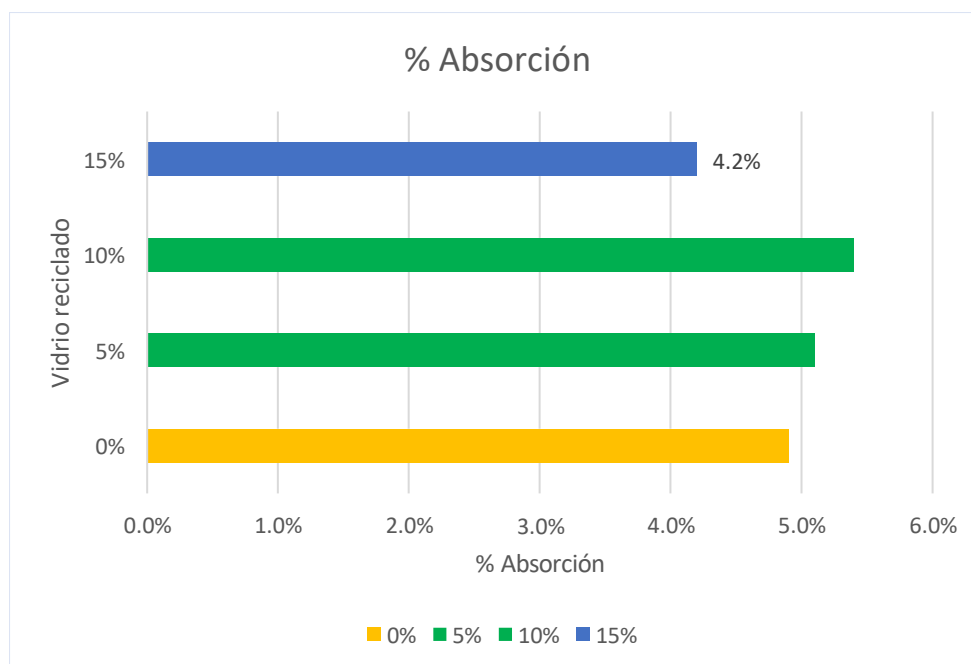
absorción más bajo que los grupos experimentales a 5% y 10%, considerándose como los valores más óptimos en comparación al máximo establecido por la norma (6%).

**Tabla 28.** Análisis estadístico Turkey para comprobación de valores de absorción

Grupo	N	Sub conjunto para alfa = 0.05	
		1	2
15%	3	4.20	
0%	3	4.90	4.90
5%	3		5.13
10%	3		5.40
Sig.		0.071	0.189

Fuente: elaboración propia.

Los valores de la tabla 28, también se pueden ilustrar gráficamente para observar la diferencia entre las medias, mostradas por la prueba de Tukey, tal como se muestra en la figura 10.



**Figura 10.** Diferencia entre las medias de la absorción, según Tukey.

Fuente: elaboración propia.

A diferencia de la resistencia a la compresión, que se busca sea mayor, con la absorción ocurre lo contrario, se busca que esta sea menor; específicamente, menor o igual al 6% establecido por la NTP 399.604; por lo que en el gráfico de la figura 10 se puede observar que, si bien todos

los valores obtenidos cumplen con el requisito de la norma, el menor valor se obtuvo para el 15% de adición de vidrio (identificado de color azul), indicando que este es el valor más óptimo para esta propiedad.

### **3.7.3. Comprobación de las diferencias entre la resistencia a la compresión y absorción en adoquines de concreto convencional (tipo II) contra adoquines de concreto (tipo II) adicionados con vidrio reciclado**

Esta hipótesis se puede comprobar de acuerdo a los resultados mostrados en el apartado 3.3. En donde se comparan las propiedades obtenidas en adoquines para 5%, 10% y 15% de adición de vidrio reciclado contra las mismas propiedades, resultantes para adoquines con 0% de adición de vidrio. Observándose el comportamiento mediante las figuras 7 y 8. Con base a ello, se acepta esta hipótesis planteada en la presente investigación, es decir, la hipótesis alternativa ; por tanto, se rechaza la hipótesis nula.

## CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusión

La presente investigación planteó determinar los efectos de la adición de vidrio reciclado tratado, con la máquina de los ángeles, en la resistencia a compresión y absorción en adoquines de concreto para pavimentos de tránsito vehicular ligero, Lima 2020. Los resultados obtenidos demostraron de forma global, que la resistencia a la compresión y la absorción en adoquines de concreto de tipo II, mejoraron significativamente con la adición de vidrio reciclado.

#### 4.1.1. Resistencia a la compresión y absorción en adoquines de concreto convencional

Los valores de resistencia a la compresión y absorción en los adoquines convencionales elaborados para esta investigación, resultaron óptimos a los 28 días de edad, es decir, ambos cumplieron con los requisitos establecidos en la normativa. En este sentido, se obtuvo un valor de resistencia a la compresión de 383.47 kg/cm<sup>2</sup> para estas unidades de albañilería, siendo mayor que el valor de diseño escogido de acuerdo a la norma (350 kg/cm<sup>2</sup>). En cuanto a la absorción, se obtuvo un valor promedio de 4.9%, cumpliendo este con lo requerido por la norma, la cual establece que para 3 unidades experimentales, el promedio debe ser 6% máximo en la absorción para adoquines de tipo II.

#### 4.1.2. Resistencia a la compresión y absorción en adoquines tipo II adicionados con 5%, 10% y 15% de vidrio reciclado

Entre los tres grupos de 7, 14 y 28 días de edad, el mayor valor de resistencia se obtuvo para los adoquines con 28 días de edad, presentando un incremento del 28% respecto al valor de diseño (350 Kg/cm<sup>2</sup>) cuyo valor fue 446.37 Kg/cm<sup>2</sup>. Respecto a la absorción, el valor óptimo se obtuvo para el mismo porcentaje de adición de vidrio reciclado (15%) cumpliendo con el valor máximo establecido en la norma técnica (6%) y siendo el menor entre el grupo. La

bibliografía menciona, que a menor absorción, menor será la cantidad de agua a emplearse en el diseño de mezcla e influyendo en las propiedades mecánicas del concreto (Helfgot, 2000). En este sentido, se podría decir que los resultados optimizan en cierta manera, al diseño de mezcla resultante. En general, todos los resultados mejoraron con la adición de vidrio reciclado, en relación al aumento de porcentaje de este.

Tanto los resultados de resistencia a la compresión como los de absorción para los 28 días de edad, se comprobaron mediante los análisis estadístico ANOVA y Turkey, en los que se demostró que a un nivel de significancia del 5% (0.05) si hay efecto de la adición del vidrio reciclado en estas propiedades; así mismo se comprobó que el mayor efecto se obtuvo para el 15% de adición.

#### **4.13. Comparación de la resistencia a la compresión y absorción entre adoquines convencionales de tipo II y adoquines adicionados con vidrio reciclado**

La resistencia a la compresión y absorción en adoquines de concreto adicionado con 5%, 10% y 15%, resultaron mejores que las obtenidos en adoquines de concreto convencional (0% de vidrio reciclado), habiéndose obtenido un comportamiento directamente proporcional en el aumento de la resistencia a la compresión, con el incremento en la adición de vidrio. Para todos los casos, especialmente para los grupos de 28 días de edad, el valor de resistencia a la compresión fue superior para el 15% de adición de vidrio, en un 16% respecto al valor patrón o convencional, pasando de 383.47 kg/cm<sup>2</sup> a 446.37 kg/cm<sup>2</sup>. En cuanto a la absorción, esta resultó mayor en adoquines adicionado con 15% de vidrio, cuyo valor resultó en 4.2%, habiendo una mejora respecto al adoquín convencional de 14%, pasando de 4.9% a 4.2%; recordando que la tendencia, según la norma es que este valor sea menor al 6%, siendo el segundo, en todo caso, más óptimo; al contrario de lo que se buscó con la resistencia a la

compresión, es decir, aumento de su magnitud ya que esta es el mejor atributo en cuanto a propiedades mecánicas del concreto.

#### **4.2. Contraste de los resultados con otras investigaciones**

Los resultados de la presente investigación se contrastan con los obtenidos por Paredes (2019), ya que este analizó la resistencia a compresión del concreto con adición de vidrio reciclado para proporciones de 15%, 20% y 25%. Al igual que en esta investigación, aplicó el ensayo de resistencia a compresión para 7, 14 y 28 días de edad del concreto, obteniendo como resultado un el mayor incremento en la resistencia a la compresión en 18.32% para el 15% de adición del vidrio, en comparación al concreto convencional. Asimismo, sus resultados se diferencian a los obtenidos en la presente investigación, ya que su metodología fue diferente, habiendo empleado especímenes cilíndricos, en tanto que en la presente, se emplearon las unidades de adoquines cuya forma es rectangular, los porcentajes de vidrio que empleo fueron mayores y su resistencia a compresión se comparó contra un diseño de mezcla de 210 kg/cm<sup>2</sup> a diferencia de la utilizada en esta (350 kg/cm<sup>2</sup>).

Por otro lado, los resultados de esta investigación presentan concordancia con los obtenidos por Poma (2019) y Ochoa (2018), ya que en sus investigaciones también evaluaron el efecto de la adición de vidrio molido en las propiedades del concreto, enfatizando en la resistencia a la compresión del concreto. Ambos obtuvieron mejoras en dicha propiedad con adiciones del vidrio para las edades de 7, 14, 21 y 28 días. La diferencia radica en que el primero, aplicó el estudio para un diseño de mezcla de 210 kg/cm<sup>2</sup> y para porcentajes de vidrio más bajos, siendo el superior 3%, para el cual obtuvo el mayor aumento de resistencia a la compresión en 6.17% respecto al convencional. Mientras que el segundo, estudio 3 diseños de mezclas y porcentajes de vidrio diferentes, obteniendo mayor resistencia a la compresión con 10% de vidrio molido para todos los diseños.

Análogamente, los resultados de esta investigación se comprueban con los determinados por Huapaya y Valdivia (2019) en su investigación, en la cual usaron residuo de vidrio pulverizado para la elaboración de concreto ecológico. De la misma manera que en la presente investigación, obtuvo un comportamiento creciente directamente proporcional entre la resistencia a la compresión y la adición de vidrio reciclado, encontrando como valor óptimo el 7% de vidrio adicionado. La diferente respecto a los resultados aquí obtenidos radica en que, para adiciones de vidrio mayor al 7% la resistencia a la compresión presentó un comportamiento decreciente, considerando que el diseño de mezcla estudiado también fue diferente al aquí planteado.

Asimismo, la investigación de Walhoff (2017) aporta valor a la presente, ya que este autor evaluó la resistencia a la compresión de una mezcla de concreto sustituyendo 5%, 10% y 15% del cemento Portland por vidrio molido. Siendo estos porcentajes los mismos en magnitud, a los utilizados en la presente investigación. Sus resultados arrojaron mayor resistencia a la compresión para una sustitución de cemento del 10% por vidrio reciclado. A diferencia de este trabajo, su estudio se aplicó para un diseño de mezcla diferente ( $210 \text{ kg/cm}^2$ ), para probetas cilíndricas, condiciones que contrastan estos resultados.

De la misma manera, los resultados aquí obtenidos aportan a los planteados por Espinoza (2017), en cuya investigación analizó el comportamiento del polvo de vidrio transparente a un tamaño de partícula de  $75 \mu\text{m}$ , como material cementante. Al igual que en esta investigación, sus resultados determinaron que la resistencia a la compresión mejoró en edades de 28 días, presentando un incremento significativo del 48% con la adición de 20% de vidrio molido, siendo este valor el menor de todas las proporciones adicionadas. A diferencia de esta investigación en el que se aplicó el método ACI 211, su diseño de mezcla fue basado en el método de Douglas Montgomery con el que evaluó el vidrio como componente cementante para la elaboración de cementos terciarios; además, empleó porcentajes de vidrio

más altos y para 8 niveles, entre el rango 20-30%. Lo que se evidencia de manera global, es la mejora de la resistencia a la compresión con adición de vidrio.

Finalmente, los resultados obtenidos por Cabrera (2014) también respaldan los determinados en esta investigación. Pues dicho autor comparó la resistencia a la compresión de adoquines de concreto y otros elaborados con vidrio reciclado, aplicando la misma metodología que aquí se planteó. Sus resultados mostraron un comportamiento similar al obtenido, habiendo determinado mayor incremento en la resistencia a la compresión en 48% para el 20% de adición de vidrio reciclado y valores de absorción menores 6%, cumpliendo con los requisitos establecidos en la normativa. La diferencia entre ambos resultados radica en que su estudio fue aplicado para 6 niveles (%) de adición de vidrio, siendo 0%, 5%, 10%, 15%, 20% y 50% y en la calidad de los materiales utilizados para el diseño de la mezcla, por ejemplo un cemento de marca comercial diferente.

### 4.3. Conclusiones

De la pregunta general se concluye lo siguiente:

- La adición de vidrio reciclado tratado, con la máquina de los ángeles, tuvo efectos significativos en la resistencia a la compresión y en la absorción de adoquines de concreto para tránsito vehicular ligero. Comprobándose mediante el análisis estadístico que para un nivel de significancia del 5% (0.0) si hubo efecto. A su vez, este fue significativo especialmente para adoquines con 15% de adición de vidrio reciclado según mostró el análisis Turkey.
- Se determinó la resistencia a compresión y la absorción en adoquines de concreto convencional, es decir, para 0% de vidrio reciclado. Para la primera se obtuvo como valores óptimos 269 kg/cm<sup>2</sup>, 340 kg/cm<sup>2</sup> y 383.47 kg/cm<sup>2</sup> para los 7, 14 y 28 días de



edades respectivamente. Para la segunda, se obtuvo 4.2%, encontrándose ambas propiedades dentro de los valores establecidos por la normativa.

De la segunda pregunta específica se concluye que:

- El porcentaje óptimo de vidrio que arrojó el mejor resultado de la resistencia a la compresión y de absorción fue el 15% de adición, arrojando  $446.37 \text{ kg/cm}^2$  y 4.2% respectivamente.

De la tercera y última pregunta se concluye lo siguiente:

- Al comparar la resistencia a la compresión y la absorción de adoquines de concreto convencionales (0% de vidrio reciclado), se encontró que estas propiedades mejoraron con la adición de vidrio reciclado para todos los niveles utilizados, resultando valores superiores a las propiedades convencionales. Notándose una diferencia promedio de 16% para la resistencia a la compresión y de 14% para la absorción con adición óptima del 15% de vidrio reciclado. Asimismo, estos resultados se comprobaron con el análisis estadístico de Turkey, en el que se demostró que a un 95% de confianza, si hay variación significativa de estas propiedades con la adición de vidrio reciclado. En cuanto a los costos unitarios basado en el diseño de mezcla, se obtuvo que para el diseño óptimo de 15% de vidrio adicionado, la diferencia sólo fue del 8% respecto al diseño de mezcla convencional, para un costo unitario de S/.0.61 contra S/.0.57 respectivamente.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abanto, F. (2009 (2da Edición)). *Tecnología del concreto (Teoría y problemas)* . Lima: San Marcos E.I.R.L.
- Almeida, J., & Trujillo, C. (2017). Trabajo de graduación. *Principios Básicos de la Construcción Sostenible Utilizando Vidrio Triturado en la Elaboración de Hormigones*. Quito, Ecuador.
- Arango, S., & Zapata, J. (2013). Proyecto de grado. *Influencia de la Fibra de Vidrio en las Propiedades Mecánicas de Mezclas de Concreto*. Medellín, Colombia.
- Barrantes, J., & Holguín, R. (2015). Trabajo de Investigación. *Influencia del Porcentaje de Reemplazo de Ceniza Volante por Cemento, Sobre la Resistencia a la Compresión y Absorción en la Fabricación de Adoquines de Tránsito Liviano*. Trujillo, Perú.
- Cabrera, L. (2014). Tesis Profesional. “*Comparación de la Resistencia de Adoquines de Concreto y Otros Elaborados Con Vidrio Reciclado, Cajamarca 2014*”. Cajamarca, Perú.
- Carrasco, S. (2017). *Metodología de la investigación científica*. Lima: Editorial San Marcos.
- Catalan, C. (2016). Tesis. *Estudio de la Influencia de Vidrio Molido en Hormigones de Grado H15, H20 y H30*. Ambato, Ecuador.
- CEMIHOR. (2010). *Los áridos y su influencia en el concreto*. Obtenido de Cementos y Hormigones: <https://sites.google.com/site/cemyhor/-que-es-el-hormigon/los-aridos-y-su-influencia-en-el-concreto>
- Cillero, M. (2020). *Manuel.Cillero.es. Mi circunstancia digital*. Obtenido de Métrica 3: Análisis de coste/beneficio: <https://manuel.cillero.es/doc/metrica-3/tecnicas/analisis-coste-beneficio/>
- Corso, D., & Cuatin, M. (2011). Proyecto de titulación. *Diseño de una máquina semiautomática para la fabricación de adoquines y bloques*. Quito, Ecuador.

- Criado, C., Vera, C., Downey, P., & Soto, C. (2005). Influencia de la fibra de vidrio en las propiedades físico - mecánicas del hormigón. *Revista Ingeniería de Construcción Vol. 20. N°3*, 201.
- Defensoría del Pueblo. (2019). Informe Defensorial N°181. *Recomendaciones para mejorar la gestión de los residuos sólidos municipales*. Lima, Perú.
- EPAM. (2008). *Estudios y Proyectos Ambientales y Mecánicos*. Obtenido de Reciclaje y reutilización del vidrio.
- Esteban, K. (2018). Tesis Profesional. *Reaprovechamiento de los residuos de construcción y demolición, como agregado reciclado para la elaboración de adoquines, 2018*. Lima, Perú.
- Fernández, J. (2003). Textos Universitarios: El Vidrio. *Consejo Superior de Investigaciones Científicas - Departamento de Publicaciones*, 3ra edición.
- García, B. (2017). Tesis profesional. *Influencia de la fibra de vidrio en las propiedades mecánicas del concreto  $F'C=210$  Kg/Cm<sup>2</sup> en la ciudad de Puno*. Puno, Perú.
- Helfgot, A. (2000). *Ensayo de materiales*. La Plata: Kapelusz.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta ed.). D.F.: McGraw-HillInteramericana.
- Huapaya, D., & Valdivia, J. (2019). Trabajo de Investigación. *Uso del Residuo de Vidrio Pulverizado como Adición en la Elaboración de Concreto Ecológico*. Lima, Perú.
- Instituto Nacional de Calidad. (2010). Norma Técnica Peruana 399.611. *Unidades de Albañilería. Adoquines de Concreto para Pavimentos. Requisitos*. Lima, Perú.
- Instituto Nacional de la Calidad. (2010). Norma Técnica Peruana NTP 399.611. *Unidades de Albañilería. Adoquines de Concreto para Pavimentos. Requisitos*. Lima, Perú.
- Martínez, J. (2016). Trabajo Experimental. *Análisis Comparativo de la Resistencia a la Compresión Entre un Adoquín Convencional y Adoquines Preparados con Diferentes*

*Fibras: Sintética (Polipropileno), Orgánica (Estopa de Coco), Inorgánica (Vidrio).*

Ambato, Ecuador.

Mora, J. (2018). Trabajo de Diploma. *El Vidrio Reciclado y su conversión en Material de la Construcción. Estudios Prospectivos en la Provincia de Villa Clara.* Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

Ochoa, L. (2018). Tesis. *Evaluación de la influencia del vidrio reciclado molido como reductor de agregado fino para el diseño de mezclas de concreto en pavimentos urbanos.* Pimentel, Perú.

Orozco, M., Ávila, Y., Restrepo, S., & Paradoy, A. (2018). Factores influyentes en la calidad del concreto: una encuesta a los actores relevantes de la industria del hormigón. *SCIELO.*

Paredes, A. (2019). Tesis de grado. *Análisis de la Resistencia a la Compresión del Concreto  $F'C= 210 \text{ kg/cm}^2$  con Adición de Vidrio Reciclado Molido.* Tarapoto, Perú.

Peñañiel, D. (2016). Proyecto Experimental. *Análisis de la Resistencia a la Compresión del Hormigón Al Emplear Vidrio Reciclado Molido como en Reemplazo Parcial del Agregado Fino.* Ambato, Ecuador.

Poma, J. (2019). Tesis. *Análisis y diseño para la elaboración de concreto  $F'C= 210 \text{ Kg/cm}^2$  adicionando vidrio reciclado molido como agregado fino según la norma ACI 211.* Lima 2019. Lima, Perú.

Poveda, R., Granja, V., Hidalgo, V., & Ávila, C. (2015). Análisis de la influencia del vidrio molido sobre la resistencia al desgaste en adoquines de hormigón tipo A. *Revista Politécnica. Vol. 35. Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Mecánica - Quito, Ecuador.*

Quesada, A. (2013). Tesis. *Utilización de Desechos de Vidrio Reciclado como Áridos en Bloques Huecos de Hormigón.* Moa, Cuba.

Ramos, J. (2018). Tesis. *Dosificación del Concreto Reciclado para el Uso en Unidades de Pavimentos de Bajo Tránsito, Distrito de Lince, Lima 2018*. Lima, Perú.

