



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DE ADOQUINES  
ELABORADOS CON PLÁSTICO RECICLADO PARA PAVIMENTO  
PEATONAL EN EL CENTRO COMERCIAL TAMBO PLAZA, LURÍN -  
2017”

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

**AUTORA:**

MEZA DOMÍNGUEZ, YOISI

**ASESOR:**

MG. MARQUINA CALLACNA, RODOLFO RICARDO

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

**LIMA - PERÚ**

**2018**

## PAGINA DE JURADO

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : FO6-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

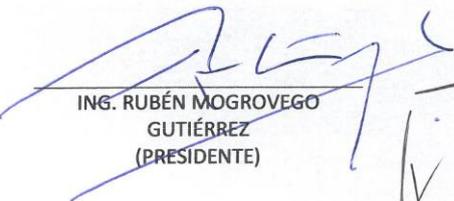
El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don(a) Yoisi Meza Dominguez  
cuyo título es:

"PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DE ADOQUINES ELABORADOS CON PLÁSTICO RECICLADO  
PARA PAVIMENTO PEATONAL EN EL CENTRO COMERCIAL TAMBO PLAZA, LURÍN - 2017"

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante,  
otorgándole el calificativo de: ..... (número) ..... (letras).

Trujillo (o Filial) Lima Norte.

Lima, 07 de julio de 2018

  
\_\_\_\_\_  
ING. RUBÉN MOGROVEGO  
GUTIÉRREZ  
(PRESIDENTE)

  
\_\_\_\_\_  
ING. ENRIQUE HUAROTO  
CASQUILLAS  
(SECRETARIO)

  
\_\_\_\_\_  
ING. RODOLFO MARQUINA  
CALLACNA  
(VOCAL)

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	-------------------------------	--------	---------------------	--------	------------------------------------

### **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a mis padres Jeiner y Erlinda, que siempre me apoyaron incondicionalmente en la parte económica y moral para poder llegar a culminar mi formación profesional.

A mis hermanos Romario, Jhonatan, Lizeth y Bryana, ya que son mi inspiración a seguir adelante. Y a toda mi familia que es lo mejor y más valioso que Dios me ha dado.

A mis maestros por el apoyo que siempre me brindaron día a día en el transcurso de cada año de mi carrera universitaria.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a las personas que contribuyeron con sus sugerencias, críticas constructivas, apoyo moral e intelectual para cristalizar la presente tesis.

Al Dr. César Acuña Peralta, fundador de la Universidad “CÉSAR VALLEJO”, gratitud eterna por darme la oportunidad de realizar mis estudios de Licenciatura.

A mi asesor de tesis el Mg. Marquina Callacna, Rodolfo Ricardo, por su experiencia científica y consejos, permitieron que mi Tesis se concluya de la mejor manera.

A mis padres Jeiner Meza y Erlinda Dominguez por demostrarme su brillante ejemplo de trabajo y superación, por su ayuda moral y económica, he logrado cumplir satisfactoriamente uno de mis objetivos.

A mis amigos Abel, Katherine y Rusbe que, con su ayuda moral y emocional, contribuyeron a la conclusión de este trabajo de investigación.

A todos ellos, infinitamente gracias.

La Autora.

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Yoisi Meza Dominguez, identificado con DNI N° 73130173 perteneciente a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo y como producto observable de Desarrollo de Proyecto de Investigación se ha desarrollado la Tesis “Propiedades físico – mecánicas de adoquines elaborados con plástico reciclado para pavimento peatonal en el Centro Comercial Tambo Plaza, Lurín - 2017”.

Declaro bajo juramento que:

1. El trabajo es de mi autoría.
2. Hemos respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por lo tanto, no existe plagio ni total ni parcialmente.
3. El trabajo no ha sido publicado, ni presentada anteriormente como producto académico de otra materia.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por lo tanto los resultados que se presentan constituyen aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar a autores), autoplagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (presentar falsamente las ideas de otros), asumimos las consecuencias y sanciones que de nuestra acción se deriven, sometiéndonos a la normatividad vigente de la Universidad César Vallejo.

Los Olivos, 17 de julio de 2018.



---

MEZA DOMÍNGUEZ, Yoisi  
DNI N° 73130173

## PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

Pongo a su disposición la Tesis titulada “Propiedades físico – mecánicas de adoquines elaborados con plástico reciclado para pavimento peatonal en el Centro Comercial Tambo Plaza, Lurín - 2017”, en cumplimiento a las normas establecidas en la Guía de Productos Observables de la Universidad “César Vallejo” a realizar en la Experiencia Curricular de Desarrollo del Proyecto de Investigación.

En el capítulo I, Introducción, se conoció que, existen toneladas de plástico flotando en el mar, para ser más exactos 18 millones; cifra que se debe minimizar, ya que el PET tarda en degradarse entre 100 y 700 años. Además, el Centro Empresarial del Plástico citado por Alejandro menciona que 1 900 millones de toneladas de basura se produjeron en el mundo, pero solo el 36% recibió un tratamiento adecuado, el restante se convirtió en un problema ecológico, social y económico. En el caso peruano en el 2016, Hernández menciona que menos del 50% del plástico que se produce se recicla, es por ello que se busca manipular los residuos sólidos con el propósito de lograr un enfoque ecológico y amigable con el medio ambiente. Asimismo, Di Marco asegura que se reducen 40% de costos si se hace uso de los residuos sólidos. Es por ello, que se formuló la siguiente pregunta de investigación ¿de qué manera será el comportamiento de los adoquines elaborados a base de plástico reciclado con respecto a sus propiedades físico – mecánicas para pavimento peatonal en el Centro Comercial Tambo Plaza Lima Sur, Distrito de Lurín – 2017?, en esta investigación se plantea averiguar cuál es la influencia del uso de plástico reciclado en las propiedades físicas y mecánicas del adoquín, de este modo se planteó la siguiente hipótesis “La aplicación de plástico reciclado mejora las propiedades físico – mecánicas del adoquín para pavimentos peatonales en el Centro Comercial Tambo Plaza Lima Sur, Distrito de Lurín – 2017”.

En el capítulo II, Método, la presente investigación se ubica en el diseño experimental, cuasi – experimental, la variable independiente es “Plástico Reciclado” y la variable dependiente es “Propiedades físico – mecánicas de adoquines”, la muestra está representada por 44 adoquines, los instrumentos de

recolección de datos son la ficha de recolección de información y datos en la cual se desglosa cada variable y la medición a través de sus respectivos indicadores.

En el capítulo III, Resultados, se obtuvieron los resultados esperados con respecto a las propiedades físicas y mecánicas del adoquín aplicando plástico reciclado tanto en una proporción de 3%, 5% y 8%.

En el capítulo VI, Conclusiones y Recomendaciones, se logró determinar que la aplicación del plástico reciclado tiene una influencia significativa más en las propiedades mecánicas que en las propiedades físicas, es por ello que se recomienda mejorar el tipo de diseño y también la dosificación para obtener un mejor resultado.

## ÍNDICE

PAGINA DE JURADO .....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
I. INTRODUCCIÓN .....	16
1.1. Realidad problemática .....	17
1.2. Trabajos previos .....	18
1.2.1. En el ámbito nacional .....	19
1.2.2. En el ámbito internacional .....	19
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	23
1.3.1. Adoquín a base de plástico reciclado .....	23
1.3.1.1. Adoquín.....	23
1.3.1.2. Plástico.....	24
a. Polietileno tereftalato (PET).....	24
b. Polietileno de Alta Densidad (PEAD) .....	25
c. Cloruro de Polivinilo (PVC).....	25
d. Polietileno de Baja Densidad (PEBD).....	25
e. Polipropileno (PP) .....	25
f. Poliestireno (PS) .....	25
1.3.2. Propiedades físico – mecánicas de adoquín .....	26
1.3.2.1. Propiedades físico – mecánicas.....	26
a. Propiedades físicas .....	27
b. Propiedades mecánicas .....	27
c. Trabajabilidad y consistencia.....	29
d. Permeabilidad.....	30
1.4. Formulación del problema.....	31
1.4.1. Problema general .....	31
1.4.2. Problemas específicos.....	31
1.5. Justificación de la investigación .....	32
1.6. Hipótesis de investigación.....	34
1.6.1. Hipótesis general .....	34
1.6.2. Hipótesis específicas .....	34
1.7. Objetivos de la investigación.....	35
1.7.1. Objetivo general.....	35
1.7.2. Objetivos específicos.....	35

II. MÉTODO .....	36
2.1. Tipo de investigación .....	37
2.2. Nivel de investigación .....	37
2.3. Diseño de Investigación .....	37
2.4. Variables, operacionalización .....	38
2.4.1. Variables.....	38
2.4.2. Operacionalización de las variables .....	38
2.5. Población y muestra .....	40
2.5.1. Población .....	40
2.5.2. Muestreo .....	41
2.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	42
2.6.1. Técnicas .....	42
2.6.2. Instrumentos de recolección de datos .....	42
a. Ensayo de absorción de agua .....	43
b. Ensayo de rotura .....	44
c. Ensayo de compresión .....	44
d. Ensayo de viga .....	45
2.6.3. Validez.....	46
2.6.4. Confiabilidad.....	47
2.7. Métodos de análisis de datos.....	48
2.8. Aspectos éticos.....	48
III. RESULTADOS.....	49
3.1. Descripción de la zona de estudio .....	50
3.1.2. Descripción de zona de estudio .....	50
a. Características del proyecto .....	51
b. Planos del Proyecto.....	53
3.2. Trabajos previos .....	55
3.2.1. Trabajos de Campo .....	55
IV. DISCUSIÓN .....	92
V. CONCLUSIONES .....	96
96	
VI. RECOMENDACIONES .....	100
100	
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	102

ANEXOS .....	108
ANEXO N° 1: Resultados obtenidos del turnitin .....	109
ANEXO N° 2: Recibo del turnitin .....	110
ANEXO N° 3: Matriz de Consistencia.....	111
ANEXO N° 4: Instrumento de recolección de datos .....	112
ANEXO N° 5: Ensayos De Laboratorio .....	115
ANEXO N° 6: Documentos para la Publicación de Tesis .....	120

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I-1: Componentes de la sección transversal .....	24
Figura II-1: Ubicación del Centro Comercial.....	41
Figura II-2: Peso del espécimen antes de ser sumergido en agua.....	43
Figura II-3: Especimen sumergido en agua.....	43
Figura II-4: Prensa Universal Versa Tester .....	44
Figura II-5: Medición del espécimen antes del ensayo.....	45
Figura II-6: Adoquines sometidos a compresión .....	45
Figura II-7: Diagrama de un dispositivo adecuado para la prueba de flexión del concreto por el método de carga en el punto medio .....	46
Figura III-1: Ubicación topográfica del Centro Comercial .....	50
Figura III-2: Zonificación de Lurín.....	51
Figura III-3: Distribución del Primer Nivel .....	52
Figura III-4: Distribución del Segundo Nivel .....	52
Figura III-5: Plano de Primera Planta .....	53
Figura III-6: Plano de Segunda Planta .....	54
Figura III-7: Tamices del ensayo granulométrico.....	57
Figura III-8: Muestra de la arena para el concreto.....	58
Figura III-9: Tamizado de la muestra.....	58
Figura III-10: Probetas para equivalente de arena .....	61
Figura III-11: Colocación de la arena en las probetas .....	61
Figura III-12: Colocación de la Solución Stock .....	62
Figura III-13: Reposo de las probetas .....	62
Figura III-14: Muestra sumergida en agua .....	64
Figura III-15: Materiales del diseño .....	66
Figura III-16: Adoquines con 3% de Plástico Reciclado .....	67
Figura III-17: Adoquines con 3% de Plástico Reciclado .....	68
Figura III-18: Adoquines con 3% de Plástico Reciclado .....	69
Figura III-20: Slump del mortero con 3% de Plastico Reciclado.....	87
Figura III-21: Slump del mortero con 5% de Platico Reciclado.....	88
Figura III-22: Slump del mortero con 8% de Platico Reciclado.....	88

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I-1: Resumen de los plásticos más comunes y sus usos .....	26
Tabla I-2: Tolerancia dimensional .....	27
Tabla I-3: Espesor nominal y resistencia a la compresión .....	29
Tabla I-4: Absorción .....	31
Tabla II-1: Definición operacional de la Variable Independiente .....	39
Tabla II-2: Definición operacional de la Variable Dependiente .....	40
Tabla II-3: Rangos y magnitud de validez .....	46
Tabla II-4: Coeficiente de validez por juicio de expertos .....	47
Tabla II-5: rango y magnitud de confiabilidad.....	47
Tabla III-1: Granulometría del Agregado Fino .....	56
Tabla III-2: Granulometría del Agregado Fino .....	57
Tabla III-3: Contenido de Humedad .....	59
Tabla III-4: Equivalente de Arena .....	60
Tabla III-5: Gravedad Especifica y Absorción.....	63
Tabla III-6: Durabilidad de Agregados .....	64
Tabla III-7: Dosificación de 280 kg/cm <sup>2</sup> .....	66
Tabla III-8: Propiedades Físicas del adoquín con 3% de Plástico Reciclado .....	67
Tabla III-9: Propiedades Físicas del adoquín con 5% de Plástico Reciclado .....	68
Tabla III-10: Propiedades Físicas del adoquín con 8% de Plástico Reciclado .....	69
Tabla III-11: Cálculo del módulo de rotura de los adoquines con 3% de plástico reciclado.....	71
Tabla III-12: Cálculo del módulo de rotura de los adoquines con 5% de plástico reciclado.....	71
Tabla III-13: cálculo del módulo de rotura de los adoquines con 8% de plástico reciclado.....	72
Tabla III-14: Carga – Deformación con 3% PR ( <b>Primer espécimen</b> ) .....	73
Tabla III-15: Carga – Deformación con 3% PR (Segundo espécimen) .....	73
Tabla III-16: Carga – Deformación con 5% PR (Primer espécimen) .....	74
Tabla III-17: Carga – Deformación con 5% PR (Segundo espécimen) .....	75
Tabla III-18: Carga – deformación con 8% PR (Primer espécimen).....	76
Tabla III-19: Carga – deformación con 8% PR (Segundo espécimen).....	76
Tabla III-20: Reporte de ensayos de Compresión de adoquines con 3% de plástico reciclado.....	78
Tabla III-21: Reporte de ensayos de Compresión de adoquines con 5% de plástico reciclado.....	81
Tabla III-22: Reporte de ensayos de Compresión de adoquines con 8% de plástico reciclado.....	84
Tabla III-23: Cuadro de resumen de las absorciones obtenidas .....	90
Tabla III-24: Absorción .....	91

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica III-1: Peso Unitario del adoquín con y sin plástico reciclado .....	70
Gráfica III-2: Modulo de Rotura .....	72
Gráfica III-3: Curva Esfuerzo – Deformación 3% Plástico Reciclado .....	74
Gráfica III-4: Curva Esfuerzo – Deformación 5% Plástico Reciclado .....	75
Gráfica III-5: Curva Esfuerzo – Deformación 8% Plástico Reciclado .....	77
Gráfica III-6: Resistencia del concreto en porcentaje (Adoquín con 3% de PR) 79	
Gráfica III-7: Resistencia a la Compresión en Kg/cm <sup>2</sup> (Adoquín con 3% PR)....	80
Gráfica III-8: Resistencia del concreto en porcentaje (Adoquín 5% PR) .....	82
Gráfica III-9: Resistencia del concreto en Kg/cm <sup>2</sup> (Adoquín 5% PR).....	83
Gráfica III-10: Resistencia del concreto en porcentaje (Adoquín 8% PR) .....	85
Gráfica III-11: Resistencia del concreto en porcentaje (Adoquín 8% PR) .....	86
Gráfica III-12: Slump de las mezclas de concreto .....	89
Gráfica III-13: Gráfico Estadístico de las absorciones.....	91

## **RESUMEN**

El objetivo general de la investigación fue “Determinar el comportamiento de los adoquines elaborados con plástico reciclado con respecto a sus propiedades físico – mecánicas para pavimento peatonal en el Centro Comercial Tambo Plaza Lima Sur, Distrito de Lurín – 2017”, fue una investigación aplicada con un enfoque cuantitativo. El nivel de investigación es explicativo con un diseño experimental (cuasi – experimental). El tamaño de la muestra para esta investigación está compuesto por 44 adoquines (9 adoquines sin plástico reciclado, 11 adoquines con 3% de plástico reciclado, 11 adoquines con 5% de plástico reciclado, 11 adoquines con 8% de plástico reciclado).

Se lograron los objetivos planteados en la presente investigación al aplicar el plástico reciclado con diversos porcentajes de plástico reciclado (3%, 5% y 8%), logrando obtener aproximadamente las mismas propiedades mecánicas y físicas del adoquín sin plástico reciclado.

XI

### **PALABRAS CLAVE:**

Plástico reciclado, permeabilidad, diseño, concreto, dosificación.

## **ABSTRACT**

The general objective of the research was "To determine the behavior of the paving stones made with recycled plastic with respect to its physical - mechanical properties for pedestrian pavement in the Tambo Plaza Shopping Center Lima Sur, Lurín District - 2017", was an applied research with a quantitative approach. The level of research is explanatory with an experimental (quasi - experimental) design. The size of the sample for this research is composed of 44 paving stones (9 paving stones without recycled plastic, 11 paving stones with 3% recycled plastic, 11 paving stones with 5% recycled plastic, 11 paving stones with 8% recycled plastic).

The objectives set out in this research were achieved by applying recycled plastic with various percentages of recycled plastic (3%, 5% and 8%), achieving approximately the same mechanical and physical properties of the paving stone without recycled plastic.

### **KEYWORDS:**

Recycled plastic, permeability, design, concrete, dosage.

## **I. INTRODUCCIÓN**

## 1.1. Realidad problemática

En la actualidad, existe un problema que engloba a todo el planeta y la causa principal es el incremento de Residuos Sólidos Urbanos y los Residuos Sólidos Plásticos que poco a poco está degradando nuestro medio ambiente, según Hernández afirma que “existen toneladas de plástico flotando en el mar. Para ser exactos, 18 millones de toneladas flotan en el océano pacífico” (2016, párr. 3). Una cifra alarmante que se debe minimizar, ya que el PET tarda en degradarse entre 100 y 700 años y también depende del espesor del plástico.

El compromiso con el medio ambiente debe ser lo más pronto posible, porque los recursos se están extinguiendo, y una de las alternativas de solución es reciclar plásticos y ver en que lo podemos reutilizar, ya que son los que abundan más en las calles, mares, etc. de acuerdo con el Centro Empresarial del plástico citado por (Alejandro *et al.*, 2015, p. 8) menciona que “durante el año 2000 se produjeron 1900 millones de toneladas de basura en el mundo, lo cual representa 5.2 millones diarias; [el cual] solo el 36% recibió un tratamiento, el resto se convirtió en problema ecológico, social y económico”, esto se debió a que el costo de traslado y eliminación de los residuos sólidos cada día son más costosos y muy cuestionado.

Lo que se busca es dar a conocer que podemos manipular Residuos Sólidos, en este caso desechos plásticos orientados a la reutilización y transformarlo en un material de construcción como en esta investigación es el adoquín, de tal manera que se logra un enfoque ecológico y amigable con el medio ambiente. En un artículo publicado por Di Marco indica que un colaborador de la empresa ECO – TEC Andreas Froese, creó una nueva forma donde el uso del cemento y los demás agregados se reducen a un 40% de los costos que normalmente se realiza en la construcción de una casa, logrando el aprovechamiento y el buen manejo de los residuos sólidos. Hoy en día, se debe tener una conciencia ambiental y una mirada diferente a lo que se le denomina “basura” del mismo modo la empresa ECO – TEC citado por (Di Marco, 2015, p. 30) hace algún tiempo viene aplicando una técnica llamada “bioconstructiva” la cual consiste el uso de botellas de plástico reciclado (PET) que son llenados con material orgánico o residuos sólidos de las

construcciones (escombros) que sustituye al ladrillo y a otros elementos de construcción.

Asimismo, Hernández menciona que en el Perú producen 3500 millones de botellas de plástico al año y lo preocupante es que menos del 50% de lo que se produce se recicla (2016, párr. 1). Además, existe un límite de tiempo de los rellenos sanitarios que tarde o temprano nos pondrán en aprietos, en la actualidad hay más de 100 mil recicladores en el mundo del reciclaje en Perú, el cual es una actividad limitada por el manejo de las normas como es la Ley 29419. En fin, lo que se busca es que materiales desperdiciados o también llamados los residuos sólidos tengan otro fin y reemplacen a los materiales que se utilizan comúnmente en los materiales de la construcción.

Actualmente, se busca que los productos más utilizados tengan en su composición materiales reciclados, y con esto, buscar mitigar la gran cantidad de residuos sólidos que generamos de forma constante. Lo que se pretende con la presente investigación es sugerir un tipo de adoquín a base de plástico reciclado para el Centro Comercial Tambo Plaza Lima Sur, que se construirá en enero del próximo año, donde el enfoque del proyecto es ser sostenible y amigable con el medio ambiente.

## **1.2. Trabajos previos**

Con el objetivo de recolectar información con respecto a la presente investigación, se ha examinado y revisado trabajos de investigación para dar una visión más clara de lo que se va a investigar de los cuales destacan:

### 1.2.1. En el ámbito nacional

Salazar Oliva, Jean Pierre *et al.* (2015), en su informe cuyo **título** es “**Diseño de planta productora de adoquines a base de cemento y plástico reciclado**”, de la Universidad de Piura – Piura, tuvieron como **objetivo** determinar las propiedades físicas (resistencia a la compresión y absorción de agua) del adoquín hecho a base de plástico reciclado con solo tres prototipos.

En sus **conclusiones** manifiesta:

- Los resultados obtenidos en el ensayo de absorción se han realizados a los 3 prototipos de adoquín se obtuvo 3.17%, resultado que cumple con la Norma Técnica Peruana 399.611, ya que la absorción máxima es de 6%.
- El reemplazo que se hace de arena por plástico, se observó que ser posible, ya que no afecta considerablemente en el comportamiento de las propiedades físicas, pero si afecta en la trabajabilidad del mortero. Además, es una excelente alternativa por lo que ayuda en la reducción del impacto ambiental.

En sus **recomendaciones** menciona:

- La resistencia a la compresión del adoquín puede mejorarse mediante la dosificación o también realizar un curado, para conservar el contenido de humedad durante el proceso de fabricación del adoquín.

### 1.2.2. En el ámbito internacional

Alejandro Santiago, Miguel *et al.* (2015), en un artículo de una revista **titulado** “**Diseño y elaboración de adoquines de PET reciclado**”, tuvo como **objetivo** el diseño y elaboración de adoquines utilizando PET reciclado como propuesta de solución para manejo de desechos plásticos, disminución de la contaminación, ahorro de consumo energético y reducción de emisión de gases de efecto invernadero al medio ambiente.

En sus **conclusiones** manifiesta:

- Los resultados obtenidos al realizar pruebas mecánicas demuestran que el adoquín de PET soporta cargas de 50 000N, su resistencia a temperaturas en intervalos comunes en el área geográfica de México permite establecer factibilidad y viabilidad de uso en casas habitación, patios, sitios públicos, entre otros; además de ser ligero y de fácil instalación.
- Reciclar plásticos trae consigo como beneficios el mejoramiento ecológico y generación de nuevas industrias que puedan resolver problemas de contaminación, asociado a obtención de utilidades y producción de empleos. Este proyecto plantea una opción viable para el reciclaje de materiales de plásticos convirtiéndolos en un producto funcional.

Moreno Cárdenas, Rubén y Cañizares Ortega, Freddy. (2011), en su tesis cuyo **título** es “**Agregado alternativo para fabricación de bloques y adoquines en base a polietileno tereftalato**”, tesis para optar el título de Ingeniero Civil en la Escuela Politécnica Nacional – Ecuador, tuvo como **objetivo** fabricar bloques y adoquines, utilizando material reciclable de botellas de plástico molido, denominado Polietileno Tereftalato PET y que sirva como elemento favorable para disminuir la contaminación medioambiental producidos por las botellas plásticas, que se arrojan libremente.

En sus **conclusiones** manifiesta:

- A los ensayos que fueron sometidos los adoquines en especial la resistencia a la compresión con una inclusión de plástico entre el rango de 9% y 25%, se obtuvieron valores promedios de 300kg/cm<sup>2</sup>, (comparados con la resistencia de los adoquines al 0% de plástico). En este rango de valores cumplen con los requisitos de la norma para ser utilizado para el adoquinado de calles, residenciales y estacionamientos.

- La resistencia a la compresión de los bloques, varían conforme se le agrega mayor porcentaje de plástico PET, disminuyendo los esfuerzos a compresión en los bloques, dando diferentes resultados.

Chacón Guerra, Edgar y Lema Carrera, Gladys. (2012), en su tesis cuyo **título** es “**Estudio comparativo de elementos fabricados de hormigón con material reciclado PET (polietileno tereftalato) y de hormigón convencional**”, tesis para optar el título de Ingeniero Civil en la Escuela Politécnica Nacional – Ecuador, tuvo como **objetivo** principal analizar el comportamiento mecánico y las propiedades físicas de los adoquines hechos con concreto y con concreto PET.

En sus **conclusiones** manifiesta:

- Al momento de incorporar 25% de PET al volumen total del agregado fino, se observa que la resistencia a compresión es mínimamente menor con respecto al otro y el contenido de aire se incrementa de 10.5% y 12.5%, en el concreto de  $f'c=180\text{kg/cm}^2$  y el de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  respectivamente.
- Para las muestras se realizó la misma relación agua – cemento, a los 28 días se realizó el ensayo de resistencia a la compresión en donde los concretos PET disminuyeron su resistencia en un 13% y 3% en el concreto de  $f'c=180\text{kg/cm}^2$  y en el de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  respectivamente con respecto a los adoquines de concreto convencional. Asimismo, a los 56 días se realizó nuevamente los ensayos de resistencia a la compresión en el concreto de  $f'c=180\text{kg/cm}^2$  y el de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  en donde se obtuvo que la resistencia es mayor en 9.6% y 3% respectivamente con respecto a los adoquines convencionales.

