

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“ADICIÓN DE PORCENTAJES AL 16%, 32% Y 48 % DE CONCRETO RECICLADO AL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE FÍSICO MECÁNICAS, LIMA 2022”

Tesis para optar al título profesional de:

**Ingeniero Civil**

**Autor:**

Bryan Adrián Mallqui Matienzo

**Asesor:**

MBA. José Luis Neyra Torres

<https://orcid.org/0000-0002-6470-2998>

Lima - Perú

**JURADO EVALUADOR**

Jurado 1 Presidente(a)	EDMUNDO VEREAU MIRANDA	10557797
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	ERICK HUMBERTO RABANAL CHAVEZ	42009981
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	RUBEN KEVIN MANTURANO CHIPANA	46905022
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

## SIMILITUD Y PLAGIO



### Document Information

Analyzed document	Tesis Final-Bryan Mallqui-VF.docx (D156385381)
Submitted	2023-01-20 04:50:00
Submitted by	Neicer
Submitter email	neicer.campos@upn.edu.pe
Similarity	6%
Analysis address	neicer.campos.delnor@analysis.arkund.com

### Sources included in the report

<b>SA</b>	<b>Universidad Privada del Norte / T3_65_Becerra Terrones Mario Jayler.docx</b> Document T3_65_Becerra Terrones Mario Jayler.docx (D118450424) Submitted by: gram.rivas@upn.pe Receiver: gram.rivas.delnor@analysis.arkund.com	 2
<b>SA</b>	<b>Universidad Privada del Norte / Tesis Ultimo_MSB_281121.docx</b> Document Tesis Ultimo_MSB_281121.docx (D122050522) Submitted by: julio.quesada@upn.edu.pe Receiver: julio.quesada.delnor@analysis.arkund.com	 1

### Entire Document

FACULTAD DE INGENIERÍA Carrera de Ingeniería Civil  
"ADICIÓN DE PORCENTAJES AL 16%, 32% Y 48 % DE CONCRETO RECICLADO AL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE FÍSICO MECÁNICAS, LIMA 2022"

Tesis

para optar al título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Bryan Adrián Mallqui Matienzo

Asesor:

MBA Ing. José Luis Neyra Torres

Código ORCID : 0000 – 0002 – 6470 - 2998 Lima - Perú

2022

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)

Nombre y Apellidos N° DNI

Jurado 2

Nombre y Apellidos N° DNI

Jurado 3

Nombre y Apellidos N° DNI

DEDICATORIA

A

## **DEDICATORIA**

A Dios, por darme siempre las fuerzas para continuar en lo adverso, por guiarme en el sendero de lo sensato y darme sabiduría en las situaciones difíciles, por darme vida y salud.

A mi madre, por estar siempre conmigo en los buenos y malos momentos, que gracias a sus consejos y palabras de aliento me han ayudado a crecer como persona y a luchar por lo que quiero, a mi padre por mostrarme el camino a la superación, y el apoyo incondicional en cada momento, a mi esposa por sus palabras de aliento y su apoyo incondicional, por permitirme tomarme el tiempo necesario para realizarme profesionalmente, y a mi hijo por ser fuente de motivación e inspiración para poder superarme día a día.



## **AGRADECIMIENTO**

A mi familia, porque han sido el principal apoyo en momentos de flaqueza y debilidad ya que con sus consejos, enseñanzas y tolerancia me han brindado ese respaldo incondicional para culminar esta etapa de mi vida.

A mis maestros, en especial al Ing. José Luis Neyra Torres, por su apoyo y compromiso para absolver mis dudas y consultas a lo largo de mi investigación. Pero además de eso, han sido quienes me han ofrecido sabios conocimientos para lograr mis metas y objetivos.

**TABLA DE CONTENIDO**

JURADO EVALUADOR	2
SIMILITUD Y PLAGIO	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
TABLA DE CONTENIDO	6
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	9
RESUMEN	10
ABSTRACT	11
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	12
<b>1.1. Realidad problemática</b>	<b>12</b>
<b>1.2. Formulación del problema</b>	<b>38</b>
1.2.1. Problema general	38
1.2.2. Problemas específicos	38
<b>1.3. Objetivos</b>	<b>38</b>
1.3.1. Objetivo general	38
1.3.2. Objetivos específicos	38
<b>1.4. Hipótesis</b>	<b>39</b>
1.4.1. Hipótesis general	39
1.4.2. Hipótesis específicas	39
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	41
<b>2.1. Tipo de investigación</b>	<b>41</b>
2.1.1. Propósito	41
2.1.2. Profundidad	41
2.1.3. Naturaleza de los datos	41
2.1.4. Diseño	42
<b>2.2. Variable</b>	<b>42</b>

<b>2.3. Población y muestra</b>	<b>43</b>
2.2.1. Población	43
2.2.2. Muestra	43
<b>2.4. Técnicas y los instrumentos de recolección de datos</b>	<b>45</b>
2.3.1. Técnicas	45
2.3.2. Instrumento	45
<b>2.5. Método de análisis de datos</b>	<b>45</b>
<b>2.6. Procedimientos.</b>	<b>45</b>
<b>2.7. Aspectos éticos</b>	<b>55</b>
<b>2.8. Limitaciones</b>	<b>56</b>
<b>CAPÍTULO III: RESULTADOS</b>	<b>57</b>
<b>3.1. Análisis descriptivo</b>	<b>57</b>
<b>3.1.1. Análisis de las propiedades físicas de los agregados naturales y del material reciclado</b>	<b>57</b>
<b>3.1.2. Análisis de las propiedades mecánicas del concreto en estado fresco</b>	<b>61</b>
<b>3.1.3. Análisis de las propiedades mecánicas del concreto endurecido</b>	<b>63</b>
<b>3.2. Análisis inferencial</b>	<b>70</b>
<b>3.2.1. Prueba de normalidad</b>	<b>70</b>
<b>3.2.2. Comprobación de hipótesis general</b>	<b>71</b>
<b>3.2.3. Comprobación de hipótesis específica 1</b>	<b>73</b>
<b>3.2.4. Comprobación de hipótesis específica 2</b>	<b>74</b>
<b>3.2.5. Comprobación de hipótesis específica 3</b>	<b>76</b>
<b>3.2.6. Comprobación de hipótesis específica 4</b>	<b>77</b>
<b>3.3. Implicancias</b>	<b>78</b>
<b>CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</b>	<b>81</b>
<b>4.1. Discusión</b>	<b>81</b>
<b>4.2. Conclusiones</b>	<b>86</b>
<b>REFERENCIAS</b>	<b>89</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>96</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Resistencia mínima a compresión según días de curado	36
Tabla 2 Operacionalización de variables	43
Tabla 3 Muestra de la investigación	44
Tabla 4 Propiedades físicas de los agregados	60
Tabla 5 Propiedades mecánicas concreto fresco	61
Tabla 6 Resultados ensayo resistencia a compresión a los 7 días de curado	63
Tabla 7 Resultados ensayo resistencia a compresión a los 14 días de curado	65
Tabla 8 Resultados ensayo resistencia a compresión a los 28 días de curado	67
Tabla 9 Resultados ensayo resistencia a flexión a los 28 días de curado	69
Tabla 10 Prueba de normalidad de los ensayos de resistencia a compresión y flexión	71
Tabla 11 Comparación de media para hipótesis general	72
Tabla 12 Prueba T-Student para comprobación de hipótesis general	72
Tabla 13 Comparación de media para hipótesis específica 1	73
Tabla 14 Prueba T-Student para comprobación de hipótesis específica 1	74
Tabla 15 Comparación de media para hipótesis específica 2	74
Tabla 16 Prueba T-Student para comprobación de hipótesis específica 2	75
Tabla 17 Comparación de media para hipótesis específica 3	76
Tabla 18 Prueba T-Student para comprobación de hipótesis específica 3	77
Tabla 19 Comparación de media para hipótesis específica 4	77
Tabla 20 Prueba T-Student para comprobación de hipótesis específica 4	78

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Análisis granulométrico agregado fino	57
Figura 2: Análisis granulométrico agregado grueso	58
Figura 3: Análisis granulométrico concreto reciclado	59
Figura 4: Resultados ensayo resistencia a compresión a los 7 días de curado	63
Figura 5: Porcentaje respecto al diseño a los 7 días de curado	64
Figura 6: Resultados ensayo resistencia a compresión a los 14 días de curado	65
Figura 7: Porcentaje respecto al diseño a los 14 días de curado	66
Figura 8: Resultados ensayo resistencia a compresión a los 28 días de curado	67
Figura 9: Porcentaje respecto al diseño a los 28 días de curado	68
Figura 10: Resultados ensayo resistencia a flexión a los 28 días de curado	69

## RESUMEN

El objetivo de la presente investigación es determinar la influencia de la adición de porcentajes al 16%, 32% y 48 % de concreto reciclado en la mejora de las propiedades de físico mecánicas del diseño de pavimento rígido, Lima 2022. Investigación de enfoque cuantitativo, tipo aplicada, de alcance descriptivo y diseño experimental, en la que se trabajó con una muestra por conveniencia compuesta por 9 probetas cilíndricas de concreto  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> sin la adición de concreto reciclado y 27 probetas cilíndricas de concreto con la adición de concreto reciclado en diferentes porcentajes de acuerdo a lo indicado en la norma NTP 339.034, así mismo, se trabajó con 3 vigas prismáticas de concreto  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> sin la adición de concreto reciclado y 9 vigas prismáticas de concreto con la adición de concreto reciclado en diferentes porcentajes conforme a lo indicado en la norma NTP 339.078. Los resultados alcanzados demuestran que el porcentaje de mejora de la resistencia a compresión entre el diseño propuesto y el concreto con adición del 16% de concreto reciclado es de 23%, con adición de 32% de concreto reciclado es de 9% y con adición del 48% de concreto reciclado es de 3%. Se concluye que la adición de porcentajes al 16%, 32% y 48 % de concreto reciclado influye en la mejora de las propiedades de físico mecánicas del diseño de pavimento rígido, Lima 2022, ya que la prueba de hipótesis de T de Student respecto a la diferencia de medias del ensayo de compresión entre el diseño propuesto y el concreto con adición 16%, 32% y 48 % reportaron un p valor de 0.001, 0.004 y 0.028 respectivamente, por lo tanto, se afirma que la adición de porcentajes al 16%, 32% y 48 % de concreto reciclado influyen en la mejora de las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimento rígido entre un 5% y un 25% respectivamente en relación al diseño propuesto.

**PALABRAS CLAVES:** Adición de concreto reciclado, propiedades físicas, propiedades mecánicas, Pavimento rígido.

## ABSTRACT

The objective of the present investigation is to determine the influence of the addition of percentages of 16%, 32% and 48% of recycled concrete in the improvement of the physical-mechanical properties of the rigid pavement design, Lima 2022. Quantitative approach research, applied type, descriptive scope and experimental design, in which we worked with a convenience sample composed of 9 cylindrical concrete specimens  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> without the addition of recycled concrete and 27 cylindrical concrete specimens with the addition of recycled concrete in different percentages according to what is indicated in the NTP 339.034 standard, likewise, we worked with 3 prismatic concrete beams  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> without the addition of recycled concrete and 9 prismatic concrete beams with the addition of recycled concrete in different percentages as indicated in the NTP 339.078 standard. The results achieved show that the percentage of improvement in compressive strength between the proposed design and the concrete with the addition of 16% recycled concrete is 23%, with the addition of 32% recycled concrete it is 9% and with the addition of the 48% recycled concrete is 3%. It is concluded that the addition of percentages to 16%, 32% and 48% of recycled concrete influences the improvement of the physical-mechanical properties of the rigid pavement design, Lima 2022, since the Student's T hypothesis test regarding the difference in means of the compression test between the proposed design and the concrete with addition 16%, 32% and 48% reported a p value of 0.001, 0.004 and 0.028 respectively, therefore, it is stated that the addition of percentages to 16 %, 32% and 48% of recycled concrete influence the improvement of the physical mechanical properties of the rigid pavement design between 5% and 25% respectively in relation to the proposed design.

**KEY WORDS:** Addition of recycled concrete, physical properties, mechanical properties, Rigid pavement.

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

En la última década se ha producido a nivel mundial un incremento en la densidad de la población, lo que ha llevado a la par a un incremento sostenido e importante del sector de la construcción, generando como consecuencia para el medio ambiente una depredación del suelo, montañas y ríos, no solamente para la fabricación de cemento, sino por la cantidad de agregados finos y gruesos necesarios para la producción del concreto, ya que anualmente se elaboran 11 billones de toneladas de concreto, requiriéndose utilizar cerca de 8 billones de toneladas de agregados naturales (Jordan y Vera, 2014; Alva y Asmat, 2019). Esta misma realidad se ha generado en el Perú, ya que en la última década se ha incrementado en la ciudad de Lima específicamente la demanda habitacional, generándose procesos constructivos a cargo del estado y por empresas privadas tendientes a satisfacer dicha demanda, por lo tanto, se ha incrementado el consumo de materiales pétreos finos y gruesos necesarios para el diseño de mezclas de concreto.

De acuerdo con Robayo et al., (2014) y Rodríguez, (2019), uno de los aspectos negativos de las actividades de construcción, remodelación y demolición en el medio ambiente son los altos volúmenes de residuos de concreto demolido, representados por materiales sobrantes incluyendo la limpieza del sitio y la excavación del terreno. Este tipo de material, al no ser gestionado de forma individual es dispuesto en los vertederos, botaderos informales, orillas de los mares y ríos (Jordan y Viera, 2014). Lo anterior, es un problema que se ha venido acrecentando con el pasar del tiempo, generando impactos negativos en el medio ambiente.



Las estadísticas mundiales indican que la producción de residuos de la industria de construcción viene en un aumento significativo año tras año, generándose más de 6,5 billones de toneladas de las cuales entre 2,6 y 3 billones corresponden a residuos inertes de la construcción y de la demolición (POGOTECH, 2017), de los cuales más de 900 millones de toneladas son producidas en los Estados Unidos, Europa y Japón (Jordan y Viera, 2014). De acuerdo con Kozlovská y Spišáková (2013), en Europa la generación de residuos de construcción y demolición respecto al total de desperdicios que se generan por año representa el 33%. Lo que demuestra que se ha ido incrementando los procesos constructivos a nivel mundial, pero a su vez con incrementos de residuos que no se están manejando de forma adecuada.

En el contexto peruano, el porcentaje de residuos provenientes de la industria de la construcción para el año 2012 fue de 3.58% en relación con el total de residuos sólidos, siendo considerado el segundo tipo de residuo de mayor importancia (MINAM, 2012). En el caso de la ciudad de Lima, se producen diariamente 30.000 m<sup>3</sup> de desmonte, es decir, unas 19,000 toneladas de residuos de la construcción y la demolición, de los cuales el 30% son depositados en los puntos autorizados y el 70% va al mar y a los ríos. Para el año 2012, la Municipalidad Provincial del Callao estableció zonas potenciales para la instalación de escombreras, sin embargo, aún están en etapa de proyecto (León, 2017). Esta realidad, representa un riesgo latente que se está acrecentando afectando al medio ambiente, en especial a los ríos y mares de la ciudad capital.

En respuesta a la anterior, y con miras de que la industria de la construcción sea más amigable y sostenible con el medio ambiente, se ha establecido en diferentes países procesos

destinados al reciclaje del concreto (UMACON, 2017), tal y como lo realizan países como Alemania, Australia, Bélgica, Dinamarca, Estados Unidos, Japón, Gran Bretaña y Holanda quienes reutilizan más de la mitad de los residuos de construcción y demolición, gracias a la promulgación de leyes y normas destinadas a motivar a las industrias y a las personas a reciclar. Se ha evidenciado en dichos países la existencia de estructuras y edificaciones construidas con el empleo de agregados reciclados de concreto (Natalani et al., 2007; Sumari, 2016). En el caso de Latinoamérica, México viene realizando una práctica de reciclaje de concreto para la fabricación de agregados en reemplazo a los naturales, dado a que cada vez es más escaso disponer de bancos de materiales pétreos (Martínez y Mendoza, 2006). Esta práctica de reutilización de material proveniente de los procesos constructivos, y en específico del concreto, demuestra el interés de estos países de mitigar el impacto en el medio ambiente y evidenciar a su vez las ventajas de su empleo dentro de las estructuras de concreto,

De acuerdo con Martínez-Molina et al (2015), el empleo de materiales reciclados, como es el caso de concreto demolido o colapsado en el diseño de nuevas mezclas de concreto, permite resolver: a) la reutilización de residuos sólidos, disminuyendo la cantidad de estos para la mejora del medio ambiente; b) la innovación en el diseño de nuevos materiales para la industria de la construcción eco amigables; c) la conservación de los minerales naturales de las canteras, ya que son productos no renovables; d) la disminución de la contaminación en la atmosfera al disminuir las emisiones de CO y CO<sup>2</sup>; lo que representa una idea innovadora en últimas décadas para mitigar el daño ambiental y mejorar a su vez el desarrollo sostenible (Rodríguez, 2018). Lo antes expuesto, permite nuevamente

reafirmar que se están haciendo esfuerzos desde los diferentes espacios para mitigar la huella ecológica del material proveniente del desmonte de procesos constructivos o de las demoliciones de edificaciones. Sin embargo, en el Perú, el empleo de concreto reciclado dentro de la industria de la construcción es una práctica poco desarrollada debido a que no existen empresas que se encarguen de la recolección, clasificación y preparación del concreto reciclado para su utilización, y en segundo lugar, al poseer el país una amplia experiencia en minería no metálica especialmente en lo que corresponde a materiales pétreos destinados a la industria de la construcción, se desestima el empleo del concreto reciclado.

Estudios experimentales han demostrado que, el empleo de residuos de construcción y demolición reciclado como adición, sustitución y aditivos, en el diseño de nuevas mezclas de concreto hidráulico y mortero bases cemento y cal, en estados fresco y endurecido, respecto a las propiedades físicas y mecánicas muestran las ventajas de su uso (Levy y Hélene, 2007). Así mismo, Bedoya y Dzul (2015) sugieren el empleo de concreto reciclado como agregado para la generación de nuevos concretos de uso masivo en la industria de la construcción, hasta un límite máximo de reemplazo del 50%; sin embargo, Barbudo et al. (2013) y Vázquez et al. (2015), han indicado que se puede realizar la sustitución de 100% del agregado natural por concreto reciclado, sin que se afecte las principales propiedades mecánicas, siempre y cuando se emplee en el diseño una mezcla reductora de agua no necesariamente de alto rendimiento.

También se encuentran los estudios realizados por Letelier et al. (2014) en los que se demuestra que en el diseño de mezclas de concreto hidráulico con áridos reciclados, se obtienen mejoras en las propiedades mecánicas, cuando se produce un mayor tiempo de

curado. El Instituto del Cemento y del Concreto de Guatemala (ICCG), en su boletín especial N° 2 del año 2018, indica que, si se realiza un buen diseño de mezcla de concreto con agregado de concreto reciclado, se pueden obtener desempeños satisfactorios en las resistencias a compresión y flexión similar a las que reportan las mezclas de concreto que se elabora con agregado natural. El desempeño dependerá del porcentaje de agregado reciclado que se utilice, pudiendo ser una combinación de agregado natural con reciclado o llegar hasta el 100% de reemplazo de agregado natural por el reciclado (ICCG 2018). Los estudios antes mencionados, han demostrado la viabilidad del empleo del concreto reciclado en el diseño de mezclas modificadas, demostrándose que permite mejorar las propiedades mecánicas del concreto endurecido.

En este punto es importante indicar que la presente investigación busca conocer las ventajas que tiene la adición de concreto reciclado en diferentes porcentajes menores al 50%, partiendo de lo expuesto en líneas anteriores, siendo el valor agregado del estudio es que la mezcla de concreto a realizar será destinada al diseño de pavimentos rígidos, buscando así obtener mejoras en las propiedades mecánicas de dichos pavimentos.

Otro elemento de importancia en la actualidad es la necesidad a nivel mundial de construir carreteras y vías de comunicación debido a las propias necesidades de las ciudades, lo que está requiriendo de técnicas de construcción cada día más eficientes para poder dar respuesta a dichas demandas. En base a lo anterior, la construcción de las carreteras se está realizando con nuevas de innovaciones tecnológicas para el desarrollo de pavimentos, en los que se diseñan diferentes y nuevas mezclas asfálticas en las que se incorporan diferentes materiales en los que se incluyen el material reciclado. (Silvestre, 2017). Por otro lado, el

incremento sostenido del número de vehículos, y en especial los de carga pesada, genera inconvenientes y fallas que están provocando la disminución en la resistencia y durabilidad de los pavimentos, reduciéndose su vida útil (Corbacho, 2018). Esta realidad, requiere diseño de vías que satisfagan las necesidades de cada ciudad y país y que se diseñen con una vida útil suficiente en el tiempo.

En este sentido, los profesionales de ingeniería tienen la responsabilidad de realizar proyectos sostenibles, en los que se involucren todos los impactos dentro del mismo, iniciando en el diseño y proyección y finalizando en la construcción, operación y mantenimiento: por lo tanto, deben recurrir al empleo de la tecnología y de la innovación dentro de los procedimientos constructivos y en el diseño de productos basándose en la utilización de las mejores técnicas disponibles. Es por ello, que deben analizar y definir diferentes técnicas para la elaboración productos que garanticen procesos eficientes y sostenibles en términos de geotecnia y ambiente (López et al., 2014). De esta manera, se garantiza minimizar el impacto al medio ambiente, la reutilización de materiales reciclados y el diseño de vías con una vida útil más larga y sostenible en el tiempo.

En el caso del Perú, las carreteras tienen una mayor condición de deterioro, existen carreteras sin ningún tipo de asfaltado, así como un bajo nivel de mantenimiento de las vías, lo que trae como consecuencia la desmejora de la red vial del país. Según el informe realizado por Provias Nacional, se indica que las vías que se encuentran asfaltadas en distintos departamentos solo poseen 2.340 km del total de 24.235 km, representando solamente un 9,7% de avance y se encuentran 20.000 km como atajos presentando malas condiciones de transitabilidad. (Silvestre 2017). En el caso de la ciudad de Lima, existen

calles, avenidas y vías principales pavimentadas, sin embargo, presentar fallas de ahuellamiento y fatigas debido al exceso de cargas que se produce por un alto flujo de vehículos particulares, de carga pesada y transporte público, así como también por la falta de mantenimiento (Flores, 2018). Esta realidad, requiere propuestas urgentes para mejorar la transitabilidad vehicular y lograr la interconectividad de los diferentes centros poblados a nivel local y nacional.

Una respuesta a esta problemática es la utilización de los residuos de construcción y demolición como material reciclado en el diseño de mezclas de concreto en las que se incorpore como agregado grueso, para la construcción de vías con pavimentos rígidos, ya que el concreto reciclado puede ser empleado en pavimentos de concreto tanto en las subbases granulares, en las bases estabilizadas con cemento y en el concreto para la carpeta de rodadura (ICCG 2018). En este sentido, como lo señala el ICCG, se ha evidenciado los efectos positivos del empleo del concreto reciclado como agregado de las mezclas de concreto que se utilizan en el diseño de pavimentos rígidos, así como en las diferentes capas del pavimento, de acuerdo a las necesidades existentes.

## **Antecedentes**

### ***Antecedentes Internacionales***

Sánchez et al (2021) en su artículo científico de investigación realizado en México titulado “Análisis del comportamiento mecánico de concreto tradicional y concreto con materiales reciclados”, se propusieron como objetivo evaluar el desempeño de concretos fabricados con agregado reciclado, a partir de cilindros de concreto con una resistencia especificada de 300 kg/cm<sup>2</sup>. Investigación tipo aplicada y diseño no experimental, en las que

se elaboraron muestras con 100% de reemplazo del agregado grueso natural por agregado grueso reciclado. Los resultados muestran que el comportamiento de los especímenes con 20 % de agregado grueso reciclado presenta una resistencia del 85% de la resistencia de diseño y conforme aumenta en porcentaje la resistencia decrece, por lo que de manera preliminar la resistencia tiene un resultado óptimo con el 20% de material reciclado, las resistencias presentadas con los porcentajes superiores al 20% están en un promedio del 75% de la resistencia de diseño. Se concluye que, la resistencia a la compresión de materiales reciclados no muestra una gran pérdida de la resistencia en comparación con los agregados naturales. Así mismo, los agregados reciclados gruesos presentan un comportamiento mecánico semejante a los agregados naturales, por lo tanto, el agregado reciclado grueso como tal es muy resistente y debido a su forma genera una buena cohesión con los materiales al realizar la mezcla originando una mejor resistencia a la compresión.

El trabajo de Sánchez et al (2021) es de suma importancia para la presente investigación, ya que demuestra el comportamiento mecánico del concreto con reemplazo de agregados gruesos por concreto reciclado en porcentajes iguales o superiores al 20%, siendo el fin último de este estudio comprobar el comportamiento mecánico de mezclas para diseño de pavimentos rígidos con el uso de concreto reciclado adicionado en distintos porcentajes.

Díaz (2018), realizó una investigación en México titulada “Aprovechamiento de los residuos de construcción y demolición (RCD) en la elaboración de concretos en Colima Villa de Álvarez”, se planteó como objetivo analizar los RCD principalmente concretos considerados desperdicios en el proceso de construcción y demolición por medio de la

trituration, aprovechando sus componentes básicos como arena y grava para elaborar nuevos concretos con el propósito de reducir costos e impacto ambiental al sustituir el material pétreo de banco por los agregados reciclados. Es una investigación descriptiva y de campo con un diseño experimental, en la que se elaboraron tres muestras de concreto de  $f'c=150\text{kg/cm}^2$ , con agregados finos y gruesos reciclados, a las que se le aplicó el ensayo de resistencia a la compresión. Los resultados indican que las tres muestras superan la resistencia a compresión de  $150\text{ kg/cm}^2$ ; siendo la muestra que presentó un mejor comportamiento la realizada con cemento, arena virgen, grava reciclada con proporciones 1- 6 -7, reportando una resistencia de  $159\text{ kg/cm}^2$ ; la muestra realizada con cemento, arena reciclada y grava reciclada con proporciones 1- 6 -7, reportó una resistencia de  $157\text{ kg/cm}^2$ ; y la muestra realizada con cemento, cal, arena reciclada y grava reciclada con proporciones 1/2 - 1/2 - 6 -7, reportó una resistencia de  $152\text{ kg/cm}^2$ . Respecto al costo de fabricación se determinó que el empleo de materiales reciclados como agregados finos y gruesos permiten realizar concretos más económicos respecto al concreto tradicional, con un ahorro de hasta un 12,70%. El autor concluye que los resultados obtenidos de los ensayos permiten utilizar el concreto diseñado con materiales reciclados para cualquier elemento de baja resistencia, como pueden ser: banquetas, cerramientos, firmes, machuelos, rampas de acceso peatonal y vehículos ligeros. Así mismo se obtuvo una retribución económica, aun cuando parezca poca la diferencia monetaria a corto plazo, ya que al aprovechar los materiales considerados RCD se produce una resistencia en el concreto fabricado con estos materiales similar a la realizada con materiales naturales, por lo que en el tiempo se verá el impacto económico y al mismo se está dejando una huella positiva en el medio ambiente.



La investigación de Díaz (2018) es de relevancia para el presente estudio, pues se analiza el comportamiento mecánico del concreto con el uso concreto reciclado como agregado grueso y fino, para diseños  $157 \text{ kg/cm}^2$  a medida que se incrementa el porcentaje de reemplazo de dichos agregados, reportando valores superiores al diseño patrón. En este sentido, la presente investigación busca conocer este comportamiento en el concreto destinado para el diseño de pavimentos rígidos.

Carrión y Masapanta (2018) realizaron una investigación en Ecuador titulada “Hormigón compactado con rodillo utilizando agregados reciclados para emplearlo en pavimento rígido”, siendo el objetivo propuesto diseñar una mezcla de Hormigón Compactado con Rodillo (HCR) utilizando agregados reciclados provenientes de la trituración de probetas de hormigón para emplearlo en pavimento rígido. Investigación tipo aplicada y diseño experimental, en la que se realizaron mezclas de concreto control y con reemplazo de agregado grueso con porcentajes de concreto reciclado de 14% y 17% respectivamente, siendo la mezcla definitiva con un 13.5% de material reciclado. A las muestras se les realizó ensayos de resistencia a compresión y flexión. Los resultados señalan que, la resistencia a la compresión a los 28 días de la mezcla definitiva con agregados naturales alcanza un promedio de  $296,23 \text{ kg/cm}^2$ , mientras que la mezcla con agregado reciclado llega a  $337.53 \text{ kg/cm}^2$ . por lo tanto, existe un incremento del 12% con el reemplazo del AR-Grueso en la mezcla. La resistencia a la flexión a los 28 días de la mezcla definitiva con agregados naturales llega a un promedio de  $35.28 \text{ kg/cm}^2$ , mientras que la mezcla con agregados reciclados alcanza a  $51.50 \text{ kg/cm}^2$ , por lo tanto, existe un incremento de 31.5% con el reemplazo del AR-Grueso en la mezcla. Se concluye que, la mezcla definitiva con

agregados reciclados cumple con las propiedades mecánicas, teniendo en cuenta las tolerancias de ensayos del (MOP, 2002), obteniendo mejores características en comparación con la mezcla con agregado natural.

El trabajo presentado por Carrión y Masapanta (2018), reviste una importancia significativa para la presente investigación, ya que se demostró la mejora de las propiedades mecánicas de los diseños de concreto para pavimentos rígidos al incorporar concreto reciclado como agregado grueso en proporciones de 14% y 17% respectivamente, siendo el fin último de este estudio conocer el comportamiento mecánico de diseños de concretos con agregados gruesos a ser utilizados en pavimentos rígidos.

Lara y Rosario (2017) realizaron una investigación en Ecuador que se titula “Análisis comparativo de resistencia y permeabilidad de mezclas de hormigón con escombros de demolición de concreto y mampostería como sustitutos de agregado grueso”, en la que se plantearon como objetivo evaluar la resistencia a compresión del concreto y también su permeabilidad para de esta manera hacer una comparación entre las propiedades de los concretos tradicionales y los elaborados con materiales reciclados. Se basaron en una investigación descriptiva y de diseño experimental, en la que se realizaron distintas muestras de concreto empleando la metodología ACI, con distintas dosificaciones de material reciclado, a las que se les aplicó los ensayos de permeabilidad y resistencia a la compresión. Los resultados obtenidos reportan que la resistencia a compresión de las muestras de concreto tiende a variar según el porcentaje de agregado incorporado, siendo la probeta con mayor cantidad material reciclado agregado la que cedió primero. Las autoras concluyen que

los agregados reciclados tienden a disminuir la resistencia de la mezcla de concreto respecto a la de agregados naturales.

El trabajo presentado por Lara y Rosario (2017), es de importancia para este estudio ya que analizaron la resistencia de mezclas de hormigón con empleo de escombros de demolición de concreto y mampostería como sustitutos de agregado grueso con diferentes porcentajes de reemplazo, siendo el objetivo de este estudio conocer las mejoras de las propiedades mecánicas de los diseños de concreto para pavimento rígidos con adición de porcentajes concreto reciclado.

#### *Antecedentes Nacionales*

Castaño y Mego (2021), realizaron un estudio titulado “Diseño de mezcla para pavimento rígido incorporando concreto reciclado en la avenida las Torres, Lurigancho - Chosica 2021”, siendo el objetivo propuesto determinar como el concreto reciclado influye en el diseño de mezcla para pavimento rígido en la Av. Las Torres, Lurigancho - Chosica 2021. Investigación aplicada y diseño cuasiexperimental, en la que en la que se realizaron muestras de concreto convencional y con concreto reciclado para un diseño  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  empleándose la metodología AASHTO 93 aplicando el ensayo de resistencia a la compresión. Los resultados señalan que, la muestra de concreto sin reemplazo de agregado natural reportó una resistencia a la compresión de  $225.17 \text{ kg/cm}^2$ , mejorando 7.22% respecto al concreto de diseño, así mismo, la muestra de concreto con incorporación de concreto reciclado presentó un mejor comportamiento, reportando una resistencia a la compresión de  $231.80 \text{ kg/cm}^2$  mejorando 10.38% respecto al concreto de diseño, y en un 2.94% respecto a la muestra control. Se concluye que, al utilizar el concreto reciclado como reemplazante

como agregado grueso las propiedades mecánicas de esta alternativa no influye negativamente a la resistencia por compresión.

El trabajo de investigación realizado por Castaño y Mego (2021) tiene relevancia para esta investigación, pues se planteó conocer el comportamiento de las propiedades mecánicas del diseño de concreto para pavimento rígido reemplazando un porcentaje de sus agregados gruesos por concreto reciclado, obteniendo resultados positivos y relevantes, ya que esta investigación persigue conocer las mejoras que se alcanzan en este tipo de diseños con el adición de diferentes porcentajes de material grueso por concreto reciclado.

Cruz y Vegas (2020), desarrollaron su tesis titulada “Influencia del uso del agregado reciclado con parámetros controlados sobre la resistencia a compresión del concreto en la ciudad de Trujillo, La Libertad 2019”, en la que se plantearon como objetivo determinar la resistencia a la compresión de probetas de concreto reciclado con parámetros controlados. La tesis se soporta en una investigación descriptiva y de diseño experimental, en la que se realizaron muestras de concreto para un diseño  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  empleándose la metodología ACI, con porcentajes de escombros en reemplazo de agregado natural de 10% , 20%, 30%, 40% y 50%, a los cuales se les aplicó los ensayos de resistencia a la compresión y resistencia a la flexión; obteniendo como resultados que la muestra de concreto sin reemplazo de agregado natural reportó una resistencia a la compresión de  $281.78 \text{ kg/cm}^2$ , así mismo, la muestra de concreto con reemplazo de agregado natural por escombros que presentó mejor comportamiento fue la de 30% de reemplazo, reportando una resistencia a la compresión de  $283.52 \text{ kg/cm}^2$ . Respecto a la resistencia a la flexión, la muestra de concreto sin reemplazo de agregado natural reportó una resistencia de  $72.01 \text{ kg/cm}^2$ , así mismo, la muestra de concreto

con remplazo de agregado natural por escombros que presento mejor comportamiento fue la de 20% de remplazo, reportando una resistencia de 84.35 kg/cm<sup>2</sup>. Los autores concluyen que el porcentaje óptimo de escombros en relación con el ensayo de resistencia a compresión es del 30%, ya que obtuvo un valor de resistencia más aproximado al valor que brinda la norma; respecto al ensayo de resistencia a flexión, el porcentaje óptimo de escombros es de 20%, ya que se obtuvo un valor para el módulo de rotura mayor al obtenido en la probeta patrón. En relación a su empleo, el mismo puede ser utilizado en todo tipo de edificaciones que se encuentren en zonas que no requiera altas resistencias al intemperismo, para muros, prefabricados y corrido de cornisas, pues no requieren de un concreto de alta resistencia.

La investigación de Cruz y Vegas (2020), es de relevancia para el presente trabajo de investigación debido a que se realizó un análisis de las propiedades mecánicas de diseños de concreto con remplazo de material grueso por concreto reciclado, obteniendo mejoras importantes respecto al diseño control, siendo este el fin que persigue este estudio al diseñar concretos con adición de material reciclado (concreto) en pavimentos rígidos.