Rivva, E. (1992). *Tecnología del Concreto. Diseño de Mezclas*. Miraflores.

SEGTEC Vidrio. (2016). *SEGTEC vidrio*. Obtenido de Vidrio: <https://www.segtecvidrio.com/>

Segura, L., Salazar, D., Urrutia, S., López, A., & Romero, J. (2016). Tesis. *Efecto de la Sustitución de los Agregados por Vidrio Reciclado en las Propiedades del Concreto*. Chimbote, Perú.

Silvestre, A. C. (2017). Tesis. *Análisis de Mezclas de Concreto con Proporciones de Vidrio Molido, Tamizado y Granular como Aditivo a Fin de Aumentar la Resistencia a la Compresión del Hormigón*. Pereira, Colombia.

Universidad de Alicante - SIBID. (2004). *Manual Euroadoquin*. Alicante, España.

Universidad Nacional de Ingeniería. (2014). *SlideShare*. Obtenido de Análisis de Costos Unitarios - Normativa y Técnicas de los Costos en Construcción: <https://es.slideshare.net/rcesarin/analisis-costos-unitarios-36722661>

Vélez, L. (2010). Permeabilidad y Porosidad en Concreto. *Revista Tecno Lógicas No. 25, ISSN 0123-7799*, pag 174-175.

Walhoff, G. (2017). Tesis. *Influencia del Vidrio Molido en la Resistencia a la Compresión del Concreto y Costos de Fabricación, Comparado con el Concreto Convencional, Barranca – 2016*. Huaráz, Perú.

## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de consistencia

Título: “Efecto del vidrio reciclado tratado, con la máquina de los ángeles, en la resistencia a compresión y absorción de adoquines de concreto para pavimento de tránsito vehicular ligero, Lima 2020”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	OPERACIONALIZACIÓN			U. MEDIDA	INSTRUMENTOS	METODOLOGÍA
			Variables	Dimensión	Indicador			
<b>Problema General</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipótesis General</b>						
¿Qué efectos tiene la adición de vidrio reciclado tratado, con la máquina de los ángeles, en la resistencia a compresión y absorción en adoquines de concreto para pavimentos de tránsito vehicular ligero, Lima 2020?	Determinar los efectos de la adición de vidrio reciclado tratado, con la máquina de los ángeles, en la resistencia a compresión y absorción en adoquines de concreto para pavimentos de tránsito vehicular ligero, Lima 2020.	La adición de vidrio reciclado tratado, con la máquina de los ángeles, incrementa la resistencia a compresión de 10% a 15%, y la absorción máxima al 6% en adoquines de concreto para pavimentos de tránsito vehicular ligero, Lima 2020.	<b>Independiente:</b> Adición de vidrio reciclado	Dosificación 5%	Cantidad	% Másico	Ficha técnica (recolección de datos) Normativa Técnica Procedimientos Experimentales (ensayos) Instrumentos de medición	<b>Tipo de Investigación:</b> Aplicada (Carrasco, 2017). <b>Nivel de la Investigación:</b> Explicativo (Hernández, et. al. 2014). <b>Enfoque de la Investigación:</b> Cuantitativo (Hernández, et. al. 2014) <b>Diseño de Investigación:</b> Experimental (Hernández, et. al. 2014) <b>Vidrio y agregados:</b> <b>Ensayo de Molienda</b> (Máquina de los Ángeles) <b>Ensayo de granulometría</b> (Tamizado) <b>Adoquín:</b> <b>Ensayo Resistencia a la compresión</b> <b>Ensayo de absorción</b>
		Dosificación 10%						
		Dosificación 15%						
		Tamaño de partícula	Diámetro de particular	mm o pulg				
<b>Problemas específicos</b>	<b>Objetivos específicos</b>	<b>Hipótesis específicas</b>						
¿Cuál es la resistencia a compresión y absorción en adoquines de concreto convencional para pavimentos de tránsito vehicular ligero, Lima 2020?	Determinar la resistencia a compresión y absorción en adoquines de concreto convencional para pavimentos de tránsito vehicular ligero, Lima 2020.	La resistencia a compresión y la absorción, presentan comportamientos óptimos, en adoquines de concreto convencional para pavimentos de tránsito vehicular ligero, Lima 2020.	<b>Dependiente:</b> Resistencia a compresión y Absorción	Resistencia a la compresión	Esfuerzo	Kg/cm <sup>2</sup>		
					Deformación	Mm		
¿Qué efectos tiene la adición de 5%, 10% y 15% de vidrio reciclado tratado, con la máquina de los ángeles, en la resistencia a compresión y absorción en adoquines de concreto para pavimentos de tránsito vehicular ligero, Lima 2020?	Determinar la resistencia a compresión y absorción en adoquines de concreto para pavimentos de tránsito vehicular ligero, con adición de 5%, 10% y 15% de vidrio reciclado tratado, con la máquina de los ángeles, Lima 2020.	La adición de vidrio reciclado tratado, con la máquina de los ángeles, al 5%, 10%, 15%, influye potencialmente en la resistencia a la compresión y absorción en adoquines de concreto, para pavimentos de tránsito vehicular ligero, Lima 2020.						
¿Cuáles son las diferencias entre la resistencia a compresión y absorción en adoquines de concreto convencional y en adoquines de concreto con adición de vidrio reciclado tratado, con la máquina de los ángeles, para pavimentos de tránsito vehicular ligero, Lima 2020?	Comparar la resistencia a compresión y absorción entre adoquines de concreto convencional y, con adición de vidrio reciclado tratado, con la máquina de los ángeles, para pavimentos de tránsito vehicular ligero, Lima 2020.	Los adoquines de concreto con adición de vidrio reciclado tratado, con la máquina de los ángeles, presentan mejores comportamientos en la resistencia a compresión y absorción frente a adoquines de concreto convencional, para pavimentos de tránsito vehicular ligero, Lima 2020.		Absorción	% Absorción	Kg/m <sup>3</sup>		

## Anexo 2. Matriz de operacionalización

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR
<b>Independiente:</b> Vidrio reciclado	El vidrio es un material cerámico no cristalino e inorgánico, formado principalmente por silicatos, el cual se halla en estado sólido a temperatura ambiente. También es definido como un sólido duro, frágil y transparente o translucido, sin estructura cristalina, obtenido por la fusión de arena silíceo con potasa, que es moldeable a altas temperaturas” (Poveda et al., 2015).	El vidrio usado reemplaza en forma parcial a los agregados tradicionales.	Dosificación	5%
		Los materiales ajenos al vidrio se retiran a fin de evitar contaminantes que incidan en las etapas de fabricación o en las propiedades mecánicas finales. El vidrio desechado se encuentra en diversos tamaños, por lo general superando los 50 mm, razón por la cual el vidrio debe ser triturado y/o molido. Se busca alcanzar una granulometría que cumpla los requisitos para ser empleada como agregado en el adoquín (Poveda et al., 2015).		10%
<b>Dependiente:</b> resistencia a compresión y absorción	La resistencia del concreto está definida como el máximo esfuerzo que puede ser soportado por dicho material sin romperse. La resistencia se utiliza como principal indicador de calidad del concreto. Prácticamente todas las propiedades del concreto endurecido están asociados a la resistencia y, en muchos casos, en función del valor de ella que se las cuantifica o cualifica (Rivva, 1992). La absorción es la capacidad de los agregados de llenar con agua los vacíos al interior de las partículas, es decir, es la cantidad de agua que un agregado necesita para pasar de la condición de seca a la condición de saturado superficialmente; se expresa generalmente en porcentaje (Helfgot, 2000).	La NTP 399.611 (2010) define la resistencia a la compresión como la relación de la carga de rotura a compresión de un adoquín y su sección. Esta propiedad se determina mediante el ensayo a compresión establecido en la NTP 399.604 (2002)	Resistencia a la compresión	- Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )
		La absorción se produce por capilaridad, no llegándose a llenar absolutamente sus poros pues siempre queda aire atrapado. Tiene importancia pues se refleja en el concreto reduciendo el agua de mezcla, con influencia en las propiedades resistentes y en la trabajabilidad, por lo que es necesario tenerla siempre en cuenta para hacer las correcciones necesarias (Helfgot, 2000). El porcentaje de absorción se determina mediante ensayo de absorción establecido por la NTP 399.504 (2002)		- Deformación (mm)

Fuente: elaboración propia.



### Anexo 3. Carta de validación de instrumentos

#### CARTA DE PRESENTACIÓN

Ing. Henry Wilder Santiago Flores

**Presente:**

Asunto: Validación de Instrumentos.


Me es grato comunicarme con usted para expresar mi saludo y esperando que se encuentre bien de salud, de igual forma su familia; así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo bachiller de la **UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE**, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para poder desarrollar mi investigación y con lo cual obtener el Título de Ingeniero Civil.

El título de mi proyecto de investigación es **“Efectos del vidrio reciclado tratado, con la máquina de los ángeles, en la resistencia a compresión y absorción en adoquines de concreto para pavimentos de tránsito vehicular ligero, lima 2020”**, y siendo imprescindible contar con la aprobación del laboratorio MATESTLAB SAC para poder aplicar los instrumentos en mención, he visto conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas del concreto.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Fichas de recolección de datos.
- Certificado de validez de contenido de instrumentos.

Expresando mi respeto y consideración, me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispone a la presente.

  
HENRY W. SANTIAGO FLORES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 205749  
MATESTLAB S.A.C.




VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR
<b>Independiente:</b> Vidrio reciclado	El vidrio es un material cerámico no cristalino e inorgánico, formado principalmente por silicatos, el cual se halla en estado sólido a temperatura ambiente. También es definido como un sólido duro, frágil y transparente o translúcido, sin estructura cristalina, obtenido por la fusión de arena silícea con potasa, que es moldeable a altas temperaturas” (Poveda et al., 2015).	El vidrio usado reemplaza en forma parcial a los agregados tradicionales. Los materiales ajenos al vidrio se retiran a fin de evitar contaminantes que incidan en las etapas de fabricación o en las propiedades mecánicas finales. El vidrio desechado se encuentra en diversos tamaños, por lo general superando los 50 mm, razón por la cual el vidrio debe ser triturado y/o molido. Se busca alcanzar una granulometría que cumpla los requisitos para ser empleada como agregado en el adoquín (Poveda et al., 2015).	Dosificación	5% 10% 15%
<b>Dependiente:</b> resistencia a compresión y absorción	La resistencia del concreto está definida como el máximo esfuerzo que puede ser soportado por dicho material sin romperse. La resistencia se utiliza como principal indicador de calidad del concreto. Prácticamente todas las propiedades del concreto endurecido están asociados a la resistencia y, en muchos casos, en función del valor de ella que se las cuantifica o cualifica (Rivva, 1992). La absorción es la capacidad de los agregados de llenar con agua los vacíos al interior de las partículas, es decir, es la cantidad de agua que un agregado necesita para pasar de la condición seca a la condición de saturado superficialmente; se expresa generalmente en porcentaje (Helfgot, 2000).	La NTP 399.611 (2010) define la resistencia a la compresión como la relación de la carga de rotura a compresión de un adoquín y su sección. Esta propiedad se determina mediante el ensayo a compresión establecido en la NTP 399.604 (2002). La absorción se produce por capilaridad, no llegándose a llenar absolutamente sus poros pues siempre queda aire atrapado. Tiene importancia pues se refleja en el concreto reduciendo el agua de mezcla, con influencia en las propiedades resistentes y en la trabajabilidad, por lo que es necesario tenerla siempre en cuenta para hacer las correcciones necesarias (Helfgot, 2000). El porcentaje de absorción se determina mediante ensayo de absorción establecido por la NTP 399.504 (2002).	Resistencia a la compresión  Absorción	- Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> ) - Deformación (mm)  %Absorción

  
 HENRY W. SANTIAGO FLORES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 205749  
 MATESTLAB S.A.C.

		LABORATORIO DE MATERIALES – MATESTLAB SAC						
		FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS						
ENSAYO		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS						
NORMA		MTC E204 – ASTM C136 – NTP 400.012						
AGREGADO FINO - ARENA GRUESA								
N°	TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO (%)	PESO RET. ACUMULA DO (%)	% PASA ACUMU- LADO	ASTM C33 *LIM. SUP.	ASTM C33 * LIM. INF.
	(pulg)	(mm)						
1	4"	101.60 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2	3 1/2"	88.90 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3	3"	76.20 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
4	2 1/2"	63.50 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
5	2"	50.80 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
6	1 1/2"	38.10 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
7	1"	25.40 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
8	3/4"	19.05 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
9	1/2"	12.70 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
10	3/8"	9.53 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
11	#4	4.75 mm	6.40	1.17	1.17	98.83	95.00	100.00
12	#8	2.36 mm	67.50	12.38	13.56	86.44	80.00	100.00
13	#16	1.18 mm	106.40	19.52	33.08	66.92	50.00	85.00
14	#30	0.59 mm	180.20	33.06	66.13	33.87	25.00	60.00
15	#50	0.30 mm	119.50	21.92	88.06	11.94	5.00	30.00
16	#100	0.15 mm	62.70	11.50	99.56	0.44	0.00	10.00
17	#200	0.07 mm	0.00	0.00	99.56	0.44	0.00	5.00
18	Fondo	0.01 mm	2.40	0.44	100	0.00	0.00	0.00

MATESTLAB S.A.C.	
TÉCNICO DEL ENSAYO	JEFE DE LABORATORIO
 MATESTLAB S.A.C. <small>Laboratorio de Ensayos de Materiales</small>	 HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.
NOMBRE:	NOMBRE:
FECHA:	FECHA:

LABORATORIO DE MATERIALES – MATESTLAB SAC	
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	
ENSAYO	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS
NORMA	MTC E204 – ASTM C136 – NTP 400.012

AGREGADO GRUESO - HUSO #89								
N°	TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO (%)	PESO RET. ACUMULADO (%)	% PASA ACUMULADO	ASTM C33 *LIM. SUP.	ASTM C33 * LIM. INF.
	(pulg)	(mm)						
1	4"	101.60 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2	3 1/2"	88.90 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3	3"	76.20 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
4	2 1/2"	63.50 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
5	2"	50.80 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
6	1 1/2"	38.10 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
7	1"	25.40 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
8	3/4"	19.05 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
9	1/2"	12.70 mm	10.50	0.70	0.70	99.30	100.00	100.00
10	3/8"	9.53 mm	106.60	7.07	7.76	92.24	90.00	100.00
11	#4	4.75 mm	1034.80	68.61	76.37	23.63	20.00	55.00
12	#8	2.36 mm	352.10	23.34	99.71	0.29	5.00	30.00
13	#16	1.18 mm	4.30	0.29	100.00	0.00	0.00	10.00
14	#30	0.59 mm	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	6.50
15	#50	0.30 mm	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	5.00
16	#100	0.15 mm	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
17	#200	0.07 mm	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00

MATESTLAB S.A.C.	
TÉCNICO DEL ENSAYO	JEFE DE LABORATORIO
 MATESTLAB S.A.C. <small>Laboratorio de Materiales de Hidráulica</small>	 HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIPN° 205740
NOMBRE:	NOMBRE: MATESTLAB S.A.C.
FECHA:	FECHA:

LABORATORIO DE MATERIALES – MATESTLAB SAC	
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	
ENSAYO	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS</b>
NORMA	<b>MTC E204 – ASTM C136 – NTP 400.012</b>



Tamaño Máximo Nominal Aberturas Cuadradas mm (pulg)	Cantidad de la Muestra de Ensayo, Mínimo kg (lb)
9,5 (3/8)	1 (2)
12,5 (1/2)	2 (4)
19,0 (3/4)	5 (11)
25,0 (1)	10 (22)
37,5 (1 1/2)	15 (33)
50 (2)	20 (44)
63 (2 1/2)	35 (77)
75 (3)	60 (130)
90 (3 1/2)	100 (220)
100 (4)	150 (330)
125 (5)	300 (660)


**NOTA:**

- Si después del tamizado la cantidad total difiere más del 0.3% sobre la masa seca original de la muestra, el resultado no deberá utilizarse para propósitos de aceptación.
- Cuando se requiera, calcular el módulo de fineza, sumando el porcentaje acumulado retenido de material de cada uno de los siguientes tamices (porcentaje acumulado retenido) y dividir la suma entre 100: 150 µm (Nº 100); 300 µm (Nº 50); 600 µm (Nº 30); 1,18 mm (Nº 16); 2,36 mm (Nº 8); 4,75 mm (Nº 4); 9,5 mm (3/8 de pulgada); 19,0 mm (3/4 de pulgada); 37,5 mm (1 1/2 pulgada) y mayores; incrementando en la relación 2 a 1. Además se reportará a 0.01

MATESTLAB S.A.C.	
TÉCNICO DEL ENSAYO	JEFE DE LABORATORIO
	
<b>MATESTLAB S.A.C.</b> Laboratorio de Ensayo de Materiales	<b>HENRY W. SANTIAGO FLORES</b> INGENIERO CIVIL
NOMBRE:	NOMBRE: Reg. QIP Nº 205740
FECHA:	FECHA: MATESTLAB S.A.C.



	<b>LABORATORIO DE MATERIALES – MATESTLAB SAC</b>	
	<b>FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b>	
	<b>ENSAYO</b>	<b>GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS</b>
	<b>NORMA</b>	
	<b>MTC E206 – ASTM C127 – NTP 400.021</b>	




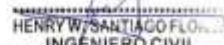
  

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO		
<b>DATOS</b>		
A	PESO DE LA MUESTRA SECA AL HORNO (g)	1741.4
B	PESO DE LA MUESTRA SSS (g)	1753.6
C	PESO DE LA MUESTRA SATURADA DENTRO DEL AGUA (g)	1114.6
<b>RESULTADOS</b>		
GRAVEDAD ESPECÍFICO DE MASA (g/cm <sup>3</sup> ) = $\frac{A}{B - C} * 1000$		2725
GRAVEDAD ESPECÍFICO DE MASA S.S.S (g/cm <sup>3</sup> ) = $\frac{B}{B - C} * 1000$		2744
GRAVEDAD ESPECÍFICO APARENTE (g/cm <sup>3</sup> ) = $\frac{A}{A - C} * 1000$		2778
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) = $\frac{B - A}{A} * 100$		0.70

**NOTA:** Eliminar el material inferior a 4.75 mm(N°4) y reportar el cada peso específico al 0.01 y la absorción al 0.1%.

Tamaño máximo nominal		Cantidad mínima de muestra
mm	(pulg)	Kg
Hasta 12,5	½	2
19,0	¾	3
25,0	1	4
37,5	1 ½	5
50,0	2	8

MATESTLAB S.A.C.	
<b>TÉCNICO DEL ENSAYO</b>	<b>JEFE DE LABORATORIO</b>
 	 
NOMBRE:	NOMBRE: HENRY W. SANTIAGO FLORES
FECHA:	FECHA: Reg. CIP N° 205749
	MATESTLAB S.A.C.

	<b>LABORATORIO DE MATERIALES – MATESTLAB SAC</b>	
	<b>FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b>	
	<b>ENSAYO</b>	<b>GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS</b>
	<b>NORMA</b>	<b>MTC E205 – ASTM C128 – NTP 400.022</b>


  

<b>A. PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO</b>		
<b>DATOS</b>		
A	PESO DE LA MUESTRA SSS + PESO BALÓN + PESO AGUA	982.40
B	PESO DE LA ARENA SSS + PESO BALÓN	667.70
C	PESO DEL AGUA ( W = 1 - 2 )	314.70
D	PESO DE LA ARENA SECADA AL HORNO + PESO BALÓN	660.90
E	PESO BALÓN	167.70
F	PESO DE LA ARENA SECADA AL HORNO ( A = 4 - 5 )	493.20
G	VOLUMEN DEL BALÓN ( V = 500 )	500.00
<b>RESULTADOS</b>		
	GRAVEDAD ESPECIFICO DE MASA (g/cm3) = $\frac{F}{G - C} * 1000$	2662
	GRAVEDAD ESPECIFICO DE MASA S.S.S (g/cm3) = $\frac{G}{G - C} * 1000$	2698
	GRAVEDAD ESPECIFICO APARENTE (g/cm3) = $\frac{F}{(G - C) - (G - F)} * 1000$	2763
	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	1.40

**NOTA:** Eliminar las partículas mayores de N°4 y reportar el cada peso específico al 0.01 y la absorción al 0.1%.

<b>MATESTLAB S.A.C.</b>	
<b>TÉCNICO DEL ENSAYO</b>	<b>JEFE DE LABORATORIO</b>
 <b>MATESTLAB S.A.C.</b> <small>Laboratorio de Estudios de Materiales</small>	 <small>*****</small> <b>HENRY W. SANTIAGO FLORES</b> INGENIERO CIVIL <small>Rol. CIP N° 205748</small>
NOMBRE:	NOMBRE: <b>MATESTLAB S.A.C.</b>
FECHA:	FECHA:



	<b>LABORATORIO DE MATERIALES – MATESTLAB SAC</b>	
	<b>FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b>	
	<b>ENSAYO</b>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS</b>
	<b>NORMA</b>	<b>MTC E 108 – ASTM C566-13 – NTP 339.185</b>


  

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO		
DATOS		
A	PESO DE LA TARA	28.00
B	TARA + MUESTRA HUMEDA	890.00
C	TARA + MUESTRA SECA	860.05
D	PESO DE MUESTRA SECA = (C – A)	832.05
E	CONTENIDO DE AGUA = (B – C)	29.95
RESULTADOS		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%) = (E / D)*100		3.60

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO		
DATOS		
A	PESO DE LA TARA	42.00
B	TARA + MUESTRA HUMEDA	1236.00
C	TARA + MUESTRA SECA	1215.00
D	PESO DE MUESTRA SECA = (C – A)	1173.00
E	CONTENIDO DE AGUA = (B – C)	21.00
RESULTADOS		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%) = (E / D)*100		1.8

MATESTLAB S.A.C.	
<b>TÉCNICO DEL ENSAYO</b>	<b>JEFE DE LABORATORIO</b>
 <b>MATESTLAB S.A.C.</b> <small>Laboratorio de Ensayos de Materiales</small>	 <b>HENRY W. SANTIAGO FLÓREZ</b> INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749
NOMBRE:	NOMBRE: MATESTLAB S.A.C.
FECHA:	FECHA:

	<b>LABORATORIO DE MATERIALES – MATESTLAB SAC</b>	
	<b>FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b>	
	<b>ENSAYO</b>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS</b>
	<b>NORMA</b>	<b>MTC E 108 – ASTM C566-13 – NTP 339.185</b>

**NOTA:**


- Determinar la masa de la muestra con una precisión del 0,1 %.
- Deberá disponerse de una muestra representativa del contenido de humedad de la fuente de abastecimiento que está evaluándose con una masa no menor de la cantidad indicada en la Tabla I. La muestra deberá protegerse contra la pérdida de humedad antes de determinar su masa.

