



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**“Propiedades físico mecánicas de adoquines de concreto
para pavimentos peatonales con adición de polietileno
tereftalato, Lima-2019”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Civil

AUTORA:

Chávez Rodríguez, Geraldine Nicoll (ORCID: 0000-0003-0140-7892)

ASESOR:

Mg. Ing. Pinto Barrantes, Raúl (ORCID: 0000-0002-9573-0182)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA - PERÚ

2020

Dedicatoria

El presente trabajo para obtener el título profesional lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí, simplemente me hacen llenar de orgullo, los amo y no va haber manera de devolverte todo lo que me han dado, este proyecto de investigación es un logro más que llevo a cabo y a sido gracias a ustedes.

Agradecimiento

A mi asesor de tesis el Mg. Ing. Raúl pinto Barrantes, por la ayuda y la orientación que me brindo para la realización de estas tesis, por su apoyo y amistad que me permitieron aprender mucho más que lo estudiado en el proyecto.

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos	vii
Índice de figuras	ix
Resumen	xi
Abstract	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGÍA	31
3.1 Tipo y diseño de investigación	31
3.2 Variables y operacionalización	32
3.3 Población, muestra y muestreo	34
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos:	35
3.5 Procedimientos	39
3.6 Métodos de Análisis de Datos	42
3.7 Aspectos Éticos	43
IV. RESULTADOS	44
V. DISCUSIÓN	98
VI. CONCLUSIONES	103
VII. RECOMENDACIONES	105
REFERENCIAS	107
ANEXOS	115

Índice de tablas

Tabla 1. Adoquines clasificados internacionalmente	14
Tabla 2. Dimensiones del adoquín	17
Tabla 3. Requerimientos físicos del adoquín según la norma ASTM C936-01	20
Tabla 4. Dimensión del adoquín	26
Tabla 5. Parámetros establecidos por la Norma	27
Tabla 6 Parámetros establecidos por la Norma	29
Tabla 7. Absorción de agua	29
Tabla 8. Tesis sobre adoquines de concreto	35
Tabla 9. Análisis Granulométrico	45
Tabla 10. Ensayos al Agregado Grueso	46
Tabla 11. Análisis Granulométrico	46
Tabla 12. Ensayos al Agregado Fino	47
Tabla 13. Análisis Granulométrico	47
Tabla 14. Ensayos al PET	48
Tabla 15. Análisis Granulométrico	48
Tabla 16. Ensayos al Agregado Fino	49
Tabla 17. Determinación de la Masa Unitaria y los vacíos entre partículas de agregados	49
Tabla 18. Análisis Granulométrico PET	50
Tabla 19. Ensayos al Agregado Fino	51
Tabla 20. Determinación de la Masa Unitaria y los vacíos del PET	51
Tabla 21. Análisis Granulométrico	52
Tabla 22. Análisis Granulométrico Del PET	53
Tabla 23. Resultados del Ensayo de Resistencia a Compresión con (0%, 5%, 10% y 15%) PET	57
Tabla 24. Resultados del Ensayo de Resistencia a Compresión con (0%, 5%, 10% y 15%) PET	62

Tabla 25. Resultado del Ensayo de Módulo de Rotura con (0%, 5%,10% y 15%) PET	68
Tabla 26. Resultado del Ensayo de Módulo de Rotura con (0%, 5%,10% y 15%) PET	74
Tabla 27. Resultados de Ensayo de Absorción	79
Tabla 28. Resultados de Ensayo de Absorción con (0%, 5%,10% y 15%) PET ...	84
Tabla 29. Resultados de Ensayo de Absorción con (0%, 5%,10% y 15%) PET ...	89
Tabla 30. Resultados de Ensayo de Resistencia al Desgaste con (0%, 5%,10% y 15%) PET	93
Tabla 31. Resultado de Ensayo de Resistencia al Desgaste con(0%,5%,10% y 15%) PET	95