Marín (2019), realizó estudio titulado “Resistencia a la compresión axial del concreto al reemplazar concreto reciclado como agregado grueso en porcentajes del 5%, 10% y 15%”, en la que se planteó como objetivo determinar la resistencia axial del concreto al reemplazar concreto reciclado como agregado grueso en porcentajes del 5%, 10% y 15%. Basado en una investigación aplicada y de diseño experimental, en la que se realizaron muestras de concreto para un diseño  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con diferentes porcentajes de remplazo de agregado grueso por concreto reciclado (5%, 10% y 15%); obteniendo como resultados que la muestra patrón reportó una resistencia a la compresión de 266,74 kg/cm<sup>2</sup> y la muestra con remplazo de

agregado grueso por concreto reciclado que presento mejor comportamiento fue la de 5% de reemplazo, al reportar de  $244.82 \text{ kg/cm}^2$ , lo que representa una disminución respecto a la muestra patrón del 8,22%. El autor concluye al realizar el reemplazo de los agregado grueso natural por concreto reciclado al 5%, 10% y 15%, se produce una disminución de la resistencia a la compresión a los 28 días, pues se alcanzó una resistencia máxima promedio de  $266.74 \text{ kg/cm}^2$  para la muestra patrón y para las muestras con incorporación de concreto reciclado al 5%, 10% y 15%, se obtuvieron una resistencia promedio de  $244.82 \text{ kg/cm}^2$ ,  $232.61 \text{ kg/cm}^2$  y  $225.85 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente a los 28 días.

La investigación realizada por Marín (2019) es importante para el presente estudio, ya que se estudió el comportamiento de la compresión axial de muestras de diseños de concreto con reemplazo de sus agregados gruesos por concreto reciclado en diferentes proporciones, siendo una de las pruebas a realizar en la presente investigación que busca conocer las mejoras de las propiedades mecánicas de los diseños de concreto para pavimentos rígidos con diferentes porcentajes de adición de concreto reciclado.

Vega (2019), realizo una investigación que se titula “Agregado de concreto reciclado, su influencia en las propiedades mecánicas de concretos 210, 280 y 350  $\text{Kg/cm}^2$ , Lima – 2018”, planteándose como objetivo determinar la influencia del agregado de concreto reciclado en las propiedades mecánicas de los concretos 210  $\text{kg/cm}^2$ , 280  $\text{kg/cm}^2$  y 350  $\text{kg/cm}^2$ , Lima – 2018. El estudio se soporta en una investigación de enfoque cuantitativo, tipo aplicada, de nivel correlacional y diseño experimental, en la que se realizaron muestras de concreto para los diseños  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c= 350 \text{ kg/cm}^2$ , con reemplazo de agregado grueso por concreto reciclado. Los resultados indican el diseño de

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  reportó una resistencia de  $257 \text{ kg/cm}^2$ , para el diseño de  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  reportó una resistencia de  $299 \text{ kg/cm}^2$  y para el diseño de  $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$  reportó una resistencia de  $368 \text{ kg/cm}^2$ , obteniéndose mejoras respecto a la resistencia del diseño en 22%, 7% y 5% respectivamente. La autora concluye que el agregado de concreto reciclado influye de manera positiva en las propiedades mecánicas de los concretos 210, 280 y  $350 \text{ kg/cm}^2$ .

El trabajo realizado por Vega (2019), demostró las mejoras que se obtienen al reemplazar agregados gruesos por concreto reciclado en tres diseños de concreto, siendo el propósito de esta investigación también conocer las mejoras que se alcanzan en el diseño de concretos para pavimentos rígidos con adición concreto reciclado en diferentes porcentajes.

Rengifo (2017), desarrolló un estudio titulado “Influencia de la calidad de concreto reciclado, en la resistencia de un pavimento rígido, Jr. Sargento Lores, distrito Morales – San Martín – 2017”, en la que se planteó como objetivo Determinar la influencia de la calidad del concreto reciclado en la resistencia a la compresión de un pavimento rígido en el Jr. Sargento Lores, Distrito de Morales – San Martín 2017. Investigación de enfoque cuantitativo y diseño experimental, en la que se realizaron muestras de concreto a partir de la norma ACI 211 para un diseño  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , en muestra control y muestras con reemplazo de agregado fino y grueso respectivamente de concreto reciclado. Los resultados evidenciaron que, el diseño de mezcla elaborado con agregado fino y grueso reciclado estuvo muy debajo de los estándares, según lo establecido por la norma los 28 días que se debería obtener un 100% sólo llegó a un 41.82%., por lo tanto, con el diseño de agregados reciclados, no se llegará obtener una resistencia óptima según estándares de calidad pues existe una diferencia significativa de 58.18 %. Para el diseño de mezcla alternativa en el que se utilizó

agregado fino reciclado más agregado grueso de cantera, a los 28 días fue de 136.41%, verificándose que este diseño supera los límites determinados por la ACI 211. Se concluye que la utilización de concreto reciclado influye positivamente en la resistencia a la compresión sólo con el agregado fino reciclado y el agregado grueso no es óptimo pues disminuye la resistencia.

El trabajo realizado por Rengifo (2017), es de relevancia para esta investigación, ya que demostró las ventajas y desventajas del empleo de concreto reciclado como remplazo de agregados gruesos y finos en los diseños de concreto para pavimentos rígidos, ya que este estudio busca conocer las mejoras de las propiedades mecánicas de este mismo tipo de diseños de concretos, pero solamente con adición concreto reciclado en diferentes proporciones.

### **Definiciones conceptuales**

**Concreto.** - Es un material que se compone de cemento, agregado grueso o piedra, agregado fino o arena y agua., que al mezclarse arena forman el mortero que tiene como función adherir diversas partículas de agregado grueso y llenar los vacíos entre ellas. (Harmsen, 2005) el cual se endurece formando un todo compacto y al pasar el tiempo tiene la capacidad de resistir grandes esfuerzos de compresión (Sánchez, 2011).

**Componentes del concreto.** De acuerdo con Sánchez (2011), los componentes del cemento son:

**Cemento:** Es un producto tipo comercial que posee propiedades adhesivas como cohesivas con la finalidad de aglutinar los agregados o áridos y conformar el concreto; dichas propiedades dependen de la composición química, del grado de hidratación, de la finura de



las partículas, de la velocidad de fraguado, del calor de hidratación y de la resistencia mecánica que puede desarrollar.

El de mayor empleo en la industria de la construcción es el cemento Portland, el cual se produce mediante la pulverización del Clinker, el cual es el compuesto de los silicatos de calcio hidráulicos y que por lo general poseen sulfato de calcio y mentalmente caliza para adición durante la molienda (NTP 334.009, 2013). Según Abanto (2013), las características del cemento Portland son:

- ✓ Es un polvo con un color característico gris más o menos verdoso
- ✓ Se vende en bolsas cuyo peso neto es 42.5 kg y un pie cúbico de capacidad.
- ✓ Posee un peso específico de 3.15 gr/cm<sup>3</sup>

De acuerdo con la NTP 334.009 (2013), el cemento Portland se clasifica en distintos tipos, siendo estos

- ✓ Tipo I: Para uso general que no requiera propiedades especiales de cualquier otro tipo.
- ✓ Tipo II: Para uso general, y específicamente cuando se requiere una moderada resistencia a los sulfatos o moderado calor de hidratación.
- ✓ Tipo III: Se recomienda cuando se requiere altas resistencias iniciales.
- ✓ Tipo IV: Su empleo es cuando se desea bajo calor de hidratación.
- ✓ Tipo V: Se emplea cuando se desea alta resistencia a los sulfatos.

**Agua:** Es el componente líquido necesario la mezcla y posee 3 funciones importantes: reaccionar con el cemento para hidratarlo, actuar como lubricante para contribuir a la trabajabilidad del conjunto y procurar la estructura de vacíos necesaria en la

pasta para que los productos de hidratación tengan espacio para desarrollarse. Está prohibido el empleo de aguas ácidas calcáreas, minerales, carbonadas, agua proveniente de minas o relaves, aguas que contengan residuos minerales o industriales, aguas con contenido de sulfatos mayor al 1%, aguas que contengan algas o materia orgánica, descarga de desagües aguas que contengan azúcares o derivados (Sánchez, 2011).

**Agregado o árido:** Se toman en consideración aquellos materiales que posean una resistencia propia suficiente (resistencia de grano), que no interfieren en el proceso de endurecimiento del cemento hidráulico, es decir, son inertes y permiten la adherencia con la pasta de cemento endurecida. Dichos materiales suelen ser naturales o artificiales dependiendo del origen de obtención (Sánchez, 2011). En este sentido, Rivva (2003) indica que los agregados que se utilizan para el diseño de concreto se clasifican en agregado: fino, grueso y hormigón o agregado integrado.

- ✓ Agregado fino: El agregado fino como el grueso, son elementos inherentes al concreto por no intervenir en la reacción química que se produce entre el cemento y el agua; en este sentido, el agregado fino tiene que ser durable, limpio, fuerte, duro y libre de materiales e impurezas como lo es el polvo limo y materiales orgánicos (Harmsen, 2005).
- ✓ Agregado grueso: El agregado grueso está compuesto por rocas graníticas y sintéticas, se emplea piedra partida, grava zarandeada proveniente del lecho de río de yacimientos naturales (Harmsen, 2005).

- ✓ Hormigón: Este tipo de agregado corresponde a una mezcla de grava y arena de forma natural, y su empleo es para la preparación de concreto de baja calidad (Abanto, 2013).

Según Rivva (2003) el agregado cumple tres funciones específicas en el concreto: proporciona un relleno adecuado a la pasta que permite reducir el contenido de esta por unidad de volumen, proporciona una masa de partículas que tiene la capacidad de resistir las acciones mecánicas del desgaste que actúan sobre el concreto, y reduce el cambio de volumen producto del resultado de los procesos de fraguado y endurecimiento de humedecido y secado o de calentamiento de la pasta. Es así que, en función de la naturaleza de los agregados, estos suelen tener formas geométricas irregulares que están compuestas de forma aleatoria por caras robadas y angulares, por lo tanto, pueden ser:

- ✓ Angular: Es cuando sus bordes se encuentran bien definidos y están formados por la intersección de sus caras, así misma potencia el desgaste en bordes y caras.
- ✓ Sub angular: Presentan algo de desgaste en bordes y caras, pero estando intactas sus caras.
- ✓ Sub redondeada: Presentan un desgaste en bordes y caras.
- ✓ Redondeada: Presentan bordes desgastados casi eliminados.
- ✓ Muy redondeado: No presentan bordes y caras.

Por su parte, Torre (2004) señala que, respecto a su textura superficial, suelen tener una textura áspera y granular, y depende de la dureza, tamaño del grano y las características de la roca original; la forma y la textura inciden altamente en la resistencia a la flexión del

concreto, por lo que se aconseja controlar de manera obligatoria estas características en los concretos de alta resistencia.

### ***Propiedades del concreto en estado fresco.***

Rivva (2013) señala que las principales propiedades del concreto en estado fresco son:

a) *Trabajabilidad*: Esta propiedad está referida al mezclado, el manejo, el transporte, la colocación, la compactación y el término del concreto sin que este pierda su homogeneidad; es decir, se exude o se segregue. Dicha propiedad está asociada al tamaño y la forma de la estructura que va a ser construida, ya que un elemento delgado o muy reforzado, requiere una mezcla muy fluida y no un elemento masivo o poco reforzado. Esta propiedad se determina a través del ensayo de asentamiento con el cono de Abrams o Slump, ya que permite detectar variaciones en la uniformidad de una mezcla de proporciones determinadas, siendo los factores que influyen en la trabajabilidad.

- ✓ Estabilidad: Consiste en el desplazamiento que se produce en el concreto sin medir las fuerzas externas y es cuantificado por la exudación y segregación.
- ✓ Compactibilidad: Se refiere a la medida con la que el concreto fresco puede compactarse de manera fácil.
- ✓ Movilidad: Es la facilidad que presenta el concreto desplazado producto de una fuerza externa, evaluándose a través de la viscosidad, la cohesión y la resistencia interna al corte. (Pasquel, 1999)
- ✓ Gradación: Corresponde a la forma y textura superficial de los agregados, las cantidades relativas de pasta y agregados, la fluidez de la pasta, el contenido de

aire, el agua y el agregado grueso, el porcentaje de arena en el agregado total, los aditivos y métodos de mezclado (Rivera, 2013).

b) Segregación: La densidad de las partículas provocan que aquellas más livianas queden suspendidas y las más pesadas descendan; por lo general la densidad de la pasta de cemento con agregado fino es 20% menor a la densidad del agregado grueso, lo que hace que el agregado grueso se quede atrapado en el fondo (Pasquel, 1999)

c) Exudación: Es cuando una parte del agua de mezcla se separa de la masa y se eleva hasta la superficie del concreto. Se produce debido a la cantidad de finos que están dentro de la mezcla, por lo tanto, a mayor cantidad de cemento o mayor porcentaje de agregado fino que es retenido en la malla N°100, se producirá una exudación menor ya que el agua de mezcla es retenida. (Pasquel, 1999).

d) Contracción: Es la fisuración del concreto que se da tanto en estado plástico como endurecido al haber pérdida de agua en la mezcla. Es un proceso reversible, pues al reponer el agua en la mezcla se recupera gran parte de la contracción (Pasquel, 1999).

### ***Propiedades principales del concreto endurecido***

De acuerdo con Pasquel (1999), las propiedades del concreto endurecido se clasifican en:

a) Elasticidad: Es la capacidad que posee el concreto para deformarse cuando es sometido a una carga, ya que no es un material elástico en ninguno de sus tramos de su diagrama carga vs deformación. El módulo de elasticidad normal se encuentra entre 250,000 a 350,000 kgf/cm<sup>2</sup> y están relacionados de manera directa con la resistencia a compresión y

en relación inversa con la relación agua/cemento. Una mezcla ideal se obtiene con un mayor módulo de elasticidad y una mayor capacidad para la deformación (Pasquel, 1999).

b) Resistencia: Es la capacidad que posee el concreto para soportar cargas y esfuerzos, siendo el mejor comportamiento la resistencia a compresión respecto a la resistencia a tracción. La concentración de la pasta en su relación agua/cemento, la temperatura, el tiempo, el tipo y características del cemento empleado y de la calidad de los agregados, son factores que inciden de manera directa en la resistencia. Los concretos normales se caracterizan por presentar resistencias entre 100 a 400 kgf/cm<sup>2</sup> y al emplear aditivos pueden alcanzar resistencias de 700 kgf/cm<sup>2</sup>. Cuando se utilizan aglomerantes sintéticos la resistencia puede alcanzar los 1500 kgf/cm<sup>2</sup> (Pasquel, 1999).

c) Extensibilidad: Es la propiedad que posee el concreto sin agrietarse, depende de la elasticidad y el flujo plástico, el cual se produce por la deformación que sufre el concreto al estar bajo una carga constante. En condiciones normales la fisuración visible aparece para 0.003 de deformación unitaria (Pasquel, 1999).

d) Permeabilidad: Esta propiedad está asociada a la cantidad de líquidos que migran por los poros del material en un determinado periodo de tiempo.

### ***Residuos de construcción y demolición (RCD)***

Se define como aquel residuo de material no aprovechable, que en un contexto inicial no posee un valor económico, pero constituye una fuente de materia útil, pero que debido a la falta de gestión, la inexistencia de mercados para ser comercializado y el inadecuado proceso de eliminación, se convierte en un verdadero problema que atenta contra el medio ambiente y un derroche innecesario de recursos. (Garrido, 1998)

La Norma Técnica Peruana NTP 400.053:2014 lo llama granulado de concreto y lo define como aquel material secundario de los procesos constructivos que proveniente del tratamiento del concreto y mortero de demolición que puede ser llevado a partículas de tamaño similar al de los agregados.

### ***Componentes del manejo de residuos de la actividad de la construcción.***

El proceso de reutilización y reciclaje de los residuos de la actividad de la construcción debe ser realizada en base al mayor volumen de residuo y las alternativas de empleo a partir de las exigencias técnicas, por lo tanto, se debe procurar que los materiales recuperados posean las mismas características que los materiales de origen. Para lograr esto, se debe realizar un desmontaje selectivo, clasificación y separación de los materiales. Aquellas mezclas que sean inadecuadas para ser recicladas deberán ser retiradas y tratadas a partir de los criterios técnicos y ambientales existentes deben ser previamente retiradas y tratadas conformes a las normas respectivas.

El proceso para el manejo de residuos de la actividad de la construcción se debe realizar en tres etapas, siendo estas:

- ✓ ***Recolección:*** Debe ser realizada de manera selectiva tomando en consideración el destino de los residuos obtenidos, ya sean para ser reutilizados, para ser reciclados o para disposición final; todo en base a las normas técnicas respectivas.
- ✓ ***Transporte:*** Debe ser realizado con los equipos y/o vehículos y en los horarios y rutas establecidos según las normas técnicas respectivas.

- ✓ **Aprovechamiento (reutilización y reciclaje de materiales):** Las fracciones obtenidas deben ser tratadas para la obtención de materiales secundarios que al ser reciclados presenten las propiedades técnicas más elevadas para de esta manera evitar perder la calidad del material por reciclaje.

### ***Ensayo resistencia a la compresión.***

La resistencia a la compresión se define como aquel máximo esfuerzo que soporta el concreto sin romperse, ya que al estar destinado sufrir esfuerzos de compresión, la medida de la resistencia a los esfuerzos es empleada como índice de su calidad (Rivva, 2003).

Se considera una de las principales y más importantes propiedades del concreto endurecido, siendo empleada generalmente como criterio de aceptación o rechazo del mismo. Por lo tanto, es importante tomar en consideración que la resistencia a la compresión del concreto mínima recomendada se da en porcentajes respecto al número de días de curado de los especímenes elaborados con cemento Portland Tipo I a ensayar (ver tabla 1).

**Tabla 1**

*Resistencia mínima a compresión según días de curado*

<b>DÍAS DE ENSAYO</b>	<b>RESISTENCIA MÍNIMA (%)</b>
7 días	70
14 días	85
21 días	95
28 días	100

Fuente: Instituto Americano del Concreto (2014)



El método normalizado para determinar la resistencia a la compresión en muestras cilíndricas consiste en aplicar una carga de compresión axial a dichos cilindros a una velocidad normalizada y en un rango prescrito, mientras se produce la falla a la resistencia de la probeta. Su cálculo se obtiene al dividir la carga máxima alcanzada en el ensayo entre el área de la sección recta de la probeta (NTP 339.034, 2008).

### ***Ensayo Resistencia a flexión.***

La resistencia a flexión suele ser baja en respecto a la resistencia a compresión y es medida por medio del módulo de rotura. El método empleado para medir la resistencia a flexión es por medio de una viga apoyada a la cual se les aplica una carga a los tercios de la luz o al punto medio (Rivera, citado en Hernández y Rodas, 2018).

Los pavimentos de concreto tienden a pandearse bajo cargas repetidas por eje, produciéndose esfuerzos de compresión y flexión. Dado que relación del esfuerzo de compresión a la resistencia a compresión es relativamente baja, en comparación con la relación del esfuerzo de flexión a la resistencia a la flexión del concreto, es esta última la que se emplea como parámetro de control en los diseños de pavimentos rígidos (Hernández y Rodas, 2018)

La resistencia a flexión del concreto se determina por medio del ensayo del módulo de rotura (MR), el cual se realiza sobre una viga de 150 mm x 150 mm x 500 mm (carga en los tercios del ASTM C78), a los 28 días de curado, ya que representa la resistencia del diseño del concreto. La resistencia promedio es usualmente 10 a 15 por ciento mayor que la resistencia mínima especificada para la aceptación del concreto. (NTE CE.010, 2010).

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cómo influye la adición de porcentajes al 16%, 32% y 48 % de concreto reciclado al diseño de pavimento rígido se obtienen mejoras en las propiedades de físico mecánicas, Lima 2022?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- ¿Cuáles son las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimento rígido sin adición de concreto reciclado?
- ¿Cuáles son las mejoras en las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimento rígido con adición de porcentajes al 16% de concreto reciclado?
- ¿Cuáles son las mejoras en las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimento rígido con adición de porcentajes al 32% de concreto reciclado?
- ¿Cuáles son las mejoras en las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimento rígido con adición de porcentajes al 48% de concreto reciclado?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

Determinar la influencia de la adición de porcentajes al 16%, 32% y 48 % de concreto reciclado en la mejora de las propiedades de físico mecánicas del diseño de pavimento rígido, Lima 2022.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Determinar las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimento rígido sin adición de concreto reciclado.

- Determinar las mejoras en las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimento rígido con adición de porcentajes al 16% de concreto reciclado
- Determinar las mejoras en las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimento rígido con adición de porcentajes al 32% de concreto reciclado.
- Determinar las mejoras en las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimento rígido con adición de porcentajes al 48% de concreto reciclado

## **1.4. Hipótesis**

### **1.4.1. Hipótesis general**

La adición de porcentajes al 16%, 32% y 48 % de concreto reciclado influyen en la mejora de las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimento rígido entre un 5% y un 25% respectivamente en relación al diseño propuesto.

### **1.4.2. Hipótesis específicas**

- Las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimento rígido sin adición de concreto reciclado mejora hasta un 10% respecto al diseño propuesto.
- La adición de porcentajes al 16% de concreto reciclado influyen en la mejora de las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimento rígido hasta en un un 25% respecto al diseño propuesto.
- La adición de porcentajes al 32% de concreto reciclado influyen en la mejora de las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimento rígido hasta en un 15% respecto al diseño propuesto.

- La adición de porcentajes al 48% de concreto reciclado influyen en la mejora de las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimento rígido hasta en un 5% respecto al diseño propuesto.

## **CAPÍTULO II: METODOLOGÍA**

### **2.1. Tipo de investigación**

#### **2.1.1. Propósito**

La investigación se caracterizó por ser aplicada, pues de acuerdo a Carrasco (2017), busco un propósito práctico e inmediato ya que la intención es propiciar mejoras en el objeto de estudio investigado. En este sentido, la investigación buscó realizar mejoras en las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimentos rígidos con la adición de concreto reciclado.

#### **2.1.2. Profundidad**

La presente investigación de acuerdo a la profundidad fue descriptiva, pues de acuerdo a Hernández et al. (2014) su fin último es conocer las características y propiedades de mayor relevancia del objeto de estudio. En esta investigación, se describieron las mejoras alcanzadas en las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimentos rígidos adicionando porcentajes de concreto reciclado.

#### **2.1.3. Naturaleza de los datos**

La investigación se basó de acuerdo a la naturaleza de los datos, en un estudio cuantitativo, pues se realizó la recolección de los datos a partir de la observación con el fin de ser medidos y analizados de forma estadística y de esta manera probar o reprobado las hipótesis planteadas (Hernández et al., 2014). Es así, que la presente investigación partió del desarrollo de ensayos de laboratorio con el fin de obtener resultados numéricos que fueron analizados a través del empleo de pruebas estadísticas a fin de comprobar o rechazar las hipótesis que se formularon.

#### 2.1.4. Diseño

De acuerdo al diseño la investigación fue experimental, pues se realizó la manipulación intencional de la variable independiente con el propósito de analizar las consecuencias de dicha manipulación en la variable dependiente, partiendo de una situación controlada por el investigador. (Carrasco, 2017). En este sentido, la investigación partió de la manipulación del porcentaje de adición de concreto reciclado para ver la influencia en las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimento rígido, a partir de muestras a las que se les realizó diferentes ensayos de laboratorio.

#### 2.2. Variable

**Concreto reciclado:** La Norma Técnica Peruana NTP 400.053:2014 lo llama granulado de concreto y lo define como aquel material secundario de los procesos constructivos que proveniente del tratamiento del concreto y mortero de demolición que puede ser llevado a partículas de tamaño similar al de los agregados.

**Concreto de pavimento rígido:** Es un tipo de concreto producto de la mezcla del cemento Portland, agregados pétreos, agua, y en ciertas ocasiones con aditivos, siendo el propósito el obtener una mezcla moldeable que dé como resultado una superficie rígida y resistente cuando alcance el fraguado (REINAR, S.A., 2017). De acuerdo con la Norma Técnica CE. 010 (2010) el concreto hidráulico es el tipo de concreto empleado para pavimentos rígidos en cualquiera de sus modalidades o formas, es decir, losa de concreto simple con sus juntas, losa de concreto reforzado con sus juntas, concreto compactado con el uso de rodillo, suelo-cemento entre otros.

**Variable independiente:** Concreto reciclado añadido al agregado grueso en 16%, 32% y 48 %.

**Variable Dependiente:** Concreto de pavimento rígido  $F_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ . (ver tabla 2)

**Tabla 2**

*Operacionalización de variables*

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR
<b>Variable Independiente:</b> Concreto reciclado añadido al agregado grueso en 16%, 32% y 48 %	Dosificación	Porcentaje de adición 16%, 32% y 48 %
<b>Variable Dependiente:</b> Concreto de Pavimento Rígido $F_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	Peso unitario de mezcla Temperatura de las mezclas Ensayo del cono de Abrams – Asentamiento Resistencia a la compresión axial Resistencia a la flexión o módulo de rotura	Resultados de ensayos de laboratorio

Fuente: Elaboración propia

## 2.3. Población y muestra

### 2.2.1. Población

Se entiende por población al grupo de unidades o elementos que se ubican en el ámbito espacial en el cual se realiza el proceso investigativo (Carrasco, 2017). En este sentido la población estuvo conformada por los pavimentos rígidos de  $280 \text{ kg/cm}^2$  de resistencia a la compresión en la ciudad de Lima.

### 2.2.2. Muestra

La muestra se define como aquel subconjunto representativo y fiel de las características de la población, siendo determinada con el propósito de lograr inferir las

propiedades que posee la población (Palomino et al., 2015). En virtud de ser una investigación experimental, se trabajó con una muestra por conveniencia partiendo del criterio establecido por el investigador (Niño, 2019), tomando como referencia la normatividad vigente para este tipo de estudio.

En base a lo anterior, trabajó con una muestra de 9 probetas cilíndricas de concreto  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  sin la adición de concreto reciclado, denominada muestra de control y 27 probetas cilíndricas de concreto  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  con la adición de concreto reciclado (en diferentes porcentajes) denominada muestra experimental, de acuerdo a lo indicado en la norma NTP 339.034 Así mismo, se requirió vigas prismáticas de concreto  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ , 3 vigas prismáticas de concreto sin la adición de concreto reciclado, denominada muestra de control y 9 vigas prismáticas del concreto con la adición de concreto reciclado (en diferentes porcentajes), denominada muestra experimental, conforme a lo indicado en la norma NTP 339.078 (ver tabla 3)

**Tabla 3**

*Muestra de la investigación*

Tipo de muestra	7 días de curado	14 días de curado	28 días de curado	Norma aplicable
Probetas control	3	3	3	- Peso unitario de las mezclas (ASTM C-138 / NTP 339.046) - Temperatura de las mezclas (ASTM C1064 / NTP-339.184) - Ensayo del cono de Abrams - Asentamiento (ASTM C-143 / NTP 339.035)
Probetas experimentales	9	9	9	- Ensayo resistencia a la compresión axial (NTP 339.034)
Prisma control	-	-	3	- Ensayo resistencia a la flexión o módulo de rotura (NTP 339.078)
Prisma experimental	-	-	9	

Fuente: Elaboración propia



## **2.4. Técnicas y los instrumentos de recolección de datos**

### **2.3.1. Técnicas**

Según Arias (2016) existen diferentes métodos de recolección de los datos, para la obtención de la información. En este sentido para la presente investigación se empleará como técnica la observación, la cual según Palomino et al. (2015) se basa en realizar una observación detallada del fenómeno, caso o hecho en estudio a efecto de registrar dicha información y proceder posteriormente a su respectivo análisis.

### **2.3.2. Instrumento**

Para la recolección de la información de la presente investigación se empleó como instrumento la ficha de observación, la cual es permite realizar un registro de información que deviene de otras fuentes como lo pueden ser lugares, grupos, personas, documentos asociados al problema en estudio (Palomino et al., 2015).

## **2.5. Método de análisis de datos**

Una vez recolectado los datos de los ensayos efectuados a las muestras por medio de la ficha de observación, los mismos se tabularon para proceder posteriormente a su análisis a través de la estadística descriptiva e inferencial, para luego ser confrontados con la bibliografía científica, con la finalidad de comprobar la mejora de las propiedades físico mecánicas del diseño de concreto para pavimento rígido con la incorporación de concreto reciclado como agregado grueso en diferentes porcentajes. Toda la información del análisis de datos será presentada por medio de tablas y gráficos.

## **2.6. Procedimientos.**

### **1.- Análisis Granulométrico**

La norma ASTM C-136:2014 plantea que este ensayo permite que se determine distribución del tamaño de las partículas tanto de los áridos finos como de los áridos gruesos a través del empleo de tamices.

Para determinar el módulo de fineza (MF) se procese a sumar los porcentajes acumulados que se han retenido en los tamices de la serie Taylor (3", 1 ½", ¾", 3/8", N° 4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100), para luego ser dividido entre 100, obteniéndose un valor empírico adimensional que señala cuan grandes o pequeñas son las partículas del agregado, o lo que es lo mismo, cuanto mayor sea el valor del módulo de fineza el agregado será más grande y viceversa. A continuación, se muestran las ecuaciones para el cálculo del módulo de fineza de agregado grueso y fino respectivamente.

$$mf = \frac{\sum(\%Ret. Acum. (3/8", N^{\circ} 4, N^{\circ} 8, N^{\circ} 16, N^{\circ} 30, N^{\circ} 50, N^{\circ} 100))}{100}$$

$$mg = \frac{\sum(\%Ret. Acum. (3", 1 \frac{1}{2}", \frac{3}{4}", 3/8", N^{\circ} 4, N^{\circ} 8, N^{\circ} 16, N^{\circ} 30, N^{\circ} 50, N^{\circ} 100))}{100}$$

### **Equipos**

- Balanzas con aproximación de 0.1g.
- Horno controlado por termostatos capaz de mantener una temperatura uniforme de 110 °C +/- 5°C.
- Tamices, un juego seleccionado que cumpla con la NTP 350.001
- Aparato cuarteador para separar la muestra en especímenes representativos aproximadamente semejantes.
- Bandejas.
- Cucharones o badilejos.

### **Procedimiento**

1. Se inicia con el secado de la muestra a una temperatura de  $110^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{C}$ , hasta obtener peso constante.
2. Se lleva la muestra a tamizarse colocándose en la malla superior, estando dispuestas en orden decreciente según el tamaño de abertura.
3. Se procede a agitar el juego de tamices contentivos de la muestra, de arriba hacia abajo, adelante, atrás, izquierda, derecha y circular, por un periodo de tiempo no menor a 15 minutos.
4. Se procede al pesado de la porción de muestra retenida en los distintos tamices, con una aproximación de 0.1 gr.

### **2.- Contenido de humedad de agregados**

La norma ASTM C-566, plantea que es un ensayo que permite que se determine el porcentaje de humedad que se evapora de los áridos de una muestra empleando el método de secado, bien sea la humedad que se encuentra en la superficie como la que se ubica en los poros.

### **Equipos**

- Balanzas, con aproximación de 0,1 g, para agregado fino y de 1 g, para agregado grueso.
- Horno, controlado por termostatos capaz de mantener una temperatura uniforme de  $110^{\circ} \text{C} \pm 5^{\circ} \text{C}$ .
- Bandejas y badilejos.

### **Procedimiento**

1. Se procede a pesar la bandeja y luego se coloca 500 g de agregado fino aproximadamente.
2. Se realiza el secado de la muestra a 110°C +/- 5°C hasta que dos pesadas sucesivas y separadas por una hora de secado en la estufa no difieran en más de 0,1%.
3. Se procede a pesar la muestra seca. Para determinar el contenido de humedad se utiliza la siguiente ecuación

$$h = \frac{(Ph - Ps)}{Ps} \times 100$$

Dónde:

Ph = Peso húmedo del agregado

Ps = Peso seco del agregado

### **3.- Peso unitario de los agregados**

Las normas ASTM C-29 / NTP 400.017 plantean que este ensayo permite que se determine el valor de la densidad de masa que se requiere para los distintos métodos de selección de proporciones para las mezclas de concreto.

#### **3.1. Peso unitario de agregado fino**

##### **Equipos**

- Balanza electrónica
- Barra compactadora de acero, lisa de 5/8” de diámetro y 24” de largo, con un extremo redondeado
- Recipiente cilíndrico de metal y 1710 ps<sup>3</sup> de capacidad.
- Pala, badilejo y regla.

## **Procedimiento**

### **A) Determinación del peso unitario suelto**

1. Se procede al llenado del recipiente con una pala hasta rebosar el mismo, el agregado se descarga desde una altura no mayor de 50 mm por encima de la parte superior del recipiente, sin ejercer presión.
2. Se deben tomar las precauciones necesarias para evitar, en lo posible, la segregación de partículas.
3. El agregado sobrante se elimina con una regla.
4. Se calcula el peso neto del agregado.

### **B) Determinación del peso unitario compactado**

1. Se procede al llenado del recipiente hasta un tercio del mismo, para luego allanar la masa con la barra compactadora realizando 25 golpes sobre la superficie de agregado.
2. Se continúa llenando el recipiente hasta dos tercios del mismo y se compacta nuevamente realizando 25 golpes sobre la superficie de agregado.
3. Se finaliza hasta llenar el recipiente revisando el mismo y se compacta nuevamente realizando 25 golpes sobre la superficie de agregado.
4. El agregado sobrante se elimina empleando para ello la barra compactadora como regla.
5. Se calcula el peso unitario compactado.

## **3.2. Peso unitario de agregado grueso y reciclado**

### **Equipos**

- Balanza electrónica

- Barra compactadora de acero liso de 5/8” de diámetro y 24” de largo, con un extremo redondeado.
- Recipiente de metal con forma de cilíndrica cuya capacidad depende del tamaño máximo del agregado.
- Badilejo, regla y palas.

### **Procedimiento**

#### **A) Determinación del peso unitario suelto**

1. Se procede al llenado del recipiente con una pala hasta rebosar, el agregado se descarga desde una altura no mayor de 50 mm por encima de la parte superior del recipiente, sin ejercer presión.
2. Se calcula el peso neto del agregado grueso y del agregado grueso reciclado.

#### **B) Determinación del peso unitario compactado**

1. Se procede al llenado del recipiente hasta un tercio del mismo, para luego allanar la masa con la barra compactadora realizando 25 golpes sobre la superficie de agregado.
2. Se continúa llenando el recipiente hasta dos tercios del mismo y se compacta nuevamente realizando 25 golpes sobre la superficie de agregado.
3. Se finaliza hasta llenar el recipiente revisando el mismo y se compacta nuevamente realizando 25 golpes sobre la superficie de agregado.
4. El agregado sobrante se elimina empleando para ello la barra compactadora como regla.
5. Se calcula el peso unitario compactado del agregado grueso y del agregado grueso reciclado.

#### **4.- Determinación del peso unitario de la mezcla**

Las normas ASTM C-138 y NTP 339.046, plantean que es un ensayo que permite que se determine el peso del concreto fresco para  $1 \text{ m}^3$  con la finalidad de verificar el rendimiento del concreto que se ha diseñado.