**TABLA I - Tamaño de la muestra de agregado**

Tamaño máximo nominal de agregado mm (pulg)	Masa mínima de la muestra de agregado de peso normal en kg
4,75 (0,187) (No. 4)	0,5
9,5 (3/8)	1,5
12,5 (1/2)	2,0
19,0 (3/4)	3,0
5,0 (1)	4,0
37,5 (1 1/2)	6,0
50,0 (2)	8,0
63,0 (2 1/2)	10,0
75,0 (3)	13,0
90,0 (3 1/2)	16,0
100,0 (4)	25,0
150,0 (6)	50,0

<b>MATESTLAB S.A.C.</b>	
<b>TÉCNICO DEL ENSAYO</b>	<b>JEFE DE LABORATORIO</b>
 	 <b>HENRY W. SANTIAGO FLORES</b>
<b>INGENIERO CIVIL</b> Reg. CIP N° 205740	
NOMBRE:	NOMBRE: MATESTLAB S.A.C.
FECHA:	FECHA:



	<b>LABORATORIO DE MATERIALES – MATESTLAB SAC</b>	
	<b>FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b>	
	<b>ENSAYO</b>	<b>PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS</b>
	<b>NORMA</b>	<b>MTC E 203 – ASTM C29 – NTP 400.017</b>




  

<b>PESO UNITARIO AGREGADO FINO</b>		
<b>DATOS</b>		
A	PESO DEL MOLDE	6.282
B	VOLUMEN DEL MOLDE	0.002127
C	PESO DE MOLDE CON MUESTRA SUELTA	9.81282
D	PESO DEL MOLDE CON MUESTRA COMPACTADA	10.04679
<b>RESULTADOS</b>		
PESO UNITARIO SUELTO = (C – A) / B		1660
PESO UNITARIO COMPACTADO = (D – A) / B		1770

<b>PESO UNITARIO AGREGADO GRUESO</b>		
<b>DATOS</b>		
A	PESO DEL MOLDE	3.509
B	VOLUMEN DEL MOLDE	0.007056
C	PESO DE MOLDE CON MUESTRA SUELTA	13.942
D	PESO DEL MOLDE CON MUESTRA COMPACTADA	14.793
<b>RESULTADOS</b>		
PESO UNITARIO SUELTO = (C – A) / B		1479
PESO UNITARIO COMPACTADO = (D – A) / B		1599

<b>MATESTLAB S.A.C.</b>	
<b>TÉCNICO DEL ENSAYO</b>	<b>JEFE DE LABORATORIO</b>
 	 <b>HENRY W. SANTIAGO FLORES</b> <b>INGENIERO CIVIL</b> <b>Reg. QIP N° 205749</b> <b>MATESTLAB S.A.C.</b>
NOMBRE:	NOMBRE:
FECHA:	FECHA:


	<b>LABORATORIO DE MATERIALES – MATESTLAB SAC</b>		
	<b>FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b>		
	<b>ENSAYO</b>	<b>PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS</b>	
<b>NORMA</b>	<b>MTC E 203 – ASTM C29 – NTP 400.017</b>		




TABLA 1 - Capacidad de la medida

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO		CAPACIDAD DE LA MEDIDA <sup>a</sup>	
mm	Pulgadas	L. (m <sup>3</sup> )	p <sup>3</sup>
12.5	½	2.8 (0.0028)	1/10
25.0	1	9.3 (0.0093)	1/3
37.5	1 ½	14.0 (0.014)	1/2
75.0	3	28.0 (0.028)	1
112.0	4 ½	70.0 (0.070)	2 1/2
150.0	6	100.0 (0.100)	3 1/2

<sup>a</sup> La medida indicada será utilizada para ensayar agregados con Tamaño Máximo Nominal igual o menor.

**NOTA:**

- La muestra de ensayo será de aproximadamente 125% a 200% de la cantidad requerida para llenar la medida y será manipulada evitando su segregación. Secar el agregado a peso constante en un horno preferiblemente a 110°C ± 5°C
- Se determina el peso del recipiente de medida más su contenido y el peso del recipiente sólo y se registra los pesos con una aproximación de 0,05 kg (0,1 lb).
- Reporte los resultados del peso unitario con una aproximación de 10 kg/m<sup>3</sup> (1 lb/p<sup>3</sup>)

<b>MATESTLAB S.A.C.</b>	
<b>TÉCNICO DEL ENSAYO</b>	<b>JEFE DE LABORATORIO</b>
 	 <b>HENRY W. SANTIAGO FLORES</b> <b>INGENIERO CIVIL</b> <b>Reg./CIP N° 205749</b>
NOMBRE:	NOMBRE: <b>MATESTLAB S.A.C.</b>
FECHA:	FECHA:

## Anexo 4. Certificado de Calibración de los equipos



**Punto de Precisión SAC**

**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033**



INACAL  
DA - Perú  
Laboratorio de Calibración  
Acreditado  
Registro N° LC-033

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-415-2020**

Página: 1 de 3

<b>Expediente</b>	: 131-2020	<p>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 <math>k=2</math>. 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 %.</p>
<b>Fecha de Emisión</b>	: 2020-09-29	
<b>1. Solicitante</b>	: <b>MATESTLAB S.A.C.</b>	<p>Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán 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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>
<b>Dirección</b>	: MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA	
<b>2. Instrumento de Medición</b>	: <b>BALANZA</b>	
<b>Marca</b>	: <b>OHAUS</b>	
<b>Modelo</b>	: <b>R21PE30ZH</b>	
<b>Número de Serie</b>	: <b>B847537449</b>	
<b>Alcance de Indicación</b>	: <b>30 000 g</b>	
<b>División de Escala de Verificación ( e )</b>	: <b>1 g</b>	
<b>División de Escala Real ( d )</b>	: <b>1 g</b>	
<b>Procedencia</b>	: <b>NO INDICA</b>	
<b>Identificación</b>	: <b>LS-07</b>	<p>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.</p>
<b>Tipo</b>	: <b>ELECTRÓNICA</b>	
<b>Ubicación</b>	: <b>LABORATORIO</b>	
<b>Fecha de Calibración</b>	: <b>2020-09-22</b>	
<b>3. Método de Calibración</b>	<p>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.</p>	
<b>4. Lugar de Calibración</b>	<p>LABORATORIO de MATESTLAB S.A.C. MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA</p>	



LABORATORIO  
PUNTO DE  
PRECISIÓN  
S A C

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.





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-415-2020

Página: 2 de 3

#### 5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	21,4	21,5
Humedad Relativa	58,3	58,3

#### 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)	PE20-C0772-2020
	Pesa (exactitud F1)	CCP-0340-007-2020
	Pesa (exactitud F1)	CCP-0340-006-2020
	Pesa (exactitud F2)	LM-114-2019
	Pesa (exactitud F2)	LM-115-2019
	Pesa (exactitud F2)	LM-116-2019

#### 7. Observaciones

(\*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 30 000 g

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 29 994 g para una carga de 30 000 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

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 Metrológica 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.

#### 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

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



PT-08.F08 / 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.



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-415-2020

Página: 3 de 3

2	1	5
3		4

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	21,4	21,5

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>g</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l (g)	ΔL (g)	E <sub>o</sub> (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	10	10	0,6	-0,1	10 000	10 000	0,7	-0,2	-0,1
2		10	0,5	0,0		10 001	0,3	1,2	1,2
3		10	0,6	-0,1		9 999	0,5	-1,0	-0,9
4		10	0,6	-0,1		10 001	0,5	1,0	1,1
5		10	0,9	-0,4		10 001	0,4	1,1	1,5

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 2 g

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. (°C)	21,5	21,5

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
10,0	10	0,6	-0,1						
50,0	50	0,5	0,0	0,1	50	0,7	-0,2	-0,1	1
500,0	500	0,6	-0,1	0,0	500	0,8	-0,3	-0,2	1
2 000,0	2 000	0,5	0,0	0,1	2 000	0,8	-0,1	0,0	1
5 000,0	5 000	0,8	-0,3	-0,2	5 000	0,6	-0,1	0,0	1
7 000,0	7 000	0,5	0,0	0,1	7 000	0,5	0,0	0,1	2
10 000,0	10 000	0,6	-0,1	0,0	10 000	0,8	-0,3	-0,2	2
15 000,1	15 001	0,4	1,0	1,1	15 000	0,9	-0,5	-0,4	2
20 000,1	20 000	0,8	-0,4	-0,3	20 000	0,8	-0,2	-0,1	2
25 000,1	25 000	0,6	-0,2	-0,1	25 000	0,7	-0,3	-0,2	3
30 000,1	30 001	0,3	1,1	1,2	30 001	0,3	1,1	1,2	3

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 1,88 \times 10^{-8} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{5,39 \times 10^{-11} \text{ g}^2 + 3,00 \times 10^{-9} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza    ΔL: Carga Incrementada    E: Error encontrado    E<sub>c</sub>: Error en caso    E<sub>c</sub>: 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 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.





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-418-2020**

Página: 1 de 3

Expediente : 131-2020  
Fecha de Emisión : 2020-09-29

1. Solicitante : MATESTLAB S.A.C.

Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL  
2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : OHAUS

Modelo : EB30

Número de Serie : 8031307548

Alcance de Indicación : 30 000 g

División de Escala de Verificación ( e ) : 1 g

División de Escala Real ( d ) : 1 g

Procedencia : CHINA

Identificación : LS-10

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2020-09-22

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-INDECOP.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de MATESTLAB S.A.C.  
MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA



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.



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-418-2020

Página: 2 de 3

**5. Condiciones Ambientales**

	Minima	Máxima
Temperatura	21,7	21,9
Humedad Relativa	61,1	61,1

**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)	PE20-C0772-2020
	Pesa (exactitud F1)	CCP-0340-007-2020
	Pesa (exactitud F1)	CCP-0340-006-2020
	Pesa (exactitud F2)	LM-114-2019
	Pesa (exactitud F2)	LM-115-2019
	Pesa (exactitud F2)	LM-116-2019

**7. Observaciones**

(\*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 30 000 g

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 29 983 g para una carga de 30 000 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

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.

**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**

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





Punto de Precisión SAC

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



Registro R/LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-418-2020

Página: 3 de 3

2	1	5
3		4

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	21,8	21,8

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l (g)	ΔL (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	10	10	0,8	-0,1	10 000	10 000	0,8	-0,3	-0,2
2		10	0,6	-0,1		10 000	0,6	-0,1	0,0
3		10	0,9	-0,4		10 000	0,9	-0,4	0,0
4		10	0,5	0,0		10 000	0,9	-0,4	-0,4
5		10	0,8	-0,3		9 999	0,3	-0,8	-0,6
Error máximo permitido: ± 2 g									

(\*) valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. (°C)	21,8	21,9

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
10,0	10	0,6	-0,1						
50,0	50	0,5	0,0	0,1	50	0,6	-0,1	0,0	1
500,0	500	0,6	-0,1	0,0	500	0,8	-0,3	-0,2	1
2 000,0	2 000	0,9	-0,4	-0,3	2 000	0,8	-0,1	0,0	1
5 000,0	5 000	0,6	-0,1	0,0	5 000	0,5	0,0	0,1	1
7 000,0	7 000	0,8	-0,3	-0,2	7 000	0,6	-0,1	0,0	2
10 000,0	10 000	0,6	-0,1	0,0	10 000	0,4	0,1	0,2	2
15 000,1	15 000	0,6	-0,2	-0,1	15 000	0,8	-0,4	-0,3	2
20 000,1	20 001	0,3	1,1	1,2	20 000	0,7	-0,3	-0,2	2
25 000,1	25 001	0,4	1,0	1,1	25 001	0,3	1,1	1,2	3
30 000,1	30 000	0,8	-0,4	-0,3	30 000	0,8	-0,4	-0,3	3

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 2,66 \times 10^{-5} \times R$$

Incetidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{5,37 \times 10^{-1} \text{ g}^2 + 5,20 \times 10^{-10} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza    ΔL: Carga Incrementada    E: Error encontrado    E<sub>0</sub>: Error en cero    E<sub>c</sub>: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F08 / 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.





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-416-2020**

Página: 1 de 3

Expediente : 131-2020  
Fecha de Emisión : 2020-09-29

**1. Solicitante** : MATESTLAB S.A.C.

**Dirección** : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL  
2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

**2. Instrumento de Medición** : BALANZA

Marca : NEW CLASSIC

Modelo : WT60001GF

Número de Serie : 150921077

Alcance de Indicación : 6 000 g

División de Escala de Verificación ( e ) : 0,1 g

División de Escala Real ( d ) : 0,1 g

Procedencia : NO INDICA

Identificación : LS-06

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2020-09-22

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**

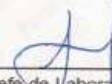
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

**4. Lugar de Calibración**

LABORATORIO de MATESTLAB S.A.C.  
MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA



PT-06.F06 / Diciembre 2018 / 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.



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-416-2020

Página: 2 de 3

#### 5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	21,5	21,7
Humedad Relativa	59,2	60,1

#### 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)	PE20-C0772-2020
	Pesa (exactitud F1)	CCP-0340-007-2020
	Pesa (exactitud F1)	CCP-0340-006-2020
	Pesa (exactitud F2)	LM-114-2019

#### 7. Observaciones

(\*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 6 000,0 g

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 6 001,3 g para una carga de 6 000,0 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

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.

#### 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

Medición N°	Temp. (°C)					
	Iniciat			Final		
	21,5			21,5		
	Carga L1= 3 000,0 g			Carga L2= 6 000,0 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	3 000,1	0,08	0,09	5 999,9	0,03	-0,10
2	2 999,9	0,05	-0,10	5 999,9	0,05	-0,12
3	2 999,9	0,03	-0,08	5 999,9	0,02	-0,09
4	3 000,0	0,06	-0,01	5 999,9	0,03	-0,10
5	3 000,0	0,08	-0,03	5 999,9	0,04	-0,11
6	3 000,0	0,06	-0,01	5 999,9	0,05	-0,12
7	3 000,0	0,09	-0,04	5 999,9	0,03	-0,10
8	2 999,9	0,03	-0,08	5 999,9	0,05	-0,12
9	2 999,9	0,05	-0,10	5 999,9	0,03	-0,10
10	3 000,0	0,07	-0,02	5 999,9	0,04	-0,11
Diferencia Máxima	0,19			0,03		
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 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 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-416-2020

Página: 3 de 3

2	5
1	
3	4

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	21,5	21,6

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l (g)	ΔL (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	1,0	1,0	0,06	-0,01	2 000,0	2 000,2	0,06	0,19	0,20
2		0,9	0,02	-0,07		2 000,3	0,09	0,26	0,33
3		1,0	0,07	-0,02		2 000,5	0,08	0,47	0,49
4		0,9	0,03	-0,06		2 000,5	0,05	0,50	0,56
5		1,0	0,05	0,00		2 000,3	0,09	0,26	0,26

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido: ± 0,3 g

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. (°C)	21,6	21,7

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
1,00	1,0	0,07	-0,02						
5,00	5,0	0,05	0,00	0,02	5,0	0,09	-0,04	-0,02	0,1
50,00	50,0	0,06	-0,01	0,01	49,9	0,05	-0,10	-0,08	0,1
100,00	100,0	0,06	-0,01	0,01	99,9	0,03	-0,08	-0,06	0,1
500,00	500,2	0,08	0,17	0,19	500,0	0,07	-0,02	0,00	0,1
1 000,00	1 000,2	0,08	0,17	0,19	1 000,2	0,09	0,16	0,18	0,2
1 500,00	1 500,2	0,08	0,17	0,19	1 500,2	0,09	0,16	0,18	0,2
2 000,00	2 000,2	0,09	0,16	0,18	2 000,0	0,06	-0,01	0,01	0,2
4 000,01	4 000,1	0,03	0,11	0,13	4 000,1	0,03	0,11	0,13	0,3
5 000,02	5 000,0	0,07	-0,04	-0,02	5 000,1	0,04	0,09	0,11	0,3
6 000,02	5 999,9	0,05	-0,12	-0,10	5 999,9	0,05	-0,12	-0,10	0,3

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 3,75 \times 10^{-3} \times R$$

Incetidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{7,96 \times 10^{-3} \text{ g}^2 + 4,09 \times 10^{-3} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza    ΔL: Carga Incrementada    E: Error encontrado    E<sub>0</sub>: Error en cero    E<sub>c</sub>: 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.



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-417-2020**

Página: 1 de 3

Expediente : 131-2020  
Fecha de Emisión : 2020-09-29

**1. Solicitante : MATESTLAB S.A.C.**

**Dirección :** MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL  
2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

**2. Instrumento de Medición : BALANZA**

Marca : NEW CLASSIC

Modelo : WT6002G

Número de Serie : 150921008

Alcance de Indicación : 600 g

División de Escala de Verificación ( e ) : 0,01 g

División de Escala Real ( d ) : 0,01 g

Procedencia : NO INDICA

Identificación : LS-09

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2020-09-22

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**

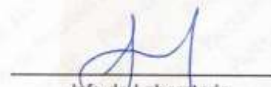
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

**4. Lugar de Calibración**

LABORATORIO de MATESTLAB S.A.C.  
MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA



PT-06.F08 / 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.





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-417-2020

Página: 2 de 3

#### 5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	21,7	21,7
Humedad Relativa	60,1	60,1

#### 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)	PE20-C0772-2020

#### 7. Observaciones

(\*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 600,00 g  
Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 599,70 g para una carga de 600,00 g  
El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.  
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 Metrológica 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.

#### 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

Medición N°	Carga L1= 300,00 g			Carga L2= 600,00 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	299,99	0,003	-0,008	599,99	0,002	-0,007
2	299,99	0,004	-0,009	599,99	0,001	-0,006
3	299,98	0,002	-0,017	599,98	0,003	-0,018
4	299,99	0,004	-0,009	599,99	0,002	-0,007
5	299,99	0,001	-0,006	599,99	0,001	-0,006
6	299,99	0,002	-0,007	599,99	0,002	-0,007
7	299,98	0,001	-0,016	599,98	0,002	-0,017
8	299,99	0,002	-0,007	599,99	0,001	-0,006
9	299,99	0,003	-0,008	599,99	0,003	-0,008
10	299,99	0,004	-0,009	599,99	0,002	-0,007
Diferencia Máxima			0,011	0,012		
Error máximo permitido ±			0,03 g	± 0,03 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2018 / 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.