Molina Restrepo, Schirley; Vizcaino Cagüño Adriana y Ramírez Santamaría, Freddy. (2007), en su tesis cuyo **título** es “**Estudio de las características físico - mecánicas de ladrillos elaborados con plástico reciclado en el Municipio de Acacias (meta)**”, tesis para optar el título de Ingeniero Civil en la Universidad de la Salle – Colombia, tuvo por **objetivo** determinar las características físico – mecánicas del ladrillo con plástico reciclado.

En sus **conclusiones** manifiesta:

- El ladrillo se elaboró con 70% de plástico PET y 30% de plástico PEAD, el cual se logró obtener un Peso Unitario de 0.87gr/cm<sup>3</sup>, lo que le hace un ladrillo muy liviano, ya que el peso específico del plástico reciclado es muy bajo.
- El costo del ladrillo plástico reciclado es económico por la materia prima y su técnica para su fabricación, porque se requiere de mano de obra no calificada, baja infraestructura, rendimiento en su proceso constructivo debido a su ensamble al utilizar el ladrillo de plástico reciclado optimizado y su materia prima no necesita ser lavada para su fabricación.

Quevedo Rivera, Stalin y Guamán Altamirano, Cristina. (2013), en su tesis cuyo **título** es “**Proyecto de factibilidad para la producción de eco-adoquines peatonales mediante la reutilización de desechos plásticos (PET)**”, tesis para optar el título de Ingeniero Industrial en la Escuela Politécnica de Chimborazo – Ecuador, tuvo como **objetivo** proponer un proyecto de factibilidad en donde se producirá adoquines para peatones a base de plásticos reciclado (PET) para aprovechar la reutilización los adoquines son denominados “eco-adoquines”.

En sus **conclusiones** manifiesta:

- El costo de la fabricación del eco-adoquín para proyecto fue de USD 0.46, mientras que en el mercado tiene un costo de USD 0.50, y mediante el estudio del mercado se estima que las ventas anuales asciendan de USD 414.720,00 a USD 2.483.095,69, teniendo como una utilidad de USD 17.007,61.
- El eco-adoquín se diseñó analizando tiempo, movimientos y ergonomía, el cual se calculó que 6 unidades de eco-adoquines se producen en dos minutos y estos tienen un peso de 500g.

### 1.3. Teorías relacionadas al tema

A continuación, se hará mención a algunos conceptos a resaltar y poder comprender el proyecto de investigación.

#### 1.3.1. Adoquín a base de plástico reciclado

##### 1.3.1.1. Adoquín

Según Pariguamán, “el adoquín es un elemento prefabricado de hormigón simple [...], pueden tener multitud de tamaños y colores, el cual permite su uso para diversas capas de rodadura [...]” (2017, p.37).

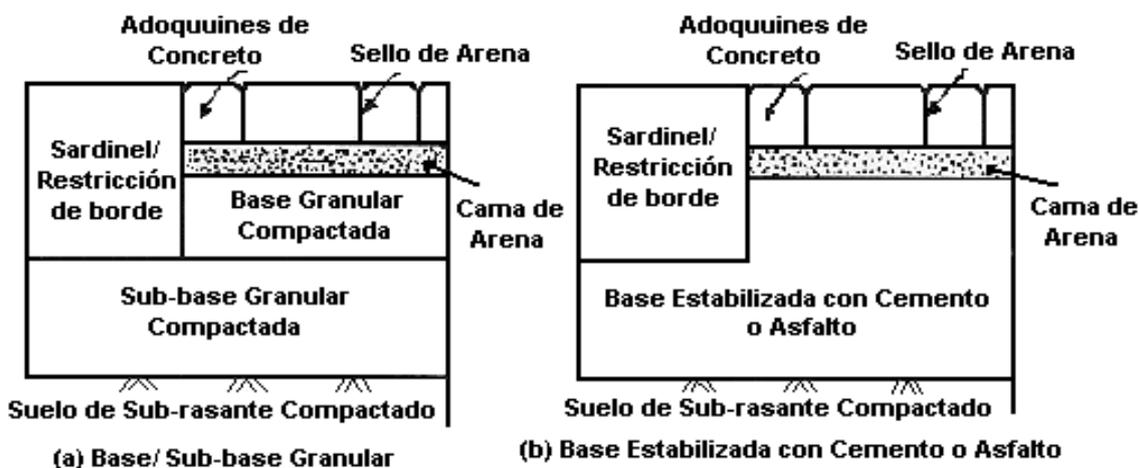
Los adoquines según la (NTP 399.911, 2015, p. 5) se clasifican:

- **Tipo I** : Adoquines para pavimentos de uso peatonal.
- **Tipo II** : Adoquines para pavimentos de tránsito vehicular ligero.
- **Tipo III** : Adoquines para pavimentos de tránsito vehicular pesado, patios industriales y contenedores.

A continuación, definiremos los elementos estructurales que integra el pavimento peatonal de adoquines.

- **Sub – rasante:** es la parte más importante de toda la estructura, debido a que debe brindar un soporte estable; el soporte de la sub – rasante es de 95% de compactación, el cual para suelos granulares se realiza el Proctor Modificado y para suelos cohesivos el Proctor Estándar.
- **Sub – base:** se ubica entre la sub – rasante y la base, el CBR debe ser  $\geq$  30% y 100% de compactación con Proctor Modificado.
- **Base:** su función principal es ser resistente, porque tiene que absorber todas las cargas que se ejercen al adoquín, el CBR debe ser  $\geq$  30% y 100% de compactación con Proctor Modificado.
- **Cama de apoyo:** como su propio nombre lo dice, su función principal es servir de apoyo al adoquín, donde según la Norma CE.010: Pavimentos Urbanos su espesor oscila entre 25 y 40mm.

Figura I-1: Componentes de la sección transversal



Fuente: CE.010: Pavimentos Urbanos

### 1.3.1.2. Plástico

Los plásticos se caracterizan por ser flexibles y elásticas, asimismo pueden ser moldeables y adaptables a distintas formas (Quevedo y Guamán, 2013, p. 26).

En el mercado de la industria existen cien tipos de plásticos, ya sea por sus procesos de fabricación y usos, sin embargo 6 de estos son los más comunes y Pastor *et al.*, (2015, pág. 8-10), describe sus características y propiedades de cada uno de los plásticos:

#### a. Polietileno tereftalato (PET)

Los materiales que se utiliza para la producción de este plástico es el Ácido Tereftálico y Etilenglicol, por policondensación; del cual existen dos tipos: grado textil y grado botella.

Este plástico se caracteriza por tener propiedades muy importantes, porque puede ser reutilizable y ser aplicado como alternativa en las construcciones; sus propiedades son: alta rigidez, resistencia, dureza y poco deformable al calor. Además, no es toxico.

**b. Polietileno de Alta Densidad (PEAD)**

La fabricación del polietileno de Alta Densidad se hace a base del etileno, que proviene de la fabricación del etano, las propiedades de este tipo de plástico su dureza y rigidez, y su textura varía de acuerdo a su grosor. Lo que le hace diferente a este plástico es que es impermeable, no es toxico, y resistente a bajas temperaturas.

**c. Cloruro de Polivinilo (PVC)**

El Cloruro de Polivinilo se fabrica desde dos materias primas naturales como es el gas 43% y la sal común 57%. Para el proceso de fabricación de este plástico es necesario la incorporación de aditivos especiales, que permiten que existan diversas propiedades y el ámbito de aplicación es más amplia con respecto a los demás plásticos, ya que se pueden obtener productos flexibles y rígidos; y lo más importante es que es irrompible.

**d. Polietileno de Baja Densidad (PEBD)**

Este plástico es parecido al PEAD, porque el material principal con el que se elabora es de gas natural, y puede adquirir diversas formas y le hace versátil, se puede aplicar en diversos envases. Las ventajas de este plástico es que no es toxico, económico, liviano y transparente.

**e. Polipropileno (PP)**

El polipropileno es un plástico rígido y tiene una resistencia mecánica y química que no hace daño al medio ambiente, sus propiedades se potencian cuando se aplica algún aditivo hasta transformarlo en un polímero de ingeniería.

Es un termoplástico que se obtiene por polimerización del propileno. El PP es un plástico rígido, de alta cristalinidad y elevado punto de fusión excelente resistencia química y el de más baja densidad.

**f. Poliestireno (PS)**

Este plástico es de estireno monómero que deriva de petróleo; es un polímero que se utiliza para realizar envases, ya que es fácil de manipular, cortar y perforar.

Además, el Código Internacional SPI, identifico de forma muy clara y precisa los 6 tipos de polímeros más comunes y poder implementar un sistema de reciclado.

*Tabla I-1: Resumen de los plásticos más comunes y sus usos*

CÓDIGO	SIGLAS	NOMBRE	USOS
	PET	Tereftalato de Polietileno	Envases de bebidas gaseosas, jugos, jarabes, aceites comestibles, bandejas artículos de farmacia, medicamentos, etc.
	PEAD (HDPE)	Polietileno de alta densidad	Envases de leche, detergentes, champú, baldes, bolsas, tanques de agua, cajones para pescado, etc.
	PVC	Policloruro de vinilo	Tuberías de agua, desagües, mangueras, cables, símil cuero, usos médicos como catéteres, bolsas de sangre, etc.
	PEBD (LDPE)	Polietileno de baja densidad	Bolsas para residuos, usos agrícolas, etc.
	PP	Polipropileno	Encases de alimentos industria automotriz, artículos de bazar y menaje, bolsas de uso agrícola y cereales, tuberías de agua caliente, films para protección de alimentos, pañales descartables, etc.
	PS	Poliestireno	Envases de alimentos congelados, aislante para heladeras, juguetes, rellenos, etc.

*Fuente: Código Internacional SPI*

### **1.3.2. Propiedades físico – mecánicas de adoquín**

#### **1.3.2.1. Propiedades físico – mecánicas**

Las propiedades físico – mecánicas de un material permiten conocer sus características de tal forma que el diseño que se emplee resista una deformación o no sea tan excesiva, además evitar que se produzca una rotura. Asimismo, Arango define que para obtener un buen resultado de las características físico – mecánicas de un material es necesario tener un buen control de calidad sobre estos que están especificados en las normas, ya que en estas se especifican de forma clara los

valores y los rangos en que se deben encontrar las propiedades analizadas, con la finalidad de que los datos obtenidos sean confiables y sean conformes a los productos o materiales utilizados (2006, p. 123).

Las propiedades físico – mecánicas de un material, son necesarios analizarlos porque ayudara en el diseño y la calidad de este, con la finalidad de realizar un producto resistente a las cargas que el material puede soportar.

Los adoquines deben cumplir los requisitos físicos estipulados en la norma de nuestro país (Norma Técnica Peruana 399.611, Norma CE.010: Pavimentos Urbanos y el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos), para verificar si son adecuados para el uso del cual se está diseñando.

#### **a. Propiedades físicas**

Las propiedades físicas son aquellas que se pueden medir sin que se afecte la composición del material.

##### **- Dimensiones del adoquín**

Las dimensiones del adoquín son: ancho, longitud y espesor. Según la Norma Técnica Peruana 399.611, existe una tolerancia dimensional como se indica en la **tabla 1**:

*Tabla I-2: Tolerancia dimensional*

<b>Tolerancia dimensional máxima (mm)</b>		
Longitud	Ancho	Espesor
± 1,6	± 1,6	± 3,2

*Fuente: Norma Técnica Peruana 399.611*

#### **b. Propiedades mecánicas**

Son propiedades del material relacionadas con su capacidad de transmitir y resistir fuerzas o deformaciones.

##### **- Módulo de rotura (tracción por flexión)**

El módulo de rotura consiste en aplicar cargas a la muestra del adoquín y los resultados se obtienen mediante el ensayo de flexión o también llamado ensayo de rotura.

Para calcular el módulo de rotura del adoquín se realizará con la siguiente **formula 2:**

$$MR = \frac{3W \left( \frac{L}{2} - x \right)}{bd^2} \dots\dots\dots FI - 1$$

**Donde:**

- MR : Módulo de rotura.
- W : Fuerza máxima aplicada por la máquina de prueba.
- L : Distancia entre los soportes (medida centro a centro).
- b : Ancho neto (distancia de cara a cara) de la muestra en el plano de falla.
- d : profundidad (distancia desde la cara superior hasta el plano de apoyo) de la muestra en el plano de falla.
- x : distancia promedio del plano de falla al centro de la pieza, medida en dirección de la línea central a la superficie sometida a tensión.

**- Análisis esfuerzo – deformación**

Según Molina, Vizcaíno y Ramírez dice que las mismas muestras que se usaran en el ensayo de rotura se pueden calcular la deformación de la muestra. Sin necesidad de hacer otro tipo de ensayo, esta propiedad tiene una relación directa lo que es carga y deformación (2007, p.103).

**- Resistencia a la compresión**

Chacón y Lema menciona que este método consta en la aplicación de una fuerza al adoquín hasta que se produzca la rotura, con la finalidad de saber cuál es la resistencia de este. (2012, p. 71).

Asimismo, Molina, Vizcaíno y Ramírez hacen referencia que los especímenes deben estar en una buena posición, ya que la fuerza que se aplicara simulara la carga que el adoquín soportara (2007, p. 110). La fórmula a usar para obtener la resistencia a la compresión de cada espécimen es la siguiente:

$$\text{Resistencia a la compresión} = \frac{W}{A} \dots\dots\dots \text{F I - 2}$$

**Donde:**

- C : resistencia a la compresión, en kgf/cm<sup>2</sup>.
- W : fuerza máxima (de rotura), en kgf, o la indicada por la máquina de ensayo.
- A : promedio de las áreas de las superficies superior e inferior del espécimen, en cm<sup>2</sup>.

La Norma Técnica Peruana 399.611, en la siguiente tabla 2 explica cuál debe ser la resistencia a la compresión de cada tipo de aloquín:

*Tabla I-3: Espesor nominal y resistencia a la compresión*

Tipo	Espesor nominal (mm)	Resistencia a la compresión, min. MPa (kg/cm <sup>2</sup> )	
		Promedio de 3 unidades	Unidad individual
I (peatonal) Tipo B,C y D *Todos los tipos	40	31 (320)	28 (290)
	60	31 (320)	28 (290)
II (Vehicular ligero)	60	41 (420)	37 (380)
	80	37 (380)	33 (340)
	100	35 (360)	32 (325)
III (Vehicular pesado, patios industriales o de contenedores)	≥ 80	55 (561)	50 (510)

\*Véase Norma TH010 del Reglamento Nacional de Edificaciones

*Fuente: Norma Técnica Peruana 399.611*

**c. Trabajabilidad y consistencia**

La trabajabilidad consta que el concreto puede ser mezclado, colocado, compactado y acabado, el cual va de la mano con la consistencia y está definida por el porcentaje de humedad que la mezcla pueda tener. Según la NTP 339.035:2015, se ha encontrado que el asentamiento del concreto se incrementa

proporcionalmente con el contenido de agua para una mezcla dada y, por lo tanto, está relacionado inversamente con la resistencia del concreto. Sin embargo, bajo condiciones de campo, tal relación con la resistencia no se demuestra clara y consistentemente. Se debe tener cuidado en relacionar los resultados del asentamiento obtenido en campo con la resistencia del concreto (2015, p. 2).

#### **d. Permeabilidad**

Según Vélez (2010), hace mención que:

La permeabilidad en el concreto se refiere a la cantidad de migración de agua u otras sustancias líquidas por los poros del material en un determinado tiempo; y así ser el resultado de: la composición de la porosidad en la pasta de concreto, la hidratación o la asociación con la liberación de calor o calor de hidratación y evaporación del agua de mezcla, la temperatura del concreto, y la formación de cavidades y grietas por contracción plástica en el concreto durante el tiempo de fraguado (p. 173).

##### **- Absorción de agua**

De acuerdo con la Universidad de Oviedo citado por (Plazas y Gamba, 2015, p. 33):

La absorción, que ocurre principalmente por la difusión de vapor de agua, es una de las propiedades importante de estos elementos porosos. La cantidad real de absorción afecta la sequedad del material y también a los defectos que puedan surgir del agua con o sin agentes extraños.

Un gran número de diferentes factores influyen en la cantidad de agua que puede ser absorbida. Primero, el número de poros de cara a la fuente de agua: a mayor número, mayor será la absorción. Segundo, el tamaño y la interconexión de los poros: cuanto menores sean y mayor sea la interconexión por medios de los canales muy finos, mayor será el grado de absorción. Finalmente, la propia naturaleza absorbente de los agregados, tanto finos con gruesos, que componen al adoquín.

Para calcular el porcentaje de agua que contiene la muestra se calculara de la siguiente **fórmula I-3**:

$$\%a = \left( \frac{P_{sss} - P_s}{P_s} \right) \times 100 \quad \dots\dots\dots F I - 3$$

**Donde:**

- P<sub>sss</sub> : Peso saturado superficialmente seco  
 P<sub>s</sub> : Peso seco

La Norma Técnica Peruana 399.611, menciona que los adoquines deben cumplir con las restricciones que se aprecia en la tabla 1.

*Tabla I-4: Absorción*

Tipo de adoquín	Absorción máx. (%)	
	Promedio de 3 unidades	Unidad individual
I y II	6	7.5
III	5	7

*Fuente: Norma Técnica Peruana 399.611*

#### **1.4. Formulación del problema**

Según Hernández, Fernández, y Baptista menciona que el planteamiento del problema, no es más que una estructura más formal de la idea de investigación (2014, p. 36). Para la presente investigación se han formulado los siguientes problemas:

##### **1.4.1. Problema general**

- ¿De qué manera será el comportamiento de los adoquines elaborados a base de plástico reciclado con respecto a sus propiedades físico – mecánicas para pavimento peatonal en el Centro Comercial Tambo Plaza Lima Sur, Distrito de Lurín – 2017?

##### **1.4.2. Problemas específicos**

- PE1: ¿De qué manera influye el plástico reciclado (PET) en las propiedades físicas del adoquín en el Centro Comercial Tambo Plaza Lima Sur, Distrito de Lurín – 2017?

- PE2: ¿Cómo afecta el plástico reciclado (PET) en las propiedades mecánicas del adoquín en el Centro Comercial Tambo Plaza Lima Sur, Distrito de Lurín – 2017?
- PE3: ¿Cuál es el impacto que tiene el plástico reciclado (PET) en la trabajabilidad y consistencia del mortero del adoquín en el Centro Comercial Tambo Plaza Lima Sur, Distrito de Lurín – 2017?
- PE4: ¿Qué incidencia tiene el plástico reciclado (PET) en la permeabilidad del adoquín en el Centro Comercial Tambo Plaza Lima Sur, Distrito de Lurín – 2017?

### **1.5. Justificación de la investigación**

El proyecto de investigación se reforzará con información correcta y seria, con la finalidad de que toda la información recopilada sirva para orientar o encaminar la presente investigación como es el diseño de un adoquín a base de plástico reciclado con el objetivo de cumplir con todas las propiedades físico – mecánico que requiere la norma y con la finalidad de contribuir a la reducción del impacto ambiental.

(i) Conveniencia: la propuesta que se presenta se caracteriza por tener aspectos fundamentales bien definidos como es; el desarrollo y nuevos recursos que se puede emplear en la ingeniería civil, por ser sostenible, ya que los adoquines serán hechos con plástico reciclado con el cual se busca el incentivo de una toma de conciencia del cuidado del medio ambiente para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> en la atmosfera.

(ii) Relevancia social: En la actualidad el problema de contaminación que tenemos a nivel mundial está generando alarmas con respecto al cambio climático, ya que se han percibido desastres que cobran vidas humanas, y uno de los principales contaminantes es el plástico porque no se puede degradar por el entorno, por ello la presente investigación busca utilizar este material y transformarlo en algo sostenible, y por consiguiente los beneficiados por esta propuesta somos todos los ciudadanos, muy aparte de las fábricas y las constructoras, ya que lo que se pretende es incentivar a investigar nuevas

alternativas que reemplacen a los materiales con los que se utiliza comúnmente para la elaboración de adoquines.

(iii) Justificación económica: si se logra que los adoquines que serán hechos a base de plástico reciclado tienen un acercamiento a las mismas propiedades físico – mecánico que los adoquines de concreto esto supondría un ahorro en la materia prima que se utiliza comúnmente en este último tipo de adoquín mencionado y buscar otra alternativa que es muy flexible y duradera, ya que tendrá una vida útil más prolongada implica otro ahorro más.

(iv) Aporte teórico: la veracidad de poder diseñar un adoquín hecho a base de plástico es muy complicado, por lo que debe cumplir con todos los requisitos estipulados en la Norma Técnica Peruana 399.611, en las cuales destacan las propiedades físico – mecánico como: la absorción de agua, resistencia a la compresión y a la resistencia al desgaste por abrasión. Además, Zavala dice que el polímero más usado en la industria de la construcción es el PET, ya que gracias a sus propiedades lo hacen el adecuado para la fabricación de fibras que fácilmente ha permitido utilizar y crear nuevos materiales para la construcción. Asimismo, el reciclaje de residuos sólidos, ha permitido que los materiales de construcción sean reemplazados (2015, p.18). El plástico es una alternativa muy comercial, es hora de buscar otras alternativas de solución y consiguientemente contribuimos con el medio ambiente.

(v) Aporte práctico: en el estudio de adoquines no es nuevo en nuestro país, lo que sí es nuevo es la inserción de nuevas alternativas en los materiales de construcción, ya que existe un déficit en la investigación con respecto a esto, entonces lo que se pretende con esta investigación es evaluar el comportamiento y las propiedades del plástico reciclado que se utilizara en el adoquín.

(vi) Aporte metodológico: para lograr lo que se ha propuesto en la presente investigación, se utilizarán instrumentos de medición para las variables de la investigación. Estos instrumentos a utilizar son: ensayo de absorción de agua, ensayo de rotura, ensayo de compresión, ensayo de desgaste y se tomarán en cuenta los requisitos estipulados por la Norma Técnica Peruana 399.611, esto será

evaluado por los expertos en el tema y por el asesor temático para ser evaluado mediante la confiabilidad y validez.

## **1.6. Hipótesis de investigación**

Las hipótesis son posibles respuestas teóricas a los problemas de investigación planteadas, por lo que también se les considera guías de investigación, son respuestas provisionales que responden tanto a las preguntas y objetivos. La relación que existe entre las preguntas-hipótesis es directa e íntima (Vara, 2012, p.159).

A continuación, plantearemos las hipótesis de acuerdo a nuestros problemas de investigación propuestas.

### **1.6.1. Hipótesis general**

- Hi: La aplicación de plástico reciclado mejora las propiedades físico – mecánicas del adoquín para pavimentos peatonales en el Centro Comercial Tambo Plaza Lima Sur, Distrito de Lurín – 2017.

### **1.6.2. Hipótesis específicas**

- Hi1: El plástico reciclado (PET) influye en las propiedades físicas del adoquín en el Centro Comercial Tambo Plaza Lima Sur, Distrito de Lurín – 2017.
- Hi2: El plástico reciclado (PET) mejora las propiedades mecánicas del adoquín en el Centro Comercial Tambo Plaza Lima Sur, Distrito de Lurín – 2017.
- Hi3: El plástico reciclado (PET) tiene un impacto negativo en la trabajabilidad y consistencia del mortero del adoquín en el Centro Comercial Tambo Plaza Lima Sur, Distrito de Lurín – 2017.
- Hi4: El plástico reciclado (PET) tiene una incidencia significativa en la permeabilidad del adoquín en el Centro Comercial Tambo Plaza Lima Sur, Distrito de Lurín – 2017.

## **1.7. Objetivos de la investigación**

El objetivo son afirmaciones claras y precisas, al cual responden a las preguntas de investigación (Tamayo y Tamayo, 2003 p. 137). Teniendo en consideración los problemas de investigación planteados se han formulado los siguientes objetivos.

### **1.7.1. Objetivo general**

- Determinar el comportamiento de los adoquines elaborados con plástico reciclado con respecto a sus propiedades físico – mecánicas para pavimento peatonal en el Centro Comercial Tambo Plaza Lima Sur, Distrito de Lurín – 2017.

### **1.7.2. Objetivos específicos**

- OE1: Estimar la influencia del plástico reciclado (PET) en las propiedades físicas del adoquín en el Centro Comercial Tambo Plaza Lima Sur, Distrito de Lurín – 2017.
- OE2: Evaluar si el plástico reciclado (PET) mejora las propiedades mecánicas del adoquín en el Centro Comercial Tambo Plaza Lima Sur, Distrito de Lurín – 2017.
- OE3: Determinar la influencia del plástico reciclado (PET) en la trabajabilidad y consistencia del mortero del adoquín en el Centro Comercial Tambo Plaza Lima Sur, Distrito de Lurín – 2017.
- OE4: Calcular la incidencia del plástico reciclado (PET) en la permeabilidad del adoquín en el Centro Comercial Tambo Plaza Lima Sur, Distrito de Lurín – 2017.

## **II. MÉTODO**

## 2.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación es **Básica** es llamada también fundamental porque se apoya dentro de un contexto teórico y su propósito fundamental es el desarrollar teorías mediante el descubrimiento de amplias generalizaciones o principios. Este tipo de investigación se preocupa poco de la aplicación de los hallazgos, porque considera que ello corresponde a otra persona y no al investigador (Tamayo y Tamayo, 2003, p. 42).

Asimismo, su naturaleza es **cuantitativa**, ya que busca establecer conexiones causales que supongan una explicación del objetivo principal de la investigación. Además, Hernández, Fernández y Baptista (2014, p.18) lo definen de la siguiente manera la investigación cuantitativa es secuencial, ya que sigue pasos que no se pueden eludir en la realización de la investigación y además es probatorio porque los resultados que se obtienen mostraran si las hipótesis planteadas son las correctas.

## 2.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación es **Explicativa**, ya que explica el comportamiento de una variable (variable dependiente) en función de otra (variable independiente).

Según Hernández, Fernández y Baptista, definen el alcance explicativo de la siguiente manera:

Los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir, están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por qué se relacionan dos o más variables” (2014, p.95).