##### **Equipos**

- Balanza electrónica de 50 kg de capacidad
- Varilla compactadora de 60 cm de longitud
- Molde de  $\frac{3}{4} \text{ pie}^3$
- Martillo de goma

##### **Procedimiento**

1. Se calcula el volumen del recipiente en  $\text{m}^3$ .
2. Se coloca el recipiente en una superficie plana y se procede a su llenado en tres capas de igual volumen, compactando cada capa a razón de 25 chuseadas en forma de espiral.
3. Se procede a dar de 10 a 15 golpes en el exterior del recipiente con ayuda del martillo de goma.
4. La segunda y tercera capa se llenan de la misma manera, teniendo en cuenta que el chuseado de estas debe penetrar 1" aproximadamente con respecto a la capa inferior.
5. Para finalizar se allana y se le da un buen acabado superior con una plancha de pulir.
6. Se determina el peso.

#### **5.- Determinación de la temperatura de una mezcla de concreto**

La norma ASTM C-1064, plantea que es un ensayo que permite que sea determinada la temperatura del concreto cuando está en estado plástico.

### **Equipos**

- Termómetro, blindado con un rango de  $-5^{\circ}\text{C}$  a  $50^{\circ}\text{C}$
- Recipiente que albergue el concreto de tal forma que cuando se introduce el termómetro, este quede cubierto 3" de mezcla en todas sus direcciones. (Bugui)

### **Procedimiento**

1. Se coloca el concreto en una carretilla y se introduce la sonda del termómetro a una profundidad de 3"
2. Se deja por un tiempo aproximado de 2 minutos o hasta que la lectura sea estable
3. Se registra la temperatura con aproximación a  $0,5^{\circ}\text{C}$ .

### **6.- Determinación de la consistencia de una mezcla de concreto fresco mediante el Cono de Abrams**

La norma ASTM C-143, plantea que es un ensayo que permite que sea determinada la fluidez o consistencia de la mezcla del concreto cuando se encuentra en estado fresco.

### **Equipos**

- Cono de Abrams, de 4" de diámetro superior, 12" de altura y 8" de diámetro inferior.
- Varilla lisa de 60 cm
- Plancha metálica de  $\frac{1}{4}$ " de espesor y con suficiente dimensión para colocar la base inferior del cono.
- Wincha o regla metálica con aproximación a  $\frac{1}{4}$ ".



### **Procedimiento**

1. Se ubica el cono en una superficie nivelada, libre de vibración y se fija pisando las aletas del mismo con las puntas de los pies.
2. Se llena el cono con concreto fresco en tres capas, compactando cada capa a razón de 25 chuseadas con la varilla.
3. Se enraza la parte superior del cono con la ayuda de una plancha de albañil y a limpiar el exterior del cono.
4. Se procede a levantar el cono de manera vertical en un tiempo de 7 segundos y se mide el asentamiento de la mezcla con ayuda de una wincha o regla en pulgadas, midiendo el slump en el centro del área superior que ha quedado deformado.

### **7.- Ensayo resistencia a la compresión axial**

La norma NTP 339.034, plantea que es un ensayo que permite que sea determinada la máxima resistencia a compresión de un cilindro de una muestra de concreto al estar frente a una carga que es aplicada de forma axial.

### **Equipos**

- Regla
- Micrómetro o vernier
- Máquina universal para aplicar carga

### **Procedimiento**

1. Las probetas cilíndricas deben tener un tamaño de 6 x 12 pulgadas (150 x 300 mm) o 4 x 8 pulgadas (100 x 200 mm).
2. Pesarse la probeta en estado endurecido.

3. Medir la altura de la probeta en cm.
4. Medir el diámetro de la probeta.
5. Colocar las almohadillas de neopreno en ambas bases.
6. Aplicar la velocidad de la carga continua y constante, desde el inicio hasta producir la rotura de la probeta registrando el valor de la carga máxima.
7. Calcular la resistencia a la compresión, dividiendo la máxima carga soportada por la probeta para producir la fractura entre el área promedio de la sección.
8. Anotar la fecha en que se recibieron las probetas en el laboratorio, la fecha de la prueba, la identificación de la probeta, el diámetro del cilindro, la edad de los cilindros de prueba, la máxima carga aplicada, el tipo de fractura, y todo defecto que presenten los cilindros o sus tapas. Si se miden, la masa de los cilindros también deberá quedar registrada.

### **8.- Ensayo resistencia a la flexión**

La norma a norma NTP 339.078 plantea que es un ensayo que permite que sea determinada la resistencia a la flexión de vigas que se encuentran simplemente apoyadas, que se han moldeado con concreto o de vigas que se han cortado y que se extraen del concreto endurecido, las cuales son ensayadas con cargas a los tercios de la luz.

#### **Equipos**

- Micrómetro o vernier
- Máquina de flexión

#### **Procedimiento**

1. Se extrae la viga de la cámara de curado y se procede a quitar las rebabas que pueda tener con la ayuda de una espátula
2. Medir la viga y marcar el centro y los tercios de luz.
3. Se determina las dimensiones de la viga con aproximación a 1 mm (luz, ancho, altura).
4. Colocar la viga sobre los rodillos y hacer contacto entre la viga y los rodillos de aplicación de carga.
5. Se procede a ensayar la viga con una carga constante suave hasta la rotura.
6. Anotar la fecha en que se recibieron vigas en el laboratorio, la fecha del ensayo, la identificación de la viga, dimensiones de la viga, la máxima carga aplicada.

## **2.7. Aspectos éticos**

El presente estudio estuvo enmarcado en los actuales estándares para la ejecución de investigaciones científicas, en este sentido, se respetó durante su desarrollo siguientes criterios: Anonimato, ya que la información recolectada se manejó con estricta confidencialidad; Investigación inédita, debido a que la investigación no fue compilación, copia o replica de otras investigaciones realizadas con anterioridad; y originalidad, ya que durante la ejecución del estudio todos los autores que soportaron la investigación fueron referenciados de acuerdo a lo indicado en el Manual APA séptima edición en español. Así mismo se respetaron los principios establecidos en el código de ética del colegio de ingenieros como lo es el respeto a las leyes, las ordenanzas y las disposiciones que se encuentran vigentes, actuación dentro de los estrictos principios de honradez y de moralidad,

y ejecución de actos asociados a la profesión conforme a las reglas técnicas y los métodos científicos para proceder con diligencia.

## **2.8. Limitaciones**

Respecto a las limitaciones encontradas en el desarrollo del estudio, se tiene como única limitante la poca existencia de estudios empíricos y artículos de investigación científica que hayan estudiado la adición de concreto reciclado en mezclas de concreto para pavimentos rígidos, pues la mayoría de estudios se orientan al remplazo de áridos gruesos por concreto reciclado. Por lo tanto, el presente estudio se convierte en un referente para que se siga estudiando el comportamiento físico y mecánico del concreto con adición de material reciclado como lo es el concreto reciclado, para distintos usos y resistencias.

### CAPÍTULO III: RESULTADOS

#### 3.1. Análisis descriptivo

##### 3.1.1. Análisis de las propiedades físicas de los agregados naturales y del material reciclado

AGREGADO FINO ASTM C33 - ARENA GRUESA							
Malla		Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM" LIM SUP"	ASTM" LIM INF"
4"	101.60 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1/2"	12.70 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/8"	9.53 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	36.0	5.30	5.30	94.70	95.00	100.00
# 8	2.36 mm	82.0	12.08	17.38	82.62	80.00	100.00
# 16	1.18 mm	180.0	26.51	43.89	56.11	50.00	85.00
# 30	0.59 mm	193.0	28.42	72.31	27.69	25.00	60.00
# 50	0.30 mm	78.0	11.49	83.80	16.20	5.00	30.00
# 100	0.15 mm	74.0	10.90	94.70	5.30	0.00	10.00
# 200	0.07 mm	0.0	0.00	94.70	5.30	0.00	5.00
Fondo	0.01 mm	36.0	5.30	100.00	0.00	0.00	0.00

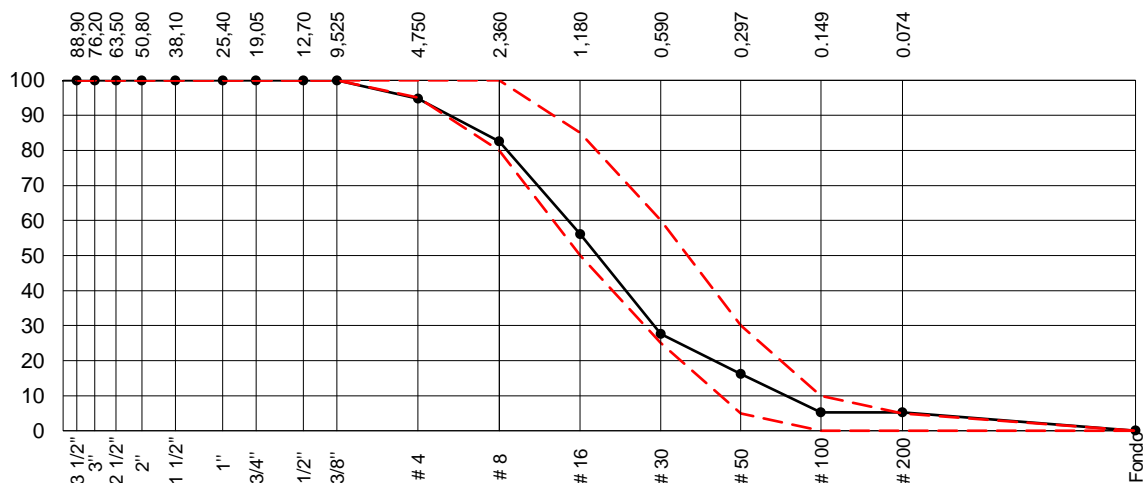


Figura 1: Análisis granulométrico agregado fino

Fuente: Elaboración propia a partir de ensayos de laboratorio

AGREGADO GRUESO ASTM C33 HUSO # 56							
Malla		Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	90.00	100.00
3/4"	19.05 mm	1172.3	44.07	44.07	55.93	40.00	85.00
1/2"	12.70 mm	1045.6	39.30	83.37	16.63	10.00	40.00
3/8"	9.53 mm	372.1	13.99	97.36	2.64	0.00	15.00
# 4	4.75 mm	70.3	2.64	100.00	0.00	0.00	5.00
# 8	2.36 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
# 16	1.18 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
# 30	0.59 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
# 50	0.30 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
# 100	0.15 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
# 200	0.07 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
Fondo	0.01 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00

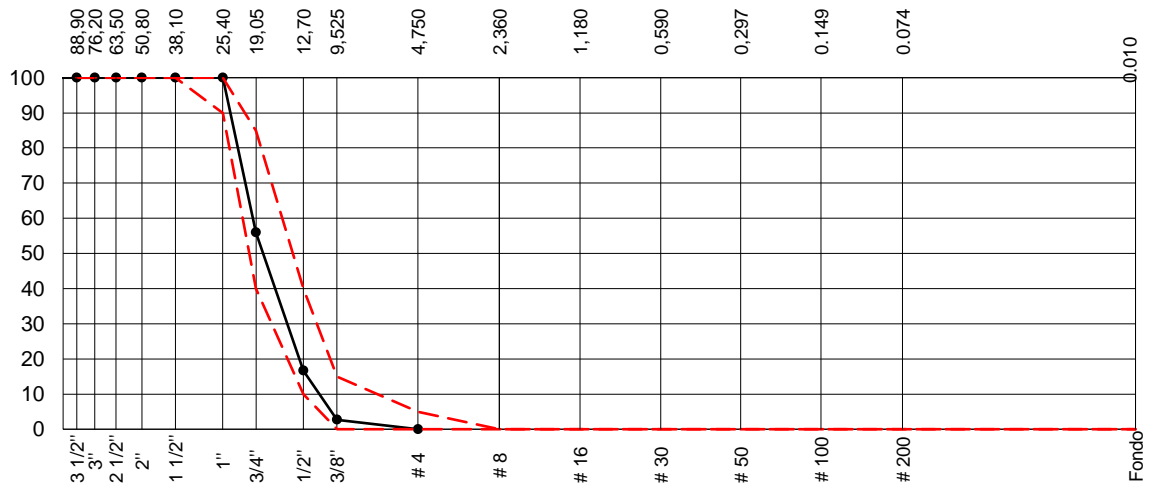


Figura 2: Análisis granulométrico agregado grueso  
 Fuente: Elaboración propia a partir de ensayos de laboratorio

AGREGADO GRUESO ASTM C33 HUSO # 67							
Malla		Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm		0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm		0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm		0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm		0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm		0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm		0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	28.5	1.14	1.14	98.86	90.00	100.00
1/2"	12.70 mm	830.2	33.23	34.37	65.63	50.00	79.00
3/8"	9.53 mm	699.8	28.01	62.37	37.63	20.00	55.00
# 4	4.75 mm	889.2	35.59	97.96	2.04	0.00	10.00
# 8	2.36 mm		0.00	97.96	2.04	0.00	5.00
# 16	1.18 mm		0.00	97.96	2.04	0.00	0.00
# 30	0.59 mm		0.00	97.96	2.04	0.00	0.00
# 50	0.30 mm		0.00	97.96	2.04	0.00	0.00
# 100	0.15 mm		0.00	97.96	2.04	0.00	0.00
# 200	0.07 mm		0.00	97.96	2.04	0.00	0.00
Fondo	0.01 mm	51.0	2.04	100.00	0.00	0.00	0.00

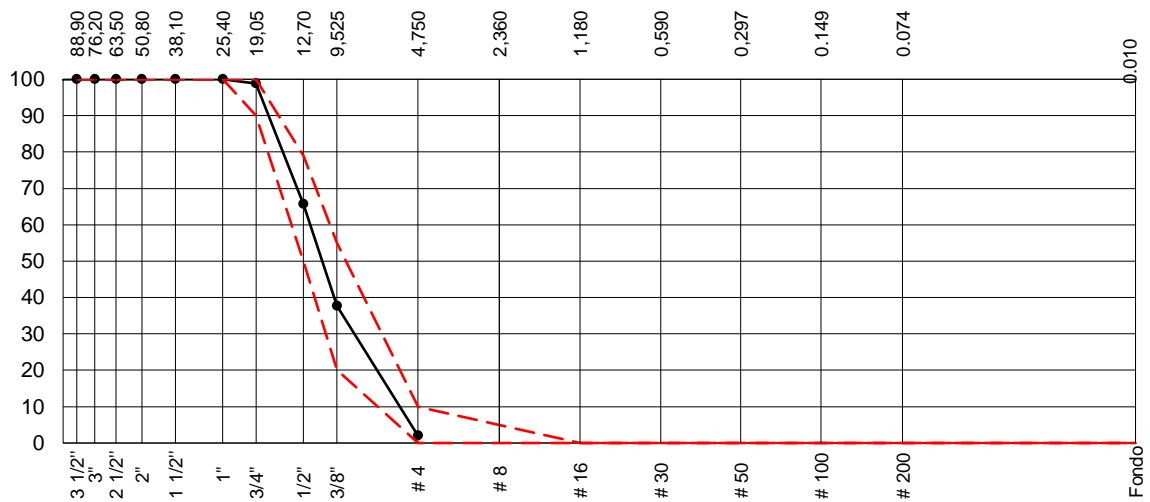


Figura 3: Análisis granulométrico concreto reciclado  
Fuente: Elaboración propia a partir de ensayos de laboratorio

La figura 1 muestra que el agregado fino presenta una granulometría que lo hace apto para el diseño de mezclas de concreto, debido a que se ubican dentro de los parámetros señalados en la norma ASTM C-33 al estar entre los límites inferior y superior esperados.

Respecto al agregado grueso, la figura 2 señala que el mismo presenta una granulometría que lo hace apto para el diseño de mezclas de concreto, debido a que se ubican dentro de los parámetros del huso granulométrico 56 señalados en la norma ASTM C-33 al estar entre los límites inferior y superior esperados.

Finalmente, en la figura 3 se observa que el concreto reciclado presenta una granulometría que lo hace apto para el diseño de mezclas de concreto, debido a que se ubican dentro de los parámetros del huso granulométrico 67 señalados en la norma ASTM C-33 al estar entre los límites inferior y superior esperados.

**Tabla 4**

*Propiedades físicas de los agregados*

<b>Propiedad física</b>	<b>Agregado fino</b>	<b>Agregado Grueso</b>	<b>Concreto Reciclado</b>
Módulo de fineza	3.17	7.41	6.51
Humedad (%)	3.12	5.27	2.50
Peso unitario suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1635	1586	1358
Peso unitario compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1768	1641	1189

Fuente: Elaboración propia a partir de ensayos de laboratorio

En la tabla 4 se evidencia que el módulo de fineza del agregado fino se encuentra dentro los parámetros señalados en la norma ASTM C-136 y NTP 400.012 respectivamente. Así mismo, el agregado grueso y el concreto reciclado, presentan un mayor valor respecto al agregado fino, pero se encuentra dentro de los parámetros establecidos en la norma.

En relación al porcentaje de humedad, el agregado fino reportó un valor de 3.12%, así mismo, el agregado grueso reportó un valor de 5.27% siendo superior al del agregado fino e inclusive al valor reportado por el concreto reciclado (2.50%). Esta información



permite determinar la cantidad de agua necesaria para el amasado con la finalidad de lograr la resistencia requerida.

El peso unitario suelto y compactado del agregado fino fueron de 1635 y 1768 kg/m<sup>3</sup> respectivamente, por su parte, el peso unitario suelto y compactado del agregado grueso fueron de 1586 y 1641 kg/m<sup>3</sup> respectivamente, pudiéndose inferir en ambos casos que el peso unitario compactado fue mayor al peso unitario suelto, ya que ingresa mayor cantidad de material en un determinado volumen. Ahora bien, el peso unitario suelto y compactado del concreto reciclado reportaron valores menores al reportado por el agregado fino y grueso (1358 y 1189 kg/m<sup>3</sup> respectivamente), se infiere que este comportamiento es debido a que posee mortero adherido el cual tiende a ser menos denso, así mismo, tiene micro fisuras producto del proceso realizado para su reciclaje y su trituración.

### 3.1.2. Análisis de las propiedades mecánicas del concreto en estado fresco

**Tabla 5**

*Propiedades mecánicas concreto fresco*

Propiedad	Concreto patrón	Concreto con ACR 16%	Concreto con ACR 32%	Concreto con ACR 48%
Peso unitario de la mezcla (kg/m <sup>3</sup> )	2,428.57	2,678.57	2,771.43	2,989.29
Temperatura de la mezcla (°C)	20.45	20.45	20.52	20.38
Asentamiento (pulgadas)	4 1/2"	4"	3 1/2"	2 1/2"

Fuente: Elaboración propia a partir de ensayos de laboratorio

En la tabla 5 se evidencia que el peso unitario de la mezcla del concreto patrón es de 2,428.57 Kg/m<sup>3</sup>, estando dentro del rango estipulado por la NTP 339.046 que señala que el peso unitario del concreto fresco debe estar entre 2,240.00 Kg/m<sup>3</sup> y 2,460.00 Kg/m<sup>3</sup>. En relación a las mezclas con adición de concreto reciclado el peso unitario obtenido supera los valores indicados en la norma, al reportar valores de 2,678.57 Kg/m<sup>3</sup> (ACR 16%), 2,771.43

$\text{Kg/m}^3$  (ACR 32%) y  $2,989.29 \text{ Kg/m}^3$  (ACR 48%), estos resultados se deben al peso adicional que representa el concreto reciclado adicionado ya que el diseño de la mezcla en todos los casos fue la misma.

En relación a la temperatura de la mezcla de concreto, tanto para la mezcla de concreto patrón  $20.45 \text{ }^\circ\text{C}$  y las mezclas de concreto con adición de concreto reciclado  $20.45 \text{ }^\circ\text{C}$  (16%),  $20.52 \text{ }^\circ\text{C}$  (32%) y  $20.38 \text{ }^\circ\text{C}$  (48%), se encuentran dentro del rango establecido en las normas ASTM C-1064/ NTP 339.184, que señala que la temperatura del concreto en estado fresco no debe superar los  $32 \text{ }^\circ\text{C}$  para un buen el vaciado de concreto, en la medida que se supere dicha temperatura el tiempo del fraguado tanto inicial como final será menor.

Finalmente, en lo que se refiere al asentamiento, se observa que tanto la muestra patrón como la muestra experimental (con adición de concreto reciclado de 16%, 32% y 48%) se encuentran en el límite tolerable por defecto señalado por las normas ASTM C-143 y NTP 339.035 para el asentamiento entre 2"- 4" el cual será de  $\pm 1$ ". Resalta también la atención que en la medida en que se incrementa el porcentaje de adición de concreto reciclado se reduce el valor del asentamiento.

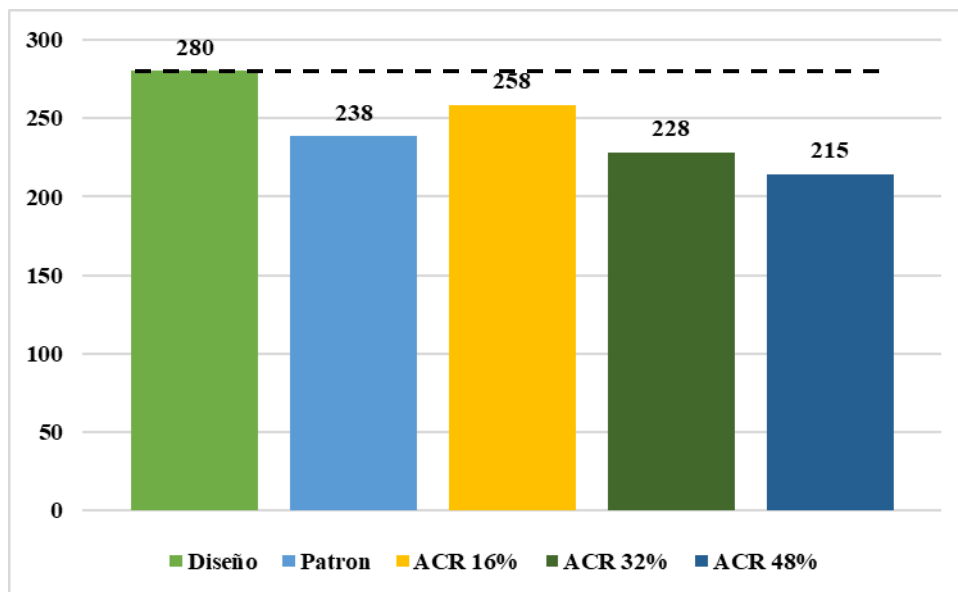
### 3.1.3. Análisis de las propiedades mecánicas del concreto endurecido

**Tabla 6**

*Resultados ensayo resistencia a compresión a los 7 días de curado*

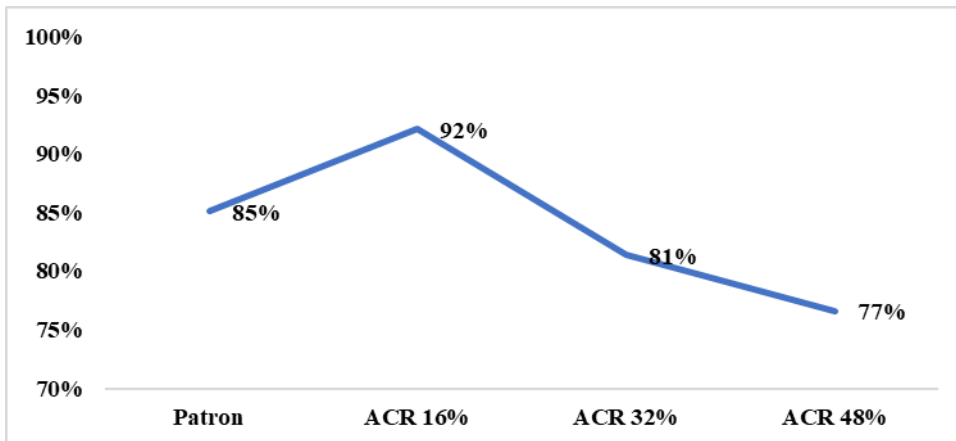
Identificación de la probeta	Edad	% Adición concreto reciclado	Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	% Diseño	% Promedio Diseño
PB-01-PT	7 días	0%	280	237	238	85%	85%
PB-02-PT			280	238		85%	
PB-03-PT			280	240		86%	
PB-01-ARC16	7 días	16%	280	266	258	95%	92%
PB-02-ARC16			280	253		90%	
PB-02-ARC16			280	256		91%	
PB-01-ARC32	7 días	32%	280	231	228	82%	81%
PB-02-ARC32			280	225		80%	
PB-02-ARC32			280	228		81%	
PB-01-ARC48	7 días	48%	280	215	215	77%	77%
PB-02-ARC48			280	213		76%	
PB-02-ARC48			280	216		77%	

Fuente: Elaboración propia a partir de ensayos de laboratorio



*Figura 4: Resultados ensayo resistencia a compresión a los 7 días de curado*

Fuente: Elaboración propia a partir de ensayos de laboratorio



*Figura 5:* Porcentaje respecto al diseño a los 7 días de curado  
Fuente: Elaboración propia a partir de ensayos de laboratorio

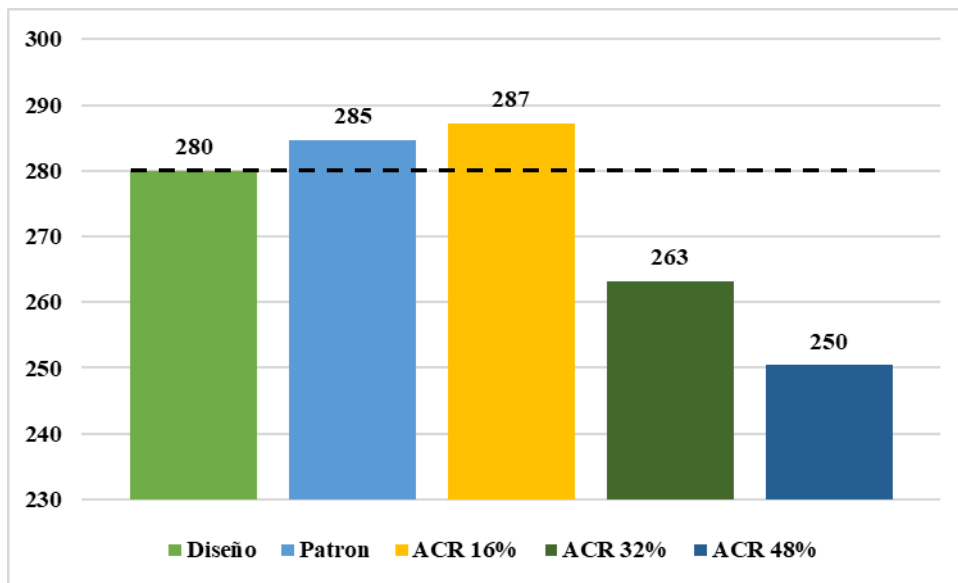
Tal y como se aprecia en la tabla 6, en la figura 4 y en la figura 5, para un tiempo de curado de 7 días la resistencia promedio lograda del concreto patrón fue de 238 kg/cm<sup>2</sup> alcanzando un 85% de la resistencia del diseño establecido. Este mismo comportamiento se observa con la resistencia lograda en las mezclas de concreto experimental las cuales tenían adición de concreto reciclado, siendo la resistencia promedio para la mezcla con 16% concreto reciclado de 258 kg/cm<sup>2</sup> alcanzando un 92% de resistencia respecto al diseño establecido, para la mezcla con 32% concreto reciclado de 228 kg/cm<sup>2</sup> alcanzando un 81% de resistencia respecto al diseño establecido y para la mezcla con 48% concreto reciclado de 215 kg/cm<sup>2</sup> alcanzando un 77% de resistencia respecto al diseño establecido.

**Tabla 7**

*Resultados ensayo resistencia a compresión a los 14 días de curado*

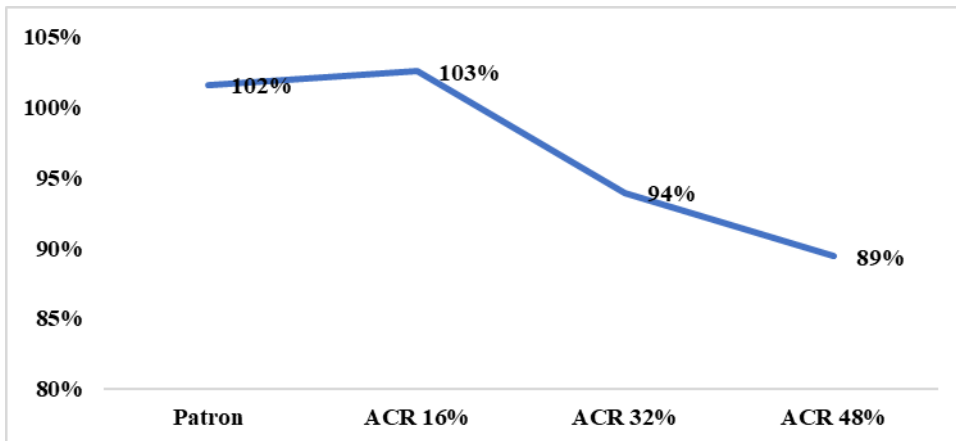
Identificación de la probeta	Edad	% Adición concreto reciclado	Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	% Diseño	% Promedio Diseño
PB-04-PT	14 días	0%	280	299	285	107%	102%
PB-05-PT			280	291		104%	
PB-06-PT			280	263		94%	
PB-04-ARC16	14 días	16%	280	285	287	102%	103%
PB-05-ARC16			280	286		102%	
PB-06-ARC16			280	291		104%	
PB-04-ARC32	14 días	32%	280	264	263	94%	94%
PB-05-ARC32			280	262		93%	
PB-06-ARC32			280	264		94%	
PB-04-ARC48	14 días	48%	280	255	250	91%	89%
PB-05-ARC48			280	250		89%	
PB-06-ARC48			280	246		88%	

Fuente: Elaboración propia a partir de ensayos de laboratorio



*Figura 6: Resultados ensayo resistencia a compresión a los 14 días de curado*

Fuente: Elaboración propia a partir de ensayos de laboratorio



*Figura 7:* Porcentaje respecto al diseño a los 14 días de curado  
Fuente: Elaboración propia a partir de ensayos de laboratorio

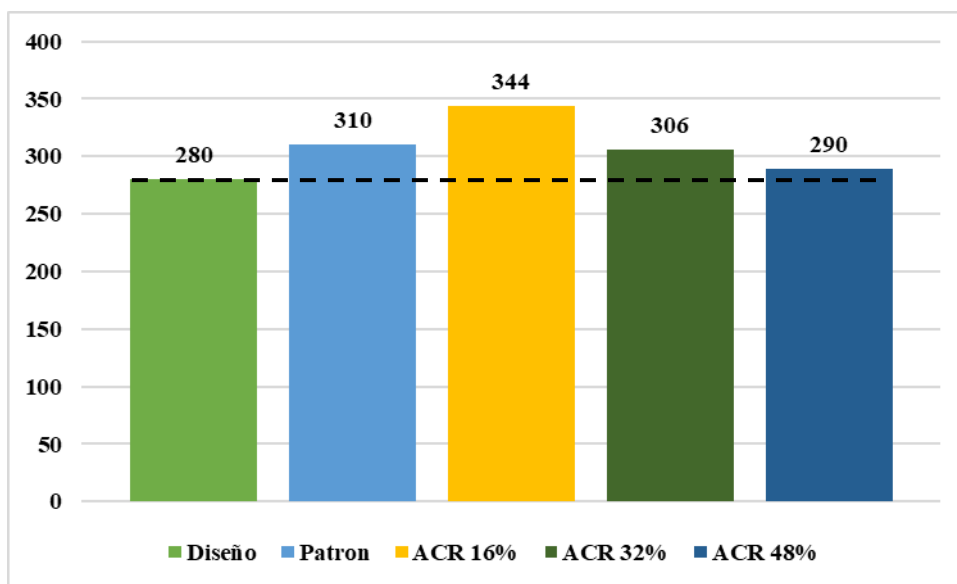
Tal y como se aprecia en la tabla 7, en la figura 6 y en la figura 7, para un tiempo de curado de 14 días la resistencia promedio lograda del concreto patrón fue de 285 kg/cm<sup>2</sup> alcanzando un 102% de la resistencia del diseño establecido. Este mismo comportamiento se observa con la resistencia lograda en la mezcla de concreto experimental con adición de concreto reciclado al 16% reportándose un valor promedio de 287 kg/cm<sup>2</sup> alcanzando un 103% de resistencia respecto al diseño establecido, para la mezcla con 32% concreto reciclado se reportó un valor promedio de 253 kg/cm<sup>2</sup> alcanzando un 94% de resistencia respecto al diseño establecido y para la mezcla con 48% concreto reciclado de 250 kg/cm<sup>2</sup> alcanzando un 89% de resistencia respecto al diseño establecido.

**Tabla 8**

*Resultados ensayo resistencia a compresión a los 28 días de curado*

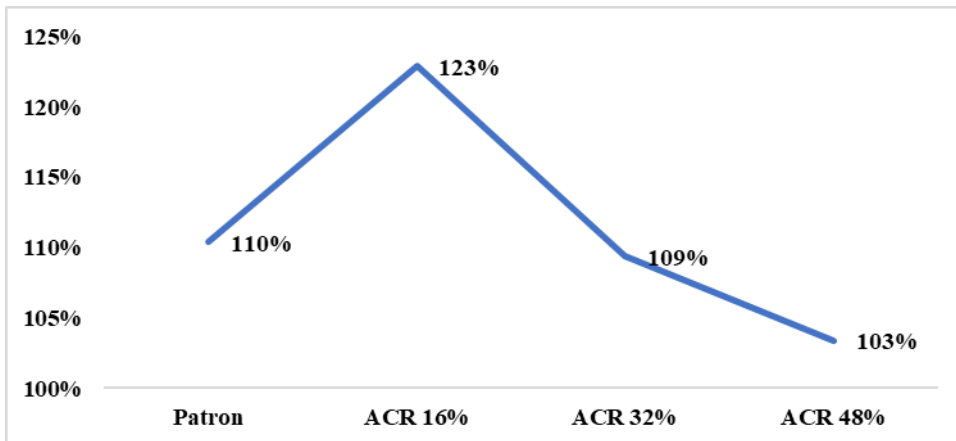
Identificación de la probeta	Edad	% Adición concreto reciclado	Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	% Diseño	% Promedio Diseño
PB-07-PT	28 días	0%	280	310	310	111%	110%
PB-08-PT			280	308		109%	
PB-09-PT			280	312		111%	
PB-07-ARC16	28 días	16%	280	348	344	124%	123%
PB-08-ARC16			280	340		122%	
PB-09-ARC16			280	344		123%	
PB-07-ARC32	28 días	32%	280	303	306	108%	109%
PB-08-ARC32			280	308		110%	
PB-09-ARC32			280	308		110%	
PB-07-ARC48	28 días	48%	280	290	290	104%	103%
PB-08-ARC48			280	300		107%	
PB-09-ARC48			280	278		99%	

Fuente: Elaboración propia a partir de ensayos de laboratorio



*Figura 8: Resultados ensayo resistencia a compresión a los 28 días de curado*

Fuente: Elaboración propia a partir de ensayos de laboratorio



*Figura 9:* Porcentaje respecto al diseño a los 28 días de curado  
Fuente: Elaboración propia a partir de ensayos de laboratorio

Tal y como se aprecia en la tabla 8, en la figura 8 y en la figura 9, para un tiempo de curado de 28 días la resistencia promedio lograda del concreto patrón fue de 310 kg/cm<sup>2</sup> alcanzando un 110% de la resistencia del diseño establecido. Este mismo comportamiento se observa con la resistencia lograda en las mezclas de concreto experimental, siendo la resistencia promedio para la mezcla con 16% de concreto reciclado de 344 kg/cm<sup>2</sup> alcanzando un 123% de resistencia respecto al diseño establecido, para la mezcla con 32% concreto reciclado de 306 kg/cm<sup>2</sup> alcanzando un 109% de resistencia respecto al diseño establecido y para la mezcla con 48% concreto reciclado de 290 kg/cm<sup>2</sup> alcanzando un 103% de resistencia respecto al diseño establecido.