Punto de Precisión SAC

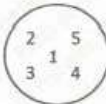
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro INACAL - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-417-2020

Página: 3 de 3



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>1</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l (g)	ΔL (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	0,10	0,10	0,006	-0,001	200,00	199,99	0,003	-0,008	-0,007
2		0,10	0,005	0,000		199,99	0,002	-0,007	-0,007
3		0,10	0,005	0,000		199,99	0,004	-0,009	-0,009
4		0,10	0,004	0,001		199,98	0,003	-0,018	-0,019
5		0,10	0,006	-0,001		200,00	0,006	-0,001	0,000

Temp. (°C) Inicial: 21,7 Final: 21,7

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido: ± 0,03 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
0,100	0,10	0,006	-0,001						
0,200	0,20	0,008	-0,003	-0,002	0,20	0,009	-0,004	-0,003	0,01
5,000	5,00	0,007	-0,002	-0,001	5,00	0,006	-0,001	0,000	0,01
20,000	20,00	0,008	-0,001	0,000	20,02	0,008	0,017	0,018	0,01
50,000	49,99	0,003	-0,008	-0,007	49,99	0,005	-0,010	-0,009	0,01
100,000	100,02	0,009	0,016	0,017	100,03	0,008	0,027	0,028	0,02
150,000	150,01	0,004	0,011	0,012	150,00	0,006	-0,001	0,000	0,02
200,000	200,01	0,002	0,013	0,014	200,00	0,007	-0,002	-0,001	0,02
400,001	400,02	0,003	0,021	0,022	400,01	0,004	0,011	0,011	0,03
500,000	500,00	0,008	-0,003	-0,002	500,02	0,005	0,020	0,021	0,03
600,000	600,03	0,009	0,026	0,027	600,03	0,009	0,026	0,027	0,03

Temp. (°C) Inicial: 21,7 Final: 21,7

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 4,24 \times 10^{-5} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{8,17 \times 10^{-5} \text{ g}^2 + 8,06 \times 10^{-10} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza    ΔL: Carga incrementada    E: Error encontrado    E<sub>c</sub>: Error en cero    E<sub>c</sub>: 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.





Punto de Precisión SAC

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

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT - 369 - 2020**

Página : 1 de 4

Expediente : 131-2020  
Fecha de emisión : 2020-09-25

1. Solicitante : MATESTLAB S.A.C.  
Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL  
2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

El instrumento 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.

2. Instrumento de Medición : ESTUFA  
Indicación : DIGITAL  
Marca del Equipo : PERUTEST  
Modelo del Equipo : PT-H136  
Serie del Equipo : 0120  
Capacidad del Equipo : 134 L  
Código de identificación : NO INDICA  
Marca de indicador : AUTOCOMP  
Modelo de indicador : TCD  
Serie de indicador : NO INDICA  
Temperatura calibrada : 110 °C

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.

3. Lugar y fecha de Calibración  
MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA  
24 - SETIEMBRE - 2020

4. Método de Calibración  
La calibración se efectuó según el procedimiento de calibración PC-018 del Servicio Nacional de Metrología del INACAL - DM.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
TERMOMETRO DIGITAL	APPLENT	150-CT-T-2020	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,3	21,4
Humedad %	65	65

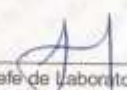
7. Conclusiones

La estufa se encuentra fuera de los rangos  $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$  para la realización de los ensayos de laboratorio según la norma ASTM.

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 Coayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

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

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 389 - 2020

Página : 2 de 4

**CALIBRACIÓN PARA 110 °C**

Tiempo (min.)	Ind. (°C) Temperatura del equipo	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T. prom. (°C)	ΔTMax. - TMin. (°C)
		NIVEL INFERIOR					NIVEL SUPERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	110	109,9	109,1	113,7	108,3	118,8	109,4	107,1	106,7	110,2	111,6	110,4	12,1
2	110	108,6	109,8	113,2	108,5	118,6	109,6	107,5	106,6	110,2	111,2	110,4	12,0
4	109	108,5	109,3	113,2	108,6	118,5	109,3	107,2	106,5	110,3	111,3	110,3	12,0
6	110	108,2	109,2	113,3	108,5	118,3	109,2	107,4	106,3	110,2	111,2	110,2	12,0
8	110	108,2	109,0	113,0	108,3	118,5	109,3	107,2	106,2	110,3	111,3	110,1	12,3
10	109	108,4	109,0	113,0	108,2	118,4	109,2	107,3	106,3	110,2	111,3	110,1	12,1
12	110	108,2	109,5	113,2	108,3	118,0	109,5	107,5	106,2	110,3	111,0	110,2	11,8
14	110	108,3	109,3	113,2	108,2	118,0	109,3	107,2	106,3	110,2	111,3	110,1	11,7
16	110	108,5	109,6	113,2	108,0	118,0	109,6	107,0	106,5	110,3	111,3	110,1	11,7
18	109	108,6	109,1	113,2	108,0	118,2	109,5	107,0	106,3	110,3	111,4	110,2	11,9
20	110	108,5	109,2	113,1	108,3	118,0	109,6	107,5	106,2	110,6	111,2	110,2	11,8
22	110	108,3	109,3	113,0	108,2	118,2	109,2	107,2	106,5	110,3	111,5	110,2	11,7
24	110	108,3	109,5	113,3	108,5	118,0	109,6	107,3	106,0	110,2	111,2	110,2	12,0
26	109	108,0	109,6	113,2	108,6	118,0	109,2	107,4	106,0	110,3	111,1	110,1	12,0
28	110	108,6	109,8	113,4	109,4	118,2	109,3	107,5	106,4	110,0	111,3	110,3	11,8
30	109	108,2	109,3	113,6	108,6	118,4	109,3	107,6	106,3	110,3	111,3	110,3	12,1
32	110	108,3	109,2	113,2	108,5	118,3	109,6	107,5	106,2	110,3	111,3	110,2	12,1
34	110	108,4	109,6	113,3	108,5	118,2	109,5	107,2	106,2	110,3	111,3	110,3	12,0
36	109	108,2	109,5	113,2	108,2	118,5	109,6	107,2	106,3	110,5	111,3	110,3	12,2
38	110	108,5	109,6	113,3	108,3	118,5	109,5	107,3	106,5	110,3	111,6	110,3	12,0
40	109	108,3	109,2	113,2	108,2	118,6	109,6	107,2	106,2	110,6	111,3	110,2	12,4
42	110	108,4	109,5	113,0	108,2	118,2	109,5	107,4	106,3	110,3	111,0	110,2	11,9
44	109	108,7	109,6	113,0	108,5	118,0	109,6	107,2	106,2	110,2	111,0	110,2	11,8
46	110	108,6	109,3	113,2	108,3	118,0	109,6	107,5	106,3	110,1	111,1	110,2	11,7
48	110	108,5	109,2	113,3	108,0	118,5	109,5	107,4	106,2	110,1	111,2	110,2	12,3
50	110	108,6	109,6	113,2	108,4	118,3	109,6	107,6	106,5	110,3	111,3	110,3	11,8
52	109	108,5	109,2	113,6	108,6	118,4	109,4	107,2	106,3	110,3	111,2	110,3	12,1
54	110	108,2	109,4	113,2	108,5	118,2	109,0	107,3	106,2	110,2	111,3	110,2	12,0
56	110	108,3	109,6	113,5	108,6	118,5	109,0	107,4	106,3	110,5	111,2	110,3	12,2
58	109	108,5	109,5	113,6	108,5	118,5	109,6	107,2	106,5	110,3	111,3	110,4	12,0
60	110	108,6	109,5	113,2	108,6	118,2	109,5	107,5	106,6	110,3	111,2	110,3	11,6
T. PROM		109,7	108,4	109,4	113,3	108,4	118,3	109,4	107,3	106,3	110,3	111,3	110,2
T. MAX		110,0	108,9	109,6	113,7	108,8	118,8	109,6	107,6	106,7	110,6	111,6	
T. MIN		109,0	108,0	109,0	113,0	108,0	118,0	109,0	107,0	106,0	110,0	111,0	
DTT		1,0	0,9	0,6	0,7	0,8	0,8	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	118,8	0,4
Mínima Temperatura Medida	106,0	0,5
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0,9	0,2
Desviación de Temperatura en el Espacio	12,0	0,3
Estabilidad Media (±)	0,45	0,02
Uniformidad Media	12,8	0,1

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT esta dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.  
Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" esta dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.  
La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.



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

Av. Los Ángeles 853 - LIMA 42 Telf. 292-5106 696-9620

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.





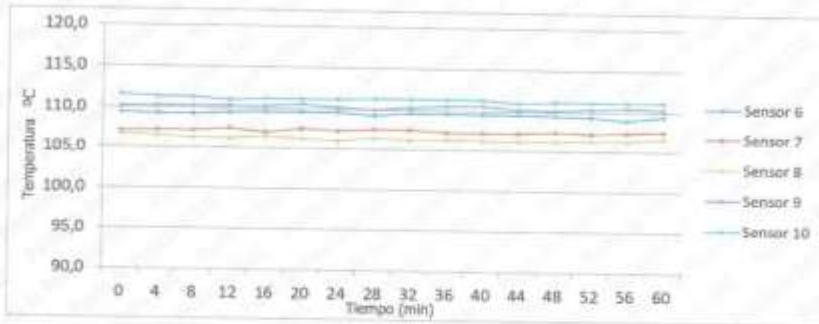
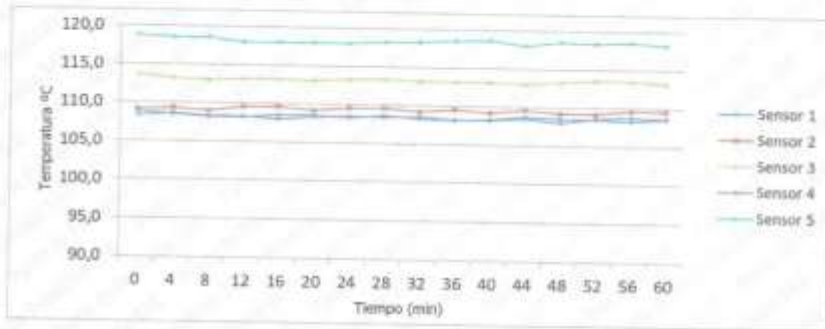
Punto de Precisión SAC

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

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 369 - 2020

Página : 3 de 4

TEMPERATURA DE TRABAJO 110 °C



*(Signature)*  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



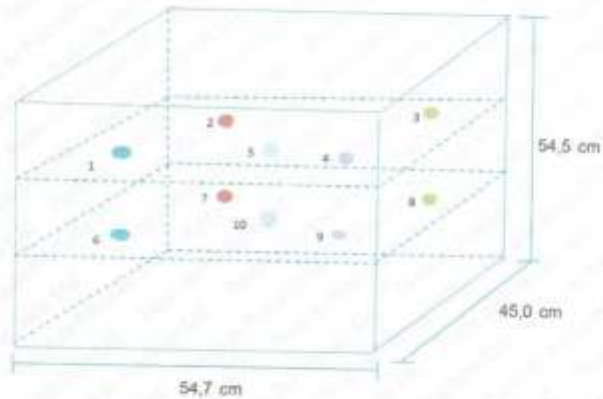
Punto de Precisión SAC

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

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 369 - 2020

Página : 4 de 4


### DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES EN EL EQUIPO



- Los Sensores 5 y 10 se ubicaron sobre sus respectivos niveles.
- Los demás sensores se ubicaron a 8 cm de las paredes laterales y a 8 cm del fondo y del frente del equipo.
- Los Sensores del nivel superior se ubicaron a 1,5 cm por encima de la altura más alta que emplea el usuario.
- Los Sensores del nivel inferior se ubicaron a 1,5 cm por debajo de la parrilla más baja.

FIN DEL DOCUMENTO



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

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620  
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 - 954 - 2020**

Página : 1 de 1

Expediente : 131-2020  
Fecha de Emisión : 2020-06-23

1. Solicitante : MATESTLAB S.A.C.

Dirección : MZA. A LOTE 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 3 pulg

Diámetro de Tamiz : 8 pulg

Marca : GRAN TEST

Serie : 73287

Material : ACERO

Color : PLATEADO

Código de identificación : NO INDICA

3. Lugar y fecha de Calibración  
LABORATORIO DE SUELOS DE MATESTLAB S.A.C.  
22 - SETIEMBRE - 2020

4. Método de Calibración

Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 9691 - 2020	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

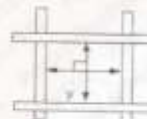
	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,1	21
Humedad %	59	62

7. 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.
- (\*) La desviación estándar encontrada no excede a la desviación estándar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.

8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	DESVIACIÓN ESTÁNDAR MÁXIMA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
mm										mm	mm	mm	mm	mm
76,08	75,06	75,08	75,16	75,09	75,50	75,08	75,10	74,99	74,98	75,21	75,00	0,21	-	0,332



FR DEL DOCUMENTO :

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

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

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 SAC

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

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 955 - 2020**

Página 1 de 1

Expediente : 131-2020  
Fecha de Emisión : 2020-08-22

**1. Solicitante : MATESTLAB S.A.C.**

Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

**2. Instrumento de Medición : TAMIZ**

Tamiz N° : 2 pulg  
Diámetro de Tamiz : 8 pulg  
Marca : GRAN TEST  
Serie : 73542  
Material : ACERO  
Color : PLATEADO  
Código de Identificación : NO INDICA

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.

**3. Lugar y fecha de Calibración:**  
LABORATORIO DE SUELOS DE MATESTLAB S.A.C.  
22 - SETIEMBRE - 2020

**4. Método de Calibración:**  
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

**5. Trazabilidad**

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 9991 - 2020	INACAL - DM

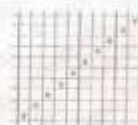
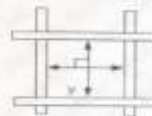
**6. Condiciones Ambientales**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,4	21,4
Humedad %	64	64

- 7. 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.
  - (\*) La desviación estándar encontrada no excede a la desviación estándar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.

**8. Resultados**

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	DESVIACIÓN ESTÁNDAR MUESTRAL	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
mm										mm	mm	mm	mm	mm
49,86	49,86	49,75	50,03	49,78	49,81	49,83	49,76	49,88	49,83	49,74	50,00	-0,26	-	0,125
49,80	49,72	49,58	49,62											



FIN DEL DOCUMENTO

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





Punto de Precisión SAC

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 956 - 2020

Página : 1 de 1

Expediente : 131-2020  
Fecha de Emisión : 2020-08-22

1. Solicitante : MATESTLAB S.A.C.

Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA.  
ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA.

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 1 1/2 pulg  
Diámetro de Tamiz : 8 pulg  
Marca : GRAN TEST  
Serie : 88984  
Material : ACERO  
Color : PLATEADO  
Código de Identificación : NO INDICA

3. Lugar y fecha de Calibración  
LABORATORIO DE SUELOS DE MATESTLAB S.A.C.  
22 - SETIEMBRE - 2020

4. Método de Calibración  
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 999T - 2020	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

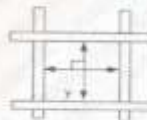
	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,4	21,4
Humedad %	64	64

7. 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.
- (\*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.

8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										(*)				
mm										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	DEVIACIÓN ESTÁNDAR MÁXIMA	DEVIACIÓN ESTÁNDAR
										mm	mm	mm	mm	mm
38,40	38,03	37,83	37,04	37,49	38,62	37,94	38,31	38,01	37,97	37,98	37,60	0,47	-	0,336
37,95	38,24	38,19	38,31	38,30	37,59	37,62	37,59	37,69	37,59					



FR DEL DOCUMENTO

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

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

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 - 957 - 2020**

Página : 1 de 2

Expediente : 131-2020  
Fecha de Emisión : 2020-08-22

1. Solicitante : MATESTLAB S.A.C.

Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 1 pulg

Diámetro de Tamiz : 8 pulg

Marca : GRAN TEST

Serie : 61465

Material : ACERO

Color : PLATEADO

Código de identificación : NO INDICA

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.

3. Lugar y fecha de Calibración  
LABORATORIO DE SUELOS DE MATESTLAB S.A.C.  
22 - SEPTIEMBRE - 2020

4. Método de Calibración  
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 9991 - 2020	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,5	21,4
Humedad %	64	64

7. 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.
- (\*) La desviación estándar encontrada no excede a la desviación estándar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



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



Punto de Precisión SAC

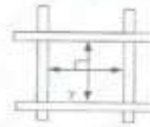
PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LL - 857 - 2020

Página 12 de 2

8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	DEVIACIÓN ESTÁNDAR MÁXIMA	DEVIACIÓN ESTÁNDAR
mm														
25,20	25,08	24,91	25,09	24,99	25,32	25,05	24,90	24,24	24,94	24,85	25,00	-0,15	-	0,305
25,09	24,24	24,89	25,01	24,83	24,58	24,87	25,13	25,11	24,83					
24,83	24,87	25,09	24,99	24,24	25,01	25,09	24,24	24,58	25,01					
24,98	24,24	25,13	24,83	24,99	24,58	25,11	24,87	25,13	25,09					



FIN DEL DOCUMENTO



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



Punto de Precisión SAC

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

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 958 - 2020**

Página : 1 de 2

Expediente : 131-2020  
Fecha de Emisión : 2020-08-22

1. Solicitante : MATESTLAB S.A.C.

Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 3/4 pulg

Diámetro de Tamiz : 8 pulg

Marca : GRAN TEST

Serie : 62015

Material : ACERO

Color : PLATEADO

Código de Identificación : NO INDICA

3. Lugar y fecha de Calibración  
LABORATORIO DE SUELOS DE MATESTLAB S.A.C.  
22 - SETIEMBRE - 2020

4. Método de Calibración  
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC-9991-2020	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,5	21,4
Humedad %	64	64

7. 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.
- (\*) La desviación estándar encontrada no excede a la desviación estándar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.

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 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.



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





Punto de Precisión SAC

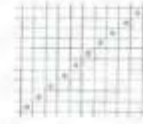
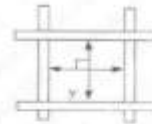
PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 958 - 2020

Página : 2 de 2


8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	DEVIACIÓN ESTÁNDAR MÁXIMA	DEVIACIÓN ESTÁNDAR
mm														
19,02	19,00	18,94	19,16	18,98	19,19	19,18	19,07	18,79	19,14	19,04	19,00	0,04	0,446	0,124
18,94	18,79	19,19	19,14	18,87	19,18	19,04	19,07	19,14	18,98					
19,04	18,98	19,00	19,18	18,98	19,18	19,02	19,18	18,94	19,10					
19,14	19,02	18,94	19,19	19,00	19,07	18,79	18,87	19,18	19,02					
19,18	19,18	18,87	19,18	19,07	19,04	19,00	18,79	19,19	18,88					



FIN DEL DOCUMENTO



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



Punto de Precisión SAC

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

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 959 - 2020**

Página : 1 de 2.

Expediente : 131-2020  
Fecha de Emisión : 2020-08-22

**1. Solicitante : MATESTLAB S.A.C.**

Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

**2. Instrumento de Medición : TAMIZ.**

Tamiz N° : 3/8 pulg  
Diámetro de Tamiz : 8 pulg  
Marca : GRAN TEST  
Serie : 62027  
Material : ACERO  
Color : PLATEADO  
Código de Identificación : NO INDICA

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.

**3. Lugar y fecha de Calibración**  
LABORATORIO DE SUELOS DE MATESTLAB S.A.C.  
22 - SETIEMBRE - 2020

**4. Método de Calibración**  
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

**5. Trazabilidad**

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PE DE REY	INSIZE	TC - 9991 - 2020	INACAL - DM

**6. Condiciones Ambientales**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,5	21,4
Humedad %	64	64

- 7. 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.
  - (\*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



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



Punto de Precisión SAC

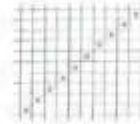
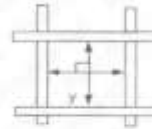
PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 959 - 2020

Página : 2 de 2

E. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										(*)				
mm										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	DEVIACIÓN ESTÁNDAR MÁXIMA	DEVIACIÓN ESTÁNDAR
										mm	mm	mm	mm	mm
9,37	9,36	9,42	9,29	9,42	9,32	9,39	9,36	9,35	9,42	9,35	9,50	-0,15	0,237	0,042
9,39	9,35	9,32	9,37	9,32	9,30	9,31	9,35	9,36	9,37					
9,42	9,39	9,37	9,31	9,30	9,35	9,36	9,30	9,31	9,40					
9,35	9,30	9,32	9,29	9,37	9,29	9,36	9,42	9,39	9,29					
9,40	9,39	9,42	9,29	9,39	9,31	9,42	9,40	9,37	9,35					
9,42	9,38	9,36	9,32	9,36	9,37	9,35	9,32	9,31	9,36					
9,40	9,42	9,35	9,31	9,38	9,32	9,29	9,30	9,36	9,29					



FIN DEL DOCUMENTO



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



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

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 960 - 2020**

Página : 1 de 2

Expediente : 131-2020  
Fecha de Emisión : 2020-08-22

1. Solicitante : MATESTLAB S.A.C.

Dirección : MZA. A LOTE: 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 4

Diámetro de Tamiz : 8 pulg

Marca : GRAN TEST

Serie : 66907

Material : ACERO

Color : PLATEADO

Código de identificación : NO INDICA

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 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. Lugar y fecha de Calibración

LABORATORIO DE SUELOS DE MATESTLAB S.A.C.  
22 - SEPTIEMBRE - 2020

4. Metodo de Calibración

Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	IC - 9991 - 2020	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,5	21,4
Humedad %	64	65

7. 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.
- (\*) La desviación estándar encontrada no excede a la desviación estándar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 192631





Punto de Precisión SAC

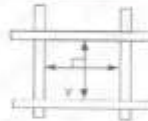
PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 960 - 2020

Página : 2 de 2

B. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										(*)				
mm										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	DEVIACIÓN ESTÁNDAR MÁXIMA	DEVIACIÓN ESTÁNDAR
										mm	mm	mm	mm	mm
4,79	4,81	4,79	4,75	4,88	4,72	4,68	4,80	4,88	4,79	4,78	4,75	0,03	0,13	0,06
4,80	4,79	4,85	4,83	4,88	4,82	4,81	4,83	4,78	4,88					
4,75	4,70	4,81	4,88	4,70	4,72	4,76	4,88	4,75	4,77					
4,88	4,80	4,82	4,75	4,79	4,76	4,80	4,83	4,79	4,72					
4,72	4,79	4,88	4,83	4,70	4,81	4,88	4,76	4,82	4,88					
4,88	4,77	4,81	4,80	4,72	4,70	4,83	4,81	4,72	4,75					
4,82	4,88	4,76	4,83	4,79	4,86	4,88	4,80	4,77	4,77					
4,75	4,79	4,72	4,88	4,73	4,73	4,79	4,77	4,79	4,83					
4,75	4,82	4,88	4,76	4,79	4,80	4,70	4,81	4,88	4,75					
4,70	4,88	4,81	4,73	4,82	4,88	4,75	4,83	4,72	4,80					



FIN DEL DOCUMENTO



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



Punto de Precisión SAC

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

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 961 - 2020**

Página : 1 de 2

Expediente : 131-2020  
Fecha de Emisión : 2020-09-22

1. Solicitante : MATESTLAB S.A.C.  
Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ  
Tamiz N° : 8  
Diámetro de Tamiz : 8 pulg  
Marca : GRAN TEST  
Serie : 66821  
Material : ACERO  
Color : PLATEADO  
Código de identificación : NO INDICA

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 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. Lugar y fecha de Calibración  
LABORATORIO DE SUELOS DE MATESTLAB S.A.C.  
22 - SEPTIEMBRE - 2020

4. Método de Calibración  
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-08.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETCULA DE MEDICIÓN	INSIZE	LLA - 099 - 2019	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21.5	21.4
Humedad %	64	65

7. 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.
- (\*) La desviación estándar encontrada no excede a la desviación estándar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-08.