## 2.3. Diseño de Investigación

El diseño de investigación busca responder las preguntas, cumplir con los objetivos planteados y poner a prueba la hipótesis. La presente investigación se ubica en el diseño experimental de **cuasi-experimental**, porque se va a manipular

la variable independiente y ver cuáles son los efectos que causa a la variable dependiente (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 151). En el diseño cuasi – experimental, es necesario que exista un Grupo Experimental y un Grupo de Control, para contrastar los resultados de ambos grupos., este diseño se explica de la siguiente manera:

<b>Grupo Experimental</b>	<b>:</b>	<b>G<sub>1</sub></b>	<b>X<sub>1</sub></b>	<b>O<sub>1</sub></b>
<b>Grupo de Control</b>	<b>:</b>	<b>G<sub>2</sub></b>	<b>—</b>	<b>O<sub>2</sub></b>

**Donde:**

G: Grupo de sujetos o casos (G1, grupo 1; G2, grupo 2; etcétera).

X: Tratamiento, estímulo o condición experimental (presencia de algún nivel o modalidad de la variable independiente).

O: Una medición de los sujetos de un grupo (prueba, cuestionario, observación, etc.). Si aparece antes del estímulo o tratamiento, se trata de una pre prueba (previa al tratamiento). Si aparece después del estímulo se trata de un pos prueba (posterior al tratamiento).

## **2.4. Variables, operacionalización**

### **2.4.1. Variables**

Núñez, menciona que “se denominan variables a los constructos, propiedades o características que adquieren diversos valores. Es un símbolo o una representación, por lo tanto, una abstracción que adquiere un valor no constante” (2007, p. 166).

Las variables que conforman la siguiente investigación son:

- **Variable Independiente:** Plástico reciclado.
- **Variable dependiente:** Propiedades físico – mecánicas de adoquines

### **2.4.2. Operacionalización de las variables**

Núñez afirma que “El investigador operacionaliza las variables, a fin de poder expresar las acciones que debe realizar; por tanto, descompone en forma deductiva los aspectos o indicadores que constituyen las variables” (2007, p. 173).

*Tabla II-1: Definición operacional de la Variable Independiente*

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Plástico Reciclado (PET)	(Quevedo y Guamán, 2013, p. 26) Los plásticos son sustancias orgánicas, el cual su composición molecular está compuesto por hidrocarburos, alcoholes y otros compuestos orgánicos, se caracterizan por ser flexibles y elásticas, asimismo pueden ser moldeables y adaptables a distintas formas.	Para entender la variable independiente, se puede desplegar de la siguiente manera mediante sus dimensiones como diseño del adoquín y los materiales que se usaran en el proceso de este nuevo adoquín.	Caracterización del plástico PET	Granulometría	Formato de laboratorio CSVA / balanza / tamices
				Contenido de humedad	
			Dosificación	3%	Formato de laboratorio CSVA
				5%	
				8%	

*Fuente: Propia*

Tabla II-2: Definición operacional de la Variable Dependiente

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Propiedades físico – mecánicas del adoquín	(Arango, 2016, p. 123) define que para obtener un buen resultado de las características físico – mecánicas de una material es necesario tener un buen control de calidad sobre estos que están especificados en las normas, ya que en estas se especifican de forma clara los valores y los rangos en que se deben encontrar las propiedades analizadas, con la finalidad de que los datos obtenidos sean confiables y sean conformes a los productos o materiales utilizados.	Para comprender la variable dependiente, se desglosa a través de sus dimensiones que es propiedades físicas y mecánicas, para después especificar qué es lo que se quiere medir en los indicadores.	Propiedades físicas	Alto	Fichas Técnica del laboratorio CSVA
				Espesor	
				Largo	
				Peso	Balanza
			Propiedades mecánicas	Modulo a la rotura (flexión – tracción)	Ensayo de viga
				Análisis esfuerzo - deformación	Ensayo de viga
				Resistencia a la compresión	Ensayo de rotura
			Trabajabilidad y consistencia	Slump	Cono de Abrams
			Permeabilidad	Absorción del agua	Ensayo de absorción de agua

Fuente: Propia

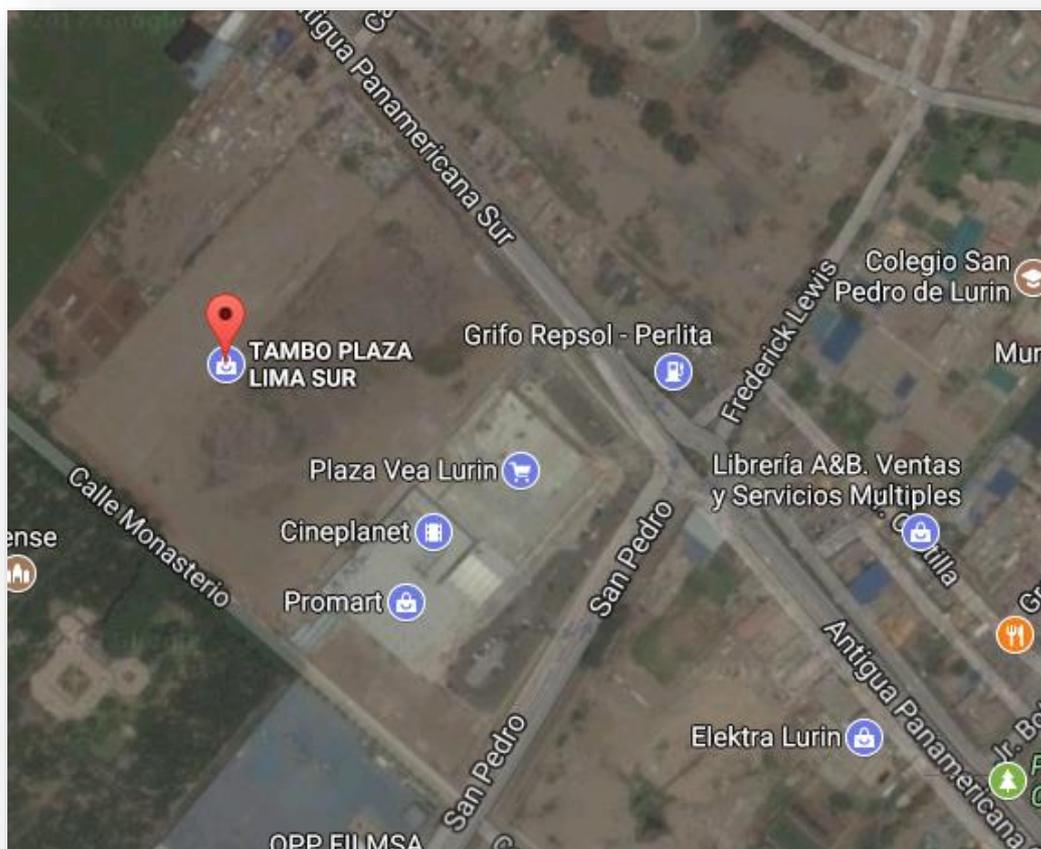
## 2.5. Población y muestra

### 2.5.1. Población

El tamaño de la muestra para el proyecto de investigación se experimentará con la fabricación de 44 adoquines de plástico reciclado de acuerdo a la NTP 399.611, es decir se trabajará con el 100% en relación al universo poblacional, donde se analizará las propiedades físicas y mecánicas de este espécimen,

Según Tamayo [La población es la] totalidad de un fenómeno de estudio, incluye la totalidad de unidades de análisis o entidades de población que integran dicho fenómeno y que debe cuantificarse para un determinado estudio integrado un conjunto N de entidades que participan de una determinada característica, y se le denomina población por constituir la totalidad del fenómeno adscrito a un estudio o investigación (2003, p. 176).

Figura II-1: Ubicación del Centro Comercial



Fuente: Google Earth

### 2.5.2. Muestreo

En nuestra investigación se determinó que el tipo de muestreo a utilizar es no probabilístico, porque nuestras muestras se escogieron e base a nuestro criterio personal. Según Hernández, Fernández y Baptista. Las muestras no probabilísticas, también llamadas muestras dirigidas, suponen un procedimiento de selección orientado por las características de la investigación, más que por un criterio estadístico de generalización (2014, p.189).

El **muestreo intencional** se basa en la elección por conveniencia del investigador, para investigar los elementos muestrales que estén a su alcance.

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

### **2.6.1. Técnicas**

Según Arias, define que “la técnica de investigación es el procedimiento o forma particular de obtener datos o información. Las técnicas son particulares y específicas de una disciplina, por lo que sirve de complemento de investigación con propósitos específicos y esenciales” (2012, p. 67).

Para el presente proyecto de investigación se tomará en cuenta las siguientes técnicas:

- **Revisión de Documentos:** Se utilizó esta técnica para revisar normas, manuales, libros, tesis y especificaciones referido a lo que es carreteras, para establecer los pasos a seguir y definir el diseño y la dimensión que se utilizaran en el panel modular para obtener resultados aceptables.
- **Observación directa:** Esta técnica nos permitirá recopilar datos que se registrarán en el laboratorio, para nuestros ensayos que se tendrán que realizar para evaluar el comportamiento mecánico – dinámico de los paneles modulares a base de plástico reciclado con el cual se busca reemplazar con la carpeta asfáltica que se construye con la forma convencional.

### **2.6.2. Instrumentos de recolección de datos**

Según Sabino “Un instrumento de recolección de datos es, en principio, cualquier recurso de que se vale el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información” (1992, p. 108).

Es por eso, que la presente investigación se realizara ensayos para determinar u obtener resultados de las variables de investigación, por el cual se elaboró una **ficha de recolección de información y datos** en la cual se desglosa cada variable y la medición a través de sus respectivos indicadores con la finalidad de que la investigación tenga credibilidad.

### a. Ensayo de absorción de agua

Este ensayo consiste en pesar el adoquín antes de ser sumergido al agua por completo y de acuerdo a lo que se procede a determinar la cantidad de agua que absorben los adoquines de plástico reciclado cuando son sometidos a condiciones climáticas de humedad, sin embargo, no debe exceder de los límites que pide la Norma Técnica Peruana 399.611 mostrados en la tabla I – 4.

*Figura II-2: Peso del espécimen antes de ser sumergido en agua*



*Fuente: Laboratorio*

*Figura II-3: Especimen sumergido en agua*



*Fuente: Laboratorio*

De acuerdo a esto se obtiene el % de agua absorbida por los adoquines a base de plástico reciclado.

### **b. Ensayo de rotura**

El ensayo de rotura consiste en someter al adoquín a una fuerza hasta que esta se rompa, se debe tomar en cuenta los requisitos estipulados por la NTP 399.611. Y se calcula de acuerdo a lo ya mencionado en la ecuación N° 2, la maquina utilizada para los ensayos de compresión fue una Prensa Universal Versa Tester con el cual se puede calcular también el análisis esfuerzo – deformación.

*Figura II-4: Prensa Universal Versa Tester*



*Fuente: <http://proetisa.com/proetisa-productos.php?ID=302>*

### **c. Ensayo de compresión**

Este ensayo consiste en aplicar una fuerza al adoquín hecho a base de plástico hasta por las 4 caras de este, con el fin de saber su resistencia exactamente hasta que se produzca la rotura, la fuerza de compresión se realizara de acuerdo a lo estipulado en la NTP 399.611.

*Figura II-5: Medición del espécimen antes del ensayo*



*Fuente: laboratorio*

*Figura II-6: Adoquines sometidos a compresión*

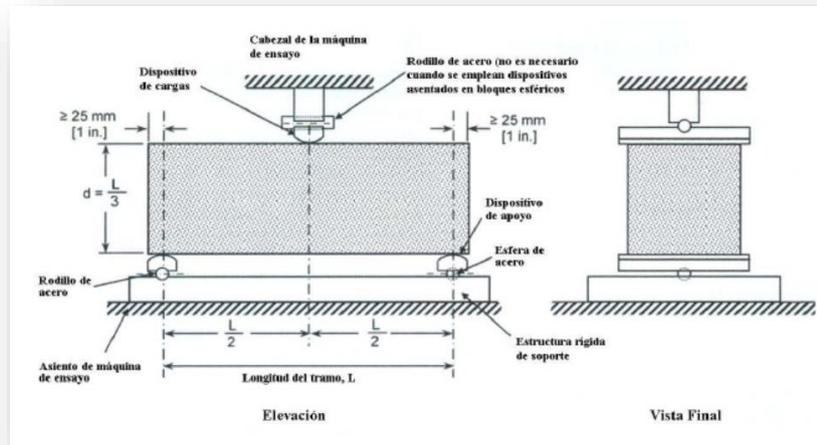


*Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=bB8QspgBZqo>*

#### **d. Ensayo de viga**

Según la Norma Técnica Peruana 339.079:2015, el ensayo de viga consiste en determinar el módulo de rotura del adoquín de concreto adicionándole plástico reciclado, asimismo, la diferencia de la resistencia va a depender del porcentaje de agua que se adiciona en el mortero (2015, p. 2).

Figura II-7: Diagrama de un dispositivo adecuado para la prueba de flexión del concreto por el método de carga en el punto medio



Fuente: <https://es.scribd.com/document/372901345/NTP-339-079-2012-pdf>

### 2.6.3. Validez

Según Hernández, Fernández y Baptista lo definen de la siguiente manera:

[...] La validez, en términos generales, se refiere al grado en que un instrumento mide realmente la variable que pretende medir. [...] La validez de un instrumento de medición se evalúa sobre la base de todos los tipos de evidencia. Cuanta mayor evidencia de validez de contenido, de validez de criterio y de validez de constructo tenga un instrumento de medición, éste se acercará más a representar las variables que pretende medir (2014, pp. 200-201).

Tabla II-3: Rangos y magnitud de validez

Rangos	Magnitud
0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Valida
0.66 a 0.71	Muy valida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1.0	Validez perfecta

Fuente: Herrera (1998) citado por (Confiablez y Validez de instrumento de investigación, 2013, p.13)

Tabla II-4: Coeficiente de validez por juicio de expertos

Validez	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Promedio
Variable Independiente	1	1	1	1
Variable Dependiente	0.67	1	1	0.89
Índice de validez				<b>0.95</b>

Fuente: Propia

De acuerdo a los análisis de validez evaluados por tres expertos profesionales que se desempeñan en el ámbito de la Ingeniería Civil y metodología de la investigación se obtuvo un nivel de validez del instrumento es de **0.95** lo cual corresponde al nivel de **excelente validez**.

#### 2.6.4. Confiabilidad

Según Hernández, Fernández y Baptista mencionan lo siguiente:

La confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto produce resultados iguales. La confiabilidad de un instrumento de medición se determina mediante diversas técnicas, las cuales se comentarán brevemente después de revisar los conceptos de validez y objetividad.

Estos datos se interpretan a través de una tabla con coeficientes de confiabilidad, atribuidos para cada rango como se observa en el siguiente cuadro:

Tabla II-5: rango y magnitud de confiabilidad

Rangos	Magnitud
0,53 a menos	Confiabilidad nula
0,54 a 0,59	Confiabilidad baja
0,60 a 0,65	Confiable
0,66 a 0,71	Muy Confiable
0,72 a 0,99	Excelente confiabilidad
1.0	Confiabilidad perfecta

Fuente: Herrera (1998) citado por (Confiabilidad y Validez de instrumentos de investigación, 2013 pág. 5)

## **2.7. Métodos de análisis de datos**

Debido a que la investigación es cuantitativa, el análisis de datos nos permitirá evaluar los estudios que hemos realizado en el laboratorio, ya que tenemos que interpretarlos y llegar a una conclusión. Según Morán y Alvarado, indica que los análisis de los datos son recogidos a través de entrevistas, cuestionarios, escala de actitudes, observación, grupos de enfoque u de otros medios; estos resultados obtenidos deben ser analizados de forma minuciosas para ver si responden a las preguntas de investigación y comprobar si la hipótesis es correcta o incorrecta Para el análisis de datos en necesario dos factores: lo que deseamos hacer con los datos y el planteamiento del problema (2010, p.56). Para la presente investigación requeriremos el uso del laboratorio, para realizar los ensayos necesarios para obtener las propiedades físico – mecánicas del adoquín a base de plástico reciclado.

## **2.8. Aspectos éticos**

Con respecto a los aspectos éticos, la presente investigación citó a todos los autores que ayudaron a dar un mejor entendimiento o enfocar de una manera más clara el Proyecto de Investigación, se siguió la norma ISO 690 y 690 – 2, donde la referencia bibliográfica también se hizo a base de esta guía para evitar el robo de información.

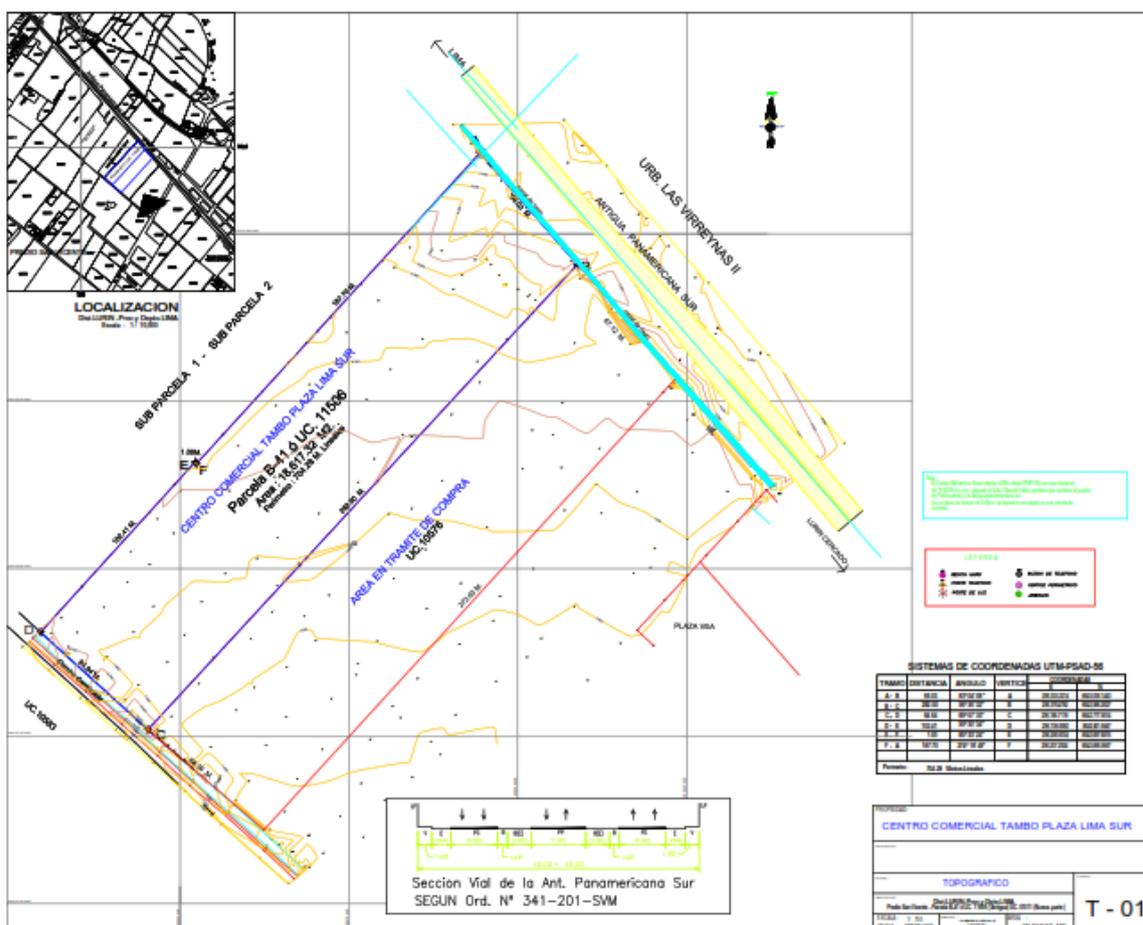
### **III. RESULTADOS**

### 3.1. Descripción de la zona de estudio

#### 3.1.1. Ubicación

La zona donde se pretende aplicar los adoquines elaborados con plástico reciclado es el Centro Comercial Tambo Plaza Lima Sur, que se encuentra ubicado en el distrito de Lurín, en la Provincia de Lima, en el Departamento De Lima.

Figura III-1: Ubicación topográfica del Centro Comercial

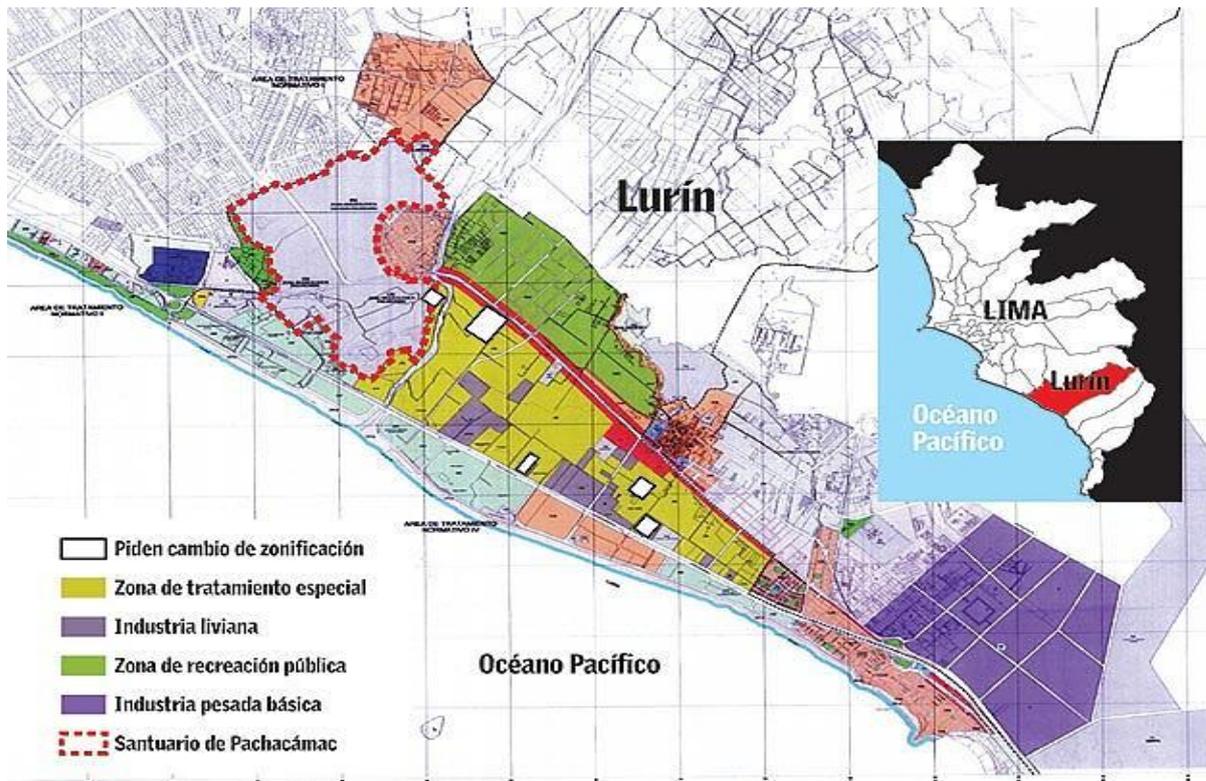


Fuente: Expediente Técnico CCTPLS

#### 3.1.2. Descripción de zona de estudio

El Centro Comercial Tambo Plaza Lima Sur se encuentra localizado en el Distrito de Lurín, en la provincia y departamento de Lima. En el lugar donde se pretende construir el Centro Comercial se encuentra en una zona de Industria Liviana (ilustración 9). Además, el nivel freático de la zona se encuentra a 1.50 m.

Figura III-2: Zonificación de Lurín



Fuente: Expediente Técnico CCTPLS

Asimismo, se presentarán los planos del centro comercial y la forma que será distribuido.

**a. Características del proyecto**

El proyecto es un Centro Comercial compuesto por tres niveles:

Figura III-3: Distribución del Primer Nivel



Fuente: Expediente Técnico CCTPLS

Figura III-4: Distribución del Segundo Nivel

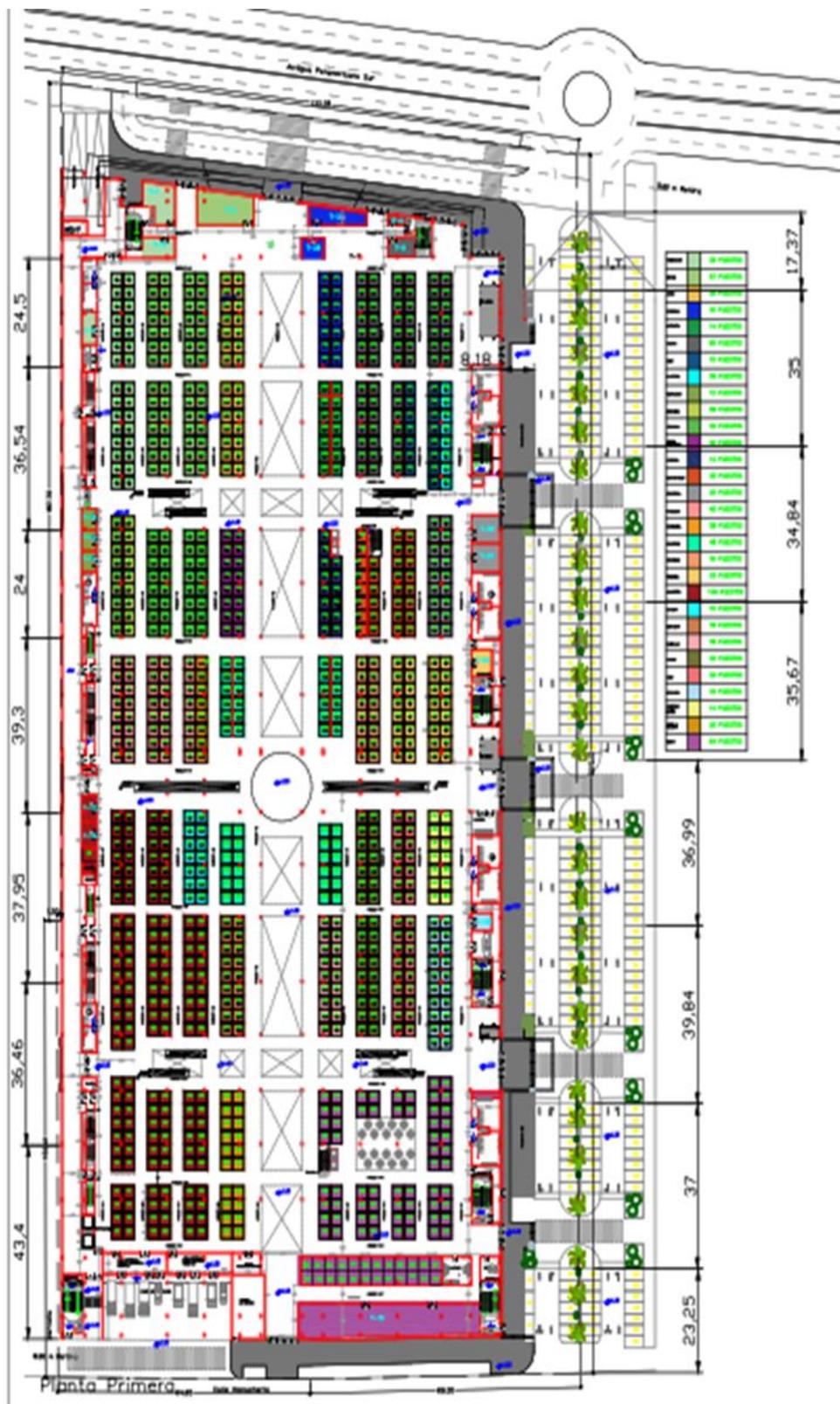


Fuente: Expediente Técnico CCTPLS

- El tercer nivel se podrá encontrar cines, comidas rápidas y discotecas.