Es importante resaltar que, en todos los casos, en la medida que se aumenta el porcentaje de adición de concreto reciclado tiende a disminuir el valor reportado de resistencia a la compresión. Así mismo resalta la atención que con la adición de 16% de concreto reciclado se logra la mejor resistencia a compresión, superando incluso el valor reportado por el concreto patrón.

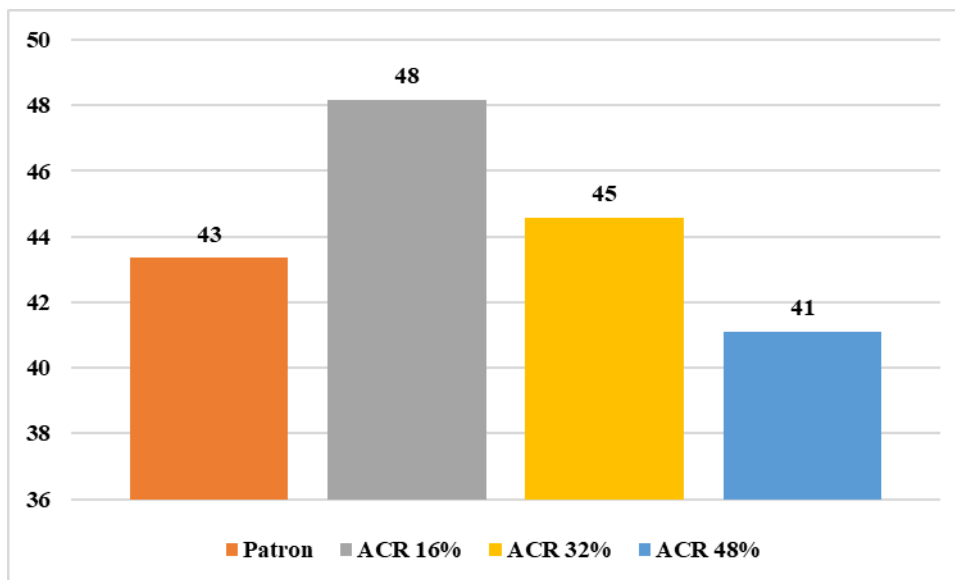


**Tabla 9**

*Resultados ensayo resistencia a flexión a los 28 días de curado*

Identificación de la viga	Edad	% Adición concreto reciclado	Luz libre	Módulo de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de rotura promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
VIGA-01-PT			45	42	
VIGA-02-PT	28 días	0%	45	46	43
VIGA-03-PT			45	42	
VIGA-01-ACR16			45	47	
VIGA-02-ACR16	28 días	16%	45	49	48
VIGA-02-ACR16			45	48	
VIGA-01-ACR32			45	48	
VIGA-02-ACR32	28 días	32%	45	43	45
VIGA-02-ACR32			45	43	
VIGA-01-ACR48			45	41	
VIGA-02-ACR48	28 días	48%	45	41	41
VIGA-02-ACR48			45	42	

Fuente: Elaboración propia a partir de ensayos de laboratorio



*Figura 10: Resultados ensayo resistencia a flexión a los 28 días de curado*

Fuente: Elaboración propia a partir de ensayos de laboratorio

Tal y como se aprecia en la tabla 9 y en la figura 10, los resultados del ensayo de resistencia a flexión a los 28 días de curado reportó en todos los casos valores promedios

superiores al mínimo exigido en la norma CE-010 la cual señala que el módulo de rotura deberá ser igual o superior a los 34 kg/cm<sup>2</sup>. Así mismo, se evidencia que con la adición de 16% y 32% de concreto reciclado se logran los mejores resultados de resistencia a flexión siendo 48 kg/cm<sup>2</sup> (16% ACR) y 45 kg/cm<sup>2</sup> (32% ACR), superando incluso el valor reportado por el concreto patrón el cual fue de 43 kg/cm<sup>2</sup>. También resalta la atención, que en la medida en que se aumenta el porcentaje de adición de concreto reciclado tiende a disminuir el valor reportado de resistencia a flexión.

### **3.2. Análisis inferencial**

#### **3.2.1. Prueba de normalidad**

Para la comprobación de la hipótesis general y específicas, se requiere conocer el comportamiento de los datos y comprobar si los mismos presenta un comportamiento paramétrico o por el contrario un comportamiento no paramétrico. Dado a que la totalidad de datos a analizar son menores que 30, se empleara la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk.

#### **Regla de Decisión**

Si  $\rho \leq 0.05$ , los datos presentan un comportamiento no paramétrico

Si  $\rho > 0.05$ , los datos presentan un comportamiento paramétrico

**Tabla 10**

*Prueba de normalidad de los ensayos de resistencia a compresión y flexión*

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Diseño	-	3	-
Compresión 0%	,964	3	,637
Compresión 16% ACR	,912	3	,424
Compresión 32% ACR	1,000	3	1,000
Compresión 48% ACR	,964	3	,637

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados SPSS V26

Como se observa en la tabla 10, al existir niveles de significancia mayores que 0.05, los datos presentan un comportamiento normal, por lo tanto, se utilizará como prueba para la comprobación de hipótesis la prueba t de Student para muestras relacionadas.

### 3.2.2. Comprobación de hipótesis general

**H<sub>0</sub>:** La adición de porcentajes al 16%, 32% y 48 % de concreto reciclado no influyen en la mejora de las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimento rígido entre un 5% y un 25% respectivamente en relación al diseño propuesto.

**H<sub>a</sub>:** La adición de porcentajes al 16%, 32% y 48 % de concreto reciclado influyen en la mejora de las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimento rígido entre un 5% y un 25% respectivamente en relación al diseño propuesto.

#### Regla de decisión

Si  $\rho \leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula

Si  $\rho > 0.05$ , se acepta la hipótesis nula

**Tabla 11**
*Comparación de media para hipótesis general*

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Diseño	280,00	3	,00000	,00000
	Compresión 16% ACR	344,00	3	4,00000	2,30940
Par 2	Diseño	280,00	3	,00000	,00000
	Compresión 32% ACR	306,33	3	2,88675	1,66667
Par 3	Diseño	280,00	3	,00000	,00000
	Compresión 48% ACR	289,33	3	11,01514	6,35959

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados SPSS V26

Tal y como se aprecia en la tabla 11, el porcentaje de mejora de la resistencia a compresión entre el diseño propuesto y el concreto con adición del 16% de concreto reciclado es de 23%, al pasar de 280 Kg/cm<sup>2</sup> a 344 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, así mismo, el porcentaje de mejora entre el diseño propuesto y el concreto con adición del 32% de concreto reciclado es de 9%, al pasar de 280 Kg/cm<sup>2</sup> a 306 Kg/cm<sup>2</sup>, y el porcentaje de mejora entre el diseño propuesto y el concreto con adición del 48% de concreto reciclado es de 3%, al pasar de 280 Kg/cm<sup>2</sup> a 289 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 12**
*Prueba T-Student para comprobación de hipótesis general*

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Diseño – Compresión 16% ACR	-64,00000	4,00000	2,30940	-73,93655	-54,06345	-27,713	2	,001
Par 2	Diseño – Compresión 32% ACR	-26,33333	2,88675	1,66667	-33,50442	-19,16225	-15,800	2	,004
Par 3	Diseño – Compresión 48% ACR	-9,33333	11,01514	6,35959	-36,69646	18,02979	-1,468	2	,028

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados SPSS V26

La tabla 12 permite apreciar que la significancia de la prueba T-Student al comparar la diferencia de medias en el ensayo de compresión entre el diseño propuesto y el concreto con adición del 16% de concreto reciclado reportó un valor de 0.001, con el concreto con adición de 32% de concreto reciclado reportó un valor de 0.004 y con el concreto con adición

del 48% de concreto reciclado reportó un valor de 0.028. En todos los casos al ser menores al nivel de significancia permitido 0.050, tomando en consideración la regla de decisión, se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis alternativa, es decir la adición de porcentajes al 16%, 32% y 48 % de concreto reciclado influyen en la mejora de las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimento rígido entre un 5% y un 25% respectivamente en relación al diseño propuesto.

### 3.2.3. Comprobación de hipótesis específica 1

**Ho:** Las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimento rígido sin adición de concreto reciclado no mejora hasta un 10% respecto al diseño propuesto.

**Ha:** Las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimento rígido sin adición de concreto reciclado mejora hasta un 10% respecto al diseño propuesto

#### Regla de decisión

Si  $\rho \leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula

Si  $\rho > 0.05$ , se acepta la hipótesis nula

**Tabla 13**

*Comparación de media para hipótesis específica 1*

	Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Diseño	280,0000	3	,00000	,00000
Compresión 0%	310,0000	3	2,00000	1,15470

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados SPSS V26

Tal y como se aprecia en la tabla 13, el porcentaje de mejora de la resistencia a compresión entre el diseño propuesto y el concreto patrón es de 10%, al pasar de 280 Kg/cm<sup>2</sup> a 310 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

**Tabla 14**

*Prueba T-Student para comprobación de hipótesis específica 1*

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Diseño – Compresión 0%	-30,00000	2,00000	1,15470	-34,96828	-25,03172	-25,981	2	,001

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados SPSS V26

La tabla 14 permite apreciar que la significancia de la prueba T-Student al comparar la diferencia de medias del ensayo de compresión entre el diseño propuesto y el concreto patrón reportó un valor de 0.001 siendo menor al nivel de significancia permitido 0.050, por lo tanto, tomando en consideración la regla de decisión, se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis alternativa, las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimento rígido sin adición de concreto reciclado mejora hasta un 10% respecto al diseño propuesto.

### 3.2.4. Comprobación de hipótesis específica 2

**H<sub>0</sub>:** La adición de porcentajes al 16% de concreto reciclado no influyen en la mejora de las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimento rígido hasta en un 25% respecto al diseño propuesto.

**H<sub>a</sub>:** La adición de porcentajes al 16% de concreto reciclado influyen en la mejora de las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimento rígido hasta en un 25% respecto al diseño propuesto.

#### Regla de decisión

Si  $\rho \leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula

Si  $\rho > 0.05$ , se acepta la hipótesis nula

**Tabla 25**

*Comparación de media para hipótesis específica 2*

	Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Diseño	280,00	3	,00000	,00000
Compresión 16% ACR	344,00	3	4,00000	2,30940

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados SPSS V26

Tal y como se aprecia en la tabla 15, el porcentaje de mejora de la resistencia a compresión entre el diseño propuesto y el concreto con adición de 16% de concreto reciclado es de 23%, al pasar de 280 Kg/cm<sup>2</sup> a 344 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

**Tabla 16**

*Prueba T-Student para comprobación de hipótesis específica 2*

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Diseño – Compresión 16% ACR	-64,00000	4,00000	2,30940	-73,93655	-54,06345	-27,713	2	,001

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados SPSS V26

La tabla 16 permite apreciar que la significancia de la prueba T-Student al comparar la diferencia de medias del ensayo de compresión entre el diseño propuesto y el concreto con adición del 16% de concreto reciclado reportó un valor de 0.001, siendo menor al nivel de significancia permitido 0.050 y tomando en consideración la regla de decisión, se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis alternativa, La adición de porcentajes al 16% de concreto reciclado influyen en la mejora de las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimento rígido hasta en un en un 25% respecto al diseño propuesto.

### 3.2.5. Comprobación de hipótesis específica 3

**H<sub>0</sub>:** La adición de porcentajes al 32% de concreto reciclado no influyen en la mejora de las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimento rígido hasta en un en un 15% respecto al diseño propuesto.

**H<sub>a</sub>:** La adición de porcentajes al 32% de concreto reciclado influyen en la mejora de las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimento rígido hasta en un en un 15% respecto al diseño propuesto.

#### Regla de decisión

Si  $\rho \leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula

Si  $\rho > 0.05$ , se acepta la hipótesis nula

**Tabla 37**

*Comparación de media para hipótesis específica 3*

	Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Diseño	280,00	3	,00000	,00000
Compresión 32% ACR	306,33	3	2,88675	1,66667

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados SPSS V26

Tal y como se aprecia en la tabla 17, el porcentaje de mejora de la resistencia a compresión entre el diseño propuesto y el concreto con adición de 32% de concreto reciclado es de 9%, al pasar de 280 Kg/cm<sup>2</sup> a 306 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.



**Tabla 48**

*Prueba T-Student para comprobación de hipótesis específica 3*

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Diseño – Compresión 32% ACR	-26,33333	2,88675	1,66667	-33,50442	-19,16225	-15,800	2	,004

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados SPSS V26

La tabla 18 permite apreciar que la significancia de la prueba T-Student al comparar la diferencia de medias del ensayo de compresión entre el diseño propuesto y el concreto con adición del 32% de concreto reciclado reportó un valor de 0.004, siendo menor al nivel de significancia permitido 0.050 y tomando en consideración la regla de decisión, se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis alternativa, La adición de porcentajes al 32% de concreto reciclado influyen en la mejora de las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimento rígido hasta en un 15% respecto al diseño propuesto.

### 3.2.6. Comprobación de hipótesis específica 4

**Ho:** La adición de porcentajes al 48% de concreto reciclado no influyen en la mejora de las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimento rígido hasta en un un 5% respecto al diseño propuesto.

**Ha:** La adición de porcentajes al 48% de concreto reciclado influyen en la mejora de las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimento rígido hasta en un 5% respecto al diseño propuesto.

#### Regla de decisión

Si  $\rho \leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula

Si  $\rho > 0.05$ , se acepta la hipótesis nula

**Tabla 59**

*Comparación de media para hipótesis específica 4*

	Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Diseño	280,00	3	,00000	,00000
Compresión 48% ACR	289,33	3	11,01514	6,35959

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados SPSS V26

Tal y como se aprecia en la tabla 19, el porcentaje de mejora de la resistencia a compresión entre el diseño propuesto y el concreto con adición de 48% de concreto reciclado es de 3%, al pasar de 280 Kg/cm<sup>2</sup> a 289 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

**Tabla 20**

*Prueba T-Student para comprobación de hipótesis específica 4*

	Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior				Superior
Diseño – Compresión 48% ACR	-9,33333	11,01514	6,35959	-36,69646	18,02979	-1,468	2	,028

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados SPSS V26

La tabla 20 permite apreciar que la significancia de la prueba T-Student al comparar la diferencia de medias del ensayo de compresión entre el diseño propuesto y el concreto con adición del 48% de concreto reciclado reportó un valor de 0.028, siendo menor al nivel de significancia permitido 0.050 y tomando en consideración la regla de decisión, se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis alternativa, La adición de porcentajes al 48% de concreto reciclado influyen en la mejora de las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimento rígido hasta en un 5% respecto al diseño propuesto.

### 3.3. Implicancias

En cuanto a la implicancias del estudio, a nivel teórico se pudo recopilar y manejar sustento teórico actualizado en relación a las mejoras de las propiedades mecánicas con

la incorporación de material reciclado, específicamente el concreto reciclado proveniente de la demolición de edificaciones y del desmonte proveniente de obras civiles, destacándose lo señalado por Bedoya y Dzul (2015) quienes señalan las ventajas del empleo de concreto reciclado como agregado para mezclas concretos dentro del sector de la construcción siendo el límite máximo de uso el 50%, así como también lo descrito por el Instituto del Cemento y del Concreto de Guatemala (ICCG, 2018) al indicar que al realizar un buen diseño de mezcla de concreto con agregado de concreto reciclado, se alcanzan un desempeño satisfactorio en la resistencias a compresión y a flexión similar a las reportadas en mezclas de concreto con agregado natural. También se debe mencionar, que los resultados que se alcanzaron en este estudio servirán de antecedentes para otras investigaciones en las que se estudie el comportamiento físico y mecánico del concreto para pavimentos rígidos con adición de concreto reciclado.

Respecto a la implicancia metodológica, se puede evidenciar que a través del diseño de mezclas de concreto con adición de concreto reciclado, siguiendo el método ACI 211 y las normas relacionadas al análisis granulométrico de los materiales (ASTM C-136:2014), propiedades físicas de la mezcla de concreto en estado fresco, como lo es el peso unitario (ASTM C-138 / NTP 339.046), temperatura (ASTM C1064 / NTP-339.184) y asentamiento (ASTM C-143 / NTP 339.035), y lo relativo a propiedades mecánicas de mezclas de concreto en estado endurecido, como lo es resistencia a la compresión (NTP 339.034) y resistencia a la flexión (NTP 339.078), se cuenta con un procedimiento estandarizado y que permite obtener resultados certificados conformes a la normativa indicada, siendo replicable en otros estudios.

En relación a la implicancia práctica, se pudo demostrar que con la adición del concreto reciclado en las mezclas de concreto para pavimento rígidos, produce resultados satisfactorios en relación a las propiedades físicas, pues se encuentran dentro de los parámetros establecidos en las diferentes normas asociadas a dichas propiedades, así como mejoras en relación a las propiedades mecánicas del concreto para pavimento rígido, al evidenciarse que se obtienen resistencias a compresión y flexión superiores al diseño propuesto, por lo que se afirma que es un material reciclado que ofrece ventajas en relación a la resistencia y durabilidad del concreto para pavimentos rígidos.

## CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusión

En la presente investigación se demostró la influencia de la adición de porcentajes al 16%, 32% y 48 % de concreto reciclado en la mejora de las propiedades de físico mecánicas del diseño de pavimento rígido, obteniéndose mejoras que van entre un 5% y un 25% respectivamente en relación al diseño propuesto que fue de 280 kg/cm<sup>2</sup>. Este resultado coincide con el estudio realizado por Vega (2018) quien reporto una influencia positiva al agregar concreto reciclado a mezclas de concreto al obtener mejoras entre 5% al 22% respectivamente. Así mismo se destaca que los resultados alcanzados en esta investigación son contrarios al estudio realizado por Lara y Rosario (2017) quienes evidenciaron que la resistencia a compresión del concreto tiende a variar a medida en que aumenta el porcentaje de agregado de desecho de concreto y mampostería en forma negativa, pues tienden a disminuir la resistencia del concreto en relación al comportamiento que se obtiene con los agregados naturales.

En relación a las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimento rígido sin adición de concreto reciclado, se evidenció que las propiedades físicas de la mezcla de concreto se encuentra dentro de los parámetros establecidos en las diferentes normas asociadas a dichas propiedades, ya que el peso unitario de la mezcla reportó un valor de 2,428.57 kg/m<sup>3</sup> (entre 2.240.00 Kg/m<sup>3</sup> y 2,460.00 Kg/m<sup>3</sup> NTP 339.046), la temperatura reportó un valor de 20.45 °C (temperatura  $\leq$  32 °C ASTM C-1064/ NTP 339.184) y el asentamiento reportó un valor de 4 1/2" (Limite de tolerancia de  $\pm$  1" para un asentamiento entre 2"- 4" ASTM C-143 y NTP 339.035). Así mismo, el concreto patrón superó el diseño

propuesto que fue de  $280 \text{ kg/cm}^2$  al reportar una resistencia a la compresión a los 28 días de  $310 \text{ kg/cm}^2$  representando un 110% respecto al diseño propuesto, cumpliendo lo estipulado por el Instituto Americano del Concreto (2014) quien señala que a los 28 días de curado la resistencia a compresión mínima será del 100 % respecto al diseño propuesto, por lo tanto se puede afirmar que las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimento rígido sin adición de concreto reciclado mejora hasta un 10% respecto al diseño propuesto, ya que se obtuvo una mejora del 10% respectivamente.

Los resultados de la resistencia a compresión anteriormente señalados, coinciden con el estudio de Castaño y Mego (2021) quienes evidenciaron que el concreto patrón superó al diseño propuesto que fue de  $210 \text{ kg/cm}^2$  al reportar una resistencia a compresión de  $225.17 \text{ kg/cm}^2$  lo que representa un 107,22% respecto al diseño, y también coinciden con el estudio de Cruz y Vegas (2020) quienes demostraron que el concreto patrón superó al diseño propuesto que fue de  $210 \text{ kg/cm}^2$  al reportar una resistencia a compresión de  $281.78 \text{ kg/cm}^2$  lo que representa un 134.09% respecto al diseño. Similar resultado fue evidenciado por Marin (2919), ya que el concreto patrón superó al diseño propuesto que fue de  $210 \text{ kg/cm}^2$  al reportar una resistencia a compresión de  $266.74 \text{ kg/cm}^2$  lo que representa un 127.02% respecto al diseño.

En cuanto a las mejoras en las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimento rígido con adición de porcentajes al 16% de concreto reciclado, se evidenció que las propiedades físicas de la mezcla de concreto se encuentra dentro de los parámetros establecidos en las diferentes normas asociadas a dichas propiedades, a excepción del peso unitario de la mezcla reportó un valor de  $2,678.57 \text{ kg/m}^3$  ( $2.240.00 \text{ Kg/m}^3$  y  $2,460.00 \text{ Kg/m}^3$

NTP 339.046) esto se debió al peso adicional que representa el concreto reciclado adicionado pues el diseño de la mezcla fue la misma. La temperatura reportó un valor de 20.45 °C (temperatura  $\leq 32$  °C ASTM C-1064/ NTP 339.184) y el asentamiento reportó un valor de 4 " (Limite de tolerancia de  $\pm 1$ " para un asentamiento entre 2"- 4" ASTM C-143 / NTP 339.035). En lo que se refiere a la resistencia a compresión, al adicionar 16% de concreto reciclado a la mezcla de concreto, se reportó un valor a los 28 días de 344 kg/cm<sup>2</sup> representando un 123% respecto al diseño propuesto; por lo tanto, se puede afirmar que la adición del 16% de concreto reciclado influye en la mejora de las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimento rígido hasta en un 25% respecto al diseño propuesto, ya que se obtuvo una mejora del 23% respectivamente.

Los resultados de la resistencia a compresión anteriormente señalados son similares al estudio realizado por Rengifo (2017) quien evidenció que al reemplazar en la mezcla de concreto el agregado fino por concreto reciclado y al usar agregado grueso de cantera, reportó una resistencia a compresión a los 28 días de 136.41% respecto al diseño propuesto que fue de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Sin embargo, estos resultados son contrarios a los hallazgos de Marín (2019), quien evidenció que al realizar el remplazo de los agregado grueso natural por concreto reciclado al 15%, se produce una disminución de la resistencia a la compresión a los 28 días al reportar 225.85 kg/ cm<sup>2</sup> respecto a la compresión alcanzada por la muestra patrón que fue de 266.74 kg/cm<sup>2</sup>.

En referencia a las mejoras en las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimento rígido con adición de 32% de concreto reciclado, se determinó que las propiedades físicas de la mezcla de concreto se encuentra dentro de los parámetros

establecidos en las diferentes normas asociadas a dichas propiedades, a excepción del peso unitario de la mezcla reportó un valor de 2,771.43 kg/m<sup>3</sup> (2.240.00 Kg/m<sup>3</sup> y 2,460.00 Kg/m<sup>3</sup> NTP 339.046) esto se debió al peso adicional que representa el concreto reciclado adicionado pues el diseño de la mezcla fue la misma. La temperatura reportó un valor de 20.52 °C (temperatura ≤ 32 °C ASTM C-1064/ NTP 339.184) y el asentamiento reportó un valor de 3 1/2" (Limite de tolerancia de ± 1" para un asentamiento entre 2"- 4" ASTM C-143 / NTP 339.035). En lo que respecta a la resistencia a compresión, al adicionar 32% de concreto reciclado a la mezcla de concreto, se reportó un valor a los 28 días de 306 kg/cm<sup>2</sup> representando un 109% respecto al diseño propuesto; por lo tanto, se puede afirmar que la adición del 32% de concreto reciclado influye en la mejora de las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimento rígido hasta en un en un 15% respecto al diseño propuesto, ya que se obtuvo una mejora del 9% respectivamente.

Los resultados de la resistencia a compresión anteriormente señalados son similares al trabajo presentado por Cruz y Vegas (2020) quienes demostraron que al remplazar 30% de agregados naturales por concreto reciclado reportaron un valor de 283.52 kg/ cm<sup>2</sup> para la resistencia a compresión a los 28 días respecto al diseño propuesto que fue de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Sin embargo, el estudio de Sánchez (2021) evidenció que al remplazar 20% de agregado grueso reciclado se obtiene una resistencia a compresión del 85% respecto a la resistencia de diseño, lo que es contrario a los hallazgos del presente estudio.

En lo que se refiere a las mejoras en las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimento rígido con adición de 48% de concreto reciclado, se evidenció que las propiedades físicas de la mezcla de concreto se encuentra dentro de los parámetros



establecidos en las diferentes normas asociadas a dichas propiedades, a excepción del peso unitario de la mezcla reportó un valor de 2,989.29 kg/m<sup>3</sup> (2.240.00 Kg/m<sup>3</sup> y 2,460.00 Kg/m<sup>3</sup> NTP 339.046) esto se debió al peso adicional que representa el concreto reciclado adicionado pues el diseño de la mezcla fue la misma. La temperatura reportó un valor de 20.38 °C (temperatura ≤ 32 °C ASTM C-1064/ NTP 339.184) y el asentamiento reportó un valor de 2 1/2" (Limite de tolerancia de ± 1" para un asentamiento entre 2"- 4" ASTM C-143 / NTP 339.035). En cuanto a la resistencia a compresión, al adicionar 48% de concreto reciclado a la mezcla de concreto, se reportó un valor a los 28 días de 290 kg/cm<sup>2</sup> representando un 103% respecto al diseño propuesto; por lo tanto, se puede afirmar que la adición del 48% de concreto reciclado influye en la mejora de las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimento rígido hasta en un en un 5% respecto al diseño propuesto, ya que se obtuvo una mejora del 3% respectivamente.

Los resultados de la resistencia a compresión señalados con anterioridad se encuentran en concordancia con los resultados del estudio realizado por Díaz (2018) el cual evidenció que al reemplazar agregados naturales por concreto reciclado (agregado grueso), reportó una resistencia a compresión a los 28 días de 159 kg/cm<sup>2</sup> respecto al diseño propuesto que fue de 150 kg/cm<sup>2</sup>. Así mismo, en la investigación de Castaño y Mego (2021) se alcanzaron resultados positivos, pues demostraron que al incorporar concreto reciclado a la mezcla de concreto para pavimento rígido reportó una resistencia a la compresión a los 28 días de 231.80 kg/cm<sup>2</sup> mejorando en 10.38% respecto al concreto de diseño que fue de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

Finalmente, en lo que respecta a la resistencia a flexión, se puede mencionar que en todos los casos de adición de concreto reciclado que se realizaron en la presente investigación, se obtuvieron resultados superiores al valor mínimo aceptado por la norma la norma CE-010 que indica que el módulo de rotura deberá ser igual o superior a los 34 kg/cm<sup>2</sup>., ya que con adición de 16% se alcanzó un valor de 48 kg/cm<sup>2</sup>, con adición de 32% se alcanzó un valor de 45 kg/cm<sup>2</sup> y con 46% se alcanzó un valor de 41 kg/cm<sup>2</sup>. Estos resultados coinciden con el estudio de Carrión y Masapanta (2018) los cuales evidenciaron que con un reemplazo de agregado grueso por concreto reciclado de un 13.5% reportó un módulo de rotura de 51.50 kg/cm<sup>2</sup>, así mismo, Cruz y Vegas (2020) demostraron que al reemplazar 20% de agregados naturales por concreto reciclado obtuvieron un valor de la resistencia a flexión de 84.35 kg/cm<sup>2</sup>.

#### **4.2. Conclusiones**

1. Se determinó que la adición de porcentajes al 16%, 32% y 48 % de concreto reciclado influye en la mejora de las propiedades de físico mecánicas del diseño de pavimento rígido, Lima 2022, ya que la prueba de hipótesis de T de Student respecto a la diferencia de medias del ensayo de compresión entre el diseño propuesto y el concreto con adición 16%, 32% y 48 % reportaron un p valor de 0.001, 0.004 y 0.028 respectivamente, por lo tanto, se afirma que la adición de porcentajes al 16%, 32% y 48 % de concreto reciclado influyen en la mejora de las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimento rígido entre un 5% y un 25% respectivamente en relación al diseño propuesto.
2. Se determinó que las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimento rígido sin adición de concreto reciclado alcanzan mejoras, ya que la prueba de hipótesis de

- T de Student respecto a la diferencia de medias del ensayo de compresión entre el diseño propuesto y el concreto patrón reportó un p valor de 0.001, por lo tanto, se afirma que las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimento rígido sin adición de concreto reciclado mejora hasta un 10% respecto al diseño propuesto
3. Se determinó que la adición de porcentajes al 16% de concreto reciclado mejora las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimento rígido, ya que la prueba de hipótesis de T de Student la diferencia de medias del ensayo de compresión entre el diseño propuesto y el concreto con adición del 16% de concreto reciclado reportó un p valor de 0.001, por lo tanto, se afirma que la adición de porcentajes al 16% de concreto reciclado influyen en la mejora de las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimento rígido hasta en un en un 25% respecto al diseño propuesto
  4. Se determinó que la adición de porcentajes al 32% de concreto reciclado mejora las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimento rígido, ya que la prueba de hipótesis de T de Student la diferencia de medias del ensayo de compresión entre el diseño propuesto y el concreto con adición del 32% de concreto reciclado reportó un p valor de 0.004, por lo tanto, se afirma que la adición de porcentajes al 32% de concreto reciclado influyen en la mejora de las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimento rígido hasta en un en un 15% respecto al diseño propuesto
  5. Se determinó que la adición de porcentajes al 48% de concreto reciclado mejora las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimento rígido, ya que la prueba de hipótesis de T de Student la diferencia de medias del ensayo de compresión entre el diseño propuesto y el concreto con adición del 48% de concreto reciclado reportó un p valor de 0.028, por lo tanto, se afirma que la adición de porcentajes al 48% de

Adición de porcentajes al 16%, 32% y 48 % de concreto reciclado al diseño de pavimento rígido para mejorar las propiedades de físico mecánicas, Lima 2022

concreto reciclado influyen en la mejora de las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimento rígido hasta en un 5% respecto al diseño propuesto.

## REFERENCIAS

- Alva, L., & Asmat, K. (2019). Influencia del reemplazo de agregado grueso por concreto reciclado sobre las propiedades de un concreto endurecido  $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup> . (*tesis de pregrado*), Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI. Trujillo, Perú.
- Arias, F. (2012). *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica* (6ta ed.). Caracas: Episteme.
- Asociación Colombiana de Productos de Concreto. (2012). *Tecnología de concreto* (3ra ed.). Bogotá: Talleres Nomos impresores.
- ASTM C1064/C1064M-17. (2017). *Standard test method for temperature of freshly mixed hydraulic-cement concrete*. Pensilvania: ASTM International.
- ASTM C131/C131M-14. (2006). *Standard test method for resistance to degradation of small-size coarse aggregate by abrasion and impact in the los angeles machine*. Pensilvania: ASTM International.
- ASTM C138/C138M-17a. (2017). *Standard test method for density (unit weight), yield, and air content (gravimetric) of concrete* . Pensilvania: ASTM international.
- ASTM C143/C143M-15a. (2015). *Standard test method for slump of hydraulic-cement concrete* . Pensilvania: ASTM International.
- ASTM C29/C29M-17a. (2017). *Standard test method for bulk density (“unit weight”) and voids in aggregate*, . Pensilvania: ASTM International.
- ASTM C566 – 19. (2019). *Standard test method for total evaporable moisture content of aggregate by drying*. Pensilvania.: ASTM International.

- Bazalar, L., & Cardenillas, M. (2019). Propuesta de agregado reciclado para la elaboración de concreto estructural con  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> en estructuras aperticadas en la ciudad de Lima para reducir la contaminación ambiental. (*tesis de pregrado*), *Universidad Privada de Ciencias Aplicadas*. Lima, Perú.
- Carrasco, S. (2017). *Metodología de la investigación científica*. Lima: San Marcos.
- Corbacho, J. (2018). Análisis de la estabilidad Marshall y la deformación permanente mediante el ensayo de rueda cargada de Hamburgo de una mezcla asfáltica modificada en caliente con fibras de tereftalato de polietileno reciclado en la ciudad del Cusco-2018. (*tesis de pregrado*), *Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco*. Cusco, Perú.
- Cruz, R., & Vegas, R. (2020). Influencia del uso del agregado reciclado con parámetros controlados sobre la resistencia a compresión del concreto en la ciudad de Trujillo, La Libertad 2019. (*tesis de pregrado*), *Universidad Privada de Trujillo*. Trujillo, Perú.
- Díaz, L. (2018). Aprovechamiento de los residuos de construcción y demolición (RCD) en la elaboración de concretos en Colima Villa de Álvarez. (*tesis de maestría*), *Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico de Colima*. Villa de Álvarez, Colima, México.
- Flores, J. (2018). Comportamiento mecánico de mezcla asfáltica incorporando caucho por vía húmeda, avenida Perú, Callao. (*tesis de pregrado*), *Universidad Cesar Vallejo*. Lima, Perú.

- Harmsem, T. (2005). *Diseño de estructuras de concreto armado*. Lima: Fondo Editorial PUCP.
- Hernández, M., & Rodas, R. (2018). Determinación de las propiedades mecánicas del concreto  $F'c=210kg/cm^2$  para pavimento, adicionando cenizas de caña de azúcar, Moyobamba, San Martín, 2018. (*tesis de pregrado*), Universidad Cesar Vallejo. Moyobamba, Perú.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta ed.). D.F.: McGraw-HillInteramericana.
- ICCG. (2018). *Boletín técnico ICCG. Reciclado de pavimentos de concreto hidráulico*. Guatemala: Instituto del Cemento y del Concreto de Guatemala - ICCG.
- Jordan, J., & Viera, N. (2014). Estudio de la resistencia del concreto, utilizando como agregado el concreto reciclado de obra. (*tesis de pregrado*), Universidad Nacional del Santa Chimbote. Nuevo Chimbote, Perú.
- Kozlovská, M., & Spišáková, M. (2013). Construction waste generation a cross construction Project life-cycle. *Organization, technology & Management in Construction : An International Journal*, 5(1), 687-695.
- Lara, Y., & Rosario, M. (2017). Análisis comparativo de resistencia y permeabilidad de mezclas de hormigón con escombros de demolición de concreto y mampostería como sustitutos de agregado grueso. (*tesis de pregrado*), Universidad Autónoma Santo Domingo. Santo Domingo, Republica Dominicana.