Índice de gráficos

GRÁFICA 1.Resultado De Ensayo De Resistencia A La Compresión con 0% PET	57
GRÁFICA 2.Resultado De Ensayo De Resistencia A La Compresión con 5% PET	58
GRÁFICA 3.Resultado De Ensayo De Resistencia A La Compresión con 10% PET	59
GRÁFICA 4.Resultado De Ensayo De Resistencia A La Compresión con 15% PET	59
GRÁFICA 5.Resultado promedio de Ensayo de Resistencia a la Compresión con 0%,5%,10%,15% PET.....	60
GRÁFICA 6.Curva de Ensayo de Resistencia A La Compresión	60
GRÁFICA 7.Resultado de Ensayo de Resistencia a la Compresión.....	62
GRÁFICA 8.Resultado de Ensayo de Resistencia a la Compresión.....	63
GRÁFICA 9.Resultado de Ensayo de Resistencia a la Compresión.....	64
GRÁFICA 10.Resultado de Ensayo de Resistencia a la Compresión.....	65
GRÁFICA 11.Resultado de Ensayo de Resistencia a la Compresión con (0%, 5%,10% y 15%) PET	66
GRÁFICA 12.Curva de Ensayo de Resistencia A La Compresión	66
GRÁFICA 13.Resultados de Ensayo De Módulo de Rotura con 0% PET.....	68
GRÁFICA 14.Resultados de Ensayo De Módulo de Rotura con 5% PET.....	69
GRÁFICA 15.Resultados de Ensayo De Módulo de Rotura con 10% PET.....	70
GRÁFICA 16.Resultados de Ensayo De Modulo de Rotura con 15% PET.....	71
GRÁFICA 17.Resultados promedios de Ensayo De Modulo de Rotura con 0%, 5%, 10% y 15% de PET	72
GRÁFICA 18.Curva de Ensayo de Modulo de Rotura	72
GRÁFICA 19.Resultados de Ensayo de Módulo de Rotura.....	74
GRÁFICA 20.Resultados de Ensayo de Modulo de Rotura.....	75
GRÁFICA 21.Resultados de Ensayo de Modulo de Rotura.....	75
GRÁFICA 22.Resultados de Ensayo de Modulo de Rotura.....	76
GRÁFICA 23.Resultados de Ensayo de Modulo de Rotura.....	77
GRÁFICA 24.Curva de Ensayo de Módulo de Rotura	77

GRÁFICA 25. Resultado del Ensayo de Absorción con 0% PET	79
GRÁFICA 26. Resultado del Ensayo de Absorción con 5% PET	80
GRÁFICA 27. Resultado del Ensayo de Absorción con 10% PET.....	81
GRÁFICA 28. Resultado del Ensayo de Absorción con 15% PET.....	81
GRÁFICA 29. Resultado del Ensayo de Absorción con (0%, 5%, 10% y 15%)	82
GRÁFICA 30. Resultado del Ensayo de Absorción	84
GRÁFICA 31. Resultado del Ensayo de Absorción	85
GRÁFICA 32. Resultado del Ensayo de Absorción	86
GRÁFICA 33. Resultado del Ensayo de Absorción	86
GRÁFICA 34. Resultado del Ensayo de Absorción con (0%, 5%,10% y 15%) PET	87
GRÁFICA 35. Resultado del Ensayo de Absorción con 0% PET	89
GRÁFICA 36. Resultado del Ensayo de Absorción con 5% PET	90
GRÁFICA 37. Resultado del Ensayo de Absorción con 10% PET.....	90
GRÁFICA 38. Resultado del Ensayo de Absorción con 15% PET.....	91
GRÁFICA 39. Resultado del Ensayo de Absorción con (0%, 5%,10% y 15%) PET	92
GRÁFICA 40. Resultado del Ensayo de Desgaste con (0%, 5%, 10% y 15%)	94
GRÁFICA 41. Resultado de Ensayo de Desgaste con (0%, 5%,10% y 15%) PET	96

Índice de figuras

Figura 1. Pavimento con adoquines	12
Figura 2. Adoquines de concreto unicon (construproductos).....	13
Figura 3. Clasificación de los adoquines.	14
Figura 4. Sídney Olympic Park.....	15
Figura 5. Adoquines tipo iii en pavimento.....	15
Figura 6. Estacionamiento de la empresa Roggio	16
Figura 7. Patio de carga portuaria	16
Figura 8. Estacionamiento de aeropuerto.....	16
Figura 9. Adoquín en pavimento vehicular pesado.....	17
Figura 10. Proceso de pavimentación con adoquines.	19
Figura 11. Símbolos Nacionales de identificación.	21
Figura 12. PET dentro del mercado	23
Figura 13. Ventajas del Polietileno Tereftalato	23
Figura 14. desventajas del polietileno tereftalato.....	24
Figura 15. Símbolo del PET	26
Figura 16. Adoquín 20x10x6	26
Figura 17. Módulo de Rotura.....	28
Figura 18. Método del Chorro de Arena	30
Figura 19. Adoquines desgastados	30
Figura 20. Características del PET	33
Figura 23. resistencia a compresion.....	36
Figura 24. Prensa Universal Versa Tester.....	37
Figura 25. Adoquines sumergidos en agua	37
Figura 26. Máquina de ensayo para Resistencia al Desgaste	38
Figura 27. Plásticos.....	39
Figura 28. Modelo VMGL2160	40
Figura 29. Modelo LAVPET-300.....	40
Figura 30. Polietileno Triturado	41
Figura 31. Mesa Vibradora.....	41
Figura 32. Parihuela de Construcción	42
Figura 33. Climatización y humidificación.....	42