## b. Planos del Proyecto

Figura III-5: Plano de Primera Planta



Fuente: Expediente Técnico CCTPLS



## **3.2. Trabajos previos**

### **3.2.1. Trabajos de Campo**

**Objetivo General:** Determinar el comportamiento de los adoquines elaborados con plástico reciclado con respecto a sus propiedades físico – mecánicas para pavimento peatonal en el centro comercial tambo plaza lima sur, distrito de Lurín – 2017.

- Obtención de los resultados de las propiedades físicas y mecánicas del adoquín adicionado 3%, 5% y 8% de plástico reciclado.

**Objetivo Específico 1:** estimar la influencia del plástico reciclado (PET) en las propiedades físicas del adoquín en el centro comercial tambo plaza lima sur, distrito de Lurín – 2017.

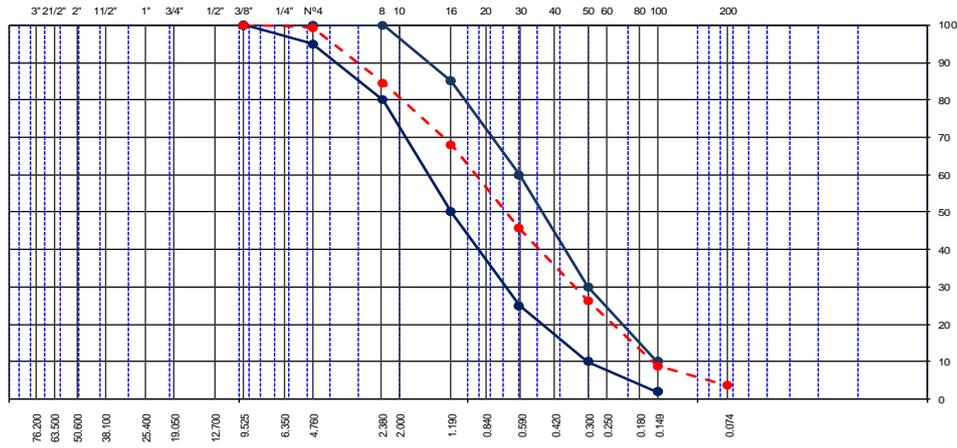
- ***Ensayos del Agregado Fino (M1)***

Tabla III-1: Granulometría del Agregado Fino

SUPERVISION		LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO					Código	
		FORMATO					Revisión	
		CONTRATISTA					Aprobado	
CONSORCIO VIAL DEL SUR		ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO					Página	: 1 de 1
		(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)					ENTIDAD	
								
Obra :	Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa					Codigo Ensayo N° :	A.F. Tambo - 01	
Tramo :	Tramo II: Km 35+000 - 153+500							
Muestra :	Agregado Fino		Planta Concreto :	84+410	L.I		Ing. Responsable :	Percy Quispe S.
Procedencia :	Acopio		Acceso Planta:	600 Mts		Fecha :	07/04/2018	
Acopio:	84+410.0	L.I	Cantera:	Rio Tambo			Ing. Control Calidad :	-
							Jefe Laboratorio :	Clyder Jaen Q.
Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Arena - Concreto	Descripcion	
5"	127.000						<b>1. Peso de Material</b>	
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg)	1,100.3
3"	73.000						Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr)	1,100.3
2 1/2"	60.300						Peso pasante Malla N° 200(gr)	
2"	50.800						<b>2. Características</b>	
1 1/2"	37.500						Tamaño Maximo	3/8"
1"	25.400						Tamaño Maximo Nominal	1/4"
3/4"	19.000						Grava (%)	0.7
1/2"	12.700						Arena (%)	99.3
3/8"	9.520				100.0	100	Finos (%) (< N° 200)	3.7
1/4"	6.350						Modulo de Fineza (%)	2.1 ≤ 2.67 ≤ 3.1
N° 4	4.750	7.9	0.7	0.7	99.3	95	<b>3. Clasificacion</b>	
N° 8	2.360	161.5	14.7	15.4	84.6	80	Limite Liquido (%)	
N° 10	2.000						Limite Plastico (%)	
N° 16	1.190	181.5	16.5	31.9	68.1	50	Indice de Plasticidad (%)	
N° 20	0.850						Clasificacion SUCS	
N° 30	0.600	246.7	22.4	54.3	45.7	25	Clasificacion AASHTO	
N° 40	0.420							
N° 50	0.300	212.7	19.3	73.7	26.4	10		
N° 60	0.250							
N° 80	0.180							
N° 100	0.150	193.1	17.6	91.2	8.8	2	<b>5. Observaciones (Fuente de Normalizacion)</b>	
N° 200	0.074	56.5	5.1	96.3	3.7		Manual de carreteras "Especificaciones Tecnicas Generales para Construccion" (EG-2000)	
Pasante		40.4	3.7	100.0				

**CURVA GRANULOMETRICA**



Abertura (mm)

Fuente: Laboratorio de CSVA

Según la NTP 400.037:2014, el Modulo de Fineza no debe ser menor de **2.3** ni mayor de **3.1**, por ende, según el ensayo de granulometría que se realizó a una pequeña muestra se obtuvo un módulo de fineza es de **2.67**. Además, debe cumplir el porcentaje que pasa según la **Tabla 18**, que está especifica por la norma ya mencionada.

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

*Tabla III-2: Granulometría del Agregado Fino*

<b>Tamiz</b>	<b>Porcentaje que pasa</b>
9.5 mm (3/8")	100
4.75 mm N° 4	95 – 100
2.36 mm N° 8	80 – 100
1.18 mm N° 16	50 – 85
600 um N° 30	25 – 60
300 um N° 50	10 – 30
150 um N° 100	2 – 10

*Fuente: NTP 400.037:2014*

*Figura III-7: Tamices del ensayo granulométrico*



*Fuente: Laboratorio del CSVA*

*Figura III-8: Muestra de la arena para el concreto*



*Fuente: Laboratorio del CSVA*

*Figura III-9: Tamizado de la muestra*



*Fuente: Laboratorio del CSVA*

En la **Figura III – 9**, se realizó el tamizado de la muestra que se utilizara en el diseño de los adoquines con plástico reciclado, teniendo en cuenta lo requerido por la Norma Técnica Peruana 400.037:2014.

Tabla III-3: Contenido de Humedad

<b>SUPERVISION</b> 		<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO</b>			Código		
		FORMATO			Revisión		
					Aprobado		
					Página	: 1 de 1	
<b>CONTRATISTA</b> CONSORCIO VIAL DEL SUR		<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> (MTC E-108 / ASTM D-2216)			<b>ENTIDAD</b> 		
Obra :	Mejoramiento de la Carretera : Moquegua - Omate - Arequipa				Codigo Ensayo N° :	A.F. Tambo - 01	
Tramo :	Tramo II: Km 35+000 - 153+500						
Muestra :	Agregado Fino	Planta Concreto :	84+410		Ing. Responsable :	Percy Quispe S.	
Procedencia :	Acopio	Acceso Planta :	600 Mts	Fecha :	07/04/2018	Ing. Control Calidad :	-
Acopio :	84+410.0 L.I	Cantera :	Rio Tambo		Jefe Laboratorio :	Clyder Jaen Q.	
<b>1. Contenido de Humedad Muestra Integral :</b>							
<b>Descripcion</b>				<b>1</b>	<b>2</b>		
Peso de tara (gr)							
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)				1175.9	1173.5		
Peso de la tara + muestra seca (gr)				1160.4	1158.8		
Peso del agua contenida (gr)				15.5	14.7		
Peso de la muestra seca (gr)				1160.4	1158.8		
Contenido de Humedad (%)				1.3	1.3		
<b>Contenido de Humedad Promedio (%)</b>				<b>1.3</b>			
<b>2. Contenido de Humedad Muestra (Grava Mayor a 3/4") :</b>							
<b>Descripcion</b>				<b>1</b>	<b>2</b>		
Peso de tara (gr)							
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)							
Peso de la tara + muestra seca (gr)							
Peso del agua contenida (gr)							
Peso de la muestra seca (gr)							
Contenido de Humedad (%)							
<b>Contenido de Humedad Promedio (%)</b>							

Fuente: Laboratorio de CSVA

El contenido de humedad para el agregado fino siempre va a variar de 0.5 al 1.5 %, según el MTC E – 108. A continuación, se muestra la fórmula que se utiliza para calcular el porcentaje de humedad.

$$\%h = \left( \frac{Ph - Ps}{Ps} \right) \times 100 \quad \dots\dots\dots \text{FII I - 4}$$

Tabla III-4: Equivalente de Arena

SUPERVISION		LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO			Código				
		FORMATO			Revisión				
					Aprobado				
CONTRATISTA		EQUIVALENTE DE ARENA			ENTIDAD				
CONSORCIO VIAL DEL SUR		(MTC E-114 / ASTM D-2419 / AASTHO T-176)							
Obra :	Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa			Codigo Ensayo N° :	A.F. Tambo - 01				
Tramo :	Tramo II: Km 35+000 - 153+500								
Muestra :	Agregado Fino	Planta Concreto :	84+410	Ing. Responsable :	Percy Quispe S.				
Procedencia:	Acopio	Acceso Planta:	600 Mts	Fecha :	07/04/2018	Ing. Control Calidad :	-		
Acopio:	84+410.0 L.I	Cantera:	Rio Tambo	Jefe Laboratorio :	Clyder Jaen Q.				
Descripcion				U/m	IDENTIFICACION				Promedio
					1	2	3	4	
Tamaño máximo (pasa malla N° 4)				mm	4.76	4.76	4.76		
Hora de entrada a saturación					11:22	11:24	11:26		
Hora de salida de saturación (mas 10")					11:32	11:34	11:36		
Hora de entrada a decantación					11:34	11:36	11:38		
Hora de salida de decantación (mas 20")					11:54	11:56	11:58		
Altura máxima de material fino				Pulg.	6.90	6.80	7.00		
Altura máxima de la arena				Pulg.	4.30	4.20	4.40		
Equivalente de Arena				%	62.3	61.8	62.9		62.3
OBSERVACIONES :									

Fuente: Laboratorio de CSVA

El equivalente de arena para el agregado fino según el MTC E – 114 el mínimo debe ser de 60%, para el análisis de nuestro material fino a utilizar obtuvimos un 62.3%. El agregado que se utiliza para las muestras será de la Cantera Rio Tambo que se encuentra ubicada en el Km. 84+410.00, cantera que se encuentra ubicado en el Mejoramiento de la Carretera Moquegua – Omate – Arequipa, Tramo II: 35+000.00 al 153+500.

$$\text{Equivalente de arena} = \frac{\text{Altura mínima de la arena}}{\text{Altura mínima del material fino}} \dots \text{FII I - 5}$$

*Figura III-10: Probetas para equivalente de arena*



*Fuente: Laboratorio CSVA*

*Figura III-11: Colocación de la arena en las probetas*



*Fuente: Laboratorio CSVA*

*Figura III-12: Colocación de la Solución Stock*



*Fuente: Laboratorio CSVA*

*Figura III-13: Reposo de las probetas*



*Fuente: Laboratorio CSVA*

Tabla III-5: Gravedad Especifica y Absorción

SUPERVISION		LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO			Código	0		
		FORMATO			Revisión	0		
					Aprobado	0		
CONTRATISTA		GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN			ENTIDAD			
CONSORCIO VIAL DEL SUR		(MTC E-205,206 / ASTM C-127,128 / AASHTO T-84, T-85)						
Obra :	Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa				Codigo Ensayo N° :	A.F. Tambo - 01		
Tramo :	Tramo II: Km 35+000 - 153+500							
Muestra :	Agregado Fino	Planta Concreto :	84410		Ing. Responsable :	Percy Quispe S.		
Procedencia:	Acopio	Acceso Planta:	600.00 Mts	Fecha :	07/04/2018	Ing. Control Calidad : -		
Acopio:	84+410.0 L.I	Cantera:	Rio Tambo			Jefe Laboratorio : Clyder Jaen Q.		
DATOS					1	2	3	4
1	Peso Mat. Sat. Sup. Seco ( en Aire ) (gr)	gr.			300.0	300.0	300.0	
2	Peso Frasco + agua	gr.			735.6	739.1	736.9	
3	Peso Frasco + agua + A (gr)	gr.			1035.6	1039.1	1036.9	
4	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)	gr.			923.6	926.9	924.7	
5	Vol de masa + vol de vacio = C-D (gr)	gr.			112.0	112.2	112.2	
6	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	gr.			297.2	297.3	297.4	
7	Vol de masa = E - ( A - F ) (gr)				109.2	109.5	109.6	
RESULTADOS					PROMEDIO			
8	Pe bulk ( Base seca ) = F/E				2.654	2.650	2.651	2.651
9	Pe bulk ( Base saturada ) = A/E				2.679	2.674	2.674	2.675
10	Pe aparente ( Base Seca ) = F/G				2.722	2.715	2.714	2.717
11	% de absorción = ((A - F)/F)*100				0.942	0.908	0.874	0.908

Fuente: Laboratorio de CSVA

En la Tabla N° III – 5, se puede observar que se obtuvo un resultado favorable para el Peso Especifico del agregado fino (2.875kg/cm<sup>2</sup>) y un porcentaje de absorción del agregado fino (0.508%).

Figura III-14: Muestra sumergida en agua



Fuente: CVS

Tabla III-6: Durabilidad de Agregados

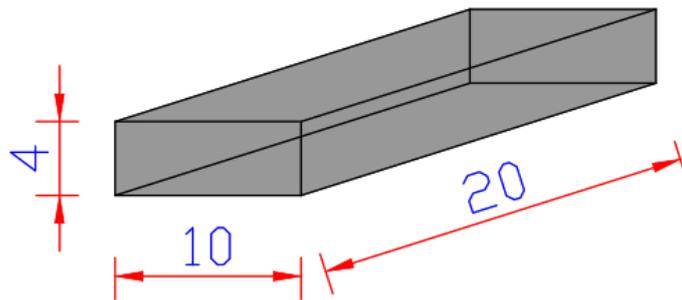
<b>SUPERVISION</b>		<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO</b>				Código			
		FORMATO				Revisión			
						Aprobado			
<b>CONTRATISTA</b>		<b>DURABILIDAD DE AGREGADOS</b>				<b>ENTIDAD</b>			
CONSORCIO VIAL DEL SUR		(MTC E-209 / ASTM C-88 / AASTHO T-104)							
Obra :	Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa				Codigo Ensayo N° :	A.F. Tambo - 01			
Tramo :	Tramo II: Km 35+000 - 153+500								
Muestra :	Agregado Fino	Planta Concreto :	84+410		Ing. Responsable :	Percy Quispe S.			
Procedencia:	Acopio	Acceso Planta:	600 Mts	Fecha :	07/04/2018	Ing. Control Calidad :	-		
Acopio:	84+410.0 L.I	Cantera:	Rio Tambo			Jefe Laboratorio :	Clyder Jaen Q.		
<b>AGREGADO FINO</b>									
Tamaño de Tamiz		Peso Requer. (gr.)	Recipient. N°	Peso Inicial (gr.)	Peso Final (gr.)	Pérdida		Escalonado Original	Pérdida Corregida
3/8"	N° 04	100							
	N° 04	100	1	116.2	115.10	1.10	0.95	14.7	0.16
	N° 08	100	2	112.0	108.70	3.30	2.95	16.5	0.54
	N° 16	100	3	112.7	111.20	1.50	1.33	22.4	0.34
	N° 30	100	4	117.2	115.10	2.10	1.79	19.3	0.41
	N° 50	100	5	113.9	111.60	2.30	2.02	17.6	0.40
	N° 100								
<b>TOTALES</b>								90.5	1.85%

Fuente: Laboratorio de CSVA

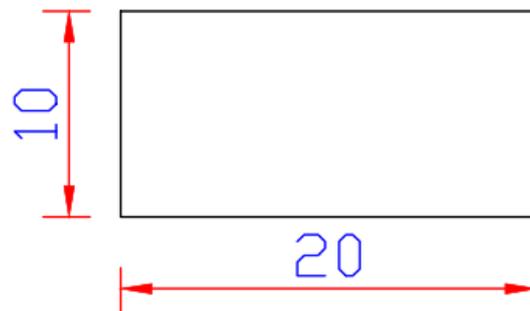
Según las Normas (MTC E-209 / ASTM C-88 / AASTHO T-104), para el ensayo de durabilidad hay dos formas de hacerlo; durabilidad con sulfato de sodio y durabilidad con sulfato de magnesio. Para la presente investigación se realizó la durabilidad del agregado fino con sulfato de magnesio obteniendo una durabilidad de 1.85%.

### DOSIFICACIÓN DEL ADOQUÍN

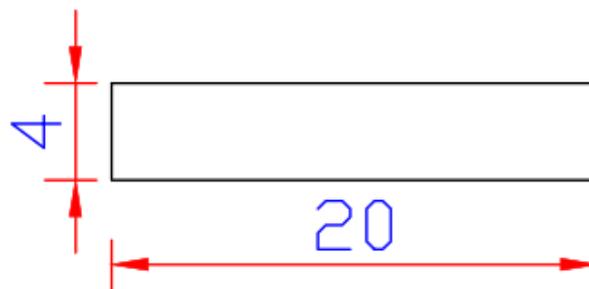
- **Adoquín:**



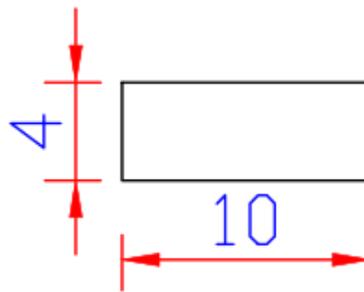
#### VISTA SUPERIOR



#### VISTA FRONTAL



### VISTA LATERAL



Para el diseño del adorno utilizaremos la cantidad de material de una dosificación de 280kg/cm<sup>2</sup>, para obtener una mejor resistencia.

*Tabla III-7: Dosificación de 280 kg/cm<sup>2</sup>*

Agregados que intervienen en la dosificación para 280 kg/cm <sup>2</sup>	Cantidad de materiales en kilos por metro cubico de concreto		Proporción en peso		Proporción en volumen	
Cemento	382	Kg/m <sup>3</sup>	1	Kilos	1	Bolsa
Rango de agua	194	Lt/m <sup>3</sup>	0.508	Kilos	21.58	Pie <sup>3</sup> /bolsa
Agregado Fino Húmedo	852	Kg/m <sup>3</sup>	2.2	Kilos	2.03	Pie <sup>3</sup> /bolsa

*Fuente: Propia*

*Figura III-15: Materiales del diseño*



Fuente: Propia

Después de haber realizado el diseño respectivo, se obtuvieron las siguientes características físicas del adoquín con 3% de Plástico Reciclado, obteniendo un Peso Unitario de 2.00gr/cm<sup>2</sup>.

Figura III-16: Adoquines con 3% de Plástico Reciclado



Tabla III-8: Propiedades Físicas del adoquín con 3% de Plástico Reciclado

N° de Testigo	Adoquín con 3% de Plástico Reciclado					
	Dimensiones del adoquín			Volumen (cm <sup>3</sup> )	Peso (gr)	Peso Unitario (gr/cm <sup>3</sup> )
	Ancho (cm)	Largo (cm)	Espesor (cm)			
001	10.10	20.00	4.10	828.20	1649.92	1.99
002	10.00	20.00	4.00	800.00	1638.64	2.05
003	10.20	20.10	4.10	840.58	1639.50	1.95
004	10.10	20.00	4.00	808.00	1641.50	2.03
005	10.00	20.20	4.00	808.00	1645.20	2.04
006	10.10	20.00	4.20	848.40	1651.30	1.95
007	10.00	20.10	4.10	824.10	1640.20	1.99
008	10.00	20.00	4.10	820.00	1642.50	2.00
009	10.10	20.00	4.00	808.00	1641.50	2.03
<b>Promedio</b>	<b>10.07</b>	<b>20.04</b>	<b>4.07</b>	<b>820.59</b>	<b>1643.36</b>	<b>2.00</b>

Fuente: Propia

$$\text{Peso Unitario} = PU = \frac{\text{Peso}}{\text{Volumen}} = \frac{1643.36}{820.36}$$

$$PU = 2.00 \text{ gr} / \text{cm}^3$$

Asimismo, se realizó el mismo diseño, pero aplicando 5% de plástico reciclado, del cual obtuvimos las siguientes propiedades físicas, obteniendo un Peso Unitario de 1.90gr/cm<sup>2</sup>.

Figura III-17: Adoquines con 3% de Plástico Reciclado

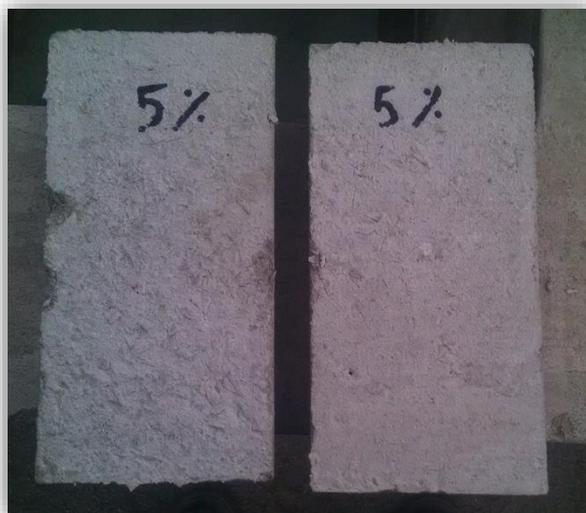


Tabla III-9: Propiedades Físicas del adoquín con 5% de Plástico Reciclado

N° de Testigo	Adoquín con 5% de Plástico Reciclado					
	Dimensiones del adoquín			Volumen (cm <sup>3</sup> )	Peso (kg)	Peso Unitario (Kg/cm <sup>3</sup> )
	Ancho (cm)	Largo (cm)	Espesor (cm)			
001	10.00	20.10	4.00	804.00	1535.44	1.91
002	10.20	20.10	4.10	840.58	1545.92	1.84
003	10.00	20.00	4.00	800.00	1537.58	1.92
004	10.00	20.10	4.00	804.00	1541.59	1.92
005	10.00	20.10	4.10	824.10	1543.57	1.87
006	10.10	20.00	4.10	828.20	1542.10	1.86
007	10.10	20.00	4.00	808.00	1538.95	1.90
008	10.00	20.00	4.00	800.00	1537.51	1.92
009	10.00	20.10	4.00	804.00	1535.86	1.91
<b>Promedio</b>	<b>10.04</b>	<b>20.06</b>	<b>4.03</b>	<b>812.54</b>	<b>1539.84</b>	<b>1.90</b>

Fuente: Propia

$$\text{Peso Unitario} = PU = \frac{\text{Peso}}{\text{Volumen}} = \frac{1539.84}{812.54}$$

$$PU = 1.90 \text{ gr/cm}^3$$

Del mismo modo, se aplicó el mismo diseño para este tipo de adoquín con 8% de plástico reciclado, obteniendo así sus propiedades físicas como se puede

observar en el siguiente cuadro, asimismo, se logró obtener un peso unitario aún menor con respecto al adoquín con 3% de plástico reciclado.