- León, J. (26 de agosto de 2017). *En Lima se generan 19 mil toneladas de desmonte al día y el 70% va al mar o ríos*. Obtenido de Diario El Comercio: <https://elcomercio.pe/lima/sucesos/lima-generan-19-mil-toneladas-desmonte-dia-70-mar-rios-noticia-453274-noticia/?ref=ecr>
- López, M., Pérez, A., & Garnica, P. (2014). Estado del arte sobre el uso de residuos y sub-productos industriales en la construcción de carreteras. Informe Técnico N° 394 . Sanfandila, Qro, México: Instituto Mexicano de transporte.
- Marín, J. (2019). Resistencia a la compresión axial del concreto al reemplazar concreto reciclado como agregado grueso en porcentajes del 5%, 10% y 15%. (*tesis de pregrado*), Universidad Privada del Norte. Cajamarca, Perú.
- Martínez, S., & Mendoza, E. (2006). Comportamiento mecánico de concreto fabricado con agregados reciclados. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 7(3), 151-164.
- Martínez-Molina, W., Torres-Acosta, A., Alonso-Guzmán, E., Chávez-García, H., Hernández-Barrios, H., Lara-Gómez, C., . . . González-Valdéz, F. (2015). Concreto reciclado: una revisión. *Revista ALCONPAT*, 5(3), 235 – 248.
- Natalini, M., Klees, D., & Tirner, J. (2007). *Reciclaje y reutilización de materiales residuales de construcción y demolición*. Corrientes, Argentina: Departamento de Estabilidad.Facultad de Ingeniería Universidad Nacional del Nordeste.
- Niño, V. (2019). *Metodología de la investigación. Diseño, ejecución e informe*. Bogotá: Ediciones de la U.



- NORMA TÉCNICA CE. 010. (2010). *Pavimentos urbanos. Reglamento nacional de edificaciones*. Lima.
- NTP 339.034 . (2008). *Hormigón (Concreto). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas*. Lima: Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI.
- NTP-339-078. (2012). *Concreto Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo* . Lima: Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI.
- Palomino, J., Peña, J., Zevallos, G., & Orizano, L. (2015). *Metodología de la investigación*. Lima: San Marcos.
- Pasquel, E. (1999). Tópicos de tecnología del concreto. En I. Blanco, *Tópicos de tecnología del concreto* (pág. 17). Lima: Colegio de Ingenieros del Perú - Consejo Nacional.
- POGOTECH. (2017). *Cifras mundiales acerca del procesamiento de RCD - Residuos de la construcción y demolición*. Obtenido de <https://pogotech.eu/es/rcd/>
- REINAR, S.A., 2017. *Concreto Hidráulico*.  
<https://www.reinarsa.com/2017/07/25/concreto-hidraulico/>.
- Rivera, G. (2013). *Concreto simple* . Cauca: Civilgeeks.
- Rivva. (2003). *Diseño de mezclas* (2da ed.). Lima: Imprenta William E.I.R.L.
- Robayo, R., Matthey, P., Silva, Y., & Delvasto, S. (2014). Comportamiento en estados frescos y endurecido de un concreto autocompactante, adicionado con escoria de carbón, y

elaborado con agregado grueso de concreto reciclado. *Informador Técnico*, 78(2), 128-139.

Rodriguez, G. (2018). Resistencia a la compresión del concreto  $f'_c=175$  kg/cm<sup>2</sup> con tres porcentajes de reemplazo de agregados con concreto reciclado. (*tesis de pregrado*), Universidad Privada del Norte. Cajamarca, Perú.

Sánchez. (2011). *Tecnología del concreto y del mortero*. Bogotá: Bhandar Editoriales. LTDA.

Silvestre, D. (2017). Comparación técnica y económica entre las mezclas asfálticas tradicionales y reforzadas con plástico reciclado en la ciudad de Lima-2017. (*tesis de pregrado*), Universidad Cesar Vallejo. Lima, Perú.

Sumari, J. (2016). Estudio del concreto de mediana a alta resistencia elaborado con residuos de concreto y cemento Portland Tipo I. (*tesis de pregrado*), Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú.

UMACON. (13 de septiembre de 2017). *Reutilizar materiales de construcción después de una demolición*. Obtenido de <http://www.umacon.com/noticia.php/es/Reutilizar-materiales-de-construccion-despues-de-una-demolicion/440>

Vega, N. (2019). Agregado de concreto reciclado, su influencia en las propiedades mecánicas de concretos 210, 280 y 350 Kg/cm<sup>2</sup>, Lima – 2018. (*tesis de pregrado*), Universidad Cesar Vallejo). Lima, Perú.


Vera, F. C. (2016). Diagnóstico para la elaboración de concreto a partir de la utilización de concreto reciclado. (*tesis de pregrado*), *Universidad Piloto de Colombia*. Giradot, Colombia.

## ANEXOS

### Anexo 1: Matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
GENERAL	GENERAL	GENERAL				
¿Cómo influye la adición de porcentajes al 16%, 32% y 48 % de concreto reciclado al diseño de pavimento rígido se obtienen mejoras en las propiedades de físico mecánicas, Lima 2022?	Determinar la influencia de la adición de porcentajes al 16%, 32% y 48 % de concreto reciclado en la mejora de las propiedades de físico mecánicas del diseño de pavimento rígido, Lima 2022.	La adición de porcentajes al 16%, 32% y 48 % de concreto reciclado influyen en la mejora de las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimento rígido entre un 5% y un 25% respectivamente en relación al diseño propuesto	Variable Independiente: Concreto reciclado añadido al agregado grueso en 16%, 32% y 48 %	Dosificación	Porcentaje de adición 16%, 32% y 48 %	<b>Propósito:</b> aplicada <b>Profundidad:</b> Descriptiva <b>Naturaleza de los datos:</b> Cuantitativa <b>Diseño:</b> Experimental <b>Muestra:</b> Por conveniencia 9 probetas cilíndricas de concreto $f'c=280$ kg/cm <sup>2</sup> sin la adición de concreto reciclado 27 probetas cilíndricas de concreto con la adición de concreto reciclado en diferentes porcentajes (NTP 339.034) 3 vigas prismáticas de concreto $f'c=280$ kg/cm <sup>2</sup> sin la adición de concreto reciclado 9 vigas prismáticas de concreto con la adición de concreto reciclado en diferentes porcentajes (NTP 339.078)
ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS	ESPECIFICAS				
¿Cuáles son las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimento rígido sin adición de concreto reciclado?	Determinar las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimento rígido sin adición de concreto reciclado	Las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimento rígido sin adición de concreto reciclado mejora hasta un 10% respecto al diseño propuesto	Variable Dependiente: Concreto de Pavimento Rígido $F'c=280$ kg/cm <sup>2</sup>	Peso unitario de mezcla	Resultados de ensayos de laboratorio	
¿Cuáles son las mejoras en las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimento rígido con adición de porcentajes al 16% de concreto reciclado?	Determinar las mejoras en las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimento rígido con adición de porcentajes al 16% de concreto reciclado	La adición de porcentajes al 16% de concreto reciclado influyen en la mejora de las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimento rígido hasta en un 5% respecto al diseño propuesto		Temperatura de las mezclas		
¿Cuáles son las mejoras en las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimento rígido con adición de porcentajes al 32% de concreto reciclado?	Determinar las mejoras en las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimento rígido con adición de porcentajes al 32% de concreto reciclado	La adición de porcentajes al 32% de concreto reciclado influyen en la mejora de las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimento rígido hasta en un 15% respecto al diseño propuesto		Ensayo del cono de Abrams – Asentamiento		
¿Cuáles son las mejoras en las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimento rígido con adición de porcentajes al 48% de concreto reciclado?	Determinar las mejoras en las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimento rígido con adición de porcentajes al 48% de concreto reciclado	La adición de porcentajes al 48% de concreto reciclado influyen en la mejora de las propiedades físico mecánicas del diseño de pavimento rígido hasta en un 5% respecto al diseño propuesto.		Resistencia a la compresión axial		
				Resistencia a la flexión o módulo de rotura		

**Anexo 2: Ensayos de laboratorio**

 <p><b>DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211</b></p>	Código	EQ-00-01
	Versión	01
	Fecha	07-07-2022
	Página	1 de 4

**ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGREGADO FINO**

PROYECTO: "ADICION DE PORCENTAJES AL 16%,32% Y 48% DE CONCRETO REICLADO AL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE FISICO MECANICAS. LIMA 2022"      REGISTRO N°: 2022 - TS310

SOLICITANTE: BRYAN ADRIÁN MALLQUI MATIENZO      REALIZADO POR: D. Castillo

CÓDIGO DE PROYECTO: ---      REVISADO POR: K.TINOCO

UBICACIÓN DE PROYECTO: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC      FECHA DE VACIADO: 07/07/2022

FECHA DE EMISIÓN: 07/07/2022      TURNO: Diurno

Código de Muestra: M1

Life: ---

N° de Muestra: ---

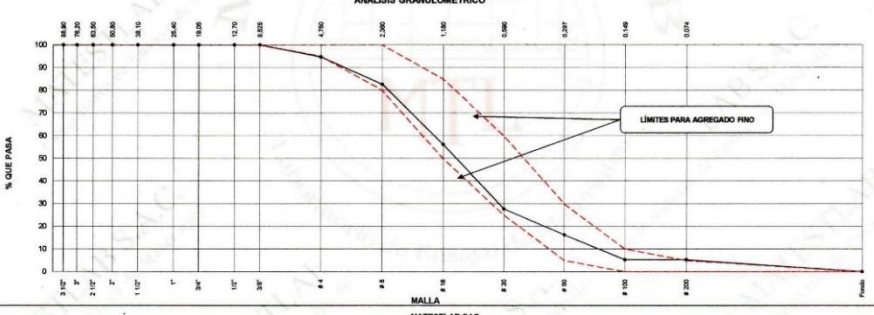
Progresiva: ---



AGREGADO FINO ASTM C33 - ARENA GRUESA						
Malla	Peso Ret. (g)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum. (%)	ASTM "Lim. Sup"	ASTM "Lim. Inf"
4"	101.60 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3 1/2"	89.00 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"	12.75 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	36.0	5.30	5.30	94.70	95.00
# 5	2.36 mm	62.0	12.98	17.28	82.62	80.00
# 10	1.18 mm	180.0	26.51	43.89	56.11	50.00
# 20	0.85 mm	193.0	28.42	72.31	27.69	25.00
# 50	0.30 mm	78.0	11.49	83.80	16.20	5.00
# 100	0.15 mm	74.0	10.95	94.70	5.30	0.00
# 200	0.075 mm	0.0	0.00	94.70	5.30	0.00
Finesa	0.075 mm	36.0	5.30	100.00	0.00	0.00




CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
P. Especif. de Masa Seco (kg/m³)	2684
P. Especif. de Masa SSS (kg/m³)	2710
P. Especif. de Masa Aparente (kg/m³)	2752
P. Unitario Compactado (kg/m³)	1788
P. Unitario Suelto (kg/m³)	1635
Absorción (%)	1.90
Contenido de Humedad (%)	3.12
Módulo de Finosa	3.17
% < Malla N° 200 (0.75 mm)	2.24


TARA	238.2
T+MH	3238
T+MS	3145.2
T+ML	3050.1

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**



<b>REALIZADO POR</b> Nombre y firma: 	<b>VERIFICADO POR</b> Nombre y firma: 	<b>AUTORIZADO POR</b> Nombre y firma: MATESTLAB S.A.C. RUC 20904736572 <b>NICOLÉ CUMPA BARRETO</b> GERENTE GENERAL
--	---	---

 Jr. Apurimac N°3263, Urb. Perú, San Martín de Porres
 975232841  
922318222
 informes@laboratoriomatestlab.com  
www.laboratoriomatestlab.com

	<b>DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Código</td><td>EQ-FC-01</td></tr> <tr><td>Versión</td><td>01</td></tr> <tr><td>Fecha</td><td>07-07-2022</td></tr> <tr><td>Página</td><td>2 de 4</td></tr> </table>	Código	EQ-FC-01	Versión	01	Fecha	07-07-2022	Página	2 de 4
Código	EQ-FC-01									
Versión	01									
Fecha	07-07-2022									
Página	2 de 4									

**ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGREGADO GRUESO**

<b>PROYECTO</b> : "ADICION DE PORCENTAJES AL 16%, 32% Y 48% DE CONCRETO RECICLADO AL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE FISICO MECANICAS. LIMA 2022"	<b>REGISTRO N°:</b> 2022 - TS310
<b>SOLICITANTE</b> : BRYAN ADRIÁN MALLQUI MATIENZO	<b>REALIZADO POR :</b> D. Castillo
<b>CÓDIGO DE PROYECTO</b> :	<b>REVISADO POR :</b> K.TINOCO
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b> : Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	<b>FECHA DE VACIADO :</b> 07/07/2022
<b>FECHA DE EMISIÓN</b> : 07/07/2022	<b>TURNO :</b> Diurno

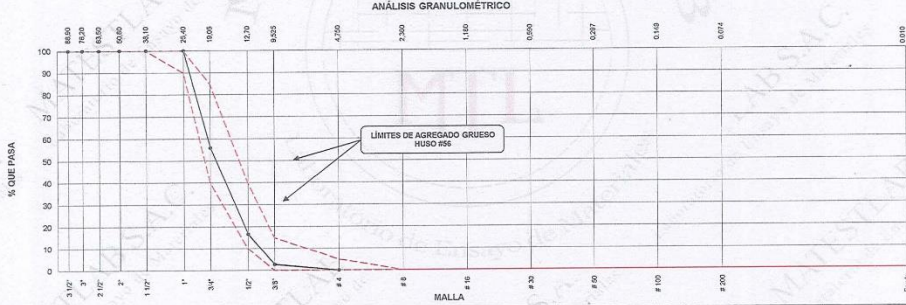
<b>Código de Muestra</b>	---
<b>Lote</b>	---
<b>N° de Muestra</b>	---
<b>Progressiva</b>	---




AGREGADO GRUESO ASTM C33 HUSO # 56					
Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP" "LIM INF"
4"	101.60 mm	0.0	0.00	0.00	100.00 100.00
3 1/2"	89.50 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	1172.3	44.07	44.07	55.93 40.00
1/2"	12.70 mm	1045.6	39.30	83.37	16.63 10.00
3/8"	9.53 mm	372.1	13.99	97.36	2.64 0.00
# 4	4.75 mm	70.3	2.64	100.00	0.00 0.00
# 8	2.36 mm	0.0	0.00	100.00	0.00 0.00
# 16	1.18 mm	0.0	0.00	100.00	0.00 0.00
# 30	0.59 mm	0.0	0.00	100.00	0.00 0.00
# 50	0.30 mm	0.0	0.00	100.00	0.00 0.00
# 100	0.15 mm	0.0	0.00	100.00	0.00 0.00
# 200	0.07 mm	0.0	0.00	100.00	0.00 0.00
Fondo	0.01 mm	0.0	0.00	100.00	0.00 0.00

<b>TARA</b>	238.2
<b>T+MH</b>	3380.1
<b>T+MS</b>	13222.6
<b>T+ML</b>	3150.6

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
P. Específ. de Masa Seca (kg/m³)	2642
P. Específ. de Masa SSS (kg/m³)	2685
P. Específ. de Masa Aparente (kg/m³)	2688
P. Unitario Compactado (kg/m³)	1641
P. Unitario Suelto (kg/m³)	1586
Absorción (%)	1.30
Tamaño Máximo	1"
Tamaño Máximo Nominal	3/4"
Módulo de Finca	7,41
% + Malla N° 200 (0.75 µm)	2,41
Contenido de Humedad (%)	5,27


**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**



<b>REALIZADO POR</b> Nombre y firma:  <b>MATESTLAB S.A.C.</b> Laboratorio de Ensayo de Materiales	<b>VERIFICADO POR</b> Nombre y firma:  <b>MATESTLAB S.A.C.</b> KELY YANIKA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL R.º. CIP N° 135995	<b>AUTORIZADO POR</b> Nombre y firma:  <b>MATESTLAB S.A.C.</b> RUC 21014766572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL
--	--	--











 Jr. Apurimac N°3263, Urb. Perú, San Martín de Porres


 975232841  
922318222

 informes@laboratoriomatestlab.com  
www.laboratoriomatestlab.com



Adición de porcentajes al 16%, 32% y 48 % de concreto reciclado al diseño de pavimento rígido para mejorar las propiedades de físico mecánicas, Lima 2022

	<b>DISEÑO DE MEZCLA SEGÚN METODO ACI 211</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">Código</td> <td>EQ-PO-01</td> </tr> <tr> <td>Versión</td> <td>01</td> </tr> <tr> <td>Fecha</td> <td>07-07-2022</td> </tr> <tr> <td>Página</td> <td>3 de 4</td> </tr> </table>	Código	EQ-PO-01	Versión	01	Fecha	07-07-2022	Página	3 de 4																				
Código	EQ-PO-01																													
Versión	01																													
Fecha	07-07-2022																													
Página	3 de 4																													
<b>DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO MÉTODO DEL ACI 211</b>																														
<b>PROYECTO</b> : "ADICIÓN DE PORCENTAJES AL 16%, 32% Y 48% DE CONCRETO REICLADO AL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE FÍSICO MECANICAS. LIMA 2022"	<b>REGISTRO N°:</b> 2022 - TS310																													
<b>SOLICITANTE</b> : BRYAN ADRIÁN MALLQUI MATIENZO	<b>REALIZADO POR</b> : D. Castillo																													
<b>CÓDIGO DE PROYECTO</b> : ---	<b>REVISADO POR</b> : K.TINOCO																													
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b> : Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	<b>FECHA DE VACIADO</b> : 07/07/2022																													
<b>FECHA DE EMISIÓN</b> : 07/07/2022	<b>TURNO</b> : Diurno																													
<b>Agregado</b> : Ag. Grueso / Ag. Fino	<b>F'c de diseño</b> : 280 kg/cm <sup>2</sup>																													
<b>Procedencia</b> : AGREGAGOS DE FERRERERIA	<b>Asentamiento</b> : 3" - 4"																													
<b>Cemento</b> : Cemento SOL Tipo 1	<b>Código de mezcla</b> : PATRON																													
<b>1. RELACIÓN AGUA CEMENTO</b> R a/c = 0,47																														
<b>2. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA</b> Agua = 205 L																														
<b>3. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO</b> Aire = 2,0%																														
<b>4. DATOS DE LABORATORIO</b>																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>INSUMO</th> <th>PESO ESPECIFICO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cemento SOL Tipo 1</td> <td>3150 kg/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>1000 kg/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>Aire</td> <td>---</td> </tr> </tbody> </table>	INSUMO	PESO ESPECIFICO	Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m <sup>3</sup>	Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>	Aire	---	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>HUMEDAD</th> <th>ABS</th> <th>MF</th> <th>PUS</th> <th>PUC</th> <th>TMN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Agregado grueso</td> <td>2842 kg/m<sup>3</sup></td> <td>5,27%</td> <td>1,30%</td> <td>7,41</td> <td>1566</td> <td>1641</td> </tr> <tr> <td>Agregado fino</td> <td>2684 kg/m<sup>3</sup></td> <td>3,12%</td> <td>1,90%</td> <td>3,17</td> <td>1635</td> <td>1768</td> </tr> </tbody> </table>		HUMEDAD	ABS	MF	PUS	PUC	TMN	Agregado grueso	2842 kg/m <sup>3</sup>	5,27%	1,30%	7,41	1566	1641	Agregado fino	2684 kg/m <sup>3</sup>	3,12%	1,90%	3,17	1635	1768
INSUMO	PESO ESPECIFICO																													
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	2842 kg/m <sup>3</sup>	5,27%	1,30%	7,41	1566	1641																								
Agregado fino	2684 kg/m <sup>3</sup>	3,12%	1,90%	3,17	1635	1768																								
<b>OBSERVACIONES:</b> * Muestras provistas e identificadas por el solicitante * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB SAC																														
<b>EQUIPO UTILIZADO</b>																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>EQUIPO</th> <th>CÓDIGO</th> <th>F. CALIBRACIÓN</th> <th>N° CERT. CALIBRACIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Balanza digital Ohaus 30000g x 1g</td> <td>MTL LS-10</td> <td>22/09/2020</td> <td>131-2020</td> </tr> <tr> <td>Balanza digital Henkel 200g x 0.1g</td> <td>MTL LS-6</td> <td>24/09/2020</td> <td>131-2020</td> </tr> <tr> <td>Maquina de ensayo uniaxial Forney</td> <td>MTL TA-1282</td> <td>12/07/2021</td> <td>271-2021</td> </tr> <tr> <td>Horno digital PT-H76 196L 0° a 300°C</td> <td>MTL 0120</td> <td>25/09/2020</td> <td>131-2020</td> </tr> </tbody> </table>		EQUIPO	CÓDIGO	F. CALIBRACIÓN	N° CERT. CALIBRACIÓN	Balanza digital Ohaus 30000g x 1g	MTL LS-10	22/09/2020	131-2020	Balanza digital Henkel 200g x 0.1g	MTL LS-6	24/09/2020	131-2020	Maquina de ensayo uniaxial Forney	MTL TA-1282	12/07/2021	271-2021	Horno digital PT-H76 196L 0° a 300°C	MTL 0120	25/09/2020	131-2020									
EQUIPO	CÓDIGO	F. CALIBRACIÓN	N° CERT. CALIBRACIÓN																											
Balanza digital Ohaus 30000g x 1g	MTL LS-10	22/09/2020	131-2020																											
Balanza digital Henkel 200g x 0.1g	MTL LS-6	24/09/2020	131-2020																											
Maquina de ensayo uniaxial Forney	MTL TA-1282	12/07/2021	271-2021																											
Horno digital PT-H76 196L 0° a 300°C	MTL 0120	25/09/2020	131-2020																											
<b>MATESTLAB SAC</b>																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"> <b>TECNICO LEM</b> Nombre y firma:  MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales             </td> <td style="width: 50%;"> <b>JEFE LEM</b> Nombre y firma:  MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 183999             </td> </tr> </table>	<b>TECNICO LEM</b> Nombre y firma:  MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	<b>JEFE LEM</b> Nombre y firma:  MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 183999	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"> <b>CCC - LEM</b> Nombre y firma:  MATESTLAB S.A.C. RUC 20004736572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL             </td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> </table>	<b>CCC - LEM</b> Nombre y firma:  MATESTLAB S.A.C. RUC 20004736572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL																										
<b>TECNICO LEM</b> Nombre y firma:  MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	<b>JEFE LEM</b> Nombre y firma:  MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 183999																													
<b>CCC - LEM</b> Nombre y firma:  MATESTLAB S.A.C. RUC 20004736572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL																														
<p>Jr. Apurimac N°3263, Urb. Perú, San Martín de Porres</p> <p>975232841 / 922318222</p> <p>informes@laboratoriomatestlab.com / www.laboratoriomatestlab.com</p>																														

 <p><b>DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211</b></p>	Código	EQ-10-01
	Versión	01
	Fecha	07-07-2022
	Página	4 de 4

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO MÉTODO DEL ACI 211**

PROYECTO : "ADICIÓN DE PORCENTAJES AL 16%, 32% Y 48% DE CONCRETO REICLADO AL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE FÍSICO MECANICAS. LIMA 2022"

REGISTRO N°: 2022 - TS310

SOLICITANTE : BRYAN ADRIÁN MALLQUI MATIENZO

REALIZADO POR : D. Castillo

CÓDIGO DE PROYECTO : ---

REVISADO POR : K. TINOCO

UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC

FECHA DE EMISIÓN : 07/07/2022

FECHA DE VACIADO : 07/07/2022

TURNO : Diurno

Agregado : Ag. Grueso / Ag. Fino

Procedencia : AGREGAGOS DE FERRETERIA

Cemento : Cemento SOL Tipo 1

F'c de diseño: 280 kg/cm2

Asentamiento: 3" - 4"

Código de mezcla: PATRON

---

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA

$F'_{cr} = 364$

2. RELACIÓN AGUA CEMENTO

$R_{a/c} = 0,47$

3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA

Agua = 205 L

4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO

Aire = 2,0%

5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO

Cemento = 436 kg

6. FACTOR CEMENTO

Bolsas x m3 = 10,3 Bolsas

9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	TM
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m <sup>3</sup>	0,1385 m <sup>3</sup>					
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>	0,2050 m <sup>3</sup>					
Aire	---	0,0200 m <sup>3</sup>					
Agregado grueso	2642 kg/m <sup>3</sup>	---	5,27%	1,30%	7,41	1586	3/4
Agregado fino	2684 kg/m <sup>3</sup>	---	3,12%	1,80%	3,17	1635	
Volumen de pasta		0,3635 m <sup>3</sup>					
Volumen de agregados		0,6365 m <sup>3</sup>					

10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS

Agregado grueso = 0,3602 m<sup>3</sup> = 952 kg

Agregado fino = 0,2783 m<sup>3</sup> = 742 kg

11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Agregado grueso 1002 kg

Agregado fino 765 kg

12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD

Agua 158 L

13. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0,03 m<sup>3</sup>

Cemento SOL Tipo 1 13,08 kg

Agua 4,75 L

Agregado grueso 30,06 kg

Agregado fino 22,94 kg

Slump Obtenido 4 1/2"

14. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA



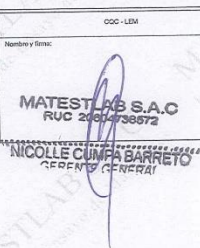
CEM A.F. A.G. AGUA

1 : 1,8 : 2,3 : 15,4 L / bolsa

15. CONTENIDO DE AIRE: 1,1%

OBSERVACIONES:

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

MATESTLAB SAC		MATESTLAB SAC		MATESTLAB SAC	
TECNICO LEM	D:	D:	D:	D:	D:
Nombre y Firma:	M:	Nombre y Firma:	M:	Nombre y Firma:	M:
	A:		A:		A:
<b>MATESTLAB S.A.C.</b> Laboratorio de Ensayo de Materiales		<b>MATESTLAB S.A.C.</b> KELY YANINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL RUC N° 183959		<b>MATESTLAB S.A.C.</b> RUC 20021738672	

NICOLLE CUMFA BARRETO  
GERENTE GENERAL


---

Jr. Apurimac N°3263, Urb. Perú, San Martín de Porres

975232841  
922318222

informes@laboratoriomatestlab.com  
www.laboratoriomatestlab.com



 <p><b>DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211</b></p>		Código: EQ-FO-01
		Versión: 01
		Fecha: 07-07-2022
		Página: 1 de 4

**ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGREGADO FINO**

PROYECTO	*ADICION DE PORCENTAJES AL 16%,32% Y 48% DE CONCRETO RECICLADO AL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE FISICO MECANICAS. LIMA 2022*	REGISTRO N°: 2022 - TS310
SOLICITANTE	BRYAN ADRIAN MALLQUI MATIENZO	REALIZADO POR : D. Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO	---	REVISADO POR : K.TINOCO
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO : 07/07/2022
FECHA DE EMISIÓN	07/07/2022	TURNO : Diurno


Código de Muestra	: M1
Lote	: ---
N° de Muestra	: ---
Progresiva	: ---




Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101,60 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
3 1/2"	89,00 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"	12,70 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	38,0	5,30	5,30	94,70	95,00
# 8	2,36 mm	62,0	12,08	17,38	82,62	80,00
# 16	1,18 mm	180,0	36,51	43,89	56,11	50,00
# 30	0,59 mm	193,0	38,42	72,31	27,69	25,00
# 50	0,30 mm	78,0	11,49	83,80	16,20	5,00
# 100	0,15 mm	74,0	10,90	94,70	5,30	0,00
# 200	0,07 mm	0,0	0,00	94,70	5,30	0,00
Fondo	0,01 mm	36,0	5,30	100,00	0,00	0,00


TARA	236,2
T+MH	3238
T+MS	3145,2
T+ML	3090,1


P. Especif. de Masa Seco (kg/m³)	2884
P. Especif. de Masa SSD (kg/m³)	2710
P. Especif. de Masa Apparente (kg/m³)	2752
P. Unitario Compactado (kg/m³)	1788
P. Unitario Suelto (kg/m³)	1636
Absorción (%)	1,80
Contenido de Humedad (%)	3,12
Módulo de Flexión	3,17
% < Malla N° 200 (0,75 µm)	2,24


**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**




<p>REALIZADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p>  <p><b>MATESTLAB S.A.C.</b> Laboratorio de Ensayo de Materiales</p>	<p>VERIFICADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p>  <p><b>MATESTLAB S.A.C.</b> Laboratorio de Ensayo de Materiales</p>	<p>AUTORIZADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p>  <p><b>MATESTLAB S.A.C.</b> RUC 20804738572 <b>NICOLLE CUMPA BARRETO</b> GERENTE GENERAL</p>
--	---	---

 Jr. Apurimac N°3263, Urb. Perú, San Martín de Porres

 975232841  
922318222

 informes@laboratoriomatestlab.com  
www.laboratoriomatestlab.com

	<b>DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Código</td><td>EQ-FO-01</td></tr> <tr><td>Versión</td><td>01</td></tr> <tr><td>Fecha</td><td>11-07-2022</td></tr> <tr><td>Página</td><td>2 de 4</td></tr> </table>	Código	EQ-FO-01	Versión	01	Fecha	11-07-2022	Página	2 de 4
Código	EQ-FO-01									
Versión	01									
Fecha	11-07-2022									
Página	2 de 4									

**ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGREGADO GRUESO**

<b>PROYECTO</b> : "ADICION DE PORCENTAJES AL 16%, 32% Y 48% DE CONCRETO REICLADO AL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE FISICO MECANICAS. LIMA 2022"	<b>REGISTRO N°</b> : 2022 - TS310
<b>SOLICITANTE</b> : BRYAN ADRIAN MALLQUI MATIENZO	<b>REALIZADO POR</b> : D. Castillo
<b>CÓDIGO DE PROYECTO</b> : ---	<b>REVISADO POR</b> : K.TINOCO
<b>UBICACION DE PROYECTO</b> : Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	<b>FECHA DE VACIADO</b> : 11/07/2022
<b>FECHA DE EMISION</b> : 11/07/2022	<b>TURNO</b> : Diurno

---


<b>Código de Muestra</b> : --- <b>Lote</b> : --- <b>N° de Muestra</b> : --- <b>Progresiva</b> : ---	
--	--


Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	% Pasa Acum. (%)	ASTM LIM SUP	ASTM LIM INF
4"	101.89 mm	0.0	0.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.0	0.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.0	0.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.0	0.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.0	0.00	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	1172.3	44.07	55.93	40.00
1/2"	12.70 mm	1045.6	39.30	83.37	16.63
3/8"	9.53 mm	372.1	13.99	97.36	2.64
# 4	4.75 mm	75.3	2.64	100.00	0.00
# 8	2.36 mm	0.0	0.00	100.00	0.00
# 16	1.18 mm	0.0	0.00	100.00	0.00
# 30	0.59 mm	0.0	0.00	100.00	0.00
# 50	0.30 mm	0.0	0.00	100.00	0.00
# 100	0.15 mm	0.0	0.00	100.00	0.00
# 200	0.07 mm	0.0	0.00	100.00	0.00
Fondo	0.01 mm	0.0	0.00	100.00	0.00


TARA	235.2
T+M	3350.1
T+MS	3222.6
T+ML	3150.0


P. Especif. de Masa Seca (kg/m³)	2642
P. Especif. de Masa SSS (kg/m³)	2655
P. Especif. de Masa Aparente (kg/m³)	2686
P. Unitario Compactado (kg/m³)	1641
P. Unitario Suelto (kg/m³)	1586
Absorción (%)	1.30
Tamaño Máximo	1"
Tamaño Máximo Nominal	3/4"
Módulo de Finiza	7.41
% « Malla N° 200 (0.75 mm)	2.41
Contenido de Humedad (%)	5.27


**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**





REALIZADO POR	
Nombre y firma:	
<b>MATESTLAB S.A.C.</b> Laboratorio de Ensayo de Materiales	

VERIFICADO POR	
Nombre y firma:	
<b>MATESTLAB S.A.C.</b> KELY YANINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 183999	

AUTORIZADO POR	
Nombre y firma:	
<b>MATESTLAB S.A.C.</b> RUC 2064738572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL	










 Jr. Apurimac N°3263, Urb. Perú, San Martín de Porres


 975232841  
922318222

 informes@laboratoriomatestlab.com  
www.laboratoriomatestlab.com



Adición de porcentajes al 16%, 32% y 48 % de concreto reciclado al diseño de pavimento rígido para mejorar las propiedades de físico mecánicas, Lima 2022

	<b>DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211</b>	Código: EQ-FO-01 Versión: 01 Fecha: 11-07-2022 Páginas: 3 de 4																					
<b>DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO MÉTODO DEL ACI 211</b>																							
PROYECTO:	"ADICION DE PORCENTAJES AL 16%, 32% Y 48% DE CONCRETO REICLADO AL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE FISICO MECANICAS. LIMA 2022"	REGISTRO N°: 2022 - TS310																					
SOLICITANTE:	BRYAN ADRIÁN MALLQUI MATIENZO	REALIZADO POR: D. Castillo																					
CÓDIGO DE PROYECTO:	---	REVISADO POR: K.TINOCCO																					
UBICACIÓN DE PROYECTO:	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO: 11/07/2022																					
FECHA DE EMISIÓN:	11/07/2022	TURNO: Diurno																					
Agregado:	Ag. Grueso / Ag. Fino	F'c de diseño: 280 kg/cm2																					
Procedencia:	AGREGAGOS DE FERRETERIA	Asentamiento: 3" - 4"																					
Cemento:	Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla: 48% A.R																					
<b>1. RELACIÓN AGUA CEMENTO</b> R a/c = 0,47																							
<b>6. PORCENTAJE DE ADICION DE CONCRETO REICLADO</b> Porcentaje: 48,0%																							
<b>2. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA</b> Agua = 205 L																							
<b>3. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO</b> Aire = 2,0%																							
<b>4. DATOS DE LABORATORIO</b>																							
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>INSUMO</th> <th>PESO ESPECÍFICO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cemento SOL Tipo 1</td> <td>3150 kg/m3</td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>1000 kg/m3</td> </tr> <tr> <td>Aire</td> <td>---</td> </tr> </tbody> </table>	INSUMO	PESO ESPECÍFICO	Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m3	Agua	1000 kg/m3	Aire	---														
INSUMO	PESO ESPECÍFICO																						
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m3																						
Agua	1000 kg/m3																						
Aire	---																						
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>HUMEDAD</th> <th>ABS</th> <th>MF</th> <th>PUS</th> <th>PUC</th> <th>TMN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Agregado grueso</td> <td>2642 kg/m3</td> <td>5,27%</td> <td>1,30%</td> <td>7,41</td> <td>1586</td> <td>1641</td> </tr> <tr> <td>Agregado fino</td> <td>2684 kg/m3</td> <td>3,12%</td> <td>1,90%</td> <td>3,17</td> <td>1635</td> <td>1788</td> </tr> </tbody> </table>		HUMEDAD	ABS	MF	PUS	PUC	TMN	Agregado grueso	2642 kg/m3	5,27%	1,30%	7,41	1586	1641	Agregado fino	2684 kg/m3	3,12%	1,90%	3,17	1635	1788
	HUMEDAD	ABS	MF	PUS	PUC	TMN																	
Agregado grueso	2642 kg/m3	5,27%	1,30%	7,41	1586	1641																	
Agregado fino	2684 kg/m3	3,12%	1,90%	3,17	1635	1788																	
<b>OBSERVACIONES:</b> * Muestras provistas e identificadas por el solicitante * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB SAC																							
<b>EQUIPO UTILIZADO</b>																							
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>EQUIPO</th> <th>CÓDIGO</th> <th>F. CALIBRACIÓN</th> <th>N° CERT. CALIBRACIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Balanza digital Ohaus 30000g x 1g</td> <td>MTL LS-10</td> <td>22/09/2020</td> <td>131-2020</td> </tr> <tr> <td>Balanza digital Henkel 200g x 0,1g</td> <td>MTL LS-6</td> <td>24/09/2020</td> <td>131-2020</td> </tr> <tr> <td>Maquina de ensayo uniaxial Forney</td> <td>MTL TA-1252</td> <td>12/07/2021</td> <td>271-2021</td> </tr> <tr> <td>Horno digital PT-H76 196L 0° a 300°C</td> <td>MTL 0120</td> <td>25/09/2020</td> <td>131-2020</td> </tr> </tbody> </table>	EQUIPO	CÓDIGO	F. CALIBRACIÓN	N° CERT. CALIBRACIÓN	Balanza digital Ohaus 30000g x 1g	MTL LS-10	22/09/2020	131-2020	Balanza digital Henkel 200g x 0,1g	MTL LS-6	24/09/2020	131-2020	Maquina de ensayo uniaxial Forney	MTL TA-1252	12/07/2021	271-2021	Horno digital PT-H76 196L 0° a 300°C	MTL 0120	25/09/2020	131-2020		
EQUIPO	CÓDIGO	F. CALIBRACIÓN	N° CERT. CALIBRACIÓN																				
Balanza digital Ohaus 30000g x 1g	MTL LS-10	22/09/2020	131-2020																				
Balanza digital Henkel 200g x 0,1g	MTL LS-6	24/09/2020	131-2020																				
Maquina de ensayo uniaxial Forney	MTL TA-1252	12/07/2021	271-2021																				
Horno digital PT-H76 196L 0° a 300°C	MTL 0120	25/09/2020	131-2020																				
<b>MATESTLAB SAC</b>																							
TECNICO LEM D: M: A:	JEFE LEM D: M: A:	COC - LEM D: M: A:																					
 <b>MATESTLAB S.A.C.</b> Laboratorio de ensayo de Materiales	 <b>MATESTLAB S.A.C.</b> KESTEVEN TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 183999	 <b>MATESTLAB S.A.C.</b> RUC 21934738572 NICOLE RUMPA BARRETO GERENTE GENERAL																					
<hr/>																							
 Jr. Apurimac N°3263, Urb. Perú, San Martín de Porres	 975232841  922318222	 informes@laboratoriomatestlab.com  www.laboratoriomatestlab.com																					

