



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Uso del concreto reciclado como agregado y su comportamiento en la resistencia, en adoquines de uso peatonal, Lima 2019”

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

### **AUTORES:**

Mamani Quispe Juan Alberto (ORCID: 0000-0003-1445-6976)

Tipiana Contreras Luis Enrique (ORCID: 0000-0003-1014-7324)

### **ASESOR:**

Mg. Leopoldo Choque Flores (ORCID: 0000-0003-0914-7159)

### **LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Diseño de infraestructura vial

LIMA- PERÚ

2019

## **DEDICATORIA**

A nuestra familia, que con su apoyo incondicional fueron nuestra mayor motivación para salir adelante y continuar con nuestra carrera universitaria.

## **AGRADECIMIENTO**

A la universidad y los profesores que, con sus enseñanzas y respaldo académico, nos han permitido seguir desarrollándonos profesionalmente. A mis futuros colegas, con quien compartí aulas y que hoy se cosecha una gran amistad.

## **PÁGINA DEL JURADO**



### **Declaratoria de Autenticidad**

Nosotros, Tipiana Contreras Luis Enrique con DNI N° 40598884, y Mamani Quispe Juan Alberto con DNI N° 10581954, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, declaramos bajo juramento que toda la documentación que representa la presente investigación es veraz y auténtica.

Así mismo, declaramos también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en nuestra tesis son auténticos y veraces.

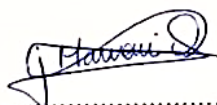
En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, Julio del 2020.



.....  
Luis Enrique Tipiana Contreras

DNI: 40598884



.....  
Juan Alberto Mamani Quispe

DNI: 10581954

## ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
PÁGINA DEL JURADO.....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	vi
ÍNDICE.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MÉTODO.....	19
2.1. Diseño metodológico.....	19
2.1.1. Tipo de investigación.....	20
2.2. Variables, Operacionalización.....	20
2.2.1. Variable independiente.....	20
2.2.2. Variable dependiente.....	20
2.3. Población y muestra.....	22
2.3.1. Población.....	22
2.3.2. Muestra.....	22
2.3.2.1. Trabajos de laboratorio.....	22
2.3.2.2. Prueba de absorción de agua.....	23
2.4. Técnicas de recolección de datos validez y confiabilidad.....	24
2.4.1. Técnicas.....	24
2.4.2. Instrumentos.....	24
2.4.3. Validez.....	24
2.4.4. Confiabilidad del instrumento.....	24
2.4.5. Método de análisis de datos.....	25
2.4.6. Aspectos éticos.....	25
III. RESULTADOS.....	27
IV. DISCUSIÓN.....	60
V. CONCLUSIONES.....	62
VI. RECOMENDACIONES.....	63
REFERENCIAS.....	64
ANEXOS.....	69
ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS.....	128
PANTALLAZO DEL SOFTWARE DEL TURNITIN.....	130
AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE LA TESIS.....	131
AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DE LA TESIS.....	132

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Información de desechos de concreto.....	2
Tabla 2: Clasificación de tipos de adoquines.....	12
Tabla 3: Desechos de la actividades de construcción.....	15
Tabla 4: Variables de Operacionalización.....	21
Tabla 5: Cantidades de adoquines para los ensayos de compresión.....	22
Tabla 6: Cantidades de adoquines para los ensayos de absorción al agua.....	23
Tabla 7: Técnicas de instrumentos y recolección de datos.....	24
Tabla 8: Características físicas del agregado fino (arena gruesa).....	30
Tabla 9: Resultados de ensayo de granulometría.....	31
Tabla 10: Análisis granulométrico del agregado fino. (Arena gruesa).....	31
Tabla 11: Características físicas del agregado fino (concreto reciclado).....	32
Tabla 12: Resultados de ensayo de granulometría.....	32
Tabla 13: Análisis granulométrico del agregado fino. (Concreto reciclado).....	33
Tabla 14: Diseño de la mezcla patrón $f'_{cr}=320\text{kg/cm}^2$ .....	34
Tabla 15: Cálculo de volumen agregado.....	34
Tabla 16: Diseño de la mezcla patrón seca $f'_{cr}=320\text{kg/cm}^2$ .....	35
Tabla 17: Diseño de la mezcla patrón humedad $f'_{cr}=320\text{kg/cm}$ .....	35
Tabla 18: Cálculo de volumen agregado de concreto reciclado al 10%.....	36
Tabla 19: Diseño de mezcla seca con 10 % de agregado reciclado.....	36
Tabla 20: Diseño de mezcla húmeda con 10 % de agregado reciclado.....	37
Tabla 21: Cálculo de volumen agregado de concreto reciclado al 20%.....	38
Tabla 22: Diseño de mezcla seca con 20 % de agregado reciclado.....	38
Tabla 23: Diseño de mezcla húmeda con 20 % de agregado reciclado.....	39
Tabla 24: Cálculo de volumen agregado de concreto reciclado al 30%.....	39
Tabla 25: Diseño de mezcla seca al 30% de concreto reciclado .....	40
Tabla 26: Diseño de mezcla húmeda al 30% de concreto reciclado .....	40
Tabla 27: Cálculo de volumen agregado de concreto reciclado al 40%.....	41
Tabla 28: Diseño de mezcla seca al 40% de concreto reciclado .....	41
Tabla 29: Diseño de mezcla húmeda al 40% de concreto reciclado .....	42
Tabla 30: Propiedades físicas adoquín con 0 % de agregado reciclado.....	43
Tabla 31: Propiedades físicas adoquín con 10% de agregado reciclado.....	43



Tabla 32: Propiedades físicas adoquín con 20 % de agregado reciclado.....	44
Tabla 33: Propiedades físicas adoquín con 30% de concreto reciclado.....	44
Tabla 34: Propiedades físicas adoquín con 40% de concreto reciclado.....	45
Tabla 35: Porcentaje de peso de los adoquines.....	45
Tabla 36 Resistencia a la compresión (0 % de agregado reciclado) .....	46
Tabla 37 Resistencia a la compresión (10 % de agregado reciclado).....	47
Tabla 38 Resistencia a la compresión (20 % de agregado reciclado).....	48
Tabla 39 Resistencia a la compresión (30 % de agregado reciclado).....	49
Tabla 40 Resistencia a la compresión (40 % de agregado reciclado).....	50
Tabla 41: Resultados promedio de ensayos.....	51
Tabla 42: Nivel de Absorción (0% de agregado reciclado).....	53
Tabla 43: Nivel de Absorción (10% de agregado reciclado).....	54
Tabla 44: Nivel de Absorción (20% de agregado reciclado).....	55
Tabla 45: Nivel de Absorción (30% de agregado reciclado) .....	56
Tabla 46: Nivel de Absorción (40% de agregado reciclado) .....	57
Tabla 47: Resultados promedio de ensayos.....	48

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Información de producción de cemento .....	1
Figura N° 2: Modelo de adoquines pre fabricados.....	10
Figura N° 3: Absorción de agua del Adoquín .....	10
Figura N° 4: Rotura de adoquín.....	11
Figura N° 5: Abrasión.....	11
Figura N° 6: Deslizamiento.....	12
Figura N° 7: Localización los materiales reciclados.....	27
Figura N° 8: Localización los materiales reciclados .....	27
Figura N° 9: Material reciclado.....	29
Figura N° 10: Tamizado de los agregados .....	30
Figura N° 11: Comparación de resistencias en función al 0 % de Agregado Reciclado....	46
Figura N° 12: Comparación de resistencias en función al 10 % de Agregado Reciclado...47	
Figura N° 13: Comparación de resistencias en función al 20 % de Agregado Reciclado...48	
Figura N° 14: Comparación de resistencias en función al 30 % de Agregado Reciclado...49	
Figura N° 15: Comparación de resistencias en función al 40 % de Agregado Reciclado...50	
Figura N° 16: Comparación de resistencias en función al % de Agregado Reciclado.....51	
Figura N° 17: Comparación de resistencias en función al % de Agregado Reciclado.....51	
Figura N° 18: Comparativo de resultados obtenidos y la NTP 399.61170.....	52
Figura N° 19: Comparativo de absorción en función al 0% de Agregado Reciclado.....	53
Figura N° 20: Comparativo de absorción en función al 10% de Agregado Reciclado.....	54
Figura N° 21: Comparativo de absorción en función al 20% de Agregado Reciclado.....	55
Figura N° 22: Comparativo de absorción en función al 30% de Agregado Reciclado.....	56
Figura N° 23: Comparativo de absorción en función al 40% de Agregado Reciclado.....	57
Figura N°24 Comparación de absorción en función al % de Agregado Reciclado.....	58
Figura N°25: Comparación de absorción en función al % de Agregado Reciclado. ....	58
Figura N° 26: Comparativo de resultados obtenidos y la NTP 399.61170.....	59

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia.....	70
Anexo 2: Panel Fotográfico.....	71
Anexo 3: Fichas de Laboratorio.....	81

## RESUMEN

La presente investigación cuyo título es: “Uso del concreto reciclado como agregado y su comportamiento en la resistencia en adoquines de uso peatonal, Lima 2019”, tuvo como objetivo principal determinar el porcentaje ideal de concreto reciclado fino como agregado en adoquines prefabricados y su comportamiento en la resistencia.

Se usó el método de investigación cuantitativa, de nivel descriptivo y aplicado y su diseño de investigación es experimental. La población está constituida por el concreto reciclado obtenido de demoliciones de veredas ubicadas en la Av. Naranjal 651 del distrito de Los Olivos, luego se procedió a su trituración de forma mecánica hasta obtener el tamaño requerido similar al de la arena gruesa.

Para el análisis granulométrico se requiere como muestra un promedio de 800gr de agregados finos (arena y concreto reciclado). Posteriormente se realizan los ensayos de peso específico, peso volumétrico suelto, peso volumétrico compactado, contenido de humedad, de cada uno de los agregados tanto natural como reciclado. La muestra estuvo conformada de 60 adoquines rectangulares de (20cm x 10cm x 6 cm) con diferentes porcentajes, de 10%, 20%, 30% y 40% de agregado reciclado fino. Asimismo, fueron elaborados con una relación de agua y cemento de 0.35 por considerarse un mortero de (mezcla húmeda) el proceso de elaboración fue de manera empírica mediante la vibro compactación. Luego de su elaboración se procedió al secado a temperatura ambiente, durante 28 días para poder determinar sus propiedades físicas y mecánicas textura, peso, dimensión, resistencia a la compresión y absorción de agua en cada unidad.

Se pudo concluir que en base a los resultados obtenidos en los ensayos de compresión, solo los porcentajes de 10%, 20% y 30% de agregado reciclado fino en el diseño de mezclas, cumplieron con la resistencia propuesto en la investigación (320 kg/cm<sup>2</sup>), mas no al 40%; en el caso del nivel de absorción solo la muestra con 10% de agregado reciclado fino cumple con lo establecido por la NTP; mas no al 20% , 30% y 40% , determinando que ,a mayor porcentaje de agregado reciclado en el diseño de las mezclas en adoquines con dimensiones de (20cm x 10cm x 6 cm) se reducirían los niveles de resistencia de compresión y absorción requeridos por las normas técnicas vigentes.

**Palabras clave:** Concreto reciclado, agregado natural, resistencia a la compresión, absorción.

## ABSTRACT

The present investigation whose title is: "Use of recycled concrete as aggregate and its behavior in the resistance in cobblestones for pedestrian use, Lima 2019", had as main objective to determine the ideal percentage of fine recycled concrete as aggregate in prefabricated pavers and its behavior in the resistance.

The method of quantitative research, descriptive and applied level was used and its research design is experimental. The population is made up of recycled concrete obtained from demolition of paths located on Av. Naranjal 651 of the Los Olivos district, then it was mechanically crushed until the required size similar to that of coarse sand was obtained.

For the granulometric analysis, an average of 800gr of fine aggregates (sand and recycled concrete) is required as a sample. Subsequently, tests of specific weight, loose volumetric weight, compacted volumetric weight, moisture content of each of the aggregates, both natural and recycled, are carried out. The sample consisted of 60 rectangular pavers (20cm x 10cm x 6cm) with different percentages, of 10%, 20%, 30% and 40% of recycled fine aggregate. Likewise, they were made with a water and cement ratio of 0.35 because they were considered a mortar of (wet mix), the elaboration process was empirically using the compaction vibro. After processing, it was dried at room temperature, for 28 days to determine its physical and mechanical properties texture, weight, dimension, compressive strength and water absorption in each unit.

It could be concluded that based on the results obtained in the compression tests, only the percentages of 10%, 20% and 30% of fine recycled aggregate in the design of mixtures, met the resistance proposed in the investigation (320 kg / cm<sup>2</sup>), but not 40%; in the case of the absorption level, only the sample with 10% fine recycled aggregate complies with the provisions of the NTP; but not at 20%, 30% and 40%, determining that, at a higher percentage of recycled aggregate in the design of the mixtures in pavers with dimensions of (20cm x 10cm x 6cm), the compression and absorption resistance levels would be reduced required by current technical standards.

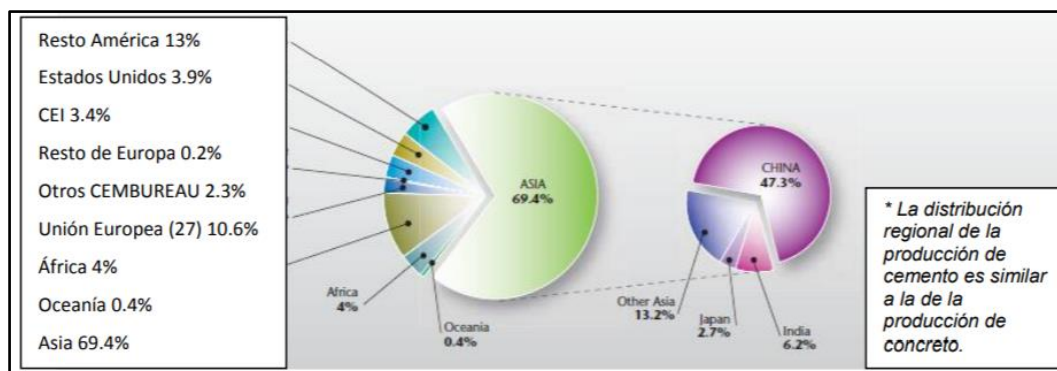
Keywords: Recycled concrete, natural aggregate, compressive strength, absorption.

## I.- INTRODUCCIÓN:

### 1.1 Realidad Problemática:

El concreto es considerado un insumo altamente utilizado posterior al agua y es capaz de moldear nuestro entorno, como colegios, instituciones públicas, hospitales, universidades, oficinas, vías, aceras, hogares, etc. El concreto es altamente perdurable en el tiempo y puede conservarse por cientos de años. Asimismo, se conoce que el sector construcción son una de las áreas más demandantes e importantes para el desarrollo y mejora de un país; sin embargo, así como existen indicadores que benefician a un país; se eleva también el índice de generación de residuos que provienen no solo de la ejecución en la construcción sino también de las diversas demoliciones de las edificaciones y pavimentos que en su momento utilizaron y por motivos imprevistos tuvieron que demoler por fallas diversas.

**Figura 1.** Información de producción de cemento



**Fuente:** Consejo mundial empresarial para el desarrollo sostenible (s.f., p. 15)

Según diversas investigaciones, más de 900 millones de toneladas de residuos de concreto existen anualmente en la zona Europea, EEUU y Japón, y cantidades aun no registradas en otros lugares. Esta elevada acumulación en escombros y desechos generados por el sector construcción constituyen un problema serio ya que ocupan un espacio y al mismo tiempo un costo que genera el depósito de este material.

Es importante mencionar que en el Perú, la reconstrucción de viviendas constituye una fuente de inversiones altamente rentables, ya que al no existir una escombrera para la cantidad de desmonte generado; los desechos que dejan estos procesos constructivos están hacinados en lugares públicos de manera indiscriminada, ocasionando perjuicios al medio

ambiente. Esta mala práctica nos reduce las posibilidades de reutilizar este material generando así construcciones y edificaciones de manera sostenible.

Actualmente, países como Brasil y México, han impulsado el uso del concreto reciclado en edificaciones, siendo el concreto triturado y reutilizado como agregado. En nuestro país hay avance en estudios realizados por la Empresa; Focsac Construcciones ecológicas la cual está produciendo bloques de concreto como unidades de albañilería (ECOBLOCKS) pero aún no se tiene la suficiente demanda que permita hacer inversiones en equipos necesarios para la reutilización de concreto reciclado y preparación de agregados.

Diversas poblaciones alrededor del mundo evalúan los volúmenes de este material desechado, habiendo variaciones marcadas desde la perspectiva constructiva impartida como parte de la demanda de viviendas habida, cuya variabilidad en el concreto en los residuos de construcciones y demoliciones (RCD) son variables dentro del rango de 20% y 80%.

**Tabla 1.** *Información de desechos de concreto.*

<b>Cantidad de desechos ( millones de toneladas)</b>	<b>Europa</b>	<b>Estados Unidos</b>	<b>Japón</b>
<b>Desechos de construcción y demolición (RCD)</b>	<b>510<sup>7</sup></b>	<b>317<sup>8</sup></b>	<b>77<sup>7</sup></b>
<b>Desechos municipales</b>	<b>241<sup>10</sup></b>	<b>228<sup>11</sup></b>	<b>53<sup>12</sup></b>

**Fuente:** Concejo mundial empresarial para el desarrollo sostenible (s.f., p.15)

Según el diario el comercio (2017), Se tiene como dato estadístico que en Lima el 9% de lo recolectado proviene del sector construcción. Por ello es preciso contribuir con proyectos innovadores para aprovechar el material que en el medio ambiente abunda y se puede reutilizar favoreciendo al medio ambiente, tal es el caso del concreto, que en su mayoría contienen que grava, ripio, piedra, etc.; como agregado en el diseño de mezclas para la construcción, en vez de encontrarlo en el medio ambiente causando daños medioambientales. Por ello buscamos investigar de qué manera este material sería una fuente importante en la fabricación de adoquines.

## 1.2. Antecedentes:

### 1.2.1 Nacionales:

Ramos (2018.) en su tesis “Dosificación del concreto reciclado en unidades de pavimento de bajo tránsito, distrito de Lince, Lima 2018”, para obtener el título de Ingeniero Civil en la Universidad César Vallejo. El presente trabajo tiene busca establecer la dosificación del agregado reciclado se pueda utilizar como agregado en unidades de tránsito bajo, utilizando el concreto reciclado grueso y fino como agregado con distintos porcentajes (0%, 10%, 30%, y el 50%). El trabajo consistió en seleccionar el material reciclado y los agregados naturales, después se realizó su caracterización de cada agregado tanto natural como reciclado. Una vez obtenido todas sus características se le realizó el diseño de mezcla para de la muestra patrón 0% con una resistencia de  $f_c = 320 \text{ kg/cm}^2$  con una dosificación de (1:1.62:1.75). Consecutivamente se procedió a efectuar los diseños de mezclas de los adoquines reciclados con 10 % de concreto reciclado (M1) con una dosificación de (1:1.46:1.57), 30 % de concreto reciclado (M2) con una dosificación de (1:1.14:1.22) y 50 % de concreto reciclado (M3) con una dosificación de (1:0.81:0.87). Posteriormente se procedió a la elaboración de los adoquines muestra patrón y las muestras con concreto reciclado y posteriormente realizar los ensayos de concreto fresco evaluando el slump y al concreto endurecido, calculando la resistencia a la compresión, flexión y absorción. Con estos resultados se concluye que la dosificación de concreto reciclado que permita ser utilizados para la fabricación de los adoquines de bajo tránsito es con el 10 % de concretos reciclados, con proporción de cemento: 1 agregado fino: 1.46 agregado grueso 1.57, agregado fino reciclado: 0.16, agregado grueso reciclado: 0.18 y agua 19.42. Que solo son factibles el uso los concretos reciclados con el 10 %, ya que cumplen con la Normas técnica vigentes.

Castañeda y Vásquez (2014), en su tesis asociada a producir adoquines en pavimentos, su objetivo fue utilizar para ello el concreto reciclado. Su estudio fue de tipo aplicado y experimental evaluando las bondades de este material, así como la del concreto endurecido (flexión y compresión en 7, 14 y 28 días). Los resultados del ensayo indicaron que es posible usar el material reciclado en la fabricación de adoquines de 20x10x6cm así como de 20x10x8cm. En este caso solo el agregado fino



tendrá una variación en su uso en un 70 por ciento mientras el grueso se mantendrá al 110 por ciento.

López y Pinedo (2015). Respecto a su estudio “Mejoramiento de las características físico mecánicas de adoquines, se realizó el proceso para elaborar el material indicado con escoria de horno eléctrico, que servirá para el pavimento; mediante el cual se busca el uso del material para la transitabilidad de unidades de mayor peso mediante el agrado del componente indicado. Mediante el procedimiento de los ensayos se busca que esta mezcla sea mejor para este fin y con la calidad esperada.

Velásquez y Chavarría (2015), en su tesis relacionada al concreto reciclado busco realizar los estudios respecto al concreto reciclado grueso, utilizándolo en dosificaciones y poder demostrar el comportamiento y sus características del concreto. Respecto a su método experimental se comprobó que tiene que buscarse la mejora. Como conclusión queda demostrado que el remplazo con los agregados reciclados en porcentajes superiores al 60% y 80% no mejora en la resistencia del material.

Díaz y Torres (2018), en su tesis en la que se da uso al concreto reciclado de losas, su objetivo fue validar cada lote de producción. Respecto a elaboración de los bloques de concreto, los escombros estos fueron triturados y analizados como agregados. La metodología de tipo aplicada consistió en producir cuatro lotes de bloques de concreto de 50 unidades cada uno, cada lote estuvo elaborado con una proporción de agregado de 0%, 25%, 50% y 75% de escombros de losa de pavimento rígido, sustituyendo al agregado natural en base al volumen. Se hizo ensayos de absorción, alabeo, compresión y variación dimensional. Finalmente, se desarrolló un análisis técnico para determinar que lote de producción tiene las propiedades físico – mecánico concordante con la norma E-070 Albañilería. Se concluye que los lotes cumplen con los parámetros del Bloque tipo NP.

### **1.2.2 Internacionales:**

Caicedo y Pérez (2014) “Estudio de los agregados reciclados de residuos de construcción y demolición (RCD) provenientes de la ciudad de Cali como material para la construcción de elementos prefabricados de concreto, caso adoquines” la investigación tiene como objetivo obtener el máximo beneficio de la utilización de los

agregados reciclados, así lograr un nuevo producto de los desechos que producen las grandes construcciones. El método utilizado fue fuller y se realizó la dosificación de los áridos naturales que cumplan la normativa colombiana, se obtuvo la proporción entre el agua-cemento y el revenimiento, así como también la resistencia al flexo-tracción que cumpliera la normativa colombiana. Se cumplió la resistencia flexo-tracción se hizo el cambio con el agregado fino en 30 y 10 por ciento en la fabricación de adoquines. Se concluye que la sustitución del agregado reciclado disminuye la resistencia del concreto, pero estos pueden utilizarse donde la demanda de carga no sea tan exigible. Este antecedente nos servirá para comprender que no todos los agregados reciclados se usaran en la elaboración de pavimentos de bajo tránsito porque no tendrán una buena resistencia a la compresión

Montañez, Edna (2018). “Pavimentos de adoquines de concreto una solución ambiental en la construcción de infraestructura vial colombiana”. Universidad Militar de Nueva Granada, Facultad de Ingeniería, Bogotá, Colombia. Se propone como alternativa de solución al problema ambiental que se genera durante la construcción, mantenimiento y rehabilitación de la red vial del país, el uso de los pavimentos de adoquín de concreto que debido a sus requerimientos y procesos constructivos no afectan en gran escala al medio ambiente, como si ocurre con los pavimentos asfálticos (flexibles) y rígidos (concreto), que generan contaminación atmosférica debido a los altos niveles de material que generan durante su proceso constructivo. Se recomienda los pavimentos de adoquín de concreto o pavimentos articulados como solución ambiental en las vías de alto, medio y bajo tráfico del país, porque que estos pavimentos tienen un comportamiento estructural muy similar a los pavimentos flexibles y rígidos que son utilizados con frecuencia en las vías del país.

Caicedo, Carlos (2016), en su estudio de vías con pavimento con material reciclado en los adoquines, se diseñó un pavimento articulado mediante agregados reciclados de concreto y cenizas de bagazo de la caña de azúcar. En el estudio realizado se consideró tres casos propuestos en los que la primera mezcla tuvo una resistencia considerado en el periodo de 56 días (Aprox. 24 Mpa), a diferencia de las otras que estuvieron en un rango menor por lo que se propuso se adoptara dicha muestra en la fabricación de adoquines.

Ucros y Venegas (2015) en su tesis “Aprovechamiento de escombros como agregado grueso para la fabricación de adoquines estándar”, para optar el título de Ingeniero Civil, en la Universidad de Cartagena - Colombia. El objetivo del trabajo es analizar la viabilidad técnica del uso de los escombros de ladrillo y concreto de edificaciones como agregados en la fabricación de adoquines estándar, sometiéndolos a pruebas de resistencia a flexo tracción, capa superficial, acabada, absorción de agua y resistencia a la abrasión. En este proyecto se evalúan las características más importantes de los adoquines con diferentes porcentajes de concreto reciclado, como su porcentaje de absorción de agua, la resistencia a la flexo tracción y la resistencia al desgaste ajustable por medio de un índice. Para la elaboración de los adoquines y la evaluación de estas propiedades, los escombros fueron triturados y evaluados como agregados, con los cuales se elaboraron las mezclas previamente diseñados según proporciones de los agregados naturales y reciclado encontradas en estudios previos, teniendo en cuenta la proporción agua cemento recomendada por el ICPC para la fabricación de adoquines. Comparando los resultados con otras investigaciones realizadas en Canadá, Croacia, Chile y Colombia, fue posible concluir que el porcentaje más adecuado para su viabilidad técnica es sustituir el 30% del total del agregado natural por el material reciclable tanto de concreto como de ladrillo y donde la resistencia a la tracción, uno de los aspectos más importantes no se encuentra muy alejado de lo recomendado con 3.9 Mpa de módulo de rotura frente a 4,2 Mpa exigidos por las normas técnicas, mostrando con esto la viabilidad técnica del uso de estos escombros como agregados, y se pueden tener mejores resultados si se mejora la compactación y el vibrado de los adoquines en su fabricación.

Martínez, Torres, Guzmán, Chávez, Hernández, Lara, Martínez, Pérez, Bedolla y González (2015). Revista de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción. *Revista de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción*. 5 (3), 235 – 248. La producción de escombros y residuos sólidos de concreto hidráulico, considerados como desecho, se convierte en un problema medioambiental. El material de construcción en su mayoría fabricado es el cemento Portland (CP), pero un problema es su alta temperatura de fabricación, que crea contaminantes. El uso de agregados triturados que se sustraen de demolición de concreto hidráulico sirve para generar Concreto Hidráulico Reciclado, un material que

puede ajustar costos, reducir la contaminación y desvalorar la edificación. Sin embargo, la elaboración de concreto reciclado se enfrenta a la indagación de diseños óptimos para lograr el mayor desempeño mecánico bajo solicitaciones estáticas y dinámicas. En este trabajo se hace una exploración de los avances internacionales en esta materia.

Butler y Tighe (2015). *Effect of Recycled Concrete Aggregate Properties on Mixture Proportions of Structural Concrete*. Este estudio se enfoca en caracterizar varias fuentes de concreto reciclado, desarrollando proporciones en mezclas de concreto que incorporan RCA como agregado grueso e investigar el efecto de propiedades de agregado grueso en los parámetros de proporción de la mezcla principal [es decir, contenido de cemento, demanda de agua y agua-cemento ( $w / c$ ) proporción]. Se desarrollaron catorce proporciones de mezcla con el uso de tres escenarios de proporción de mezcla (control, reemplazo directo y basado en resistencia) y con 40 y 60 Mpa. El efecto de RCA se evaluó mediante el reemplazo de agregado natural grueso con RCA. Al contrario de numerosos estudios, uno de los hormigones RCA (RCA-1) tenía Resistencias a la compresión hasta un 12% más alta que el control equivalente mezcla. Las proporciones de la mezcla (agua, cemento y relación  $w / c$ ) fueron posteriores ajustado para asegurar que los hormigones RCA tengan la resistencia en comparación a hormigones de control. Se requiere concreto RCA-1 menos cemento (y una mayor relación  $w / c$ ) para lograr fortalezas y caídas similar al concreto de control. Los hallazgos y recomendaciones de esta investigación ayudarán a los productores de concreto, ingenieros y técnicos de campo involucrados en la selección de fuentes RCA en el desarrollo de mezclas proporciones para concreto RCA de grado estructural.

Toghrolí , Shariati , Sajedi , Ibrahim, Koting , Mohamad and Khorami (2018) . (22, 4), 433-440. A review on pavement porous concrete using recycled waste materials. Pavimentos de hormigón poroso es un diseño de estructura noble en el desarrollo de la gestión urbana que generalmente permite el agua se permeará dentro de su estructura. También tiene capacidad al mismo tiempo para atender la carga dinámica. Durante la tecnología El desarrollo, la calidad y la cantidad de materiales de desecho han llevado a una crisis de eliminación de desechos. Usando materiales reciclados (secundario) en lugar de vírgenes (primario) han reducido la presión de los vertederos y la demanda de extracción. Este estudio ha revisado los materiales de

desecho escoria de acero, fibra de acero, neumáticos, plásticos, asfalto reciclado) utilizados en el pavimento de hormigones porosos y reportan sus respectivas funciones mecánicas, de durabilidad y permeabilidad. Uso de material de desecho en el reemplazo parcial de cemento hará que se reduzca los gastos en este material; también, las características mecánicas de los hormigones.

### **1.3. Teorías relacionadas al tema:**

**1.3.1. Adoquines prefabricados:** Unidades de albañilería prefabricados de hormigón diseñados para crear espacios urbanos adaptándose al medio que los rodea ( Aenor s.f., p.10). Los adoquines son piezas macizas rectangulares de concreto simple elaborados mediante el proceso de vibro compactación. La materia prima de los adoquines está conformada de cemento, arena y agua; se debe tener en cuenta los análisis y ensayos de laboratorios de los agregados, para poder obtener un producto de calidad garantizada. Los adoquines son elaborados mediante diferentes tipos de moldes.

**1.3.2 Historia de los adoquines:** Según PASTOR, A, (et.al 2015). Detalla que, aunque no se conocen fechas exactas, solo se conoce la utilización que en su momento adquirirían, estos bloques estaban sometidos a cubrir las necesidades que el hombre percibía, una de ellas eran tener calles que sean duraderas, brindando seguridad y sobre todo que contenga la facilidad de poder desplazarse a pesar de las condiciones climáticas.

**1.3.3 Adoquines en la actualidad:** Para PASTOR, A,(et.al 2015).Menciona que últimamente la durabilidad de los adoquines en comparación con los anteriores. Con respecto a su elaboración ahora se a industrializado con la ayuda de máquinas, resultando que su popularidad aumentara, utilizándolos en diferentes actividades constructivas como: plazas; parques, zonas peatonales, entre otros. Asimismo, menciona que actualmente, es necesario investigar y elaborar productos cuyo componente estén elaborados de materiales reciclados, en la búsqueda de poder minimizar y mitigar el gran volumen que se genera diariamente de forma constante. El poder determinar las propiedades de un determinado material, no solo se determinan por las propiedades que la caracterizan, si no que se debe tener en cuenta sus

propiedades mecánicas, las cuales podrían ser clasificadas en distintos grupos (Martínez, 2016).