Figura III-18: Adoquines con 3% de Plástico Reciclado



Tabla III-10: Propiedades Físicas del adoquín con 8% de Plástico Reciclado

N° de Testigo	Adoquín con 8% de Plástico Reciclado					
	Dimensiones del adoquín			Volumen (cm <sup>3</sup> )	Peso (kg)	Peso Unitario (Kg/cm <sup>3</sup> )
	Ancho (cm)	Largo (cm)	Espesor (cm)			
001	10.00	20.10	4.00	804.00	1540.08	1.92
002	10.00	20.10	4.10	824.10	1522.56	1.85
003	10.10	20.00	4.15	838.30	1523.41	1.82
004	10.00	20.00	4.00	800.00	1522.56	1.90
005	10.00	20.10	4.10	824.10	1522.85	1.85
006	10.10	20.10	4.00	812.04	1525.48	1.88
007	10.10	20.15	4.00	814.06	1524.94	1.87
008	10.00	20.00	4.00	800.00	1523.60	1.90
009	10.10	20.10	4.00	812.04	1524.60	1.88
<b>Promedio</b>	<b>10.04</b>	<b>20.07</b>	<b>4.04</b>	<b>814.29</b>	<b>1525.56</b>	<b>1.87</b>

Fuente: Propia

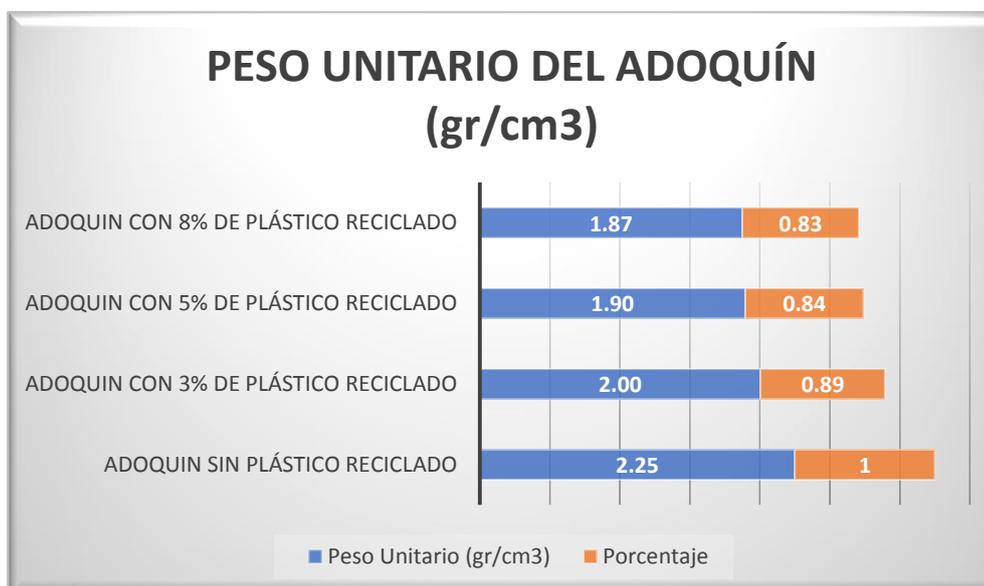
$$\text{Peso Unitario} = PU = \frac{\text{Peso}}{\text{Volumen}} = \frac{1525.56}{814.29}$$

$$PU = 1.87 \text{ gr/cm}^3$$

Según los resultados obtenidos, se puede observar que las dimensiones del adoquín con plástico reciclado son muy mínimas con respecto a las tolerancias emitidas por la NTP 399.611 (Tabla I - 2).

Para un mejor entendimiento de los resultados obtenidos de las propiedades físicas de adoquín, se mostrará la siguiente **Gráfica III – 1**:

*Gráfica III-1: Peso Unitario del adoquín con y sin plástico reciclado*



**Objetivo Específico 2:** Evaluar la influencia del plástico reciclado (PET) en las propiedades mecánicas del adoquín en el centro comercial tambo plaza lima sur, distrito de Lurín – 2017.

- **Obtención de los datos del Módulo de Rotura.**

Para determinar el módulo de rotura de los adoquines de plástico reciclado nos apoyamos en la NORMA TÉCNICA PERUANA 339.079:2015 establecida por el Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias - INDECOPI, en la que se describe el ensayo de flexión para concreto.

Se realizó el ensayo de flexión y se colocaron en la misma posición en la cual se aplicarían. Asimismo, a continuación, se muestran los resultados obtenidos para adoquines con plástico de 3%, 5% y 8%.

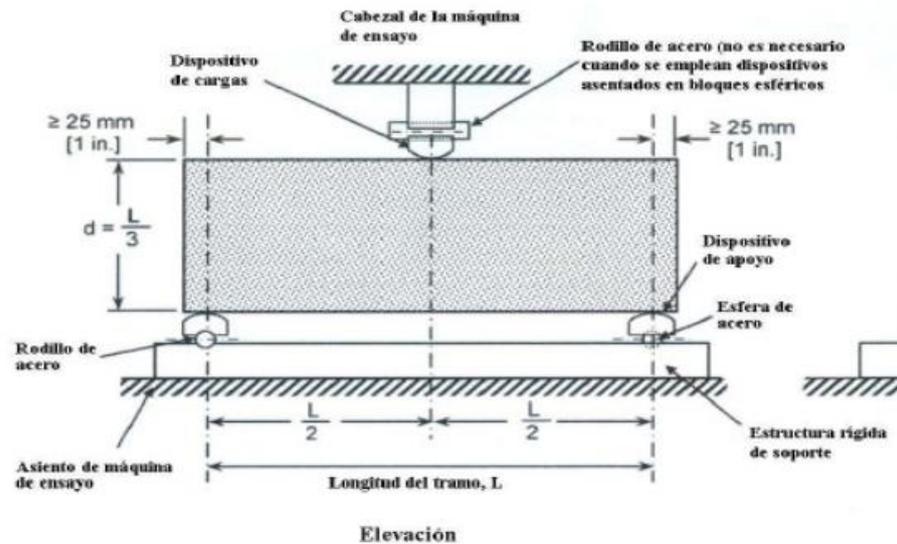


Tabla III-11: Cálculo del módulo de rotura de los adoquines con 3% de plástico reciclado

DATOS	M-1 (3%)	M-2 (3%)
Carga (N)	42382.35	40844.73
Distancia (L) m	0.1955	0.1955
Ancho (b) m	0.1105	0.1106
Profundidad (d) m	0.041	0.0416
Distancia (x) m	0.01389	0.01114
<b>MÓDULO DE ROTURA (Pa)</b>	<b>57402546</b>	<b>55447699.8</b>

Fuente: Propia

Tabla III-12: Cálculo del módulo de rotura de los adoquines con 5% de plástico reciclado

DATOS	M-1 (5%)	M-2 (5%)
Carga (N)	45496.21	45246.31
Distancia (L) m	0.1955	0.196
Ancho (b) m	0.112	0.1104
Profundidad (d) m	0.041	0.0416
Distancia (x) m	0.01389	0.01114
<b>MÓDULO DE ROTURA (Pa)</b>	<b>60794682.8</b>	<b>61711842.3</b>

Fuente: Propia

Tabla III-13: cálculo del módulo de rotura de los adoquines con 8% de plástico reciclado

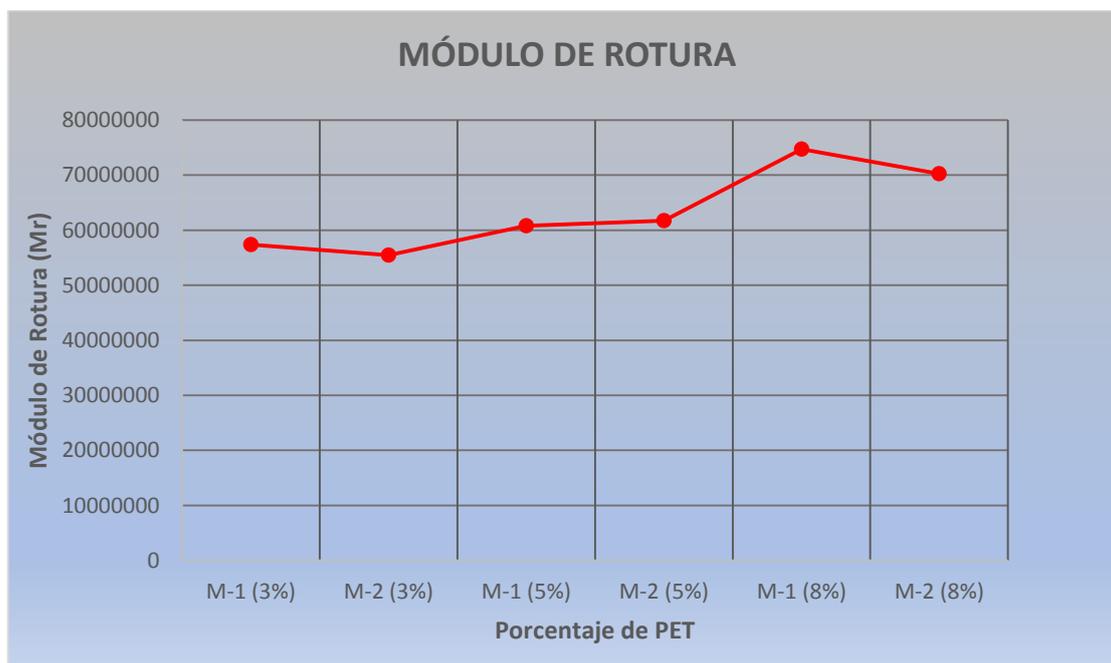
DATOS	M-1 (8%)	M-2 (8%)
Carga (N)	52502.23	50916.49
Distancia (L) m	0.1955	0.196
Ancho (b) m	0.11	0.1103
Profundidad (d) m	0.041	0.0416
Distancia (x) m	0.01	0.0102
<b>MÓDULO DE ROTURA (Pa)</b>	<b>74745617</b>	<b>70260632.4</b>

Fuente: Propia

Los resultados obtenidos en el ensayo de módulo de rotura se pueden observar que son muy favorables, además, mientras más plástico se adiciona la resistencia del módulo de rotura va aumentando.

A continuación, en el Gráfico III – 1, se mostrará un resumen del Módulo de Rotura de acuerdo a la cantidad de Plástico añadido.

Gráfica III-2: Modulo de Rotura



Fuente: Propia

- **Obtención de datos del esfuerzo – deformación**

Para la determinación del ensayo de esfuerzo – deformación, nos basamos en la NORMA TÉCNICA PERUANA 339.079:2015 establecida por el Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias – INDECOPI.

**TABLAS DE LAS DEFORMACIONES DEL ADOQUÍN CON 3% DE PLÁSTICO RECICLADO**

*Tabla III-14: Carga – Deformación con 3% PR (Primer espécimen)*

<b>Carga (Kg)</b>	<b>Deformación (m)</b>
0	0
66.82	0.005
133.64	0.010
200.45	0.015
267.27	0.020
334.09	0.025
400.90	0.030
<b>441.00</b>	<b>0.033</b>

*Fuente: Propia*

*Tabla III-15: Carga – Deformación con 3% PR (Segundo espécimen)*

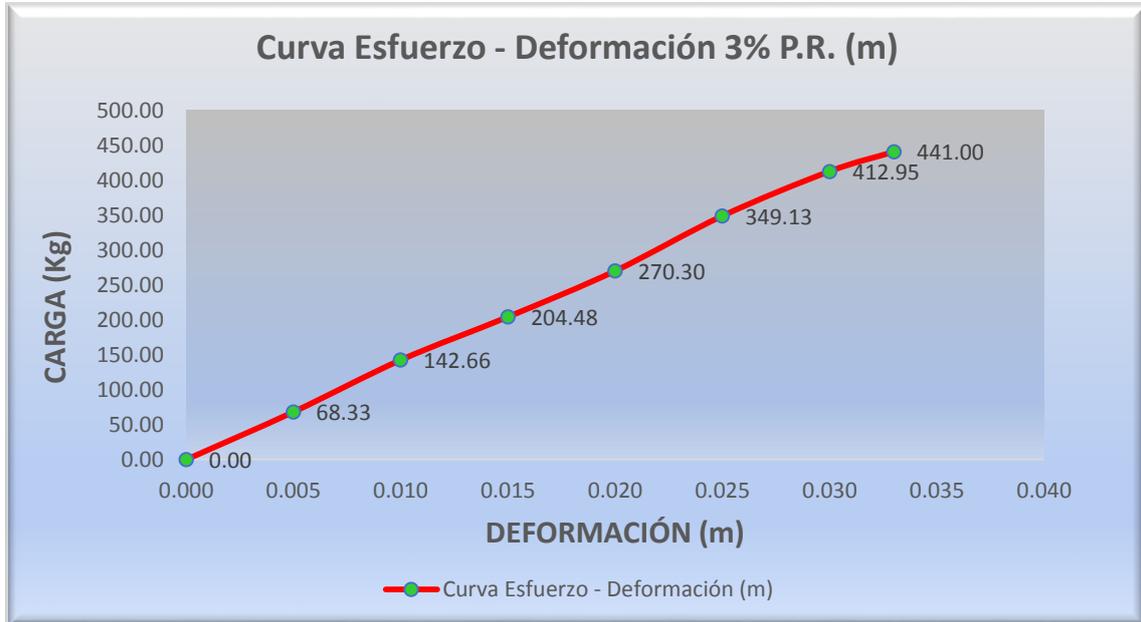
<b>Carga (Kg)</b>	<b>Deformación (m)</b>
0	0
70.83	0.005
141.67	0.010
212.5	0.015
283.33	0.020
354.17	0.025
<b>425.00</b>	<b>0.030</b>

*Fuente: Propia*

Para comprender mejor el resultado obtenido, a continuación, se mostrará una Gráfica III – 3, donde la carga que se aplica al adoquín es directamente

proporcional a la deformación, a mayor carga o presión ejercida al adoquín, mayor será su deformación hasta su punto de rotura.

Gráfica III-3: Curva Esfuerzo – Deformación 3% Plástico Reciclado



Fuente: Propia

**TABLAS DE LAS DEFORMACIONES DEL ADOQUÍN CON 5% DE PLÁSTICO RECICLADO**

Tabla III-16: Carga – Deformación con 5% PR (Primer espécimen)

Carga (Kg)	Deformación (m)
0	0
67.63	0.005
135.26	0.010
202.89	0.015
270.51	0.020
338.14	0.025
405.77	0.030
<b>473.40</b>	<b>0.035</b>

Fuente: Propia

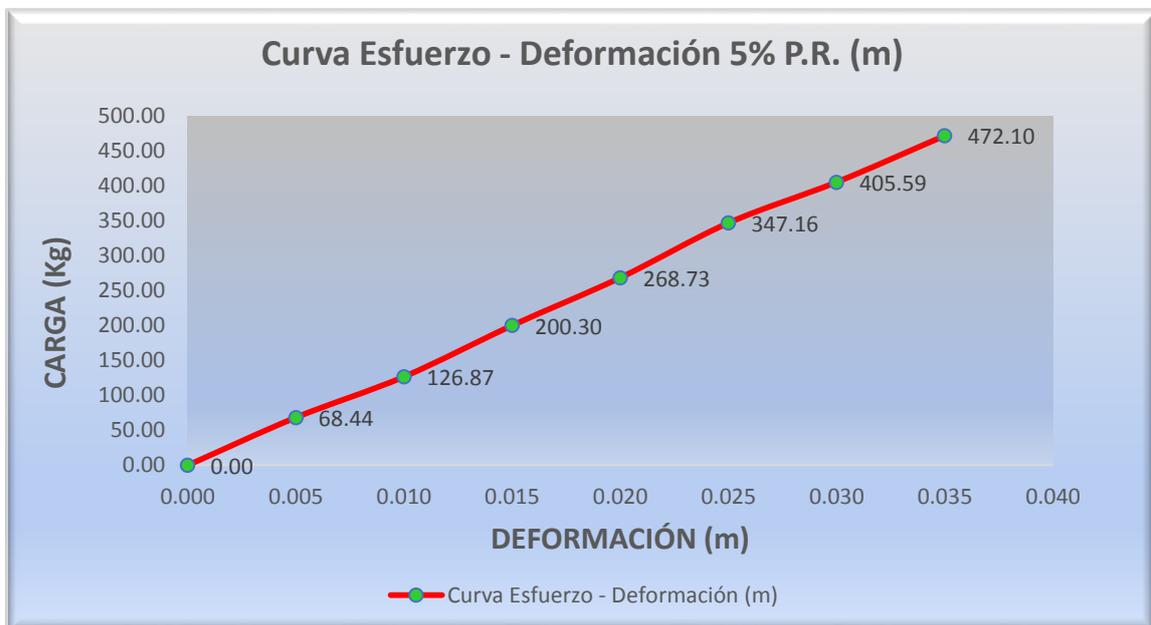
Tabla III-17: Carga – Deformación con 5% PR (Segundo espécimen)

Carga (Kg)	Deformación (m)
0	0
69.24	0.005
138.47	0.010
207.71	0.015
276.94	0.020
346.18	0.025
415.41	0.030
<b>470.80</b>	<b>0.034</b>

Fuente: Propia

Para un mejor entendimiento de lo que se está obteniendo en los resultados de las deformaciones de los adoquines con 5% de plástico reciclado, se tiene la **Gráfica III – 4.**

Gráfica III-4: Curva Esfuerzo – Deformación 5% Plástico Reciclado



Fuente: Propia

**TABLAS DE LAS DEFORMACIONES DEL ADOQUÍN CON 8% DE  
PLÁSTICO RECICLADO**

*Tabla III-18: Carga – deformación con 8% PR (Primer espécimen)*

<b>Carga (Kg)</b>	<b>Deformación (m)</b>
0	0
68.29	0.005
136.58	0.010
204.86	0.015
273.15	0.020
341.44	0.025
409.73	0.030
478.01	0.035
<b>546.30</b>	<b>0.040</b>

*Fuente: Propia*

*Tabla III-19: Carga – deformación con 8% PR (Segundo espécimen)*

<b>Carga (Kg)</b>	<b>Deformación (m)</b>
0	0
69.71	0.005
139.42	0.010
209.13	0.015
278.84	0.020
348.55	0.025
418.26	0.030
487.97	0.035
<b>529.80</b>	<b>0.038</b>

*Fuente: Propia*

Para un conocimiento entendible graficaremos los resultados obtenidos de los adoquines con 8% de plástico reciclado.

Gráfica III-5: Curva Esfuerzo – Deformación 8% Plástico Reciclado



Fuente: Propia

- **Obtención de resistencia a la compresión.**

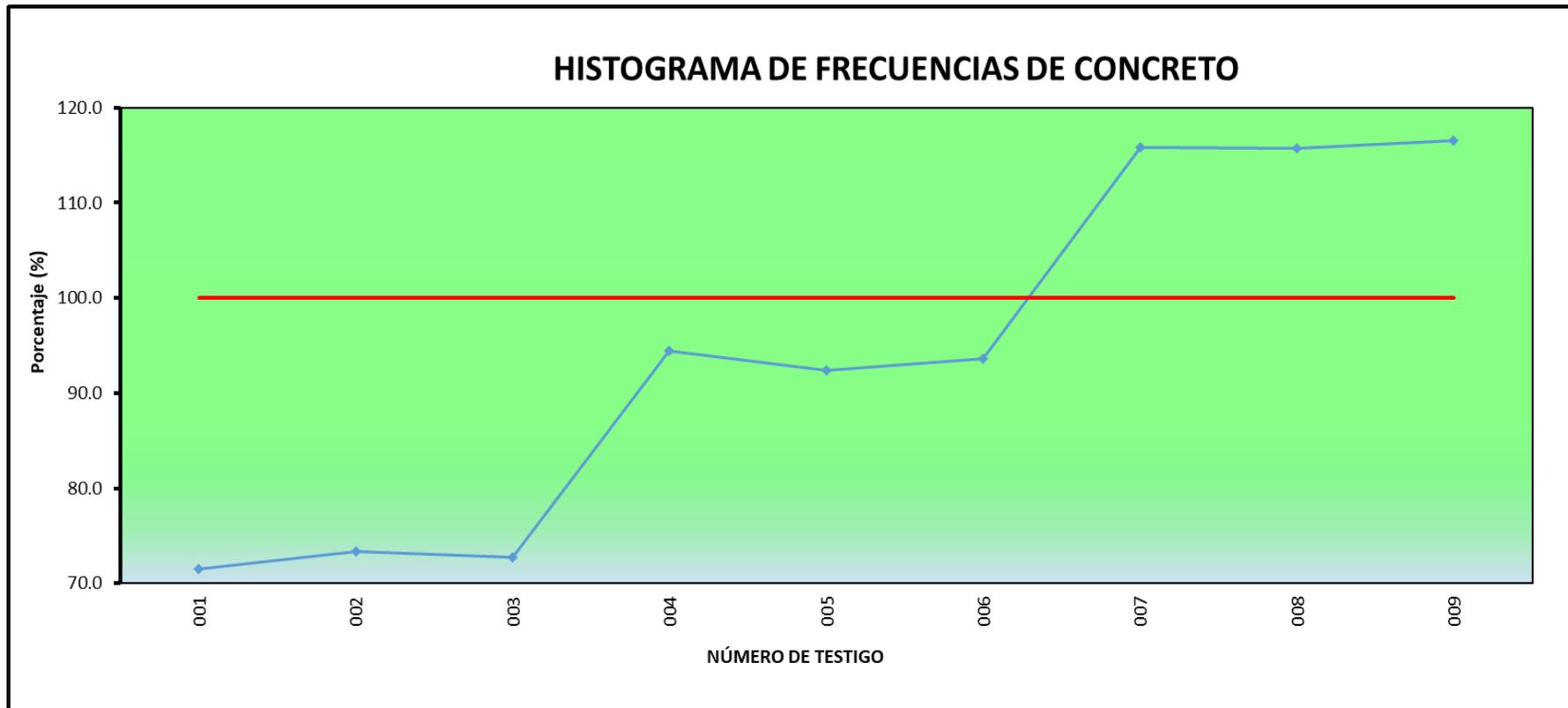
Tabla III-20: Reporte de ensayos de Compresión de adoquines con 3% de plástico reciclado

Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate			CONSORCIO SUPERVISOR VIAL AREQUIPA 												
REPORTE ENSAYOS DE COMPRESIÓN ADOQUINES F'c - 280 KG/CM2 ASTM C-617															
N°	Fecha		Elemento	Tipo de Concreto	Edad	Slump	Lectura	factor	Área	Resisten.	%	Promedio en %	Resis. 28 días (%)	TEMP ° C	OBS
Testigo	Moldeo	Rotura			(días)	(Pulg.)	Dial (Kg.)	Correcion	(cm2)	Kg./cm2	Resisten.				
001	14-May-18	21-May-18		280	7	6 3/4	40030		200.0	200.2	71.5				
002	14-May-18	21-May-18		280	7	"	41084		200.0	205.4	73.4	72.5			
003	14-May-18	21-May-18		280	7	"	40741		200.0	203.7	72.8				
004	14-May-18	28-May-18		280	14	"	52861		200.0	264.3	94.4				
005	14-May-18	28-May-18	Adoquin con 3% de Plástico Reciclado	280	14	"	51764		200.0	258.8	92.4	93.5		26	
006	14-May-18	28-May-18		280	14	"	52451		200.0	262.3	93.7				
007	14-May-18	11-Jun-18		280	28	"	64884		200.0	324.4	115.9				
008	14-May-18	11-Jun-18		280	28	"	64787		200.0	323.9	115.7	116.0	116.0		
009	14-May-18	11-Jun-18		280	28	"	65244		200.0	326.2	116.5				

Fuente: Propia



Gráfica III-6: Resistencia del concreto en porcentaje (Adoquín con 3% de PR)



Según la Grafica N° III – 2; se puede observar que las resistencias de los adoquines con 5% de plástico reciclado cumplen con el porcentaje de resistencia mínimas que requiere la norma, ya que a los 28 días que se realizó las roturas obtuvimos 116.00% de resistencia, cifra que supera el 100%; asimismo, en la tabla N° 36 se puede ver las resistencias que se obtuvieron a los 7, 14 y 28 días.