 <p><b>DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211</b></p>	Código	EQ-10-01
	Versión	01
	Fecha	11-07-2022
	Página	4 de 4

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO METODO DEL ACI 211**

PROYECTO : "ADICION DE PORCENTAJES AL 16%, 32% Y 48% DE CONCRETO RECIKLADO AL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE FISICO MECANICAS. LIMA 2022" REGISTRO N°: 2022 - TS310

SOLICITANTE : BRYAN ADRIAN MALLOQUI MATIENZO REALIZADO POR : D. Castillo

CÓDIGO DE PROYECTO : --- REVISADO POR : K.TINOCO

UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC FECHA DE VACIADO: 11/07/2022

FECHA DE EMISIÓN : 11/07/2022 TURNO : Diurno

Agregado : Ag. Grueso / Ag. Fino F'c de diseño: 280 kg/cm2

Procedencia : AGREGAGOS DE FERRETERIA Asentamiento: 3" - 4"

Cemento : Cemento SOL Tipo 1 Código de mezcla: 48% A.R

---

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA  
F'cr = 364

2. RELACIÓN AGUA CEMENTO  
R a/c = 0,47

3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA  
Agua = 205 L

4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO  
Aire = 2,0%

5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO  
Cemento = 436 kg

6. FACTOR CEMENTO  
Bolsas x m3 = 10,3 Bolsas

7. CÁLCULO DE ADICION DEL CONCRETO RECIKLADO  
209,36 kg x m3 48,0%

9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	TM
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m <sup>3</sup>	0,1385 m <sup>3</sup>					
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>	0,2050 m <sup>3</sup>					
Aire	---	0,0200 m <sup>3</sup>					
Agregado grueso	2642 kg/m <sup>3</sup>	---	5,27%	1,30%	7,41	1586	3/4
Agregado fino	2684 kg/m <sup>3</sup>	---	3,12%	1,80%	3,17	1635	
Volumen de pasta		0,3635 m <sup>3</sup>					
Volumen de agregados		0,6365 m <sup>3</sup>					

10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS  
Agregado grueso = 0,3602 m<sup>3</sup> = 952 kg  
Agregado fino = 0,2793 m<sup>3</sup> = 742 kg

11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD  
Agregado grueso 1002 kg  
Agregado fino 765 kg




12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD  
Agua 158 L



13. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0,03 m<sup>3</sup>  
Cemento SOL Tipo 1 13,09 kg  
Agua 4,75 L  
Agregado grueso 30,06 kg  
Agregado fino 22,94 kg  
Slump Obtenido 2 1/2"  
Concreto reciclado 6,28 kg


14. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA  
CEM A.F. A.G. AGUA  
1 : 1,8 : 2,3 : 15,4 L / bolsa

15. CONTENIDO DE AIRE: 1,1%

OBSERVACIONES:  
• Muestras provistas e identificadas por el solicitante  
• Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB SAC

 <b>MATESTLAB S.A.C.</b> Laboratorio de Ensayo de Materiales	 <b>MATESTLAB S.A.C.</b> KELY YANINA PRINCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 48355	 <b>MATESTLAB S.A.C.</b> RUC 77004730672 NICOLIE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL
---	---	--

 Jr. Apurimac N°3263, Urb. Perú, San Martín de Porres
 
 975232841  
922318222
 

 informes@laboratoriomatestlab.com  
www.laboratoriomatestlab.com



	<b>DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211</b>	Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	11-07-2022
		Página	1 de 4

**ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGREGADO FINO**

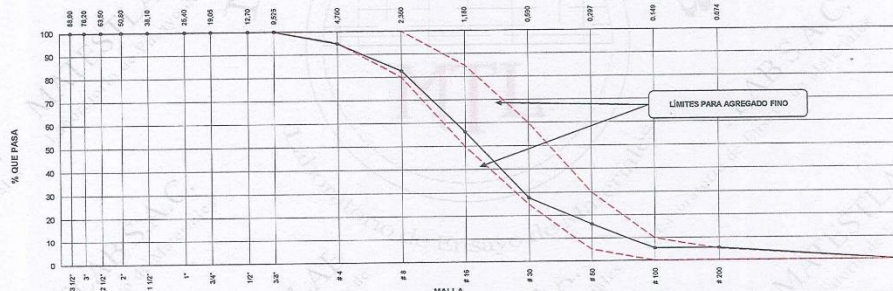
PROYECTO	"ADICIÓN DE PORCENTAJES AL 16%, 32% Y 48% DE CONCRETO REICLADO AL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE FISICO MECANICAS, LIMA 2022"	REGISTRO N°:	2022 - TS310
SOLICITANTE	BRYAN ADRIAN MALLQUI MATIENZO	REALIZADO POR :	D. Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO		REVISADO POR :	K.TINOCO
UBICACION DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO :	11/07/2022
FECHA DE EMISIÓN	11/07/2022	TURNO :	Diurno
Código de Muestra	: M1		
Lote	: ---		
N° de Muestra	: ---		
Progresiva	: ---		

AGREGADO FINO ASTM C33 - ARENA GRUESA						
Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	% Pasa ASTM	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"	% Pasa
4"	101.60 mm	0.0	0.00	100.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.0	0.00	100.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.0	0.00	100.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	100.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.0	0.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.0	0.00	100.00	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	0.0	0.00	100.00	100.00	100.00
1/2"	12.70 mm	0.0	0.00	100.00	100.00	100.00
3/8"	9.50 mm	0.0	0.00	100.00	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	36.0	5.30	94.70	95.00	100.00
# 8	2.36 mm	82.0	12.08	87.92	88.00	100.00
# 16	1.18 mm	100.0	28.51	71.49	72.00	85.00
# 30	0.59 mm	199.0	28.42	71.58	72.00	60.00
# 50	0.30 mm	78.0	11.49	88.51	90.00	30.00
# 100	0.15 mm	74.0	10.90	89.10	90.00	10.00
# 200	0.075 mm	0.0	0.00	100.00	100.00	5.00
Fondo	0.01 mm	36.0	5.30	100.00	100.00	0.00

TARA	239.2
T+MH	3235
T+MS	3145.2
T+ML	3080.1


CARACTERISTICAS FISICAS	
P. Especif. de Masa Seco (kg/m³)	2884
P. Especif. de Masa SSS (kg/m³)	2710
P. Especif. de Masa Aparente (kg/m³)	2762
P. Unitario Compactado (kg/m³)	1768
P. Unitario Suolto (kg/m³)	1625
Absorción (%)	1.50
Contenido de Humedad (%)	3.12
Módulo de Fineza	3.17
% + Malla N° 200 (0.75 µm)	2.24

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**



MATESTLAB SAC		
REALIZADO POR	VERIFICADO POR	AUTORIZADO POR
Nombre y firma:  <b>MATESTLAB S.A.C.</b> Laboratorio de Ensayo de Materiales	Nombre y firma:  <b>KELY YANIRA TINOCO LOZADA</b> INGENIERO CIVIL RUC N° 17300279	Nombre y firma:  <b>MATESTLAB S.A.C.</b> RUC 20141736572 <b>NICOLLE CUMPA BARRETO</b> GERENTE GENERAL

Adición de porcentajes al 16%, 32% y 48 % de concreto reciclado al diseño de pavimento rígido para mejorar las propiedades de físico mecánicas, Lima 2022

	<b>DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Código</td><td>EQ-FO-01</td></tr> <tr><td>Versión</td><td>01</td></tr> <tr><td>Fecha</td><td>13-07-2022</td></tr> <tr><td>Página</td><td>2 de 4</td></tr> </table>	Código	EQ-FO-01	Versión	01	Fecha	13-07-2022	Página	2 de 4
Código	EQ-FO-01									
Versión	01									
Fecha	13-07-2022									
Página	2 de 4									
<b>ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGREGADO GRUESO</b>										
<b>PROYECTO</b> : "ADICIÓN DE PORCENTAJES AL 16%, 32% Y 48% DE CONCRETO REICLADO AL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE FÍSICO MECANICAS. LIMA 2022"		<b>REGISTRO N°:</b> 2022 - TS310								
<b>SOLICITANTE</b> : BRYAN ADRIÁN MALLQUI MATIENZO	<b>REALIZADO POR</b> : D. Castillo									
<b>CÓDIGO DE PROYECTO</b> : ---	<b>REVISADO POR</b> : K.TINOCO									
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b> : Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	<b>FECHA DE VACIADO</b> : 13/07/2022									
<b>FECHA DE EMISIÓN</b> : 13/07/2022	<b>TURNOS</b> : Diurno									
<b>Código de Muestra</b> : ---										
<b>Lote</b> : ---										
<b>N° de Muestra</b> : ---										
<b>Progresiva</b> : ---										

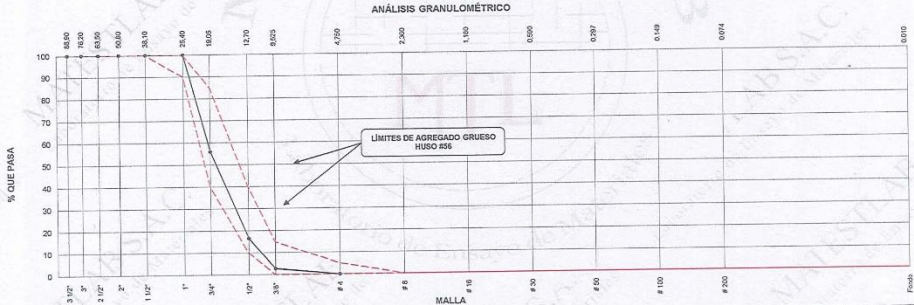
AGREGADO GRUESO ASTM C33 HUSO # 56					
Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP" / ASTM "LIM INF"
4"	101.80 mm	0.0	0.00	0.00	100.00 / 100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.0	0.00	0.00	100.00 / 100.00
3"	76.20 mm	0.0	0.00	0.00	100.00 / 100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	0.00	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	1172.3	44.97	44.97	100.00 / 80.00
1/2"	12.50 mm	1045.6	39.30	83.37	16.63 / 10.00
3/8"	9.53 mm	372.1	13.99	97.36	2.64 / 0.00
# 4	4.75 mm	70.3	2.64	100.00	0.00 / 0.00
# 6	2.36 mm	0.0	0.00	100.00	0.00 / 0.00
# 10	1.18 mm	0.0	0.00	100.00	0.00 / 0.00
# 20	0.85 mm	0.0	0.00	100.00	0.00 / 0.00
# 40	0.425 mm	0.0	0.00	100.00	0.00 / 0.00
# 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
Fondo	0.01 mm	0.0	0.00	100.00	0.00 / 0.00


  

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
P. Especif. de Masa Seco (kg/m³)	2642
P. Especif. de Masa SSS (kg/m³)	2695
P. Especif. de Masa Aparente (kg/m³)	2688
P. Unitario Compactado (kg/m³)	1941
P. Unitario Suelto (kg/m³)	1585
Absorción (%)	1.30
Tamaño Máximo	1"
Tamaño Máximo Nominal	3/4"
Módulo de Finiza	7.41
% < Malla N° 200 (0.75 µm)	2.41
Contenido de Humedad (%)	5.27


  


**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**



  

MATESTLAB S.A.C.		
<b>REALIZADO POR</b> Nombre y firma: 	<b>VERIFICADO POR</b> Nombre y firma: <b>MATESTLAB S.A.C.</b> KELY ROSA TIROCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 183999	<b>AUTORIZADO POR</b> Nombre y firma: <b>MATESTLAB S.A.C.</b> RUC 2060738572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL



Jr. Apurimac N°3263, Urb. Perú, San Martín de Porres


975232841  
922318222


informes@laboratoriomatestlab.com  
www.laboratoriomatestlab.com



Adición de porcentajes al 16%, 32% y 48 % de concreto reciclado al diseño de pavimento rígido para mejorar las propiedades de físico mecánicas, Lima 2022

	<b>DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">Código</td> <td>EQ-FC-01</td> </tr> <tr> <td>Versión</td> <td>01</td> </tr> <tr> <td>Fecha</td> <td>13-07-2022</td> </tr> <tr> <td>Página</td> <td>3 de 4</td> </tr> </table>	Código	EQ-FC-01	Versión	01	Fecha	13-07-2022	Página	3 de 4
Código	EQ-FC-01									
Versión	01									
Fecha	13-07-2022									
Página	3 de 4									

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO  
MÉTODO DEL ACI 211**

<b>PROYECTO</b> : "ADICION DE PORCENTAJES AL 16%, 32% Y 48% DE CONCRETO REICLADO AL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE FISICO MECANICAS. LIMA 2022"	<b>REGISTRO N°</b> : 2022 - TS310
<b>SOLICITANTE</b> : BRYAN ADRIAN MALLQUI MATIENZO	<b>REALIZADO POR</b> : D. Castillo
<b>CÓDIGO DE PROYECTO</b> : ---	<b>REVISADO POR</b> : K.TINGCO
<b>UBICACION DE PROYECTO</b> : Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	<b>FECHA DE VACIADO</b> : 13/07/2022
<b>FECHA DE EMISION</b> : 13/07/2022	<b>TURNO</b> : Diurno

<b>Agregado</b> : Ag. Grueso / Ag. Fino	<b>F'c de diseño</b> : 280 kg/cm2
<b>Procedencia</b> : AGREGAGOS DE FERRERIA	<b>Asentamiento</b> : 3" - 4"
<b>Cemento</b> : Cemento SOL Tipo 1	<b>Código de mezcla</b> : 32% A.R







1. RELACION AGUA CEMENTO  
R a/c = 0,47
2. DETERMINACION DEL VOLUMEN DE AGUA  
Agua = 205 L
3. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO  
Aire = 2,0%
4. DATOS DE LABORATORIO

INSUMO	PESO ESPECIFICO						
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m3						
Agua	1000 kg/m3						
Aire	---						
		HUMEDAD	ABS	MF	PUS	PUC	TMN
Agregado grueso	2642 kg/m3	5,27%	1,30%	7,41	1586	1641	3/4
Agregado fino	2684 kg/m3	3,12%	1,90%	3,17	1635	1768	




**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras provistas 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 x 1g	MTL LS-10	22/09/2020	131-2020
Balanza digital Henkel 200g x 0,1g	MTL LS-6	24/09/2020	131-2020
Maquina de ensayo uniaxial Forney	MTL TA-1252	12/07/2021	271-2021
Horno digital PT-HT6 196L 0" a 300°C	MTL 0120	25/09/2020	131-2020

<b>TECNICO LEM</b> Nombre y firma:  M: 	<b>JEFES DE</b> <b>MATESTLAB S.A.C.</b> Nombre y firma:  M:  <b>KELY YAMNA TIMOCO LOZADA</b> INGENIERO CIVIL RUC: 21601153959	<b>DOC. LEM</b> Nombre y firma:  M:  <b>MATESTLAB S.A.C.</b> RUC: 216011738572 <b>NICOLLE CUMPA BARRETO</b> GERENTE GENERAL
---	---	--

---

 Jr. Apurimac N°3263, Urb. Perú, San Martín de Porres
 975232841  
922318222
 informes@laboratoriomatestlab.com  
www.laboratoriomatestlab.com

Adición de porcentajes al 16%, 32% y 48 % de concreto reciclado al diseño de pavimento rígido para mejorar las propiedades de físico mecánicas, Lima 2022

 <p><b>DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211</b></p>	Código	EQ-RD-01
	Versión	01
	Fecha	13/07/2022
	Página	4 de 4

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO METODO DEL ACI 211**

PROYECTO : "ADICIÓN DE PORCENTAJES AL 16%, 32% Y 48% DE CONCRETO RECICLADO AL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE FÍSICO MECANICAS. LIMA 2022" REGISTRO N°: 2022 - TS310

SOLICITANTE : BRYAN ADRÍAN MALLQUI MATIENZO REALIZADO POR : D. Castillo

CÓDIGO DE PROYECTO : --- REVISADO POR : K.TINOCO

UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC FECHA DE VACIADO : 13/07/2022

FECHA DE EMISIÓN : 13/07/2022 TURNO : Diurno

---

Agregado : Ag. Grueso / Ag. Fino F'c de diseño: 280 kg/cm<sup>2</sup>

Procedencia : AGREGADOS DE FERRETERIA Asentamiento: 3" - 4"

Cemento : Cemento SOL Tipo 1 Código de mezcla: 32% ALR

---

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA  
F'cr = 364

2. RELACIÓN AGUA CEMENTO  
R/a/c = 0,47

3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA  
Agua = 205 L

4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO  
Aire = 2,0%

5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO  
Cemento = 436 kg

6. FACTOR CEMENTO  
Bolsas x m<sup>3</sup> = 10,3 Bolsas

7. CÁLCULO DE ADICIÓN DEL CONCRETO RECICLADO  
139,57 kg x m<sup>3</sup> 32,0%

---

9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO					
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m <sup>3</sup>	0,1385 m <sup>3</sup>					
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>	0,2050 m <sup>3</sup>					
Aire	---	0,0200 m <sup>3</sup>					
			HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	T.M
Agregado grueso	2642 kg/m <sup>3</sup>	---	5,27%	1,30%	7,41	1586	3/4
Agregado fino	2684 kg/m <sup>3</sup>	---	3,12%	1,90%	3,17	1635	---
Volumen de pasta			0,3635 m <sup>3</sup>				
Volumen de agregados			0,6365 m <sup>3</sup>				

10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS  
Agregado grueso = 0,3602 m<sup>3</sup> = 952 kg  
Agregado fino = 0,2763 m<sup>3</sup> = 742 kg

11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD  
Agregado grueso 1002 kg  
Agregado fino 765 kg




12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD  
Agua 158 L

13. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0,03 m<sup>3</sup>  
Cemento SOL Tipo 1 13,09 kg  
Agua 4,75 L  
Agregado grueso 30,06 kg  
Agregado fino 22,94 kg  
Slump Obtenido 3 1/2"  
Concreto reciclado 4,19 kg



14. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA  
CEM A.F. A.G. AGUA  
1 : 1,8 : 2,3 : 15,4 L / bolsa


15. CONTENIDO DE AIRE: 1,1%

OBSERVACIONES:  
 \* Muestras provistas e identificadas por el solicitante  
 \* Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB SAC

MATESTLAB SAC			
TÉCNICO LEM Nombre y firma:  MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	JEFE LEM Nombre y firma:  MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 183989	CCG - LEM Nombre y firma:  MATESTLAB S.A.C. RUC 2004736572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL	

---

 Jr. Apurimac N°3263, Urb. Perú, San Martín de Porres
 
 975232841  
922318222
 

 informes@laboratoriomatestlab.com  
www.laboratoriomatestlab.com



Adición de porcentajes al 16%, 32% y 48 % de concreto reciclado al diseño de pavimento rígido para mejorar las propiedades de físico mecánicas, Lima 2022

	<b>DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211</b>		
	Código	EQ-F0-01	
	Versión	01	
	Fecha	13-07-2022	
		Página	1 de 4

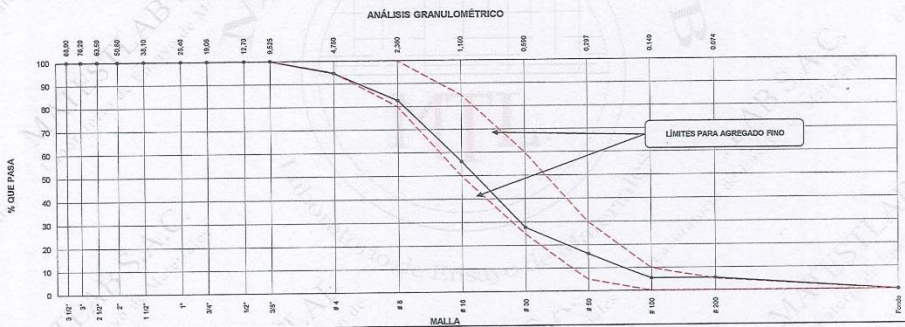
**ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGREGADO FINO**

PROYECTO	"ADICIÓN DE PORCENTAJES AL 16%, 32% Y 48% DE CONCRETO REICLADO AL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE FISICO MECANICAS. LIMA 2022"	REGISTRO N°:	2022 - TS310
SOLICITANTE	BRYAN ADRIAN MALLQUI MATIENZO	REALIZADO POR :	D. Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO		REVISADO POR :	K.TINOCO
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO :	13/07/2022
FECHA DE EMISIÓN	13/07/2022	TURNO :	Diurno
Código de Muestra	: M1		
Lote	: ---		
N° de Muestra	: ---		
Progresiva	: ---		

Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM LIM SUP	ASTM LIM INF
4"	101.60 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3 1/2"	89.00 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"	12.70 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	36.0	5.30	94.70	95.00	100.00
# 5	3.35 mm	62.0	12.08	82.62	85.00	100.00
# 10	1.50 mm	100.0	26.91	43.89	50.00	85.00
# 20	0.85 mm	193.0	28.42	72.31	75.00	85.00
# 40	0.425 mm	76.0	11.49	83.80	85.00	100.00
# 60	0.25 mm	74.0	10.90	94.70	5.30	10.00
# 200	0.075 mm	0.0	0.00	94.70	5.30	0.00
Fondo	0.01 mm	36.0	5.30	100.00	0.00	0.00


TARA	238.2
T+M1	3226
T+MS	3145.2
T+ML	3080.1

P. Especif. de Masa Seco (g/cm³)	2884
P. Especif. de Masa SSS (g/cm³)	2710
P. Especif. de Masa Aparente (g/cm³)	2762
P. Unitario Compactado (g/cm³)	1768
P. Unitario Suolto (g/cm³)	1605
Absorción (%)	1.90
Contenido de Humedad (%)	3.12
Módulo de Fineza	3.17
% - Malla N° 200 (0.75 µm)	2.34



MATESTLAB SAC		
REALIZADO POR: Nombre y firma:  <b>MATESTLAB S.A.C.</b> Laboratorio de Ensayo de Materiales	VERIFICADO POR: Nombre y firma:  <b>MATESTLAB S.A.C.</b> KELY YANINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL REG. Nº 183359	AUTORIZADO POR: Nombre y firma:  <b>MATESTLAB S.A.C.</b> RUC 21024730572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL

Adición de porcentajes al 16%, 32% y 48 % de concreto reciclado al diseño de pavimento rígido para mejorar las propiedades de físico mecánicas, Lima 2022

	<b>DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211</b>	Código	RQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	13-07-2022
		Página	2 de 4

**ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGREGADO GRUESO**

PROYECTO : "ADICION DE PORCENTAJES AL 16%, 32% Y 48% DE CONCRETO REICLADO AL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE FISICO MECANICAS. LIMA 2022" REGISTRO N°: 2022-TS310

SOLICITANTE : BRYAN ADRIAN MALLQUI MATIENZO REALIZADO POR : D. Castillo

CÓDIGO DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC REVISADO POR : K.TINOCO

UBICACIÓN DE PROYECTO : FECHA DE VACIADO : 13/07/2022

FECHA DE EMISION : 13/07/2022 TURNO : Diurno

Código de Muestra : ---

Lote : ---

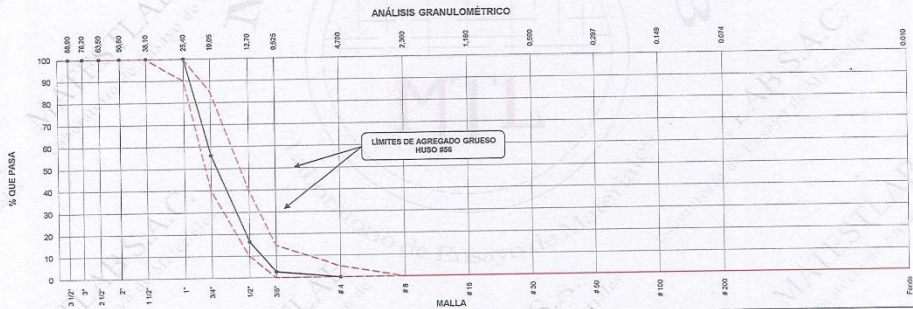
N° de Muestra : ---

Progresiva : ---

AGREGADO GRUESO ASTM C33 HUSO # 56						
Malta	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.50 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	1172.3	44.07	44.07	30.00	100.00
1/2"	12.70 mm	1246.6	39.30	83.37	16.63	10.00
3/8"	9.53 mm	372.1	13.99	97.36	2.64	0.00
# 4	4.75 mm	70.3	2.64	100.00	0.00	0.00
# 8	2.36 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00
# 16	1.18 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00
# 30	0.59 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00
# 50	0.30 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00
# 100	0.15 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00
# 200	0.07 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00
Fondo	0.01 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00

TARA	238.2
T+MH	3380.1
T+MS	13222.6
T+ML	13150.8






CARACTERISTICAS FISICAS	
P. Especif. de Masa Seco (kg/m³)	2542
P. Especif. de Masa SSS (kg/m³)	2665
P. Especif. de Masa Aparente (kg/m³)	2688
P. Unitario Compactado (kg/m³)	1641
P. Unitario Suelto (kg/m³)	1586
Abstracción (%)	1,30
Tamaño Máximo	1"
Tamaño Máximo Nominal	3/4"
Módulo de Finiza	7,41
% < Malta N° 200 (0.75 µm)	2,41
Contenido de Humedad (%)	5,27




<b>MATESTLAB SAC</b> REALIZADO POR Nombre y firma: 	<b>MATESTLAB S.A.C.</b> VERIFICADO POR Nombre y firma: WELLY XIMENA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 153959	AUTORIZADO POR Nombre y firma: 
---	---	--



Adición de porcentajes al 16%, 32% y 48 % de concreto reciclado al diseño de pavimento rígido para mejorar las propiedades de físico mecánicas, Lima 2022

	<b>DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Código</td> <td>EQ-PO-01</td> </tr> <tr> <td>Versión</td> <td>01</td> </tr> <tr> <td>Fecha</td> <td>13-07-2022</td> </tr> <tr> <td>Página</td> <td>3 de 4</td> </tr> </table>	Código	EQ-PO-01	Versión	01	Fecha	13-07-2022	Página	3 de 4																																															
Código	EQ-PO-01																																																								
Versión	01																																																								
Fecha	13-07-2022																																																								
Página	3 de 4																																																								
<b>DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO MÉTODO DEL ACI 211</b>																																																									
<b>PROYECTO</b> "ADICIÓN DE PORCENTAJES AL 16%, 32% Y 48% DE CONCRETO REICLADO AL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE FÍSICO MECANICAS. LIMA 2022"	<b>REGISTRO N°:</b> 2022 - TS310																																																								
<b>SOLICITANTE</b> : BRYAN ADRIÁN MALLOQUI MATIENZO	<b>REALIZADO POR</b> : D. Castillo																																																								
<b>CÓDIGO DE PROYECTO</b> : ---	<b>REVISADO POR</b> : K.TINOCO																																																								
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b> : Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	<b>FECHA DE VACIADO</b> : 13/07/2022																																																								
<b>FECHA DE EMISIÓN</b> : 13/07/2022	<b>TURNO</b> : Diurno																																																								
<b>Agregado</b> : Ag. Grueso / Ag. Fino	<b>F'c de diseño</b> : 280 kg/cm2																																																								
<b>Procedencia</b> : AGREGAGOS DE FERRETERIA	<b>Asentamiento</b> : 3" - 4"																																																								
<b>Cemento</b> : Cemento SOL Tipo 1	<b>Código de mezcla</b> : 16% A.R																																																								
<b>1. RELACIÓN AGUA CEMENTO</b> R a/c = 0,47	<b>6. PORCENTAJE DE ADICION DE CONCRETO REICLADO</b> Porcentaje: 16,0%																																																								
<b>2. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA</b> Agua = 205 L																																																									
<b>3. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO</b> Aire = 2,0%																																																									
<b>4. DATOS DE LABORATORIO</b>																																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>INSUMO</th> <th>PESO ESPECÍFICO</th> <th colspan="6"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cemento SOL Tipo 1</td> <td>3150 kg/m3</td> <td colspan="6"></td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>1000 kg/m3</td> <td colspan="6"></td> </tr> <tr> <td>Aire</td> <td>---</td> <td colspan="6"></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <th>HUMEDAD</th> <th>ABS</th> <th>MF</th> <th>PUS</th> <th>PUC</th> <th>TMN</th> </tr> <tr> <td>Agregado grueso</td> <td>2642 kg/m3</td> <td>5,27%</td> <td>1,30%</td> <td>7,41</td> <td>1586</td> <td>1641</td> <td>3/4</td> </tr> <tr> <td>Agregado fino</td> <td>2684 kg/m3</td> <td>3,12%</td> <td>1,90%</td> <td>3,17</td> <td>1635</td> <td>1768</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		INSUMO	PESO ESPECÍFICO							Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m3							Agua	1000 kg/m3							Aire	---									HUMEDAD	ABS	MF	PUS	PUC	TMN	Agregado grueso	2642 kg/m3	5,27%	1,30%	7,41	1586	1641	3/4	Agregado fino	2684 kg/m3	3,12%	1,90%	3,17	1635	1768	
INSUMO	PESO ESPECÍFICO																																																								
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m3																																																								
Agua	1000 kg/m3																																																								
Aire	---																																																								
		HUMEDAD	ABS	MF	PUS	PUC	TMN																																																		
Agregado grueso	2642 kg/m3	5,27%	1,30%	7,41	1586	1641	3/4																																																		
Agregado fino	2684 kg/m3	3,12%	1,90%	3,17	1635	1768																																																			
<b>OBSERVACIONES:</b> * Muestras provistas e identificadas por el solicitante * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB SAC																																																									
<b>EQUIPO UTILIZADO</b>																																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>EQUIPO</th> <th>CÓDIGO</th> <th>F. CALIBRACIÓN</th> <th>N° CERT. CALIBRACIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Balanza digital Ohaus 30000g x 1g</td> <td>MTL LS-10</td> <td>22/09/2020</td> <td>131-2020</td> </tr> <tr> <td>Balanza digital Henkel 200g x 0,1g</td> <td>MTL LS-6</td> <td>24/09/2020</td> <td>131-2020</td> </tr> <tr> <td>Maquina de ensayo uniaxial Forney</td> <td>MTL TA-1252</td> <td>12/07/2021</td> <td>271-2021</td> </tr> <tr> <td>Horno digital PT-H76 196L 0° a 300°C</td> <td>MTL O120</td> <td>25/09/2020</td> <td>131-2020</td> </tr> </tbody> </table>		EQUIPO	CÓDIGO	F. CALIBRACIÓN	N° CERT. CALIBRACIÓN	Balanza digital Ohaus 30000g x 1g	MTL LS-10	22/09/2020	131-2020	Balanza digital Henkel 200g x 0,1g	MTL LS-6	24/09/2020	131-2020	Maquina de ensayo uniaxial Forney	MTL TA-1252	12/07/2021	271-2021	Horno digital PT-H76 196L 0° a 300°C	MTL O120	25/09/2020	131-2020																																				
EQUIPO	CÓDIGO	F. CALIBRACIÓN	N° CERT. CALIBRACIÓN																																																						
Balanza digital Ohaus 30000g x 1g	MTL LS-10	22/09/2020	131-2020																																																						
Balanza digital Henkel 200g x 0,1g	MTL LS-6	24/09/2020	131-2020																																																						
Maquina de ensayo uniaxial Forney	MTL TA-1252	12/07/2021	271-2021																																																						
Horno digital PT-H76 196L 0° a 300°C	MTL O120	25/09/2020	131-2020																																																						
<b>MATESTLAB SAC</b>																																																									
TECNICO LEM Nombre y firma:  D: _____ M: _____ A: _____	JEFE LEM Nombre y firma:  D: _____ M: _____ A: _____																																																								
 MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL N° 118 418 3399																																																								
	COD - LEM Nombre y firma:  D: _____ M: _____ A: _____																																																								
	MATESTLAB S.A.C. RUC 20104786572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL																																																								
Jr. Apurimac N°3263, Urb. Perú, San Martín de Porres																																																									
975232841 922318222																																																									
informes@laboratoriomatestlab.com www.laboratoriomatestlab.com																																																									

	<b>DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211</b>	Código	82-10-01
		Versión	01
		Fecha	13-07-2022
		Página	4 de 4

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO  
MÉTODO DEL ACI 211**

<b>PROYECTO</b> : "ADICIÓN DE PORCENTAJES AL 16%, 32% Y 48% DE CONCRETO RECICLADO AL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE FÍSICO MECANICAS. LIMA 2022"	<b>REGISTRO N°:</b> 2022 - TS310
<b>SOLICITANTE</b> : BRYAN ADRIÁN MALLQUI MATIENZO	<b>REALIZADO POR :</b> D. Castillo
<b>CÓDIGO DE PROYECTO</b> : ---	<b>REVISADO POR :</b> K.TINOCO
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b> : Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB S.A.C.	<b>FECHA DE VACIADO:</b> 13/07/2022
<b>FECHA DE EMISIÓN</b> : 13/07/2022	<b>TURNO:</b> Diurno