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



Punto de Precisión SAC

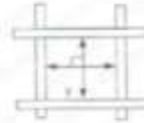
PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 961 - 2020

Página : 2 de 2

8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DEVIACIÓN ESTANDAR MÁXIMA	DEVIACIÓN ESTANDAR
mm														
1,911	1,885	1,982	1,996	1,933	1,972	1,883	1,921	2,000	1,994	1,945	2,000	-0,055	0,072	0,045
2,002	1,972	1,933	1,885	1,863	1,996	1,921	1,982	1,833	2,002					
1,982	1,885	1,996	1,863	1,885	1,996	1,933	1,996	1,885	1,982					
1,972	1,882	1,911	1,896	1,911	1,885	1,982	1,996	1,972	2,002					
1,982	1,833	1,982	1,885	1,996	1,863	1,911	1,933	1,982	1,933					
1,972	1,911	1,996	1,863	1,982	1,933	1,982	1,885	1,996	1,972					
1,921	1,972	1,933	1,911	1,885	1,996	1,933	1,885	1,972	1,982					
1,972	1,982	1,933	1,972	1,982	1,933	1,911	1,996	1,911	1,883					
1,911	1,933	1,911	1,996	1,972	1,996	1,972	1,885	1,911	1,996					
1,921	1,933	1,982	1,982	1,911	1,996	1,933	1,996	1,911	1,885					
1,982	1,885	1,982	1,885	1,863	1,933	1,911	1,921	1,885	1,921					
1,921	1,982	1,982	1,933	1,972	1,863	1,996	1,996	2,002	2,002					



PROHIBIDO DOCUMENTO



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Kosyza Cepcha  
Reg. CIP N° 152831



Punto de Precisión SAC

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

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 961 - 2020**

Página : 1 de 2.

Expediente : 131-2020  
Fecha de Emisión : 2020-08-22

**1. Solicitante : MATESTLAB S.A.C.**

Dirección : MZA, A LOTE, 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

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.

**2. Instrumento de Medición : TAMIZ**

Tamiz N° : 10

Diámetro de Tamiz : 8 pulg

Marca : GRAN TEST

Serie : 66821

Material : ACERO

Color : PLATEADO

Código de identificación : NO INDICA

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 según declarados.

**3. Lugar y fecha de Calibración**  
LABORATORIO DE SUELOS DE MATESTLAB S.A.C.  
22 - SEPTIEMBRE - 2020

**4. Método de Calibración**  
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-06.

**5. Trazabilidad**

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETCULA DE MEDICIÓN	INSIZE	LLA - 961 - 2019	INACAL - DM


**6. Condiciones Ambientales**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21.5	21.4
Humedad %	64	65

**7. 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.
- (\*) La desviación estándar encontrada no excede a la desviación estándar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-06.



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





Punto de Precisión SAC

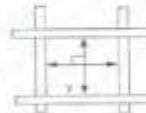
PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 961 - 2020

Página : 2 de 2

8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	(*)	
mm													mm	mm
1,911	1,885	1,862	1,996	1,833	1,972	1,863	1,921	2,000	1,964	1,945	2,000	-0,065	0,072	0,045
2,002	1,972	1,933	1,885	1,863	1,996	1,921	1,982	1,933	2,002					
1,982	1,885	1,906	1,863	1,885	1,886	1,933	1,996	1,885	1,962					
1,972	1,962	1,911	1,996	1,911	1,885	1,982	1,996	1,972	2,002					
1,882	1,933	1,862	1,865	1,996	1,863	1,911	1,933	1,962	1,933					
1,972	1,911	1,996	1,863	1,962	1,933	1,982	1,885	1,996	1,972					
1,921	1,972	1,933	1,911	1,885	1,996	1,933	1,885	1,972	1,962					
1,972	1,962	1,933	1,972	1,962	1,933	1,911	1,996	1,911	1,863					
1,911	1,933	1,911	1,996	1,972	1,996	1,972	1,885	1,911	1,996					
1,921	1,933	1,962	1,962	1,911	1,996	1,933	1,996	1,911	1,885					
1,952	1,885	1,962	1,885	1,863	1,933	1,911	1,921	1,885	1,921					
1,921	1,962	1,962	1,833	1,972	1,863	1,996	1,996	2,002	2,002					



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Cayza Chocho  
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 962 - 2020

Página : 1 de 2

Expediente : 131-2020  
Fecha de Emisión : 2020-08-22

1. Solicitante : MATESTLAB S.A.C.

Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL, 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 16

Diametro de Tamiz : 8 pulg

Marca : GRAN TEST

Serie : 70361

Materia: : ACERO

Color : PLATEADO

Código de Identificación : NO INDICA

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 puede 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  
LABORATORIO DE SUELOS DE MATESTLAB S.A.C.  
22 - SETIEMBRE - 2020

4. Método de Calibración  
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETICULA DE MEDICION	INSIZE	LLA - 099 - 2019	INACAL - OM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,5	21,4
Humedad %	65	65

7. 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.
- (\*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



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

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

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 SAC

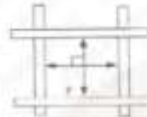
PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 962 - 2020

Página : 2 de 2


8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DEVIACIÓN ESTANDAR MÁXIMA	DEVIACIÓN ESTANDAR
µm										µm	µm	µm	µm	µm
700	850	780	690	820	750	780	810	710	800	820	850	-30	39,36	38,58
820	847	850	820	847	844	844	890	819	820					
844	848	800	810	847	839	880	833	850	822					
846	833	850	820	839	890	839	820	819	842					
850	839	819	848	820	850	829	847	839	833					
846	820	833	829	829	846	844	819	820	844					
800	850	820	833	844	850	833	846	850	800					
844	829	800	829	810	844	820	833	846	846					
850	820	890	829	820	839	819	822	810	842					
842	760	838	850	844	810	760	819	850	820					
810	820	700	819	750	829	820	750	810	842					
833	833	800	829	819	844	847	820	850	842					
833	850	820	890	847	850	844	847	750	842					
847	844	847	810	820	839	850	850	760	820					
800	829	850	829	833	839	810	842	839	839					
833	850	847	847	800	820	839	850	810	780					



FW DEL DOCUMENTO



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Gacchia  
Reg. CIP N° 153631



Punto de Precisión SAC

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

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 963 - 2020**

Página : 1 de 2

Expediente : 131-2020  
Fecha de Emisión : 2020-09-22

1. Solicitante : MATESTLAB S.A.C.  
Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ  
Tamiz N° : 30  
Diámetro de Tamiz : 8 pulg  
Marca : GRAN TEST  
Serie : 73389  
Material : ACERO  
Color : PLATEADO  
Código de identificación : NO INDICA

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.

3. Lugar y fecha de Calibración  
LABORATORIO DE SUELOS DE MATESTLAB S.A.C.  
22 - SETIEMBRE - 2020

4. Método de Calibración  
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETCULA DE MEDICIÓN	INSIZE	LLA - 090 - 2010	INACAL - DM


6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21.0	21.4
Humedad %	65	65

7. 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.
- (\*) La desviación estándar encontrada no excede a la desviación estándar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



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

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

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 SAC

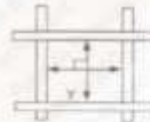
PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 963 - 2020

Página : 2 de 2

8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS											PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	(7)	
µm														µm	µm
423	419	422	417	418	416	423	421	424	421		420	425	-5	25,08	2,65
418	424	423	421	421	419	423	417	422	419						
419	416	424	419	421	423	420	422	423	419						
420	417	423	421	416	416	419	418	418	417						
421	423	420	422	423	417	420	423	422	419						
416	420	416	421	416	419	416	424	421	416						
422	417	419	422	418	423	422	419	418	417						
424	420	416	417	423	424	422	424	423	422						
423	417	423	416	422	416	424	422	424	419						
421	418	418	419	421	418	419	418	419	424						
424	422	422	422	417	422	424	416	424	424						
422	417	424	419	420	421	421	423	419	418						
416	423	416	416	422	423	418	424	422	417						
422	421	417	423	423	416	417	422	419	423						
417	422	419	422	424	418	422	420	418	422						
422	423	420	419	417	419	416	419	420	421						
416	417	417	416	424	417	423	418	422	419						
419	418	423	417	423	416	421	423	417	419						
417	423	416	422	418	422	419	424	423	416						
423	421	417	423	417	423	419	422	416	417						



FIN DEL DOCUMENTO



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



Punto de Precisión SAC

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

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 964 - 2020**

Página : 1 de 2

Expediente : 131-2020  
Fecha de Emisión : 2020-08-22

1. Solicitante : MATESTLAB S.A.C.

Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 50  
Diámetro de Tamiz : 8 pulg  
Marca : GRAN TEST  
Serie : 71937  
Material : ACERO  
Color : PLATEADO  
Código de identificación : NO INDICA

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.

3. Lugar y fecha de Calibración  
LABORATORIO DE SUELOS DE MATESTLAB S.A.C.  
22 - SETIEMBRE - 2020

4. Método de Calibración  
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETICULA DE MEDICIÓN	INSIZE	LLA - 099 - 2019	INACAL - DM

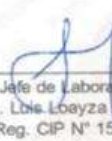
6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,7	21,7
Humedad %	65	65

7. 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.
- (\*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Lbia Lobayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

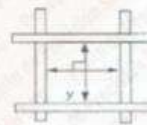
PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 964 - 2020

Página : 2 de 2

8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	DESVIACIÓN ESTÁNDAR MÁXIMA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
μm														
256	263	244	251	231	244	240	251	261	243	250	260	0	17,99	10,49
244	231	240	263	251	239	256	231	263	244					
261	263	263	256	261	263	243	231	239	244					
244	256	244	240	244	239	256	256	256	243					
231	251	243	231	263	231	240	251	243	263					
263	239	263	266	251	263	244	261	263	257					
244	256	240	261	243	251	256	251	240	256					
251	257	231	256	244	239	231	256	244	263					
263	256	263	240	263	256	244	261	257	244					
240	243	256	257	231	261	231	259	256	261					
244	256	240	263	257	256	244	261	251	231					
263	251	244	261	231	239	259	263	259	244					
256	263	231	256	256	240	244	259	240	263					
261	251	263	257	240	263	231	256	261	243					
244	256	243	263	231	243	261	263	251	256					
263	240	251	244	261	256	244	251	240	256					
261	244	256	257	263	240	231	256	244	231					
263	231	251	256	261	256	251	231	263	261					
244	256	231	243	263	240	263	231	256	244					
244	244	263	251	263	231	261	251	240	239					
263	256	231	256	240	244	263	243	244	256					
256	244	239	244	231	263	243	256	261	240					



FIN DEL DOCUMENTO



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 162631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620  
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 SAC

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

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 965 - 2020**

Página 1 de 2

Expediente : 131-2020  
Fecha de Emisión : 2020-06-22

1. Solicitante : MATESTLAB S.A.C.

Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA.  
ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 100

Diámetro de Tamiz : 8 pulg

Marca : GRAN TEST

Serie : 63607

Material : ACERO

Color : PLATEADO

Código de identificación : NO INDICA

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 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. Lugar y fecha de Calibración  
LABORATORIO DE SUELOS DE MATESTLAB S.A.C.  
22 - SEPTIEMBRE - 2020

4. Método de Calibración  
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-06.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETICULA DE MEDICION	INSIZE	LLA - 099 - 2019	INACAL - DM


6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,7	21,7
Humedad %	65	65

7. 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.
- (\*) La desviación estándar encontrada no excede a la desviación estándar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-06.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Croyza Capcha  
Reg. CIP N° 152031





Punto de Precisión SAC

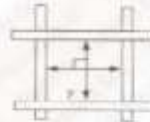
PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 965 - 2020

Página : 2 de 2

II. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	DEVIACIÓN ESTÁNDAR MÁXIMA	DEVIACIÓN ESTÁNDAR
μm										μm	μm	μm	μm	μm
156	154	154	152	153	154	153	152	153	156	154	150	4	13,30	2,10
155	150	151	153	157	155	150	154	153	151					
154	155	152	157	153	156	151	156	154	155					
150	156	154	152	158	155	152	155	157	155					
153	153	158	151	156	152	153	150	156	154					
154	154	155	153	157	158	154	153	152	158					
157	152	153	152	155	152	150	156	157	153					
155	150	150	154	150	154	156	151	154	155					
158	154	158	155	153	150	153	155	153	156					
156	152	156	151	154	154	156	154	150	152					
155	154	150	155	153	155	155	157	156	157					
153	150	153	154	157	154	152	155	151	154					
156	153	152	151	156	150	150	154	152	150					
157	155	156	152	157	152	155	151	157	152					
155	154	153	150	152	154	156	156	154	155					
154	157	151	154	153	157	155	151	155	152					
158	156	154	156	155	158	153	158	155	157					
154	155	152	155	152	154	153	151	154	153					
151	152	155	152	153	150	154	152	151	150					
156	151	156	157	154	154	153	155	152	158					
158	156	153	152	153	150	152	156	157	153					
154	153	154	151	156	154	157	150	153	158					
158	152	155	153	155	153	156	154	152	154					
152	154	156	156	152	153	155	155	156	158					
156	153	154	153	154	152	154	152	157	154					
151	152	151	152	155	153	153	155	152	153					



FIRMA DEL SUJETADO



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 142631



Punto de Precisión SAC

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

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 967 - 2020**

Página : 1 de 2

Expediente : 131-2020  
Fecha de Emisión : 2020-08-22

1. Solicitante : MATESTLAB S.A.C.

Dirección : MZA, A LOTE 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 200

Diámetro de Tamiz : 8 pulg

Marca : GRAN TEST

Serie : 72643

Material : ACERO

Color : PLATEADO

Código de Identificación : NO INDICA

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 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. Lugar y fecha de Calibración  
LABORATORIO DE SUELOS DE MATESTLAB S.A.C.  
22 - SEPTIEMBRE - 2020

4. Método de Calibración  
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-08.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETICULA DE MEDICIÓN	INSIZE	LLA - 099 - 2010	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,7	21,7
Humedad %	65	65

7. 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.
- (\*) La desviación estándar encontrada no excede a la desviación estándar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-08.



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



Punto de Precisión SAC

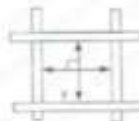
PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 961 - 2020

Página: 2 de 2


8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	DEVIACIÓN ESTÁNDAR MÁXIMA	DEVIACIÓN ESTÁNDAR
mm										mm	mm	mm	mm	mm
1,911	1,985	1,982	1,996	1,933	1,972	1,883	1,921	2,000	1,994	1,945	2,000	-0,055	0,072	0,045
2,002	1,972	1,933	1,885	1,863	1,996	1,921	1,982	1,833	2,002					
1,982	1,885	1,996	1,863	1,885	1,996	1,933	1,996	1,885	1,982					
1,972	1,982	1,911	1,896	1,911	1,885	1,982	1,996	1,972	2,002					
1,982	1,833	1,982	1,885	1,996	1,863	1,911	1,933	1,982	1,833					
1,972	1,911	1,996	1,863	1,982	1,933	1,982	1,885	1,996	1,972					
1,921	1,972	1,933	1,911	1,885	1,996	1,933	1,885	1,972	1,982					
1,972	1,982	1,933	1,972	1,982	1,933	1,911	1,996	1,911	1,883					
1,911	1,933	1,911	1,996	1,972	1,996	1,972	1,885	1,911	1,996					
1,921	1,933	1,982	1,982	1,911	1,996	1,933	1,996	1,911	1,885					
1,982	1,885	1,982	1,885	1,863	1,933	1,911	1,921	1,885	1,921					
1,921	1,982	1,982	1,933	1,972	1,863	1,996	1,996	2,002	2,002					



FIN DEL DOCUMENTO



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

Av. Los Ángeles 553 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

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° LV - 080 - 2020**

**Punto de Precisión SAC**

Expediente : 131 - 2020  
Fecha de Emisión : 2020-09-30

Página : 1 de 1

1. **Solicitante** : MATESTLAB S.A.C.  
Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES

2. **Instrumento de Medición** : MATRAZ DE UN SOLO TRAZO  
Marca : NO INDICA  
Capacidad Nominal : 500 mL  
Modelo : NO INDICA  
Tipo : IN  
Serie : NO INDICA  
Material : VIDRIO  
Procedencia : NO INDICA  
Clase de Exactitud : A  
Código de Identificación : NO INDICA  
Temperatura de Referencia : 20 °C

3. **Lugar y fecha de Calibración**  
Laboratorio de Punto de Precisión S.A.C.  
29 de Setiembre de 2020

4. **Método de Calibración**  
Determinación del volumen contenido por el método gravimétrico, según la PC-015 4ta edición: Procedimiento para la calibración de material volumétrico de vidrio del INACAL - DM.

5. **Patrones de Referencia**  
Los resultados obtenidos tienen trazabilidad a los patrones Nacionales de la INACAL - DM.  
Balanza con Certificado de Calibración : LM-002-2020  
Termómetro con Certificado de Calibración : LT-270-2019  
Termohigrómetro con Certificado de Calibración : T-2228-2019

6. **Condiciones Ambientales**

Temperatura	21,3 °C
Humedad Relativa	67,8 %
Presión Atmosférica	997 mbar

7. **Resultados**

Valor Nominal (mL)	Volumen Contenido (mL)	Desviación (mL)	Incertidumbre (mL)
500	500,23	0,23	0,13

8. **Incertidumbre**  
La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . 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 %.

9. **Observaciones y Notas**  
El error máximo permitido (emp) para matraz de un solo trazo de capacidad nominal de 500 mL, de clase de exactitud A según fabricante es  $\pm 0,250$  mL.

\* Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función de su uso, conservación y mantenimiento del instrumento o equipo de medición.  
\* El presente documento es válido sólo en su papel original, a condición que se muestre en su totalidad y no en forma parcial o fragmentada, no pudiendo extender la conclusión a otras unidades.



FIN DEL DOCUMENTO

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

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

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.



# METROTEC

## METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LTF - 052 - 2020

Área de Metrología

Laboratorio de Tiempo y Frecuencia

Página 1 de 3

1. Expediente	18857	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	MTL GEOTECNIA S.A.C.	
3. Dirección	Cal. La Madrid N° 264 Asc. Los Olivos	
4. Instrumento de medición	MÁQUINA PARA PRUEBAS DE ABRASIÓN TIPO LOS ÁNGELES	Los resultados son válidos en el momento 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 reglamento vigente.
Fabricante	A&A INSTRUMENTS	
Número de Serie	141101	
Modelo	STMH-3	
Alcance de Indicación	9999 VUELTAS	
Div. de escala / Resolución	1 VUELTA	
Identificación	NO INDICA	
Procedencia	CHINA	
Tipo de indicación	DIGITAL	METROLOGÍA & TÉCNICAS 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.
5. Fecha de Calibración	2020-10-16	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
6. Lugar de calibración	INSTALACIONES TECNICAS CP S.A.C.	
El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.		

Fecha de Emisión

2020-10-16

Jefe del Laboratorio de Metrología

JUAN C. QUISPE MORALES

Sello



Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERU

Tel: (511) 540-0642

Cel: (511) 971 439 272 / 942 635 342 / 971 439 282

RPM: 0971439272 / 0942635342 / 0971439282

RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

# METROTEC

## METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LTF - 052 - 2020

Área de Metrología

Laboratorio de Tiempo y Frecuencia

Página 2 de 3

#### 7. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al DM INACAL tomado como referencia la norma internacional ASTM C131 "Resistance to Degradation of Small Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine".

#### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	22 °C	22,1 °C
Presión Atmosférica	69 %	69 %

#### 9. Patrones de referencia

Se utilizaron patrones trazables al SNM-INDECOPI, con los siguientes certificados de calibración:

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Generador de Formas de Ondas Tektronix AFG3102	TACÓMETRO DIGITAL Exactitud de 0,02% de la lectura	INACAL/DM LTF-C-082-2018
PATRONES DE REFERENCIA DE INACAL / DM	REGLA METALICA de 1000 mm con incertidumbre de medición de 0,1 mm.	INACAL / DM LLA-052-2018
PATRONES DE REFERENCIA DE Dirección de Metrología - INACAL	BALANZA - OHAUS Con clase de exactitud II	METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C. MT-LM-177-2018

#### 10. Resultados

Características de las esferas		
N°	MEDICIÓN DE LAS ESFERAS	
	Diámetro (mm)	Peso (g)
1	47,62	440,8
2	46,03	398,1
3	46,02	398,1
4	46,03	398,1
5	47,61	440,7
6	46,00	398,2
7	46,04	398,1
8	46,02	398,0
9	47,63	441,0
10	47,61	440,8
11	47,61	440,8
12	46,03	398,1



Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá N° F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ

Tel: (511) 540-0642

Col: (511) 971 459 272 / 942 635 342 / 971 459 282

RPME: 8971439272 / 8942635342 / 8971459282

RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com



**METROTEC**

**METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MT - LTF - 052 - 2020**

Área de Metrología

Laboratorio de Tiempo y Frecuencia

Página 3 de 3

Determinación del vuelta/tiempo

Tiempo (seg)	INDICACIÓN DEL PATRÓN			Giro de la Máquina (rpm)
	NÚMERO DE VUELTAS	NÚMERO DE VUELTAS	NÚMERO DE VUELTAS	
60	31	31	32	31
120	62	62	63	31
180	92	92	94	30
240	123	123	124	31
300	153	153	154	30
360	184	184	185	31
420	214	214	216	30
480	245	245	247	31
540	275	275	277	30
600	306	306	308	31
660	336	336	338	30
720	367	367	369	31
780	397	397	399	30
840	428	428	429	31
900	458	458	459	30

Características del tambor del equipo

Diámetro Interior	709 mm
Longitud Interior	512 mm

Nota 1.- El peso adecuado para las esferas debe ser de entre 390 g y 445 g. el diámetro debe estar entre 46,38 mm y 47,63 mm.

Nota 2.- El cilindro del equipo debe girar a una velocidad comprendida entre 30 y 33 rpm.

Nota 3.- El rango admisible para el diámetro interior del tambor del equipo es de  $711 \pm 5$  mm.

Nota 4.- El rango admisible para la longitud interior del tambor del equipo es de  $508 \pm 5$  mm.

11. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALBRADO**.

Fin del documento



Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ

Tel.: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 942 635 342 / 971 439 282

RPM: #971439272 / #942635342 / #971439282

RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

# AM3

## AM3 Ingeniería & Negocios SAC

RUC : 20513903261  
 Dirección : AV. Nicolás Ayllón 8510 Edif. 9 Of. 804, Lima  
 - Lima - Ate  
 Código Postal : Lima 03  
 Teléfono : 511-679 8002  
 Email : soportetecnico@am3.com.pe

N° de certificado:	22072020-05
Fecha de emisión:	22/07/2020

## DATOS DEL CLIENTE

Razón Social : INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.  
 RUC : 20602979190  
 Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

Equipo : Máquina de Compresión Accu-Tek Touch Control PRO 250  
 Marca : ELE International  
 Modelo Marco de Carga : 36-0690/06  
 N° de Serie Marco de Carga : 180300131  
 Capacidad : 1112 KN  
 División de Escala : 0.1 KN  
 N° de Serie Panel de Lectura : 1939-1-10045  
 Procedencia : USA  
 Patrón de Trabajo : Celda ELE International Tipo: CCDHA-2000 KN-004-000, N° de Serie: 56638, Capacidad: 2000 KN, trazable al HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-18, Certificado de Calibración INF-LE 013-20.

Método de Verificación : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing Machines" Método C

Temp. Inicial (°C) : 18 H.R. Inicial (%) : 74  
 Temp. Final (°C) : 18 H.R. Final (%) : 69  
 Fecha de Verificación : 21/07/2020  
 Lugar de Verificación : Mza. A Lote. 24 Int. 1 Urb. Mayorazgo Naranjal 2da Etapa Lima - Lima - San Martín de Porres  
 N° de Páginas : 2



HECHO POR  
Emilio Malca



ALDO MARCO  
MUCHA MALLAUPONA  
Ingeniero Civil  
CIP N° 234122  
REVISADO POR



Este certificado de verificación solo puede ser difundido sin alteraciones posterior a la autorización asignada por AM3 Ingeniería & Negocios S.A.C.  
 Este certificado de verificación sin firma y sello carece de validez.



# AM3

## RESULTADOS DE LA MEDICIÓN

Lectura de Celda (patrón)	Lectura del Equipo				Error	Incertidumbre
	LP	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3		
(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(%)	U (%)
100	100.20	100.10	100.30	100.20	0.20	0.1
200	200.20	200.20	200.90	200.43	0.22	0.1
300	300.60	300.60	301.30	300.83	0.28	0.1
400	400.70	400.50	401.70	400.97	0.24	0.1
500	499.20	500.70	501.80	500.57	0.11	0.1
600	600.90	600.10	601.70	600.90	0.15	0.1
700	700.30	700.90	702.00	701.07	0.15	0.1
800	800.80	800.60	802.50	801.30	0.16	0.1
900	901.00	900.80	902.50	901.43	0.16	0.1
1000	1001.00	1001.00	1004.00	1002.00	0.20	0.1

### Incertidumbre

La Incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de Medición, para un factor de cobertura  $k=2$  y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición".

### Observaciones / Indicaciones

El usuario debe calibrar el equipo en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación al que esté expuesto

El equipo se encuentra calibrado y no necesita corrección alguna, ya que el error no supera el +/- 1% en todo el rango verificado.

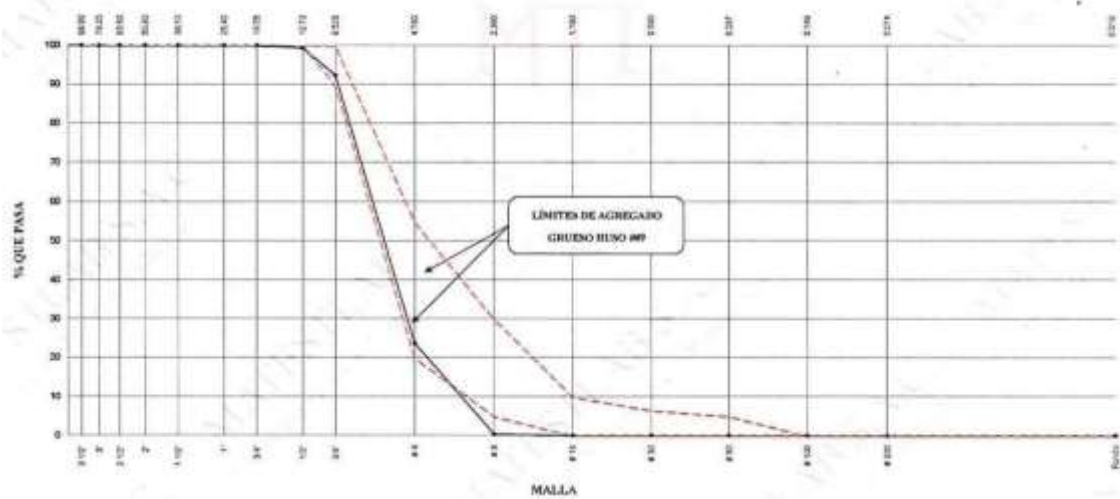
### Anexo 5. Certificado de ensayos de control de calidad de los agregados

	<b>FORMATO</b>		Código	CC-AG-01
	<b>ENSAYO DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGREGADO GRUESO</b>		Versión	01
			Fecha	10-09-2020
			Página	1 de 1
PROYECTO	EFECTOS DEL VIDRIO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN EN ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS DE TRÁNSITO VEHICULAR LIGERO, LIMA 2020.		REGISTRO N°	2020-7038-010
SOLICITANTE	JEFFERSON ANTONY CALEXTO FAJARDO		REALIZADO POR	J. Escobedo
CÓDIGO DE PROYECTO	---		REVISADO POR	H. Santiago
SUBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB S.A.C.		FECHA DE VACIADO	03/08/2020
FECHA DE EMISIÓN	03/09/2020		TURNOS	Diurno
Código de Muestra	M-2			
Lote	---			
N° de Muestra	---			
Preparación	---			

AGREGADO GRUESO ASTM C33 HUSO # 89						
Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Paso Acum.	ASTM "LIM" 50µm	ASTM "LIM" 75µm
4"	101,80 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
3 1/2"	88,90 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
3"	76,20 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
2 1/2"	63,50 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
2"	50,80 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
1 1/2"	38,10 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
1"	25,40 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
3/4"	19,05 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
1/2"	12,50 mm	33,5	0,70	0,70	99,30	100,00
3/8"	9,53 mm	106,6	7,07	7,76	92,24	100,00
1/4"	4,75 mm	1034,8	68,61	76,37	23,60	55,00
# 8	2,36 mm	352,1	23,24	99,71	0,29	30,00
# 16	1,18 mm	4,3	0,29	100,00	0,00	10,00
# 30	0,75 mm	0,0	0,00	100,00	0,00	6,50
# 50	0,30 mm	0,0	0,00	100,00	0,00	3,00
# 100	0,15 mm	0,0	0,00	100,00	0,00	0,00
# 200	0,075 mm	0,0	0,00	100,00	0,00	0,00
Trodo	0,01 mm	0,0	0,00	100,00	0,00	0,00

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
P. Específ. de Masa Seca (kg/m <sup>3</sup> )	2723
P. Específ. de Masa 505 (kg/m <sup>3</sup> )	2744
P. Específ. de Masa Aparente (kg/m <sup>3</sup> )	2778
P. Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1390
P. Unitario Suolto (kg/m <sup>3</sup> )	1470
Absorción (%)	0,70
Tamaño Máximo	1 1/2"
Tamaño Máximo Nominal	3/8"
Módulo de Elasticidad	5,84
% - Malla Nº 200 (0,75 mm)	0,17
Contenido de Humedad (%)	1,80

#### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



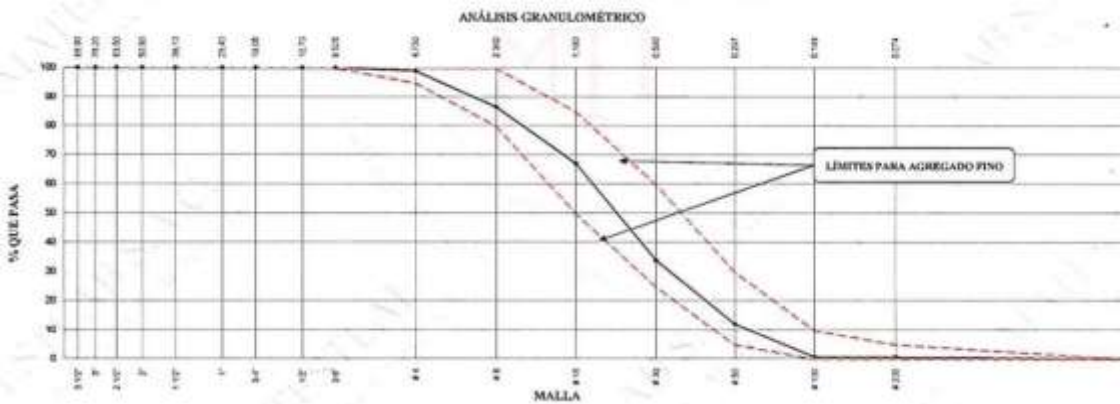
<b>MATESTLAB S.A.C.</b>		
TÉCNICO - LEM  	JEFE - LEM  <b>HENRY W. SANTIAGO FLORES</b> INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 <b>MATESTLAB S.A.C.</b>	GGC - LEM  <b>MATESTLAB S.A.C.</b> RUC: 20604738572 <b>NICOLLE CUMPA BARRETO</b> GERENTE GENERAL

	<b>FORMATO</b>	Código	02-AF-00
	<b>ENSAYO DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGREGADO FINO</b>	Versión	01
		Fecha	03-08-2020
		Página	1 de 1

PROYECTO	EFFECTOS DEL VIDRIO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN EN ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS DE TRÁNSITO VEHICULAR LIGERO, LIMA 2020.	REGISTRO N°:	2020 - TS38 - 010
SOLICITANTE	JEFFERSSON ANTONY CALIXTO FAJARDO	REALIZADO POR:	J. Escobedo
CÓDIGO DE PROYECTO	---	REVISADO POR:	H. Santiago
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB S.A.C.	FECHA DE VALUADO:	03/08/2020
FECHA DE EMISIÓN	03/08/2020	TURNO:	Diurno
CÓDIGO DE MUESTRA	---		
LOTE	---		
N° DE MUESTRA	---		
PROGRESIVA	---		

AGREGADO FINO ASTM C33 - ARENA CRUESA						
Malla	Peso Ret. (g)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Finos Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
#	101,60 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
3/4"	88,90 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
3"	76,20 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
2 1/2"	63,50 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
2"	50,80 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
1 1/2"	38,10 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
1"	25,40 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
3/4"	19,05 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
1/2"	12,50 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
3/8"	9,53 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
#4	4,75 mm	6,8	1,17	1,17	98,00	85,00
#8	2,36 mm	67,5	12,38	13,56	66,44	80,00
#16	1,18 mm	106,4	19,32	33,08	66,32	70,00
#30	0,60 mm	180,2	33,06	66,13	73,87	60,00
#60	0,25 mm	119,3	21,97	88,06	71,94	30,00
#100	0,15 mm	62,7	11,20	99,26	0,44	0,00
#200	0,075 mm	0,0	0,00	99,26	0,44	0,00
Fondo	0,01 mm	2,4	0,44	100,00	0,00	0,00

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
P. Específ. de Masa Seca (kg/m <sup>3</sup> )	2662,000
P. Específ. de Masa SSS (kg/m <sup>3</sup> )	2608,000
P. Específ. de Masa Agregado (kg/m <sup>3</sup> )	2783,000
P. Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1730
P. Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1660
Absorción (%)	1,40
Contenido de Humedad (%)	3,00
Módulo de Pesar	2,00
% < Malla N° 200 (0,75 mm)	2,30



MATESTLAB S.A.C.		
VENECIA - LIMA	LIMA - LIMA	CQC - LIMA
 <b>HENRY W. SANTIAGO FLOR</b> INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205740 MATESTLAB S.A.C.	 <b>NICOLLE CUMPA BARRETO</b> GERENTE GENERAL	 <b>MATESTLAB S.A.C.</b> RUC: 20604738572



## Anexo 6. Certificado de diseño de mezcla de concreto patrón – Método ACI 211

	<b>FORMATO</b>		Código	DC-FC-01
	<b>DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO</b>		Versión	01
	<b>MÉTODO ACI 211</b>		Fecha	10-09-2020
			Página	1 de 2
PROYECTO	1	EFECTOS DEL VIDRIO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN EN ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS DE TRÁNSITO VEHICULAR LIGERO, LIMA 2020.	REGISTRO N°:	2020-TS38-018
SOLICITANTE	1	JEFFERSON ANTONY CALIXTO FAJARDO	REALIZADO POR:	J. Escobedo
CÓDIGO DE PROYECTO	1	---	REVISADO POR:	H. Santiago
UBICACIÓN DE PROYECTO	1	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB S.A.C.	FECHA DE VACIADO:	10/09/2020
FECHA DE EMISIÓN	1	10/09/2020	TURNO:	Diurno
AGREGADO		: Ag. Grano / Ag. Fino	F.C DE DISEÑO:	350 kg/m <sup>2</sup>
PROCEDENCIA		: AGREGADOS DE FERRETERIA	ASENTAMIENTO:	1" - 2"
CEMENTO		: Cemento SOL Tipo 1	CÓDIGO DE MEZCLA:	PATRÓN

### 1. RELACIÓN AGUA CEMENTO

R<sub>ac</sub> = 0,38

### 2. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA

Agua = 207 L

### 3. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO

Aire = 3,0%

### 4. DATOS DE LABORATORIO

INSUMO	PESO ESPECÍFICO						
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m <sup>3</sup>						
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>						
Aire	---						
		HUMEDAD	ABS	MF	PUS	PUC	TMN
Agregado grueso	2725 kg/m <sup>3</sup>	1,30%	0,70%	3,04	1479	1599	3,9
Agregado fino	2662 kg/m <sup>3</sup>	3,69%	1,40%	3,02	1660	1770	

### OBSERVACIONES:

- Muestra provista e identificada por el solicitante.
- Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB S.A.C.

EQUIPO UTILIZADO			
EQUIPO	CÓDIGO	F. CALIBRACIÓN	N° CERT. CALIBRACIÓN
Balanza digital Ohaus 30000g x 1g	MTL-BL-12	29/09/2020	LM-418-2020
Balanza digital Ohaus 30000g x 1g	MTL-BL-13	29/09/2020	LM-415-2020
Balanza digital New Classic 6000g x 0.01g	MTL-BL-14	29/09/2020	LM-416-2020
Horno digital Thermocap 196L 0° a 300°C	MTL-HN-2	29/09/2020	LM-389-2020

MATESTLAB S.A.C.		
TECNICO - LEM	Jefe - LEM	QC - LEM
Nombre y Firma:  	Nombre y Firma:  <b>HENRY W. SANTIAGO FLORES</b> INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	Nombre y Firma:  <b>MATESTLAB S.A.C.</b> RUC: 20604738572 <b>NICOLLE CUMPA BARRETO</b> GERENTE GENERAL



	<b>FORMATO</b>	<b>Código</b>	20-0541
	<b>DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO</b>	<b>Variedad</b>	01
	<b>MÉTODO ACI 211</b>	<b>Fecha</b>	18-09-2020
		<b>Página</b>	2 de 2

<b>PROYECTO</b>	EFECTOS DEL VIDRIO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN EN ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS DE TRÁNSITO VEHICULAR LIGERO, LIMA 2020	<b>REGISTRO N°:</b>	2020-TS04-0311
<b>SOLICITANTE</b>	JEFFERSSON ANTONY CALZEDO FAJARDO	<b>REALIZADO POR:</b>	J. Fajardo
<b>CÓDIGO DE PROYECTO</b>	---	<b>REVISADO POR:</b>	J. Santiago
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b>	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB S.A.C.	<b>FECHA DE VACIADO:</b>	10/09/2020
<b>FECHA DE EMISIÓN</b>	09/09/2020	<b>TURNO:</b>	Diurno
<b>AGREGADO</b>	Ag. Grueso / Ag. Fino	<b>FC DE DISEÑO:</b>	330 kg/cm <sup>2</sup>
<b>PROCEDENCIA</b>	AGREGADOS DE PERÚ	<b>ASENTAMIENTO:</b>	1" - 2"
<b>CEMENTO</b>	Cemento SC3, Tipo I	<b>CÓDIGO DE MEZCLA:</b>	PATRON

**1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA**

$f_{cr} = 40$

**3. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO**

$C_{grueso} = 345 \text{ kg}$

**2. RELACIÓN AGUA CEMENTO**

$f_{ac} = 0,38$

**6. FACTOR CEMENTO**

$f_{bc} \times m_3 = 12,8 \text{ bolsas}$

**3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA**

$A_{gr} = 30 \text{ L}$

**4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO**

$A_{a} = 3,0\%$

**7. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS**

INGREDIENTE	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSORTO	UMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINZA	P.L. SUJETO	TM
Cemento SC3, Tipo I	3130 kg/m <sup>3</sup>	0,375 m <sup>3</sup>					
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>	0,270 m <sup>3</sup>					
Aire	---	0,000 m <sup>3</sup>					
Agregado grueso	2723 kg/m <sup>3</sup>	---	1,30%	0,70%	5,84	1479	3,8
Agregado fino	2462 kg/m <sup>3</sup>	---	3,00%	1,00%	3,02	1660	
Volumen de agua		0,499 m <sup>3</sup>					
Volumen de aire atrapado		0,001 m <sup>3</sup>					

**8. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS**

Agregado grueso  $\approx 0,290 \text{ m}^3 \approx 794 \text{ kg}$

Agregado fino  $\approx 0,3319 \text{ m}^3 \approx 823 \text{ kg}$

**11. VOLUMEN DE TANGA DE PIEDRA**

0,03 m<sup>3</sup>

Cemento SC3, Tipo I 13,62 kg

Agua 4,36 L

Agregado grueso 17,82 kg

Agregado fino 22,88 kg

Slump (tamaño) 4"

**9. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD**

Agregado grueso 713 kg

Agregado fino 913 kg

**12. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE CERA**

CIM A.F., A.G., AGUA

1 : 1,7 : 0,31 : 0,53 L/m<sup>3</sup>

**10. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD**

Agua 39,1 L

**OBSERVACIONES:**

- Muestras provistas e identificadas por el solicitante.
- Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB S.A.C.