**a) Propiedades físicas en el adoquín:**

• **Dimensiones:**

(Cabezas Fierro, 2014). Menciona que los adoquines tienen varias dimensiones, ya que dependerá mucho del tipo de molde y cómo lo quieran fabricar, se deberá tener en cuenta que cumpla con las medidas recomendadas, en este caso se realizarán adoquines rectangulares de una longitud de 20cm x 10cm ancho y una altura de 06cm.

• **Peso:**

(Cabrera 2014). Menciona que los pesos de los adoquines varían, esto ocurre por las medidas de las dimensiones de los materiales.

• **Textura**

(Cabrera 2014). Menciona que los adoquines tienen una rugosidad distinta, esta se adapta a las necesidades de su uso.

• **Color:**

(Cabezas Fierro, 2014). Menciona que los colores en los adoquines, se tiene que mantener con el pasar de los años para cualquier uso que se le dé.

**b) Propiedades mecánicas**

• **Resistencia a compresión**

Según la norma técnica peruana NTP 399.611, la resistencia a la compresión es el vínculo que tiene la carga de ruptura del adoquín cuyos resultados se dan en kg/cm<sup>2</sup>.

(Martínez, 2016), La resistencia a la compresión establecida se puede distinguir con las iniciales  $f_c$ , para llegar a tener un nivel de resistencia máxima se sugiere a los 28 días. Así mismo, se sugiere cumplir con todas las normas en las que detallan el proceso del ensayo y resultados que se lograrán.

• **Absorción**

Según la norma técnica peruana NTP 399.611, menciona que es el mecanismo de retención que tiene cada unidad en su interior.

**Figura 2.** Modelo rectangular de adoquines pre fabricados.



**Fuente:** Aenor.

**1.3.4. Características físicas y mecánicas de los adoquines:** Según Venegas y Robles (2008), se tiene las siguientes características:

- **Absorción de agua:** La mayor absorción de agua en 3 tipos de muestra no deben ser mayor de 6%, en cambio si hacemos el ensayo de manera individual no debe ser mayor de 9%.

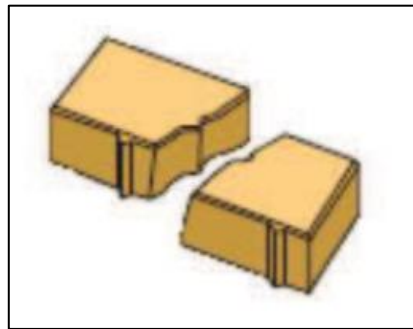
**Figura 3.** Absorción de agua del Adoquín



**Fuente:** Venegas y Robles (2008, p.22).

- **Esfuerzo de rotura:** En este caso este tipo de resistencia no debe ser menor a 3,6 MPa y por ningún motivo individualmente sería menor a 2.9 MPa, tampoco carga de rotura menor de 250 N/mm.

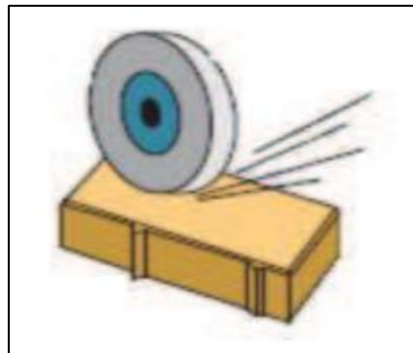
**Figura 4.** Rotura de adoquín.



**Fuente:** Venegas y Robles (2008, p.22).

- **Resistencia al desgaste por abrasión:** Se considera 23 mm., según la prueba con disco ancho y el espesor no debe tener un desgaste que exceda de los 3 mm.

**Figura 5.** Abrasión.



**Fuente:** Venegas y Robles (2008, p.23).

- **Resistencia al deslizamiento/ Resbalamiento:** En este caso se precisa que se mantenga un adecuado deslizamiento.



**Figura 6.** Deslizamiento.



**Fuente:** Venegas y Robles (2008, p.23).

Según Alemán y Cantos (2016) respecto a los adoquines manifiestan que: Sus espesores están entre 60 mm y 100 mm, y pueden ser diversas en cuanto a su presentación y diseño que sirvan como decoración para una buena estética. Esta también como aspecto favorable el hecho que es sencillo en el montados y desmontados de ser requerido, como en la instalación o reparación de servicios.

**Tabla 2.** Clasificación y tipo de adoquín.

TIPO DE USO	Resistencia (MPa) compresión a los 28 días
Transito Peatonal	20
Estacionamientos y Calles residenciales	30
Caminos secundarios y callas principales	40

**Fuente:** Alemán y Cantos (2016.p.10)

### 1.3.5. Concreto reciclado:

Para los autores (Agrega y Moncada, 2015), es el material reciclado (agregados) ya sean finos o gruesos, que se generan mediante actividades de construcción ya sea de tipo demolición, renovación, entre otros, y que se obtenga por procesos especializados para que estos puedan ser reaprovechados como agregado. En este caso es viable su uso considerándolo en diversos procesos constructivos. Por lo tanto, se busca dar uso a los depósitos de este material existente con fines de reducir su aglomeración en el medio ambiente.

- Precisan el rehúso de este material.
- Se considera que en el ámbito mundial la producción de concreto supera los 25 billones de toneladas.
- También en este ámbito este material en uso representa casi dos veces el uso de otros en procesos constructivos.
- En los países del nivel de rehúso de este material es significativo no habiendo mayor detalle al respecto en otros.
- El concreto tiene un mayor uso en el ámbito vial.
- También se considera para el rehúso el excedente de un proceso constructivo.

Destacamos beneficios del rehúso de este material:

- Menos desechos de este material
- Uso de este material permite abaratar los costos que genera el impacto de su uso.
- Menor costo de transporte en la medida que se encuentre cerca del lugar de la obra.
- Menos impuesto por los desechos existentes
- Buen comportamiento del material en obras viales
- También su aporte es valioso en el aspecto del reciclaje.

**1.3.6. Agregados:** (RIVVA, 2010), indica que es un grupo de partículas inorgánicas, cuya procedencia es natural o artificial siendo la NTP 400.011; la que regula su tamaño.

**1.3.6.1. Agregado fino:** Constituye la arena, cuya procedencia se da de las rocas que pasan malla 3/8” dentro de la normativa vigente.

**1.3.6.2. Agregado grueso:** Lo conforma la grava natural o triturada, que es suspendido en tamiz 4.75 mm. Según normativa vigente.

**1.3.6.3. Agregado global:** (NTP 400.037, 2014, p. 07). consideró: “Este consta de los dos materiales fino y grueso”.

**1.3.6.4. Agregado reciclado o productos de desechos:** “Proviene de los desechos habidos que son producto de las reconstrucciones” (NTP 400.037, 2014, p. 07).

**1.3.6.5. Cemento:** Cemex, (2018) En la actualidad el cemento es el agregado más utilizado en el mundo. El Aporte de propiedades útiles y deseables, tales como la resistencia a la compresión es el material de construcción con la mayor resistencia por un costo unitario (NTP334.009).

Se considera el uso de estos materiales en el concreto, ya que de alguna manera beneficia siendo el económico un aspecto fundamental y el cuidado ambiental, siempre que se tomen en consideración el cuidado para el uso de este material reciclado. (RIVVA, 2010, p. 78)

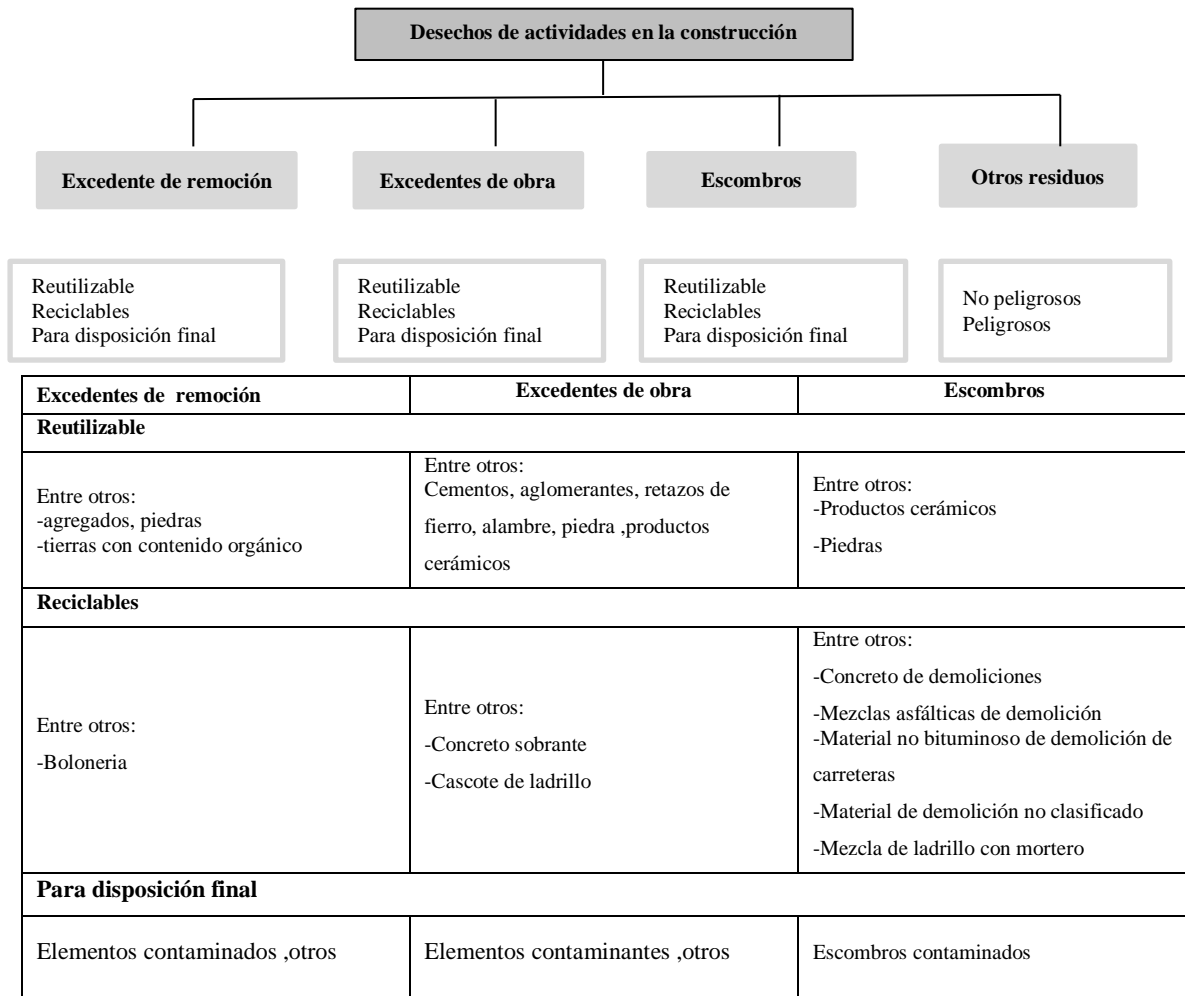
### **1.3.7. Gestión de residuos de concreto sólido:**

- **Elementos del manejo de residuos en actividades de construcción:** Es importante tomar en consideración que el uso de este material cumpla con la normativa vigente y que aprovechar la existencia del mismo tiene relevancia ya que sus propiedades son similares a los originarios. Sin embargo, es importante darle un adecuado tratamiento previa selección del mismo y con estudios exhaustivos que brinden información precisa de su comportamiento en las diversas obras en los cuales se consideran darle uso (NTP 400.050, 1999, p. 09).
- **Concreto reciclado como agregado:** La calidad del agregado reciclado dependerá del uso que se le dio y su grado resistencia original. Teniendo en cuenta el proceso de separación. los agregados más refinados pueden proporcionar un producto de más valor, la producción del concreto reciclado como agregado aportara sobre la protección del medio ambiente. El concreto reciclado y generalmente es comparado con los agregados naturales y sus probabilidades de uso son menores, teniendo en consideración que en los países europeos representan un 6% y 8% como agregados utilizados. (CONSEJO MUNDIAL EMPRESARIAL PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE, 2009).
  - a) **Recolección:** se precisa la selección previa, según lo requerido para su uso como agregado, según normativa vigente
  - b) **Transporte:** Es preciso considerar la programación de unidades para

la labor encomendada.

**c) Reaprovechamiento (reciclaje de materiales):** Es importante para este fin que su uso mantenga la calidad esperada en cuanto a su comportamiento en los procesos constructivos.

**Tabla 3.** Desechos de Actividades en la construcción.



Fuente: NTP 400.050

**1.3.8 Resistencia de pavimentos de uso peatonal:** La resistencia de pavimentos implican que estén cumpliendo con propiedades referentes a su duración y que estén dentro de los criterios de diseño (Imcyc, 2006, p.5).

**1.3.8.1 Razones para determinar la resistencia:**

- Es preciso que estén dentro de los parámetros de resistencia requeridos,  $f_c$ , del proyecto.
- Muchos de los casos en lo que es preciso buena resistencia del concreto esta

dado en el periodo de 28 días. Los estudios requieren no menos de 2 evaluaciones hechas de forma convencional en los mismos periodos de estudio (p. 21).

#### **1.3.8.2 Prueba de resistencia del concreto: Imcyc (2006), considera:**

- En este caso se precisa de cilindros con dimensiones de 6" x 12" (150 x 300 mm) o de 4" x 8" (100 x 200 mm), en cuanto se requiera. En este caso en el trabajo hecho en laboratorio los materiales más pequeños utilizados son de mejor y fácil uso.
- Lo que indica la probeta en vital como informativo que permitirá deslindar discrepancias en los resultados obtenidos.
- Para una buena división de carga, se debe cabecear con mortero de azufre (ASTM C 617), esto se hace dentro de un periodo de 2 hrs. antes de efectuar la prueba.
- Si se tiene resistencias superiores a 84 Mpa se precisa de almohadillas de neopreno, para lo cual el durómetro varía en 50 a 70 según los rangos de resistividad requeridos.
- Se debe evitar la resequedad de cilindros.
- Tomar en cuenta que los cilindros tengan iguales diámetros si superan de 2%, no deben realizar la prueba.
- En caso de las probetas sus partes extremas tiene que ubicarse dentro de 0.002" (0.05 mm).
- En caso de los cilindros, estos estarán localizados en los equipos de ensayo de tal manera que se logre la ruptura, el cual se debe registrar.
- Para el cálculo de la resistencia se establece la relación entre la carga máxima y el área del adoquín. En este caso es sometido a esta prueba 2 cilindros del mismo periodo de los cuales se registra la resistencia media.
- El responsable de las pruebas deberá registrar en que momento llegaron las probetas y todos los detalles relacionados con la prueba.
- Se considera en el caso de cilindros de un grupo determinado con la misma edad entre 2 a 3% de la resistencia media. En caso de superar se debe corregir el procedimiento.
- Si se hacen ensayos en diversos laboratorios estos no deben variar de 13%

los logros alcanzados.

- En muchos casos las fallas se identifican en los cilindros, por lo que es preciso contar algunos hechos de manera adicional para las pruebas que se requieran con variabilidad de resistencias.
- Si se hacen pruebas dentro de 3 a 7 servirían para comprobar inconvenientes con el tipo de concreto.
- La norma ASTM C 1077 requiere de expertos con certificación.
- Es relevante los informes existentes para diversos tipos de proyectos relacionados con resistencia.
- Se precisa de que los informes se hagan en el periodo más próximo (p. 22).

#### **1.4 Formulación del problema:**

##### **1.4.1 Problema general:**

¿En qué medida el porcentaje de concreto reciclado como agregado fino mejora en la resistencia a la compresión y absorción de adoquines de uso peatonal?

##### **1.4.2 Problemas específicos:**

PE1: ¿En qué medida el porcentaje de concreto reciclado como agregado mejora en la resistencia a la compresión de adoquines de uso peatonal?

PE2; ¿En qué medida el porcentaje de concreto reciclado como agregado mejora en la absorción de agua en adoquines de uso peatonal?

#### **1.5 Justificación:**

En este caso se orienta en evitar un uso excesivo de los recursos naturales existentes y que tienen impacto medioambiental. Por tal motivo, utilizar concreto reciclado como agregado en los adoquines pre fabricados permitirá manipular los desechos de concreto que por sus características son aptos para el rehúso y de esta manera se contribuirá a disminuir diversas obras de construcción, en especial aquellas donde se hacen demoliciones o reconstrucciones de zonas afectadas por sismos. Se resalta también la obtención de adoquines resistentes con menos absorción lo que garantiza su durabilidad. Es vital esta labor también para la ecología debido a que se liberan zonas donde se tiene acumulado los desechos de concreto para recuperar espacios inertes, siendo un aporte valioso a la sociedad y un insumo recuperado de los escombros para fines constructivos

a través de los adoquines pre fabricados que también lo usan con fines decorativos. Es evidente que el uso de este material ajusta costos en la fabricación de adoquines ya que es un material que está disponible y no tiene un costo de venta.

## **1.6 Objetivos:**

### **1.6.1 Objetivo general:**

Determinar el porcentaje del concreto reciclado como agregado fino y su comportamiento en la resistencia de adoquines de uso peatonal.

### **1.6.2 Objetivos específicos:**

OE1: Determinar de qué manera el porcentaje de 10%, 20%, 30% y 40% de concreto reciclado como agregado fino cumple con el nivel de resistencia a la compresión de adoquines de uso peatonal.

OE2: Determinar de qué manera el porcentaje de 10%, 20%, 30% y 40% de concreto reciclado como agregado fino cumple con el nivel de absorción de agua en adoquines de uso peatonal.

## **1.7 Hipótesis:**

### **1.7.1 Hipótesis general:**

HG: El uso de porcentajes de concreto reciclado como agregado fino cumple de manera positiva en la resistencia de adoquines de uso peatonal.

H<sub>0</sub>: El uso de porcentajes de concreto reciclado como agregado fino no cumple de manera positiva en la resistencia de adoquines de uso peatonal.

### **1.7.2 Hipótesis específicas:**

HE1: La incorporación de concreto reciclado de 10% ,20%, 30% y 40% como agregado fino cumple con el nivel de resistencia a la compresión en adoquines de uso peatonal.

H<sub>0</sub>: La incorporación de concreto reciclado de 10% ,20%, 30% y 40% como agregado fino no cumple con el nivel de resistencia a la compresión en adoquines de uso peatonal.

HE2: La incorporación de concreto reciclado de 10% ,20%, 30% y 40% como agregado fino cumple con el nivel de absorción de agua en adoquines de uso peatonal.

H<sub>0</sub>: La incorporación de concreto reciclado de 10% ,20%, 30% y 40% como agregado fino no cumple con el nivel de absorción de agua en adoquines de uso peatonal.

## II. MÉTODO:

**2.1 Diseño Metodológico:** Hernández et al. (2010, p.122), indican que “Los diseños experimentales tienen como fundamento en los estudios en el que verificamos causales de inconvenientes hallados”.

Así mismo en la correlación se establece la relación entre las dos variables. En la investigación se realiza la prueba de agregar el concreto reciclado a los adoquines y ver su relación con su la resistencia

### 2.1.1. Tipo de Investigación:

- **Finalidad de la investigación: Investigación aplicada.**

Cegarra: indica “Constituye diversas labores con fines de poner en práctica información de tal manera que estos se efectúen en diversos procesos innovadores para poner en uso” (2014, p.42).

Nuestra investigación es aplicada ya que se elaborarán los adoquines con agregado reciclado fino para su uso.

- **Según su carácter, nivel o profundidad: Investigación descriptiva.**

Busca detallar las características, de la población, con la finalidad de poder conocerlas y establecer un procedimiento conforme a las evidencias halladas. Según Hernández et al., mencionan que “Se precisa detallar detalles de lo que se esté estudiando” (2010, p.80).

La investigación es descriptiva porque vamos a saber sobre que particularidades se obtienen de los agregados.

- **Método de investigación: Cuantitativa.** En este caso se recolectará datos, registrando datos, para realizar un análisis según resultados obtenidos en los ensayos correspondientes. Hernández et al., manifiestan que: “La cuantitativa busca la generalización de los logros alcanzados. Del mismo modo permite hacer estudios comparativos” (2010, p.16).



El presente trabajo es cuantitativo, debido a que se busca demostrar una hipótesis por medio de la utilización de cálculos y el recojo de datos.

## **2.2. Variables, Operacionalización:**

**2.2.1. Variable Independiente:** Concreto reciclado.

**2.2.2. Variable Dependiente:** Resistencia en adoquines de uso peatonal.

En este caso se consideran diseños variados con propiedades que estén dentro de lo requerido por el diseño de la estructura (Imcyc, 2006, p.5)

R ----- O ----- X

R = Concreto reciclado      O = Observaciones      X=Aporte estructural

**Tabla 4. Operacionalización de Variables**

Variable Independiente	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
Concreto reciclado	Para los autores (Agregre y Moncada2015), es el material reciclado (agregado) ya sean finos o gruesos, que se generen mediante actividades de construcción ya sea de tipo de demolición, renovación, entre otros y que se obtenga por procesos especializados, para que estos vuelvan a ser reaprovechados para un nuevo material.	Se obtendrá el concreto reciclado a partir de los residuos de construcción y demolición, mediante el proceso de triturado	Porcentajes de adición de agregados reciclados	Adición de concreto reciclado con 10% 20% 30% 40%	Horno
					Balanza
					Tamices
Variable Dependiente	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
<b>Comportamiento en la resistencia en adoquines de uso peatonal</b>	La resistencia a la compresión de la mezcla de concreto se puede diseñar con una amplia variedad de propiedades mecánicas y de durabilidad, que cumplan con los exigencias de diseño (Imcyc, 2006, p.5)	Se realiza la fabricación de adoquines piezas macizas, cuya materia prima está conformada por la mezcla de arena, piedra, y agua esta es diseñada en moldes rectangulares mediante la compresión, (Pacasmayo, 2014).  Los datos obtenidos con los estudios de laboratorio, tendrán que ser cumplidos de manera responsable teniendo en cuenta los requerimientos establecidos.	Características dimensionales	Variación dimensional	Vernier
			Propiedades físicas	- Densidad -Absorción de agua	Balanza
					Horno
					Observación
			Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión	Máquina de ensayo a la compresión kg/cm2
					Horno, balanza, deposito con agua

**Fuente:** Elaboración propia

## 2.3 Población y muestra:

**2.3.1 Población:** “Constituye el grupo en estudio, de los que se obtendrán resultados para evaluar y tomar decisiones” (Levin & Rubin, 2004, p. 10).

En la presente investigación se considera el concreto reciclado que se obtiene en las áreas donde se observan residuos de demoliciones almacenados en la Av. Naranjal 651 del distrito de Los Olivos.

**2.3.2 Muestra:** según la norma NTP 399.611–NTP 339.604 las pruebas realizadas en unidades de albañilería, en ensayos no deben ser menores a tres unidades por lo tanto se tomarán 6 muestras de cada combinación con distintos porcentajes de 0%,10%,20%,30% y40%.

**2.3.2.1. Trabajos de laboratorio:** los tipos de ensayos realizados a las 60 unidades de adoquines son pruebas físicas y mecánicas.

Prueba a la compresión mediante la siguiente ecuación

$$\sigma = \frac{P_{max}}{A} \times \text{factor de corrección}$$

$\sigma$  = Resistencia a la compresión     $P$  = carga de rotura     $A$  = área de la sección

**Tabla 5:** Cantidades de adoquines para los ensayos de compresión.

<b>Ensayo de resistencia a la compresión de adoquines rectangulares de 20cm x10cm x 6cm NTP(399.611- 399.604)</b>	
<b>Edad en días</b>	28 días
<b>Porcentaje de concreto reciclado</b>	6 de 0%
	6 de 10%
	6 de 20%
	6 de 30%
	6 de 40%
<b>Unidades de adoquines</b>	30
<b>Total</b>	30

**Fuente:** Elaboración propia

**2.3.2.2. Prueba de absorción de agua y densidad:** La determinación de absorción de agua de cada muestra se realiza el siguiente proceso.

- Sumergir los adoquines en un recipiente con agua durante 48 horas.
- Sacar del recipiente los adoquines, secarlos con un paño húmedo superficialmente y registrar su masa.
- Registrar la masa sumergida dentro de una canastilla y balanza hidrostática en agua a temperatura ambiente.
- Colocar los adoquines en el horno por 24 horas.
- Retirar los adoquines del horno y enfriar a temperatura ambiente.
- Anotar el peso y determinar la densidad y absorción de agua.

Absorción de agua mediante la siguiente ecuación:

$$A(\%) = \frac{Ws - Wd}{Wd} \times 100$$

$Ws$  = peso saturado del adoquín       $Wd$  = peso seco del adoquín

**Tabla 6:** Adoquines para los ensayos de absorción al agua y densidad.

<b>Ensayo de absorción al agua de adoquines rectangulares de 20cm x10cm x 6cm NTP(399.611)</b>	
<b>Edad en días</b>	28 días
<b>Porcentaje de concreto reciclado</b>	6 de 0% 6 de 10% 6 de 20% 6 de 30% 6 de 40%
<b>Unidades de adoquines</b>	30
<b>Total</b>	30
<b>% absorción individual</b>	< 6%

**Fuente:** Elaboración propia

## 2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

**Tabla 7:** *Técnicas de instrumentos y recolección de datos.*

Técnicas	Instrumento	Fuente
<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Análisis físicos de los agregados del concreto reciclado.</li><li>✓ Análisis de la resistencia a la compresión individual de las unidades de albañilería.</li><li>✓ Análisis de absorción al agua y densidad individual de las unidades de albañilería.</li></ul>	Ficha de recolección de datos	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Norma aplicada a cada ensayo</li><li>✓ -ASTM C33</li><li>✓ -ASTM C140 /NTP399.604</li><li>✓ -NTP 399.611</li></ul>

**Fuente:** Elaboración propia

**2.4.1 Técnicas:** Se considera Análisis documental y Observación de Campo.

**2.4.2 Instrumentos:** “En este caso es idóneo siempre que permita fijar información relacionada con la investigación efectuada” (Hernández, Fernández y Baptista 2014, p. 199). Al respecto se realizará dentro del marco del reglamento nacional de construcción, mediante las cuales se hará uso del concreto reciclado para mejorar la resistencia, registrando los valores en las fichas de registro de información, así como las pruebas que se realicen se registrarán a través de los equipos con los cuales se realizan los ensayos para luego analizar los resultados registrados en las fichas y comparar con la información inicial.

**2.4.3 Validez:**

Hernández, et al.2014. “En este caso se asocia el nivel de los datos registrados reflejen lo que se busca” (p.201).

Se realizará los ensayos en un laboratorio que cuenten con autorización para emitir certificados correspondientes. En este caso tendremos que ver mediante el juicio de 3 expertos de la especialidad, considerando criterios que se asocien al estudio y que sean idóneos para los fines de aporte.

**2.4.4 Confiabilidad del Instrumento:** para (Hernández, et al. P. 200) “La seguridad es un instrumento de medición, el cual se refiere al grado de repetición al mismo sujeto que como resultado produce el mismo”.

Los instrumentos serán confiables ya que se obtiene la información tomando en cuenta los certificados de calibración de cada equipo utilizados para el estudio. Que están correctamente calibrados y aptos para hacer los ensayos correspondientes y emitir los certificados respectivos.

**2.4.5 Métodos de análisis de datos:** “Tienen que ver con la información gráfica los estudios de los datos obtenidos mediante procesamiento estadístico. (Córdoba, 2003, p.1). En la investigación el método de análisis es descriptivo porque recolectamos información por medio de, las muestras de bloques en los ensayos de laboratorio. Los datos y resultados obtenidos por el uso de cuadros, fichas, tablas y programas de Excel. Con el cumplimiento de la norma técnica (NTP) 399.611, 2003.

**Unidades de albañilería:** Se realizarán los siguientes procesos:

- Característica física de los agregados
- Diseño de mezcla de la muestra patrón
- Diseño de mezcla con el 10% de concreto reciclado
- Diseño de mezcla con el 20% de concreto reciclado
- Diseño de mezcla con el 30% de concreto reciclado
- Diseño de mezcla con el 40% de concreto reciclado
- Elaboración de los adoquines
- Absorción al agua en los adoquines
- Ensayos de unidades independientes
- Ensayos de resistencia a la compresión
- Ensayos de densidad y absorción

Finalmente se obtiene los resultados por medio del análisis, teniendo en cuenta los instrumentos confiables que permiten recoger los datos que dan en la realidad sin modificarlos, por lo cual se tiene logros de la resistencia. Estos serán procesados para su análisis e interpretación debida.

#### **2.4.6. Aspectos Éticos:**

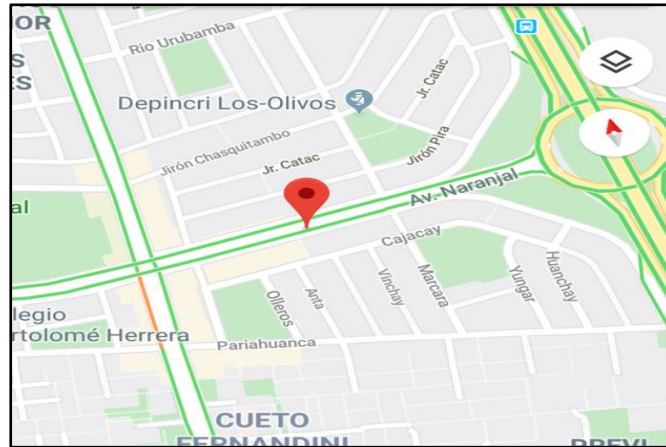
Nuestra investigación será respaldada con todos los ensayos y resultados obtenidos en los laboratorios. Que cumplan con los requisitos establecidos por la entidad académica en cuanto a citas y referencias bibliográficas que se utilizaron en la

presente investigación. Así mismo se destaca los aportes de los investigadores como antecedentes que demuestran el uso del concreto reciclado como agregado en adoquines prefabricados con fines de medir resistencia a la compresión, ampliando el nivel de referencias de revistas e investigaciones en idioma extranjero.

### III.- RESULTADOS:

**3.1 Ubicación (de la recolección de concreto reciclado):** El concreto reciclado fino como materia prima del proyecto son recolectados en la Avenida Naranjal 651, Los Olivos de demoliciones de veredas de una resistencia de 175 kg/cm<sup>2</sup>. La trituración fue realizada en la empresa (FOCSAC - Construcciones Ecológicas). Ubicada en la Calle 5 Mz D1 lote 2 Cooperativa las vertientes zona agropecuaria- cruce con la Av. el sol Villa el Salvador; se encargó de triturar y moler la materia prima con el uso de máquinas trituradoras, para obtener los tamaños requeridos (2 mm a 2.5mm) para los ensayos de granulometría.