<b>Agregado</b> : Ag. Grueso / Ag. Fino	<b>F'c de diseño:</b> 280 kg/cm2
<b>Procedencia</b> : AGREGAGOS DE FERRETERIA	<b>Asentamiento:</b> 3" - 4"
<b>Cemento</b> : Cemento SOL Tipo 1	<b>Código de mezcla:</b> 16% A.R

<b>1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA</b> $F'_{cr} = 364$	<b>5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO</b> Cemento = 436 kg
<b>2. RELACIÓN AGUA CEMENTO</b> $R_{a/c} = 0,47$	<b>6. FACTOR CEMENTO</b> Bolsas x m3 = 10,3 Bolsas
<b>3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA</b> Agua = 205 L	<b>7. CÁLCULO DE ADICIÓN DEL CONCRETO RECICLADO</b> 69,79 kg x m3 16,0%
<b>4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO</b> Aire = 2,0%	

9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS							
INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO					
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m3	0,1385 m3					
Agua	1000 kg/m3	0,2050 m3					
Aire	---	0,0200 m3					
			HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	TM
Agregado grueso	2642 kg/m3	---	5,27%	1,30%	7,41	1586	3/4
Agregado fino	2684 kg/m3	---	3,12%	1,90%	3,17	1635	
Volumen de pasta		0,3635 m3					
Volumen de agregados		0,6365 m3					




  

<b>10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS</b> Agregado grueso = 0,3602 m3 = 952 kg  Agregado fino = 0,2763 m3 = 742 kg	<b>13. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA</b> 0,03 m3 Cemento SOL Tipo 1 13,09 kg Agua 4,75 L Agregado grueso 30,06 kg Agregado fino 22,94 kg Slump Obtenido 4" Concreto reciclado 2,09 kg
<b>11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD</b> Agregado grueso 1002 kg Agregado fino 765 kg	<b>14. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA</b> CEM. A.F. A.G. AGUA 1 : 1,8 : 2,3 : 15,4 L / bolsa
<b>12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD</b> Agua 158 L	<b>15. CONTENIDO DE AIRE:</b> 1,1%





  

**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.			
TECNICO LEM	JEFE LEM	COG - LEM	
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:	
 <b>MATESTLAB S.A.C.</b> Laboratorio de Ensayo de Materiales	 <b>MATESTLAB S.A.C.</b> KELY YANIS TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP Nº 183690	 <b>MATESTLAB S.A.C.</b> RUC Nº 010738572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL	

 Jr. Apurímac N°3263, Urb. Perú, San Martín de Porres	 975232841  922318222	 informes@laboratoriomatestlab.com <a href="http://www.laboratoriomatestlab.com">www.laboratoriomatestlab.com</a>
--	--	---



 <p><b>DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211</b></p>	Código	EQ-FO-01
	Versión	01
	Fecha	13-07-2022
	Página	1 de 4

**ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGREGADO FINO**

<b>PROYECTO</b> : ADICIÓN DE PORCENTAJES AL 16%, 32% Y 48% DE CONCRETO REICLADO AL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE FISICO MECANICAS, LIMA 2022*	<b>REGISTRO N°</b> : 2022 - TS310
<b>SOLICITANTE</b> : BRYAN ADRIAN MALLQUI MATIENZO	<b>REALIZADO POR</b> : D. Castillo
<b>CÓDIGO DE PROYECTO</b> : ---	<b>REVISADO POR</b> : K.TINOCO
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b> : Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	<b>FECHA DE VACIADO</b> : 13/07/2022
<b>FECHA DE EMISIÓN</b> : 13/07/2022	<b>TURNO</b> : Diurno

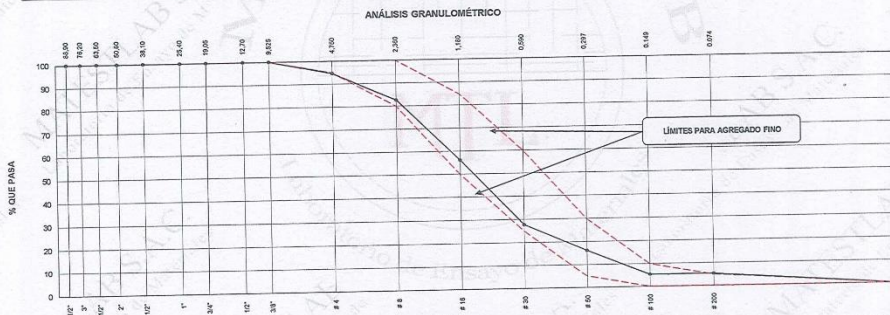
<b>Código de Muestra</b> : M1 <b>Lote</b> : --- <b>N° de Muestra</b> : --- <b>Progresiva</b> : ---	
---	--




Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM LÍM SUP	ASTM LÍM INF
4"	101.60 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"	12.70 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3/8"	9.53 mm	36.0	5.30	5.30	94.70	95.00
# 4	4.75 mm	82.0	12.08	17.38	82.62	80.00
# 8	2.36 mm	180.0	26.51	43.89	56.11	50.00
# 16	1.18 mm	193.0	28.42	72.31	27.69	26.00
# 30	0.60 mm	79.0	11.40	83.90	16.20	5.00
# 50	0.30 mm	7.0	1.00	94.70	5.30	0.00
# 100	0.15 mm	0.0	0.00	94.70	5.30	0.00
# 200	0.07 mm	0.0	0.00	94.70	5.30	0.00
Fondo	0.01 mm	36.0	5.30	100.00	0.00	0.00


P. Específ. de Masa Seco (kg/m³)	2334
P. Específ. de Masa SSD (kg/m³)	2710
P. Específ. de Masa Aparente (kg/m³)	2752
P. Unitario Compactado (kg/m³)	1788
P. Unitario Suelto (kg/m³)	1635
Absorción (%)	1.90
Contenido de Humedad (%)	3.12
Módulo de Fineza	3.17
% < Malla N° 200 (0.75 mm)	2.24



TARA	236.0
T+MH	5225.0
T+MS	3145.0
T+ML	3080.1


**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**




<b>REALIZADO POR</b> Nombre y firma:  <b>MATESTLAB S.A.C.</b> Laboratorio de Ensayo de Materiales	<b>VERIFICADO POR</b> Nombre y firma:  <b>MATESTLAB S.A.C.</b> KELLY TANINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL RG# CH-11763393	<b>AUTORIZADO POR</b> Nombre y firma:  <b>MATESTLAB S.A.C.</b> RUC 2021173672 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL
--	--	---

 Jr. Apurímac N°3263, Urb. Perú, San Martín de Porres

 975232841  
 922318222

 informes@laboratoriomatestlab.com  
[www.laboratoriomatestlab.com](http://www.laboratoriomatestlab.com)

Adición de porcentajes al 16%, 32% y 48 % de concreto reciclado al diseño de pavimento rígido para mejorar las propiedades de físico mecánicas, Lima 2022

	<b>DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211</b>		Código	EQ-FO-01
			Versión	01
			Fecha	05-07-2022
			Página	1 de 1

**ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGREGADO GRUESO RECICLADO**

PROYECTO : "ADICION DE PORCENTAJES AL 16%,32% Y 48% DE CONCRETO RECICLADO AL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE FISICO MECANICAS. LIMA 2022" REGISTRO N°: 2022 - TS310

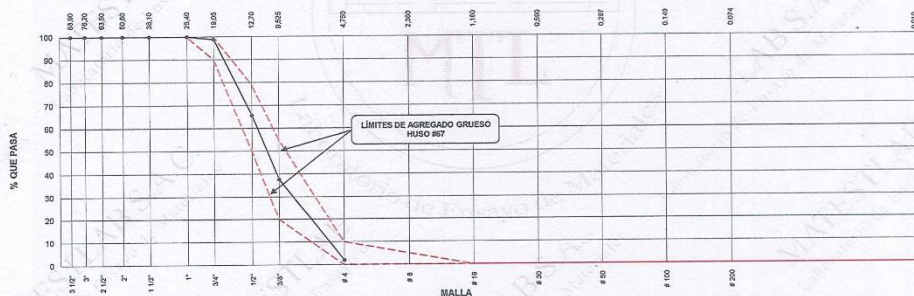
SOLICITANTE : BRYAN ADRIÁN MALLQUI MATIENZO REALIZADO POR : D. Castillo  
 CÓDIGO DE PROYECTO : --- REVISADO POR : K.TINOCO  
 UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC FECHA DE VACIADO : 07/07/2022  
 FECHA DE EMISIÓN : 07/07/2022 TURNO : Diurno

Código de Muestra : ---  
 Lote : ---  
 N° de Muestra : ---  
 Progresiva : ---

AGREGADO GRUESO ASTM C33 HUSO # 67						
Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.0	0.00	100.00	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	28.5	1.14	98.86	90.00	100.00
1/2"	12.70 mm	630.2	33.23	34.37	65.63	50.00
3/8"	9.53 mm	668.8	28.01	62.37	37.63	20.00
# 4	4.75 mm	889.2	35.59	97.96	2.04	0.00
# 8	2.36 mm	0.00	0.00	97.96	2.04	0.00
# 16	1.18 mm	0.00	0.00	97.96	2.04	0.00
# 30	0.60 mm	0.00	0.00	97.96	2.04	0.00
# 60	0.30 mm	0.00	0.00	97.96	2.04	0.00
# 100	0.15 mm	0.00	0.00	97.96	2.04	0.00
# 200	0.07 mm	0.00	0.00	97.96	2.04	0.00
Fondo	0.04 mm	51.0	2.04	100.00	0.00	0.00


CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
P. Específ. de Masa Seca (kg/m³)	2265.000
P. Específ. de Masa SSS (kg/m³)	2800.000
P. Específ. de Masa Aparente (kg/m³)	2830.000
P. Unitario Compactado (kg/m³)	1189
P. Unitario Suelto (kg/m³)	1358
Absorción (%)	7.50
Tamaño Máximo	3/4"
Tamaño Máximo Nominal	1/2"
Módulo de Finiza	6.51
% < Malla N° 200 (0.75 µm)	0.17
Contenido de Humedad (%)	2.50

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**



MATESTLAB SAC		
REALIZADO POR	VERIFICADO POR	AUTORIZADO POR
Nombre y firma:  <b>MATESTLAB S.A.C.</b> Laboratorio de Ensayo de Materiales	Nombre y firma:  <b>MATESTLAB S.A.C.</b> KELY YANINI TIROCOS LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 183399	Nombre y firma:  <b>MATESTLAB S.A.C.</b> RUC 1462738872 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL



	<b>PESO UNITARIO / TEMPERATURA / CONO DE ABRAMS</b>		
	Código	EQ-FO-01	
	Verión	01	
	Fecha	29/08/2022	
		Página	1 de 1

**ENSAYOS PARA EL CONCRETO FRESCO SEGUN NTP NTP 339.034 / 339.184 / NTP 339.935**

PROYECTO	: ADICION DE PORCENTAJES AL 16%, 32% Y 48% DE CONCRETO RECICLADO AL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FISICO MECANICAS LIMA 2022	REGISTRO N°	2022 - TS310
SOLICITANTE	: BRYAN ADRIAN MALLQUI MATIENZO	REALIZADO POR :	D. Castillo
CODIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR :	K. TINOCO
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Instalaciones de MATESTLAB S.A.C	FECHA DE VACIADO :	29/8/2022
FECHA DE EMISION	: 29/8/2022	TURNO :	DIURNO
AGREGADO	: AGREGADO FINO / GRUESO / RECICLADO	F'c de diseño :	280 kg/cm2
PROCEDENCIA	: AGREGADOS DE FERRETERIA	Asentamiento :	3" - 4"
CEMENTO	: CEMENTO SOL TIPO 1	Código de mezcla :	-----

DISEÑO PATRON	TEMPERATURA	TIEMPO	SLUMP	PESO UNITARIO
- Cemento Sol Tipo 1 : 13.09 kg	- Vaceado de mezcla : 20.2°	10:32 a.m.	4"	- Masa + Molc : 10.45 kg
- Agua : 4.75 L	- 1° Muestreo : 20.4°	10:52 a.m.	2"	- Peso molde : 3.65 kg
- Agregado grueso : 30.08 Kg	- 2° Muestreo : 20.5°	11:12 a.m.	1"	- Peso de ma : 6.80 kg
- Agregado fino : 22.94 Kg	- 3° Muestreo : 20.7°	11:32 a.m.	0"	- Volumen : 0.00277 cm3
- Slump obtenido : 4"				
<b>DISEÑO PATRON + 16%</b>	<b>TEMPERATURA</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>SLUMP</b>	<b>PESO UNITARIO</b>
- Cemento Sol Tipo 1 : 13.09 kg	- Vaceado de mezcla : 20.1°	2:00 a.m.	4"	- Masa + Molc : 11.15 kg
- Agua : 4.75 L	- 1° Muestreo : 20.3°	2:20 a.m.	3"	- Peso molde : 3.65 kg
- Agregado grueso : 30.08 Kg	- 2° Muestreo : 20.6°	2:40 a.m.	2"	- Peso de ma : 7.50 kg
- Agregado fino : 22.94 Kg	- 3° Muestreo : 20.8°	3:00 a.m.	0"	- Volumen : 0.00277 cm3
- Slump obtenido : 4"				
- Concreto Reciclado : 2.09 kg				
<b>DISEÑO PATRON + 32%</b>	<b>TEMPERATURA</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>SLUMP</b>	<b>PESO UNITARIO</b>
- Cemento Sol Tipo 1 : 13.09 kg	- Vaceado de mezcla : 20.2°	10:00 a.m.	4"	- Masa + Molc : 11.41 kg
- Agua : 4.75 L	- 1° Muestreo : 20.5°	10:20 a.m.	2"	- Peso molde : 3.65 kg
- Agregado grueso : 30.08 Kg	- 2° Muestreo : 20.6°	10:40 a.m.	2"	- Peso de ma : 7.76 kg
- Agregado fino : 22.94 Kg	- 3° Muestreo : 20.6°	11:00 a.m.	1"	- Volumen : 0.00277 cm3
- Slump obtenido : 4"	- 4° Muestreo : 20.7°	11:20 a.m.	0"	
- Concreto Reciclado : 4.19 kg				
<b>DISEÑO PATRON + 48%</b>	<b>TEMPERATURA</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>SLUMP</b>	<b>PESO UNITARIO</b>
- Cemento Sol Tipo 1 : 13.09 kg	- Vaceado de mezcla : 20.1°	2:30 a.m.	4"	- Masa + Molc : 12.02 kg
- Agua : 4.75 L	- 1° Muestreo : 20.2°	2:50 a.m.	3"	- Peso molde : 3.65 kg
- Agregado grueso : 30.08 Kg	- 2° Muestreo : 20.4°	3:10 a.m.	1"	- Peso de ma : 8.37 kg
- Agregado fino : 22.94 Kg	- 3° Muestreo : 20.4°	3:30 a.m.	1"	- Volumen : 0.00277 cm3
- Slump obtenido : 4"	- 4° Muestreo : 20.8°	3:50 a.m.	0"	
- Concreto Reciclado : 6.18 kg				

MATESTLAB S.A.C			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	COO - LEM
	M:		
A:		A:	

Adición de porcentajes al 16%, 32% y 48 % de concreto reciclado al diseño de pavimento rígido para mejorar las propiedades de físico mecánicas, Lima 2022

MATESTLAB MATERIALS TESTING LABORATORY		MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS ASTM C 39				Código	DQ-F0-H1
						Versión	01
						Fecha	28-07-2022
						Páginas	1 de 2

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILINDRICAS DE HORMIGÓN

PROYECTO : \*ADICION DE PORCENTAJES AL 16%, 32% Y 48% DE CONCRETO RECICLADO AL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE FISICO MECANICAS. LIMA 2022

SOLICITANTE : BRYAN ADRIAN MALLQUI MATIENZO

CÓDIGO DE PROYECTO : -

UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC

FECHA DE EMISIÓN : 20/07/2022

REGISTRO N°: 2022 - TS310

REALIZADO POR : D. CASTILLO

REVISADO POR : K. TINOCO

FECHA DE ENSAYO : 20/07/2022

TURNO : Dia

Tipo de muestra : Concreto endurecido

Presentación : Especímenes cilindricos 6" x 12"

Fc de diseño : 280 kg/cm2

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIÁMETRO	ALTURA	FUERZA MÁXIMA	TIPO DE FALLA
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON Fc = 280 kg/cm2	07/07/2022	14/07/2022	7	15,1	30	42526	3
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON Fc = 280 kg/cm2	07/07/2022	14/07/2022	7	15,1	30	42580	3
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON Fc = 280 kg/cm2	07/07/2022	14/07/2022	7	15,1	30	42910	4
PROBETA N° 01 DISEÑO 48% A.AGREGADO RECICLADO Fc = 280 kg/cm2	11/07/2022	18/07/2022	7	15,1	30	38477	3
PROBETA N° 02 DISEÑO 48% A.AGREGADO RECICLADO Fc = 280 kg/cm2	11/07/2022	18/07/2022	7	15,1	30	38120	4
PROBETA N° 03 DISEÑO 48% A.AGREGADO RECICLADO Fc = 280 kg/cm2	11/07/2022	18/07/2022	7	15,1	30	38560	3
PROBETA N° 01 DISEÑO 32% A.AGREGADO RECICLADO Fc = 280 kg/cm2	13/07/2022	20/07/2022	7	15,1	30	41327	4
PROBETA N° 02 DISEÑO 32% A.AGREGADO RECICLADO Fc = 280 kg/cm2	13/07/2022	20/07/2022	7	15,1	30	40291	3
PROBETA N° 03 DISEÑO 32% A.AGREGADO RECICLADO Fc = 280 kg/cm2	13/07/2022	20/07/2022	7	15,1	30	40850	4
PROBETA N° 01 DISEÑO 16% A.AGREGADO RECICLADO Fc = 280 kg/cm2	13/07/2022	20/07/2022	7	15,1	30	47616	4
PROBETA N° 02 DISEÑO 16% A.AGREGADO RECICLADO Fc = 280 kg/cm2	13/07/2022	20/07/2022	7	15,1	30	45221	3
PROBETA N° 03 DISEÑO 16% A.AGREGADO RECICLADO Fc = 280 kg/cm2	13/07/2022	20/07/2022	7	15,1	30	45778	4

OBSERVACIONES:

- \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MATESTLAB SAC.
- \* Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo


MATESTLAB S.A.C.			
TECNICO LEM	D:	JEFES LEM	D:
	M:		M:
	A:		A:
 MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales		 MATESTLAB S.A.C. KELWANJA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL R.O.C. CIP N° 133999	
		 MATESTLAB S.A.C. RUC 20504759572 NICOLE CORTI BARRIETO GERENTE GENERAL	

Jr. Apurimac N°3263, Urb. Perú, San Martín de Porres

975232841  
922318222

informes@laboratoriomatestlab.com  
www.laboratoriomatestlab.com



	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS ASTM C 39</b>	Código: 103-FO-01 Versión: 01 Fecha: 20-07-2022 Páginas: 2 de 2				
<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN</b>						
<b>PROYECTO</b> : ADICION DE PORCENTAJES AL 16%, 32% Y 48% DE CONCRETO RECICLADO AL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE FISICO MECANICAS. LIMA 2022 <b>SOLICITANTE</b> : BRYAN ADRIÁN MALLQUI MATIENZO <b>CÓDIGO DE PROYEC</b> : <b>UBICACIÓN DE PROY</b> : Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC <b>FECHA DE EMISIÓN</b> : 20/07/2022	<b>REGISTRO N°</b> : 2022 - TS310  <b>REALIZADO POR</b> : D. CASTILLO <b>REVISADO POR</b> : K. TINOCO <b>FECHA DE ENSAYO</b> : 20/07/2022 <b>TURNO</b> : Diurno					
<b>Tipo de muestra</b> : Concreto endurecido <b>Presentación</b> : Especímenes cilíndricos 6" x 12" <b>F'c de diseño</b> : 280 kg/cm <sup>2</sup>						
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39</b>						
IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% F'c
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON Fc = 280 kg/cm <sup>2</sup>	07/07/2022	14/07/2022	7 días	1,99	237 kg/cm <sup>2</sup>	84,8
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON Fc = 280 kg/cm <sup>2</sup>	07/07/2022	14/07/2022	7 días	1,99	238 kg/cm <sup>2</sup>	84,9
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON Fc = 280 kg/cm <sup>2</sup>	07/07/2022	14/07/2022	7 días	1,99	240 kg/cm <sup>2</sup>	85,6
PROBETA N° 01 DISEÑO 48% A AGREGADO RECICLADO Fc = 280 kg/cm <sup>2</sup>	11/07/2022	18/07/2022	7 días	1,99	215 kg/cm <sup>2</sup>	76,7
PROBETA N° 02 DISEÑO 48% A AGREGADO RECICLADO Fc = 280 kg/cm <sup>2</sup>	11/07/2022	18/07/2022	7 días	1,99	213 kg/cm <sup>2</sup>	76,0
PROBETA N° 03 DISEÑO 48% A AGREGADO RECICLADO Fc = 280 kg/cm <sup>2</sup>	11/07/2022	18/07/2022	7 días	1,99	216 kg/cm <sup>2</sup>	77,1
PROBETA N° 01 DISEÑO 32% A AGREGADO RECICLADO Fc = 280 kg/cm <sup>2</sup>	13/07/2022	20/07/2022	7 días	1,99	231 kg/cm <sup>2</sup>	82,4
PROBETA N° 02 DISEÑO 32% A AGREGADO RECICLADO Fc = 280 kg/cm <sup>2</sup>	13/07/2022	20/07/2022	7 días	1,99	225 kg/cm <sup>2</sup>	80,4
PROBETA N° 03 DISEÑO 32% A AGREGADO RECICLADO Fc = 280 kg/cm <sup>2</sup>	13/07/2022	20/07/2022	7 días	1,99	228 kg/cm <sup>2</sup>	81,5
PROBETA N° 01 DISEÑO 16% A AGREGADO RECICLADO Fc = 280 kg/cm <sup>2</sup>	13/07/2022	20/07/2022	7 días	1,99	266 kg/cm <sup>2</sup>	95,0
PROBETA N° 02 DISEÑO 16% A AGREGADO RECICLADO Fc = 280 kg/cm <sup>2</sup>	13/07/2022	20/07/2022	7 días	1,99	253 kg/cm <sup>2</sup>	90,2
PROBETA N° 03 DISEÑO 16% A AGREGADO RECICLADO Fc = 280 kg/cm <sup>2</sup>	13/07/2022	20/07/2022	7 días	1,99	256 kg/cm <sup>2</sup>	91,3

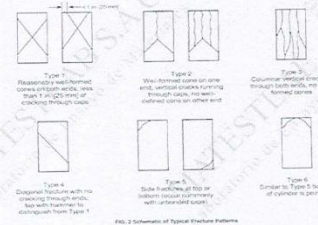


Fig. 2 Schematics of Typical Fracture Patterns


	Coefficient of Variation <sup>1</sup>	Acceptable Range <sup>2</sup> of Individual Cylinder Strengths	
		2 cylinders	3 cylinders
6 by 12 in. [150 by 300 mm] Laboratory conditions Field conditions	2.4 % 2.9 %	6.6 % 8.0 %	7.8 % 9.5 %
4 by 8 in. [100 by 200 mm] Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %	10.6 %


Fuente: ASTM C39 Fuente: ASTM C39


**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MATESTLAB SAC.
- \* Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

















MATESTLAB SAC JEFE LAB <b>MATESTLAB S.A.C.</b> KELY YANINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL CIP N° 183999	MATESTLAB SAC JEFE LAB <b>MATESTLAB S.A.C.</b> NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL	MATESTLAB SAC JEFE LAB <b>MATESTLAB S.A.C.</b> RUC 20107786572
---	--	---

 Jr. Apurimac N°3263, Urb. Perú, San Martín de Porres

 975232841  
922318222


 informes@laboratoriomatestlab.com  
www.laboratoriomatestlab.com

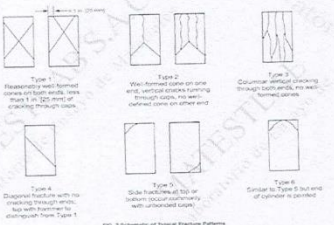
Adición de porcentajes al 16%, 32% y 48 % de concreto reciclado al diseño de pavimento rígido para mejorar las propiedades de físico mecánicas, Lima 2022

 <b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS ASTM C 39</b>	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Código</td><td>EQ-F0-01</td></tr> <tr><td>Versión</td><td>01</td></tr> <tr><td>Fecha</td><td>27-07-2022</td></tr> <tr><td>Página</td><td>1 de 2</td></tr> </table>	Código	EQ-F0-01	Versión	01	Fecha	27-07-2022	Página	1 de 2																																																																																																																																																								
Código	EQ-F0-01																																																																																																																																																																
Versión	01																																																																																																																																																																
Fecha	27-07-2022																																																																																																																																																																
Página	1 de 2																																																																																																																																																																
<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN</b>																																																																																																																																																																	
<b>PROYECTO</b> : "ADICIÓN DE PORCENTAJES AL 16%, 32% Y 48% DE CONCRETO RECICLADO AL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE FÍSICO MECÁNICAS. LIMA 2022" <b>SOLICITANTE</b> : BRYAN ADRIÁN MALLQUI MATIENZO <b>CÓDIGO DE PROYECTO</b> : <b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b> : Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC <b>FECHA DE EMISIÓN</b> : 27/07/2022	<b>REGISTRO N°</b> : 2022 - TS310 <b>REALIZADO POR</b> : D. CASTILLO <b>REVISADO POR</b> : K. TINOCO <b>FECHA DE ENSAYO</b> : 27/07/2022 <b>TURNO</b> : Diurno																																																																																																																																																																
<b>Tipo de muestra</b> : Concreto endurecido <b>Presentación</b> : Especímenes cilíndricos 6" x 12" <b>Fc de diseño</b> : 280 kg/cm <sup>2</sup>																																																																																																																																																																	
<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39</b>																																																																																																																																																																	
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>IDENTIFICACIÓN</th> <th>FECHA DE VACIADO</th> <th>FECHA DE ROTURA</th> <th>EDAD</th> <th>DIÁMETRO</th> <th>ALTURA</th> <th>FUERZA MÁXIMA</th> <th>TIPO DE FALLA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>PROBETA N° 04 DISEÑO PATRON Fc = 280 kg/cm<sup>2</sup></td><td>07/07/2022</td><td>21/07/2022</td><td>14</td><td>15,1</td><td>30</td><td>53633</td><td>4</td></tr> <tr><td>PROBETA N° 05 DISEÑO PATRON Fc = 280 kg/cm<sup>2</sup></td><td>07/07/2022</td><td>21/07/2022</td><td>14</td><td>15,1</td><td>30</td><td>52146</td><td>4</td></tr> <tr><td>PROBETA N° 06 DISEÑO PATRON Fc = 280 kg/cm<sup>2</sup></td><td>07/07/2022</td><td>21/07/2022</td><td>14</td><td>15,1</td><td>30</td><td>47102</td><td>4</td></tr> <tr><td>PROBETA N° 04 DISEÑO 48% A AGREGADO RECICLADO Fc = 280 kg/cm<sup>2</sup></td><td>11/07/2022</td><td>25/07/2022</td><td>14</td><td>15,1</td><td>30</td><td>45680</td><td>3</td></tr> <tr><td>PROBETA N° 05 DISEÑO 48% A AGREGADO RECICLADO Fc = 280 kg/cm<sup>2</sup></td><td>11/07/2022</td><td>25/07/2022</td><td>14</td><td>15,1</td><td>30</td><td>44720</td><td>3</td></tr> <tr><td>PROBETA N° 06 DISEÑO 48% A AGREGADO RECICLADO Fc = 280 kg/cm<sup>2</sup></td><td>11/07/2022</td><td>25/07/2022</td><td>14</td><td>15,1</td><td>30</td><td>44120</td><td>3</td></tr> <tr><td>PROBETA N° 04 DISEÑO 32% A AGREGADO RECICLADO Fc = 280 kg/cm<sup>2</sup></td><td>13/07/2022</td><td>27/07/2022</td><td>14</td><td>15,1</td><td>30</td><td>47300</td><td>4</td></tr> <tr><td>PROBETA N° 05 DISEÑO 32% A AGREGADO RECICLADO Fc = 280 kg/cm<sup>2</sup></td><td>13/07/2022</td><td>27/07/2022</td><td>14</td><td>15,1</td><td>30</td><td>46853</td><td>3</td></tr> <tr><td>PROBETA N° 06 DISEÑO 32% A AGREGADO RECICLADO Fc = 280 kg/cm<sup>2</sup></td><td>13/07/2022</td><td>27/07/2022</td><td>14</td><td>15,1</td><td>30</td><td>47200</td><td>4</td></tr> <tr><td>PROBETA N° 04 DISEÑO 16% A AGREGADO RECICLADO Fc = 280 kg/cm<sup>2</sup></td><td>13/07/2022</td><td>27/07/2022</td><td>14</td><td>15,1</td><td>30</td><td>51000</td><td>3</td></tr> <tr><td>PROBETA N° 05 DISEÑO 16% A AGREGADO RECICLADO Fc = 280 kg/cm<sup>2</sup></td><td>13/07/2022</td><td>27/07/2022</td><td>14</td><td>15,1</td><td>30</td><td>51230</td><td>3</td></tr> <tr><td>PROBETA N° 06 DISEÑO 16% A AGREGADO RECICLADO Fc = 280 kg/cm<sup>2</sup></td><td>13/07/2022</td><td>27/07/2022</td><td>14</td><td>15,1</td><td>30</td><td>52100</td><td>4</td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>	IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIÁMETRO	ALTURA	FUERZA MÁXIMA	TIPO DE FALLA	PROBETA N° 04 DISEÑO PATRON Fc = 280 kg/cm <sup>2</sup>	07/07/2022	21/07/2022	14	15,1	30	53633	4	PROBETA N° 05 DISEÑO PATRON Fc = 280 kg/cm <sup>2</sup>	07/07/2022	21/07/2022	14	15,1	30	52146	4	PROBETA N° 06 DISEÑO PATRON Fc = 280 kg/cm <sup>2</sup>	07/07/2022	21/07/2022	14	15,1	30	47102	4	PROBETA N° 04 DISEÑO 48% A AGREGADO RECICLADO Fc = 280 kg/cm <sup>2</sup>	11/07/2022	25/07/2022	14	15,1	30	45680	3	PROBETA N° 05 DISEÑO 48% A AGREGADO RECICLADO Fc = 280 kg/cm <sup>2</sup>	11/07/2022	25/07/2022	14	15,1	30	44720	3	PROBETA N° 06 DISEÑO 48% A AGREGADO RECICLADO Fc = 280 kg/cm <sup>2</sup>	11/07/2022	25/07/2022	14	15,1	30	44120	3	PROBETA N° 04 DISEÑO 32% A AGREGADO RECICLADO Fc = 280 kg/cm <sup>2</sup>	13/07/2022	27/07/2022	14	15,1	30	47300	4	PROBETA N° 05 DISEÑO 32% A AGREGADO RECICLADO Fc = 280 kg/cm <sup>2</sup>	13/07/2022	27/07/2022	14	15,1	30	46853	3	PROBETA N° 06 DISEÑO 32% A AGREGADO RECICLADO Fc = 280 kg/cm <sup>2</sup>	13/07/2022	27/07/2022	14	15,1	30	47200	4	PROBETA N° 04 DISEÑO 16% A AGREGADO RECICLADO Fc = 280 kg/cm <sup>2</sup>	13/07/2022	27/07/2022	14	15,1	30	51000	3	PROBETA N° 05 DISEÑO 16% A AGREGADO RECICLADO Fc = 280 kg/cm <sup>2</sup>	13/07/2022	27/07/2022	14	15,1	30	51230	3	PROBETA N° 06 DISEÑO 16% A AGREGADO RECICLADO Fc = 280 kg/cm <sup>2</sup>	13/07/2022	27/07/2022	14	15,1	30	52100	4																																																									
IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIÁMETRO	ALTURA	FUERZA MÁXIMA	TIPO DE FALLA																																																																																																																																																										
PROBETA N° 04 DISEÑO PATRON Fc = 280 kg/cm <sup>2</sup>	07/07/2022	21/07/2022	14	15,1	30	53633	4																																																																																																																																																										
PROBETA N° 05 DISEÑO PATRON Fc = 280 kg/cm <sup>2</sup>	07/07/2022	21/07/2022	14	15,1	30	52146	4																																																																																																																																																										
PROBETA N° 06 DISEÑO PATRON Fc = 280 kg/cm <sup>2</sup>	07/07/2022	21/07/2022	14	15,1	30	47102	4																																																																																																																																																										
PROBETA N° 04 DISEÑO 48% A AGREGADO RECICLADO Fc = 280 kg/cm <sup>2</sup>	11/07/2022	25/07/2022	14	15,1	30	45680	3																																																																																																																																																										
PROBETA N° 05 DISEÑO 48% A AGREGADO RECICLADO Fc = 280 kg/cm <sup>2</sup>	11/07/2022	25/07/2022	14	15,1	30	44720	3																																																																																																																																																										
PROBETA N° 06 DISEÑO 48% A AGREGADO RECICLADO Fc = 280 kg/cm <sup>2</sup>	11/07/2022	25/07/2022	14	15,1	30	44120	3																																																																																																																																																										
PROBETA N° 04 DISEÑO 32% A AGREGADO RECICLADO Fc = 280 kg/cm <sup>2</sup>	13/07/2022	27/07/2022	14	15,1	30	47300	4																																																																																																																																																										
PROBETA N° 05 DISEÑO 32% A AGREGADO RECICLADO Fc = 280 kg/cm <sup>2</sup>	13/07/2022	27/07/2022	14	15,1	30	46853	3																																																																																																																																																										
PROBETA N° 06 DISEÑO 32% A AGREGADO RECICLADO Fc = 280 kg/cm <sup>2</sup>	13/07/2022	27/07/2022	14	15,1	30	47200	4																																																																																																																																																										
PROBETA N° 04 DISEÑO 16% A AGREGADO RECICLADO Fc = 280 kg/cm <sup>2</sup>	13/07/2022	27/07/2022	14	15,1	30	51000	3																																																																																																																																																										
PROBETA N° 05 DISEÑO 16% A AGREGADO RECICLADO Fc = 280 kg/cm <sup>2</sup>	13/07/2022	27/07/2022	14	15,1	30	51230	3																																																																																																																																																										
PROBETA N° 06 DISEÑO 16% A AGREGADO RECICLADO Fc = 280 kg/cm <sup>2</sup>	13/07/2022	27/07/2022	14	15,1	30	52100	4																																																																																																																																																										
<b>OBSERVACIONES:</b> * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MATESTLAB SAC. * Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo																																																																																																																																																																	
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"> <b>MATESTLAB S.A.C.</b>            JEFE DE U         </td> <td colspan="2" style="text-align: center;"> <b>MATESTLAB S.A.C.</b>            COORDINADOR         </td> </tr> <tr> <td style="width:25%;">           Nombre y firma:    <b>MATESTLAB S.A.C.</b>            KELY WINA TINOCO LOZADA            INGENIERO CIVIL            Reg. CIP N° 183999         </td> <td style="width:25%;">           Nombre y firma:    <b>MATESTLAB S.A.C.</b>            RUC 20804796672            NICOLLE CAMPABARRETO            GERENTE GENERAL         </td> <td style="width:25%;"></td> <td style="width:25%;"></td> </tr> </table>		<b>MATESTLAB S.A.C.</b> JEFE DE U		<b>MATESTLAB S.A.C.</b> COORDINADOR		Nombre y firma:  <b>MATESTLAB S.A.C.</b> KELY WINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 183999	Nombre y firma:  <b>MATESTLAB S.A.C.</b> RUC 20804796672 NICOLLE CAMPABARRETO GERENTE GENERAL																																																																																																																																																										
<b>MATESTLAB S.A.C.</b> JEFE DE U		<b>MATESTLAB S.A.C.</b> COORDINADOR																																																																																																																																																															
Nombre y firma:  <b>MATESTLAB S.A.C.</b> KELY WINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 183999	Nombre y firma:  <b>MATESTLAB S.A.C.</b> RUC 20804796672 NICOLLE CAMPABARRETO GERENTE GENERAL																																																																																																																																																																
<table style="width:100%;"> <tr> <td style="width:33%;">  Jr. Apurimac N°3263, Urb. Perú, San Martín de Porres         </td> <td style="width:33%;">  975232841 922318222         </td> <td style="width:33%;">  informes@laboratoriomatestlab.com www.laboratoriomatestlab.com         </td> </tr> </table>		 Jr. Apurimac N°3263, Urb. Perú, San Martín de Porres	 975232841 922318222	 informes@laboratoriomatestlab.com www.laboratoriomatestlab.com																																																																																																																																																													
 Jr. Apurimac N°3263, Urb. Perú, San Martín de Porres	 975232841 922318222	 informes@laboratoriomatestlab.com www.laboratoriomatestlab.com																																																																																																																																																															