Figura 34. Curva granulométrica	45
Figura 35. Curva granulométrica	46
Figura 36. curva granulométrica	47
Figura 37. curva granulométrica	48
Figura 38. Curva granulométrica	50
Figura 39. Curva granulométrica	52
Figura 40. Curva granulométrica	53
Figura 41. curva granulométrica	54
Figura 42. Curva granulométrica	54
Figura 43. Curva granulométrica	55
Figura 44. curva granulométrica	56

Resumen

La presente investigación tuvo como problema general: ¿Cuáles son las propiedades físico mecánicas de adoquines de concreto para pavimentos peatonales con adición de polietileno tereftalato, Lima-2019?, se propuso como objetivo: Analizar las propiedades físico mecánicas de adoquines de concreto para pavimentos peatonales con adición de polietileno tereftalato, Lima-2019; la hipótesis fue, Las propiedades físico mecánicas de adoquines de concreto para pavimentos peatonales con adición de polietileno tereftalato, cumplen con las normas respectivas, Lima-2019.

La metodología de investigación fue científica del tipo aplicada, de nivel explicativa de diseño no experimental transversal - correlacional, la población de mi investigación fueron los adoquines de concreto de tipo I con adición de polietileno tereftalato.

De todo esto se concluye: Para determinar las propiedades físico mecánicas del adoquín con polietileno tereftalato (PET) reciclado frente al adoquín convencional (PATRON), se usó del método ACI para el diseño de mezclas, se fabricaron en dosificaciones de 5%, 10%, y 15% de polietileno tereftalato, dichas adoquines fueron sometidos a ensayos de dimensión (largo, ancho, alto), resistencia a la compresión, absorción de agua, módulo de rotura, resistencia al desgaste.

Se concluyó que las propiedades físico mecánicas de adoquines de concreto para pavimentos peatonales con adición de polietileno tereftalato, cumplen con las normas especificadas: NTP 399.611, NTP 399.624, ITINTEC 399.124. En esta investigación se puede observar que al agregar Polietileno Tereftalato contribuye no solamente a la disminución de contaminación de estos, si no que a la vez tienen como finalidad la aportación de conocimientos en el ámbito de la construcción.

Palabras clave: Polietileno Tereftalato, dosificación, propiedades, adoquines.

Abstract

The present research had as a general problem: What are the physical-mechanical properties of concrete paving stones for pedestrian pavements with the addition of polyethylene terephthalate, Lima-2019? The objective was to: Analyze the physical-mechanical properties of concrete paving stones for pedestrian pavements with the addition of polyethylene terephthalate, Lima-2019; The hypothesis was, The physical-mechanical properties of concrete pavers for pedestrian pavements with the addition of polyethylene terephthalate, comply with the respective standards, Lima-2019.

The research methodology was scientific of the applied type, at an explanatory level of non-experimental cross-correlational design, the population of my research were type I concrete pavers with the addition of polyethylene terephthalate. From all this it is concluded: To determine the physical-mechanical properties of the paver with recycled Polyethylene Terephthalate (PET) compared to the conventional paver (PATRON), the ACI method was used for the design of mixtures, they were manufactured in dosages of 5%, 10%, and 15% polyethylene terephthalate, said paving stones were subjected to tests of dimension (length, width, height), resistance to compression, water absorption, modulus of rupture, resistance to wear. It was concluded that the physical-mechanical properties of concrete pavers for pedestrian pavements with the addition of polyethylene terephthalate, comply with the specified standards: NTP 399.611, NTP 399.624, ITINTEC 399.124. In this research, it can be seen that adding polyethylene terephthalate contributes not only to the reduction of pollution, but also aims to contribute knowledge in the field of construction.

Keywords: Polyethylene Terephthalate, dosage, properties, paving stones

I. INTRODUCCIÓN

El aumento poblacional y la rápida urbanización a llevado al desarrollo masivo de infraestructura en diferentes sectores, como edificios, carreteras, ámbitos públicos, entre otros. Sin embargo, se prestó poca atención a la comodidad humana y la sostenibilidad del medio ambiente con el uso de los adoquines (UDAWATTHA, Chameera, GALABADA, Harsha & HALWATURA, Rangika, 2017).