**Figura 7.** Localización de los materiales a reciclar



Fuente: Google Maps

**Figura 8.** Localización de trituración de materia prima



Fuente: Google Maps



### 3.2 Descripción del trabajo:

Nuestra investigación se realiza de la siguiente manera:

- Recopilación del concreto reciclado (CR) como materia prima
  - Abastecimiento del concreto reciclado fino (CR)
  - Abastecimiento de los agregados naturales
- Caracterización de los agregados naturales
  - Granulometría del agregado (arena gruesa)
  - Medida de fineza de los agregados (arena gruesa)
  - Pesos unitarios del agregado (arena gruesa)
  - Pesos unitarios compactado del agregado (arena gruesa)
  - Peso específico y la absorción del agregado (arena gruesa)
- Creación de bloque patrón  **$f_c = 320\text{kg/cm}^2$**
- Creación de bloque con el 10% de concreto reciclado
- Creación de bloque con el 20% de concreto reciclado
- Creación de bloque con el 30% de concreto reciclado
- Creación de bloque con el 40% de concreto reciclado
- Elaboración de adoquines
  - Moldeo de adoquines
  - Mesa vibradora de adoquines
  - Fraguado de adoquines
  - Refrentado de adoquines
- Ensayos del concreto endurecido de los adoquines
  - Resistencia a la compresión de los adoquines
  - Resistencia a la absorción de agua de los adoquines
  - Resultado de los ensayos (figuras y tablas).

### 3.3 Desarrollo del caso:

**3.3.1 Recopilación del concreto reciclado:** El concreto reciclado fino como materia prima para la fabricación de los adoquines son recolectados en la Avenida Naranjal 651, Los Olivos de demoliciones de veredas.

El (concreto reciclado fino).fue triturada de la empresa (Focsac).

**Figura 9.** Material reciclado



Fuente: Elaboración propia

**3.3.2 Suministro de los agregados reciclados:** El agregado reciclado fino es obtenido mediante trituraciones mecánicas que fueron realizadas en la empresa FOCSAC.

- Recolección de residuos sólidos de obras civiles.
- reducción a tamaño de muestra de (2mm a 2.5mm) similar a la arena gruesa.

Se procedió a trabajar la identificación de los agregados de nuestra muestra cero.

**3.3.3 Suministro de agregado naturales:** Arena gruesa de la cantera de trapiche. (Puente piedra).

**3.3.4 Caracterización de los materiales (agregados) ASTM C136:** Para continuar con la investigación se realizó el proceso de tamizado manual de los agregados enumerados respectivamente.

**Figura 10.** Tamizado de los agregados



Fuente: **Elaboración propia**

### 3.3.4.1 Características Físicas del Agregado Fino (arena gruesa):

**Tabla 8:** *Características físicas del agregado fino (arena gruesa).*

CARACTERISTICAS FISICAS	
P. Específico. de Masa Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2,505
P. Específico. de Masa Aparente (gr/cm <sup>3</sup> )	2,573
P. Específico. de Masa Aparente (gr/cm <sup>3</sup> )	2,689
P. Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1663
P. Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1456
Humedad de absorción (%)	2.7
Tamaño Máximo (TM)	-
Tamaño Máximo Nominal (TMN)	-
Módulo de Fineza	3.18
% < Malla N°200 (0.75 un)	5.10

Fuente: **Elaboración propia**

En la tabla 8 se aprecia las características físicas, los (TM Y TMN) es una definición que solo se le aplica al agregado grueso (piedra).

### 3.4.4.2 Granulometría de agregado fino (arena gruesa)

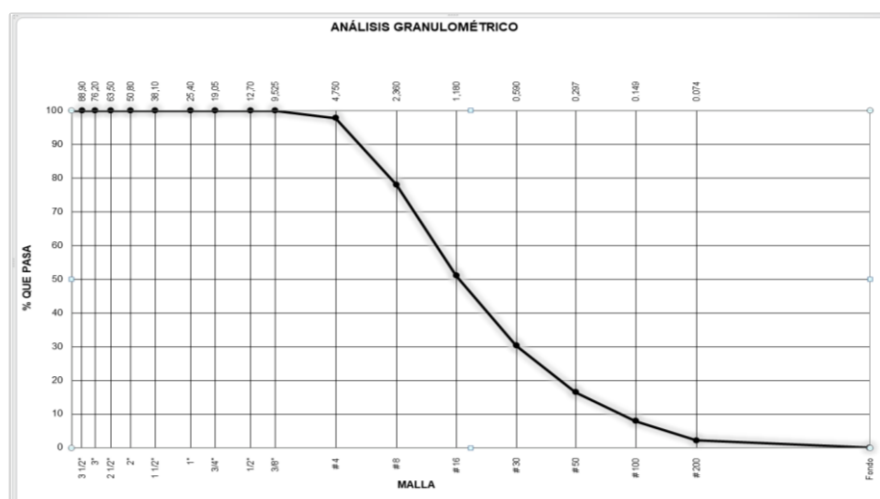
Con el ensayo granulométrico de 995.5 gr del agregado fino (arena gruesa). Este tipo de prueba permitirá identificar el tamaño de cada porcentaje retenido en distintas mallas, desde la de N°3” (76 mm) hasta la malla N°200 (0.074 mm) para poder determinarla cantidad de partículas gruesas y la cantidad de partículas finas para que el agregado obtenido cumpla con la norma técnica (NTP 400.012).

**Tabla 9:** Resultados de ensayo de granulometría.

AGREGADO FINO ASTM C33 – ARENA GRUESA							
MALLA		Peso Ret.(gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret.Acum. (%)	%Pasa Acum.	ASTM “LIM SUP”	ASTM “LIM INF”
3/8”	9.53 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
N° 4	4.75 mm	21.0	2.11	2.11	97.89	95.00	100.00
N°8	2.36 mm	197.3	19.82	21.93	78.07	80.00	100.00
N° 16	1.18 mm	268.4	26.96	48.89	51.11	50.00	85.00
N° 30	0.59 mm	206.9	20.78	69.67	30.33	25.00	60.00
N° 50	0.30 mm	138.1	13.87	83.55	16.45	5.00	30.00
N° 100	0.15 mm	85.3	8.57	92.11	7.89	0.00	10.00
N° 200	0.07 mm	56.8	5.71	97.82	2.18	0.00	5.00
Fondo	0.01 mm	21.7	2.18	100.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 10:** Análisis Granulométrico del agregado fino. (Arena gruesa)



Fuente: Elaboración propia

Curva granulométrica nos determina el grado de finesa del agregado natural, se puede determinar el porcentaje que pasa y el porcentaje retenido del agregado (arena gruesa).

### 3.3.5 Características Físicas del Agregado Fino (Concreto Reciclado)

**Tabla 11:** Características físicas del agregado fino (concreto reciclado).

CARACTERISTICAS FISICAS	
P. Específico. de Masa Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.297
P. Específico. de Masa Aparente (gr/cm <sup>3</sup> )	2.424
P. Específico. de Masa Aparente (gr/cm <sup>3</sup> )	2.631
P. Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1471
P. Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1374
Humedad de absorción (%)	5.5
Tamaño Máximo (TM)	-
Tamaño Máximo Nominal (TMN)	-
Módulo de Fineza	3.57
% < Malla N°200 (0.75 un)	4.29

**Fuente:** elaboración propia

En la tabla 11 se aprecia las características físicas de agregado reciclado, el TM y TMN es una definición que solo se le aplica al agregado grueso (piedra).

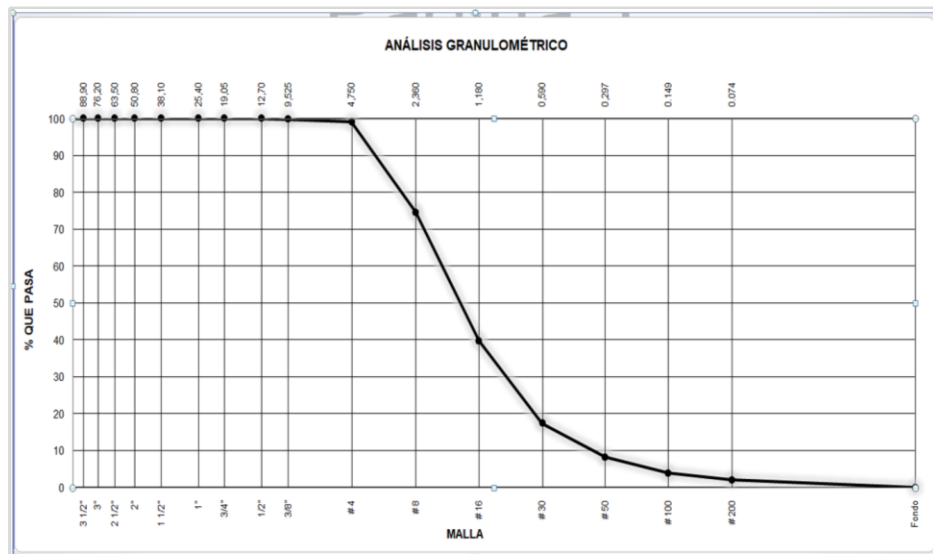
#### 3.3.5.1 Granulometría de agregado fino (concreto reciclado)

**Tabla: 12** Resultados de ensayo de granulometría

AGREGADO FINO ASTM C33 – CONCRETO RECICLADO							
MALLA		Peso Ret.(gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret.Acum. (%)	%Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
½"	12.70 mm	0.0	0.0	0.0	100.00	100.00	100.00
3/8"	9.53 mm	1.2	0.19	0.19	99.81	100.00	100.00
N° 4	4.75 mm	4.6	0.72	0.90	99.10	95.00	100.00
N°8	2.36 mm	157.5	24.54	25.44	74.56	80.00	100.00
N° 16	1.18 mm	223.2	34.77	60.21	39.79	50.00	85.00
N° 30	0.59 mm	143.7	22.39	82.60	17.40	25.00	60.00
N° 50	0.30 mm	59.0	9.19	91.79	8.21	5.00	30.00
N° 100	0.15 mm	27.5	4.28	96.07	3.93	0.00	10.00
N° 200	0.07 mm	12.4	1.93	98.01	1.99	0.00	5.00
Fondo	0.01 mm	12.8	1.99	100.00	0.00	0.00	0.00

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 13:** Análisis granulométrico del agregado fino. (Concreto reciclado)



**Fuente:** Elaboración propia

**Análisis:** Datos obtenidos de 640gr de agregado reciclado, en la curva granulométrica se puede apreciar una semejanza a la de agregado natural (arena gruesa). Así mismo el ASTM C33 se refiere si el agredo no cumple con una o más características de calidad y se demuestra que se puede superar la resistencia a la compresión del diseño se puede utilizar el agregado.

### 3.3.6 Diseño de Mezclas:

#### 3.3.6.1 Diseño de Mezclas Patrón: $f'_{cr}=320\text{kg/cm}^2$

**Relación Agua y Cemento (a/c):** La norma ASTM 33 “Requisitos de calidad de los agregados para la elaboración de concreto y mortero” indica que la forma de demostrar la metodología y calidad de los agregados es mediante los ensayos de resistencia a la compresión los cuales indica que deben ser menores a la de los diseños.

ACI 211 corresponde el diseño de concreto convencional donde se mide el asentamiento y las resistencias se basan en probetas cilíndricas, en nuestro trabajo hemos utilizado metodología empírica utilizamos para los cálculos, ensayos físicos en agregados.

Para el autor. (Montejo, 2013, p 165 y 166) señala en resumen la elección de cada agregado a dosificar para luego poder determinar el grado de trabajabilidad para una buena elaboración de la mezcla.

Para el proceso de elaboración y diseño de mezcla de la muestra patrón se tendrá como referencia el método de diseño ACI-211.1 que se realizaran con el uso de información obtenida de la siguiente tabla:

**Tabla 14:** *Diseño de la mezcla patrón  $f'_{cr}=320\text{kg/cm}^2$*

<b>Módulo de fineza</b>	<b>3.18</b>
<b>Tamaño máximo nominal</b>	<b>-</b>
<b>Peso unitario seco (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2.505</b>
<b>Peso unitario compactado (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1663</b>
<b>Contenido de humedad (%)</b>	<b>2.7</b>
<b>Porcentaje de absorción (%)</b>	<b>2.7</b>

Fuente: Elaboración propia

### Resistencia a la compresión requerida

$$F'_{m} = 320\text{kg/cm}^2$$

### Relación agua cemento

$$R_{a/c} = 0.35$$

Concreto de mezcla seca (concreto vibrado)

**Tabla 15:** *Cálculo del volumen de agregados*

Insumo	Peso específico	Volume absoluto					
Cemento Apu tipo 1	3050 kg/m <sup>3</sup>	0.1967 m <sup>3</sup>					
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>	0.21 m <sup>3</sup>					
Aire	-	0.0300 m <sup>3</sup>	Humedad	absorción	Modulo fineza	P-U suelto	
Agregado fino reciclado	2297 kg/m <sup>3</sup>	-	0.20 %	5.50 %	3.57	1354	
Agregado fino	2575 kg/m <sup>3</sup>	-	6.00%	1.50 %	2.95	1505	
Vol. de pasta			0.4363 m <sup>3</sup>	- Vol. De agregados			0.5633 m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 15 se muestran los pesos específicos de los agregados y volumen absoluto para calcular los volúmenes de pasta y agregados en m<sup>3</sup> para el volumen de tanda.

**Tabla 16:** *Diseño de la mezcla patrón  $f'_{cr}=320\text{kg/cm}^2$*

<b>DISEÑO DE MEZCLA PATRON SECA X M3 (VOL. DE PRUEBA 0.015)</b>	
<b>INSUMO</b>	<b>PESO SECO</b>
<b>CEMENTO</b>	<b>600Kg</b>
<b>AGUA</b>	<b>210 L</b>
<b>ARENA</b>	<b>1450Kg</b>
<b>AGF. RECICLADO</b>	<b>-</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 17:** *Diseño de la mezcla patrón  $f'_{cr}=320\text{kg/cm}^2$*

<b>DISEÑO DE MEZCLA PATRON HUMEDAD X M3 (VOL DE PRUEBA 0.015)</b>	
<b>INSUMO</b>	<b>PESO HUMEDO</b>
<b>CEMENTO</b>	<b>600Kg</b>
<b>AGUA</b>	<b>145 L</b>
<b>ARENA</b>	<b>1537Kg</b>
<b>AF. RECICLADO</b>	<b>-</b>

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 16 y 17 se trabajó con una tanda de prueba de 0.015 m<sup>3</sup> cantidad de agregado requerida que se multiplica por cada uno de los componentes se obtendrá los resultados en kilogramos.

<b>Volumen de tanda de prueba 0.015 m3</b>	
Cemento Apu tipo 1	9.24kg
Agua	2.23 L
Agregado fino reciclado	0 kg
Agregado fino	23.7kg

<b>Proporción en volumen de obra</b>		
<b>CEMENTO</b>	<b>AF</b>	<b>AGUA</b>
<b>1</b>	<b>2.6</b>	<b>14.1 L / bolsa</b>

-Cantidad de agregados en kilogramos para la elaboración de los adoquines



### 3.3.6.2 Diseño de mezcla al 10% de agregado reciclado:

#### Resistencia a la compresión requerida

$$f'_{cm} = 320 \text{ kg/cm}^2$$

#### Relación agua cemento

$$R_{a/c} = 0.35$$

Concreto de mezcla seca (concreto vibrado)

**Tabla 18:** Cálculo de volumen agregado al concreto reciclado

Insumo	Peso específico	Volumen absoluto				
Cemento Apu tipo 1	3050 kg/m <sup>3</sup>	0.1967 m <sup>3</sup>				
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>	0.21 m <sup>3</sup>				
Aire	–	0.0300 m <sup>3</sup>	Humedad	absorción	Modulo fineza	P-U suelto
Agregado fino reciclado	2297 kg/m <sup>3</sup>	–	0.20 %	5.50 %	3.57	1354
Agregado fino	2575 kg/m <sup>3</sup>	–	5.80%	1.50 %	2.95	1505

Vol. de pasta      0.4367 m<sup>3</sup>

Vol. De agregados    0.5633 m<sup>3</sup>

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 18 se muestran los pesos específicos de los agregados y volumen absoluto para calcular los volúmenes de pasta y agregados en m<sup>3</sup> para el volumen de tanda.

**Tabla 19:** Diseño de mezcla seca con 10 % de agregado reciclado  $f'_{cr}=320 \text{ kg/cm}^2$

DISEÑO DE MEZCLA SECA CON 10 % DE AGREGADO RECICLADO	
FINO X M3 (VOL. DE PRUEBA 0.015)	
INSUMO	PESO SECO
CEMENTO	600Kg
AGUA	210 L
ARENA	1305Kg
AF. RECICLADO	130Kg

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 20:** Diseño de mezcla húmeda con 10 % de agregado reciclado  $f'_{cr}=320\text{kg/cm}^2$

<b>DISEÑO DE MEZCLA HUMEDA CON 10 % DE AGREGADO RECICLADO FINO X M3 (VOL. DE PRUEBA 0.015)</b>	
<b>INSUMO</b>	<b>PESO HUMEDO</b>
<b>CEMENTO</b>	<b>600Kg</b>
<b>AGUA</b>	<b>161 L</b>
<b>ARENA</b>	<b>1381Kg</b>
<b>AF. RECICLADO</b>	<b>130Kg</b>

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 19 y 20 se trabajó con una tanda de prueba de 0.015 m3 cantidad de agregado requerida que se multiplica por cada uno de los componentes se obtendrá los resultados en kilogramos.

<b>Volumen de tanda de prueba 0.015 m3</b>	
Cemento Apu tipo 1	9.24kg
Agua	2.48 L
Agregado fino reciclado	2.0 kg
Agregado fino	21.3kg

<b>Proporción en volumen de obra</b>			
<b>CEMENTO</b>	<b>AF</b>	<b>AG</b>	<b>AGUA</b>
<b>1</b>	<b>2.3</b>	<b>2.4</b>	<b>11.4 L / bolsa</b>

- Cantidad de agregados en kilogramos para la elaboración de los adoquines.

### 3.3.6.3 Diseño de mezcla al 20% de agregado reciclado

#### Resistencia a la compresión requerida

$$F'_{m} = 320\text{kg/cm}^2$$

#### Relación agua cemento

$$R_{a/c} = 0.35$$

Concreto de mezcla seca (concreto vibrado)

**Tabla 21:** *Cálculo de volumen agregado*

Insumo	Peso específico	Volumen absoluto				
Cemento Apu tipo 1	3050 kg/m <sup>3</sup>	0.2061 m <sup>3</sup>				
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>	0.2200 m <sup>3</sup>				
Aire	–	0.0300 m <sup>3</sup>	Humedad	Absorción	Modulo fineza	P-U suelto
Agregado fino reciclado	2297 kg/m <sup>3</sup>	–	0.20 %	5.50 %	3.57	1354
Agregado fino	2575 kg/m <sup>3</sup>	–	4.70%	1.50 %	2.95	1505

Vol. de pasta 0.4561 m<sup>3</sup>

Vol. De agregados 0.5439 m<sup>3</sup>

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 21 se muestran los pesos específicos de los agregados y volumen absoluto para calcular los volúmenes de pasta y agregados en m<sup>3</sup> en proporción al volumen de tanda.

**Tabla 22:** *Diseño de mezcla seca con 20 % de agregado reciclado  $f'_{cr}=320\text{kg/cm}^2$* 

<b>DISEÑO DE MEZCLA SECA CON 20 % DE AGREGADO RECICLADO FINO X M3 (VOL. DE PRUEBA 0.015)</b>	
<b>INSUMO</b>	<b>PESO SECO</b>
<b>CEMENTO</b>	<b>600Kg</b>
<b>AGUA</b>	<b>220 L</b>
<b>ARENA</b>	<b>1120Kg</b>
<b>AF. RECICLADO</b>	<b>250Kg</b>

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 23:** *Diseño de mezcla húmeda con 20 % de agregado reciclado  $f'_{cr}=320\text{kg/cm}^2$* 

<b>DISEÑO DE MEZCLA HUMEDA CON 20 % DE AGREGADO RECICLADO FINO X M3 (VOL. DE PRUEBA 0.015)</b>	
<b>INSUMO</b>	<b>PESO HUMEDO</b>
<b>CEMENTO</b>	<b>600Kg</b>
<b>AGUA</b>	<b>197 L</b>
<b>ARENA</b>	<b>1173Kg</b>
<b>AF. RECICLADO</b>	<b>250Kg</b>

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 22 y 23 se trabajó con una tanda de prueba de 0.015 m<sup>3</sup> cantidad de agregado requerida que se multiplica por cada uno de los componentes se obtendrá los resultados en kilogramos.

Volumen de tanda de prueba 0.015 m <sup>3</sup>	
Cemento Apu tipo 1	9.68kg
Agua	3.04 L
Agregado fino reciclado	3.9 kg
Agregado fino	18.1 kg

Proporción en volumen de obra			
CEMENTO	AF	AG	AGUA
1	1.9	4.4	13.3 L / bolsa

- Cantidad de agregados en kilogramos para la elaboración de los adoquines.

### 3.3.6.4 Diseño de mezcla al 30% de agregado reciclado

#### Resistencia a la compresión requerida

$$F'm = 320\text{kg/cm}^2$$

#### Relación agua cemento

$$R a/c = 0.35$$

Concreto de mezcla seca (concreto vibrado)

**Tabla 24:** Cálculo de volumen agregado

Insumo	Peso específico	Volumen absoluto				
Cemento Apu tipo 1	3050 kg/m <sup>3</sup>	0.2061 m <sup>3</sup>				
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>	0.2200 m <sup>3</sup>				
Aire	—	0.0300 m <sup>3</sup>	Humedad	Absorción	Modulo	P-U
Agregado fino reciclado	2297 kg/m <sup>3</sup>	—	0.20 %	5.50 %	3.57	1354
Agregado fino	2575 kg/m <sup>3</sup>	—	4.70%	1.50 %	2.95	1505

Vol. de pasta 0.4561 m<sup>3</sup>

Vol. De agregados 0.5439 m<sup>3</sup>

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 24 se muestran los pesos específicos de los agregados y volumen absoluto para calcular los volúmenes de pasta y agregados en m<sup>3</sup> en proporción al volumen de tanda.

**Tabla 25:** Diseño con 30 % de agregado reciclado  $f'_{cr}=320\text{kg/cm}^2$

<b>DISEÑO DE MEZCLA SECA CON 30 % DE AGREGADO RECICLADO FINO X M3 (VOL. DE PRUEBA 0.015)</b>	
<b>INSUMO</b>	<b>PESO SECO</b>
<b>CEMENTO</b>	<b>629Kg</b>
<b>AGUA</b>	<b>220 L</b>
<b>ARENA</b>	<b>980Kg</b>
<b>AF. RECICLADO</b>	<b>375Kg</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 26:** Diseño con 30 % de agregado reciclado  $f'_{cr}=320\text{kg/cm}^2$

<b>DISEÑO DE MEZCLA HUMEDA CON 30 % DE AGREGADO RECICLADO FINO X M3 (VOL. DE PRUEBA 0.015)</b>	
<b>INSUMO</b>	<b>PESO HUMEDO</b>
<b>CEMENTO</b>	<b>600Kg</b>
<b>AGUA</b>	<b>208 L</b>
<b>ARENA</b>	<b>1026Kg</b>
<b>AF. RECICLADO</b>	<b>376Kg</b>

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 25 y 26 se trabajó con una tanda de prueba de 0.015 m<sup>3</sup> cantidad requerida que se multiplica por cada uno de los componentes se obtendrá los resultados en kilogramos.

<b>Volumen de tanda de prueba 0.015 m<sup>3</sup></b>	
Cemento Apu tipo 1	9.68kg
Agua	3.21 L
Agregado fino reciclado	5.8 kg
Agregado fino	15.8 kg

<b>Proporción en volumen de obra</b>			
<b>CEMENTO</b>	<b>AF</b>	<b>AG</b>	<b>AGUA</b>
<b>1</b>	<b>1.6</b>	<b>6.6</b>	<b>14.1 L / bolsa</b>

- Cantidad de agregados en kilogramos para la elaboración de los adoquines

### 3.3.6.5 Diseño de mezcla al 40% de agregado reciclado

#### Resistencia a la compresión requerida

$$f'_{cm} = 320 \text{ kg/cm}^2$$

#### Relación agua cemento

$$R_{a/c} = 0.35$$

Concreto de mezcla seca (concreto vibrado)

**Tabla 27:** Cálculo de volumen agregado

Insumo	Peso específico	Volumen absoluto				
Cemento Apu tipo 1	3050 kg/m <sup>3</sup>	0.2061 m <sup>3</sup>				
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>	0.2200 m <sup>3</sup>				
Aire	–	0.0300 m <sup>3</sup>	Humedad	Absorción	Modulo fineza	P-U suelto
Agregado fino reciclado	2297 kg/m <sup>3</sup>	–	0.20 %	5.50 %	3.57	1354
Agregado fino	2575 kg/m <sup>3</sup>	–	4.70%	1.50 %	2.95	1505

Vol. de pasta 0.4561 m<sup>3</sup>

Vol. De agregados 0.5439 m<sup>3</sup>

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 27 se muestran los pesos específicos de los agregados y volumen absoluto para calcular los volúmenes de pasta y agregados en m<sup>3</sup> en proporción al volumen de tanda.

**Tabla 28:** Diseño con 40 % de agregado reciclado  $f'_{cr}=320 \text{ kg/cm}^2$

DISEÑO DE MEZCLA SECA CON 40 % DE AGREGADO REICLADO FINO X M3 (VOLUMEN DE PRUEBA 0.015)	
INSUMO	PESO SECO
CEMENTO	629Kg
AGUA	210 L
ARENA	980Kg
AF. REICLADO	375Kg

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 29:** Diseño con 40 % de agregado reciclado  $f'_{cr}=320\text{kg/cm}^2$

<b>DISEÑO DE MEZCLA HUMEDA CON 40 % DE AGREGADO RECICLADO FINO X M3 (VOLUMEN DE PRUEBA 0.015)</b>	
<b>INSUMO</b>	<b>PESO HUMEDO</b>
<b>CEMENTO</b>	<b>629Kg</b>
<b>AGUA</b>	<b>250 L</b>
<b>ARENA</b>	<b>980Kg</b>
<b>AF. RECICLADO</b>	<b>375Kg</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

En la tabla 28 y 29 se trabajó con una tanda de prueba de 0.015 m<sup>3</sup> cantidad requerida que se multiplica por cada uno de los componentes se obtendrá los resultados en kilogramos.

<b>Volumen de tanda de prueba 0.015 m<sup>3</sup></b>	
Cemento Apu tipo 1	9.68kg
Agua	3.38 L
Agregado fino reciclado	7.7 kg
Agregado fino	13.5 kg

<b>Proporción en volumen de obra</b>			
<b>CEMENTO</b>	<b>AF</b>	<b>AG</b>	<b>AGUA</b>
<b>1</b>	<b>1.4</b>	<b>8.8</b>	<b>14.8 L / bolsa</b>

- Cantidad de agregados en kilogramos para la elaboración de los adoquines

### 3.3.7 Propiedades físicas de los adoquines con y sin agregado reciclado

**Tabla 30.** *Propiedades físicas adoquín con 0 % de agregado reciclado.*

	Nº MUESTRA	CARACTERIISTICAS			
		DIMENSIONES			PESO (kg)
		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	
0%	1	20.04	10.01	6.03	2.110
	2	20.1	10.11	6.04	2.155
	3	20.06	10.1	6.03	2.190
	4	20.07	10.13	6.10	2.180
	5	20.01	10.11	6.04	2.555
	6	20.11	10.11	6.11	2.010

**Fuente:** Elaboración propia.

Dimensiones y características físicas tomados de 6 adoquines de la muestra patrón (0%) con el uso de instrumentos (balanza electrónica, y un vernier electrónico).

**Tabla 31.** *Propiedades físicas adoquín con 10% de agregado reciclado.*

	Nº MUESTRA	CARACTERIISTICAS			
		DIMENSIONES			PESO (kg)
		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	
Muestras con agregado reciclado fino 10%	1	20.06	10.1	6.06	2.135
	2	20.05	10.06	6.01	2.040
	3	20.01	10.04	6.04	2.060
	4	20.12	10.11	6.11	2.050
	5	20.04	10.12	6.07	2.095
	6	20.01	10.04	6.10	2.260

**Fuente:** Elaboración propia.

Dimensiones y características físicas tomados de 6 adoquines con agregado reciclado fino (10%) con el uso de instrumentos (balanza electrónica, y un vernier electrónico).



**Tabla 32.** *Propiedades físicas adoquín con 20% de agregado reciclado.*

	N° MUESTRA	CARACTERIISTICAS			
		DIMENSIONES			PESO (kg)
		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	
Muestras con agregado reciclado fino 20%	1	20.01	10.11	6.03	2.485
	2	20.01	10.12	6.04	2.530
	3	20.04	10.08	6.03	2.595
	4	20.10	10.04	6.10	2.490
	5	20.06	10.1	6.04	2.535
	6	20.10	10.11	6.11	2.560

**Fuente:** Elaboración propia.

Dimensiones y características físicas tomados de 6 adoquines con agregado reciclado fino (20%) con el uso de instrumentos (balanza electrónica, y un vernier electrónico).

**Tabla 33.** *Propiedades físicas adoquín con 30% de agregado reciclado.*

	N° MUESTRA	CARACTERISTICAS			
		DIMENSIONES			PESO (kg)
		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	
Muestras con agregado reciclado fino 30%	1	20.04	10.12	6.06	2.690
	2	20.01	10.05	6.01	2.655
	3	20.03	10.06	6.04	2.445
	4	20.04	10.14	6.11	2.335
	5	20.1	10.12	6.07	2.455
	6	20.06	10.07	6.01	2.325

**Fuente:** Elaboración propia.

Dimensiones y características físicas tomados de 6 adoquines con agregado reciclado fino (30%) con el uso de instrumentos (balanza electrónica, y un vernier electrónico).

**Tabla 34.** *Propiedades físicas adoquín con 40% de agregado reciclado*

Muestras con agregado reciclado fino 40%	N° MUESTRA	CARACTERIISTICAS			
		DIMENSIONES			PESO (kg)
		LARGO	ANCHO	ALTURA (cm)	
1	20.10	10.11	6.11	2.600	
2	20.03	10.06	6.03	2.385	
3	20.04	10.04	6.05	2.335	
4	20.10	10.12	6.01	2.500	
5	20.10	10.11	6.05	2.525	
6	20.11	10,03	6.10	2.320	

**Fuente:** Elaboración propia

Dimensiones y características físicas tomados de 6 adoquines con agregado reciclado fino (40%) con el uso de instrumentos (balanza electrónica, y un vernier electrónico).

**Tabla35:** *Peso de promedio de muestras*

Propiedades físicas de los adoquines	
porcentajes de agregado reciclado en las muestras	Peso en kg
Muestra (1) 0%	2.246
Muestra (2) 10%	2.112
Muestra (3) 20%	2.472
Muestra (4) 30%	2.625
Muestra (5) 40%	2.466

**Fuente:** Elaboración propia

**Análisis:** se observa en la tabla 35 la variación más notable sobre las propiedades física que vendría ser el peso. Fueron elaborados artesanalmente con el uso de una mesa vibradora, donde se pudo apreciar mayor peso en algunas unidades. Por el mayor tiempo de vibrado obtenido, por el cual se encontró una diferencia de pesos al adoquín convencional.