Gráfica III-7: Resistencia a la Compresión en Kgf/cm2 (Adoquín con 3% PR)

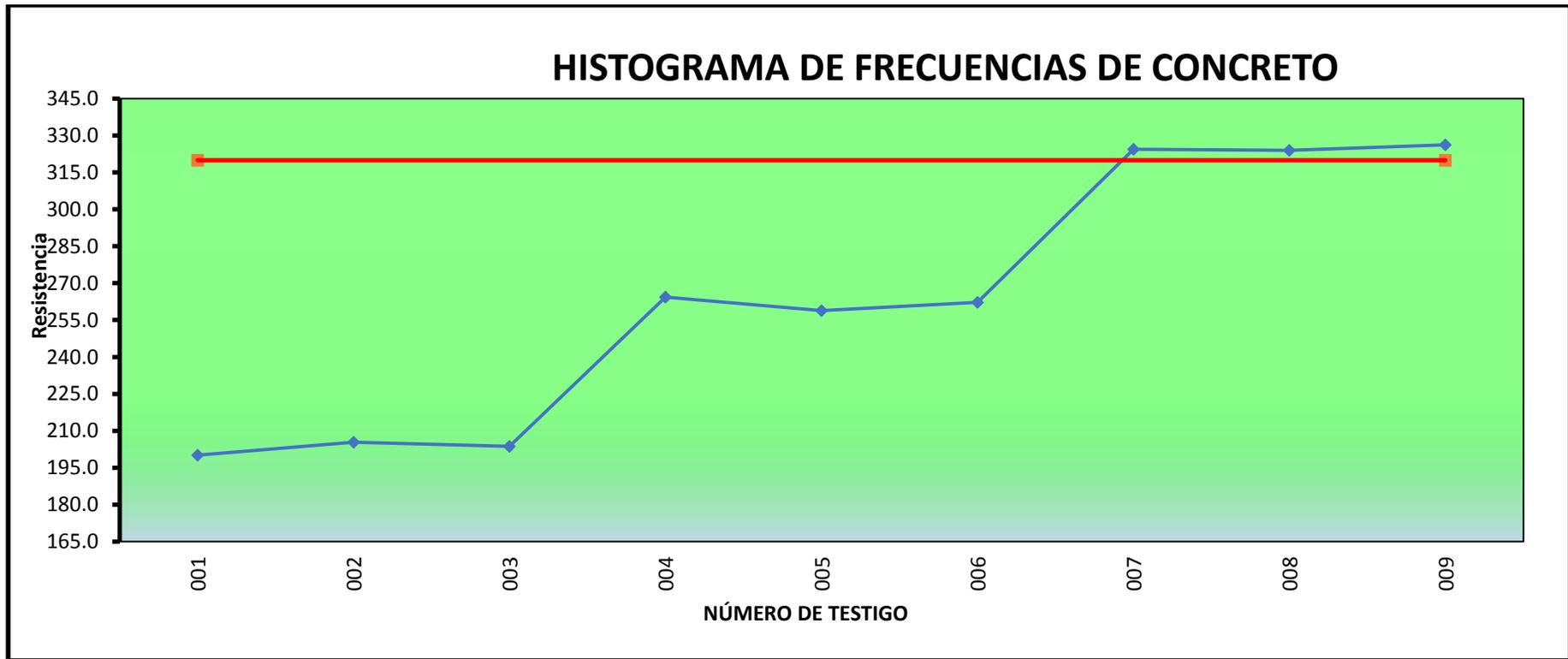
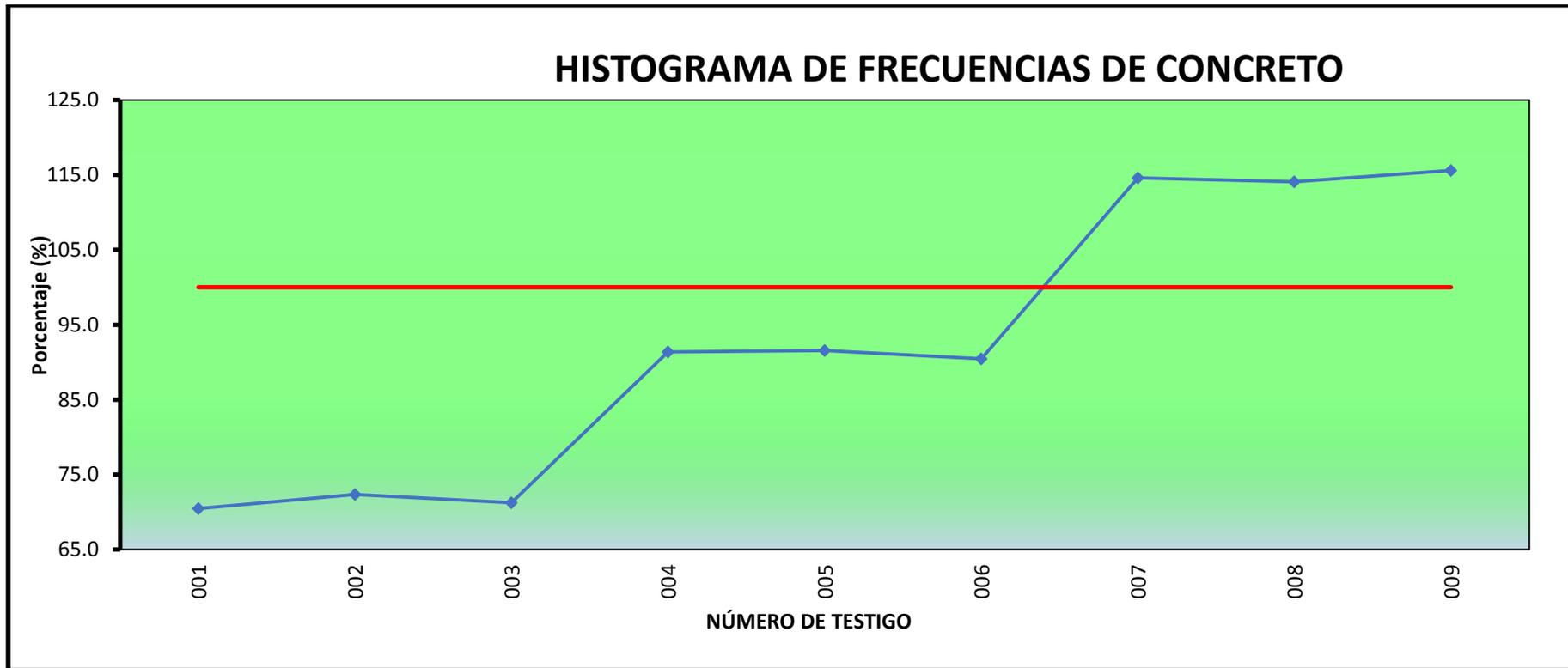


Tabla III-21: Reporte de ensayos de Compresión de adoquines con 5% de plástico reciclado

Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate													CONSORCIO SUPERVISOR VIAL AREQUIPA 			
REPORTE ENSAYOS DE COMPRESIÓN ADOQUINES F' C - 280 KG/CM2 ASTM C-617																
N° Testigo	Fecha		Elemento	Tipo de Concreto	Edad	Slump	Lectura	factor	Área	Resisten.	%	Promedio en %	Resis. 28 días (%)	TEMP ° C	OBS	
	Moldeo	Rotura			(días)	(Pulg.)	Dial (Kg.)	Correcion	(cm2)	Kg./cm2	Resisten.					
001	15-May-18	22-May-18	Adoquin con 5% de Plástico Reciclado	280	7	6 1/2	39451		200.0	197.3	70.4					
002	15-May-18	22-May-18		280	7	"	40512		200.0	202.6	72.3	71.3				
003	15-May-18	22-May-18		280	7	"	39897		200.0	199.5	71.2					
004	15-May-18	29-May-18		280	14	"	51156		200.0	255.8	91.4					
005	15-May-18	29-May-18		280	14	"	51267		200.0	256.3	91.5	91.1			25	
006	15-May-18	29-May-18		280	14	"	50651		200.0	253.3	90.4					
007	15-May-18	12-Jun-18		280	28	"	64184		200.0	320.9	114.6					
008	15-May-18	12-Jun-18		280	28	"	63887		200.0	319.4	114.1	114.8	114.8			
009	15-May-18	12-Jun-18		280	28	"	64744		200.0	323.7	115.6					

Gráfica III-8: Resistencia del concreto en porcentaje (Adoquín 5% PR)



Según la Grafica N° III – 3; se puede observar que las resistencias de los adoquines con 5% de plástico reciclado cumplen con el porcentaje de resistencia mínimas que requiere la norma, ya que a los 28 días que se realizó las roturas obtuvimos 114.80% de resistencia, cifra que supera el 100%; asimismo, en la tabla N° 37 se puede ver las resistencias que se obtuvieron a los 7, 14 y 28 días.

Gráfica III-9: Resistencia del concreto en Kgf/cm<sup>2</sup> (Adoquín 5% PR)

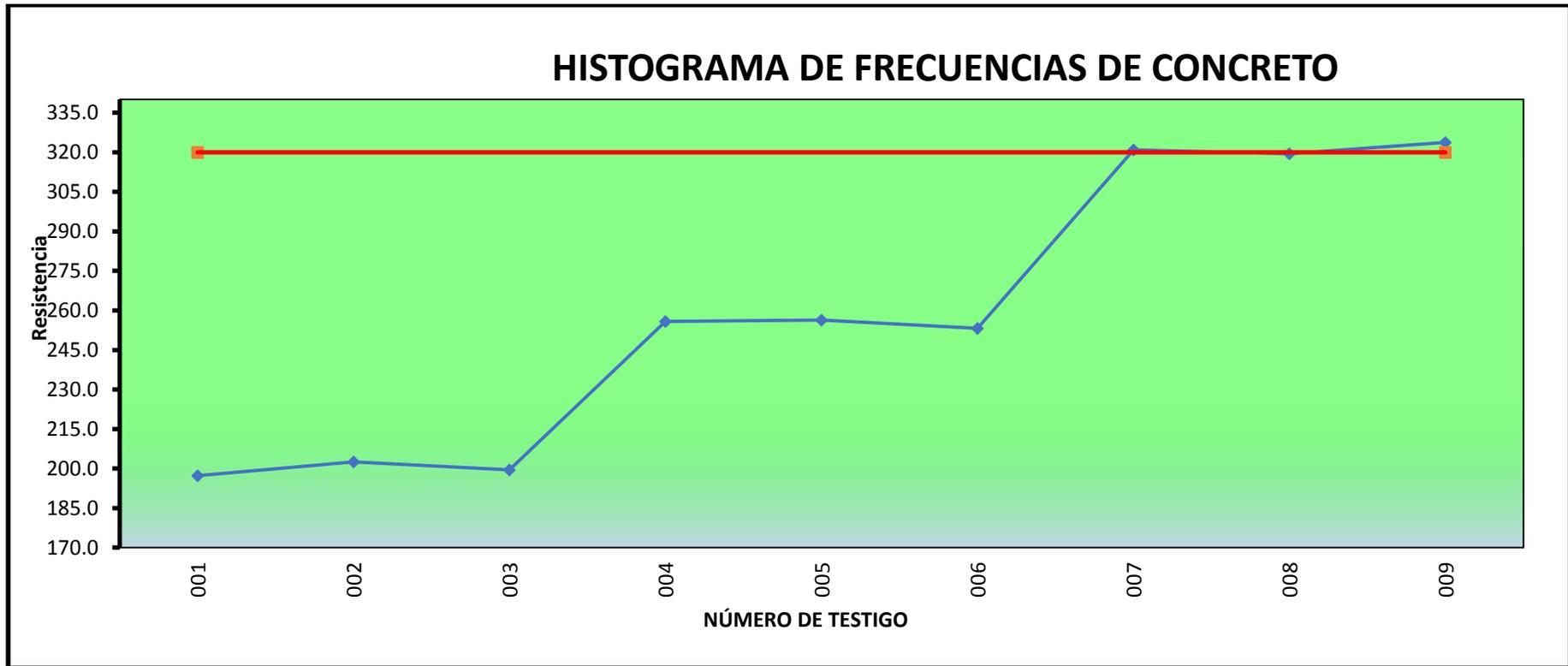
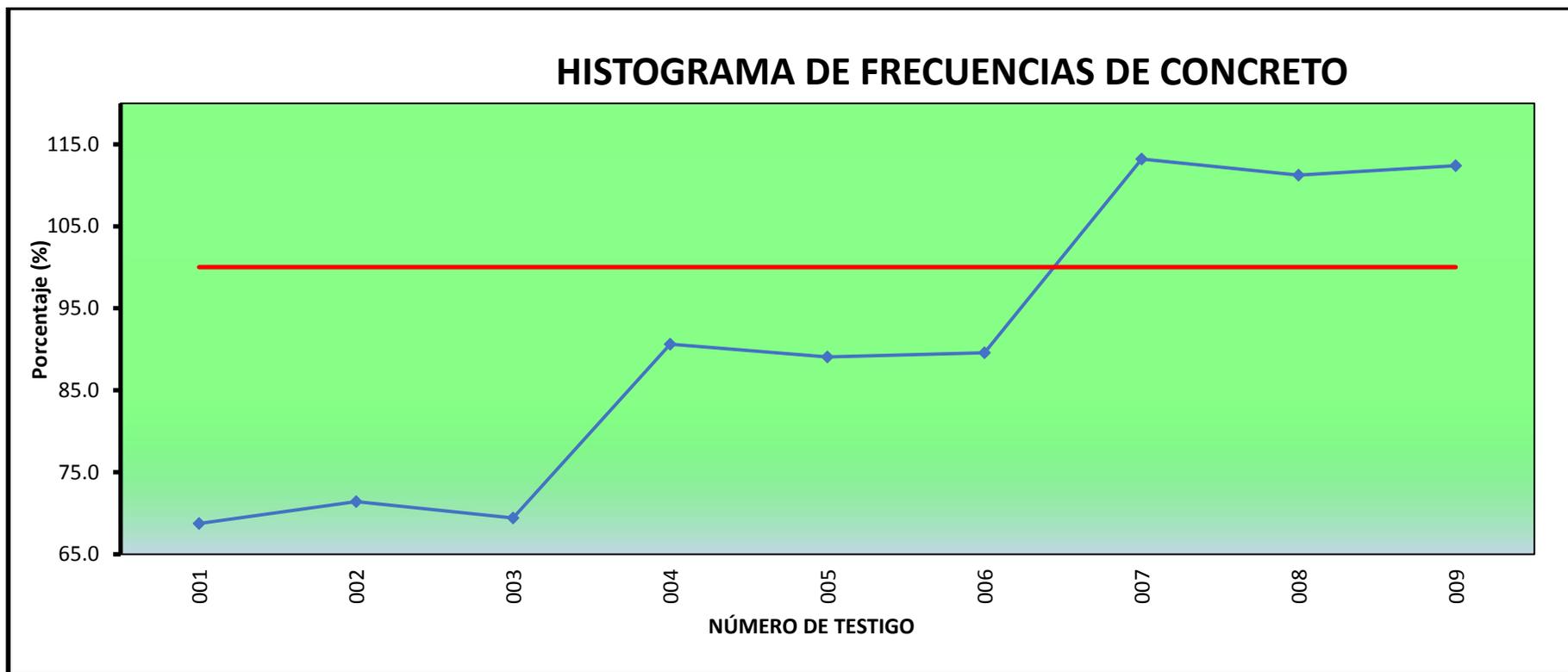


Tabla III-22: Reporte de ensayos de Compresión de adoquines con 8% de plástico reciclado

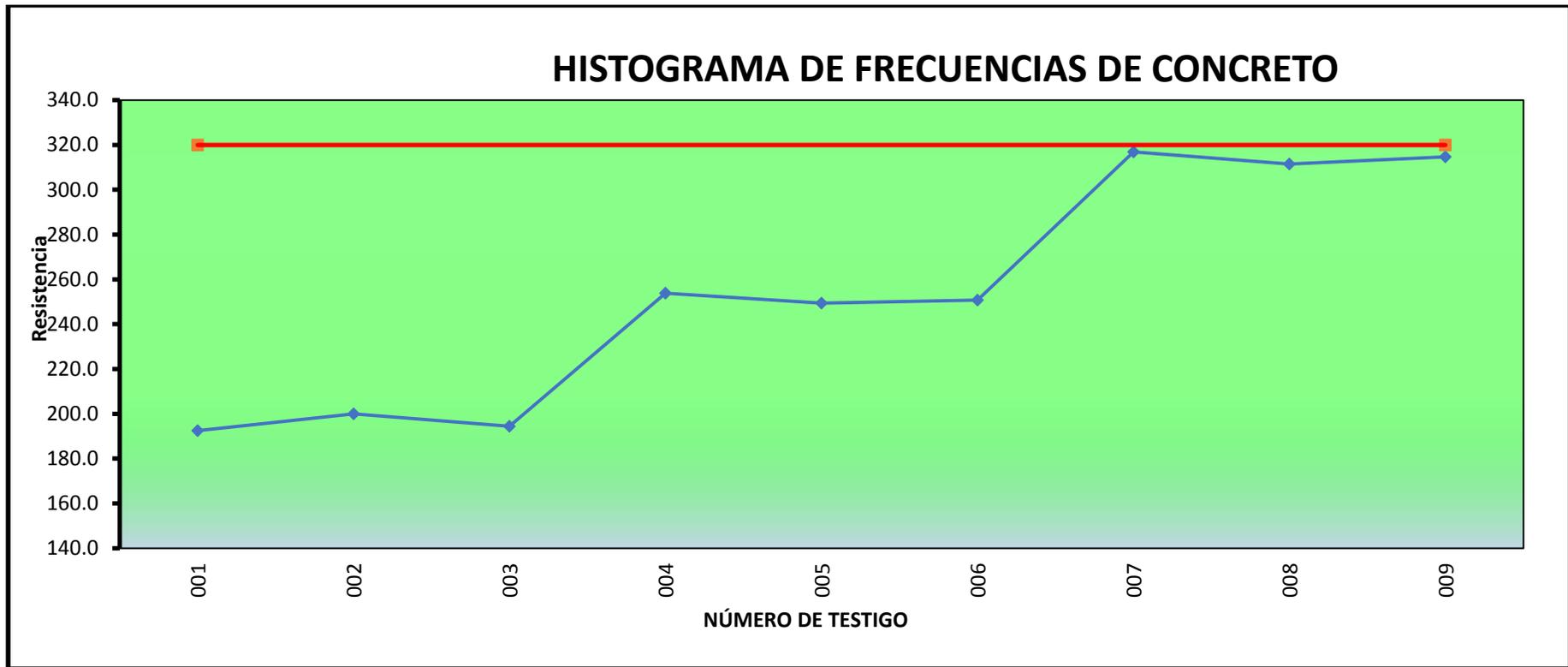
Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa Tramo II: Km 35+000 - 153+500													CONSORCIO SUPERVISOR VIAL AREQUIPA 			
REPORTE ENSAYOS DE COMPRESIÓN ADOQUINES F'c - 280 KG/CM2 ASTM C-617																
N° Testigo	Fecha		Elemento	Tipo de Concreto	Edad	Slump	Lectura	factor	Área	Resisten.	%	Promedio en %	Resis. 28 días (%)	TEMP ° C	OBS	
	Moldeo	Rotura			(días)	(Pulg.)	Dial (Kg.)	Correcion	(cm2)	Kg./cm2	Resisten.					
001	16-May-18	23-May-18	Adoquin con 8% de Plástico Reciclado	280	7	6	38487		200.0	192.4	68.7					
002	16-May-18	23-May-18		280	7	"	39982		200.0	199.9	71.4	69.8				
003	16-May-18	23-May-18		280	7	"	38878		200.0	194.4	69.4					
004	16-May-18	30-May-18		280	14	"	50751		200.0	253.8	90.6					
005	16-May-18	30-May-18		280	14	"	49876		200.0	249.4	89.1	89.8		26		
006	16-May-18	30-May-18		280	14	"	50158		200.0	250.8	89.6					
007	16-May-18	13-Jun-18		280	28	"	63384		200.0	316.9	113.2					
008	16-May-18	13-Jun-18		280	28	"	62287		200.0	311.4	111.2	112.3	112.3			
009	16-May-18	13-Jun-18		280	28	"	62944		200.0	314.7	112.4					

Gráfica III-10: Resistencia del concreto en porcentaje (Adoquín 8% PR)



Según la Grafica N° III - 6; se puede observar que las resistencias de los adoquines con 8% de plástico reciclado cumplen con el porcentaje de resistencia mínimas que requiere la norma, ya que a los 28 días que se realizó las roturas obtuvimos 112.30% de resistencia, cifra que supera el 100%; asimismo, en la tabla N° 38 se puede ver las resistencias que se obtuvieron a los 7, 14 y 28 días, donde no se logra alcanzar la Fuerza que es requerida por la NORMA TÉCNICA PERUANA 336.911.

Gráfica III-11: Resistencia del concreto en porcentaje (Adoquín 8% PR)



**Objetivo Específico 3:** Determinar la influencia del plástico reciclado (PET) en la trabajabilidad y consistencia del mortero del adoquín en el centro comercial tambo plaza lima sur, distrito de Lurín – 2017.

- ***Obtención de datos del Slump del concreto con 3% de plástico reciclado.***

El asentamiento que se obtuvo para el mortero con 3% de plástico fue el de 6  $\frac{3}{4}$ ". La NTP 339.035.

*Figura III-19: Slump del mortero con 3% de Plastico Reciclado*



*Fuente: Laboratorio CSVA*

- ***Obtención de datos de Slump del concreto con 5% de plástico reciclado.***

El asentamiento que se obtuvo para el mortero con 5% de plástico fue el de 6  $\frac{1}{2}$ ". La NTP 339.035.

*Figura III-20: Slump del mortero con 5% de Platico Reciclado*



*Fuente: Laboratorio CSVA*

- ***Obtención de datos de Slump del concreto con 8% de plástico reciclado.***

El asentamiento que se obtuvo para el mortero con 8% de plástico fue el de 6". La NTP 339.035.

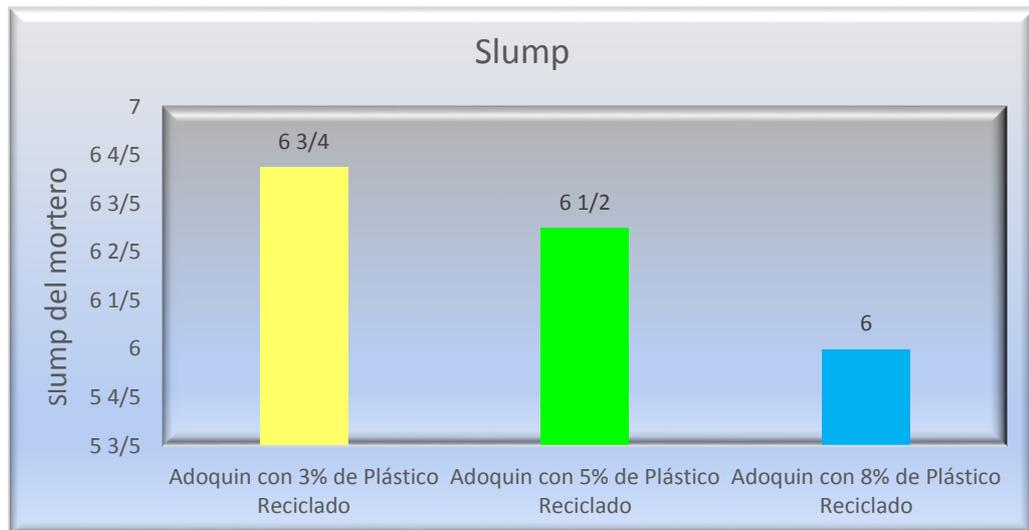
*Figura III-21: Slump del mortero con 8% de Platico Reciclado*



*Fuente: Laboratorio CSVA*

Del mismo modo, se puede visualizar en la gráfica los resultados obtenidos por el slump de la mezcla de concreto.

Gráfica III-12: Slump de las mezclas de concreto



Fuente: Propia

**Objetivo Específico 4:** calcular la incidencia del plástico reciclado (PET) en la permeabilidad del adoquín en el centro comercial tambo plaza lima sur, distrito de Lurín – 2017.

**OBTENCIÓN DE LA ABSORCIÓN DEL ADOQUÍN CON 3% DE PLÁSTICO RECICLADO**

$$\%a = \left( \frac{P_{SSS} - P_s}{P_s} \right) \times 100$$

**Muestra 1:**

% absorción	P <sub>SSS</sub> = 1649.22 kg	4.63 %
	P <sub>s</sub> = 1576.96 kg	

**Muestra 2:**

% absorción	P <sub>SSS</sub> = 1638.64 kg	4.79%
	P <sub>s</sub> = 1563.76 kg	

**OBTENCIÓN DE LA ABSORCIÓN DEL ADOQUÍN CON 5% DE  
PLÁSTICO RECICLADO.**

**Muestra 1:** 
$$\%a = \left( \frac{P_{SSS} - P_s}{P_s} \right) \times 100$$

% absorción	P <sub>SSS</sub> = 1535.44 kg	3.85%
	P <sub>s</sub> = 1478.48 kg	

**Muestra 2:**

% absorción	P <sub>SSS</sub> = 1545.92 kg	4.32%
	P <sub>s</sub> = 1481.84 kg	

**OBTENCIÓN DE LA ABSORCIÓN DEL ADOQUÍN CON 8% DE  
PLÁSTICO RECICLADO.**

**Muestra 1:** 
$$\%a = \left( \frac{P_{SSS} - P_s}{P_s} \right) \times 100$$

% absorción	P <sub>SSS</sub> = 1540.08 kg	3.05%
	P <sub>s</sub> = 1494.56 kg	

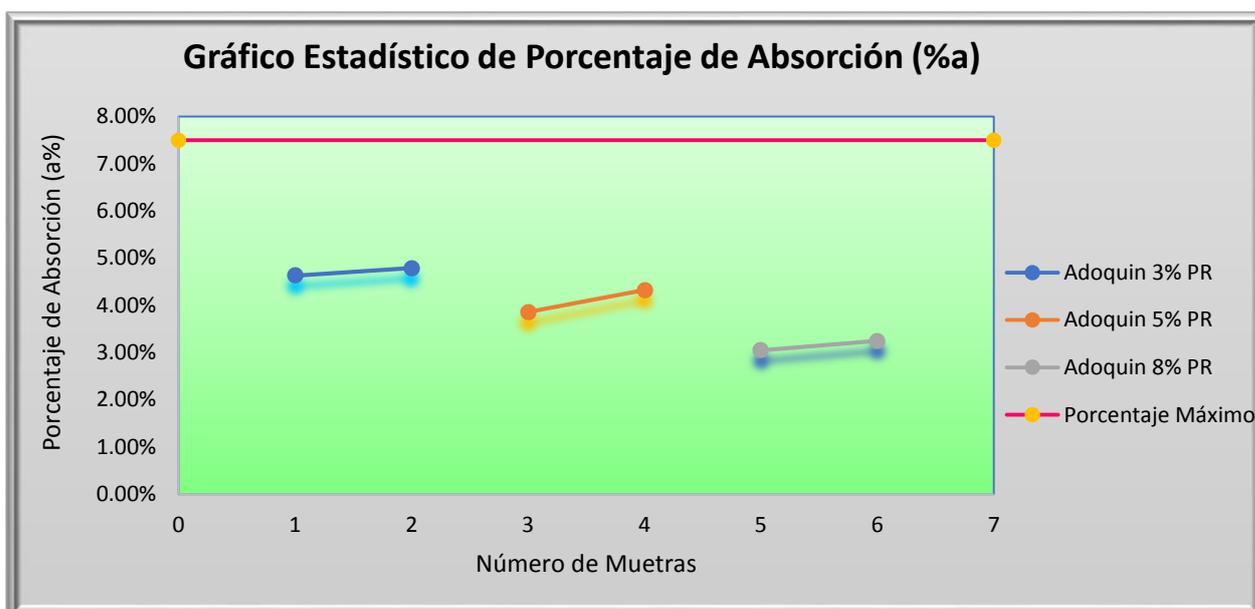
**Muestra 2:**

% absorción	P <sub>SSS</sub> = 1522.56 kg	3.25%
	P <sub>s</sub> = 1474.65 kg	

*Tabla III-23: Cuadro de resumen de las absorciones obtenidas*

	Adoquín con 3% de Plástico Reciclado	Adoquín con 5% de Plástico Reciclado	Adoquín con 8% de Plástico Reciclado
<b>M1</b>	4.63%	3.85%	3.05%
<b>M2</b>	4.79%	4.32%	3.25%

Gráfica III-13: Gráfico Estadístico de las absorciones



Fuente: Propia

La Norma Técnica Peruana 399.611, menciona que los adoquines deben cumplir con las restricciones que se aprecia en la **tabla III - 24**.

Tabla III-24: Absorción

Tipo de adoquín	Absorción máx. (%)	
	Promedio de 3 unidades	Unidad individual
I y II	6	7.5
III	5	7

Fuente: Norma Técnica Peruana 399.611

Según los resultados obtenidos podemos observar que el porcentaje de absorción obtenido tanto para 3%, 5% y 8% con inclusión de plástico reciclado, son menores a lo estipulado en la NTP 399.611, quiere decir que está cumpliendo con la normativa.