A nivel internacional, se reconoce que la comodidad es un requisito relevante en la planificación de instalaciones peatonales, en vista de que un pavimento sucio, desgastado o demasiado estrecho conlleva a que los transeúntes no caminen por las aceras. Este comportamiento pone en peligro la seguridad vial y es altamente peligroso para la mayoría de los usuarios, dejándolos vulnerables. Los pavimentos inadecuados pueden ser el resultado de operaciones de mantenimiento irregulares. De manera que, para restaurar la uniformidad después de daños por choque, desastres naturales, instalación de equipos (ej., postes, cercas, muebles urbanos) con una reducción del área transitable, o trabajos de reparación ineficientes en las veredas y parches, se pueden solucionar con una administración eficiente, para optimizar los recursos económicos (CORRAZA, María, DI MASCIO, Paola & MORETTI, Laura, 2016).

Por otro lado, se generalizo el cuidado del medio ambiente y recursos brindados por la naturaleza, hoy en día los materiales plásticos enfrentan un reto importante, gracias a la resistencia a la degradación a diferencia de otros materiales han sido disputadas por los impactos en el medio. La motivación ecológica y el compromiso ambiental de reciclar plásticos generan la creación de nuevas industrias que permitan resolver problemas de contaminación. Durante el 2000 se produjeron 1,910 millones de toneladas de desperdicios a nivel mundial, lo cual por día se generaba 6 millones diarias; de esta cantidad, del cual el 37% recibió un tratamiento. Los residuos se convirtieron en un problema para el medio ambiente, ya que produjeron problemas de salubridad y conflictos sociales y económicos. Ello porque el costo de eliminación y movilización de los residuos se convirtieron en un

gasto público. Por lo tanto, existe la necesidad de aplicar técnicas efectivas para utilizar estos plásticos (MIGUEL, Alejandro, SANTAMARÍA, María, CONTRERAS, Georgina, GUERRERO, Víctor y HERNÁNDEZ, Ana, 2015).

En tal sentido, se evidenció que los bloques de pavimento modificados contribuyen a la eliminación de plásticos en el mundo; además, las resistencias de los bloques de pavimento disminuyen al adicionar plástico reciclado, logrando una mejor resistencia a la compresión; lo cual es satisfactorio para los peatones, situaciones de tráfico ligero y pesado. Se observó una reducción de la densidad, resistencia a la rotura, a la flexión, a la compresión cuando la arena sustituyó al plástico. (OHEMENG, Eric, YALLEY, Peter, DADZIE, John & DJOKOTO, Susan, 2014)

A nivel nacional, se realizó un informe por la defensoría del pueblo (2019) en el Perú, durante los últimos 20 años, se produjeron más de dos millones de accidentes, siendo atribuibles al factor humano, el 81,99% de los mismos, al factor vehículo el 3,27%, al factor vía el 2,58% y el 12,16% restantes, a causas no determinadas. De dichos accidentes, únicamente se atribuye el 2,58% (43 359 eventos) a los factores viales y del entorno (pista en mal estado, señalización defectuosa y factor ambiental). El factor vía y el entorno contribuyen directa e indirectamente en aproximadamente el 28% de los accidentes de tránsito. Como puede apreciarse, tanto los organismos técnicos como las investigaciones académicas han determinado que es muy importante realizar intervenciones en la infraestructura vial para disminuir la gravedad y el número de los accidentes de tránsito. Por ello, la Defensoría del Pueblo considera imprescindible que se realicen intervenciones en las vías, que las doten de mayores y mejores elementos que contribuirán a reducir los accidentes de tránsito y su gravedad.

A nivel local, la población de Lima denunció que las calles y veredas se encuentran abandonadas con grietas por falta de un mantenimiento planificado; además, las señalizaciones de las pistas ya no se visualizan. Ello perjudica la seguridad vial y la fluidez de tránsito; asimismo, todo conlleva a accidentes de tránsito (Caruajulca, 2018). Las condiciones del pavimento peatonal Lima permiten

enfatar la necesidad de planificar operaciones regulares de mantenimiento en las calles. Frente a tales circunstancias, es necesario buscar un material de pavimento alternativo al habitual para las vías públicas que garantice la comodidad de los peatones. De manera que, considerando los adoquines con adición de Polietileno Tereftalato como alternativa, ha surgido el presente estudio tiene el propósito de definir el comportamiento de los adoquines con adición de Polietileno Tereftalato con respecto a las propiedades físico mecánicas de adoquines, lima 2019.