### 3.3.8 Resultados de los ensayos (Resistencia a la Compresión)

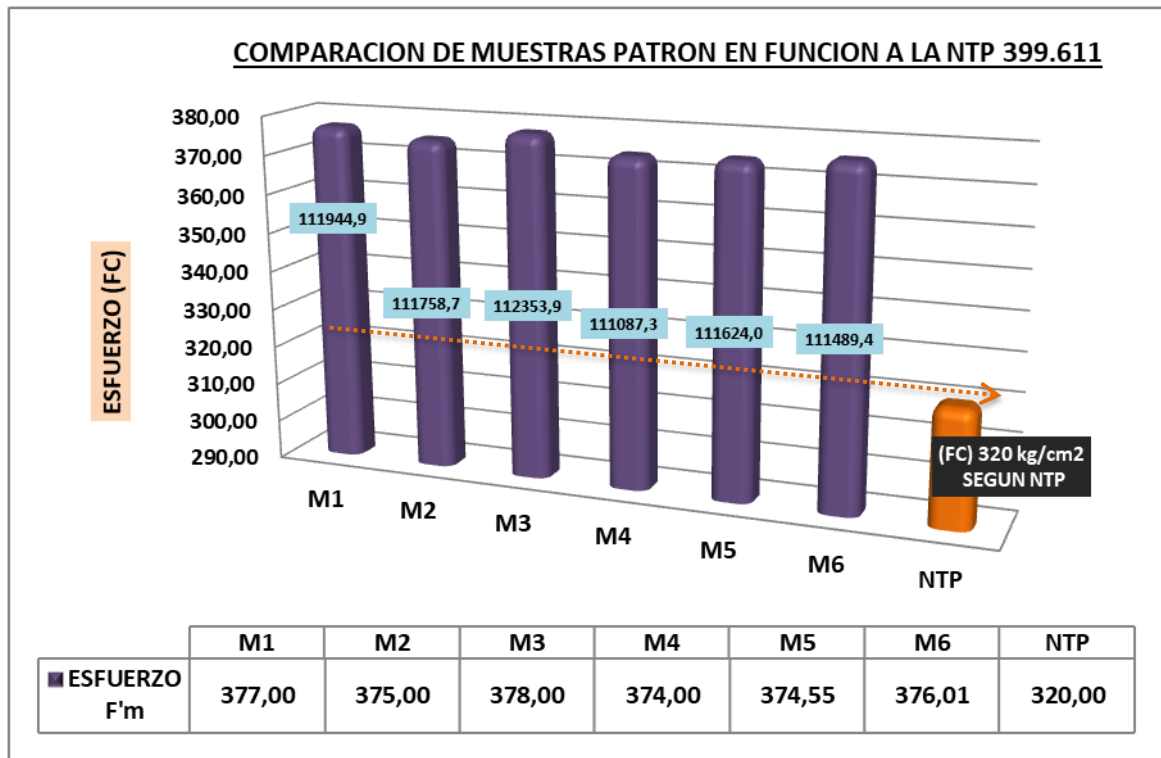
#### 3.3.8.1 Muestra Patrón y su resistencia a la compresión ASTM C140 7 NTP 399.604

**Tabla 36:** Resistencia a la compresión (0% de agregado reciclado)

% DE AGREGADO	MUESTRAS	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	Factor de Corrección	FUERZA MÁXIMA (kg)	ÁREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO F'm	PROMEDIO
0%	1	28	10,1	20,04	6,03	0,68	111944,9	202,4	377 kg/cm <sup>2</sup>	376 kg/cm <sup>2</sup>
	2	28	10,11	20,1	6,04	0,68	111758,7	203,2	375 kg/cm <sup>2</sup>	
	3	28	10,1	20,06	6,03	0,68	112353,9	202,6	378 kg/cm <sup>2</sup>	
	4	28	10,13	20,07	6,10	0,68	111087,3	203,3	374 kg/cm <sup>2</sup>	
	5	28	10,11	20,1	6,04	0,68	111624,0	203,2	375 kg/cm <sup>2</sup>	
	6	28	10,11	20,11	6,11	0,69	111489,4	203,3	376 kg/cm <sup>2</sup>	

Fuente: Elaboración propia

**Figura N<sup>o</sup> 11:** Comparación de resistencias en función al 0 % de Agregado Reciclado



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** Las resistencias obtenidas en los ensayos de compresión de 6 unidades de la muestra patrón sin agregado reciclado se pudo alcanzar una resistencia promedio de 376 kg/cm<sup>2</sup>. Logrando estar sobre lo permitido para pavimentos de uso peatonal establecido por la norma NTP 399.611.

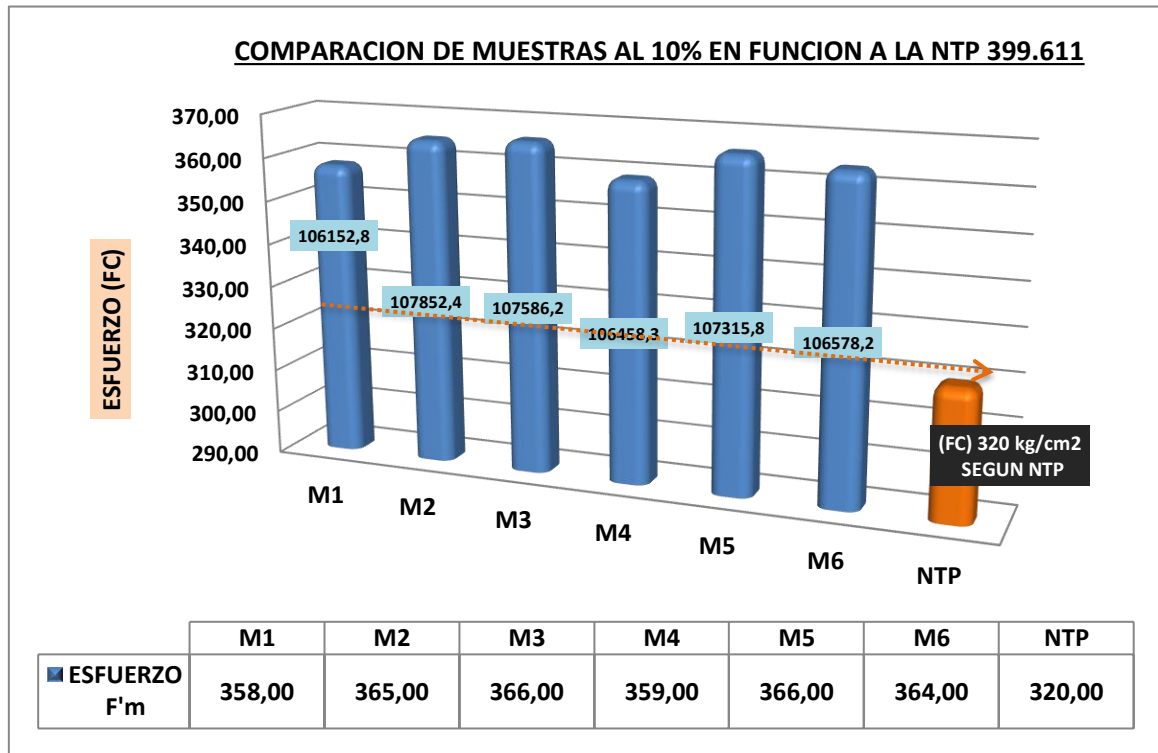
### 3.3.8.2 Muestra con 10% de Agregado Reciclado y su resistencia a la compresión ASTM C140 7 NTP 399.604

**Tabla 37:** Resistencia a la compresión (10% de agregado reciclado)

% AGREGADO	MUESTRAS	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	Factor de Corrección	FUERZA MÁXIMA (kg)	ÁREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO F'm	PROMEDIO
10%	M1	28	10,1	20,06	6,06	0,68	106152,8	202,6	358 kg/cm <sup>2</sup>	363 kg/cm <sup>2</sup>
	M2	28	10,06	20,05	6,01	0,68	107852,4	201,7	365 kg/cm <sup>2</sup>	
	M3	28	10,04	20,01	6,04	0,68	107586,2	200,9	366 kg/cm <sup>2</sup>	
	M4	28	10,11	20,12	6,11	0,69	106458,3	203,4	359 kg/cm <sup>2</sup>	
	M5	28	10,04	20,04	6,07	0,69	107315,8	201,2	366 kg/cm <sup>2</sup>	
	M6	28	10,06	20,01	6,1	0,69	106578,2	201,3	364 kg/cm <sup>2</sup>	

Fuente: Elaboración propia

**Figura12:** Comparación de resistencias en función al 10 % de Agregado Reciclado



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** Los resultados obtenidos de las 6 muestras con un 10% de agregado reciclado fino, nos indican que todas las muestras superan la resistencia a 320 kg/cm<sup>2</sup> según NTP 399.611. Tomando como ejemplo solo la muestra (M1), bajo una fuerza de 106152.8 kg se obtiene un nivel de compresión de 358 kg/cm<sup>2</sup>, superando la Norma Técnica vigente.

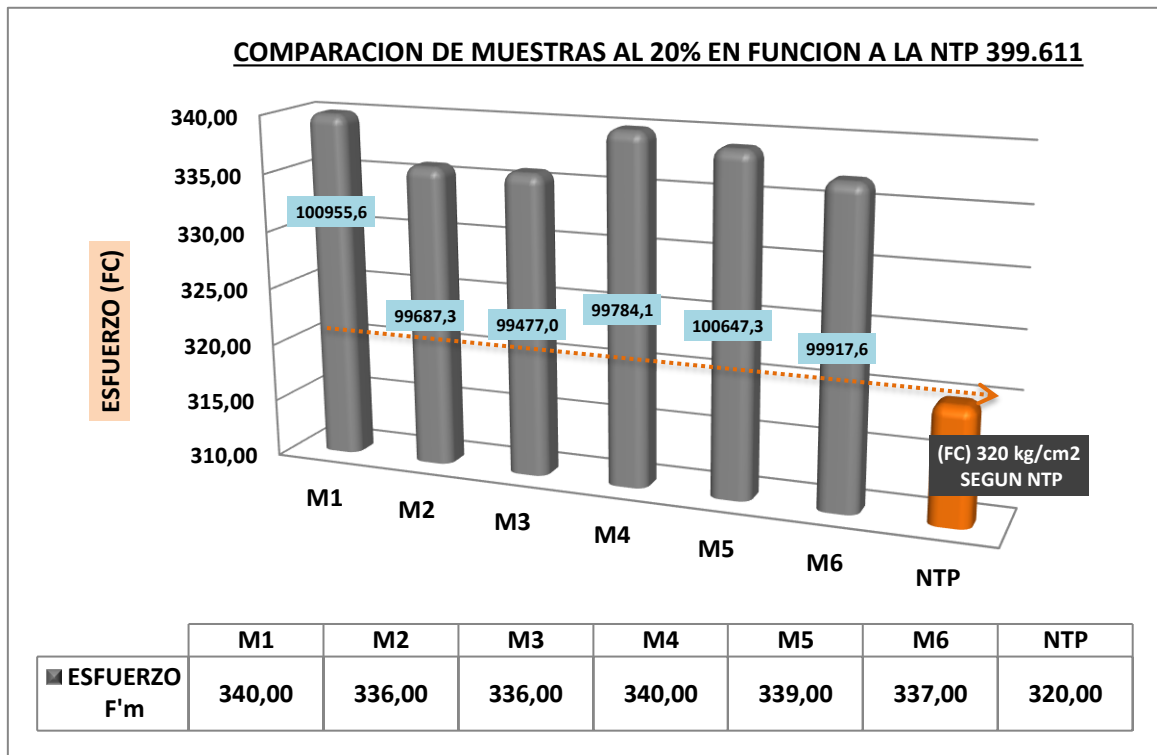
### 3.3.8.3 Muestra con 20% de Agregado Reciclado y su resistencia a la compresión ASTM C140 7 NTP 399.604

**Tabla 38:** Resistencia a la compresión (20% de agregado reciclado)

% AGREGADO	MUESTRAS	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	Factor de Corrección	FUERZA MÁXIMA (kg)	ÁREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO F'm	PROMEDIO
20%	M1	28	10,11	20,01	6,03	0,68	100955,6	202,3	340 kg/cm <sup>2</sup>	338 kg/cm <sup>2</sup>
	M2	28	10,12	20,01	6,04	0,68	99687,3	202,5	336 kg/cm <sup>2</sup>	
	M3	28	10,08	20,04	6,03	0,68	99477,0	202,0	336 kg/cm <sup>2</sup>	
	M4	28	10,04	20,1	6,1	0,69	99784,1	201,8	340 kg/cm <sup>2</sup>	
	M5	28	10,1	20,06	6,04	0,68	100647,3	202,6	339 kg/cm <sup>2</sup>	
	M6	28	10,11	20,1	6,11	0,68	99917,6	203,2	337 kg/cm <sup>2</sup>	

Fuente: Elaboración propia

**Figura 13:** Comparación de resistencias en función al 20 % de Agregado Reciclado



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** Los resultados obtenidos de las 6 muestras con un 20% de agregado reciclado fino, nos indican que todas las muestras superan la resistencia a 320 kg/cm<sup>2</sup> según NTP 399.611. Tomando como ejemplo solo la muestra (M3), bajo una fuerza de 99477.0 kg se obtiene un nivel de compresión de 336 kg/cm<sup>2</sup>, superando la Norma Técnica vigente.

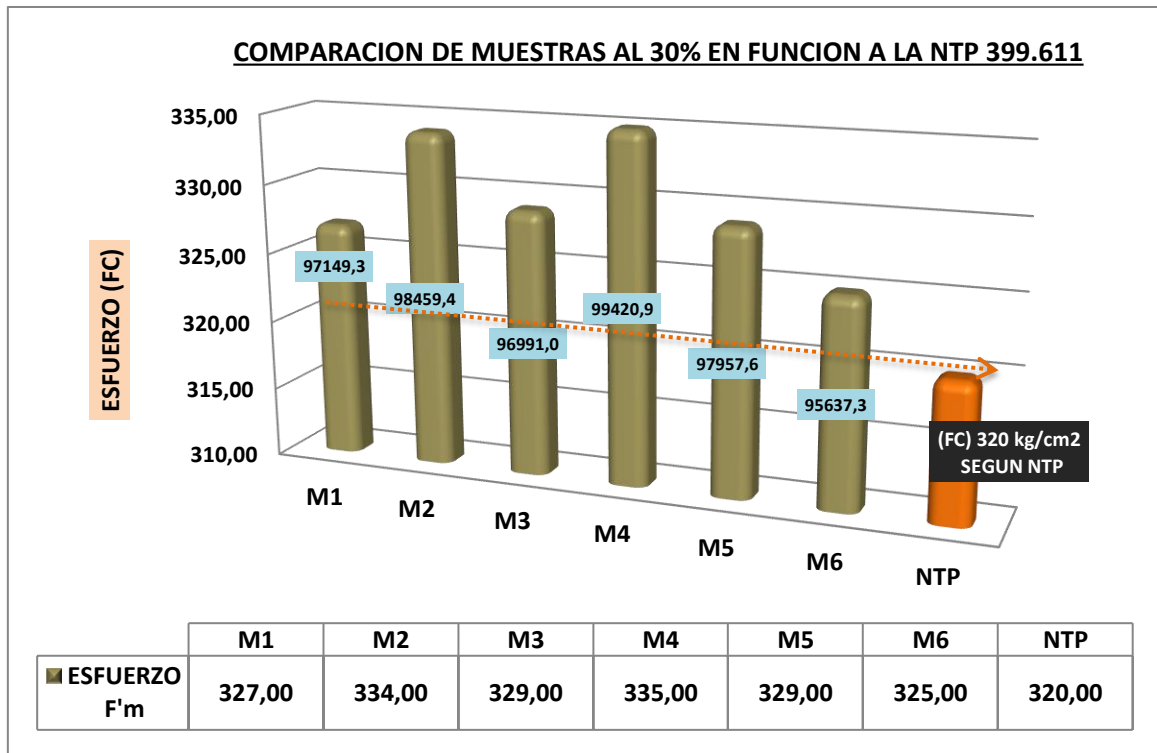
### 3.3.8.4 Muestra con 30% de Agregado Reciclado y su resistencia a la compresión ASTM C140 7 NTP 399.604

**Tabla 39.** Resistencia a la compresión (30 % de agregado reciclado)

% AGREGADO	MUESTRAS	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	Factor de Corrección	FUERZA MÁXIMA (kg)	ÁREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO F'm	PROMEDIO
30%	M1	28	10,12	20,04	6,06	0,68	97149,3	202,8	327 kg/cm <sup>2</sup>	330 kg/cm <sup>2</sup>
	M2	28	10,05	20,01	6,01	0,68	98459,4	201,1	334 kg/cm <sup>2</sup>	
	M3	28	10,6	20,03	6,04	0,68	96991	201,5	329 kg/cm <sup>2</sup>	
	M4	28	10,14	20,04	6,11	0,68	99420,9	203,2	335 kg/cm <sup>2</sup>	
	M5	28	10,12	20,1	6,07	0,68	97957,6	203,4	329 kg/cm <sup>2</sup>	
	M6	28	10,07	20,06	6,1	0,69	95637,3	202,0	325 kg/cm <sup>2</sup>	

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 14:** Comparación de resistencias en función al 30% de Agregado Reciclado



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** Los resultados obtenidos de las 6 muestras con un 30% de agregado reciclado fino, nos indican que todas las muestras superan la resistencia a 320 kg/cm<sup>2</sup> según NTP 399.611. Tomando como ejemplo solo la muestra (M6), bajo una fuerza de 95637.3 kg se obtiene un nivel de compresión de 325 kg/cm<sup>2</sup>, superando la Norma Técnica vigente.

### 3.3.8.5 Muestra con 40% de Agregado Reciclado y su resistencia a la compresión ASTM C140 7 NTP 399.604

**Tabla 40.** Resistencia a la compresión (40 % de agregado reciclado)

% AGREGADO	MUESTRAS	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	Factor de Corrección	FUERZA MÁXIMA (kg)	ÁREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO F'm	PROMEDIO
40%	M1	28	10,11	20,1	6,11	0,69	94242,7	203,2	318 kg/cm <sup>2</sup>	316 kg/cm <sup>2</sup>
	M2	28	10,06	20,03	6,03	0,68	92053,3	201,5	312 kg/cm <sup>2</sup>	
	M3	28	10,04	20,04	6,05	0,68	92855,3	201,2	316 kg/cm <sup>2</sup>	
	M4	28	10,12	20,1	6,01	0,68	94842	203,4	317 kg/cm <sup>2</sup>	
	M5	28	10,11	20,1	6,05	0,68	93801,8	203,2	315 kg/cm <sup>2</sup>	
	M6	28	10,03	20,11	6,1	0,69	92671,7	201,7	316 kg/cm <sup>2</sup>	

Fuente: Elaboración propia

**Figura 15:** Comparación de resistencias en función al 40% de Agregado Reciclado

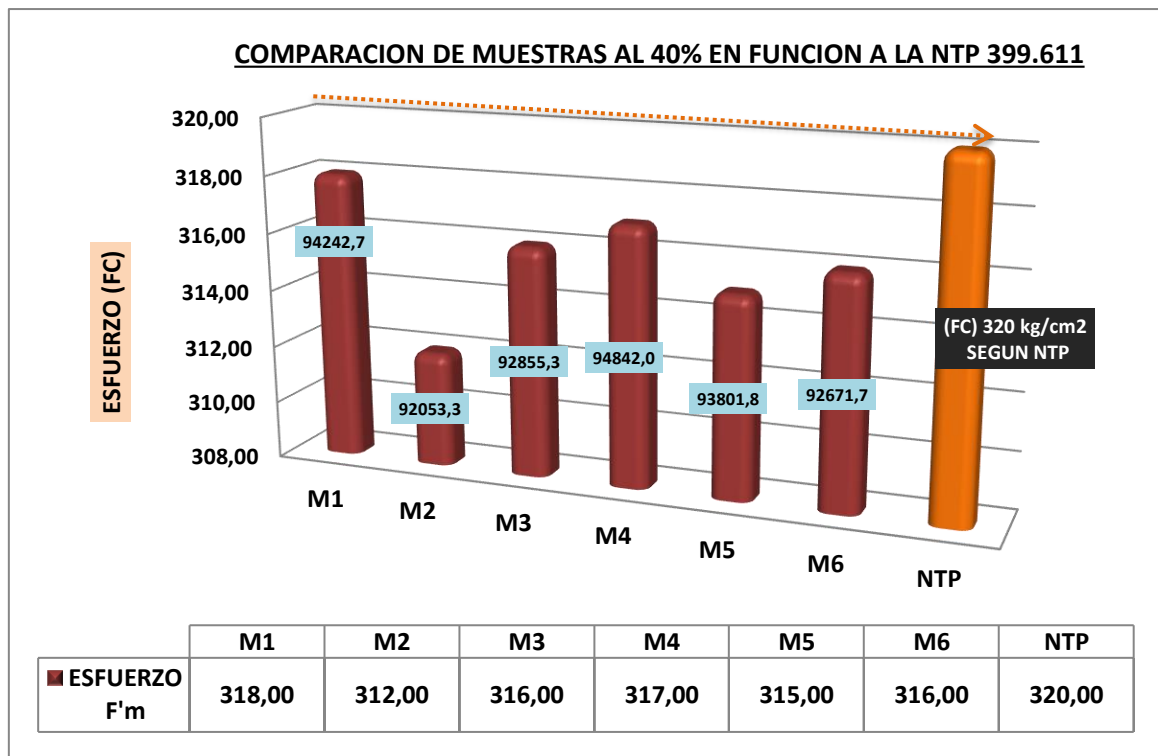


Figura: Elaboración propia

**Interpretación:** Los resultados obtenidos de las 6 muestras con un 40% de agregado reciclado fino, nos indican que todas las muestras no superan la resistencia a 320kg/cm<sup>2</sup> según NTP 399.611. Tomando como ejemplo solo la muestra (M1), bajo una fuerza de 94242.7 kg se obtiene un nivel de compresión de 318kg/cm<sup>2</sup>, cual se encuentra al límite de la Norma Técnica vigente.

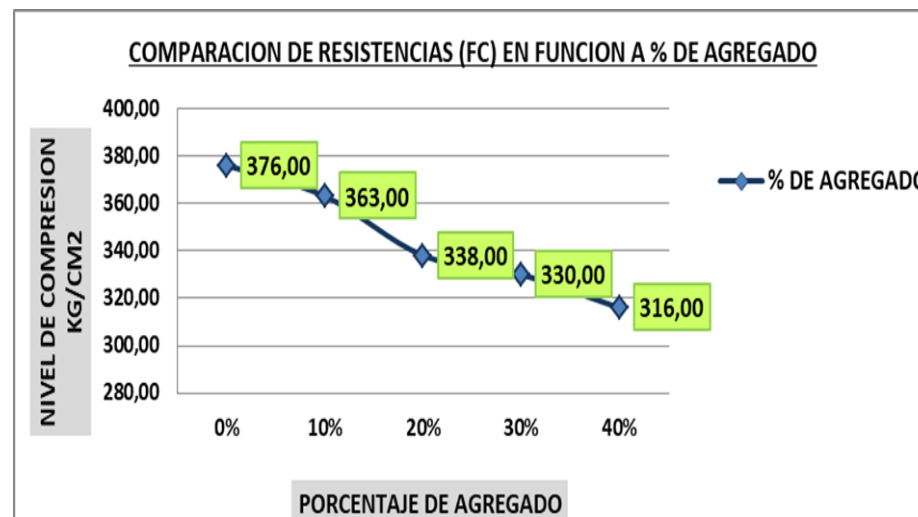
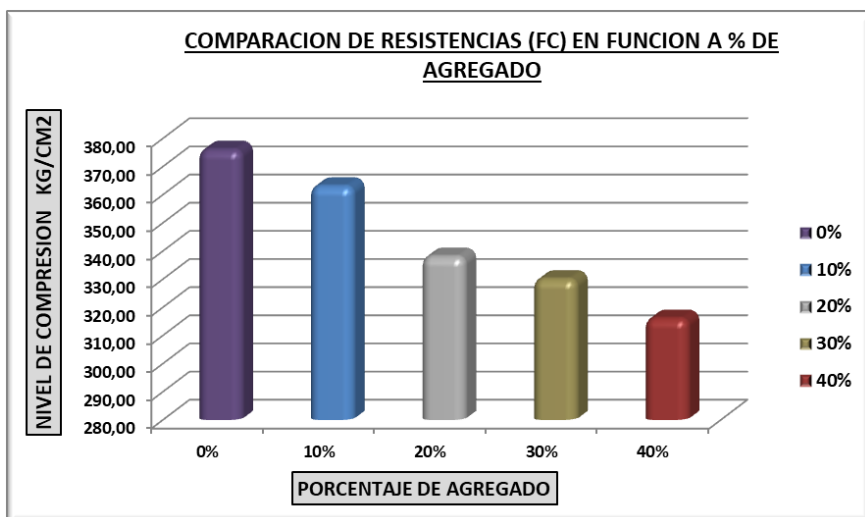
### 3.3.8.6 Resultados promedio de ensayos y comparativos en función a la NTP 399.611

**Tabla 41:** Resultados promedio de ensayos

% DE AGREGADO	PROMEDIO DE MUESTRAS	EDAD (días)	ANCHO PROMEDIO (cm)	LONGITUD PROMEDIO (cm)	ALTURA PROMEDIO (cm)	Factor de Corrección	FUERZA MÁXIMA PROMEDIO (kg)	ÁREA BRUTA PROMEDIO (cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO F'm	PROMEDIO NIVEL DE COMPRESION (ESFUERZO)F'm
0%	6	28	10,11	20,08	6,06	0,68	111709,70	203,01	375 kg/cm <sup>2</sup>	376 kg/cm <sup>2</sup>
10%	6		10,07	20,05	6,07	0,68	106990,62	201,85	361 kg/cm <sup>2</sup>	363 kg/cm <sup>2</sup>
20%	6		10,09	20,05	6,06	0,68	100078,15	202,40	337 kg/cm <sup>2</sup>	338 kg/cm <sup>2</sup>
30%	6		10,18	20,05	6,07	0,68	97602,58	202,33	329 kg/cm <sup>2</sup>	330 kg/cm <sup>2</sup>
40%	6		10,08	20,08	6,06	0,68	93411,13	202,37	315 kg/cm <sup>2</sup>	316 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia

**Figura N<sup>o</sup> 16 y N<sup>o</sup> 17:** Comparación de resistencias en función al % de Agregado Reciclado

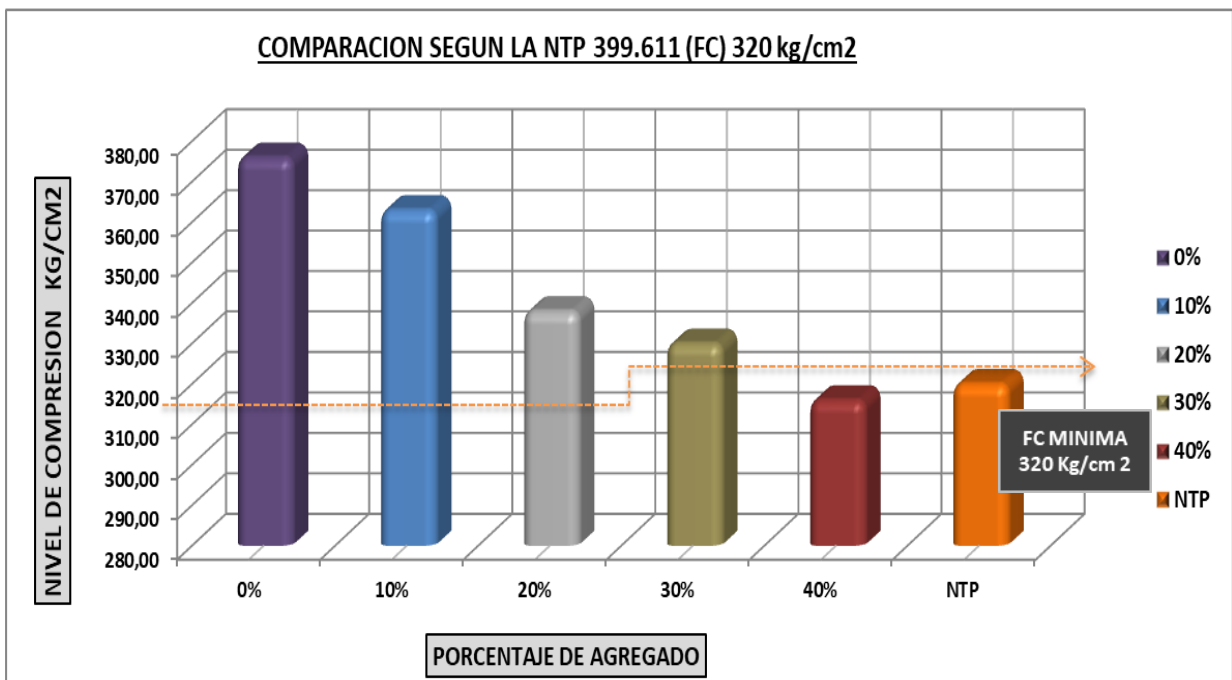


Fuente: Elaboración propia



**Interpretación:** Los resultados obtenidos de las 6 muestras con un 0%, 10%, 20%, 30% de agregado reciclado fino, tomando como referencia las resistencias mínimas de cada ensayo con distintos porcentajes de agregado nos indican que todas las muestras superan la resistencia a 320kg/cm<sup>2</sup> según NTP 399.611. Los ensayos realizados con el 40%, tiene una resistencia de 318kg/cm<sup>2</sup> (M1) quedando al límite de lo permitido con resistencia de 320kg/cm<sup>2</sup> según la Norma Técnica vigente.

**Figura N° 18:** Comparativo de resultados obtenidos y la NTP 399.611



**Fuente:** Elaboración propia

Según indica nuestra hipótesis:

HE1: La incorporación de concreto reciclado de 10% ,20%, 30% y 40% como agregado fino cumple con el nivel de resistencia a la compresión en adoquines de uso peatonal.

Ho: La incorporación de concreto reciclado de 10% ,20%, 30% y 40% como agregado fino no cumple con el nivel de resistencia a la compresión en adoquines de uso peatonal.

Se aprecia que a mayor porcentaje de concreto reciclado como agregado fino se reduce el nivel de resistencia a la compresión, no cumpliendo en su totalidad con todos los porcentajes y con el nivel de resistencia según NTP 320Kg/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto, se aceptaría lo que indica la hipótesis nula.