#### IV. DISCUSIÓN

**Discusión N° 1:** Según los resultados obtenidos en la hipótesis general “Hi: La aplicación de plástico reciclado mejora las propiedades físico – mecánicas del adoquín para pavimentos peatonales en el Centro Comercial Tambo Plaza Lima Sur, Distrito de Lurín – 2017”, se logró determinar que la aplicación del plástico reciclado mejora las propiedades físicas y mecánicas del adoquín en un 9.465%. Moreno R. y Cañizares F. en su tesis “Agregado alternativo para fabricación de bloques y adoquines en base a polietileno tereftalato”, en el año 2011 de tipo aplicada y diseño experimental, tuvo como resultado de que los ensayos que fueron sometidos los adoquines en especial la resistencia a la compresión con una inclusión de plástico entre el rango de 9% y 25%, se obtuvieron valores promedios de 300kg/cm<sup>2</sup>, (comparados con la resistencia de los adoquines al 0% de plástico). En este rango de valores cumplen con los requisitos de la norma para ser utilizado para el adoquinado de calles, residenciales y estacionamientos. Además, la resistencia la compresión de los bloques, varían conforme se le agrega mayor porcentaje de plástico PET, disminuyendo los esfuerzos a compresión en los bloques, dando diferentes resultados.

**Discusión N° 2:** Según los resultados obtenidos en la hipótesis específica “Hi1: El plástico reciclado (PET) influye en las propiedades físicas del adoquín en el Centro Comercial Tambo Plaza Lima Sur, Distrito de Lurín – 2017”. Se logró determinar que el adoquín sin plástico reciclado tiene un Peso Unitario de 2.25gr/cm<sup>3</sup>, sin embargo, el adoquín con 3% de plástico reciclado tiene un Peso Unitario de 2.00 gr/cm<sup>3</sup>, el adoquín con 5% de plástico reciclado tiene un Peso Unitario de 1.90gr/cm<sup>3</sup> y el adoquín con 8% de plástico reciclado tiene un Peso Unitario de 1.87gr/cm<sup>3</sup>. Molina S., Vizcaino A. y Ramírez F. en su tesis “Estudio de

las características físico - mecánicas de ladrillos elaborados con plástico reciclado en el Municipio de Acacias (meta)", en el año 2007 de tipo aplicada y diseño experimental, tuvo como resultado que el ladrillo que se elaboró con 70% de plástico PET y 30% de plástico PEAD, logró obtener un Peso Unitario de 0.87gr/cm<sup>3</sup>, lo que le hace un ladrillo muy liviano, ya que el peso específico del plástico reciclado es muy bajo.

**Discusión N° 3:** Según los resultados obtenidos en la hipótesis específica "Hi2: El plástico reciclado (PET) mejora las propiedades mecánicas del adoquín en el Centro Comercial Tambo Plaza Lima Sur, Distrito de Lurín – 2017". Se logró determinar que:

- **Módulo de rotura:** los adoquines con 3% de plástico reciclado obtuvieron un módulo de rotura de 56425122.90 Pa, los adoquines con 5% de plástico reciclado alcanzaron 61253262.50 Pa y, por último, los adoquines con 8% de plástico reciclado tuvieron como resultado 72503124.70 Pa.
- **Esfuerzo – deformación:** los adoquines con 3% de plástico reciclado obtuvieron un promedio de 0.032m de deformación a una carga de 441kg, mientras que los adoquines con 5% de plástico reciclado obtuvieron 0.035m de deformación a una carga de 472.10kg, asimismo los adoquines con 8% de plástico reciclado obtuvieron una deformación de 0.039m a una carga máxima de 538.05kg.
- **Resistencia a la compresión:** según lo expuesto en las tablas N° 22, 23 y 24, donde se puede apreciar que los adoquines con 3% de plástico reciclado supera el 100% (% resistencia mínima según norma a 28 días) a los 14 días de rotura. Sin embargo, no se puede decir lo mismo de los adoquines con 5% de plástico reciclado, según la gráfica de la tabla N° 23 se puede observar que va disminuyendo su resistencia, pero está dentro de lo estipulado en la norma, en el cual, menciona que para los 14 días de rotura debe tener una resistencia de 90%. Por otro lado, los adoquines con 8% de plástico reciclado su resistencia va disminuyendo teniendo como resultado a los 14 días un 95.90% de resistencia a la compresión.

Moreno Cárdenas, Rubén y Cañizares Ortega, Freddy, en su tesis "Agregado alternativo para fabricación de bloques y adoquines en base a polietileno tereftalato"

en el año 2011 de tipo aplicada y diseño experimental, tuvo como resultado que resistencia a la compresión que fueron sometidos los adoquines con una inclusión de plástico entre el rango de 9% y 25%, se obtuvieron valores promedios de 300kg/cm<sup>2</sup>, (comparados con la resistencia de los adoquines al 0% de plástico). En este rango de valores cumplen con los requisitos de la norma para ser utilizado para el adoquinado de calles, residenciales y estacionamientos.

**Discusión N° 4:** Según los resultados obtenidos en la hipótesis específica “Hi3: El plástico reciclado (PET) tiene un impacto negativo en la trabajabilidad y consistencia del mortero del adoquín en el Centro Comercial Tambo Plaza Lima Sur, Distrito de Lurín – 2017”. Se logró determinar que la aplicación de plástico reciclado en la dosificación del adoquín reduce la trabajabilidad del mortero, ya que con la aplicación de 3% de plástico reciclado en vez del agregado fino se obtuvo un slump de 6 <sup>3</sup>/<sub>4</sub>”, mientras con la aplicación de 5% de plástico reciclado se logró un slump de 6 <sup>1</sup>/<sub>2</sub>”, asimismo para el adoquín con 8% de plástico reciclado se obtuvo un slump de 6”. De este modo, se puede afirmar que la aplicación de plástico reciclado en el mortero del adoquín disminuye la trabajabilidad y consistencia, ya que los slump van disminuyendo mientras se va aplicando un porcentaje más alto de plástico. Salazar Oliva Jean Pierre *et al.*, en su informe “Diseño de planta productora de adoquines a base de cemento y plástico reciclado” en el año 2015 de tipo aplicada y diseño experimental tuvo como resultado que el reemplazo de la arena por plástico no afecta considerablemente en el comportamiento de las propiedades físicas, pero si afecta en la trabajabilidad del mortero.

**Discusión N° 5:** Según los resultados obtenidos en la hipótesis específica “Hi4: El plástico reciclado (PET) tiene una incidencia significativa en la permeabilidad del adoquín en el Centro Comercial Tambo Plaza Lima Sur, Distrito de Lurín – 2017”. Se logró determinar que el plástico reciclado influye en el porcentaje de absorción, haciendo que el agua que contiene el adoquín sea mínima. Además, mientras más plástico se le adiciona al mortero del adoquín, menor es el porcentaje de absorción como se muestra en la gráfica N° 1. Donde, el adoquín con 3% de plástico reciclado tiene una absorción de 4.63%, adoquín con 5% de plástico reciclado tiene una absorción de 3.85% y el adoquín con 8% de plástico reciclado tiene una absorción de 3.05%. Todos dentro de los parámetros

que requiere la NTP 399.611 (7.5% de absorción para Adoquín Tipo I y II). Salazar Oliva, Jean Pierre *et al.* en su informe “Diseño de planta productora de adoquines a base de cemento y plástico reciclado” en el año 2015 de tipo aplicada y diseño experimental tuvo como resultados en el ensayo de absorción se han realizados a los 3 prototipos de adoquín con 5% de plástico reciclado se obtuvo 3.17%, resultado que cumple con la Norma Técnica Peruana 399.611, ya que la absorción máxima es de 6% (Promedio – Adoquín Tipo I y II).

## **V. CONCLUSIONES**

Las conclusiones a las que llegamos están en concordancia con nuestros objetivos, hipótesis, marco teórico y la aplicación de los instrumentos. Dichas conclusiones son las siguientes:

Con respecto al objetivo general, se logró determinar que la aplicación o incorporación de plástico reciclado mejora las propiedades físicas y mecánicas del adoquín logrando una mejora en los adoquines en un 9.465%.

Asimismo, se presentan las siguientes conclusiones específicas del trabajo de investigación:

- **Conclusión 1:** Con respecto al objetivo específico “OE1: Estimar la influencia del plástico reciclado (PET) en las propiedades físicas del adoquín en el Centro Comercial Tambo Plaza Lima Sur, Distrito de Lurín – 2017”. Se logró determinar que la aplicación de plástico reciclado en el adoquín reduce su Peso Unitario con respecto al adoquín sin plástico reciclado. El adoquín con 3% de plástico reduce su Peso unitario en un 11%, el adoquín con 5% de plástico reduce en un 16% y el adoquín con 8% de plástico reduce en un 17%. Estadística que claramente evidencia que el uso de plástico reciclado hace que el adoquín sea más liviano y fácil de traslado.
- **Conclusión 2:** Con respecto al objetivo específico “OE2: Evaluar si el plástico reciclado (PET) mejora las propiedades mecánicas del adoquín en el Centro Comercial Tambo Plaza Lima Sur, Distrito de Lurín – 2017”, se logró determinar que:
  - **Módulo de Rotura (Mr)**, se comprobó que a medida que el porcentaje de adoquín va en aumento, el Mr. también va en aumento, el adoquín con 3% de Plástico reciclado se logró un Mr de 56425122.90Pa, el adoquín con 5% de plástico reciclado se obtuvo 61253262.50Pa y el adoquín con 8% de plástico reciclado obtuvimos un resultado de 72503124.70Pa.
  - **El ensayo por Flexión – Tracción**, el adoquín con 8% de plástico reciclado logro una deformación más alta obteniendo

0.039m con respecto al adoquín con 3% de plástico reciclado que obtuvo una deformación de 0.032m, cifra que evidencia que el plástico reciclado ayuda mejorar la resistencia a la flexión – tracción, logrando que el tiempo de falla del adoquín con plástico se alargue con respecto al adoquín sin plástico reciclado.

- **Ensayo de compresión**, el adoquín con 3% de plástico reciclado obtuvo mayor resistencia que los adoquines con 5% y 8% de plástico reciclado, logrando obtener 326kg/cm<sup>2</sup> con la adición de 3% de plástico reciclado, con 5% de plástico reciclado se logró obtener 323.7 kg/cm<sup>2</sup> y para 3% de plástico reciclado se logró obtener 316.9 kg/cm<sup>2</sup>, este último está por debajo en lo establecido en la NTP- 399.611.
  
- **Conclusión 3:** Con respecto al objetivo específico “OE3: Determinar la influencia del plástico reciclado (PET) en la trabajabilidad y consistencia del mortero del adoquín en el Centro Comercial Tambo Plaza Lima Sur, Distrito de Lurín – 2017”. Se logró determinar que el plástico reciclado influye en la trabajabilidad y consistencia del mortero haciendo que la mezcla sea más fluida y difícil de ser moldeable, para el diseño de la mezcla con 3% de plástico reciclado se obtuvo un 6 <sup>3</sup>/<sub>4</sub>” de slump, para el diseño con 5% de plástico reciclado resultó 6 <sup>1</sup>/<sub>2</sub>” de slump y para el diseño de mezcla con 8% de plástico se logró 6” de slump, a medida que va aumentando el porcentaje de plástico reciclado, se hace menos manejable la mezcla de mortero.
  
- **Conclusión 4:** Con respecto al objetivo específico “OE4: Calcular la incidencia del plástico reciclado (PET) en la permeabilidad del adoquín en el Centro Comercial Tambo Plaza Lima Sur, Distrito de Lurín – 2017”. Se logró determinar que este nuevo tipo de adoquín es ideal para la zona de Lurín, por el motivo de que la napa freática en el Área correspondiente al Centro Comercial se encuentra a 1.50m de profundidad, es por ello, que se necesita un adoquín con menor

porcentaje de absorción. Según la NTP 399.611 la máxima capacidad de absorción es de 7.5% de las cuales se alcanzó porcentajes menores con respecto al adoquín con 3% de plástico reciclado se obtuvo un % de absorción de 4.71, con 5% de plástico reciclado un % de absorción de 4.01 y para finalizar con 8% de plástico reciclado se obtuvo un % de absorción de 3.15.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Para cumplir con los objetivos de la implementación se debe aplicar la técnica utilizada en la presente investigación.

- **Recomendación 1:** Para mejorar las propiedades mecánicas del adoquín, se podría modificar la dosificación de la mezcla del mortero, ya que la dosificación utilizada fue 1 : 2 y la relación a/c es 0.50.
- **Recomendación 2:** Es recomendable controlar el proceso previo al curado para obtener un eficiente resultado en la resistencia a la compresión, después de realizar el moldeo del adoquín dejar secar a la intemperie por 24 horas, luego es colocado en una poza de curado, para realizar las roturas se les saca de acuerdo a la edad que se desea romper.
- **Recomendación 3:** Asimismo, es necesario llevar un control para que la trabajabilidad del mortero sea fluida, para ello el diseño se realiza de dos formas: por pesos y por volumen; de acuerdo a eso es necesario que los pesos o volúmenes de los agregados utilizados sean los correctos al momento de hacer el diseño.
- **Recomendación 4:** Es posible que se pueda utilizar otro tipo de fibras de plástico para obtener mejores resultados o utilizar otro tipo de plásticos como son: PEAD, PVC, PEBD. PP Y PS, ya que según los estudios realizados los adoquines con PET son adecuados para tránsito peatonal.

## **VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALEJANDRO Santiago, Miguel *et al.* diseño y elaboración de adoquines de PET reciclado. *Revista Ideas en Ciencia*, (44): 7 – 18, julio – diciembre 2015.

ISSN: 2007-5197

ALZATE Rodríguez, Sheila y TAFUR Ruge, Fanny. Factibilidad económica, ambiental y social del proceso de fabricación de adoquines CPM de flexiform como alternativa para la formación de recuperadores de Bogotá D. C. Tesis ((Titulo de Ingeniería Ambiental y Sanitario). Colombia: Universidad de la Salle, 2006. Disponible en <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/14773/00798198.pdf?sequence=1>

ARANGO, Juan. Adoquines de concreto: propiedades físico – mecánicas y sus correlaciones. *Revista Tecnológicas*, (16): 121 – 136, julio 2006.

ISSN: 0123-7799

ARIAS, Fidias. El Proyecto de Investigación, Introducción a la metodología científica. 6.ª ed. Caracas: Episteme, 2012.

ISBN: 980-07-8529-9

CHACÓN Guerra, Edgar y LEMA Carrera, Gladys. Estudio comparativo de elementos fabricados de hormigón con material reciclado PET (polietileno tereftalato) y de hormigón convencional. Tesis (Titulo de Ingeniería Civil). Ecuador: Escuela Politécnica Nacional, 2012. Disponible en <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4837/1/CD-4430.pdf>

DI MARCO, Raúl. Diseño y Elaboración de un Sistema de Adoquines de Bajo Costo y Material Reciclado para Construcciones en Núcleos Rurales. *Revista ESAICA*, (1): 30 -38, junio 2015.

Diseño de planta productora de adoquines a base de cemento y plástico reciclado [en línea]. Piura: Pastor, A., (14 de noviembre de 2017). [Fecha de consulta: 17 de noviembre de 2017]. Recuperado de <https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2343/5.%20PYT%2C%20Infor>

me%20Final%2C%20Cemento%20y%20PI%C3%A1stico.pdf?sequence=1&isAllowed=

DISEÑO y elaboración de adoquines de PET reciclado por Miguel Alejandro Santiago [et al]. México: Tecnológico de Estudios Superiores de Chimalhuacán, (44): 7 – 18, Julio – Diciembre 2015.

ISSN: 2007 – 5197

GUZMÁN, Fernando. Ladrillos ecológicos basados en residuos de construcción. *Revista UNAM*, (4750): 12 -13, 11 de enero de 2016.

ISSN: 0188 – 5138

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la Investigación. 6.ª ed. Ciudad de México: Mc Graw-Hill, 2010.

ISBN: 978-1-4562-2396-0

INDECOPI. Norma Técnica Peruana 399.661: 2010. Unidades de albañilería. Adoquines de concreto para pavimentos. Requisitos. 2010. Disponible en <https://es.scribd.com/doc/312186833/NTP-399-611-2010>

MARTÍNEZ, Alejandro y COTE, Mónica. Diseño y fabricación de ladrillo reutilizando materiales a base de PET. *Revista INGE CUC*, 10 (2): 76 – 80, diciembre 2014.

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Decreto supremo que aprueba la actualización del Clasificador de Rutas del SINAN y las disposiciones sobre dicho clasificador. 2013. Disponible en [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/normas\\_legales/1\\_0\\_3240.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_3240.pdf)

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Manual de Carreteras: Suelo, Geología, geotecnia y pavimentos. 2013. Disponible en [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/4515.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf)

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Norma CE.010 Pavimentos Urbanos. 2010. Disponible en <file:///C:/Users/SCARLETH/Downloads/CE.010PUrbanos.pdf>

MOLINA Restrepo, Schirley, VIZCAINO Cagueño, Adriana y RAMIREZ Santa María, Freddy. Estudio de las características físico – mecánicas de ladrillos elaborados con plástico reciclado en el Municipio de Acacias (META). Tesis (Titulo de Ingeniería Civil). Colombia: Universidad de la Salle, 2007. Disponible en <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/15143/40002085.pdf?sequence=2>

MORAN, Gabriela y ALVARADO, Darío. Métodos de investigación. México: Pearson, 2010.

ISBN: 978-607-442-219-1

MORENO Cárdenas, Rubén y CAÑIZARES Ortega, Freddy. Agregado alternativo para fabricación de bloques y adoquines en base a POLITILEN TEREFALATO. Tesis (Titulo de Ingeniería Civil). Ecuador: Escuela Politécnica Nacional, 2011. Disponible en file:///C:/Users/SCARLETH/Downloads/CD-3724.pdf

NUÑEZ, María. Las variables: estructura y función en la hipótesis. *Revista Investigación educativa*, 11 (20): 163 – 179, julio y diciembre 2007.

ISSN: 1728 – 5852

PARIGUAMÁN Quilumbra, Alex. Correlación entre las propiedades mecánicas de los adoquines fabricados con agregados reciclados y adoquines convencionales. Tesis (Titulo de Ingeniería Civil). Ecuador: Universidad Central del Ecuador, 2017. Disponible en file:///C:/Users/SCARLETH/Downloads/T-UCE-0011-301.pdf

Perú: El 90% del reciclaje de plásticos es informal [mensaje en un blog]. Lima: Hernández, A., (5 de septiembre de 2016). [Fecha de consulta: 17 de Noviembre de 2017]. Recuperado de <https://www.sophimania.pe/medio-ambiente/contaminacion-y-salud-ambiental/pera-el-90-del-reciclaje-de-plasticos-es-informal/>

PLAZAS Riaño, Seidel y GAMBÁ Valenzuela, Gustavo. Caracterización de las propiedades mecánicas de adoquines de concreto con adición de residuos de caucho reciclado producto de las llantas usadas. Tesis (Titulo de Ingeniería Civil). Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2015. Disponible en

<http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/3201/1/CARACTERIZACI%C3%93N%20DE%20LAS%20PROPIEDADES%20MEC%C3%81NICAS%20DE%20ADOQUINES%20DE%20CONCRETO%20CON%20ADICI%C3%93N%20DE%20RESIDUO%20DE%20CAUCHO%20RECICLADO%20PRODUCTO%20DE%20LAS%20LLANTAS%20USADAS.pdf>

QUEVEDO Rivera, Stalin y GUAMÁN Altamirano, Cristina. Proyecto de factibilidad para la producción de eco-adoquines peatonales mediante la reutilización de desechos plásticos (PET). Tesis (Licenciado en Ingeniería Industrial). Ecuador: Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, 2013. Disponible en <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/3029/1/85T00293.pdf>

SABINO, Carlos. EL proceso de investigación. Caracas: Panapo, 1992 [fecha de consulta: 2 de noviembre de 2017]. Disponible en: [https://metodoinvestigacion.files.wordpress.com/2008/02/el-proceso-de-investigacion\\_carlos-sabino.pdf](https://metodoinvestigacion.files.wordpress.com/2008/02/el-proceso-de-investigacion_carlos-sabino.pdf)

SALAZAR Oliva, Jean Pierre *et al.* Diseño de planta productora de adoquines a base de cemento y plástico reciclado. Informe. Peru: Universidad de Piura, 2015. Disponible en <https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2343/5.%20PYT%2C%20Informe%20Final%2C%20Cemento%20y%20PI%C3%A1stico.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

TAMAYO, Carlos. El proceso de la investigación científica. 4.ª ed. México: Limusa, 2003. 345 pp.

ISBN: 968-18-5872-7

VALDERRAMA, Santiago. Pasos para Elaborar Proyectos de Investigación Científica Cuantitativa, cualitativa y Mixta. 5.ª reimpresión. Lima: San Marcos, 2013.

ISBN: 978-612-302-878-7

VARA, Arístides. Desde la idea hasta la sustentación: 7 pasos para una tesis exitosa. Un método efectivo para las ciencias empresariales [en línea]. 3.ª ed. Lima: Instituto de Investigación de la Facultad de Ciencias Administrativas y Recursos

Humanos. Universidad de San Martín de Porres, 2012 [fecha de consulta: 28 de marzo de 2017]. Disponible en: <http://www.administracion.usmp.edu.pe/investigacion/files/7-PASOS-PARA-UNA-TEISIS-EXITOSA-Desde-la-idea-inicial-hasta-la-sustentaci%C3%B3n.pdf>

ZAVALA, Guillermo. Diseño y desarrollo experimental de materiales de construcción utilizando plástico reciclado. San Salvador: ITCA, 2015.

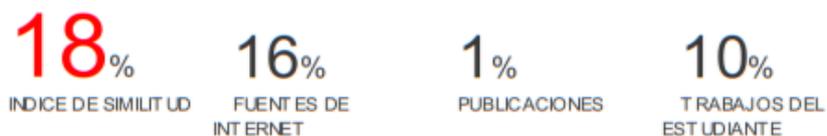
ISBN: 978 – 99961 – 50 – 23 – 4

## **ANEXOS**

## ANEXO N° 1: Resultados obtenidos del turnitin

“Propiedades físico – mecánicas de adoquines elaborados con plástico reciclado para pavimento peatonal en el Centro Comercial Tambo Plaza, Lurín – 2017”

### INFORME DE ORIGINALIDAD



### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>repositorio.unc.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>2</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>3</b>	<b>documents.mx</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>es.scribd.com</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>pirhua.udep.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>www.ceamse.gov.ar</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>Submitted to Universidad Andina del Cusco</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>8</b>	<b>bibdigital.epn.edu.ec</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>9</b>	<b>vitela.javerianacali.edu.co</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>

## ANEXO N° 2: Recibo del turnitin



### Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Yoisi Meza  
Título del ejercicio: TESIS1  
Título de la entrega: Adoquines  
Nombre del archivo: UCVDPI-MEZA\_DOMINGUEZ\_YOIS..  
Tamaño del archivo: 8.83M  
Total páginas: 103  
Total de palabras: 14,322  
Total de caracteres: 93,229  
Fecha de entrega: 26-jun-2018 09:58a.m. (UTC-0500)  
Identificador de la entrega: 978695877



### ANEXO N° 3: Matriz de Consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p><b>GENERAL</b> ¿De qué manera será el comportamiento de los adoquines elaborados con plástico reciclado con respecto a sus propiedades físico – mecánicas para pavimento peatonal en el Centro Comercial Tambo Plaza Lima Sur, Distrito de Lurín – 2017?</p> <p><b>ESPECÍFICOS</b> ¿De qué manera influye el plástico reciclado (PET) en las propiedades físicas del adoquín en el Centro Comercial Tambo Plaza Lima Sur, Distrito de Lurín – 2017?</p> <p>¿Cómo afecta el plástico reciclado (PET) en las propiedades mecánicas del adoquín en el Centro Comercial Tambo Plaza Lima Sur, Distrito de Lurín – 2017?</p> <p>¿Cuál es el impacto que tiene el plástico reciclado (PET) en la trabajabilidad y consistencia del mortero del adoquín en el Centro Comercial Tambo Plaza Lima Sur, Distrito de Lurín – 2017?</p> <p>¿Qué incidencia tiene el plástico reciclado (PET) en la permeabilidad del adoquín en el Centro Comercial Tambo Plaza Lima Sur, Distrito de Lurín – 2017?</p>	<p><b>GENERAL</b> Determinar el comportamiento de los adoquines elaborados con plástico reciclado con respecto a sus propiedades físico – mecánicas para pavimento peatonal en el Centro Comercial Tambo Plaza Lima Sur, Distrito de Lurín – 2017.</p> <p><b>ESPECÍFICOS</b> Estimar la influencia del plástico reciclado (PET) en las propiedades físicas del adoquín en el Centro Comercial Tambo Plaza Lima Sur, Distrito de Lurín – 2017.</p> <p>Evaluar la influencia del plástico reciclado (PET) en las propiedades mecánicas del adoquín en el Centro Comercial Tambo Plaza Lima Sur, Distrito de Lurín – 2017.</p> <p>Determinar la influencia del plástico reciclado (PET) en la trabajabilidad y consistencia del mortero del adoquín en el Centro Comercial Tambo Plaza Lima Sur, Distrito de Lurín – 2017.</p> <p>Calcular la incidencia del plástico reciclado (PET) en la permeabilidad del adoquín en el Centro Comercial Tambo Plaza Lima Sur, Distrito de Lurín – 2017.</p>	<p><b>GENERAL</b> La aplicación de plástico reciclado mejora las propiedades físico – mecánicas del adoquín para pavimentos peatonales en el Centro Comercial Tambo Plaza Lima Sur, Distrito de Lurín – 2017.</p> <p><b>ESPECÍFICAS</b> El plástico reciclado (PET) influye en las propiedades físicas del adoquín en el Centro Comercial Tambo Plaza Lima Sur, Distrito de Lurín – 2017.</p> <p>El plástico reciclado (PET) afecta en las propiedades mecánicas del adoquín en el Centro Comercial Tambo Plaza Lima Sur, Distrito de Lurín – 2017.</p> <p>El plástico reciclado (PET) tiene un impacto negativo en la trabajabilidad y consistencia del mortero del adoquín en el Centro Comercial Tambo Plaza Lima Sur, Distrito de Lurín – 2017.</p> <p>El plástico reciclado (PET) tiene una incidencia significativa en la permeabilidad del adoquín en el Centro Comercial Tambo Plaza Lima Sur, Distrito de Lurín – 2017.</p>	Plástico reciclado (PET)	Caracterización del PET	Granulometría	<p><b>TIPO DE INVESTIGACION:</b> Básica</p> <p><b>NIVEL INVESTIGACIÓN:</b> DE</p> <p>Explicativa</p> <p><b>DISEÑO INVESTIGACIÓN:</b> DE</p> <p>Experimental Cuasi – Experimental</p> <p><b>POBLACIÓN:</b> 44 adoquines</p> <p><b>TÉCNICA:</b> Observación directa y documentación</p> <p><b>INSTRUMENTO:</b> Instrumento de recolección de datos</p>
				Contenido de humedad		
				Dosificación	3%	
					5%	
					8%	
				Propiedades físico – mecánicas del adoquín	Propiedades físicas	
			Espesor			
			Largo			
			Peso			
			Propiedades mecánicas		Módulo de rotura	
					Análisis esfuerzo – deformación	
			Resistencia a la compresión			
Trabajabilidad y consistencia	Slump					
Permeabilidad	Absorción de agua					