Formulación del problema, Para SANCHEZ, Hugo y REYES, Carlos (2017) afirmaron que: Originalmente un problema científico cuando frente situaciones que se le presenta al investigador, éste no tiene dentro de su repertorio de conductas uno que le proporcione una solución adecuada. El problema de investigación se manifiesta ante preguntas que hay que responder y para responder a las interrogantes, se establece un proceso de indagación, constituyéndose en el primer paso del método científico (p.75).

Problema general ¿Cuáles son las propiedades físico mecánicas de adoquines de concreto para pavimentos peatonales con adición de polietileno tereftalato, Lima-2019?

Problemas específicos, ¿Cuál es la resistencia a la compresión de los adoquines de concreto para pavimentos peatonales con adición de polietileno tereftalato, Lima-2019?

¿Cuál es el módulo de rotura de los adoquines de concreto para pavimentos peatonales con adición de polietileno tereftalato, Lima-2019?

¿Cuál es la permeabilidad de los adoquines de concreto para pavimentos peatonales con adición de polietileno tereftalato, Lima-2019?

¿Cuál es la durabilidad de los adoquines de concreto para pavimentos peatonales con adición de polietileno tereftalato, Lima-2019?

Justificación de la investigación, el presente trabajo de investigación/tesis se complementará con datos confiables, para poder orientar y guiar respecto al diseño de un adoquín a partir del polietileno tereftalato, buscando cumplir con todas las

propiedades tanto físicas como mecánicas que dicta la norma, asimismo, se busca apoyar el decrecimiento del impacto del medio ambiente.

La justificación de conveniencia, se fundamenta en el aporte y desarrollo de nuevos recursos como es el uso de plásticos, que permitan contribuir en la ingeniería civil y en el cuidado del medio ambiente.

La relevancia social, se espera poder contribuir con la disminución de elementos contaminantes en el ambiente, mismos que tardan en degradarse, por lo que el presente estudio busca aprovechar su durabilidad y transformarlo para darse un buen uso, y poder beneficiar de esta forma a los ciudadanos que hacen uso de los tramos pavimentados con este material.

La justificación económica, si la propuesta de adoquines a realizar logra alcanzar las propiedades físicas y mecánicas planteadas, ello supondría una ventaja respecto al ahorro en costos de materia prima ya que este elemento sería tomado de los desechos plásticos comunes.

El aporte práctico, el estudio de las propiedades de los adoquines no es reciente en el país, sin embargo, lo es la introducción de nuevos elementos a su composición con el propósito de observar e identificar si el adoquín cumple o no, con las propiedades solicitadas por la norma.

El aporte metodológico, para poder llevar a cabo la propuesta realizada en esta investigación se deben utilizar instrumentos de medición para las variables. estos serán ensayos determinados en la matriz de operacional de las variables y se tomara en cuenta las normas técnicas peruanas 399.611, 399.624, 399.124.

Hipótesis, Según Sampieri (2014), señala que es una guía de investigación. Esta es una proposición que se debe plantear antes de la experiencia, estas anticipan posibles conclusiones positivas o negativas referentes al tema de proyecto de investigación.

Hipótesis general, Las propiedades físico mecánicas de adoquines de concreto para pavimentos peatonales con adición de polietileno tereftalato, cumplen con las normas respectivas, Lima-2019.

Hipótesis específicas, La resistencia a la compresión de los adoquines de concreto para pavimentos peatonales con adición de polietileno tereftalato es apropiada, Lima-2019.

El módulo de rotura de los adoquines de concreto para pavimentos peatonales con adición de polietileno tereftalato es apropiado, Lima-2019.

La permeabilidad de los adoquines de concreto para pavimentos peatonales con adición de polietileno tereftalato es apropiada, Lima-2019.

La durabilidad de los adoquines de concreto para pavimentos peatonales con adición de polietileno tereftalato es apropiada, Lima-2019.

Objetivos, Según ÑAUPAS, Humberto, MEJÍA, Elías, NOVOA, Eliana y VILLAGÓMEZ, Alberto (2014) manifestaron que estas son condiciones deseadas que se espera alcanzar en un tiempo determinado. En un proyecto de investigación, cuantitativa o cualitativa, los objetivos son los resultados que se espera lograr al final del proyecto.

Objetivo general, Analizar las propiedades físico mecánicas de adoquines de concreto para pavimentos peatonales con adición de polietileno tereftalato, Lima-2019.