### 3.3.9 Resultados de las pruebas físicas (prueba de absorción)

#### PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)

$$A = \frac{M_{ss} - M_d}{M_d}$$

$M_{ss}$  = masa saturada       $M_d$  = masa secada al horno

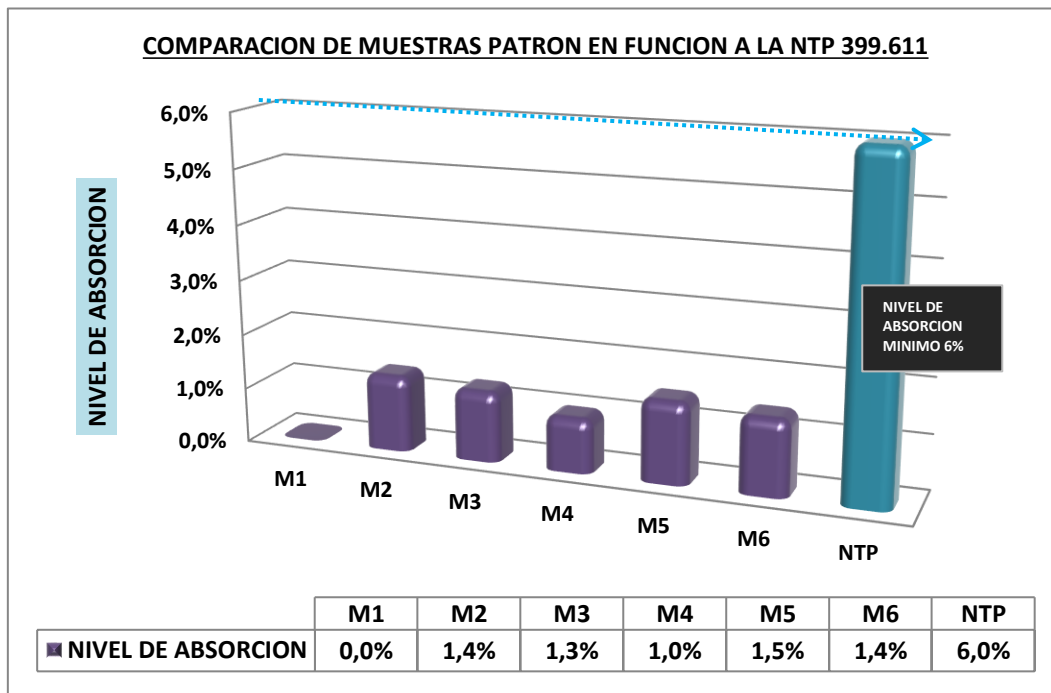
#### 3.3.9.1 Muestra Patrón y su nivel de absorción según la NTP 399.611

**Tabla 42:** Nivel de Absorción (0% de agregado reciclado)

DATOS		1	2	3	4	5	6	
1	Peso de la muestra sss	2678	2242	2817	2812	2380	2445	
2	Peso de la muestra sss sumergida	1497	1255	1579	1576	1336	1371	
3	Peso de la muestra secada al horno	2649	2211	2781	2783	2345	2412	
RESULTADOS		1	2	3	3	3	3	PROMEDIO
PESO ESPECIFICO DE MASA		2,243	2,241	2,246	2,251	2,247	2,246	<b>2,246</b>
PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S		2,268	2,272	2,275	2,275	2,281	2,277	<b>2,275</b>
PESO ESPECIFICO APARENTE		2,299	2,314	2,314	2,305	2,325	2,317	<b>2,312</b>
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)		1,1	1,4	1,3	1,0	1,5	1,4	<b>1,3</b>

Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 19:** Comparación de nivel de absorción en función al 0% de Agregado Reciclado con la NTP.



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** Los resultados de absorción obtenidos de la muestra patrón con 0% de agregado reciclado fino, determinó el cumplimiento de la NTP 399.611, ya que se encontró por debajo de lo establecido por Norma Técnica Vigente ( 6%) para adoquines tipo 1 de uso peatonal.

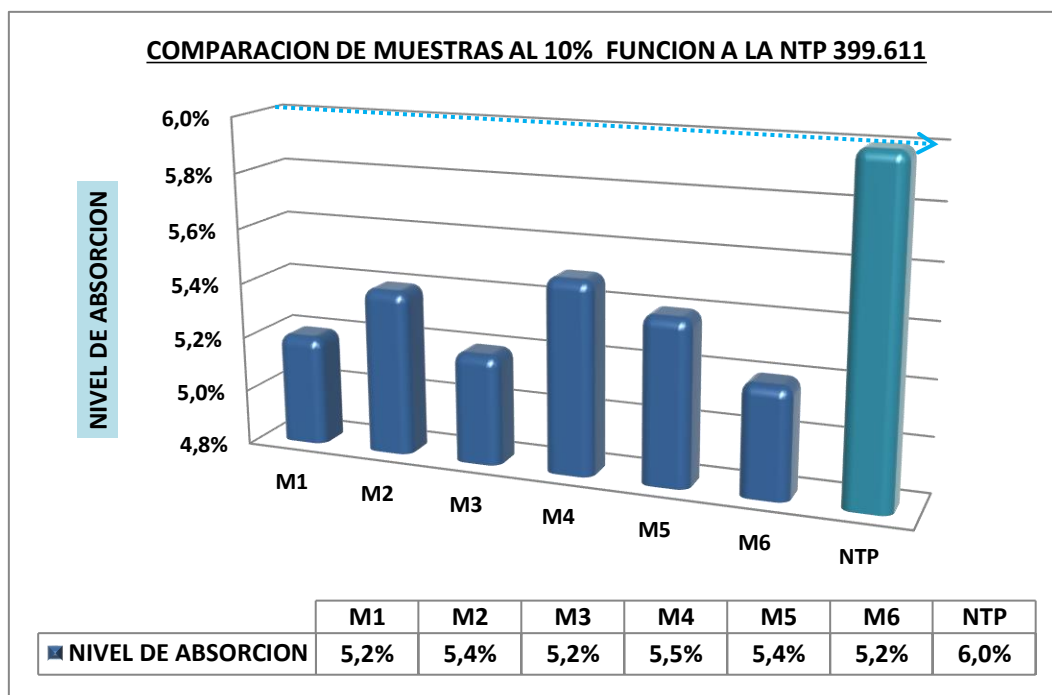
### 3.3.9.2 Muestra al 10% de agregado reciclado y su nivel de absorción según la NTP 399.611

**Tabla 43:** Nivel de Absorción (10% de agregado reciclado)

DATOS		1	2	3	4	5	6	
1	Peso de la muestra sss	2147	2288	2357	2415	2210	2018	
2	Peso de la muestra sss sumergida	1165	1234	1276	1308	1194	1092	
3	Peso de la muestra secada al horno	2040	2170	2240	2289	2096	1918	
RESULTADOS		1	2	3	4	5	6	PROMEDIO
PESO ESPECIFICO DE MASA		2,077	2,059	2,072	2,068	2,063	2,071	<b>2,068</b>
PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S		2,186	2,171	2,180	2,182	2,175	2,179	<b>2,179</b>
PESO ESPECIFICO APARENTE		2,331	2,318	2,324	2,333	2,324	2,322	<b>2,325</b>
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)		5,2	5,4	5,2	5,5	5,4	5,2	<b>5,3</b>

Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 20:** Comparación de nivel de absorción en función al 10% de Agregado Reciclado con la NTP.



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** Los resultados de absorción obtenidos de la muestra con 10% de agregado reciclado fino, determinó el cumplimiento de la NTP 399.611, ya que se encontró por debajo de lo establecido por Norma Técnica Vigente ( 6%) para adoquines tipo 1 de uso peatonal.

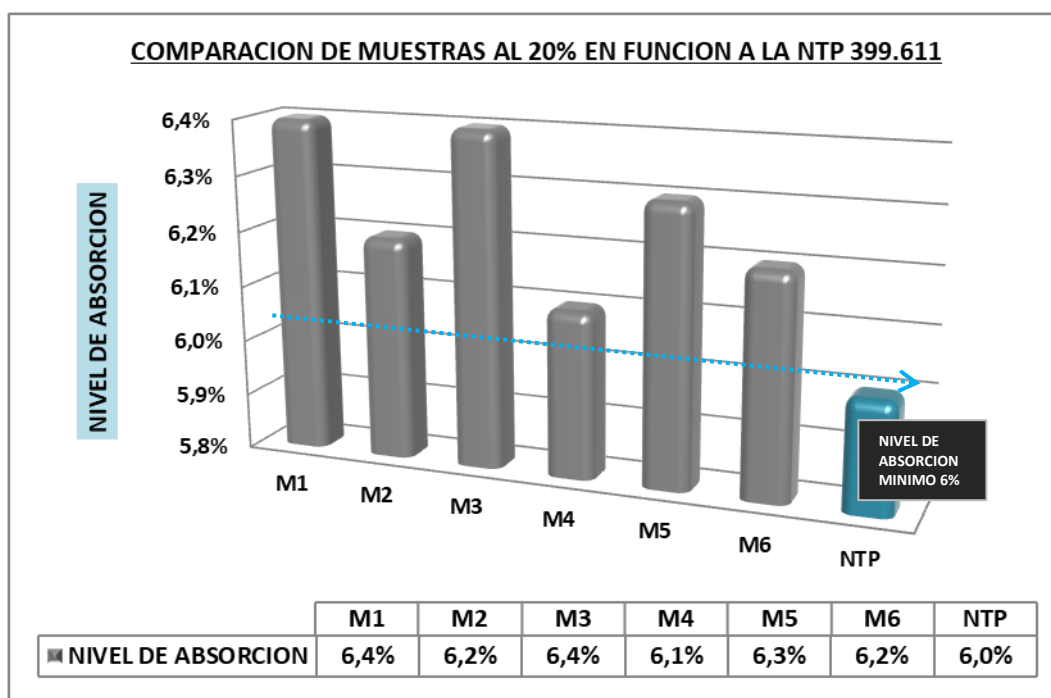
### 3.3.9.3 Muestra al 20% de agregado reciclado y su nivel de absorción según la NTP 399.611

**Tabla 44:** Nivel de Absorción (20% de agregado reciclado)

DATOS		1	2	3	4	5	6	
1	Peso de la muestra sss	2594	2633	2548	2614	2483	2517	
2	Peso de la muestra sss sumergida	1428	1442	1358	1425	1367	1380	
3	Peso de la muestra secada al horno	2437	2479	2394	2463	2335	2370	
RESULTADOS		1	2	3	3	3	3	PROMEDIO
PESO ESPECIFICO DE MASA		2,090	2,081	2,012	2,071	2,092	2,084	<b>2,072</b>
PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S		2,225	2,211	2,141	2,198	2,225	2,214	<b>2,202</b>
PESO ESPECIFICO APARENTE		2,415	2,391	2,311	2,373	2,412	2,394	<b>2,383</b>
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)		6,4	6,2	6,4	6,1	6,3	6,2	<b>6,3</b>

Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 21:** Comparación de nivel de absorción en función al 20% de Agregado Reciclado con la NTP.



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** Los resultados de absorción obtenidos de la muestra con 20% de agregado reciclado fino, no cumple con la NTP 399.611, por superar el límite establecido por Norma Técnica Vigente ( 6%) para adoquines tipo 1 de uso peatonal.

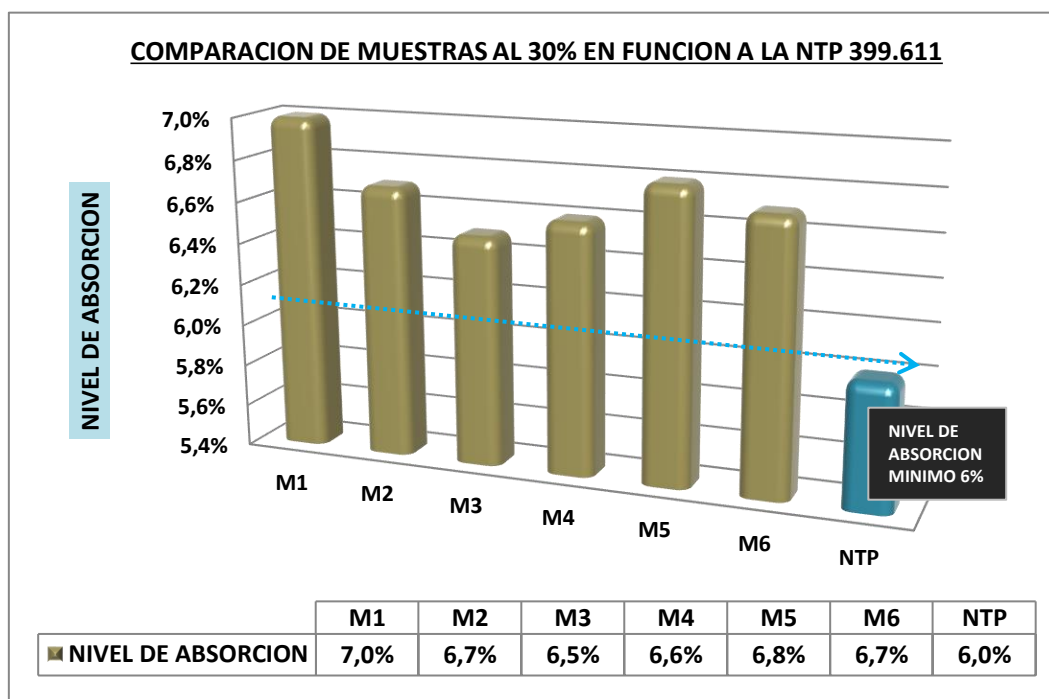
### 3.3.9.4 Muestra al 30% de agregado reciclado y su nivel de absorción según la NTP 399.611

**Tabla 45:** Nivel de Absorción (30% de agregado reciclado)

DATOS		1	2	3	4	5	6	
1	Peso de la muestra sss	2363	2962	2904	2834	2618	2712	
2	Peso de la muestra sss sumergida	1289	1616	1579	1547	1435	1493	
3	Peso de la muestra secada al horno	2208	2776	2726	2658	2451	2541	
RESULTADOS		1	2	3	3	3	3	PROMEDIO
PESO ESPECIFICO DE MASA		2,056	2,062	2,057	2,065	2,072	2,084	<b>2,066</b>
PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S		2,200	2,201	2,192	2,202	2,213	2,225	<b>2,205</b>
PESO ESPECIFICO APARENTE		2,403	2,393	2,377	2,392	2,412	2,425	<b>2,400</b>
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)		7,0	6,7	6,5	6,6	6,8	6,7	<b>6,7</b>

Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 22:** Comparación de nivel de absorción en función al 30% de Agregado Reciclado con la NTP.



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** Los resultados de absorción obtenidos de la muestra con 30% de agregado reciclado fino, no cumple con la NTP 399.611, por superar en el límite establecido por Norma Técnica Vigente ( 6%) para adoquines tipo 1 de uso peatonal.

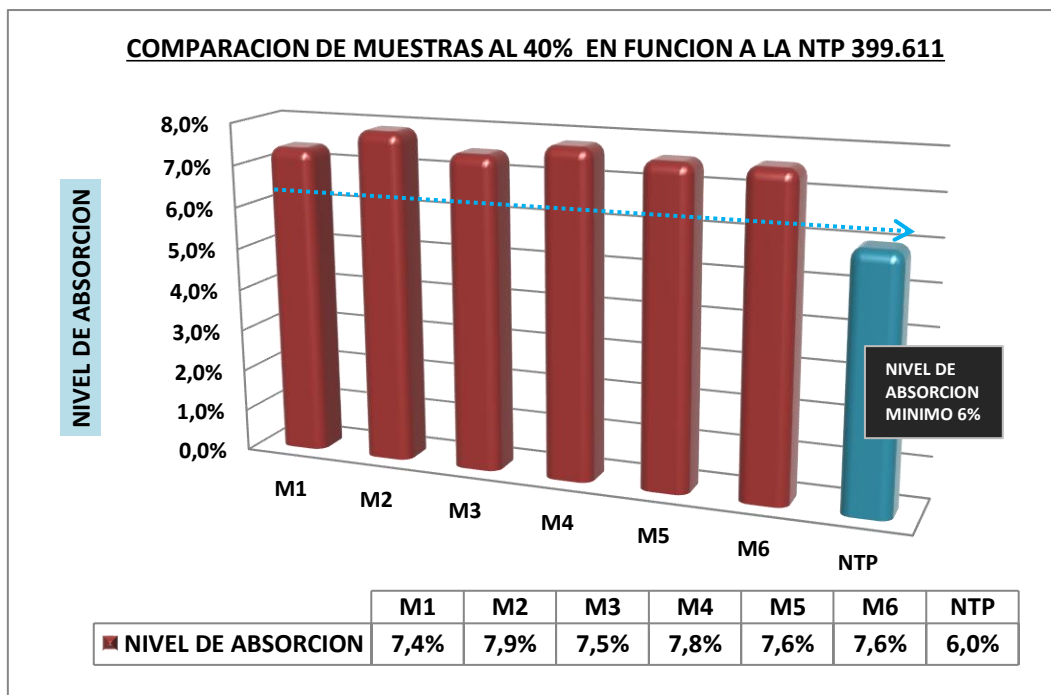
### 3.3.9.5 Muestra al 40% de agregado reciclado y su nivel de absorción según la NTP 399.611

**Tabla 46:** Nivel de Absorción (40% de agregado reciclado)

DATOS		1	2	3	4	5	6	
1	Peso de la muestra sss	2532	2633	2614	2814	2694	2746	
2	Peso de la muestra sss sumergida	1384	1433	1439	1547	1478	1490	
3	Peso de la muestra secada al horno	2357	2441	2431	2610	2503	2552	
RESULTADOS		1	2	3	3	3	3	PROMEDIO
PESO ESPECIFICO DE MASA		2,053	2,034	2,069	2,060	2,058	2,032	<b>2,051</b>
PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S		2,206	2,194	2,225	2,221	2,215	2,186	<b>2,208</b>
PESO ESPECIFICO APARENTE		2,422	2,422	2,451	2,455	2,442	2,403	<b>2,432</b>
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)		7,4	7,9	7,5	7,8	7,6	7,6	<b>7,6</b>

Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 23:** Comparación de nivel de absorción en función al 40% de Agregado Reciclado con la NTP.



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** Los resultados de absorción obtenidos de la muestra con 40% de agregado reciclado fino, no cumple con la NTP 399.611, ya que se encontró sobre el límite establecido por Norma Técnica Vigente ( 6%) para adoquines tipo 1 de uso peatonal.

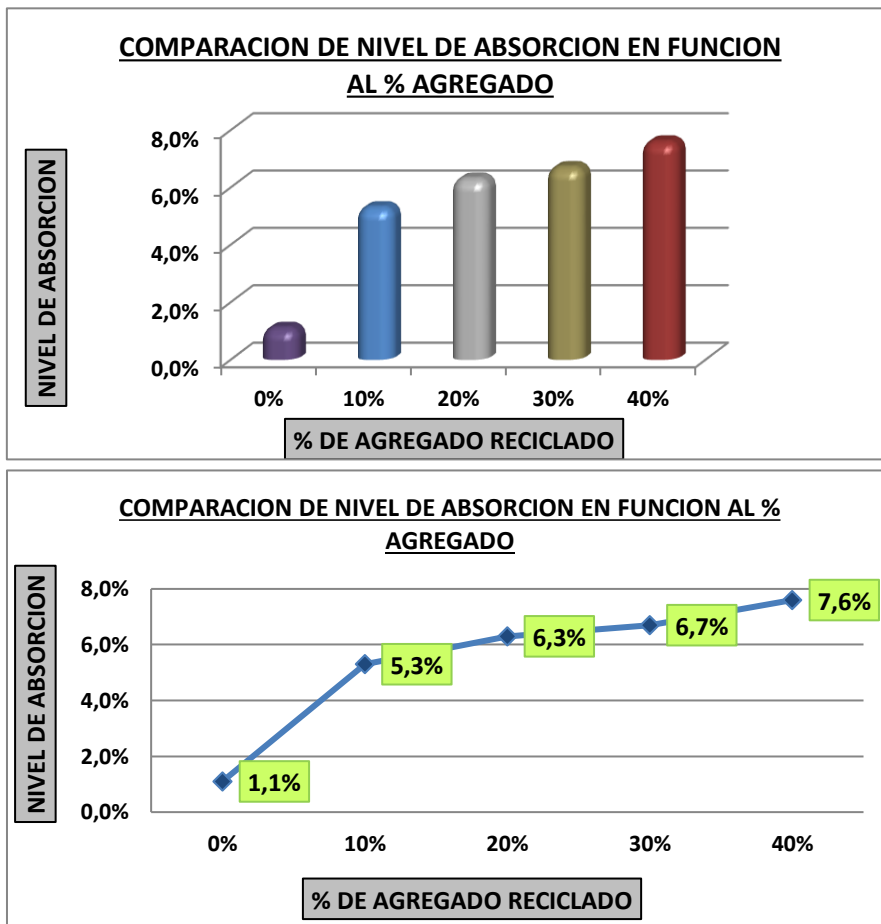
### 3.3.9.6 Resultados promedio de ensayos y comparativos en función a la NTP 399.611

**Tabla47:** Resultados promedio de ensayos

Propiedades mecánicas de los adoquines (prueba de absorción)	
porcentaje	promedio
0%	1.3
10%	5.3
20%	6.3
30%	6.7
40%	7.7

Fuente Elaboración propia

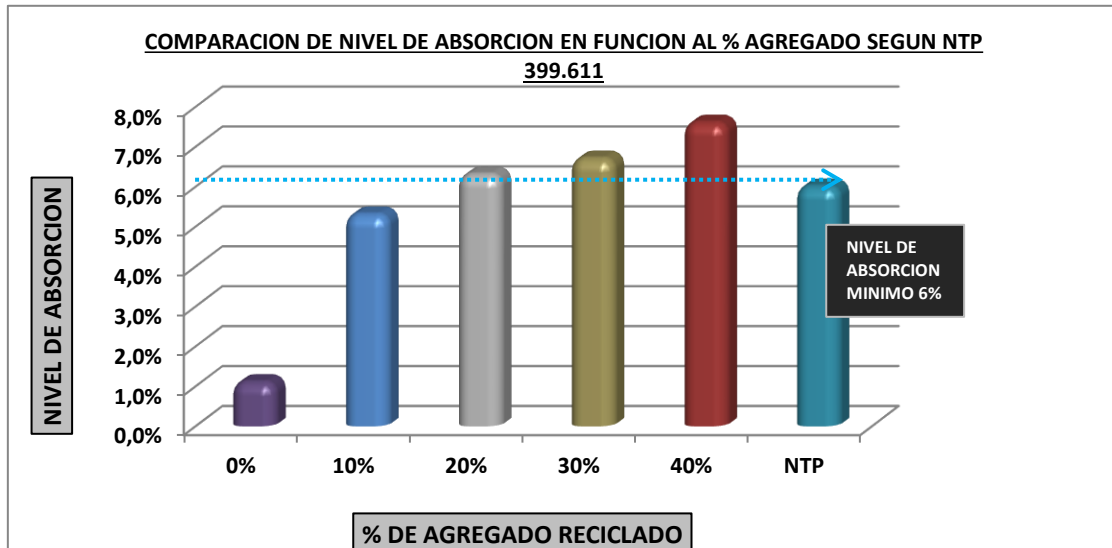
**Figura N°24 y N°25:** Comparación de nivel de absorción en función al % de Agregado Reciclado



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** Los promedios de los porcentajes de absorción de los adoquines al 0% ,10 %, 20%, 30% y 40% de agregado reciclado fino, donde queda demostrado que con porcentaje al 10 % de agregado reciclado cumple con la norma técnica peruana 399.611 que es como máximo 6% el promedio para adoquines tipo 1 de uso peatonal.

**Figura N° 26:** Comparativo de resultados obtenidos y la NTP 399.611



**Fuente:** Elaboración propia

Según indica nuestra hipótesis:

HE1: La incorporación de concreto reciclado de 10% ,20%, 30% y 40% como agregado fino cumple con el nivel de absorción de agua en adoquines de uso peatonal.

H<sub>0</sub>: La incorporación de concreto reciclado de 10% ,20%, 30% y 40% como agregado fino no cumple con el nivel de absorción de agua en adoquines de uso peatonal.

Se aprecia que a mayor porcentaje de concreto reciclado como agregado fino mayor es el nivel de absorción de agua, no cumpliendo en su totalidad con todos los porcentajes y con el nivel de absorción según NTP 6%. Por lo tanto, se aceptaría lo que indica la hipótesis nula.



#### **IV. DISCUSIÓN:**

Nuestra investigación se realizó en función al uso de diversos porcentajes de concreto reciclado como agregado en adoquines prefabricados considerando su comportamiento en la resistencia a la compresión y absorción de agua en adoquines de uso peatonal. Si bien nuestra investigación tiene una hipótesis que propone una mejora al incorporar este tipo de agregado, existen diversas características y comportamientos a considerar.

La investigación se ha desarrollado de manera efectiva en base al diseño experimental, teniendo como objetivo principal la incorporación del agregado reciclado como material principal (adoquines rectangulares de 20cmx10cm x6 cm); teniendo como finalidad determinar las propiedades físicas y mecánicas del concreto reciclado fino.

La elaboración de los 60 adoquines fue realizada de manera artesanal. Se ejecutaron pruebas de granulometría; peso determinado de cada material; peso volumétrico suelto y compactado; por ser unidades de albañilería se almacenaron durante 28 días según NTP339.611 esperando que llegara a su máxima resistencia; luego de los días indicados, se realizaron las pruebas de resistencia a la compresión para poder determinar la resistencia máxima de cada muestra con diferentes porcentajes de concreto reciclado como agregado fino; asimismo, el poder determinar los porcentajes de absorción, sumergiendo 6 muestras de cada porcentaje (0%, 10%, 20%, 30%, 40%) en un recipiente de agua por 24 horas para luego ser pesados, secados y llevados a un horno para determinar el porcentaje de absorción que obtuvieron las muestras.

Los resultados obtenidos y bajo el análisis correspondiente; se utilizaron porcentajes de 10%, 20%, 30% y 40% de agregado reciclado fino, comprobándose que el nivel de resistencia a la compresión disminuye a mayor cantidad de agregado reciclado fino, no cumpliendo con la NTP 399.611; aceptando de esta manera en una nuestra investigación experimental, la hipótesis nula.

Estos resultados a comparación de otras investigaciones, si bien pudieron cumplir en ciertos porcentajes menores de concreto reciclado (10%, 20% y 30 %), los niveles de resistencia se iban reduciendo a medida que se incrementa la cantidad de agregado reciclado.

Ramos (2018), en su tesis “Dosificación del concreto reciclado para el uso en unidades de pavimentos de bajo tránsito, distrito de Lince, Lima 2018”. Menciona una resistencia a la compresión con la incorporación del concreto reciclado (fino y grueso) en 0 %, 10 %, 30% y 50 % de agregados reciclados, y donde indica que solo el 10% cumple con las normas técnicas

vigentes. En tal sentido podemos mencionar que al igual que nuestra investigación no se cumple con los parámetros de resistencia.

Este nuevo diseño de mezcla también repercute en el nivel de absorción esperado por la NTP (6%); ya que nuestros resultados nos arrojan que solo al 10% se cumple con la norma; ya que, al incrementarse el agregado reciclado en el diseño de mezclas, aumenta el nivel de absorción, no cumpliendo con lo que exigen las normas técnicas vigentes; aceptando nuestra hipótesis nula. Ramos (2018), en su tesis “Dosificación del concreto reciclado para el uso en unidades de pavimentos de bajo tránsito, distrito de Lince, Lima 2018”. Se obtuvo propiedades diversas para la muestra de 3 bloques con 10 % de insumos reciclados con un promedio de absorción de 5.46. % que presenta resultados similares al obtenido en nuestro trabajo, cuyo promedio con 10 % de agregados fue de 5.3 %, concluyendo que en ninguno de los 2 casos, se cumplió en su totalidad con todos los porcentajes propuestos, que cumplen con estándares exigidos.

De esta manera se determina que el porcentaje del concreto reciclado como agregado fino y su comportamiento en la resistencia de adoquines de uso peatonal; cumplirían con porcentajes mínimos de agregado reciclado y se tendría un mejor resultado si se usan solo agregado fino mas no grueso; tomando como referencia las investigaciones anteriormente analizadas. Siendo así, que nuestra investigación de tipo experimental no cumplió en su totalidad con las hipótesis planteadas inicialmente, la cual definían que sí habría una mejora en la resistencia y el nivel de absorción de adoquines de uso peatonal; sin embargo, no se lograron los resultados esperados y exigidos por las Normas Técnicas Vigentes.

## **V.- CONCLUSIONES:**

Con los resultados obtenidos del concreto reciclado como agregado fino, y la elaboración de los adoquines con diferentes porcentajes (10%,20%,30%,40%), para así poder determinar su comportamiento físico y mecánico, se concluyó que:

El uso de concreto reciclado como agregado fino no presenta un índice de cumplimiento de resistencia a la compresión en su totalidad, ya que según los ensayos realizados solo con los porcentajes de 10% 20% y 30% alcanzaron las exigencias permitidas por la norma mas no al 40%, estableciendo que a mayor uso de concreto reciclado, menor es su resistencia a la compresión.

A nivel de absorción los adoquines solo con el 10%, cumplieron con las exigencias permitidas por la norma mas no al 20%,30% y 40%, demostrando así que, a mayor índice de concreto reciclado en el diseño de las mezclas, mayor es su nivel de absorción de agua.

En conclusión, se ha determinado según los datos obtenidos de las propiedades físicas y mecánicas tanto para la resistencia a la compresión como para el ensayo de absorción de agua, que la conducta del agregado fino no es favorable ya que presenta limitaciones y no cumple en mayor proporción los requerimientos exigidos por la NTP 399.611.

Por lo tanto, se rechaza la hipótesis de investigación, pero se acepta la hipótesis nula, donde indica que el uso de porcentajes de concreto reciclado como agregado fino no cumple de manera positiva en la resistencia a la compresión y nivel de absorción de agua en adoquines de uso peatonal.

## **VI.-RECOMENDACIONES:**

Es recomendable investigar otras propuestas de las mezclas con otros aditivos adicionales para ver su comportamiento a la resistencia y absorción.

Es preciso que se considere en la elaboración de adoquines mejores resistencias que permitan lograr materiales durables y que puedan adecuarse a lo que establece la norma técnica vigente.

Es preciso profundizar investigaciones con el uso del concreto reciclado para otros tipos de materiales constructivos, de tal manera que se frecuente el uso a un material que abunda y que se puede establecer como materia prima. Sin duda debe estar presente en programas dirigidos a la protección de nuestro planeta.

Es favorable seguir investigando sobre el uso de nuevos agregados reciclados, y diversificar el diseño de las mezclas para obtener un porcentaje ideal y de mayor volumen que pueda cumplir los requerimientos de la NTP 399.611.

## REFERENCIAS:

### NACIONALES:

- Amaru, Vargas (2017) *“Gestión ambiental para el aprovechamiento y disposición adecuada de los residuos de la construcción y demolición. Caso: distrito de San Bartolo”*. Tesis (Título Profesional). Lima-Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica.
- Asencio, Armando (2014) *“Efecto de los agregados de concreto reciclado en la resistencia a la compresión sobre el concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ” tesis para optar el título profesional de ingeniero civil*. Perú: Universidad de Cajamarca 2014.
- Contreras, Herrera (2015) *“Mejoramiento del agregado obtenido de escombros de la construcción de bases y sub bases de estructura en pavimento en Nuevo Chimbote”*. Universidad nacional del Santa
- Castañeda y Vásquez (2014). *“Aplicación de concreto reciclado en la producción de adoquines de concreto para pavimentos de tránsito vehicular ligero en la ciudad de Chiclayo”*. Chiclayo – Perú. Universidad Señor de Sipán, Pimentel.
- Carrillo y López (2015), presentaron la tesis *“Diseño de concreto estructural ligero adicionando desperdicios de las ladrilleras del distrito de Santa - 2015”*, tesis para optar el título de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional del Santa. Nuevo Chimbote – Perú. Universidad Nacional del Santa.
- Condori, Yuri (2015) *“Reutilización de agregados en la producción del concreto para edificaciones en la ciudad de Juliaca”* tesis para optar el título profesional de ingeniero civil. Perú: Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez.
- Comisión de reglamentos técnicos y comerciales (1999). *Reciclaje de concreto de demolición N.T.P.400.053*. Lima, INDECOPI, Perú
- Castillo, Viera, (2016) *“Influencia de la relación volumétrica de arena y confitillo sobre las propiedades físicas y mecánicas de un ladrillo de concreto para la construcción de muros con carga viva.”* Universidad Nacional de Trujillo – Perú.