# ANEXO N° 4: Instrumento de recolección de datos

Profesional: Ing. Abel Muñiz Paucarmayta

CID: 35440



## DIAGNÓSTICO DEL ADOQUÍN DE PLÁSTICO INSTRUMENTO DE RECOPIACIÓN DE DATOS

EXPERTO  
A

TÍTULO: "Propiedades físico – mecánicas de adoquines elaborados con plástico reciclado para pavimento peatonal en el Centro Comercial Tambo Plaza Lima Sur, distrito de Lurín, 2017"

Autor: Meza Domínguez, Yoisi

N° de espécimen de adoquín:

### Información General:

Ubicación: \_\_\_\_\_ Altitud: \_\_\_\_\_  
 Distrito: \_\_\_\_\_ Latitud: \_\_\_\_\_  
 Provincia: \_\_\_\_\_ Longitud: \_\_\_\_\_  
 Departamento: \_\_\_\_\_

### Propiedades Físicas del Adoquín:

Dimensiones del adoquín	Alto (mm)	
	Ancho (mm)	
	Largo (mm)	
Peso del adoquín (kg)		
Absorción del agua (%)	Ps - Peso seco (g)	
	Psss - Peso saturado superficialmente seco (g)	

### Propiedades Mecánicas del Adoquín:

Módulo de rotura Mpa (kg/cm <sup>2</sup> )	W - Carga máxima (N)	
	L - Distancia entre los soportes (mm)	
	b - ancho neto (mm)	
	d - profundidad (mm)	
Análisis esfuerzo - deformación (mm)	x - distancia promedio (mm)	
	W - Carga máxima (N)	
Resistencia a la compresión MPa (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación (mm)	
	W - Carga (N)	
Resistencia al desgaste por abrasión (mm)	A - promedio de las áreas superior e inferior de la muestra (cm <sup>2</sup> )	
	Fc - factor de calibración (mm)	
	AB - longitud de la huella (mm)	

### Caracterización de los plásticos:

PET (Tereftalato de Polietileno)	Granulometría		PEBD (Polietileno de baja densidad)	Granulometría	
	Contenido de humedad			Contenido de humedad	
	Capacidad de absorción			Capacidad de absorción	
	Abrasión			Abrasión	
PEAD (Polietileno de alta densidad)	Granulometría		PP (Polipropileno)	Granulometría	
	Contenido de humedad			Contenido de humedad	
	Capacidad de absorción			Capacidad de absorción	
	Abrasión			Abrasión	
PVC (Policloruro de vinilo)	Granulometría		PS (Poliestireno)	Granulometría	
	Contenido de humedad			Contenido de humedad	
	Capacidad de absorción			Capacidad de absorción	
	Abrasión			Abrasión	

### Observaciones y Comentarios:

*Colocar unido a 25 y 5000.*

APELLIDOS Y NOMBRES: Abel Muñiz Paucarmayta  
 DNI/REGISTRO CIP: 83851046 / 35440  
 DIRECCIÓN: \_\_\_\_\_  
 EMAIL/TELÉFONO: acamphc@gmail.com

FIRMA:

LEYENDA:	0 =	NO VÁLIDO
	1 =	VÁLIDO

Profesional: Ing. Agustín Corzo Aliaga

CID: 50070



DIAGNÓSTICO DEL ADOQUÍN DE PLÁSTICO  
INSTRUMENTO DE RECOPIACIÓN DE DATOS

EXPERTO B

TÍTULO: "Propiedades físico – mecánicas de adoquines elaborados con plástico reciclado para pavimento peatonal en el Centro Comercial Tambo Plaza Lima Sur, distrito de Lurín, 2017"

Autor: Meza Domínguez, Yoisi

N° de espécimen de adoquín:

**Información General:**

Ubicación: \_\_\_\_\_  
Distrito: \_\_\_\_\_  
Provincia: \_\_\_\_\_  
Departamento: \_\_\_\_\_

Altitud: \_\_\_\_\_  
Latitud: \_\_\_\_\_  
Longitud: \_\_\_\_\_

**Propiedades Físicas del Adoquín:**

Dimensiones del adoquín	Alto (mm)	
	Ancho (mm)	
	Largo (mm)	
Peso del adoquín (kg)		
Absorción del agua (%)		
		Ps - Peso seco (g)
		Psss - Peso saturado superficialmente seco (g)

**Propiedades Mecánicas del Adoquín:**

Módulo de rotura Mpa (kg/cm <sup>2</sup> )	W - Carga máxima (N)	
	L - Distancia entre los soportes (mm)	
	b - ancho neto (mm)	
	d - profundidad (mm)	
	x - distancia promedio (mm)	
Análisis esfuerzo - deformación (mm)	W - Carga máxima (N)	
	Deformación (mm)	
Resistencia a la compresión MPa (kg/cm <sup>2</sup> )	W - Carga (N)	
	A - promedio de las áreas superior e inferior de la muestra (cm <sup>2</sup> )	
Resistencia al desgaste por abrasión (mm)	Fc - factor de calibración (mm)	
	AB - longitud de la huella (mm)	

**Caracterización de los plásticos:**

PET (Tereftalato de Polietileno)	Granulometría		PEBD (Polietileno de baja densidad)	Granulometría	
	Contenido de humedad			Contenido de humedad	
	Capacidad de absorción			Capacidad de absorción	
PEAD (Polietileno de alta densidad)	Abrasión		PP (Polipropileno)	Abrasión	
	Granulometría			Granulometría	
	Contenido de humedad			Contenido de humedad	
PVC (Policloruro de vinilo)	Capacidad de absorción		PS (Poliestireno)	Capacidad de absorción	
	Abrasión			Abrasión	
	Granulometría			Granulometría	
	Contenido de humedad			Contenido de humedad	
	Capacidad de absorción			Capacidad de absorción	
	Abrasión			Abrasión	

**Observaciones y Comentarios:**

APELLIDOS Y NOMBRES: CORZO ALIAGA AGUSTIN  
DNI/REGISTRO CIP: 50070  
DIRECCIÓN: \_\_\_\_\_  
EMAIL/TELÉFONO: 971114978

FIRMA:

LEYENDA:	0 =	NO VÁLIDO
	1 =	VÁLIDO

Agustín V. Corzo Aliaga  
INGENIERO CIVIL  
Reg C.I.P.50070

Profesional: Ing. José Luis Ponce Filios

CID: 107402



DIAGNÓSTICO DEL ADOQUÍN DE PLÁSTICO  
INSTRUMENTO DE RECOPIACIÓN DE DATOS

EXPERTO C

TÍTULO: "Propiedades físico – mecánicas de adoquines elaborados con plástico reciclado para pavimento peatonal en el Centro Comercial Tambo Plaza Lima Sur, distrito de Lurín, 2017"

Autor: Meza Domínguez, Yoisi

N° de espécimen de adoquín:

**Información General:**

Ubicación: \_\_\_\_\_  
Distrito: \_\_\_\_\_  
Provincia: \_\_\_\_\_  
Departamento: \_\_\_\_\_

Altitud: \_\_\_\_\_  
Latitud: \_\_\_\_\_  
Longitud: \_\_\_\_\_

**Propiedades Físicas del Adoquín:**

Dimensiones del adoquín	Alto (mm)	
	Ancho (mm)	
	Largo (mm)	
Peso del adoquín (kg)		
Absorción del agua (%)		Ps - Peso seco (g)
		Pss - Peso saturado superficialmente seco (g)

**Propiedades Mecánicas del Adoquín:**

Módulo de rotura Mpa (kg/cm <sup>2</sup> )		W - Carga máxima (N)	
		L - Distancia entre los soportes (mm)	
		b - ancho neto (mm)	
		d - profundidad (mm)	
		x - distancia promedio (mm)	
Análisis esfuerzo - deformación (mm)		W - Carga máxima (N)	
		Deformación (mm)	
Resistencia a la compresión MPa (kg/cm <sup>2</sup> )		W - Carga (N)	
		A - promedio de las áreas superior e inferior de la muestra (cm <sup>2</sup> )	
Resistencia al desgaste por abrasión (mm)		Fc - factor de calibración (mm)	
		AB - longitud de la huella (mm)	

**Caracterización de los plásticos:**

PET (Tereftalato de Polietileno)	Granulometría		PEBD (Polietileno de baja densidad)	Granulometría	
	Contenido de humedad			Contenido de humedad	
	Capacidad de absorción			Capacidad de absorción	
	Abrasión			Abrasión	
PEAD (Polietileno de alta densidad)	Granulometría		PP (Polipropileno)	Granulometría	
	Contenido de humedad			Contenido de humedad	
	Capacidad de absorción			Capacidad de absorción	
	Abrasión			Abrasión	
PVC (Policloruro de vinilo)	Granulometría		PS (Poliestireno)	Granulometría	
	Contenido de humedad			Contenido de humedad	
	Capacidad de absorción			Capacidad de absorción	
	Abrasión			Abrasión	

**Observaciones y Comentarios:** \_\_\_\_\_

APELLIDOS Y NOMBRES: PONCE FILIOS, JOSE LUIS  
DNI/REGISTRO CIP: 09500891 / 107402  
DIRECCIÓN: CHORRILLOS - LIMA  
EMAIL/TELÉFONO: jpnce@ucv.edu.pe / 999201665

FIRMA:

LEYENDA:	0 =	NO VÁLIDO
	1 =	VÁLIDO

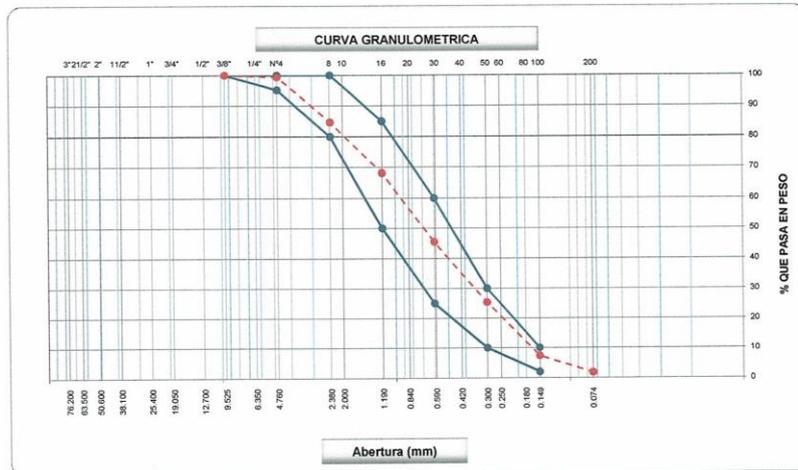
# ANEXO N° 5: Ensayos De Laboratorio

## - Ensayo de Granulometría del Agregado Fino

<b>SUPERVISION</b> CONSORCIO SUPERVISOR VIAL AREQUIPA		<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO</b>				Código Revisión Aprobado Página : 1 de 1	
<b>CONTRATISTA</b> CONSORCIO VIAL DEL SUR		<b>FORMATO ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO</b> (MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)				<b>ENTIDAD</b>	
Obra : <b>Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa</b>					Código Ensayo N° : <b>A.F. Tambo - 02</b>		
Tramo : <b>Tramo II: Km 35+000 - 153+500</b>							
Muestra : <b>Agregado Fino</b>		Planta Concreto : <b>84+410 L.I</b>		Fecha : <b>09/04/2018</b>		Ing. Responsable : <b>Percy Quispe S.</b>	
Procedencia : <b>Acopio</b>		Acceso Planta : <b>600 Mts</b>		Ing. Control Calidad : <b>-</b>		Jefe Laboratorio : <b>Clyder Jaen Q.</b>	
Acopio : <b>84+410.0 L.I</b>		Cantera : <b>Rio Tambo</b>					

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Arena - Concreto		Descripción
5"	127.000							<b>1. Peso de Material</b>
4"	101.600							Peso Inicial Total (kg) <b>1,025.9</b>
3"	73.000							Peso Fracción Fina Para Lavar (gr) <b>1,025.9</b>
2 1/2"	60.300							Peso pasante Malla N° 200(gr)
2"	50.800							<b>2. Características</b>
1 1/2"	37.500							Tamaño Máximo <b>3/8"</b>
1"	25.400							Tamaño Máximo Nominal <b>1/4"</b>
3/4"	19.000							Grava (%) <b>0.6</b>
1/2"	12.700							Arena (%) <b>99.4</b>
3/8"	9.520				100.0	100	100	Finos (%) (< N° 200) <b>1.8</b>
1/4"	6.350							Modulo de Fineza (%) 2.1 ≤ <b>2.70</b> ≤ 3.1
N° 4	4.750	<b>6.6</b>	0.6	0.6	99.4	95	100	<b>3. Clasificación</b>
N° 8	2.360	<b>151.1</b>	14.7	15.4	84.6	80	100	Limite Liquido (%)
N° 10	2.000							Limite Plastico (%)
N° 16	1.190	<b>170.0</b>	16.6	31.9	68.1	50	85	Indice de Plasticidad (%)
N° 20	0.850							Clasificación SUCS
N° 30	0.600	<b>232.0</b>	22.6	54.6	45.5	25	60	Clasificación AASHTO
N° 40	0.420							
N° 50	0.300	<b>205.8</b>	20.2	74.7	25.3	10	30	
N° 60	0.250							
N° 80	0.180							
N° 100	0.150	<b>183.9</b>	17.9	92.6	7.4	2	10	<b>5. Observaciones (Fuente de Normalización)</b>
N° 200	0.074	<b>57.4</b>	5.6	98.2	1.8			Manual de carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción" (EG-2000)
Pasante		<b>16.1</b>	1.8	100.0				



- Ensayo de Humedad Natural

<b>SUPERVISION</b>  CONSORCIO SUPERVISOR VIAL AREQUIPA	<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO</b>		Código Revisión Aprobado
	FORMATO		Página : 1 de 1
<b>CONTRATISTA</b> CONSORCIO VIAL DEL SUR	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> (MTC E-108 / ASTM D-2216)		<b>ENTIDAD</b> 
Obra : <i>Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa</i>			Codigo Ensayo N° : <i>A.F. Tambo - 02</i>
Tramo : <i>Tramo II: Km 35+000 - 153+500</i>			
Muestra : <i>Agregado Fino</i>	Planta Concreto : <i>84+410</i>	Fecha : <i>09/04/2018</i>	Ing. Responsable : <i>Percy Quispe S.</i>
Procedencia: <i>Acopio</i>	Acceso Planta: <i>600 Mts</i>		Ing. Control Calidad : <i>-</i>
Acopio: <i>84+410.0 L.I</i>	Cantera: <i>Rio Tambo</i>		Jefe Laboratorio : <i>Clyder Jaen Q.</i>

**1. Contenido de Humedad Muestra Integral :**

Descripcion	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	1040.3	1089.5
Peso de la tara + muestra seca (gr)	1025.9	1073.9
Peso del agua contenida (gr)	14.4	15.6
Peso de la muestra seca (gr)	1025.9	1073.9
Contenido de Humedad (%)	1.4	1.5
Contenido de Humedad Promedio (%)	1.4	



- Ensayo de Equivalente de Arena

<b>SUPERVISION</b> <small>CONSORCIO SUPERVISOR VIAL AREQUIPA</small> 	<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO</b>		Código Revisión Aprobado Página : 1 de 1
	FORMATO		
<b>CONTRATISTA</b> CONSORCIO VIAL DEL SUR	<b>EQUIVALENTE DE ARENA</b> (MTC E-114 / ASTM D-2419 / AASTHO T-176)		<b>ENTIDAD</b> 
Obra : <i>Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa</i> Tramo II: <i>Km 35+000 - 153+500</i>			Código Ensayo N° : <i>A.F. Tambo - 02</i>
Muestra : <i>Agregado Fino</i> Procedencia: <i>Acopio</i> Acopio: <i>84+410.0 L.I</i>	Planta Concreto : <i>84+410</i> Acceso Planta: <i>600 Mts</i> Cantera: <i>Rio Tambo</i>	Fecha : <i>09/04/2018</i>	Ing. Responsable : <i>Percy Quispe S.</i> Ing. Control Calidad : <i>-</i> Jefe Laboratorio : <i>Clyder Jaen Q.</i>

Descripcion	U/m	IDENTIFICACION				Promedio
		1	2	3	4	
Tamaño máximo (pasa malla N° 4)	mm	4.76	4.76	4.76		
Hora de entrada a saturación		13:10	13:12	13:14		
Hora de salida de saturación (mas 10")		13:20	13:22	13:24		
Hora de entrada a decantación		13:22	13:24	13:26		
Hora de salida de decantación (mas 20")		13:42	13:44	13:46		
Altura máxima de material fino	Pulg.	6.10	6.30	6.40		
Altura máxima de la arena	Pulg.	3.70	3.80	4.10		
Equivalente de Arena	%	60.7	60.3	64.1		61.7

OBSERVACIONES :



- Ensayo de Gravedad Especifica y absorción

<b>SUPERVISION</b> <small>CONSORCIO SUPERVISOR VIAL AREQUIPA</small> 	<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO</b>		Código 0 Revisión 0 Aprobado 0 Página : 1 de 1
	FORMATO		
<b>CONTRATISTA</b> CONSORCIO VIAL DEL SUR	<b>GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN</b> (MTC E-205,206 / ASTM C-127,128 / AASHTO T-84, T-85)		<b>ENTIDAD</b> 
Obra : <i>Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa</i> Tramo : <i>Tramo II: Km 35+000 - 153+500</i>			Código Ensayo N° : <i>A.F. Tambo - 02</i>
Muestra : <i>Agregado Fino</i> Procedencia : <i>Acopio</i> Acopio : <i>84+410.0 L.I</i>	Planta Concreto : <i>84410</i> Acceso Planta : <i>600.00 Mts</i> Cantera : <i>Rio Tambo</i>	Fecha : <i>09/04/2018</i>	Ing. Responsable : <i>Percy Quispe S.</i> Ing. Control Calidad : <i>-</i> Jefe Laboratorio : <i>Clyder Jaen Q.</i>

DATOS			1	2	3	4
1	Peso Mat. Sat. Sup. Seco ( en Aire ) (gr)	gr.	300.0	300.0	300.0	
2	Peso Frasco + agua	gr.	736.8	735.4	738.9	
3	Peso Frasco + agua + A (gr)	gr.	1036.8	1035.4	1038.9	
4	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)	gr.	923.6	926.9	924.7	
5	Vol de masa + vol de vacio = C-D (gr)	gr.	113.2	108.5	114.2	
6	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	gr.	297.2	297.4	297.3	
7	Vol de masa = E - ( A - F ) (gr)		110.4	105.9	111.5	

RESULTADOS						PROMEDIO
8	Pe bulk ( Base seca ) = F/E		2.625	2.741	2.603	2.657
9	Pe bulk ( Base saturada ) = A/E		2.650	2.765	2.627	2.681
10	Pe aparente ( Base Seca ) = F/G		2.692	2.808	2.666	2.722
11	% de absorción = ((A - F)/F)*100		0.942	0.874	0.908	0.908

OBSERVACIONES :



- Ensayo de Durabilidad de Agregados

	<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO</b>		Código
	FORMATO		Revisión Aprobado Página : 1 de 1
<b>CONTRATISTA</b> CONSORCIO VIAL DEL SUR	<b>DURABILIDAD DE AGREGADOS</b> (MTC E-209 / ASTM C-88 / AASTHO T-104)		<b>ENTIDAD</b> 
<b>Obra :</b> <i>Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa</i>			<b>Codigo Ensayo N° :</b> <i>A.F. Tambo - 02</i>
<b>Tramo :</b> <i>Tramo II: Km 35+000 - 153+500</i>			
<b>Muestra :</b> <i>Agregado Fino</i>	<b>Planta Concreto :</b> <i>84+410</i>		<b>Ing. Responsable :</b> <i>Percy Quispe S.</i>
<b>Procedencia:</b> <i>Acopio</i>	<b>Acceso Planta:</b> <i>600 Mts</i>	<b>Fecha :</b> <i>09/04/2018</i>	<b>Ing. Control Calidad :</b> <i>-</i>
<b>Acopio:</b> <i>84+410.0 L.I</i>	<b>Cantera:</b> <i>Rio Tambo</i>		<b>Jefe Laboratorio :</b> <i>Clyder Jaen Q.</i>

**AGREGADO FINO**

Tamaño de Tamiz		Peso Requer. (gr.)	Recipient. N°	Peso Inicial (gr.)	Peso Final (gr.)	Perdida		Escalonado Original	Perdida Corregida
						Peso	%		
3/8"	N° 04	100							
N° 04	N° 08	100	1	100.0	99.00	1.00	1.00	14.7	0.15
N° 08	N° 16	100	2	100.0	98.30	1.70	1.70	16.6	0.28
N° 16	N° 30	100	3	100.0	98.00	2.00	2.00	22.6	0.45
N° 30	N° 50	100	4	100.0	97.50	2.50	2.50	20.2	0.50
N° 50	N° 100	100	5	100.0	97.90	2.10	2.10	17.9	0.38
N° 100									
<b>TOTALES</b>								92.0	1.78%

**OBSERVACIONES :** Ensayo realizado con Sulfato de Magnesio



**ANEXO N° 6: Documentos para la Publicación de Tesis**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE  
*La Escuela de Ingeniería Civil*

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

*MEZA DOMINGUEZ, YOLISI*

INFORME TITULADO:

*PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE ESPUMAS FIBROSAS  
CON PLÁSTICO RECICLADO PARA PAVIMENTO RESISTENTE EN EL  
CANTO COMERCIAL TAMBO PLAZA, LUNIN - 2017*

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

*Ingeniero Civil*

SUSTENTADO EN FECHA: *07/07/2018*

NOTA O MENCIÓN : *14 (Aprobado)*

  
*[Firma]*  
Firma del Coordinador de Investigación de  
Ingeniería Civil

	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : FO6-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
---	--	---

Yo, Mg. Rodolfo Marquina Callacna, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Lima - Norte (precisar filial o sede), revisor (a) de la tesis titulada

“PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DE ADOQUINES ELABORADOS CON PLÁSTICO RECICLADO PARA PAVIMENTO PEATONAL EN EL CENTRO COMERCIAL TAMBO PLAZA, LURÍN - 2017”, del (de la) estudiante Yoisi Meza Domínguez, constato que la investigación tiene un índice de similitud de ...% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/La suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha, 07 de julio de 2018



.....  
Firma  
Mg. Rodolfo Marquina Callacna  
DNI: 65777

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	---------------------	--------	---------------------------------



## FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN O LA TESIS

### 1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

Meza Dominguez Jaisi  
D.N.I. : 73130133  
Domicilio : Mz. J U. 13 AA. HH. Hijos de Luya  
Teléfono : Fijo : Móvil 990001382  
E-mail : ym.dominguez@hotmail.com

### 2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

Trabajo de Investigación de Pregrado

Tesis de Pregrado

Facultad : Ingeniería

Escuela : Profesional de Ingeniería Civil

Carrera : Ingeniería Civil

Grado

Título

Ingeniera Civil

Tesis de Post Grado

Maestría

Doctorado

Grado : .....

Mención : .....

### 3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

Meza Dominguez Jaisi

Título del trabajo de investigación o de la tesis:

Propiedades físico-mecánicas de aditivos elaborados con  
plástico reciclado para pavimento peatonal en el Centro Comercial Tambo Plaza, Luya-2018

Año de publicación : 2018

### 4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

Si autorizo a publicar en texto completo mi trabajo de investigación o tesis.

No autorizo a publicar en texto completo mi trabajo de investigación o tesis.

Firma : 

Fecha : 11-02-19

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Propiedades físico - mecánicas de adoquines elaborados con plástico reciclado para pavimento peatonal en el centro comercial Tambo Plaza, Lurin - 2017”

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

**AUTOR:**  
Meza Domínguez, Yosi

**ASESOR:**  
Mg. Mirqayma Callecca, Rodolfo Ricardo

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**  
Diseño de Infraestructura Vial

**LIMA - PERÚ**  
**2018**



Resumen de coincidencias

18 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en Inglés (Beta)

Coincidencias

1	repositorio unc.edu.pe	Fuente de internet	1 %
2	prhuaunderp.edu.pe	Fuente de internet	1 %
3	Entregado a Universidad...	Trabajo de estudiante	1 %
4	Entregado a Universidad...	Trabajo de estudiante	1 %
5	repositorio unc.edu.pe	Fuente de internet	1 %
6	www.ceamrise.gov.ar	Fuente de internet	1 %
7	bibdigital.apn.edu.ec	Fuente de internet	1 %
8	www.unilivre.edu.co	Fuente de internet	<1 %
9	repositorio unc.edu.pe	Fuente de internet	<1 %
10	www.reclayc.org	Fuente de internet	<1 %
11	es.sldeshere.net	Fuente de internet	<1 %