MATESTLAB S.A.C.		
1500-1204	1001-1204	1000-1204
  <b>MATESTLAB S.A.C.</b> Laboratorio de Ensayos de Materiales	 <b>HENRY W. SANTIAGO FLORES</b> INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 <b>MATESTLAB S.A.C.</b>	 <b>MATESTLAB S.A.C.</b> RUC: 20504738572 <b>NICOLLE CUMPA BARRE</b> GERENTE GENERAL

## Anexo 7. Certificado de diseño de mezcla de concreto (5% vidrio reciclado) – Método

### ACI 211

	<b>FORMATO</b> <b>DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO</b> <b>MÉTODO ACI 211</b>		Código	DC-10-01
			Versión	01
			Fecha	11-08-2020
			Página	1 de 2
PROYECTO	: EFECTOS DEL VIDRIO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN EN ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS DE TRÁNSITO VEHICULAR LIGERO, LIMA 2020.		REGISTRO N°:	2020 - 7538 - 011
SOLICITANTE	: JEFFERSON ANTONY CALIXTO FAJARDO		REALIZADO POR :	J. Escobedo
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		REVISADO POR :	R. Santiago
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarmado en las instalaciones de MATESTLAB SAC		FECHA DE VACIADO :	11/08/2020
FECHA DE EMISIÓN	: 11/08/2020		TUENO :	Duano
AGREGADO	: Ag. Grueso / Ag. Fino		f'c DE DISEÑO:	350 kg/cm <sup>2</sup>
PROCEDENCIA	: AGREGADOS DE FERRETERIA		ASENTAMIENTO:	1" - 2"
CEMENTO	: Cemento SOL Tipo 1		CÓDIGO DE MEZCLA:	5% V.R.

#### 1. RELACIÓN AGUA CEMENTO

R. a/c = 0,38

#### 5. PORCENTAJE DE VIDRIO RECICLADO

Porcentaje de vidrio reciclado : 5,0%

#### 2. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA

Agua = 207 L

#### 3. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO

Aire = 2,0%

#### 4. DATOS DE LABORATORIO

INSUMO	PESO ESPECÍFICO						
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m <sup>3</sup>						
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>						
Aire	---						
		HUMEDAD	AJS	MF	PUS	PUC	TMN
Agregado grueso	2725 kg/m <sup>3</sup>	1,30%	0,70%	5,84	1479	1599	3/8
Agregado fino	2662 kg/m <sup>3</sup>	1,40%	1,40%	3,02	1660	1770	

#### OBSERVACIONES:

- Muestras provisionales e identificadas por el solicitante
- Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB SAC

EQUIPO UTILIZADO				
EQUIPO	CÓDIGO	F. CALIBRACIÓN	N° CERT. CALIBRACIÓN	
Balanza digital Ohaus 30000g ± 1g	MTL-BL-12	28/06/2020	LM-418-2020	
Balanza digital Ohaus 10000g ± 1g	MTL-BL-13	28/06/2020	LM-415-2020	
Balanza digital New Classic 6000g ± 0.01g	MTL-BL-14	28/06/2020	LM-416-2020	
Termo digital Tamaracp 196L 0° a 100°C	MTL-TR-2	28/06/2020	LM-369-2020	

MATESTLAB S.A.C.		
TÉCNICO - LIM	JEFE - LIM	CCC - LIM
 	 <b>HENRY W. SANTIAGO FLORES</b> <b>INGENIERO CIVIL</b> <b>Reg. CIP N° 205749</b> <b>MATESTLAB S.A.C.</b>	 <b>MATESTLAB S.A.C.</b> <b>RUC: 20504738572</b> <b>NICOLE CUMPA BARRETO</b> <b>GERENTE GENERAL</b>

	<b>FORMATO</b>	Código	DC-FI-01
	<b>DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO</b>	Versión	01
	<b>MÉTODO ACT 211</b>	Fecha	11-09-2020
		Página	1 de 2

PROYECTO	EFFECTOS DEL VIDRIO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN EN ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS DE TRÁNSITO VEHICULAR LIGERO, LIMA 2020	REGISTRO N°	2020-0338-011
SOLICITANTE	JEFFERSSON ANTONY CALIXTO FAJARDO	REALIZADO POR	J. Sánchez
CÓDIGO DE PROYECTO	---	REVISADO POR	H. Santiago
UBICACIÓN DE PROYECTO	Determinada en las instalaciones de MATESTLAB S.A.C.	FECHA DE VÁLIDO	11/09/2020
FECHA DE EMISIÓN	11/09/2020	TÉRMINO	Dieta
AGREGADO	Ag. Gravel / Ag. Fino	FC DE DISEÑO	350 kg/m <sup>3</sup>
PROCEDENCIA	AGREGADOS DE FERRETERIA	AMBIENTAMIENTO	1" - 2"
CEMENTO	Cemento SCL Tipo 1	CÓDIGO DE MEZCLA	9% V.V.

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA	$f_{cu} = 44$	5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO	Cemento = 341 kg
2. RELACIÓN AGUA/CEMENTO	$K_{rel} = 0.38$	6. FACTOR CEMENTO	Índice $\alpha$ en % = 12.8 Índice = 7
3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA	Agua = 207 L	7. CÁLCULO DE VIDRIO RECICLADO	27.24 kg/m <sup>3</sup> = 3.0% / Cto
4. CANTIDAD DE AIRE ATRAVADO	Air = 3.0%		

7. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INGREDIENTE	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO					
Cemento SCL Tipo 1	3150 kg/m <sup>3</sup>	0.1720 m <sup>3</sup>					
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>	0.2070 m <sup>3</sup>					
Air	---	0.0080 m <sup>3</sup>					
			HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINIZA	P.J. (kg/m <sup>3</sup> )	TM
Agregado grueso	2725 kg/m <sup>3</sup>	---	1.30%	0.70%	5.84	1491	3.9
Agregado fino	2602 kg/m <sup>3</sup>	---	3.60%	1.60%	3.02	580	
Volumen de agua		0.4099 m <sup>3</sup>					
Volumen de agregados		0.5801 m <sup>3</sup>					

8. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS

Agregado grueso	= 0.2582 m <sup>3</sup> = 704 kg
Agregado fino	= 0.3319 m <sup>3</sup> = 863 kg

9. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Agregado grueso	713 kg
Agregado fino	915 kg

10. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD

Agua	183 L
------	-------

11. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA

Cemento SCL Tipo 1	13.62 kg
Agua	4.58 L
Agregado grueso	17.82 kg
Agregado fino	22.88 kg
Shamp. Obtenido	g <sup>o</sup>
Vidrio reciclado	0.68 kg

12. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA

CEM	A.G.	A.G.	AGUA	VIDRIO RECICLADO
1	: 1,7	: 1,31	: 14,3 L / bolsa	0,05

OBSERVACIONES:

- Muestra provista e identificada por el solicitante
- Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB S.A.C.

MATESTLAB S.A.C.		
TECNICO - LIM	INGENIERO - LIM	CDC - LIM
  <b>MATESTLAB S.A.C.</b> Laboratorio de Ensayos de Materiales	 <b>HENRY W. SANTIAGO FLORES</b> INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 <b>MATESTLAB S.A.C.</b>	 <b>MATESTLAB S.A.C.</b> RUC: 20604738572 <b>NICOLLE CUMPA BARRETO</b> GERENTE GENERAL



## Anexo 8. Certificado de diseño de mezcla de concreto (10% vidrio reciclado) – Método

### ACI 211

	<b>FORMATO</b> <b>DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO</b> <b>MÉTODO ACI 211</b>		Código	DC-10-01
			Versión	01
			Fecha	12-08-2020
			Página	1 de 2
PROYECTO	1	EFECTOS DEL VIDRIO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN EN ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS DE TRÁNSITO VEHICULAR LIGERO, LIMA 2020.	REGISTRO N°:	2020 - 7538 - 012
SOLICITANTE	1	JEFFERSSON ANTONY CALIXTO FAJARDO	REALIZADO POR:	J. Escobedo
CÓDIGO DE PROYECTO	1	---	REVISADO POR:	H. Santiago
UBICACIÓN DE PROYECTO	1	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB S.A.C.	FECHA DE VACIADO:	12/08/2020
FECHA DE EMISIÓN	2	15/08/2020	TURNO:	Diurno
AGREGADO	1	Ag. Grueso / Ag. Fino	F'c DE DISEÑO:	318 kg/cm <sup>2</sup>
PROCEDENCIA	1	AGREGADOS DE FERRITERIA	ASENTAMIENTO:	1" - 2"
CEMENTO	1	Cemento SOL Tipo I	CÓDIGO DE MEZCLA:	10% V.R.

1. RELACION AGUA CEMENTO  
R<sub>ac</sub> = 0,38

5. PORCENTAJE DE VIDRIO RECICLADO  
Porcentaje de vidrio reciclado: 10,0%

2. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA  
Agua = 207 L

3. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO  
Aire = 3,0%

#### 4. DATOS DE LABORATORIO

INSUMO	PESO ESPECÍFICO						
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m <sup>3</sup>						
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>						
Aire	---						
		HUMEDAD	ABS	MF	PUS	PUC	TMN
Agregado grueso	2725 kg/m <sup>3</sup>	1,50%	0,70%	5,84	1478	1599	3/8
Agregado fino	2602 kg/m <sup>3</sup>	3,69%	1,40%	3,02	1600	1770	

#### OBSERVACIONES:

- Muestras provisionales suministradas por el solicitante
- Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB S.A.C.

EQUIPO UTILIZADO			
EQUIPO	CÓDIGO	F. CALIBRACIÓN	N° CERT. CALIBRACIÓN
Balanza digital Ohaus 5000g x 1g	MTL-BL-12	28/09/2020	LM-418-2020
Balanza digital Ohaus 3000g x 1g	MTL-BL-13	28/09/2020	LM-415-2020
Balanza digital New Classic 6000g x 0,1g	MTL-BL-14	28/09/2020	LM-416-2020
Termo digital Tarnocap 19C, 0° a 300°C	MTL-FN-2	28/09/2020	LM-369-2020

MATESTLAB S.A.C.		
TSCNCO - LIMA	JEFF - LIMA	COE - LIMA
 <p><b>MATESTLAB S.A.C.</b> Laboratorio de Ingeniería de Materiales</p>	<p><b>HENRY W. SANTIAGO FLORES</b> INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 <b>MATESTLAB S.A.C.</b></p>	<p><b>MATESTLAB S.A.C.</b> RUC: 20604738572</p> <p><b>NICOLE CUMPA BARRETO</b> GERENTE GENERAL</p>

	<b>FORMATO</b>	Código	DC-FD-01
	<b>DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO</b>	Versión	01
	<b>MÉTODO ACI 211</b>	Fecha	13.06.2020
		Página	2 de 7

PROYECTO	EFECTOS DEL VIDRIO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN EN ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS DE TRÁNSITO VEHICULAR LIGERO, LIMA 2020	REGISTRO N°	200-153-012
SOLICITANTE	JEFFERSON ANTONY CALIXTO FAJARDO	REALIZADO POR	J. Escobedo
CÓDIGO DE PROYECTO	1.000	REVISADO POR	E. Postigo
DIRECCIÓN DE PROYECTO	Elaborado en las instalaciones de MATESTLAB S.A.C.	FECHA DE VÁLIDO	13/06/2020
FECHA DE EMISIÓN	13/06/2020	TURNO	Diurno
AGREGADO	Ag. Gravel / Ag. Fino	FE DE DISEÑO	20/Agosto
PROVICENCIA	AGREGADOS DE FERRETERIA	ASENTAMIENTO	1" - 2"
CONCRETO	Concreto SOL Tipo 1	CÓDIGO DE MEZCLA	80% V.R.

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA	$F_{cr} = 40$	3. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO	$C_{req} = 30$ kg
2. RELACIÓN AGUA CEMENTO	$R_{ac} = 0,38$	4. FACTOR CEMENTO	$B_{fcm} = 1,12$
3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA	$A_{req} = 20$ L	7. CÁLCULO DE VIDRIO RECICLADO	$V_{VR} = 10,47$ $\approx$ 10,5% / 0,105
4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO	$A_{ar} = 3,0\%$		

7. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO					
Concreto SOL Tipo 1	3120 kg/m <sup>3</sup>	0,1729 m <sup>3</sup>					
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>	0,2070 m <sup>3</sup>					
Aire	—	0,0000 m <sup>3</sup>					
			HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINESZA	P.A. NETO	TM
Agregado grueso	2720 kg/m <sup>3</sup>	—	1,30%	0,70%	3,84	1470	30
Agregado fino	2600 kg/m <sup>3</sup>	—	3,00%	1,40%	3,02	1480	30
Volumen de agua		0,4099 m <sup>3</sup>					
Volumen de agregado		0,5901 m <sup>3</sup>					

8. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS

Agregado grueso	$\approx$ 0,2982 m <sup>3</sup>	$\approx$ 704 kg
Agregado fino	$\approx$ 0,3319 m <sup>3</sup>	$\approx$ 883 kg

9. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Agregado grueso	713 kg
Agregado fino	915 kg

10. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD

Agua	183 L
------	-------

11. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA

Concreto SOL Tipo 1	13,62 kg
Agua	4,59 L
Agregado grueso	17,82 kg
Agregado fino	22,88 kg
Sesqu Oxidado	0"
Vidrio reciclado	1,36 kg

12. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA

CEM	A.F.	A.G.	AGUA	VIDRIO RECICLADO
1	1,7	1,31	14,7 L / 14,7	0,10

OBSERVACIONES:

- Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- Prohíbe la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB S.A.C.

MATESTLAB S.A.C.		
TRONCAL - LIM.	LIM - LIM	CQ - LIM
 <p><b>MATESTLAB S.A.C.</b> Laboratorio de Ensayos de Materiales</p>	<p><b>HENRY W. SANTIAGO FLORES</b> INGENIERO CIVIL R.S. / CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.</p>	<p><b>MATESTLAB S.A.C.</b> RUC: 20604738572</p> <p><b>NICOLE CUMPA BARRETO</b> GERENTE GENERAL</p>



## Anexo 9. Certificado de diseño de mezcla de concreto (15% vidrio reciclado) – Método

### ACI 211

	<b>FORMATO</b>		Código	DC-40-01
	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO		Versión	01
	MÉTODO ACI 211		Fecha	13/08/2020
			Página	1 de 2

PROYECTO	1. EFECTOS DEL VIDRIO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN EN ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS DE TRÁNSITO VEHICULAR LIGERO, LIMA 2020.	REGISTRO Nº:	2020 - TSDR - 013
SOLICITANTE	1. JEFFERSON ANTONY CALIXTO FAJARDO	REALIZADO POR:	J. Barredo
CÓDIGO DE PROYECTO	1. ---	REVISADO POR:	H. Santiago
UBICACIÓN DE PROYECTO	1. Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB S.A.C.	FECHA DE VACIADO:	13/08/2020
FECHA DE EMISIÓN	1. 13/08/2020	TURNO:	Diurno
ADREGADO	: Ag. Grueso / Ag. Fino	F'c DE DISEÑO:	330 kg/cm <sup>2</sup>
PROCEDENCIA	: AGREGADOS DE FERRETERIA	ASENTAMIENTO:	1" - 2"
CEMENTO	: Cemento SOL Tipo 1	CÓDIGO DE MEZCLA:	15% V.R.

1. RELACIÓN AGUA CEMENTO	3. PORCENTAJE DE VIDRIO RECICLADO
R. ac = 6,34	Porcentaje de vidrio reciclado: 15,0%

2. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA
Agua = 207 L

3. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO
Aire = 3,0%

#### 4. DATOS DE LABORATORIO

INSUMO	PESO ESPECÍFICO						
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m <sup>3</sup>						
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>						
Aire	---						
		HUMEDAD	ABS	MP	PLS	PUC	TMN
Agregado grueso	2725 kg/m <sup>3</sup>	1,30%	0,79%	5,84	1479	1599	308
Agregado fino	2662 kg/m <sup>3</sup>	3,60%	1,49%	3,02	1660	1770	

#### OBSERVACIONES:

- Muestras provisionales e identificadas por el solicitante.
- Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB S.A.C.

EQUIPO UTILIZADO				
EQUIPO	CÓDIGO	F. CALIBRACIÓN	N° CERT. CALIBRACIÓN	
Balanza digital Ohaus 10000g x 1g	MTL-BL-12	29/09/2020	LM-418-2020	
Balanza digital Ohaus 30000g x 1g	MTL-BL-13	29/09/2020	LM-413-2020	
Balanza digital New Classic 600g x 0.01g	MTL-BL-14	29/09/2020	LM-416-2020	
Termo digital Tescopap 196L 0° a 300°C	MTL-TM-2	29/09/2020	LM-369-2020	

<b>MATESTLAB S.A.C.</b>		
TÉCNICO - L134	JEFE - L134	COO - L134
  <b>MATESTLAB S.A.C.</b> Laboratorio de ensayos de Materiales	 <b>HENRY W. SANTIAGO FLOR</b> INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 <b>MATESTLAB S.A.C.</b>	 <b>MATESTLAB S.A.C.</b> RUC: 20604738572 <b>NICOLE CUMPA BARRETO</b> GERENTE GENERAL

	<b>FORMATO</b>	Código	DC-10-01
	<b>DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO</b>	Versión	01
	<b>MÉTODO ACI 211</b>	Fecha	13-09-2020
		Página	1 de 1

PROYECTO	EFECTOS DEL VIDRIO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN EN ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS DE TRÁNSITO VEHICULAR LIGERO, LIMA 2020.	REGISTRO N°:	200-7508-013
SURCEANTE	JEFFERSSON ANTONY CAJAZO FAJARDO	REALIZADO POR:	J. Escobedo
CÓDIGO DE PROYECTO	---	REVISADO POR:	H. Santiago
SITUACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB S.A.C.	FECHA DE VÁLIDO:	13/09/2020
FECHA DE EMISIÓN	13/09/2020	TURNO:	Diurno
AGREGADO	Ag. Gruesa / Ag. Fina	P.C. DE DISEÑO	350 kg/m <sup>3</sup>
PROVENIENCIA	AGREGADOS DE FERRETSIDA	ASENTAMIENTO:	1" - 2"
CEMENTO	Cemento S06 Tipo I	CÓDIGO DE MEZCLA:	15% V.V.L

**1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA**

$F_{cr} = 400$

**3. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO**

$G_{cemento} = 345 \text{ kg}$

**2. RELACIÓN AGUA CEMENTO**

$R_{a/c} = 0,34$

**4. FACTOR CEMENTO**

$S_{factor\ c} = 12,8 \text{ litros}$

**3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA**

$A_{req} = 207 \text{ L}$

**7. CÁLCULO DE VIDRIO RECICLADO**

$81,21 \Rightarrow 13,2\% \text{ (Dv)}$

**4. CANTIDAD DE AIRE ATRAZADO**

$A_{ar} = 3,0\%$

**3. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS**

INGREDIENTE	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO						
Cemento S06 Tipo I	3150 kg/m <sup>3</sup>	0,1129 m <sup>3</sup>						
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>	0,2070 m <sup>3</sup>						
Air	---	0,0300 m <sup>3</sup>						
Agregado grueso	2725 kg/m <sup>3</sup>	---	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINZA	P.Z. SUELTOS	TM	
Agregado fino	2662 kg/m <sup>3</sup>	---	1,30%	0,20%	5,04	1479	3,8	
			3,60%	1,60%	3,02	1660		
	Volumen de agua	0,6099 m <sup>3</sup>						
	Volumen de agregados	0,5911 m <sup>3</sup>						

**8. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS**

Agregado grueso  $\Rightarrow 0,2392 \text{ m}^3 \Rightarrow 794 \text{ kg}$

Agregado fino  $\Rightarrow 0,3317 \text{ m}^3 \Rightarrow 883 \text{ kg}$

**11. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA**

0,08 m<sup>3</sup>

Cemento S06 Tipo I	13,62 kg
Agua	4,58 l
Agregado grueso	17,82 kg
Agregado fino	22,88 kg
Spang Obesidido	6"
Vidrio reciclado	3,04 kg

**9. PESO HUMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD**

Agregado grueso 733 kg

Agregado fino 925 kg

**12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD**

$A_{req} = 193 \text{ L}$

**12. DETERMINACIÓN DE VOLUMEN DE OBRAS**

CON A.F. AG. MZTA. VIDRIO RECICLADO  
1 - 1,7 - 1,21 - 14,11 - 0,08

**CONSEJOS:**

- Muestreo proporcional e identificación por el colorante.
- Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB S.A.C.