- Cesar Paulino Ponce Portocarrero (2014), *en su tesis “Estudio del concreto reciclado de mediana a baja resistencia, utilizando cemento portland tipo I”* tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional de Ingeniería
- Carizaile, Anquise (2015) *“Viabilidad del uso de concreto reciclado para la construcción de viviendas en la ciudad de Tacna”*. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann-Perú
- HUISA, Elard. (2015) *“Manejo de los residuos de la construcción y demoliciones para su reciclado y empleo en construcciones de vías de la ciudad de Juliaca”*, (Tesis Pregrado) Universidad Andina: Néstor Cáceres Velásquez, Perú, 2015 p.145.
- Jordan , Viera (2014) *“Estudio de la resistencia del concreto , utilizando como agregado el concreto reciclado de obra”*. Universidad Nacional del Santa-Chimbote- Perú.
- Díaz y Torres (2018). *“Evaluación técnica de bloques de concreto para uso estructural elaborados de escombros de concreto de losas de pavimento rígido”*. Perú: Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas
- Marycarmen Castillo Eustaquio y Darwin Manuel Viera de Jesús (2016), *en su tesis:” Influencia de la relación volumétrica de arena y confitillo sobre las propiedades físicas y mecánicas de un ladrillo de concreto para la construcción de muros con carga viva tesis para adquirir el título profesional de Ingenieros de materiales”*. Universidad Nacional de Trujillo.
- . Otiniano y Risco (2018). *“Análisis comparativo de la influencia en la permeabilidad y resistencia a la compresión del aditivo sika wt – 100 y el relave minero en el concreto”*. Trujillo – Perú: Universidad Privada Antenor Orrrego.
- Ramos (2018). *“Dosificación del concreto reciclado para el uso en unidades de pavimentos de bajo tránsito, distrito de Lince, Lima 2018”*. Universidad César Vallejo.
- SUMARI, Jean. (2018) *“Estudio del Concreto de mediana a alta resistencia elaborado con residuos de concreto y comento tipo I”*. Tesis (Título

Profesional).Lima –Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil.

Saldaña y Viera (2014), en su tesis “*Estudio de la resistencia del concreto, utilizando como agregado el concreto reciclado de obra*”, proyecto de investigación para obtener el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional del Santa.

Velásquez y Chavarría (2015). “*Propiedades físico mecánicas del concreto reciclado para lima metropolitana*”. Perú: Universidad Ricardo Palma.

López y Pinedo (2015). “*Mejoramiento de las características físico mecánicas de adoquines de cemento para pavimentación, adicionando escoria de horno eléctrico en su proceso de fabricación*”. Perú. Universidad Nacional del Santa, Nuevo Chimbote.

#### **INTERNACIONALES:**

Alemán y Cantos (2016). “*Evaluación del diseño de pavimentos con adoquines de concreto en las parroquias pertenecientes a la administración zonal Quitumbe en el sur de Quito*”. Casos de estudio: calles pertenecientes a las parroquias Chillo gallo y la ecuatoriana. Ecuador: Universidad Católica de Ecuador.

Agreda, Moncada (2015). “*Viabilidad en la elaboración de prefabricados en concreto usando agregados gruesos reciclados, Bogotá, Colombia*”: Universidad Católica de Colombia

Barroso L., Geneabel J., Gómez C., Carlos R. “*Análisis de la incorporación de materiales reciclados de los residuos de la construcción, para ser usados como agregados en elementos estructurales o no estructurales*” tesis para optar el título profesional de ingeniero civil. Venezuela: Universidad de Oriente Núcleo Bolívar.

Caicedo, Carlos (2016). “*Diseño de un pavimento articulado de adoquines compuesto por reciclados de concreto con agregado fino y cenizas provenientes del bagazo de la caña de azúcar como reemplazo parcial al cemento portland*”. Colombia: Pontificia Universidad Javeriana.

Carrasco, Raúl. (2018) “*Aplicación del uso de los residuos de construcción para la fabricación de bloques de hormigón en la ciudad de Riobamba, análisis de*

- costo e impacto ambiental.*” Tesis (Título de Magister). Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Arquitectura Diseño y Artes.
- Cárdenas, y HERNÁNDEZ, (2014) Caracterización de los agregados de concreto reciclado propiedades técnicas y uso. Corporación Universitaria Minuto de Dios Colombia-Zipaquirá.
- GÓMEZ, Gonzalo. “*Estimación del coeficiente de aporte AASHTO mediante fwd para la técnica de reciclado de pavimentos rígidos, rubblizing*”. Un caso de estudio en el distrito de San Félix, Panamá. (Artículo Científico) Universidad Militar Nueva Granada, Panamá, 2015 p. 11.
- Morales, Ávila (2017), “*Diseño de una mezcla con materiales reciclados para producción de adoquines*” Universidad Politécnica Nacional Quito
- Martínez, Torres, Guzmán, Chávez, Hernández, Lara, Martínez, Pérez, Bedolla y González (2015). “*Concreto Reciclado*”: Una revisión. Revista de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción. México.
- Montañez, Edna (2018). “*Pavimentos de adoquines de concreto una solución ambiental en la construcción de infraestructura vial colombiana*”. Colombia: Universidad Militar de Nueva Granada.
- Montiel, Cottier (2017) “*Uso de agregados reciclados para la fabricación de adoquines que se puedan utilizar en la pavimentación de calles, avenidas y pasos peatonales*”. Trabajo de grado para optar el grado de maestro en ingeniería ciudad universitaria: universidad nacional autónoma de México.
- Ucros y Venegas (2015). “*Aprovechamiento de escombros como agregado grueso para la fabricación de adoquines estándar*”. Colombia: Universidad de Cartagena.
- Venegas y Robles (2008). “*Estudio experimental de las propiedades mecánicas del concreto reciclado para su uso en edificaciones convencionales*”. Colombia: Pontificia Universidad Javeriana.
- Revista Ibracon de Estructuras e Materiales (2008). “*Determinación de la influencia del tipo de agregado reciclado de residuo de construcción y demolición sobre el módulo de deformación de concretos producidos con agregados reciclados*”: Brasil: (Artículo científico).



*Development of construction materials using nano-silica and aggregates recycled from construction and demolition waste.* Mukharjee BB, Barai SV. *Waste Manag Res.* 2015 Jun;33(6):515-23. Doi: 10.1177/0734242X15584840. Epub 2015 May 18. PMID:

Use of recycled plastics in concrete: A critical review.

GU L, Ozbakkaloglu T. *Waste Manag.* 2016 May; 51:19-42. Doi: 10.1016/j.wasman.2016.03.005. Pub 2016 Mar review

Analysis of chromium and sulphate origins in construction recycled materials based on leaching test results.

Del Rey I, Ayuso J, Galvín AP, Jiménez JR, López M, García-Garrido ML. *Waste Manag.* 2015 Dec; 46:278-86. Doi: 10.1016/j.wasman.2015.07.051. Epub 2015 Aug 6 review

*Developments in life cycle assessment applied to evaluate the environmental performance of construction and demolition wastes.*

Bovea MD, Powell JC. *Waste Manag.* 2016 Apr; 50:151-72. Doi: 10.1016/j.wasman.2016.01.036. Epub 2016 Feb 23. Review.

*Use of recycled aggregates from construction and demolition waste in geotechnical applications: A literature review.*

Cardoso R, Silva RV, Brito J, Dhir R.

*Waste Manag.* 2016 Mar; 49:131-145. Doi: 10.1016/j.wasman.2015.12.021. Epub 2015 Dec 31. Review

## **ANEXOS**

## Anexo 01: Matriz de Consistencia

Título: “Uso del concreto reciclado como agregado y su comportamiento en la resistencia en adoquines de uso peatonal, Lima 2019”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES		METODOLOGÍA
<b>Problema General</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipótesis General</b>	<b>VI: Concreto Reciclado</b>		<b>Tipo de Investigación :</b> Aplicada explicativa experimental  <b>Diseño de investigación:</b> Experimental  <b>Método de Investigación :</b> Cuantitativo  <b>Población:</b> Concreto proveniente de la demolición de edificaciones (estructuras de concreto armado) que se pueda reciclar para la fabricación de adoquines.  <b>Muestra:</b> 60 adoquines, prefabricados con distintos porcentajes de agregado reciclado fino teniendo como referencia la Norma Técnica Peruana .399.611  <b>Técnica:</b> Análisis Documental y Observación de Campo.  <b>Instrumento:</b> Fichas de recolección de datos Por el investigador. Formatos de Ensayo de laboratorio.
¿En qué medida el porcentaje de concreto reciclado como agregado mejora en la resistencia de adoquines de uso peatonal?	Determinar el porcentaje del concreto reciclado como agregado fino y su comportamiento en la resistencia de adoquines de uso peatonal.	HG: El uso de porcentajes de concreto reciclado como agregado fino cumple de manera positiva en la resistencia de adoquines de uso peatonal.  H <sub>0</sub> : El uso de porcentajes de concreto reciclado como agregado fino no cumple de manera positiva en la resistencia de adoquines de uso peatonal.	Dimensiones	Indicadores	
			Clasificación de concreto reciclado	Mejora la resistencia	
			Agregados	Granulometría	
			Proporciones de agregado reciclado	Reemplazo de 10% Reemplazo dev20% Reemplazo de 30%, Reemplazo de 40%	
<b>Problemas Específicos</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Hipótesis Específicos</b>	<b>VD: Comportamiento a la resistencia en adoquines de uso peatonal</b>		
¿En qué medida el porcentaje de concreto reciclado como agregado mejora en la resistencia a la compresión de adoquines de uso peatonal?  ¿En qué medida el porcentaje de concreto reciclado como agregado mejora en la absorción de agua en adoquines de uso peatonal?	OE1: Determinar de qué manera el porcentaje de 10%, 20%, 30% y 40% de concreto reciclado como agregado fino cumple con el nivel de resistencia a la compresión de adoquines de uso peatonal.  OE2: Determinar de qué manera el porcentaje de 10%, 20%, 30% y 40% de concreto reciclado como agregado fino cumple con el nivel de absorción de agua en adoquines de uso peatonal.	HE1: La incorporación de concreto reciclado de 10% ,20%, 30% y 40% como agregado fino cumple con el nivel de resistencia a la compresión en adoquines de uso peatonal.  H <sub>0</sub> : La incorporación de concreto reciclado de 10% ,20%, 30% y 40% como agregado fino no cumple con el nivel de resistencia a la compresión en adoquines de uso peatonal.  HE2: La incorporación de concreto reciclado de 10% ,20%, 30% y 40% como agregado fino cumple con el nivel de absorción de agua en adoquines de uso peatonal.  H <sub>0</sub> : La incorporación de concreto reciclado de 10% ,20%, 30% y 40% como agregado fino no cumple con el nivel de absorción de agua en adoquines de uso peatonal.	Características dimensionales	Variación dimensional	
			Propiedades físicas	Absorción de agua Porcentaje de vacíos	
			Densidad	Masa Volumen Peso específico	
			Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión	

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 02: Panel Fotográfico

**Foto 01.**



**Foto 02.**



La foto 01 y 02 nos muestra al tesista recolectando y extrayendo el concreto demolido de veredas ( $175 \text{ kg/cm}^2$ ) que servirá como muestra para la realización del proyecto de investigación.

**Foto 03.**



**Foto 04.**



La foto 03 y 04 nos muestra al tesista con las bolsas de concreto reciclado fino, que se obtuvo de la trituración de los agregados según lo requerido para la elaboración de las muestras. Este nivel de trituración se obtuvo con máquinas trituradoras de la Empresa FONSA Construcciones Ecológicas que se encarga de realizar este tipo de demoliciones de agregado reciclado.

**Foto 05.**



La foto 05 nos muestra al tesista realizando la selección de agregados finos.

**Foto 06.**



La foto 06 se aprecia al tesista realizando el tamizaje de los agregados (arena gruesa y concreto reciclado fino)

**Foto 07.**



La foto 07 se aprecia al tesista realizando el ensayo volumétrico compactado y suelto (peso específico de cada muestra)

**Foto 08 y 09.**



Las imágenes presentadas, son los moldes elaborados para la creación de adoquines, con medidas de (20cm x 6cm x 9 cm).

**Foto 10.**



**Foto 11.**



La foto 10 y 11 , muestra a los tesistas humedeciendo la arena como agregado para luego ser colocados en el trompo mecánico.

**Foto 12.**



La foto 12, muestra al tesista limpiando los moldes para la aplicación del mortero en los moldes para realizar la vibro compactación.



**Foto 13.**



La foto 13, nos muestra los adoquines elaborados con distintos porcentajes de agregado reciclado fino en un espacio bajo sombra esperando el secado y curado durante 28 días según Norma Técnica Vigente 399.611 por ser unidades de albañilería.

**Foto 14.**



La foto 14, nos muestra la pila de 60 ensayos 12 de cada uno con diferente porcentaje de agregado reciclado fino luego de transcurridos los 28 días.

**Foto 15.**



**Foto 16.**



La foto 15 y 16 nos muestra el proceso de pesado de adoquines (60 muestras), con diversos porcentajes de agregados de concreto reciclado fino al 0%, 10%, 20%, 30% y 40%.

**Foto 17.**



La imagen muestra el ensayo de compresión de las muestras.

Foto 18, 19,20 y 21.



Las imágenes nos muestran los ensayos de compresión con porcentajes diferentes de agregado reciclado fino al 10%, 20% ,30 % y 40%.

**Foto 22.**



**Foto 23.**



Las fotos 22 y 23 se muestran los adoquines luego del ensayo de compresión.

**Foto 24.**



**Foto 25.**



Las imágenes muestran el ensayo de absorción de los adoquines y el pesado de cada uno luego de 48 horas de ser sumergido en un recipiente con agua.

**Foto 25**



**Foto 26**



Las fotos 25 y 26 muestran el proceso de secado al horno durante 24 horas de los adoquines en la balanza y determinar su peso.

**Foto 27**




**Foto 28**



Las imágenes muestran el secado a medio ambiente para luego ser manipulados y pesados

### Anexo 03: Fichas de Laboratorio

	<b>FORMATO</b>	Código	AE-FO-150
	<b>ENSAYOS FÍSICOS EN AGREGADOS</b>	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 1

<b>Proyecto</b> : Uso del concreto reciclado como agregado en adoquines prefabricados y su comportamiento en la resistencia de pavimentos de uso peatonal, Lima 2019. <b>Solicitante</b> : Luis Enrique Tiplana Contreras / Juan Alberto Mamani Quispe <b>Código del Proyecto</b> : --- <b>Ubicación de Proyecto</b> : Desarrollado en las instalaciones de INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. <b>Material</b> : Agregado fino (Arena gruesa)	<b>Registro N°:</b> IGC19-LEM-424-01  <b>Muestreado por :</b> J. Gutiérrez <b>Ensayado por :</b> J. Gutiérrez <b>Fecha de Ensayo:</b> 05/10/19 <b>Turno:</b> Diurno
--	--

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

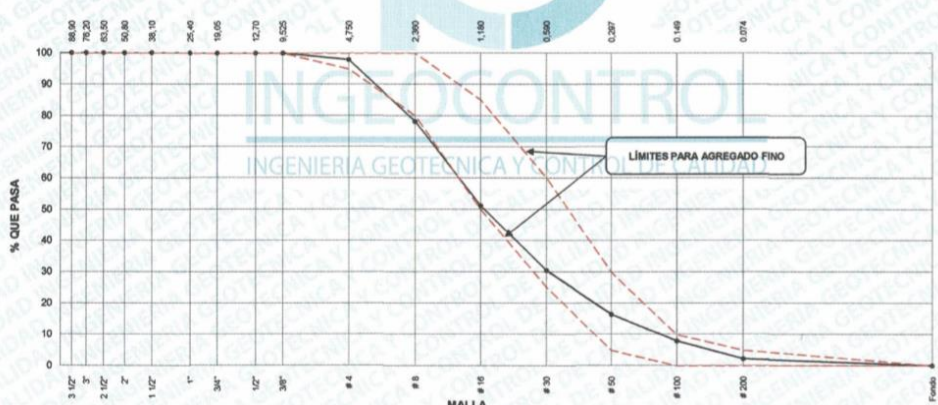
AGREGADO FINO ASTM C33 - ARENA GRUESA						
Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	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	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	21.0	2.11	2.11	97.89	95.00
# 8	2.36 mm	197.3	19.82	21.93	78.07	80.00
# 16	1.18 mm	268.4	26.96	48.89	51.11	50.00
# 30	0.60 mm	206.9	20.78	69.67	30.33	25.00
# 50	0.30 mm	138.1	13.87	83.55	16.45	5.00
# 100	0.15 mm	85.3	8.57	92.11	7.89	0.00
# 200	0.07 mm	56.8	5.71	97.82	2.18	0.00
Fondo	0.01 mm	21.7	2.18	100.00	0.00	0.00




  

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
P. Especif. de Masa Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.505
P. Especif. de Masa SSS (gr/cm <sup>3</sup> )	2.573
P. Especif. de Masa Aparente (gr/cm <sup>3</sup> )	2.589
P. Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1663
P. Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1456
Humedad de absorción (%)	2.7
Tamaño Máximo	-
Tamaño Máximo Nominal	-
Módulo de Fineza	3.18
% < Malla N° 200 (0.75 µm)	5.10


**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

INGEOCONTROL SAC		
<b>REALIZADO POR</b> Nombre y firma: 	<b>VERIFICADO POR</b> Nombre y firma:  <b>Noemí C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	<b>AUTORIZADO POR</b> Nombre y firma:  <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

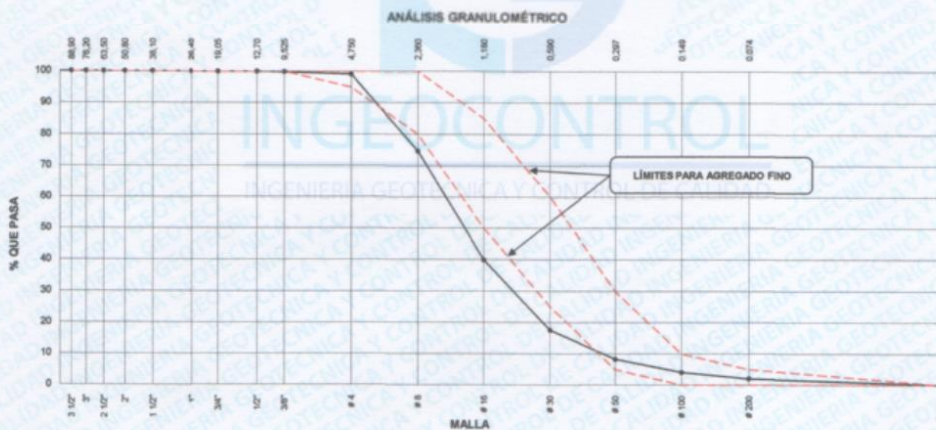
Mz B Lote11, Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta Etapa, San Martín de Porres  
 Telf.: (01) 467-8957 Cel.: 924 513 299 930 267 190  
[www.ingeocontrol.com](http://www.ingeocontrol.com) / [informes@ingeocontrol.com](mailto:informes@ingeocontrol.com)

	<b>INFORME</b>	Código	AE-FD-100
	<b>ENSAYOS FÍSICOS EN AGREGADOS</b>	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 1

**Proyecto** : Uso del concreto reciclado como agregado en adoquines prefabricados y su comportamiento en la resistencia de pavimentos de uso peatonal, Lima 2019. **Registro N°:** IGC19-LEM-424-02  
**Solicitante** : Luis Enrique Tiplana Contreras / Juan Alberto Mamani Quispe **Muestreado por** : J. Gutiérrez  
**Código del Proyecto** : --- **Ensayado por** : J. Gutiérrez  
**Ubicación de Proyecto** : Desarrollado en las instalaciones de INGENIOCONTROL **Fecha de Ensayo:** 07/10/19  
**Material** : Agregado fino (Concreto Reciclado) **Turno:** Diurno  
**Código de Muestra** : ---  
**Lote** : Empresa Focac Construcciones ecológicas  
**N° de Muestra** : ---  
**Progresiva** : ---


AGREGADO FINO ASTM C33 - ARENA GRUESA						
Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Paso Acum.	ASTM 1,1M SUP <sup>2</sup>	ASTM 1,1M #4 <sup>1</sup>
4"	101.80 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1/2"	12.70 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3/8"	9.53 mm	1.2	0.19	0.19	99.81	100.00
#4	4.75 mm	4.8	0.72	0.90	99.10	95.00
#8	2.36 mm	157.5	24.54	25.44	74.56	80.00
#16	1.18 mm	223.2	34.77	60.21	39.79	85.00
#30	0.99 mm	143.7	22.39	82.60	17.40	80.00
#50	0.30 mm	39.0	9.19	91.79	8.21	30.00
#100	0.15 mm	27.5	4.28	96.07	3.93	10.00
#200	0.075 mm	12.4	1.93	98.01	1.99	5.00
Fondo	0.01 mm	12.8	1.99	100.00	0.00	0.00

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
P. Especif. de Masa Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.297
P. Especif. de Masa H2O (gr/cm <sup>3</sup> )	2.424
P. Especif. de Masa Aparente (gr/cm <sup>3</sup> )	2.601
P. Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1471
P. Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1374
Humedad de absorción (%)	5.5
Tamaño Máximo	-
Tamaño Máximo Nominal	-
Módulo de Fineza	3.57
% + Malla N° 200 (0.75 µm)	4.29



INGEOCONTROL SAC		
REALIZADO POR	VERIFICADO POR	AUTORIZADO POR
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  <b>Noemí C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 195029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta Etapa - San Martín de Porres - Lima  
 Teléfono: (01) 685-3852 - Cell: 924513299 / 930267190  
 www.ingeniocontrol.com / informes@ingeniocontrol.com

	<b>FORMATO</b>		Código	AE-FO-03
	<b>DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO</b>		Versión	01
	<b>REFERENCIA ACI 211</b>		Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1

<b>PROYECTO</b>	: Uso del concreto reciclado como agregado en adoquines prefabricados y su comportamiento en la resistencia de pavimentos de uso peatonal, Lima 2019.	<b>REGISTRO N°:</b>	IGC18-LEM-424-04
<b>SOLICITANTE</b>	: Luis Enrique Tipiana Contreras / Juan Alberto Mamani Quispe	<b>REALIZADO POR :</b>	R. Leiva
<b>CÓDIGO DE PROYECTO</b>	: ---	<b>REVISADO POR :</b>	N. Sánchez
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b>	: Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL	<b>FECHA DE VACIADO :</b>	16/10/19
<b>FECHA DE EMISIÓN</b>	: 16/10/2019	<b>TURNO :</b>	Diurno
<b>Agregado</b>	: Ag. Grueso / Ag. Fino	<b>F'm de diseño:</b>	320 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Procedencia</b>	: Cantera San Martín / Cantera Trapiche	<b>Asentamiento:</b>	0"
<b>Cemento</b>	: Cemento Apu tipo 1	<b>Código de mezcla:</b>	AR-10%

<b>1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA</b>	<b>5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO</b>
F'm = 320 kg/cm <sup>2</sup>	Cemento = 600 kg
<b>2. RELACIÓN AGUA CEMENTO</b>	<b>6. FACTOR CEMENTO</b>
R'ac = 0.35	Bolsas x m <sup>3</sup> = 14.1 Bolsas
<b>3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA</b>	<b>7. CÁLCULO DE ADITIVO</b>
Agua = 210 L	0.00 kg x m <sup>3</sup> = 0.0% / Cto
<b>4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO</b>	
Aire = 3.0%	

<b>8. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS</b>							
INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO					
Cemento Apu tipo 1	3050 kg/m <sup>3</sup>	0.1967 m <sup>3</sup>					
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>	0.2100 m <sup>3</sup>					
Aire	---	0.0300 m <sup>3</sup>					
Aditivo	720 kg/m <sup>3</sup>	0.0000 m <sup>3</sup>					
Agregado fino reciclado	2297 kg/m <sup>3</sup>	---	0.20%	5.50%	3.57	1354	
Agregado fino	2575 kg/m <sup>3</sup>	---	5.80%	1.50%	2.95	1505	
Volumen de pasta		0.4367 m <sup>3</sup>					
Volumen de agregados		0.9633 m <sup>3</sup>					


<b>9. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS</b>	<b>12. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA</b>
Agregado fino reciclado 10.0% = 0.0563 m <sup>3</sup> = 129 kg	Cemento Apu tipo 1 9.24 kg
Agregado fino 90% = 0.5070 m <sup>3</sup> = 1305 kg	Agua 2.48 L
	Aditivo 0.0 g = 0 mL
<b>10. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD</b>	Agregado fino reciclado 2.0 kg
Agregado fino reciclado 130 kg	Agregado fino 21.3 kg
Agregado fino 1381 kg	Slump Obtenido 0"
<b>11. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD</b>	<b>13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA</b>
Agua 161 L	CEM A.F. A.G. ADIT. AGUA
	1 : 2.3 : 24 : 0 : 11.4 L / bolsa

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- \* Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D.	JEFE LEM	D.
Nombre y firma:	M.	Nombre y firma:	M.
	A.	 <b>Noemi C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A.
		Nombre y firma:	M.
		 <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A.



	<b>FORMATO</b>	Código	AE-FO-03
	<b>DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO REFERENCIA ACI 211</b>	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

**PROYECTO** : Uso del concreto reciclado como agregado en adoquines prefabricados y su comportamiento en la resistencia de pavimentos de uso peatonal, Lima 2019. **REGISTRO N°:** IGC18-LEM-424-05  
**SOLICITANTE** : Luis Enrique Tipiana Contreras / Juan Alberto Mamani Quispe **REALIZADO POR :** R. Leiva  
**CÓDIGO DE PROYECTO** : --- **REVISADO POR :** N. Sánchez  
**UBICACIÓN DE PROYECTO** : Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL **FECHA DE VACIADO :** 25/10/19  
**FECHA DE EMISIÓN** : 16/10/2019 **TURNO :** Diurno

**Agregado** : Ag. Grueso / Ag. Fino **F'm de diseño:** 320 kg/cm2  
**Procedencia** : Cantera San Martín / Cantera Trapiche **Asentamiento:** 0"  
**Cemento** : Cemento Apu tipo 1 **Código de mezcla:** AR-20%

- |   |   |
|---|---|
| <b>1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA</b><br>F'm = 320 kg/cm2 | <b>5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO</b><br>Cemento = 629 kg |
| <b>2. RELACIÓN AGUA CEMENTO</b><br>R a/c = 0.35                     | <b>6. FACTOR CEMENTO</b><br>Bolsas x m3 = 14.8 Bolsas           |
| <b>3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA</b><br>Agua = 220 L         | <b>7. CÁLCULO DE ADITIVO</b><br>0.00 kg x m3 = 0.0% / Cto       |
| <b>4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO</b><br>Aire = 3.0%                  |   |

**8. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS**


INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO				
Cemento Apu tipo 1	3050 kg/m3	0.2061 m3				
Agua	1000 kg/m3	0.2200 m3				
Aire	---	0.0300 m3				
Aditivo	720 kg/m3	0.0000 m3	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO
Agregado fino reciclado	2297 kg/m3	---	0.20%	5.50%	3.57	1354
Agregado fino	2575 kg/m3	---	4.70%	1.50%	2.95	1505
Volumen de pasta		0.4561 m3				
Volumen de agregados		0.5439 m3				

- |  |   |
|--|---|
| <b>9. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS</b><br>Agregado fino reciclado 20.0% = 0.1088 m3 = 250 kg<br>Agregado fino 80% = 0.4351 m3 = 1120 kg | <b>12. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA</b> 0.015 m3<br>Cemento Apu tipo 1 9.66 kg<br>Agua 3.04 L<br>Aditivo 0.0 g = 0 mL<br>Agregado fino reciclado 3.9 kg<br>Agregado fino 18.1 kg<br>Slump Obtenido 0" |
| <b>10. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD</b><br>Agregado fino reciclado 250 kg<br>Agregado fino 1173 kg              | <b>13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA</b><br>CEM A.F. A.G. ADIT. AGUA<br>1 : 1.9 : .44 : 0 : 13.3 L / bolsa  |

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- \* Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 <b>Noemi C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		 <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	

	<b>FORMATO</b>	Código	AE-FO-93
	<b>DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO REFERENCIA ACI 211</b>	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1
PROYECTO	: Uso del concreto reciclado como agregado en adoquines prefabricados y su comportamiento en la resistencia de pavimentos de uso peatonal, Lima 2019.	REGISTRO N°:	IGC18-LEM-424-06
SOLICITANTE	: Luis Enrique Tiplana Contreras / Juan Alberto Mamani Quispe	REALIZADO POR :	R. Leiva
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR :	N. Sánchez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de INGENEOCONTROL	FECHA DE VACIADO :	25/10/19
FECHA DE EMISIÓN	: 16/10/2019	TURNO :	Diurno
Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino	F'm de diseño:	320 kg/cm2
Procedencia	: Cantera San Martín / Cantera Trapiche	Asentamiento:	0"
Cemento	: Cemento Apu tipo 1	Código de mezcla:	AR-30%

- |  |  |
|--|--|
| 1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA<br>F'm = 320 kg/cm2 | 5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO<br>Cemento = 629 kg |
| 2. RELACIÓN AGUA CEMENTO<br>R a/c = 0.35                     | 6. FACTOR CEMENTO<br>Bolsas x m3 = 14.8 Bolsas           |
| 3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA<br>Agua = 220 L         | 7. CÁLCULO DE ADITIVO<br>0.00 kg x m3 = 0.0% / Cto       |
| 4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO<br>Aire = 3.0%                  |  |


8. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO
Cemento Apu tipo 1	3050 kg/m3	0.2061 m3				
Agua	1000 kg/m3	0.2200 m3				
Aire	---	0.0300 m3				
Aditivo	720 kg/m3	0.0000 m3				
Agregado fino reciclado	2297 kg/m3	---	0.20%	5.50%	3.57	1354
Agregado fino	2575 kg/m3	---	4.70%	1.50%	2.95	1505
Volumen de pasta		0.4561 m3				
Volumen de agregados		0.5439 m3				

- |  |  |
|--|--|
| 9. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS<br>Agregado fino reciclado 30.0% = 0.1632 m3 = 375 kg<br>Agregado fino 70% = 0.3807 m3 = 980 kg | 12. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.015 m3<br>Cemento Apu tipo 1 9.68 kg<br>Agua 3.21 L<br>Aditivo 0.0 g = 0 mL<br>Agregado fino reciclado 5.8 kg<br>Agregado fino 15.8 kg<br>Slump Obtenido 0" |
| 10. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD<br>Agregado fino reciclado 376 kg<br>Agregado fino 1026 kg             | 13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA<br>CEM A.F. A.G. ADITV AGUA<br>1 : 1.6 : .66 : 0. : 14.1 L / bolsa   |

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

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 195029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		COC - LEM	D:
		Nombre y firma:	M:
		 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

	<b>FORMATO</b>		Código	AE-FO-93
	<b>DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO</b>		Versión	01
	<b>REFERENCIA ACI 211</b>		Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1

**PROYECTO** : Uso del concreto reciclado como agregado en adoquines prefabricados y su comportamiento en la resistencia de pavimentos de uso peatonal, Lima 2019. **REGISTRO N°:** IGC18-LEM-424-07  
**SOLICITANTE** : Luis Enrique Tiplana Contreras / Juan Alberto Mamani Quispe **REALIZADO POR** : R. Leiva  
**CÓDIGO DE PROYECTO** : --- **REVISADO POR** : N. Sánchez  
**UBICACIÓN DE PROYECTO** : Desarrollado en las instalaciones de INGENIOCONTROL **FECHA DE VACIADO** : 25/10/19  
**FECHA DE EMISIÓN** : 25/10/19 **TURNO** : Diurno

**Agregado** : Ag. Grueso / Ag. Fino **F'm de diseño:** 320 kg/cm<sup>2</sup>  
**Procedencia** : Cantera San Martín / Cantera Trapiche **Asentamiento:** 0"  
**Cemento** : Cemento Apu tipo 1 **Código de mezcla:** AR-40%

- |  |  |
|--|--|
| 1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA<br>F'm = 320 kg/cm <sup>2</sup> | 5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO<br>Cemento = 629 kg       |
| 2. RELACIÓN AGUA CEMENTO<br>R a/c = 0.35                                 | 6. FACTOR CEMENTO<br>Bolsas x m <sup>3</sup> = 14.8 Bolsas     |
| 3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA<br>Agua = 220 L                     | 7. CÁLCULO DE ADITIVO<br>0.00 kg x m <sup>3</sup> = 0.0% / Cto |
| 4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO<br>Aire = 3.0%                              |  |


8. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO
Cemento Apu tipo 1	3050 kg/m <sup>3</sup>	0.2061 m <sup>3</sup>				
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>	0.2200 m <sup>3</sup>				
Aire	---	0.0300 m <sup>3</sup>				
Aditivo	720 kg/m <sup>3</sup>	0.0000 m <sup>3</sup>				
Agregado fino reciclado	2297 kg/m <sup>3</sup>	---	0.20%	5.50%	3.57	1354
Agregado fino	2575 kg/m <sup>3</sup>	---	1.00%	1.50%	2.95	1505
Volumen de pasta		0.4561 m <sup>3</sup>				
Volumen de agregados		0.5439 m <sup>3</sup>				

- |  |  |
|--|--|
| 9. PROPORCIÓN DE AGREGADOS BECOS<br>Agregado fino reciclado 40.0% = 0.2176 m <sup>3</sup> = 500 kg<br>Agregado fino 60.0% = 0.3263 m <sup>3</sup> = 840 kg | 12. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.015 m <sup>3</sup><br>Cemento Apu tipo 1 9.68 kg<br>Agua 3.86 L<br>Aditivo 0.0 g = 0 mL<br>Agregado fino reciclado 7.7 kg<br>Agregado fino 13.1 kg<br>Stump Obtenido 0" |
| 10. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD<br>Agregado fino reciclado 501 kg<br>Agregado fino 849 kg  | 13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA<br>CEM A.F. A.G. ADIT AGUA<br>1 : 1.3 : .88 : 0. : 16.9 L / bolsa  |

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

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D.	JEFE LEM	D.
Nombre y firma:	M.	Nombre y firma:	M.
	A.	 Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A.
		Nombre y firma:	M.
		 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A.