Objetivos específicos, Calcular la resistencia a la compresión de los adoquines de concreto para pavimentos peatonales con adición de polietileno tereftalato, Lima-2019.

Calcular el módulo de rotura de los adoquines de concreto para pavimentos peatonales con adición de polietileno tereftalato, Lima-2019.

Calcular la permeabilidad de los adoquines de concreto para pavimentos peatonales con adición de polietileno tereftalato, Lima-2019.

Calcular la durabilidad de los adoquines de concreto para pavimentos peatonales con adición de polietileno tereftalato, Lima-2019.

II. MARCO TEÓRICO

REZA, Pouranian and SHISHEHBOR, Mehdi. Sustainability Assessment of Green Asphalt Mixtures: A Review. Artículo 2019. Su principal objetivo fue presentar y evaluar la sostenibilidad de las tecnologías desarrolladas o subdesarrolladas para abordar los problemas ambientales de las mezclas de asfalto y los materiales de desecho y subproductos que pueden reciclarse y reutilizarse en la producción de asfalto. Tuvo un enfoque cualitativo, básica y de diseño no experimental. La población estudiada fueron las tecnologías que permiten abordar la problemática ambiental con la mezcla de asfalto y materiales reciclables. Se concluyó que el rendimiento de la mezcla de asfalto no es la esperada; sin embargo, el aditivo WMA en las combinaciones con CRM genera un beneficio ambiental debido a un rendimiento mejorado, menos GEI y consumo de energía. La influencia perjudicial de RAP a bajas temperaturas se nivela por medio de la aplicación de aditivos CRM y / o WMA. WMA y bio-aglutinantes pueden facilitar el uso de porcentajes más altos de RAP y RAS, lo que genera en una mayor preservación del medio ambiente; asimismo, se evidenció que los desechos de construcción y demolición (C y D) son otros insumos potenciales que pueden sustituir a los agregados vírgenes. El aumento de la fricción de partículas y la absorción de agua puede conllevar a una mayor deformación permanente y una menor resistencia al daño por humedad, respectivamente.

MORALES, Carolina. y PEREZ Beatriz. Determinación de la conductividad térmica y resistencia mecánica de ladrillos y placas conformadas de cemento y polietileno tereftalato (PET). Tesis de Titulación). Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 2018. 169 pp. Tuvo como objetivo determinar la conductividad térmica y resistencia mecánica de placas y ladrillos conformados de cemento y PET. La metodología que empleada fue de enfoque cuantitativo y de nivel experimental. Estuvo constituido la población por 15000 minadores y recicladores independientes, de manera que la muestra fue no probabilística se trabajó con 384 minadores. Concluyó que las principales características que poseen los ladrillos prototipos, tienen un volumen igual y no se reduce nada con respecto a los ladrillos normales, mismos que pierden el 20 y 30% en el proceso de cocción. Asimismo, las placas no se vieron afectadas en cuando a su reducción del volumen obteniendo un acabado

de la superficie liso, las medidas de las placas y ladrillos prototipo se mantuvieron constantes con un 280,140,70 mm y 300x300x20mm, mientras que las medidas de ladrillos normales presentan medidas variadas. Por último, se logró determinar el tiempo de elaboración de los ladrillos prototipos, mismos que tienen una duración de 28 días, mientras que los ladrillos normales demoran entre 28y 35 días en relación a la cocción.

ALBÁN, Andrea. Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de bloque fabricado con pet como sustituto parcial de la piedra pómez (cascajo) y bloques con suelo arcilloso como sustituto parcial del agregado fino. Tesis de Titulación). Ambato: Universidad Técnica de Ambato. 2017. 140 pp. Su objetivo principal fue analizar y comparar la resistencia a la compresión de bloques fabricados con PET como sustituto parcial de la piedra pómez (cascajo) y bloques con suelo arcilloso con adición parcial de la arena. Método nivel descriptivo y exploratorio. La población fue difícil de cuantificar estuvo conformada por los bloques fabricados con pet, para la muestra se tomaron 3 bloques. Se concluyó que los ladrillos que contenían como sustitución de piedra pómez un 25% de PET, eran más livianos, razón por la cual el peso muerto disminuyó, ahora los bloques que contenían un 15% de adición de PET y de arcilla fueron los que lograron igualar la resistencia de los bloques comerciales. Respecto a los costos, el ladrillo con PET tuvo un costo más elevado debido a la adición de arcilla.