MATESTLAB S.A.C.		
DIRECCIÓN LIMA	LIMA	LIMA
 <b>MATESTLAB S.A.C.</b> Laboratorio de Spang de Muestreo	 <b>HENRY W. SANTIAGO FLORÉS</b> INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 <b>MATESTLAB S.A.C.</b>	 <b>NICOLE CLUMBAR BARRETO</b> GERENTE GENERAL

## Anexo 10. Certificado de unidades de albañilería método de muestreo y ensayo de unidades de concreto – Ensayo de absorción

	<b>FORMATO</b> UNIDADES DE ALBAÑILERÍA MÉTODO DE MUESTREO Y ENSAYO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO - ENSAYO DE ABSORCIÓN NTP 399.604	Código: DC-40481
		Versión: 01
		Fecha: 11-09-2020
		Página: 2 de 2

PROYECTO: EFECTOS DEL VIDRIO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN EN ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS DE TRÁNSITO VEHICULAR LIGERO, LIMA 2020.	REGISTRO N°: 2009-TS08-019
SOLICITANTE: DEFENSORIN ANTONY CALIXTO FAJARDO	REALIZADO POR: J. Escobedo
CÓDIGO DE PROYECTO: ---	REVISADO POR: H. Santiago
UBICACIÓN DE PROYECTO: Diseñado en las instalaciones de MATESTLAB S.A.C.	TURNO: Diurno
FECHA DE EMISIÓN: 12/09/2020	

DISEÑO PATRÓN				
MUESTRA		1	2	3
Ws	PESO SATURADO DEL ADOQUIN (kg)	3,648	4,0982	4,025
Wi	PESO SUMERGIDO DEL ADOQUIN (kg)	2,1177	2,3719	2,3309
Wd	PESO SECO AL HORNO (kg)	3,4679	3,9009	3,8539
Absorción Kg/m <sup>3</sup>		117,7	114,3	101,0
Absorción %		5,2	5,1	4,4

DISEÑO 5% VIDRIO				
MUESTRA		1	2	3
Ws	PESO SATURADO DEL ADOQUIN (kg)	3,7799	3,7181	3,6099
Wi	PESO SUMERGIDO DEL ADOQUIN (kg)	2,1045	2,0634	2,0063
Wd	PESO SECO AL HORNO (kg)	3,6	3,5	3,4
Absorción Kg/m <sup>3</sup>		113,6	105,0	111,3
Absorción %		5,30	4,90	5,20

DISEÑO 10% VIDRIO				
MUESTRA		1	2	3
Ws	PESO SATURADO DEL ADOQUIN (kg)	3,747	3,8359	3,7667
Wi	PESO SUMERGIDO DEL ADOQUIN (kg)	2,1398	2,1984	2,1456
Wd	PESO SECO AL HORNO (kg)	3,5459	3,6462	3,5744
Absorción Kg/m <sup>3</sup>		125,1	115,8	118,6
Absorción %		5,7	5,2	5,4

DISEÑO 15% VIDRIO				
MUESTRA		1	2	3
Ws	PESO SATURADO DEL ADOQUIN (kg)	4,0388	3,971	3,8134
Wi	PESO SUMERGIDO DEL ADOQUIN (kg)	2,3261	2,2936	2,2037
Wd	PESO SECO AL HORNO (kg)	3,8671	3,812	3,6681
Absorción Kg/m <sup>3</sup>		100,3	94,8	90,3
Absorción %		4,4	4,2	4,0

**CONSERVACIONES:**

- Muestras generadas e identificadas por el solicitante
- Prohibida la explotación de total o parcial de este documento vía la contratación de MATESTLAB S.A.C.

MATESTLAB S.A.C.		
TECNICO - TEM	JEFE - TEM	OTRO - TEM
 MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	 HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	 MATESTLAB S.A.C. RUC 20604738572 NICO E. CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL



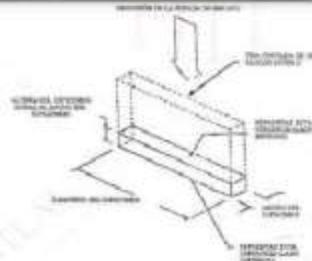
### Anexo 11. Certificado de resistencia a compresión de unidades de albañilería

 <p><b>FORMATO</b> MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA</p>	Código	IS-10-01
	Versión	III
	Folio	20/06/2020
	Página	1 de 1

PROYECTO	: EFECTOS DEL VIDRIO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN EN ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS DE TRÁNSITO VEHICULAR LIGERO, LIMA 2020	REGISTRO N°	: 2020 - T028 - 018
SOLICITANTE	: JEFFERSSON ANTONY CALIXTO FAJARDO	REALIZADO POR	: J. Escobedo
CÓDIGO DE PROYECTO	: -	REVISADO POR	: H. Santiago
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Determinado en las especificaciones de MATESTLAB S.A.C.	FECHA DE ENSAYO	: 20/06/2020
		TUBO	: Diámetro
Tipo de muestra	: Unidades de Albañilería		
Procedimiento	: Ringier (módulo)		
Resistencia de diseño (f'd)	: 3.50 kg/cm <sup>2</sup>		

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**  
ASTM C140 / SEP 399.6M

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	ANCHO (mm)	LONGITUD (mm)	ALTURA (mm)	M <sup>3</sup>	Factor de Corrección	PUREZA MÁXIMA (kg)	ÁREA BRUTA (mm <sup>2</sup> )	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	% Fv
PATRON	10/01/2020	17/04/2020	7	110.0	200.0	80.0	NA	N.A.	33410.0	200.0	347 kg/cm <sup>2</sup>	76.3%
PATRON	10/01/2020	17/04/2020	7	110.0	200.0	80.0	NA	N.A.	33060.0	200.0	343 kg/cm <sup>2</sup>	75.8%
PATRON	10/01/2020	17/04/2020	7	110.0	200.0	80.0	NA	N.A.	34870.0	200.0	373 kg/cm <sup>2</sup>	78.1%
8% Vidrio Reciclado	11/06/2020	18/04/2020	7	110.0	200.0	80.0	NA	N.A.	31080.0	200.0	378 kg/cm <sup>2</sup>	79.4%
8% Vidrio Reciclado	11/06/2020	18/04/2020	7	110.0	200.0	80.0	NA	N.A.	31980.0	200.0	385 kg/cm <sup>2</sup>	81.4%
8% Vidrio Reciclado	11/06/2020	18/04/2020	7	110.0	200.0	80.0	NA	N.A.	37410.0	200.0	389 kg/cm <sup>2</sup>	82.3%
10% Vidrio Reciclado	12/06/2020	19/04/2020	7	110.0	200.0	80.0	NA	N.A.	36240.0	200.0	391 kg/cm <sup>2</sup>	83.2%
10% Vidrio Reciclado	12/06/2020	19/04/2020	7	110.0	200.0	80.0	NA	N.A.	38070.0	200.0	390 kg/cm <sup>2</sup>	82.9%
10% Vidrio Reciclado	12/06/2020	19/04/2020	7	110.0	200.0	80.0	NA	N.A.	39480.0	200.0	393 kg/cm <sup>2</sup>	83.8%
12% Vidrio Reciclado	13/06/2020	20/04/2020	7	110.0	200.0	80.0	NA	N.A.	38710.0	200.0	399 kg/cm <sup>2</sup>	83.2%
12% Vidrio Reciclado	13/06/2020	20/04/2020	7	110.0	200.0	80.0	NA	N.A.	39380.0	200.0	397 kg/cm <sup>2</sup>	84.4%
12% Vidrio Reciclado	13/06/2020	20/04/2020	7	110.0	200.0	80.0	NA	N.A.	40940.0	200.0	395 kg/cm <sup>2</sup>	83.2%



**HECHOS:**

- \* Muestra tratada en el laboratorio de MATESTLAB S.A.C.
- \* Los resultados para la determinación de las fuerzas brutas provienen por el software interactivo para el laboratorio de MATESTLAB S.A.C.
- \* Incluye la reproducción total o parcial del presente documento en la administración propia de MATESTLAB S.A.C.

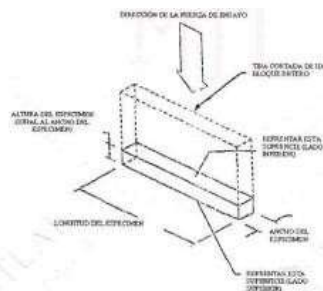
 <p><b>MATESTLAB S.A.C.</b> Laboratorio de Ensayo de Materiales</p>	<p><b>HENRY W. SANTIAGO FLORES</b> INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.</p>	<p><b>MATESTLAB S.A.C.</b> RUC: 20804738572 <b>NICOLLE CUMPA BARRETO</b> GERENTE GENERAL</p>
--	--	--

	FORMATO	Código	FD-FO-01
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA	Versión	01
		Fecha	21-09-2020
		Página	1 de 1

PROYECTO	EFECTOS DEL VIDRIO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN EN ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS DE TRÁNSITO VEHICULAR LIGERO, LIMA 2020.	REGISTRO N°	2020 - TSN - 018
SOLICITANTE	JEFFERSSON ANTONY CALIXTO FAJARDO	REALIZADO POR	J. Escobedo
CÓDIGO DE PROYECTO		REVISADO POR	H. Santiago
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB S.A.C.	FECHA DE ENSAYO	27/09/2020
		TURNO	Diurno
Tipo de muestra	Unidades de Albañilería		
Presentación	Bloque macizo		
Resistencia de diseño (F <sub>td</sub> )	330 kg/cm <sup>2</sup>		

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**  
ASTM C140 / NTP 399.604

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	h/a	Factor de Corrección	FUERZA MÁXIMA (kg)	ÁREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	% F <sub>td</sub>
PATRON	10/09/2020	24/09/2020	14	10,00	20,00	8,00	NA	N.A.	69230,0	200,0	346 kg/cm <sup>2</sup>	98,9%
PATRON	10/09/2020	24/09/2020	14	10,00	20,00	8,00	NA	N.A.	67760,0	200,0	339 kg/cm <sup>2</sup>	96,8%
PATRON	10/09/2020	24/09/2020	14	10,00	20,00	8,00	NA	N.A.	66930,0	200,0	334 kg/cm <sup>2</sup>	95,5%
2% Vidrio Reciclado	11/09/2020	25/09/2020	14	10,00	20,00	8,00	NA	N.A.	71400,0	200,0	357 kg/cm <sup>2</sup>	102,0%
2% Vidrio Reciclado	11/09/2020	25/09/2020	14	10,00	20,00	8,00	NA	N.A.	74410,0	200,0	372 kg/cm <sup>2</sup>	106,7%
5% Vidrio Reciclado	11/09/2020	25/09/2020	14	10,00	20,00	8,00	NA	N.A.	72460,0	200,0	362 kg/cm <sup>2</sup>	103,9%
10% Vidrio Reciclado	12/09/2020	26/09/2020	14	10,00	20,00	8,00	NA	N.A.	73810,0	200,0	370 kg/cm <sup>2</sup>	106,3%
10% Vidrio Reciclado	12/09/2020	26/09/2020	14	10,00	20,00	8,00	NA	N.A.	77070,0	200,0	385 kg/cm <sup>2</sup>	110,1%
10% Vidrio Reciclado	12/09/2020	26/09/2020	14	10,00	20,00	8,00	NA	N.A.	74830,0	200,0	374 kg/cm <sup>2</sup>	108,9%
17% Vidrio Reciclado	13/09/2020	27/09/2020	14	10,00	20,00	8,00	NA	N.A.	77260,0	200,0	386 kg/cm <sup>2</sup>	110,4%
17% Vidrio Reciclado	13/09/2020	27/09/2020	14	10,00	20,00	8,00	NA	N.A.	78990,0	200,0	394 kg/cm <sup>2</sup>	112,7%
17% Vidrio Reciclado	13/09/2020	27/09/2020	14	10,00	20,00	8,00	NA	N.A.	80770,0	200,0	403 kg/cm <sup>2</sup>	115,1%



**OBSERVACIONES**

- Muestra realizada en el laboratorio de MATESTLAB S.A.C.
- Los ensayos para la elaboración de los bloques fueron provistos por el solicitante y ensayados en el laboratorio de MATESTLAB S.A.C.
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MATESTLAB S.A.C.

 <b>MATESTLAB S.A.C.</b> Laboratorio de Ensayos de Materiales	MATESTLAB S.A.C. HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 <b>MATESTLAB S.A.C.</b>	<b>MATESTLAB S.A.C.</b> RUC: 20604738572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL
--	--	---

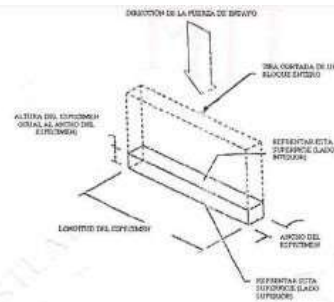


 <p><b>FORMATO</b> MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA</p>	Código	FE-00-01
	Variable	ES
	Fecha	27-09-2020
	Página	1 de 1

<b>PROYECTO</b>	EFFECTOS DEL VIDRIO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN EN ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS DE TRÁNSITO VEHICULAR LIGERO, LIMA 2020	REGISTRO N°:	2020 - 1528 - 004
<b>SOLICITANTE</b>	JEFFERSON ANTONY CALIXTO FAJARDO	REALIZADO POR:	Z. Escobedo
<b>CÓDIGO DE PROYECTO</b>	-	REVISADO POR:	H. Santiago
<b>DIRECCIÓN DE PROYECTO</b>	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE ENSAYO:	16-09-2020
		TURNO:	Diurno
<b>TIPO DE MUESTRA</b>	Unidades de Albañilería		
<b>PRESENTACIÓN</b>	Bloque macizo		
<b>RESISTENCIA DE DISEÑO (F<sub>td</sub>)</b>	350 kg/cm <sup>2</sup>		

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**  
ASTM C140 / NTP 399.604

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	ANCHO (mm)	LONGITUD (mm)	ALTURA (mm)	h/t	Factor de Corrección	FUERZA MÁXIMA (kN)	ÁREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO F% (kg/cm <sup>2</sup> )	% F <sub>td</sub>
PATRÓN	10/06/2020	07/09/2020	28	10,00	20,00	3,00	NA	N.A.	76032,7	200,0	380 kg/cm <sup>2</sup>	109,3%
PATRÓN	10/06/2020	07/09/2020	28	10,00	20,00	3,00	NA	N.A.	77986,0	200,0	390 kg/cm <sup>2</sup>	111,4%
PATRÓN	10/06/2020	07/09/2020	28	10,00	20,00	3,00	NA	N.A.	75236,0	200,0	376 kg/cm <sup>2</sup>	107,5%
5% Vidrio Reciclado	11/06/2020	08/09/2020	28	10,00	20,00	3,00	NA	N.A.	79660,0	200,0	398 kg/cm <sup>2</sup>	113,8%
2% Vidrio Reciclado	11/06/2020	08/09/2020	28	10,00	20,00	3,00	NA	N.A.	78026,0	200,0	390 kg/cm <sup>2</sup>	112,6%
3% Vidrio Reciclado	11/06/2020	08/09/2020	28	10,00	20,00	3,00	NA	N.A.	80996,0	200,0	405 kg/cm <sup>2</sup>	115,7%
10% Vidrio Reciclado	12/06/2020	09/09/2020	28	10,00	20,00	3,00	NA	N.A.	83236,0	200,0	416 kg/cm <sup>2</sup>	118,9%
10% Vidrio Reciclado	12/06/2020	09/09/2020	28	10,00	20,00	3,00	NA	N.A.	81713,0	200,0	409 kg/cm <sup>2</sup>	116,7%
10% Vidrio Reciclado	12/06/2020	09/09/2020	28	10,00	20,00	3,00	NA	N.A.	84210,0	200,0	421 kg/cm <sup>2</sup>	120,3%
10% Vidrio Reciclado	13/06/2020	10/09/2020	28	10,00	20,00	3,00	NA	N.A.	89180,0	200,0	446 kg/cm <sup>2</sup>	127,4%
10% Vidrio Reciclado	13/06/2020	10/09/2020	28	10,00	20,00	3,00	NA	N.A.	91280,0	200,0	456 kg/cm <sup>2</sup>	130,4%
10% Vidrio Reciclado	13/06/2020	10/09/2020	28	10,00	20,00	3,00	NA	N.A.	87360,0	200,0	437 kg/cm <sup>2</sup>	124,9%



- OBSERVACIONES:**
- \* Muestras realizadas en el laboratorio de MATESTLAB SAC
  - \* Los ensayos para la elaboración de los bloques fueron previstos por el solicitante y ensayados en el laboratorio de MATESTLAB SAC
  - \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MATESTLAB SAC

MATESTLAB S.A.C.		
 <b>MATESTLAB S.A.C.</b> Laboratorio de Ensayos de Materiales	 <b>HENRY W. SANTIAGO FLORES</b> INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	 <b>MATESTLAB S.A.C.</b> RUC: 20604738572 <b>NICOL CUMPA BARRETO</b> GERENTE GENERAL

## Anexo 12. Costo de vidrio por 150 kg



**R.U.C. 20553476209**  
**FACTURA ELECTRÓNICA**  
**F001 N° 00031014**

**TEMPLADOS LIMATAMBO S.A.C.**

Av. Proceres de la Independencia Mza. N1 Lote. 2 APV. Los Pinos  
San Juan de Lurigancho Lima - Lima. Telf: 719-7050 / 719-7051

**Cliente** : CALIXTO FAJARDO JEFFERSSON ANTONY  
**RUC** : 10704897583  
**Dirección** : JR. CHIRA 594 INT. 2 - RIMAC  
**Condiciones de Pago** : Contado  
**Código del Vendedor** : 1  
**Observación** :

**Fecha de Emisión** : 05/10/2020 - Hora: 16:20:14  
**Fecha de Vcmto** : 18/10/2020  
**Moneda** : SOLES  
**Orden de Compra** :  
**Nro. Guía** :  
**N° Pedido** : PE0000129688  
**Doc. de Anticipo**

Item	Código	Descripción	Unidad Medida	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
1	SOT0000012	Servicio De Corte (150 kg)	Glb	1.00	S/ 42.37	S/ 42.37
<b>SON: CINCUENTA CON 00/100 SOLES</b>						



*"Nuestro vidrio templado es transformado en nuestra planta, cuyo sistema de gestión para la calidad ha sido certificado/registrado, en conformidad con la norma ISO 9001.2015"*

Representación impresa de la factura electrónica  
Para consultar su comprobante electrónico en línea ingrese a:

<http://templadoslimatambo.factus.pe>

**ESTIMADO CLIENTE: LOS CRISTALES SOLICITADOS DE PLANTA AL LOCAL DE MEXICO PARA SU ENTREGA; TENDRAN COMO MAXIMO 3 DIAS DISPONIBLES PARA SU RECOJO; PASADA LA FECHA, LA EMPRESA NO SE HARA RESPONSABLE DE ALGUNA PERDIDA, ROTURA O RAYADURA.**

MONTO ANTICIPO:	S/ 0.00
TOTAL GRAVADO:	S/ 42.37
TOTAL INAFECTO:	S/ 0.00
TOTAL EXONERADO:	S/ 0.00
IGV 18%:	S/ 7.63
<b>IMPORTE TOTAL:</b>	<b>S/ 50.00</b>
PERCEPCIÓN:	S/ 0.00
DETRACCIÓN:	S/ 0.00
<b>TOTAL A PAGAR:</b>	<b>S/ 50.00</b>

### Anexo 13. Análisis de precio unitario de materiales por metro cúbico para cada mezcla

	Descripción	Und.	Cantidad	P.U.	Parcial	Total
Diseño Patrón (0%)	Cemento	kg	545	S/. 0.53	S/. 288.53	S/. 355.48
	Agregado fino	m <sup>3</sup>	0.61	S/. 65.00	S/. 39.65	
	Agregado grueso	m <sup>3</sup>	0.42	S/. 65.00	S/. 27.30	
Diseño con 5%	Cemento	kg	545	S/. 0.53	S/. 288.53	S/. 364.56
	Agregado fino	m <sup>3</sup>	0.61	S/. 65.00	S/. 39.65	
	Agregado grueso	m <sup>3</sup>	0.42	S/. 65.00	S/. 27.30	
	vidrio reciclado 5%	kg	27.24	S/. 0.33	S/. 9.08	
Diseño con 10%	Cemento	kg	545	S/. 0.53	S/. 288.53	S/. 373.64
	Agregado fino	m <sup>3</sup>	0.61	S/. 65.00	S/. 39.65	
	Agregado grueso	m <sup>3</sup>	0.42	S/. 65.00	S/. 27.30	
	vidrio reciclado 10%	kg	54.47	S/. 0.33	S/. 18.16	
Diseño con 15%	Cemento	kg	545	S/. 0.53	S/. 288.53	S/. 382.72
	Agregado fino	m <sup>3</sup>	0.61	S/. 65.00	S/. 39.65	
	Agregado grueso	m <sup>3</sup>	0.42	S/. 65.00	S/. 27.30	
	vidrio reciclado 15%	Kg	81.71	S/. 0.33	S/. 27.24	

Fuente: Elaboración propia.

## Anexo 14. Memoria fotográfica

### Tratamiento del vidrio reciclado



### Cuarteo





Ensayo granulométrico



Ensayo peso específico, peso unitario y contenido de humedad





Ensayo diseño de mezcla



Roturas



Adoquines