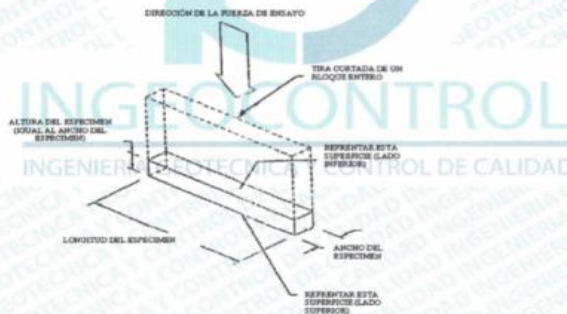
	<b>INFORME</b>	Código	AE-FO-182
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS Y ADOQUINES DE CONCRETO</b>	Versión	01
		Fecha	13-11-2019
		Página	1 de 1

PROYECTO : Uso del concreto reciclado como agregado en adoquines prefabricados y su comportamiento en la resistencia de pavimentos de uso peatonal, Lima 2019. REGISTRO N°: IGC19-LEM-424-08  
 SOLICITANTE : Luis Enrique Tiplana Contreras / Juan Alberto Mamani Guispe REALIZADO POR: J. Gutiérrez  
 CÓDIGO DE PROYECTO : --- REVISADO POR: ---  
 UBICACIÓN DE PROYECTO : --- FECHA DE ENSAYO: Indicada  
 FECHA DE EMISIÓN : Indicada TURNO: Diumo

Tipo de muestra : Adoquines de concreto  
 Presentación : Unidad  
 Resistencia de diseño (Fm) : 320 kg/cm2

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
ASTM C140 / NTP 399.804**


IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	ht <sup>A</sup>	Factor de Corrección	FUERZA MÁXIMA (kg)	ÁREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO Fm	% Fc
ADOQUIN PATRON	16/10/19	13/11/19	28	10.1	20.04	6.03	0.60	0.68	111944.9	202.4	377 kg/cm2	117.8%
ADOQUIN PATRON	16/10/19	13/11/19	28	10.11	20.1	6.04	0.60	0.68	111758.7	203.2	375 kg/cm2	117.2%
ADOQUIN PATRON	16/10/19	13/11/19	28	10.1	20.06	6.03	0.60	0.68	112353.9	202.6	378 kg/cm2	118.1%
ADOQUIN PATRON	16/10/19	13/11/19	28	10.13	20.07	6.10	0.60	0.68	111087.3	203.3	374 kg/cm2	116.9%
ADOQUIN PATRON	16/10/19	13/11/19	28	10.11	20.1	6.04	0.60	0.68	111624.0	203.2	375 kg/cm2	117.0%
ADOQUIN PATRON	16/10/19	13/11/19	28	10.11	20.11	6.11	0.60	0.69	111489.4	203.3	376 kg/cm2	117.5%
ADOQ. AGREGADO REC. 10%	16/10/19	13/11/19	28	10.1	20.06	6.06	0.60	0.68	106152.8	202.6	358 kg/cm2	111.9%
ADOQ. AGREGADO REC. 10%	16/10/19	13/11/19	28	10.06	20.05	6.01	0.60	0.68	107852.4	201.7	365 kg/cm2	113.9%
ADOQ. AGREGADO REC. 10%	16/10/19	13/11/19	28	10.04	20.01	6.04	0.60	0.68	107586.2	200.9	366 kg/cm2	114.5%
ADOQ. AGREGADO REC. 10%	16/10/19	13/11/19	28	10.11	20.12	6.11	0.60	0.69	106458.3	203.4	359 kg/cm2	112.1%
ADOQ. AGREGADO REC. 10%	16/10/19	13/11/19	28	10.04	20.04	6.07	0.60	0.69	107315.8	201.2	366 kg/cm2	114.3%
ADOQ. AGREGADO REC. 10%	16/10/19	13/11/19	28	10.06	20.01	6.10	0.61	0.69	106578.2	201.3	364 kg/cm2	113.6%



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

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  <b>Noemi Q. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.



	INFORME	Código	AE-FO-78
	<b>DETERMINACIÓN DE PESO ESPECÍFICO DEL CONCRETO - ADOQUINES MÉTODO EXPERIMENTAL (REF ASTM C127)</b>	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

**Proyecto** : Uso del concreto reciclado como agregado en adoquines prefabricados y su comportamiento en la resistencia de pavimentos de uso peatonal, Lima 2019. Registro N°: IGC19-LEM-424-10  
**Solicitante** : Luis Enrique Tiplana Contreras / Juan Alberto Mamani Quispe Muestreado por : R. Leyva  
**Atención** : Luis Enrique Tiplana Contreras / Juan Alberto Mamani Quispe Ensayado por : R. Leyva  
**Ubicación de Proyecto** : Lima Fecha de Ensayo: 22/11/19  
**Material** : Adoquines de concreto - Diseño Patrón Turno: Diurno

---

**Tipo de muestra** : PATRON  
**Procedencia** : Elaboración propia  
**N° de Muestra** : ---  
**Progresiva** : ---

DATOS		1	2	3	4	5	6
1	Peso de la muestra sss	2678	2242	2817	2812	2380	2445
2	Peso de la muestra sss sumergida	1497	1255	1579	1576	1336	1371
3	Peso de la muestra secada al horno	2649	2211	2781	2783	2345	2412

RESULTADOS		1	2	3	3	3	3	PROMEDIO
PESO ESPECÍFICO DE MASA		2.243	2.241	2.246	2.251	2.247	2.246	<b>2.246</b>
PESO ESPECÍFICO DE MASA S.S.S		2.268	2.272	2.275	2.275	2.281	2.277	<b>2.275</b>
PESO ESPECÍFICO APARENTE		2.299	2.314	2.314	2.305	2.325	2.317	<b>2.312</b>
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)		1.1	1.4	1.3	1.0	1.5	1.4	<b>1.3</b>



INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  <b>Noemí C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.T	Nombre y firma:  <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.T

Mz B Lote 11, Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta Etapa, San Martín de Porres  
 Telf.: (01) 467-8957 Cel.: 924 513 299 930 267 190  
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com



## PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA  
RUC N° 20602182721

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 094 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	800-2019	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	INGEOCONTROL S.A.C.	
3. Dirección	MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	
Capacidad Máxima	30000 g	
División de escala (d)	1 g	
Div. de verificación (e)	10 g	
Clase de exactitud	II	PERUTEST 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.
Marca	OHAUS	
Modelo	R21PE30ZH	
Número de Serie	B845372630	
Capacidad mínima	20 g	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
5. Fecha de Calibración	2019-02-13	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2019-02-15

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
E-mail : ventas@perutest.com.pe , Web: www.perutest.com.pe



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LM - 094 - 2019

Área de Metrología

Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOPI, Tercera Edición.

### 7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.

MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.6 °C	21.9 °C
Humedad Relativa	56 %	56 %

### 9. Patrones de referencia

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia	PESAS DE 5 kg (Clase de Exactitud: M2)	SAT - LM - 0414 - 2018
Patrones de referencia	PESAS DE 10 kg (Clase de Exactitud: M2)	SAT - LM - 0413 - 2018
Patrones de referencia	PESAS DE 20 kg (Clase de Exactitud: M2)	SAT - LM - 0412 - 2018
Patrones de referencia	JUEGO DE PESAS 1 g a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	METROIL M-0642-2018

### 10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (\*\*) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima

Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque

Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224

E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe





# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 094 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

### 11. Resultados de Medición

#### INSPECCIÓN VISUAL

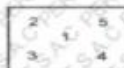
AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temperatura	Inicial	Final
	21.6 °C	21.7 °C

Medición N°	Carga L1 = 15,000 g			Carga L2 = 30,000 g			
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	
1	15,000	0.4	0.1	30,000	0.5	0.0	
2	14,999	0.3	-0.8	30,000	0.5	0.0	
3	15,000	0.6	-0.1	29,999	0.3	-0.8	
4	15,000	0.6	-0.1	30,000	0.4	0.1	
5	15,000	0.5	0.0	30,000	0.5	0.0	
6	15,000	0.3	0.2	30,000	0.5	0.0	
7	15,000	0.3	0.2	30,000	0.4	0.1	
8	14,999	0.3	-0.8	30,000	0.5	0.0	
9	15,000	0.5	0.0	30,000	0.5	0.0	
10	15,000	0.5	0.0	29,999	0.3	-0.8	
Diferencia Máxima			1.0	Diferencia Máxima			0.9
Error Máximo Permissible			± 20.0	Error Máximo Permissible			± 30.0

#### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición  
de las  
cargas

Temperatura	Inicial	Final
	21.7 °C	21.8 °C



Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero E <sub>0</sub>				Determinación del Error Corregido E <sub>c</sub>					
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
1	10 g	10	0.5	0.0	10,000	10,000	0.8	-0.3	-0.3	
2		10	0.5	0.0		10,000	0.5	0.0	0.0	
3		10	0.6	-0.1		10,000	10,000	0.9	-0.4	-0.3
4		10	0.5	0.0		10,000	10,000	0.2	0.3	0.3
5		10	0.5	0.0		10,000	10,000	0.3	0.2	0.2
Error máximo permisible									± 20.0	

\* Valor entre 0 y 10g

Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 - Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
 E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
 SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA  
 RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 094 - 2019

Área de Metrología  
 Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	21.8 °C	21.9 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p** (± g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
10	10	0.8	-0.3						
20	20	0.8	-0.1	0.2	20	0.5	0.0	0.3	10.0
100	100	0.4	0.1	0.4	100	0.6	-0.1	0.2	10.0
500	500	0.9	-0.4	-0.1	500	0.4	0.1	0.4	10.0
1,000	1,000	0.5	0.0	0.3	1,000	0.8	-0.3	0.0	10.0
5,000	5,000	0.6	-0.1	0.2	5,000	0.9	-0.4	-0.1	20.0
10,000	10,000	0.5	0.0	0.3	10,000	0.5	0.0	0.3	20.0
15,000	15,000	0.2	0.3	0.6	15,000	0.2	0.3	0.6	20.0
20,000	20,000	0.3	0.2	0.5	20,000	0.6	-0.1	0.2	30.0
25,000	25,000	0.3	1.2	1.5	25,000	0.5	0.0	0.3	30.0
30,000	30,000	0.5	0.0	0.3	30,000	0.5	0.0	0.3	30.0

\*\* error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.  
 I: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.  
 E: Error encontrado

E<sub>0</sub>: Error en cero.  
 E<sub>c</sub>: Error corregido

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.4223333 \text{ g}^2 + 0.00000000043 \text{ R}^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.0000323 R$$

### 12. Incertidumbre

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

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

Fin del documento



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
 E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 093 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	800-2019
2. Solicitante	INGEOCONTROL S.A.C.
3. Dirección	MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACIÓN LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	600 g
División de escala (d)	0.01 g
Div. de verificación (e)	0.1 g
Clase de exactitud	III
Marca	OHAUS
Modelo	SE602F
Número de Serie	B824537017
Capacidad mínima	0.2 g
Procedencia	U.S.A.
Identificación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2019-02-13

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

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

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

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

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

Fecha de Emisión

2019-02-15

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



**PERUTEST S.A.C.**  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

**PT - LM - 093 - 2019**

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL

### 7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.

MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.6	21.8
Humedad Relativa	56%	56%

### 9. Patrones de referencia

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia	JUEGO DE PESAS 1 g a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	METROIL M-0842-2018

### 10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (\*\*) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
 E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



**PERUTEST S.A.C.**  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 093 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

### 11. Resultados de Medición

#### INSPECCIÓN VISUAL

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

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temperatura Inicial Final  
21.2 °C 21.2 °C

Medición N°	Carga L1 = 300 g			Carga L2 = 600 g			
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	
1	300.00	5	0	600.00	5	0	
2	300.00	6	-1	600.00	6	-1	
3	300.00	6	-1	599.99	3	-8	
4	300.00	7	-2	600.00	6	-1	
5	300.00	6	-1	599.99	2	-7	
6	300.00	5	0	600.00	5	0	
7	300.00	7	-2	600.00	4	1	
8	300.00	5	0	600.00	6	-1	
9	300.01	8	7	600.01	8	7	
10	300.01	9	6	600.00	6	-1	
Diferencia Máxima			9	Diferencia Máxima			15
Error Máximo Permissible			100	Error Máximo Permissible			200

#### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición de las cargas

Temperatura Inicial Final  
21.9 °C 22.0 °C



Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1	0.10	0.10	5	0	200.00	200.00	5	0	0
2		0.11	8	7		200.00	4	1	-6
3		0.10	6	-1		200.00	6	-1	0
4		0.10	5	0		200.00	5	0	0
5		0.10	6	-1		200.01	8	7	8
Error máximo permisible									100

\* Valor entre 0 y 10e

Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

PERUTEST S.A.C.  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LM - 093 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	21.7 °C	21.8 °C

Carga L ( g )	I ( g )	CRECIENTES			DECRECIENTES				e.m.p ** ( ± mg )
		ΔL ( mg )	E ( mg )	Ec ( mg )	I ( g )	ΔL ( mg )	E ( mg )	Ec ( mg )	
0.10	0.10	6	-1						
0.20	0.20	5	0	1	0.20	5	0	1	100
60.00	60.00	6	-1	0	60.00	5	0	1	100
120.00	120.00	7	-2	-1	120.00	4	1	2	100
150.00	150.00	6	-1	0	150.00	5	0	1	100
200.00	200.00	5	0	1	200.00	6	-1	0	100
250.00	250.00	6	-1	0	250.00	7	-2	-1	100
300.00	300.00	6	-1	0	299.99	4	-9	-8	100
400.00	400.00	4	1	2	399.99	3	-8	-7	100
500.00	500.00	5	0	1	499.99	4	-9	-8	200
600.00	600.00	5	0	1	600.00	5	0	1	200

\*\* error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.  
I: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.  
E: Error encontrado

E<sub>0</sub>: Error en cero.  
E<sub>c</sub>: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.000041 \text{ g}^2 + 0.0000000015 \text{ R}^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.0000018 \text{ R}$$

### 12. Incertidumbre

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

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

Fin del documento



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
 E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



**PERUTEST S.A.C**  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA-QUIMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 092 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente 800-2019

2. Solicitante INGEOCONTROL S.A.C.

3. Dirección MZA B LOTE 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

4. Equipo de medición BALANZA ELECTRÓNICA

Capacidad Máxima 3000 g

División de escala (d) 0.1 g

Div. de verificación (e) 1.0 g

Clase de exactitud II

Marca OHAUS

Modelo SE3001F

Número de Serie 8346750775

Capacidad mínima 2.0 g

Procedencia U.S.A.

Identificación NO INDICA

5. Fecha de Calibración 2019-02-13

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

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

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

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

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

Fecha de Emisión

2019-02-15

Jefe del Laboratorio de Metrología

  
MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
Sucursal: Calle Sinchi Rocá Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA  
RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 092 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM-INACAL

### 7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.  
MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACIÓN LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.6	21.6
Humedad Relativa	56%	56%

### 9. Patrones de referencia

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia	PESAS DE 5 kg (Clase de Exactitud: M2)	SAT - LM - 0414 - 2018
Patrones de referencia	JUEGO DE PESAS 1 g a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	METROIL M-0842-2018

### 10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (\*\*) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe





# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA  
RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 092 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

### 11. Resultados de Medición

#### INSPECCIÓN VISUAL

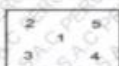
AJUSTE DE CERÓ	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	TIENE	CURSÓR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	21.5 °C	21.6 °C

Medición N°	Carga L1 = 1,500 g			Carga L2 = 3,000 g		
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	1500.0	50	0	3000.0	50	0
2	1500.0	60	-10	3000.0	40	10
3	1500.0	60	-10	3000.0	40	10
4	1500.0	60	0	3000.1	80	70
5	1500.0	20	30	3000.0	60	-10
6	1500.0	60	-10	3000.0	50	0
7	1500.1	80	70	3000.0	60	-10
8	1500.0	60	-10	3000.0	50	0
9	1500.0	50	0	3000.0	30	20
10	1500.0	20	30	3000.0	50	0
	Diferencia Máxima:		80	Diferencia Máxima:		80
	Error Máximo Permissible		1,000.0	Error Máximo Permissible		1,000.0

#### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición de las cargas

	Inicial	Final
Temperatura	21.6 °C	21.8 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero E <sub>0</sub>				Determinación del Error Corregido E <sub>c</sub>				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (mg)	E <sub>0</sub> (mg)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E <sub>c</sub> (mg)
1		1.0	50	0		1000.0	4	46	46
2		1.0	50	0		1000.0	60	-10	-10
3	1.0	1.0	40	10	1000.0	1000.0	50	0	-10
4		1.0	50	0		1000.0	50	0	0
5		1.0	50	0		999.9	30	-80	-80
	Error máximo permisible								1,000.0

\* Valor entre 0 y 10e

Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 092 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	21.7 °C	21.8 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	f (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1.0	1.0	40	10						
2.0	2.0	60	-10	-20	2.0	50	0	-10	1,000
10.0	10.0	40	10	0	10.0	50	0	-10	1,000
100.0	100.0	50	0	-10	100.0	60	-10	-20	1,000
500.0	500.0	50	0	-10	500.0	60	-10	-20	1,000
800.0	800.0	60	-10	-20	800.0	80	-10	-20	1,000
1000.0	1000.0	50	0	-10	1000.0	50	0	-10	1,000
1500.0	1500.0	50	0	-10	1499.9	50	-100	-110	1,000
2000.0	2000.1	60	90	80	1999.9	4	-54	-64	1,000
2500.0	2500.1	80	70	60	2499.9	20	-70	-80	1,000
3000.0	3000.1	70	80	70	3000.1	80	70	60	1,000

\*\* error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.  
f: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.

E: Error encontrado

E<sub>0</sub>: Error en cero.

E<sub>c</sub>: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.004094 \text{ g}^2 + 0.0000000135 \text{ R}^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.0000219 R$$

### 12. Incertidumbre

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

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

Fin del documento



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 - Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
 E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

INFORME TÉCNICO

EXPEDIENTE : INF- LE 092-19

SOLICITANTE : **PERUTEST S.A.C.**  
Calle Yahuar Huaca N°215  
Comas, Lima  
Att. : Sr. Alejandro Flores

TITULO : CALIBRACION DE SISTEMA DE CELDA  
DE CARGA OAP  
Celda de Carga OAP Tipo: ZSF-A  
10000 kg N°55P4331  
INDICADOR DIGITAL: HIGH WEIGHT  
Modelo: TP9901 N° 0284064

FECHA : San Miguel, 30 de abril de 2019

  
Ing. Daniel Torrevalva  
Jefe del Laboratorio de  
Estructuras Antisismicas



## CALIBRACION DE SISTEMA CELDA DE CARGA

### 1. GENERALIDADES.

PERUTEST S.A.C. solicitó al Laboratorio de Estructuras de la Pontificia Universidad Católica del Perú efectuar la calibración de un sistema de medición de carga comprendido por una celda de carga y un indicador digital.

Esta operación fue efectuada por personal del Laboratorio de Estructuras. La calibración se efectuó en el Laboratorio de Estructuras el día 25 de abril de 2019.

### 2. EQUIPO CALIBRADO.

Celda de carga:

- Marca : OAP Tipo: ZSF-A
- N° serie : 55P4331
- Capacidad : 10000 kg (nominal)

Indicador Digital: HIGH WEIGHT

- Modelo : TP9901
- N° serie : 0284064
- Carga nominal : 10000 kg
- Resolución : 0.5 kg

### 3 EQUIPO EMPLEADO.

- Marco de reacción de perfiles mecano.
- Celda de carga, HBM, C3H, N° 98950, 200 KN, con última calibración efectuada el 15 de febrero de 2019.
- Amplificador, HBM-MGCplus1 ch1
- Celda de carga, HBM, U1, N° 6727, 50 KN, con última calibración efectuada el 16 de abril de 2019.
- Amplificador, HBM-MGCplus1 ch6
- Gata hidráulica, LUKAS, HP 200/200, 500bar, Nr.300
- Bomba hidráulica manual, LUKAS, ZPH3/6, PN: 700 SER N°: 263915

### 4. PROCEDIMIENTO SEGUIDO.

Para la realización de la calibración se tomó como referencia la norma ASTM E74-18 y de acuerdo con el cliente se procedió a aplicar los valores de carga indicados en la página 3/3.

El proceso de calibración consistió en la aplicación de tres series de carga a la celda mediante una gata hidráulica en serie con la celda patrón.

### 5. RESULTADOS.

En la página 3/3 se presentan los resultados de la calibración efectuada.

Se recomienda recalibrar el equipo a intervalos apropiados.

INF-LE: 092-19

2/3



Celda calibrada: OAP  
N° serie: 55P4331

Tipo: Z6F-A  
Capacidad: 10t

Indicador Digital : HIGH WEIGHT  
N° serie: 0284064

Modelo: TP9901

Celda patrón: HBM #serie: 98950 Capacidad: 200 kN  
Amplificador usado: HBM-MGCplus1 ch1

Calibrada en LEDI-PUCP el 15 de febrero 2019

Celda patrón: HBM #serie: 6727 Capacidad: 50 kN

Amplificador usado: HBM-MGCplus1 ch6

Calibrada en LEDI-PUCP el 16 de abril 2019

Celdas patronos calibradas con patronos trazables al DKD-Alemania

Norma de referencia: ASTM E74-18

Fecha: 2019-04-25

Ejecutores: S. Llanos I. - M. Bernardo L.

La calibración está referida a 23 °C

PATRÓN (kg)			INDICADOR HIGH WEIGHT (kg)		
1019.6	1019.6	1019.6	1018.0	1017.5	1018.5
2039.3	2039.2	2039.1	2037.5	2037.5	2039.0
3059.5	3059.3	3059.3	3060.0	3061.5	3064.5
4080.7	4080.4	4080.4	4082.0	4083.0	4084.0
5101.9	5101.6	5101.6	5103.0	5104.0	5105.5
6123.1	6122.8	6122.8	6125.5	6125.5	6127.0
7144.4	7144.0	7144.0	7146.5	7146.5	7148.5
8165.7	8165.3	8165.3	8169.0	8167.5	8170.5
9187.1	9186.6	9186.6	9191.0	9191.0	9192.0
9902.0	9901.5	9901.5	9905.0	9906.0	9908.5

La ecuación de ajuste por el método de mínimos cuadrados según la norma citada es:

$$\text{DEFLEXION} = A + B (\text{CARGA}) + C (\text{CARGA})^2$$

Siendo los coeficientes:

$$A = -2.7227030797$$

$$B = 1.0014098063$$

$$C = -0.0000000701$$

Obteniéndose como resultado:

$$\text{Desviación Standard } S = 1.4 \text{ kg}$$

$$\text{LLF(Lower Limit Factor)} = 3.3 \text{ kg}$$

$$U = 13 \text{ kg}$$

La Incertidumbre expandida, para  $k=2$ , ha sido calculada para 10000 kg

Nota: DEFLEXION es la lectura directa del indicador digital HIGH WEIGHT

Este informe contiene 3 páginas.

Prohibida la reproducción parcial de este Informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Estructuras Antisísmicas



**INFORME TÉCNICO**


EXPEDIENTE : INF- LE 272-18

SOLICITANTE : **PERUTEST S.A.C.**  
Calle Yahuar Huaca N°215  
Comas, Lima  
Att. : Sr. Alejandro Flores

TITULO : CALIBRACION DE SISTEMA DE CELDA  
DE CARGA  
Celda de Carga Modelo: 150-AE  
Capacidad: 150000 kg  
N° serie: 5Y97826  
INDICADOR DIGITAL: HIGH WEIGHT  
Modelo: TP9902  
N° serie: 150502075

FECHA : San Miguel, 23 de noviembre de 2018



  
D. Daniel Torrevalva D.  
Jefe del Laboratorio de  
Estructuras Antisísmicas

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
Av. Universitaria 1801, San Miguel  
T: 51-1 626-2000 anexo 4640  
F: 51-1 626 2089  
ledi@pucp.pe

[www.pucp.edu.pe](http://www.pucp.edu.pe)

## CALIBRACION DE SISTEMA CELDA DE CARGA

### 1. GENERALIDADES.

PERUTEST S.A.C. solicitó al Laboratorio de Estructuras de la Pontificia Universidad Católica del Perú efectuar la calibración de un sistema de medición de carga comprendido por una celda de carga y un indicador digital.

Esta operación fue efectuada por personal del Laboratorio de Estructuras. La calibración se efectuó en el Laboratorio de Estructuras el día 19 de noviembre de 2018.

### 2. EQUIPO CALIBRADO.

Celda de carga:

- Modelo : 150-AE
- N° serie : 5Y97826
- Capacidad : 150000 kg (nominal)

Indicador Digital: HIGH WEIGHT

- Modelo : TP9902
- N° serie : 150502075
- Capacidad : 150000 kg
- Resolución : 5 kg

### 3 EQUIPO EMPLEADO.

- Marco de reacción de perfiles mecano.
- Celda de carga, HBM, C6A, N° 123030019, 2 MN, con última calibración efectuada el 22 de agosto de 2018.
- Amplificador, HBM-MGCplus1 ch5
- Celda de carga, HBM, C3H, N° 87747, 1000 kN, con última calibración efectuada el 21 de febrero de 2018.
- Amplificador, HBM-MGCplus1 ch6
- Gata hidráulica, LUKAS, HP 200/200, 500bar, Nr.300
- Bomba hidráulica manual, LUKAS, ZPH3/8, PN: 700 SER N°: 263915

### 4. PROCEDIMIENTO SEGUIDO.

Para la realización de la calibración se tomó como referencia la norma ASTM E74-18 y de acuerdo con el cliente se procedió a aplicar los valores de carga indicados en la página 3/3.

El proceso de calibración consistió en la aplicación de tres series de carga a la celda mediante una gata hidráulica en serie con la celda patrón.

### 5. RESULTADOS.

En la página 3/3 se presentan los resultados de la calibración efectuada.  
Se recomienda recalibrar el equipo a intervalos apropiados.

INF-LE: 272-18



Celda Calibrada: Modelo 150-AE  
 N° serie: 5Y97826  
 Indicador Digital: HIGH WEIGHT  
 Resolución: 5 kg  
 Celda patrón: HBM #serie: 87747 Capacidad: 1000 kN Incertidumbre = 1.3 kN  
 Amplificador usado: HBM-MGCplus1 ch6  
 Calibrada en LEDI-PUCP el 21 de febrero 2018  
 Celda patrón: HBM #serie: 123030019 Capacidad: 2000kN Incertidumbre = 2.6 kN  
 Amplificador usado: HBM-MGCplus1 ch5  
 Calibrada en LEDI-PUCP el 22 de agosto 2018  
 Celdas patrones calibradas con patrones trazables al National Standards  
 Testing Laboratory de Maryland - USA y al DKD de Alemania  
 Norma de referencia: ASTM E74-18  
 Fecha: 2018-11-19 Ejecutores: M. Huamancayo P. - R.J. Castañeda  
 La calibración está referida a 23 °C

PATRON (kg)			LECTURA HIGH WEIGHT (kg)		
17033	17033	17033	17045	17045	17045
30059	30058	30058	30095	30075	30060
45085	45084	45084	45160	45135	45110
60109	60108	60108	60220	60195	60160
75130	75128	75128	75300	75265	75245
90148	90146	90146	90405	90365	90350
100159	100156	100156	100500	100445	100400
122814	122804	122798	122440	121695	121530
143282	143270	143262	142965	142135	141935
149424	149412	149404	149130	148260	148075

La ecuación de ajuste por el método de mínimos cuadrados según la norma citada es:

$$\text{DEFLEXION} = A + B (\text{CARGA}) + C (\text{CARGA})^2$$

Siendo los coeficientes:  
 A = -350.6719811433  
 B = 1.0184226649  
 C = -0.0000001557

Nota: DEFLEXION es la lectura directa del indicador digital HIGH WEIGHT

Obteniéndose como resultado:

LLF = 809.0 kg  
 U = 1713 kg

La Incertidumbre expandida, para k=2, ha sido calculada para 150000 kg

Este informe contiene 3 páginas.