Adición de porcentajes al 16%, 32% y 48 % de concreto reciclado al diseño de pavimento rígido para mejorar las propiedades de físico mecánicas, Lima 2022

	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS ASTM C 39</b>	Código: EQ-E0-01 Versión: 01 Fecha: 27-07-2022 Página: 2 de 2				
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN						
PROYECTO : "ADICIÓN DE PORCENTAJES AL 16%, 32% Y 48% DE CONCRETO RECICLADO AL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE FÍSICO MECÁNICAS. LIMA 2022" SOLICITANTE : BRYAN ADRIÁN MALLQUI MATIENZO CÓDIGO DE PROYEC : --- UBICACIÓN DE PROY : Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC FECHA DE EMISIÓN : 27/07/2022	REGISTRO N°: 2022 - TS310 REALIZADO POR : D. CASTILLO REVISADO POR : K.TINOCO FECHA DE ENSAYO : 27/07/2022 TURNO : Diurno					
Tipo de muestra : Concreto endurecido Presentación : Especímenes cilíndricos 6" x 12" F'c de diseño : 280 kg/cm2						
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39						
	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% F'c
PROBETA N° 04 DISEÑO PATRON Fc = 280 kg/cm2	07/07/2022	21/07/2022	14 días	1,99	299 kg/cm2	107,0
PROBETA N° 05 DISEÑO PATRON Fc = 280 kg/cm2	07/07/2022	21/07/2022	14 días	1,99	291 kg/cm2	104,0
PROBETA N° 06 DISEÑO PATRON Fc = 280 kg/cm2	07/07/2022	21/07/2022	14 días	1,99	263 kg/cm2	93,9
PROBETA N° 04 DISEÑO 48% A AGREGADO RECICLADO Fc = 280 kg/cm2	11/07/2022	25/07/2022	14 días	1,99	255 kg/cm2	91,1
PROBETA N° 05 DISEÑO 48% A AGREGADO RECICLADO Fc = 280 kg/cm2	11/07/2022	25/07/2022	14 días	1,99	250 kg/cm2	89,2
PROBETA N° 06 DISEÑO 48% A AGREGADO RECICLADO Fc = 280 kg/cm2	11/07/2022	25/07/2022	14 días	1,99	246 kg/cm2	88,0
PROBETA N° 04 DISEÑO 32% A AGREGADO RECICLADO Fc = 280 kg/cm2	13/07/2022	27/07/2022	14 días	1,99	264 kg/cm2	94,3
PROBETA N° 05 DISEÑO 32% A AGREGADO RECICLADO Fc = 280 kg/cm2	13/07/2022	27/07/2022	14 días	1,99	262 kg/cm2	93,4
PROBETA N° 06 DISEÑO 32% A AGREGADO RECICLADO Fc = 280 kg/cm2	13/07/2022	27/07/2022	14 días	1,99	264 kg/cm2	94,1
PROBETA N° 04 DISEÑO 16% A AGREGADO RECICLADO Fc = 280 kg/cm2	13/07/2022	27/07/2022	14 días	1,99	285 kg/cm2	101,7
PROBETA N° 05 DISEÑO 16% A AGREGADO RECICLADO Fc = 280 kg/cm2	13/07/2022	27/07/2022	14 días	1,99	286 kg/cm2	102,2
PROBETA N° 06 DISEÑO 16% A AGREGADO RECICLADO Fc = 280 kg/cm2	13/07/2022	27/07/2022	14 días	1,99	291 kg/cm2	103,9







	Coefficient of Variation <sup>2</sup>	Acceptable Range <sup>4</sup> of Individual Cylinder Strengths	
6 by 12 in. [150 by 300 mm] Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %	7.8 %
Field conditions	2.9 %	8.0 %	9.5 %
4 by 8 in. [100 by 200 mm] Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %	10.6 %


Fuente: ASTM C39


**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MATESTLAB SAC.
- \* Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

TECNICO LEM  <b>MATESTLAB S.A.C.</b> Laboratorio de Ensayo de Materiales	JEFE LEM  <b>MATESTLAB S.A.C.</b> KELY YANIRA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 183999	OCC. LEM  <b>MATESTLAB S.A.C.</b> RUC 20904738672 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL
--	--	--

 Jr. Apurímac N°3263, Urb. Perú, San Martín de Porres

 975232841  
922318222

 informes@laboratoriomatestlab.com  
www.laboratoriomatestlab.com

MATESTLAB		MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS ASTM C 39	Código	EQ-FD-01
			Versión	01
			Fecha	16-08-2022
			Página	1 de 2

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN

PROYECTO	: "ADICIÓN DE PORCENTAJES AL 16%, 32% Y 48% DE CONCRETO RECIKLADO AL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE FÍSICO MECANICAS, LIMA 2022"	REGISTRO N°:	2022 - TS310
SOLICITANTE	: BRYAN ADRIÁN MALLQUI MATIENZO	REALIZADO POR :	D. CASTILLO
CÓDIGO DE PROYECTO	: —	REVISADO POR :	K. TINOCO
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE ENSAYO :	10/08/2022
FECHA DE EMISIÓN	: 10/08/2022	TURNO :	Diurno

Tipo de muestra	: Concreto endurecido
Presentación	: Especímenes cilíndricos 6" x 12"
Fc de diseño	: 280 kg/cm2


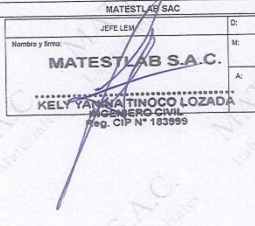
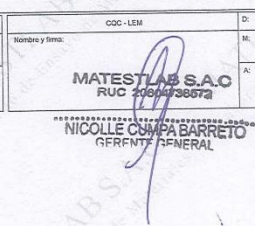
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CONCRETO ENDURECIDO  
ASTM C39

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIÁMETRO	ALTURA	FUERZA MÁXIMA	TIPO DE FALLA
PROBETA N° 07 DISEÑO PATRON Fc = 280 kg/cm2	07/07/2022	04/08/2022	28	15,1	30	55544	4
PROBETA N° 08 DISEÑO PATRON Fc = 280 kg/cm2	07/07/2022	04/08/2022	28	15,1	30	55083	3
PROBETA N° 09 DISEÑO PATRON Fc = 280 kg/cm2	07/07/2022	04/08/2022	28	15,1	30	56988	4
PROBETA N° 07 DISEÑO 48% A.AGREGADO RECIKLADO Fc = 280 kg/cm2	11/07/2022	08/08/2022	28	15,1	30	52005	3
PROBETA N° 08 DISEÑO 48% A.AGREGADO RECIKLADO Fc = 280 kg/cm2	11/07/2022	08/08/2022	28	15,1	30	53964	4
PROBETA N° 09 DISEÑO 48% A.AGREGADO RECIKLADO Fc = 280 kg/cm2	11/07/2022	08/08/2022	28	15,1	30	48887	3
PROBETA N° 07 DISEÑO 32% A.AGREGADO RECIKLADO Fc = 280 kg/cm2	13/07/2022	10/08/2022	28	15,1	30	64222	4
PROBETA N° 08 DISEÑO 32% A.AGREGADO RECIKLADO Fc = 280 kg/cm2	13/07/2022	10/08/2022	28	15,1	30	55200	4
PROBETA N° 09 DISEÑO 32% A.AGREGADO RECIKLADO Fc = 280 kg/cm2	13/07/2022	10/08/2022	28	15,1	30	55100	4
PROBETA N° 07 DISEÑO 16% A.AGREGADO RECIKLADO Fc = 280 kg/cm2	13/07/2022	10/08/2022	28	15,1	30	82321	3
PROBETA N° 08 DISEÑO 16% A.AGREGADO RECIKLADO Fc = 280 kg/cm2	13/07/2022	10/08/2022	28	15,1	30	60973	4
PROBETA N° 09 DISEÑO 16% A.AGREGADO RECIKLADO Fc = 280 kg/cm2	13/07/2022	10/08/2022	28	15,1	30	61605	4

OBSERVACIONES:  
 • Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MATESTLAB SAC.  
 • Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

MATESTLAB SAC		
TECNICO LEM Nombre y firma:  <b>MATESTLAB S.A.C.</b> LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES RUC 20061738672	JEFE LEM Nombre y firma:  <b>MATESTLAB S.A.C.</b> KELY YANKI TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 183999	COC - LEM Nombre y firma:  <b>MATESTLAB S.A.C.</b> RUC 20061738672 NICOLLE CUZPA BARRETO GERENTE GENERAL


Jr. Apurimac N°3263, Urb. Perú, San Martín de Porres      975232841 / 922318222      informes@laboratoriomatestlab.com









	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO</b>	Código: EQ-91041	
		Versión: 01	
		Fecha: 16-08-2022	
		Página: 2 de 2	

PROYECTO : ADICION DE PORCENTAJES AL 16%, 32% Y 48% DE CONCRETO RECICLADO AL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE FISICO MECANICAS. LIMA 2022

SOLICITANTE : BRYAN ADRIÁN MALLQUI MATIENZO

CÓDIGO DE PROYECTO : ---

UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC

FECHA DE EMISIÓN : 10/9/2022



REGISTRO N°: 2022 - TS310  
REALIZADO POR : D.CASTILLO  
REVISADO POR : K.TINOCO  
FECHA DE ENSAYO : 10/8/2022  
TURNO : Diurno




Tipo de muestra : Viga de concreto  
Presentación : Prismas de concreto endurecido  
F'c de diseño : 280 kg/cm2

**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
VIGA N° 01 DISEÑO PATRÓN f'c = 280 kg/cm2	7/7/2022	4/8/2022	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	42 kg/cm2
VIGA N° 02 DISEÑO PATRÓN f'c = 280 kg/cm2	7/7/2022	4/8/2022	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	46 kg/cm2
VIGA N° 03 DISEÑO PATRÓN f'c = 280 kg/cm2	7/7/2022	4/8/2022	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	42 kg/cm2
VIGA N° 01 DISEÑO 48% A. AGREGADO RECICLADO f'c = 280 kg/cm2	11/7/2022	8/8/2022	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	41 kg/cm2
VIGA N° 02 DISEÑO 48% A. AGREGADO RECICLADO f'c = 280 kg/cm2	11/7/2022	8/8/2022	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	41 kg/cm2
VIGA N° 03 DISEÑO 48% A. AGREGADO RECICLADO f'c = 280 kg/cm2	11/7/2022	8/8/2022	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	42 kg/cm2
VIGA N° 01 DISEÑO 32% A. AGREGADO RECICLADO f'c = 280 kg/cm2	13/7/2022	10/8/2022	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	48 kg/cm2
VIGA N° 02 DISEÑO 32% A. AGREGADO RECICLADO f'c = 280 kg/cm2	13/7/2022	10/8/2022	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	43 kg/cm2
VIGA N° 03 DISEÑO 32% A. AGREGADO RECICLADO f'c = 280 kg/cm2	13/7/2022	10/8/2022	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	43 kg/cm2
VIGA N° 01 DISEÑO 16% A. AGREGADO RECICLADO f'c = 280 kg/cm2	13/7/2022	10/8/2022	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	47 kg/cm2
VIGA N° 02 DISEÑO 16% A. AGREGADO RECICLADO f'c = 280 kg/cm2	13/7/2022	10/8/2022	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	49 kg/cm2
VIGA N° 03 DISEÑO 16% A. AGREGADO RECICLADO f'c = 280 kg/cm2	13/7/2022	10/8/2022	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	48 kg/cm2

OBSERVACIONES:  
\* MUESTRAS CURADAS Y ENSAYADAS POR EL PERSONAL DE MATESTLAB SAC  
\* LA LONGITUD DE LOS PRISMAS DE CONCRETO ES DE 50,00 cm

MATESTLAB SAC					
TECNICO LEM	JEFE LEM	CGC - LEM			
Nombre y firma:  <b>MATESTLAB S.A.C.</b> Laboratorio de Ensayo de Materiales	Nombre y firma: <b>MATESTLAB S.A.C.</b> KELY YAMINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 183999	Nombre y firma:  <b>MATESTLAB S.A.C.</b> RUC 28004736672 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL			

 Jr. Apurímac N°3263, Urb. Perú, San Martín de Porres
 975232841  
922318222
 informes@laboratoriomatestlab.com  
www.laboratoriomatestlab.com

**Anexo 3: Certificados de laboratorio**



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

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT - 369 - 2021** Página : 1 de 4

**Expediente** : 131-2021  
**Fecha de emisión** : 2021-09-25

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

**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

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.

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

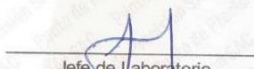
**6. Condiciones Ambientales**

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

**7. Conclusiones**  
La estufa se encuentra fuera de los rangos 110 °C ± 5 °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 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 CALIBRACION N° LT - 369 - 2021

Página : 2 de 4

CALIBRACIÓN PARA 110 °C

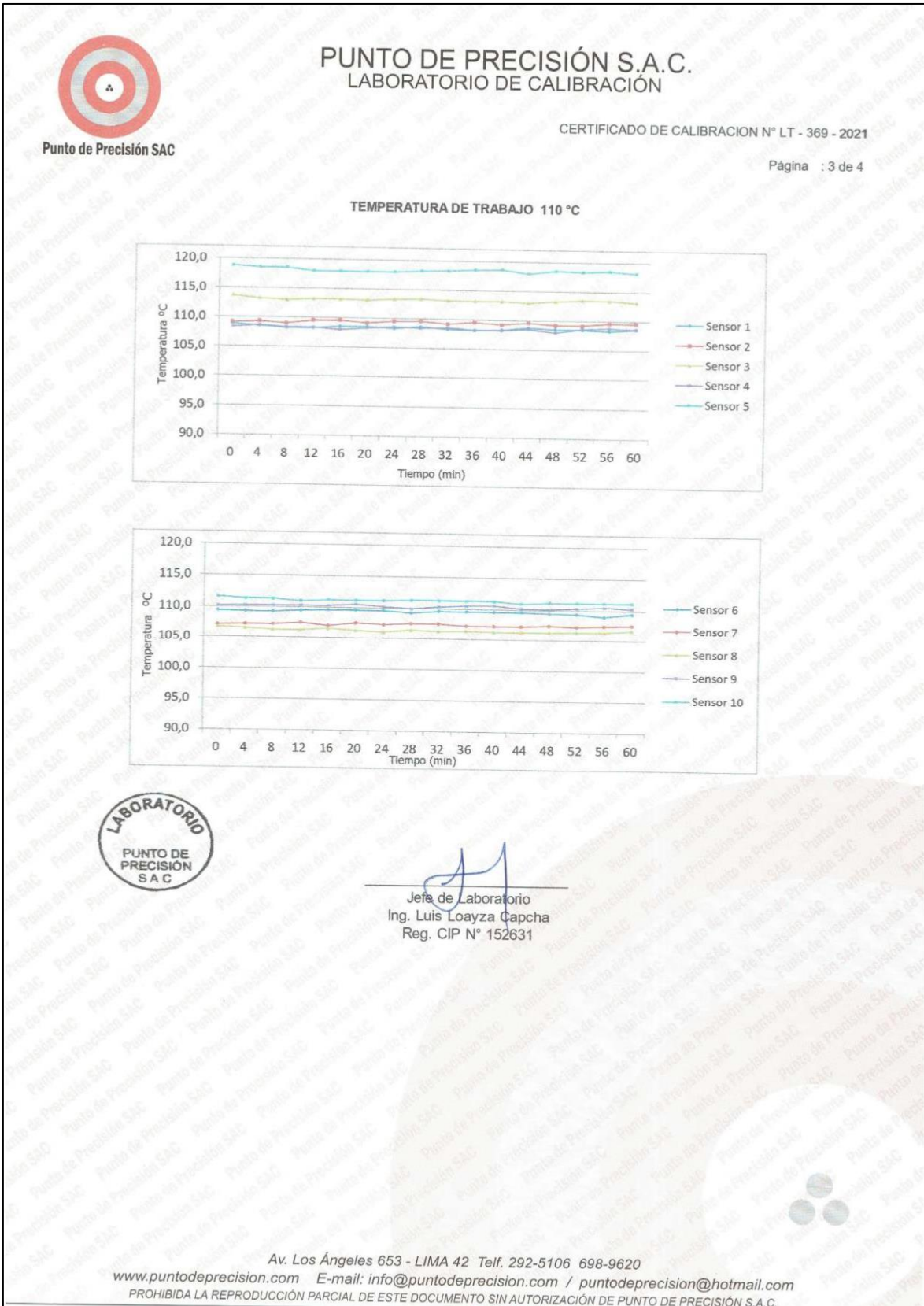
Tiempo (min.)	Ind. (°C) Temperatura del equipo	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T. prom. (°C)	ΔTMax. - TMin. (°C)
		NIVEL INFERIOR					NIVEL SUPERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	110	108,9	109,1	113,7	108,3	118,8	109,4	107,1	106,7	110,2	111,6	110,4	12,1
2	110	108,6	109,6	113,2	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	111,2	110,2	11,5
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	109,6	113,2	108,6	118,0	109,2	107,4	106,0	110,3	111,1	110,1	12,0
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	110,3	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	111,2	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	108,8	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







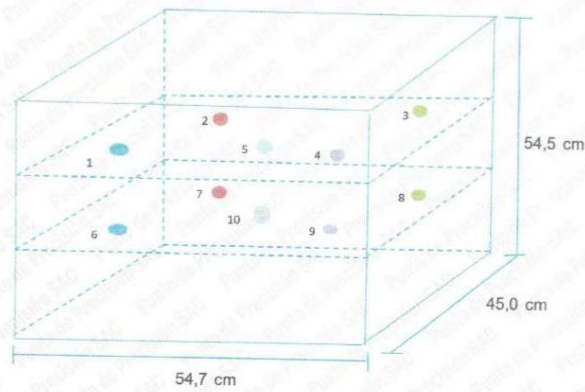
Punto de Precisión SAC

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

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 369 - 2021

Página : 4 de 4


**DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES EN EL EQUIPO**




- Los Sensores 5 y 10 se ubicaron sobre sus respectivos niveles.
- Los demas 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 mas 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



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

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 345 - 2021**

Página : 1 de 2

**Expediente** : T 271-2021  
**Fecha de emisión** : 2021-07-12

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

**2. Descripción del Equipo** : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAIXAL

**Marca de Prensa** : FORNEY  
**Capacidad de Prensa** : 100 t

**Marca de indicador** : FORNEY  
**Modelo de Indicador** : TA-1252  
**Serie de Indicador** : NO INDICA

**Marca de Transductor** : FORNEY  
**Modelo de Transductor** : NO INDICA  
**Serie de Transductor** : 10450112

**Bomba Hidraulica** : ELÉCTRICA

**3. Lugar y fecha de Calibración**  
LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISION S.A.C.  
10 - JULIO - 2021

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

**5. Trazabilidad**


INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA INDICADOR	AEP TRANSDUCERS AEP TRANSDUCERS	INF-LE 106-2021	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

**6. Condiciones Ambientales**

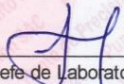
	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	20,8	20,6
Humedad %	76	76

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

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



**LABORATORIO**  
PUNTO DE PRECISIÓN  
S A C



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

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 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° LFP - 345 - 2021

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
10000	9995	10017	0,05	-0,17	10005,6	-0,06	-0,22
20000	20072	20102	-0,36	-0,51	20087,1	-0,43	-0,15
30000	30087	30131	-0,29	-0,44	30108,7	-0,36	-0,15
40000	40130	40270	-0,33	-0,68	40200,2	-0,50	-0,35
50000	50217	50277	-0,43	-0,55	50246,7	-0,49	-0,12
60000	60372	60369	-0,62	-0,62	60370,8	-0,61	0,01
70000	70496	70393	-0,71	-0,56	70444,3	-0,63	0,15

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:  
 $Ep = ((A-B) / B) * 100$        $Rp = Error(2) - Error(1)$
- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %
- Coefficiente Correlación :  $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste :  $y = 0,9928x + 79,177$

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

GRÁFICO N° 1

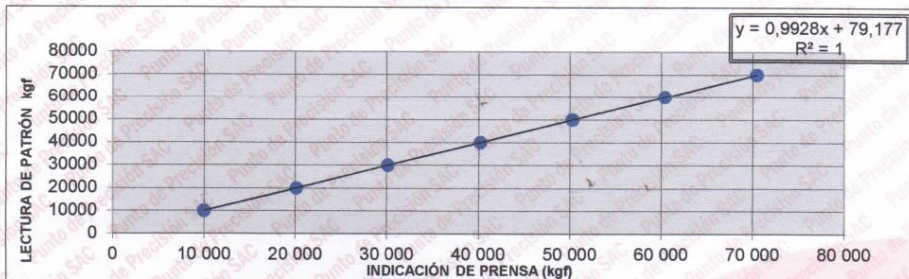
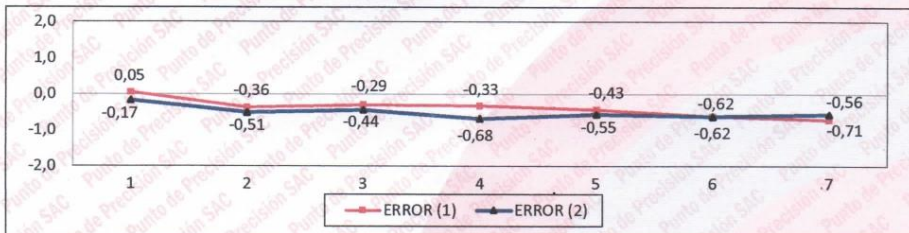


GRÁFICO DE ERRORES




FIN DEL DOCUMENTO




*[Firma]*  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631





**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-418-2021**

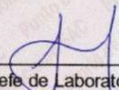
Página: 1 de 3

<b>Expediente</b>	: 131-2021	
<b>Fecha de Emisión</b>	: 2021-09-29	
<b>1. Solicitante</b>	: <b>MATESTLAB S.A.C.</b>	<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> <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>EB30</b>	
<b>Número de Serie</b>	: <b>8031307548</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>CHINA</b>	
<b>Identificación</b>	: <b>LS-10</b>	
<b>Tipo</b>	: <b>ELECTRÓNICA</b>	
<b>Ubicación</b>	: <b>LABORATORIO</b>	
<b>Fecha de Calibración</b>	: <b>2021-09-22</b>	
<b>3. Método de Calibración</b>	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.	
<b>4. Lugar de Calibración</b>	LABORATORIO de MATESTLAB S.A.C. MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA	




**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**



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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-418-2021  
Página: 2 de 3

**5. Condiciones Ambientales**

	Mínima	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 CERÓ	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		


**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Medición	Temp. (°C)					
	Inicial			Final		
	21,7			21,8		
	<b>Carga L1= 15 000 g</b>			<b>Carga L2= 30 000 g</b>		
N°	I (g)	ΔI (g)	E (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)
1	15 000	0,7	-0,3	30 000	0,6	-0,2
2	15 000	0,6	-0,2	30 000	0,5	-0,1
3	15 000	0,6	-0,2	30 000	0,8	-0,4
4	15 000	0,8	-0,4	30 000	0,8	-0,4
5	15 001	0,3	1,1	30 000	0,6	-0,2
6	15 000	0,9	-0,5	30 000	0,9	-0,5
7	15 000	0,6	-0,2	30 000	0,6	-0,2
8	15 000	0,5	-0,1	30 000	0,7	-0,3
9	15 000	0,8	-0,4	30 000	0,8	-0,4
10	15 000	0,7	-0,3	30 000	0,6	-0,2
Diferencia Máxima			1,6			0,4
Error máximo permitido ±			2 g			3 g



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-418-2021

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>o</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)	Ec (g)
1	10	10	0,6	-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	-0,5

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 2 g

**ENSAYO DE PESAJE**

	Inicial	Final
Temp. (°C)	21,8	21,9

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (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	0,6	-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**

$$U_R = 2 \sqrt{5,37 \times 10^{-11} \text{ g}^2 + 5,20 \times 10^{-10} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza    ΔL: Carga Incrementada    E: Error encontrado    E<sub>o</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**




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

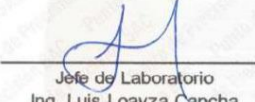
**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-420-2021**

Página: 1 de 3


<p><b>Expediente</b> : 131-2021 <b>Fecha de Emisión</b> : 2021-09-29</p> <p><b>1. Solicitante</b> : <b>MATESTLAB S.A.C.</b></p> <p><b>Dirección</b> : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA</p> <p><b>2. Instrumento de Medición</b> : <b>BALANZA</b></p> <p><b>Marca</b> : HENKEL <b>Modelo</b> : FA2004 <b>Número de Serie</b> : GK109136 <b>Alcance de Indicación</b> : 200 g (*) <b>División de Escala de Verificación ( e )</b> : 1 mg <b>División de Escala Real ( d )</b> : 0,1 mg <b>Procedencia</b> : NO INDICA <b>Identificación</b> : LS-06 <b>Tipo</b> : ELECTRÓNICA <b>Ubicación</b> : LABORATORIO <b>Fecha de Calibración</b> : 2021-09-24</p> <p><b>3. Método de Calibración</b> 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> <p><b>4. Lugar de Calibración</b> LABORATORIO de MATESTLAB S.A.C. MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA</p>	<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 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 %.</p> <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>
---	--




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.



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

Punto de Precisión SAC



INACAL  
DA - Perú  
Laboratorio de Calibración  
Acreditado

Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-420-2021

Página: 2 de 3

**5. Condiciones Ambientales**

	Mínima	Máxima
Temperatura	20,6	21,5
Humedad Relativa	56,8	62,6

**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)	IP-296-2019

**7. Observaciones**


(\*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 200,0004 g  
 Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 199,9982 g para una carga de 200,0000 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 I, 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
INVELACIÓN	TIENE		

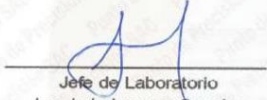
**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Medición N°	Carga L1= 100,0002 g			Carga L2= 200,0004 g		
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	100,0000	0,0	-0,2	200,0000	0,0	-0,4
2	100,0000	0,0	-0,2	200,0000	0,0	-0,4
3	100,0001	0,0	-0,1	200,0000	0,0	-0,4
4	100,0000	0,0	-0,2	200,0000	0,0	-0,4
5	100,0000	0,0	-0,2	200,0000	0,0	-0,4
6	100,0000	0,0	-0,2	200,0001	0,0	-0,3
7	100,0001	0,0	-0,1	200,0000	0,0	-0,4
8	100,0000	0,0	-0,2	200,0000	0,0	-0,4
9	100,0000	0,0	-0,2	200,0000	0,0	-0,4
10	100,0000	0,0	-0,2	200,0000	0,0	-0,4
Diferencia Máxima			0,1	0,1		
Error máximo permitido ±			2 mg	± 3 mg		



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-420-2021

Página: 3 de 3



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Temp. (°C) Inicial Final  
21,1 20,6

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l (g)	ΔL (mg)	E <sub>0</sub> (mg)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E <sub>c</sub> (mg)
1	0,0010	0,0009	0,0	-0,1	60,0002	59,9999	0,0	-0,3	-0,2
2		0,0010	0,0	0,0		60,0001	0,0	-0,1	-0,1
3		0,0011	0,0	0,1		60,0002	0,0	0,0	-0,1
4		0,0011	0,0	0,1		60,0001	0,0	-0,1	-0,2
5		0,0012	0,0	0,2		59,9999	0,0	-0,3	-0,5
					Error máximo permitido : ± 2 mg				

(\*) valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Temp. (°C) Inicial Final  
20,6 20,6

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E <sub>c</sub> (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E <sub>c</sub> (mg)	
0,0	0,0010	0,0	0,0						
0,0	0,0100	0,0	0,0	0,0	0,0100	0,0	0,0	0,0	1
0,2	0,2000	0,0	0,0	0,0	0,2001	0,0	0,1	0,1	0
0,5	0,5001	0,0	0,1	0,1	0,5000	0,0	0,0	0,0	0
2,0	2,0002	0,0	0,1	0,1	2,0000	0,0	-0,1	-0,1	0
5,0	5,0000	0,0	-0,1	-0,1	5,0001	0,0	0,0	0,0	0
10,0	10,0001	0,0	0,0	0,1	10,0001	0,0	0,0	0,1	0
20,0	20,0002	0,0	0,2	0,2	20,0001	0,0	0,1	0,1	0
50,0	50,0001	0,0	0,0	0,0	50,0002	0,0	0,1	0,1	0
100,0	100,0002	0,0	0,0	0,0	100,0002	0,0	0,0	0,0	0
200,0	200,0000	0,0	-0,4	-0,4	200,0000	0,0	-0,4	-0,4	0

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 5,19 \times 10^{-4} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{6,78 \times 10^{-3} \text{ mg}^2 + 7,43 \times 10^{-1} \times R^2}$$

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

R: en mg

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.

Adición de porcentajes al 16%, 32% y 48 % de concreto reciclado al diseño de pavimento rígido para mejorar las propiedades de físico mecánicas, Lima 2022

#### Anexo 4: Panel Fotográfico



*Materiales para ensayos de características físicas de los agregados: bandejas de metal, balanza de precisión y horno.*



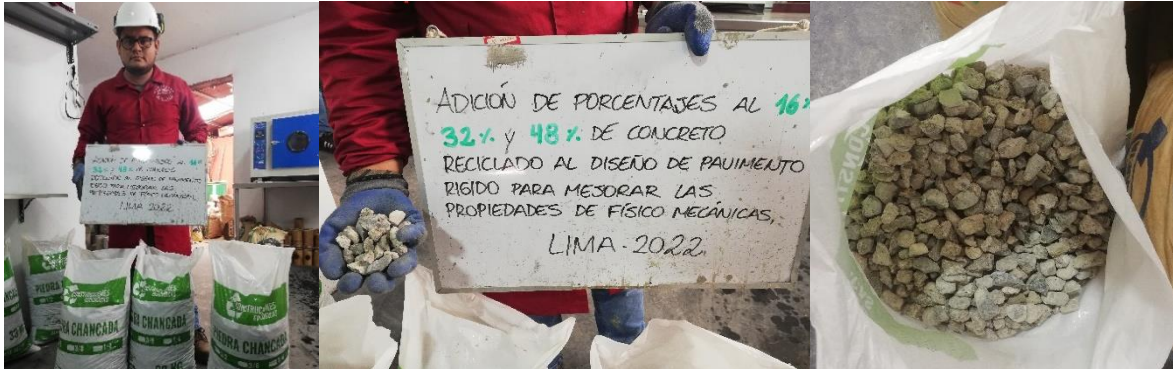
*Granulometría – Tamices.*



*Materiales: arena y piedras*



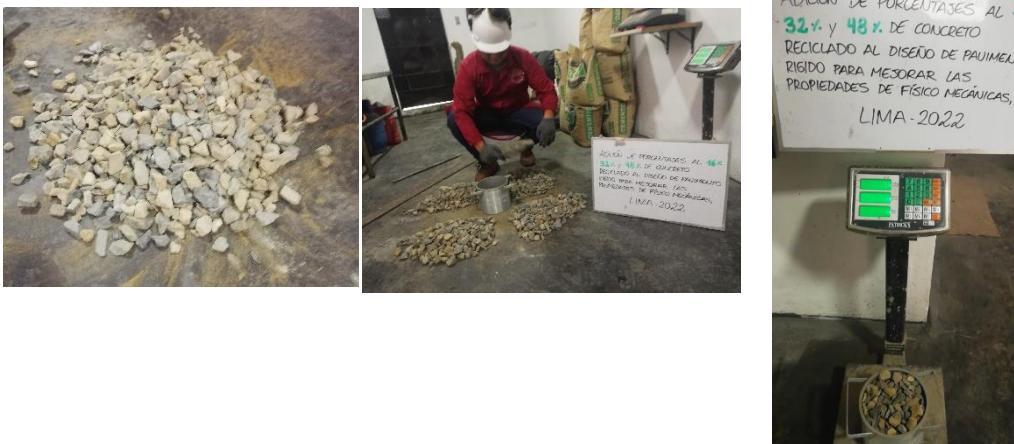
Adición de porcentajes al 16%, 32% y 48 % de concreto reciclado al diseño de pavimento rígido para mejorar las propiedades de físico mecánicas, Lima 2022



*Material reciclado.*

**PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS:**

**AG. GRUESO**



**AG. FINO**



Adición de porcentajes al 16%, 32% y 48 % de concreto reciclado al diseño de pavimento rígido para mejorar las propiedades de físico mecánicas, Lima 2022

**PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN EN AGREGADOS:**

**AG. GRUESO:**



**AG. FINO:**





Adición de porcentajes al 16%, 32% y 48 % de concreto reciclado al diseño de pavimento rígido para mejorar las propiedades de físico mecánicas, Lima 2022



*Diseño de mezcla*



*Asentamiento y toma de temperatura del concreto fresco.*

Adición de porcentajes al 16%, 32% y 48 % de concreto reciclado al diseño de pavimento rígido para mejorar las propiedades de físico mecánicas, Lima 2022



*Curado de probetas y viguetas*



*Rotura de probetas a 7 días, 14 días y 28 días*

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**



Adición de porcentajes al 16%, 32% y 48 % de concreto reciclado al diseño de pavimento rígido para mejorar las propiedades de físico mecánicas, Lima 2022

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN**