AKIF, Irmak, YIMAZ, Sevgi & DURSUN, Dogan. Effect of differents pavements on human thermal comfort conditions. 2017. Artículo 12 pp. El objetivo principal fue establecer una conexión entre los materiales y confort térmico. Metodología: enfoque cuantitativo, de tipo básica. Nivel fue experimental. La población del estudio estuvo formada por el jardín botánico Alta en el centro de Erzurum y la muestra que te trabajo fueron 9 tipos de materiales, una sable andesita, granito, basalto, travertino, madera im- pregnada, tierra, asfalto, polvo de ladrillo y pasto. Se concluyó que hubo diferencias respecto a los puntos más altos y bajos del PET con respecto a la madera impregnada se obtuvo un: (28.9 °C), asimismo con la hierba (25.9 °C). Posteriormente cuando se ordenaron las puntuaciones obtenidas de PET de menor a mayor, se estableció que: hierba obtuvo un (25.9 °C), asimismo, travertino arrojó un (26.1 °C), el granito estuvo con (26.7 °C), andesita (27.1 °C), suelo (27.5 °C),

clínker polvo (27.8), basalto (28.5 °C), asfalto (28.5 °C), y madera impregnada (28.9 °C). Con la intención de disminuir los UHI y para poder optar por una vida tranquila, se recomienda seleccionar la hierba y travertino como principales materiales de superficie.

TAHMOORIAN Farzaneh, SAMALI Bijan, WY TAM Vivian and YEAMAN, John. Evaluation of Mechanical Properties of Recycled Material for Utilization in Asphalt Mixtures. Artículo 2017. Tuvieron como principal objetivo analizar las propiedades físicas y mecánicas de RCA como alternativa de agregado virgen en la mezcla de asfalto en diferentes porcentajes y combinaciones con otros agregados, como el pavimento de asfalto recuperado (RAP) y el basalto. Metodología de investigación: enfoque cuantitativo, diseño experimental y tipo aplicada. Respecto a la población estuvo constituida por todos los materiales de desecho considerados para mezclar con el asfalto. Se concluyó que RCA obtuvo un nivel bajo en cuanto a las partículas desiguales en contraste con RAP y el basalto. Por lo cual las mezclas para asfaltado que están integradas con alguna cantidad de RCA, generalmente son mejores en trabajabilidad, resistencia en cuanto a las deformaciones y al momento de ser compactadas, de igual forma RCA, evidencia tener mayor absorción y ser más resistente a la humedad/ seco, que el componente normal y RAP. Se considera que la alta absorción de agua del RCA viene dada por las grietas, la pasta de cemento y el mortero que se encuentran incluidos y deben ser mejorarse al momento del diseño de la mezcla. Asimismo, no fue posible la observación de los porcentajes de combinación del 25% RCA y del 50% de basalto, originado una absorción del agua del 2.93%.

ARENAS Nelson, GÓMEZ Gustavo, Implementación de un material compuesto mediante Plástico Reciclado (PET) para la elaboración de un Adoquín, Tesis. Colombia: Universidad Industrial De Santander. 2015. 69 pp. Tuvo como objetivo principal Emplear el material reciclado plástico PET para la elaboración de un adoquín compuesto que sea de uso vehicular y peatonal. La metodología de la investigación tuvo un diseño experimental. Se concluyó que los adoquines con un 5%, 10%, 15% y 20% de PET, cumplen con la resistencia de diseño a compresión de 28 Mpa y el porcentaje óptimo para reemplazar la granulometría de un adoquín es el 20%, debido a que el espécimen fabricado con esta proporción cumple con todos

los valores requeridos por las normas técnicas colombianas para la fabricación del mismo.

DI MARCO, Raúl. Diseño y elaboración de un sistema de adoquines de costo bajo y material reciclado para construcciones en núcleos rurales. 2015. Tuvo como objetivo presentar resultados de las propiedades químicas y físico de diferente mortero con polietileno de tereftalato con diferentes dosificaciones. La metodología de investigación fue tipo aplicada y el nivel fue explicativo- correlacional. La población de la investigación estuvo formada por una planta de fabricación de bloques, en un sector rural ubicado en Río Frío del municipio de Girón en el departamento de Santander. Muestra fue la zona de influencia (cantidad de desperdicios tipo polietileno de tereftalato del sector rural de Río Frío). Se concluyó que se cumplen todas las especificaciones establecidas en la norma NTC 121, para el NIVEL DE % de absorción de adoquín con adición de pet, siendo (promedio de 2,05 %), evidenciándose que el valor obtenido es menor que 7% valor que establece la norma. Pero fue aún más representativo en % de pet mezclado, el cual cumplió con todos los requerimientos al 35% permitiendo visualizar una gran disminución de arena necesaria en la elaboración.