Prohibida la reproducción parcial de este Informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Estructuras Antisismicas.

INF-LE 272-18







**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº LM-0412-2018**

SERV-0569-2018  
 Pág. 1 de 2

- 1. Cliente** : **PERUTEST S.A.C.**  
**Dirección** : Cal. Yahuar Huaca Nro. 215 Urb. San Agustin -  
 Comas - Lima - Lima
- 2. Patrón de medición** : Pesa  
**Marca** : No indica  
**Número de serie** : No indica  
**Procedencia** : No indica  
**Identificación** : KM17-012  
**Valor Nominal** : 20 kg  
**Clase de exactitud** : M2  
**Material** : Hierro fundido  
**Cantidad** : 1
- 3. Fecha y lugar de calibración**  
**Fecha de calibración** : 2018-06-20  
**Lugar de calibración** : Laboratorio de Calibración de SAT S.A.C. - Sala 2

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

Este certificado de calibración es emitido en base a los resultados obtenidos en nuestro laboratorio, es válido únicamente al objeto calibrado en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se recomienda al cliente recalibrar sus instrumentos y equipos a intervalos apropiados de acuerdo a su uso, conservación y mantenimiento.

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Esta prohibida toda reproducción parcial del presente certificado sin la autorización previa y expresa de SAT.

SAT S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados del presente certificado.

El certificado de calibración sin la firma y sellos del responsable de SAT carecen de validez.

- 4. Método de calibración**  
 La calibración se realizó por comparación directa, usando para la secuencia de pesadas el método de simple sustitución, según el PC - 008, 2da Ed. "Procedimiento para la Calibración de Pesas de Trabajo clases M2, M2-3 y M3" del INDECOPI-SNM.

- 5. Trazabilidad**  
 Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM. Se utilizaron las siguientes pesas patrones con sus respectivos certificados de calibración.

CÓDIGO	CLASE DE EXACTITUD	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LM-PM1-06	M1	M-0962-2017

Fecha de emisión: 2018-06-20



**JORGE R. QUILLE RAMOS**  
**Jefe de Laboratorio de Masa (e)**



**Ing. YANET I. MALDONADO PANEZ**  
**Jefe de División de Metrología**



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC-014



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-0412-2018  
Pág. 2 de 2

6. Resultados de medición

Condiciones ambientales

	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA (°C)	21.9	22.0
HUMEDAD RELATIVA (%)	56	55
PRESIÓN ATMOSFÉRICA (mbar)	1005	1005

IDENTIFICACIÓN	VN	MASA CONVENCIONAL	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA	FORMA	MATERIAL	COLOR	CAVIDAD DE AJUSTE	EMP M <sub>2</sub>
KM17-012	20 kg	20 kg + 0.5 g	0.5 g	Paralelepípeda	Hierro fundido	Negro	Tiene	3 g

VN= Valor Nominal

EMP= Error máximo permisible

La incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura  $k = 2$ , de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.

7. Observaciones

- La identificación se encuentra pintada en la pesa.





**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-0413-2018**

SERV-0569-2018  
 Pág. 1 de 2

**1. Cliente** : PERUTEST S.A.C.  
**Dirección** : Cal. Yahuar Huaca Nro. 215 Urb. San Agustín -  
 Comas - Lima - Lima

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

**2. Patrón de medición** : Pesa  
**Marca** : No indica  
**Número de serie** : No indica  
**Procedencia** : No indica  
**Identificación** : KM17-011  
**Valor Nominal** : 10 kg  
**Clase de exactitud** : M2  
**Material** : Hierro fundido  
**Cantidad** : 1

Este certificado de calibración es emitido en base a los resultados obtenidos en nuestro laboratorio, es válido únicamente al objeto calibrado en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se recomienda al cliente recalibrar sus instrumentos y equipos a intervalos apropiados de acuerdo a su uso, conservación y mantenimiento.

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Esta prohibida toda reproducción parcial del presente certificado sin la autorización previa y expresa de SAT.

**3. Fecha y lugar de calibración**  
**Fecha de calibración** : 2018-06-20  
**Lugar de calibración** : Laboratorio de Calibración de SAT S.A.C. - Sala 1

SAT S.A.C., no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados del presente certificado.

**4. Método de calibración**

La calibración se realizó por comparación directa, usando para la secuencia de pesadas el método de simple sustitución, según el PC - 008, 2da Ed.  
 "Procedimiento para la Calibración de Pesas de Trabajo clases M2, M2-3 y M3" del INDECOPI-SNM.

El certificado de calibración sin la firma y sellos del responsable de SAT carecen de validez.

**5. Trazabilidad**

Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM. Se utilizaron las siguientes pesas patrones con sus respectivos certificados de calibración.

CÓDIGO	CLASE DE EXACTITUD	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LM-PM1-05	M1	M-0961-2017

Fecha de emisión: 2018-06-20



**JORGE R. QUILLE RAMOS**  
 Jefe de Laboratorio de Masa (e)



**Ing. YANET E. MALDONADO PANÉZ**  
 Jefe de División de Metrología



**6. Resultados de medición**

**Condiciones ambientales**

	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA (°C)	21,7	21,7
HUMEDAD RELATIVA (%)	51	51
PRESIÓN ATMOSFÉRICA (mbar)	1006	1006

IDENTIFICACIÓN	VN	MASA CONVENCIONAL	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA	FORMA	MATERIAL	COLOR	CAVIDAD DE AJUSTE	EMP M <sub>2</sub>
KM17-011	10 kg	10 kg + 0,10 g	0,25 g	Paralelepípeda	Hierro fundido	Negro	Tiene	1,6 g

VN= Valor Nominal

EMP= Error máximo permisible

La incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura  $k = 2$ , de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.

**7. Observaciones**

- La identificación se encuentra pintada en la pesa.





**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-0414-2018**

SERV-0569-2018  
 Pág. 1 de 2

**1. Cliente** : PERUTEST S.A.C.  
**Dirección** : Cal. Yahuar Huaca Nro. 215 Urb. San Agustín -  
 Comas - Lima - Lima

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

**2. Patrón de medición** : Pesa  
**Marca** : No indica  
**Número de serie** : No indica  
**Procedencia** : No indica  
**Identificación** : KM17-010  
**Valor Nominal** : 5 kg  
**Clase de exactitud** : M2  
**Material** : Hierro fundido  
**Cantidad** : 1

Este certificado de calibración es emitido en base a los resultados obtenidos en nuestro laboratorio, es válido únicamente al objeto calibrado en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se recomienda al cliente recalibrar sus instrumentos y equipos a intervalos apropiados de acuerdo a su uso, conservación y mantenimiento.

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Esta prohibida toda reproducción parcial del presente certificado sin la autorización previa y expresa de SAT.

**3. Fecha y lugar de calibración**  
**Fecha de calibración** : 2018-06-20  
**Lugar de calibración** : Laboratorio de Calibración de SAT S.A.C. - Sala 1

SAT S.A.C., no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados del presente certificado.

**4. Método de calibración**  
 La calibración se realizó por comparación directa, usando para la secuencia de pesadas el método de simple sustitución, según el PC - 008, 2da Ed.  
 "Procedimiento para la Calibración de Pesas de Trabajo clases M2, M2-3 y M3" del INDECOPÍ-SNM.

El certificado de calibración sin la firma y sellos del responsable de SAT carecen de validez.

**5. Trazabilidad**  
 Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM.  
 Se utilizaron las siguientes pesas patrones con sus respectivos certificados de calibración.

CÓDIGO	CLASE DE EXACTITUD	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LM-PM1-04	M1	M-0960-2017

Fecha de emisión: 2018-06-20

**JORGE R. QUILLE RAMOS**  
 Jefe de Laboratorio de Masa (e)

**Ing. YANET L. MALDONADO PANÉZ**  
 Jefe de División de Metrología



**Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.**

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC-014



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-0414-2018**

SERV-0569-2018  
Pág. 1 de 2

- 1. Cliente** : PERUTEST S.A.C.  
**Dirección** : Cal. Yahuar Huaca Nro. 215 Urb. San Agustin - Comas - Lima - Lima
- 2. Patrón de medición** : Pesa  
**Marca** : No indica  
**Número de serie** : No indica  
**Procedencia** : No indica  
**Identificación** : KM17-010  
**Valor Nominal** : 5 kg  
**Clase de exactitud** : M2  
**Material** : Hierro fundido  
**Cantidad** : 1
- 3. Fecha y lugar de calibración**  
**Fecha de calibración** : 2018-06-20  
**Lugar de calibración** : Laboratorio de Calibración de SAT S.A.C. - Sala 1

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

Este certificado de calibración es emitido en base a los resultados obtenidos en nuestro laboratorio, es valido únicamente al objeto calibrado en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se recomienda al cliente recalibrar sus instrumentos y equipos a intervalos apropiados de acuerdo a su uso, conservación y mantenimiento.

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Esta prohibida toda reproducción parcial del presente certificado sin la autorización previa y expresa de SAT.

- 4. Método de calibración**  
La calibración se realizó por comparación directa, usando para la secuencia de pesadas el método de simple sustitución, según el PC - 008, 2da Ed. "Procedimiento para la Calibración de Pesas de Trabajo clases M2, M2-3 y M3" del INDECOPI-SNM.

SAT S.A.C., no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados del presente certificado.

El certificado de calibración sin la firma y sellos del responsable de SAT carecen de validez.

- 5. Trazabilidad**  
Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM. Se utilizaron las siguientes pesas patrones con sus respectivos certificados de calibración.

CÓDIGO	CLASE DE EXACTITUD	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LM-PM1-04	M1	M-0960-2017

Fecha de emisión: 2018-06-20



JORGE R. QUILLE RAMOS  
Jefe de Laboratorio de Masa (e)



Ing. YANET L. MALDONADO PANEZ  
Jefe de División de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CMC-106-2019**

Peticionario : INGEOCONTROL SAC

Atención : INGEOCONTROL SAC

Lugar de calibración : Calle 16. Mz. B lote 11 Urb. Ampliación los Portales de Chavin 4° Etapa - SMP.

Tipo de equipo : Máquina de Compresión Axial Eléctro-hidráulica

Capacidad del equipo : 1,112 kN (250,000 lbf. ó 113 TN)

División de escala : 0.1 kN

Marca : ELE - INTERNATIONAL

Modelo : No Indica.

Nº de serie del equipo : PC 001 Código : LC-001

Lector digital : ADR TOUCH ELE-INTERNATIONAL

Nº de serie lector digital : 1887-1-00082

Procedencia : USA

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

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 19,6°C / 64%

Temp.(°C) y H.R.(%) final : 19,7°C / 64%

Patrón de referencia : Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology), patrón utilizado Morehouse, N° de serie C-8294, clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-18, certificado de calibración reporte N° C-8294(ASRET)K0518

Número de páginas : 2

Fecha de calibración : 2019-10-25

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.

El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2019-10-28	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84286

**Resultados de medición**

Dirección de carga : Compresión

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2 U (%)
(%)	(kN)	1° ascenso (kN)	2° ascenso (kN)	3° ascenso (kN)			
0	0	0	0	0	0	0,0	0,1
9	100	99,98	101,13	100,20	100,40	-0,4	0,1
18	200	199,31	199,68	200,90	200,00	0,0	0,1
27	300	301,78	302,02	301,85	301,90	-0,6	0,1
36	400	401,75	401,02	400,62	401,10	-0,3	0,1
45	500	501,43	503,39	501,85	502,20	-0,4	0,1
54	600	604,82	602,78	604,07	603,90	-0,6	0,1
63	700	704,63	702,39	705,95	704,30	-0,6	0,1
72	800	805,46	800,30	805,27	803,70	-0,5	0,1
81	900	896,50	894,15	898,70	896,50	0,4	0,1

**Incertidumbre**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$  y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

**Notas**

El usuario esta obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado.







## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° M-0842-2018

Fecha de emisión : 2018 - 07 - 03

EXP.: 77794

Pág. 1 de 2

1. **Solicitante** : PERUTEST S.A.C.
2. **Dirección** : Calle Yahuar Huaca N° 215 Urb. San Agustín  
Comas - Lima - Lima
3. **Medida materializada** : **Pesas**
  - **Marca** : FUYUE
  - **Material** : Acero inoxidable
  - **Procedencia** : No Indica
  - **Código** : 31ZP30
  - **Valor Nominal** : 1mg a 1 kg (\*)
  - **Clase de exactitud** : F1
  - **Cantidad** : 25 unidades (\*\*)
  - **Ubicación** : No Indica
4. **Lugar de calibración** : Laboratorio de Masa - METROIL S.A.C.
5. **Fecha de calibración** : 2018-06-28
6. **Método de calibración**

La calibración se efectuó mediante el método de doble sustitución con los patrones del laboratorio, según el PC-016 1ª Ed. : 2007 "Procedimiento para la calibración de pesas de precisión" del INDECOPI - SNM.

7. **Trazabilidad**

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a patrones nacionales y/o internacionales, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

Código	Instrumento Patrón	Certificado de calibración
IM-1123	Pesa patrón Clase : E2	M-1157-2017/ METROIL S.A.C.

8. **Condiciones de calibración**

- **Temperatura Ambiental** : 21,6 °C a 20,5 °C
- **Humedad Relativa** : 52,4 %H.R. a 50 %H.R.
- **Presión Atmosférica** : 1005 mbar

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

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

METROIL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de METROIL S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de METROIL S.A.C.

CESAR GUIZA VILLANUEVA  
Jefe del Laboratorio de Masa



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO  
POR EL SERVICIO NACIONAL DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA - Perú  
Laboratorio de Calibración  
Acreditado  
Registro N° LC - 001



Certificado N° M-0842-2018  
Pág. 2 de 2

### 9. Resultados

N°	IDENTIF.	FORMA	CAVIDAD DE AJUSTE	VALOR NOMINAL	MASA CONVENCIONAL	INCERTIDUMBRE	E.M.P. (±) (F1)
1	--	Cilíndrica con botón	TIENE	200 g	200 g + 0,5 mg	0,3 mg	1,0 mg
2	*	Cilíndrica con botón	TIENE	200 g	200 g + 0,5 mg	0,3 mg	1,0 mg
3	--	Cilíndrica con botón	TIENE	100 g	100 g + 0,21 mg	0,16 mg	0,5 mg
4	--	Cilíndrica con botón	TIENE	50 g	50 g + 0,07 mg	0,10 mg	0,3 mg
5	*	Cilíndrica con botón	TIENE	20 g	20 g + 0,08 mg	0,08 mg	0,25 mg
6	--	Cilíndrica con botón	TIENE	20 g	20 g + 0,08 mg	0,08 mg	0,25 mg
7	--	Cilíndrica con botón	NO TIENE	10 g	10 g + 0,09 mg	0,06 mg	0,20 mg
8	--	Cilíndrica con botón	NO TIENE	5 g	5 g + 0,04 mg	0,05 mg	0,16 mg
9	*	Cilíndrica con botón	NO TIENE	2 g	2 g + 0,04 mg	0,04 mg	0,12 mg
10	--	Cilíndrica con botón	NO TIENE	2 g	2 g + 0,03 mg	0,04 mg	0,12 mg
11	--	Cilíndrica con botón	NO TIENE	1 g	1 g + 0,02 mg	0,03 mg	0,10 mg
12	--	Laminar	NO TIENE	0,5 g	0,5 g + 0,020 mg	0,025 mg	0,08 mg
13	.	Laminar	NO TIENE	0,2 g	0,2 g + 0,030 mg	0,020 mg	0,06 mg
14	--	Laminar	NO TIENE	0,2 g	0,2 g + 0,030 mg	0,020 mg	0,06 mg
15	--	Laminar	NO TIENE	0,1 g	0,1 g + 0,013 mg	0,016 mg	0,05 mg
16	--	Laminar	NO TIENE	0,05 g	0,05 g + 0,018 mg	0,012 mg	0,04 mg
17	--	Laminar	NO TIENE	0,02 g	0,02 g + 0,017 mg	0,010 mg	0,03 mg
18	*	Laminar	NO TIENE	0,02 g	0,02 g + 0,011 mg	0,010 mg	0,03 mg
19	--	Laminar	NO TIENE	0,01 g	0,01 g + 0,009 mg	0,008 mg	0,025 mg
20	--	Laminar	NO TIENE	0,005 g	0,005 g + 0,010 mg	0,006 mg	0,020 mg
21	--	Laminar	NO TIENE	0,002 g	0,002 g + 0,007 mg	0,006 mg	0,020 mg
22	.	Laminar	NO TIENE	0,002 g	0,002 g + 0,016 mg	0,006 mg	0,020 mg
23	--	Laminar	NO TIENE	0,001 g	0,001 g + 0,002 mg	0,006 mg	0,020 mg

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 %.

E.M.P: Error Máximo Permissible

### 10. Observaciones :

- Manipular con cuidado y mantener limpias las pesas.
- Se colocó en el estuche una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO", identificada con el N° A-02925
- (\*) Se calibro las pesas de 1 mg hasta 200 g.
- (\*\*) La cantidad de pesas que se calibro son de 23 unidades.

FIN DEL DOCUMENTO

COMERCIO E INGENIERIA LINO S.A.C.

Ac. Veedenclo N° 9910 LIme F1 - Perú Central Telef.: (511) 713-9080 / (511) 713-5656 / 999 072 424

Consulta Técnica: (511) 713-5610 / 975 432 445 / RPM #958 436 704 E-mail: ventas@metroil.com.pe / Web: www.metroil.com.pe



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-1695-2019**



Expediente N° : 86716  
Página 1 de 2

Fecha de emisión: 2019-05-16

- 1. Solicitante** : PERUTEST S.A.C.
- 2. Dirección** : Jr. La Madrid Mz. E Lote 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
- 3. Instrumento calibrado** : TERMOHIGRÓMETRO
  - Marca / Fabricante** : BOECO
  - Identificación** : PT-002 (\*)
  - Serie** : 170719424
  - Modelo** : HTC-8
  - Intervalo de indicación** : IN: -10 °C a 50 °C / OUT: -50 °C a 70 °C  
20 % H.R. a 99 % H.R.
  - Resolución** : IN: 0,1 °C / OUT: 0,1 °C  
1 % H.R.
  - Procedencia** : Alemania
  - Ubicación** : No indica
- 4. Lugar de calibración** : En el Laboratorio de Temperatura y Humedad de METROIL S.A.C.
- 5. Fecha de calibración** : Del 2019-05-14 al 2019-05-15
- 6. Método de calibración**  
La calibración se realizó por comparación directa según el PC-MT-002 Rev. 00 "Procedimiento para Calibración de Medidores de Humedad y/o Temperatura" de METROIL S.A.C.
- 7. Trazabilidad**  
Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL - DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP)

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

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

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

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de METROIL S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de METROIL S.A.C.

Código	Instrumento Patrón	Certificado de Calibración
IT-479	Termohigrómetro con incertidumbre del Orden desde 0,93 %H.R. a 1,06 %H.R.	H-0012-19 / INSTRUMENTS LAB S.A.C.
IT-480	Termohigrómetro con incertidumbre del Orden desde 0,6 %H.R. a 1,6 %H.R.	LH-053-2019 / INACAL - DM
IT-481	Termohigrómetro con incertidumbre del Orden desde 0,89 %H.R. a 1,03 %H.R.	H-0011-19 / INSTRUMENTS LAB S.A.C.
IT-332	Termómetro digital con incertidumbre del Orden de 0,07 °C	T-4037-2018 / METROIL S.A.C.
IT-333	Termómetro digital con incertidumbre del Orden de 0,07 °C	T-4038-2018 / METROIL S.A.C.

LUZ MARIANA VALVERDE SANTA MARIA  
Jefe de Laboratorio

**METROLOGÍA E INGENIERÍA LINO S.A.C.**

**8. Condiciones de calibración**

Temperatura ambiental : Inicial : 22,8 °C Final : 20,4 °C  
 Humedad relativa : Inicial : 60,9 % H.R. Final : 51,0 % H.R.

**9. Resultados**

PARA EL TERMÓMETRO INTERNO (Tipo IN)

INDICACIÓN DEL TERMÓMETRO (°C)	CORRECCIÓN (°C)	TCV (°C)	INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN (°C)
17,9	0,1	18,0	0,4
21,7	0,3	22,0	0,4
27,7	0,3	28,0	0,3

Temperatura Convencionalmente Verdadera ( TCV ) = Indicación del termómetro + Corrección

PARA EL HIGRÓMETRO

INDICACIÓN DEL HIGRÓMETRO (%H.R.)	CORRECCIÓN (%H.R.)	HRCV (%H.R.)	INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN (%H.R.)
50	0,0	50,0	2,8
60	0,0	60,0	2,8
70	0,0	70,0	2,8

Humedad Relativa Convencionalmente Verdadera (HRCV) = Indicación del higrómetro + Corrección

**10. Observaciones**

- Se colocó en el instrumento una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO", con identificación N° A-20184
- Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
- La incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura  $k=2$  de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95 %.
- (\*) Código de identificación indicado en una etiqueta adherida al instrumento.

FIN DEL DOCUMENTO



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LL - 035 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

1. Expediente	800-2019	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	INGEOCONTROL S.A.C.	
3. Dirección	MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Instrumento de Medición	VERNIER (PIE DE REY)	
Alcance de indicación	0 mm a 150 mm / 0 pulg. a 6 pulg.	
División de Escala / Resolución	0.01 mm / 0.0005 pulg.	
Marca	UBERMAN	PERUTEST 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 aqui declarados.
Modelo	NO INDICA	
Número de Serie	NO INDICA (*)	
Procedencia	NO INDICA	
Identificación	NO INDICA	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Tipo de indicación	DIGITAL	
5. Fecha de Calibración	2019-02-13	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2019-02-15

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



## PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA

RUC N° 20602182721

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LL - 035 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

Página 2 de 3

#### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó por comparación entre bloques patrones calibrados y la indicación del instrumento a calibrar tomando como referencia el método descrito en el PC-012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del SNM-INDECOPI. Segunda Edición.

#### 7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.  
MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

#### 8. Condiciones Ambientales

	minima	máxima
Temperatura	22.3 °C	22.6 °C
Humedad Relativa	61 %	68 %



#### 9. Patrones de Referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL	BLOQUES PATRON DE LONGITUD MARCA: INSIZE	LLA-C-070-2018

#### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- (\*) Serie grabada en el instrumento.
- El instrumento presenta errores menores a los errores máximos permisibles.

Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
E-mail : ventas@perutest.com.pe , Web: www.perutest.com.pe



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LL - 035 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

Página 3 de 3

### 11. Resultados de Medición

VALOR PATRÓN (mm)	INDICACIÓN DEL PIE DE REY			MAXIMO ERROR ENCONTRADO ( $\pm \mu\text{m}$ )	ERRORES MAXIMOS PERMITIDOS ( $\pm \mu\text{m}$ )
	EXTERIOR (mm)	INTERIOR (mm)	PROFUNDIDAD (mm)		
10.000	10.000	10.000	10.000	0	20
20.000	20.004	20.003	20.000	4	20
40.000	40.002	40.000	40.000	2	20
80.000	80.002	80.003	80.000	3	20
100.000	100.002	100.000	100.002	2	20
150.000	150.002	150.000	150.000	2	20

INCERTIDUMBRE DE MEDICION :  $1.5 \mu\text{m}$  ; para  $k=2$

### 12. Incertidumbre

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

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



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



**PERUTEST S.A.C.**  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 027 - 2019

Área de Metrología

Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 5

### 11. Resultados de Medición

Temperatura ambiental promedio 21 °C

Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 2 horas

El controlador se seteo en 110

#### PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110.0	106.9	107.1	111.0	115.1	112.4	104.2	109.0	112.4	112.4	109.7	110.0	10.9
02	110.0	107.3	107.1	109.7	115.7	113.0	104.0	108.6	113.0	113.0	109.7	110.1	11.7
04	110.0	107.0	106.9	111.3	115.4	112.6	104.2	108.6	112.6	112.6	109.6	110.1	11.2
06	110.0	107.4	107.0	110.5	115.3	112.6	104.0	108.6	112.4	112.6	109.7	110.0	11.3
08	110.0	106.9	107.1	111.0	115.1	112.4	104.0	109.0	113.0	112.4	109.7	110.1	11.1
10	110.0	107.3	107.0	109.7	115.7	113.0	104.1	108.6	112.6	113.0	109.6	110.1	11.6
12	110.0	107.0	107.1	111.0	115.4	112.6	104.0	108.6	112.6	112.6	109.7	110.1	11.4
14	110.0	107.4	106.9	109.7	115.3	112.6	104.1	109.0	113.0	112.6	109.7	110.0	11.2
16	110.0	106.9	107.0	111.3	115.1	112.4	104.2	108.6	112.6	112.4	109.6	110.0	10.9
18	110.0	107.3	107.1	110.5	115.7	113.0	104.0	109.0	113.0	113.0	109.7	110.2	11.7
20	110.0	107.0	107.1	111.3	115.4	112.6	104.2	108.6	112.6	112.6	109.7	110.1	11.2
22	110.0	107.4	107.1	110.5	115.1	112.6	104.0	108.6	112.6	112.6	109.6	110.0	11.1
24	110.0	106.9	106.9	111.0	115.7	112.6	104.2	108.6	113.0	112.6	109.7	110.1	11.5
26	110.0	107.3	107.0	109.7	115.4	112.4	104.0	108.6	112.4	112.4	109.7	109.9	11.4
28	110.0	106.9	106.9	111.3	115.3	113.0	104.2	108.6	113.0	113.0	109.6	110.2	11.1
30	110.0	107.3	107.0	110.5	115.4	112.4	104.0	109.0	112.4	112.4	109.7	110.0	11.4
32	110.0	107.0	107.1	111.0	115.3	113.0	104.0	108.6	113.0	113.0	109.7	110.2	11.3
34	110.0	107.4	107.0	109.7	115.1	112.6	104.0	109.0	112.6	112.6	109.6	110.0	11.1
36	110.0	107.4	107.1	111.3	115.7	112.6	104.2	108.6	112.6	112.6	109.7	110.2	11.5
38	110.0	106.9	107.1	110.5	115.1	113.0	104.0	108.6	113.0	113.0	109.7	110.1	11.1
40	110.0	107.3	106.9	111.0	115.7	112.6	104.0	109.0	112.6	112.6	109.6	110.1	11.7
42	110.0	107.0	107.0	109.7	115.4	112.4	104.2	108.6	112.6	112.4	109.7	109.9	11.2
44	110.0	107.4	107.0	111.0	115.3	113.0	104.0	108.6	112.4	113.0	109.7	110.1	11.3
46	110.0	106.9	107.1	109.7	115.1	112.6	104.2	108.6	113.0	112.6	109.6	109.9	10.9
48	110.0	107.3	107.1	111.3	115.7	112.6	104.1	109.0	112.6	112.6	109.7	110.2	11.6
50	110.0	106.9	106.9	110.5	115.4	112.4	104.2	108.6	113.0	112.4	109.7	110.0	11.2
52	110.0	107.0	107.0	111.3	115.3	113.0	104.0	108.6	112.6	113.0	109.6	110.1	11.3
54	110.0	107.4	107.1	111.0	115.1	112.6	104.0	108.6	113.0	112.6	109.6	110.1	11.1
56	110.0	106.9	107.1	109.7	115.7	112.6	104.0	108.6	112.6	112.6	109.7	109.9	11.7
58	110.0	107.3	106.9	111.3	115.4	113.0	104.2	109.0	112.6	113.0	109.7	110.2	11.1
60	110.0	106.9	107.0	110.5	115.3	112.6	104.0	108.6	113.0	112.6	109.6	110.0	11.1
T.PROM	110.0	107.1	107.0	110.6	115.4	112.7	104.1	108.7	112.7	112.7	109.7	110.1	
T.MAX	110.0	107.4	107.1	111.3	115.7	113.0	104.2	109.0	113.0	113.0	109.7		
T.MIN	110.0	106.9	106.9	109.7	115.1	112.4	104.0	108.6	112.4	112.4	109.6		
DTT	0.0	0.5	0.2	1.6	0.6	0.6	0.2	0.4	0.6	0.6	0.1		



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
 E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe





# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA  
RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 027 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 5

### 6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se consideró como referencia el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018; 2da edición; Junio 2009, del SNM-INDECOPI.

### 7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.  
MIZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACIÓN LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	22.5	22.5
Humedad Relativa	63 %	63 %

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o informe de calibración
SAT - LABORATORIO ACREDITADO REGISTRO: LC-014	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL DE 10 CANALES TERMOPARES TIPO T - DIGISENSE	LT-1145-2018

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- (\*) Código indicado en una etiqueta adherido al equipo.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA  
RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 027 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 5

1. Expediente	800-2019
2. Solicitante	INGECONTROL S.A.C.
3. Dirección	MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES
4. Equipo	HORNO
Alcance Máximo	300 °C
Marca	PERUTEST
Modelo	PT-H
Número de Serie	0105
Procedencia	PERÚ
Identificación	NO INDICA
Ubicación	NO INDICA

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

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

PERUTEST 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 aqui declarados.

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	30 °C a 300 °C	30 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0.1 °C	0.1 °C
Tipo	CONTROLADOR ELECTRONICO	TERMÓMETRO DIGITAL

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

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

5. Fecha de Calibración 2019-02-13

Fecha de Emisión Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2019-02-15

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



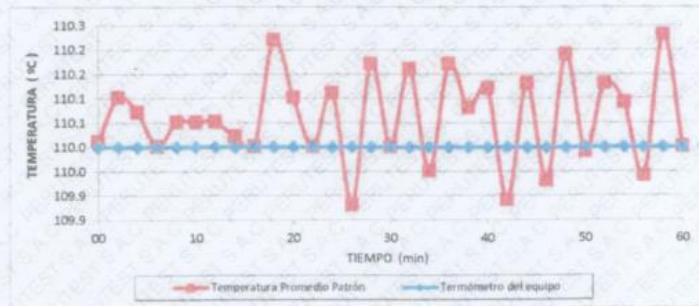
Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustin II Etapa - Comas - Lima  
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 027 - 2019

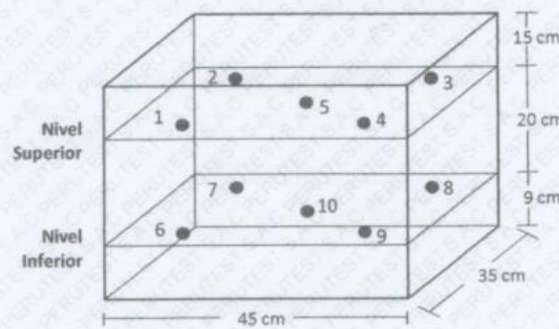
Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 5 de 5

### DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$



### DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES



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

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

#### 12. Incertidumbre

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

Fin del documento

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 027 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 4 de 5

PARÁMETRO	VALOR ( °C )	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA ( °C )
Máxima Temperatura Medida	115.7	10.3
Mínima Temperatura Medida	104.0	0.0
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1.6	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	11.3	10.4
Estabilidad Medida ( ± )	0.8	0.04
Uniformidad Medida	11.7	10.4

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

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

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

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0.06 °C

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

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

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

Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isotermo SI CUMPLE con los límites especificados de temperatura.