MIGUEL Alejandro, SANTAMARÍA María., CONTRERAS, Georgina, GUERRERO, Víctor. y HERNÁNDEZ Ana. Diseño y elaboración de adoquines de PET reciclado. 2015. El objetivo principal presenta un diseño y construcción de adoquín usando Tereftalato de Polietileno reciclado como alternativa para el manejo del plástico (desechos), aminoración de contaminantes en el medio. Metodología de la investigación: tipo básica. Nivel: descriptivo correlacional. Diseño: no experimental. La población estuvo constituida por la producción de adoquines; asimismo, la muestra fue las máquinas Autograph modelo AG-I 100 KN de ensayo universal. Se concluyó que, para la fabricación de un adoquín reciclado con polietileno de tereftalato, sometido a compresión, ya que fue necesario establecer cuál era su resistencia. Permitiendo evidencias que el adoquín de polietileno de tereftalato resiste cargas de 50,000 N, además es resistente a temperaturas variadas normales, por lo que resultó ser muy viable para utilizarlo en casas, patios y lugares públicos.

MEZA, Yoisi. Propiedades físico- mecánicas de adoquines elaborados con plástico reciclado para pavimento peatonal en el centro comercial Tambo Plaza, Lurín – 2017. Tesis (Titulación). Lima: Universidad César Vallejo. 2018. 123 pp. Tuvo como principal objetivo definir la conducta de adoquín fabricados adicionando plásticos recolectado de acuerdo a sus propiedades físico mecánicas en pavimentos peatonales de Tambo, Lurín 2017. En la investigación la metodología presentó un enfoque cuantitativo, de tipo básica, diseño cuasi experimental y nivel explicativo. La población se conformó por 44 adoquines y el muestreo fue no probabilístico. Técnica: revisión de documentos y la observación directa. Instrumento: ficha de recolección de datos. Se concluyó que al aplicar plástico reciclado a un adoquín este reduce su peso. Teniendo que los adoquines de plásticos al 3% disminuyeron su peso en 11% y los que tenían 5% de plástico redujeron el peso a 16%. Por lo que es evidente que, al integrar plástico a los adoquines, este se vuelve menos pesado y fácil de transportar.

ECHEVERRÍA, Evelyn. Ladrillos de concreto con plástico Pet reciclado. Tesis (Titulación) Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca. 2017. 159 pp. El objetivo fue estudiar las propiedades físico y mecánicas, de ladrillos de concreto con adición de pet recolectado. Asimismo, la metodología de investigación tuvo un enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, y diseño experimental, nivel explicativo y corte transversal. La población de estudio fueron las empresas de fabricación de ladrillos de concreto – PET del Perú; como muestra se tomó los ladrillos de concreto vibrado producidos con agregados del río Chonta, de la cantera Roca Fuerte. Concluyó que las propiedades físicas de los tipos de ladrillo de concreto agregando polietileno de tereftalato adicionando 3, 6, 9 % en cuanto a sus variaciones dimensionales, la humedad y los % de vacíos no presentaron mayores diferencias con respecto a los ladrillos originales que no contienen plástico reciclado, y que estas tenían relación con la forma, tamaño, procesos y condiciones en las que fueron resguardados, siendo el mismo procedimiento para todos, evidenciándose dificultad para poder organizarlos pues estos contenían poros que dificultaban el proceso.

SINTI, Juan. Diseño de pavimento vehicular y peatonal del centro poblado culebreros, Santa Catalina de Mossa, Piura, 2017. Tesis (Titulación). Perú:

Universidad César Vallejo. 2017. 82 pp. El objetivo principal fue hacer un diseño de pavimento peatonal y de tránsito vehicular ligero, para el centro poblado Culebreros, Santa Catalina de Mossa, Piura, 2017. La metodología de la investigación tuvo un enfoque mixto, un diseño no experimental y el nivel fue descriptivo. Su población estuvo formada por las vías locales de los centros poblados del distrito de Santa Catalina de Mossa, provincia y región Piura, y para la muestra se trabajó la vía local a pavimentar del centro poblado Culebreros, Santa Catalina de Mossa, Piura. La técnica usada fue la observación no experimental, y como instrumentos elaborado fueron la ficha de observación. Se concluyó la localidad cuenta con una sola vía de ingreso, la cual se encuentra en mal estado y en época de lluvia afecta a todos los pobladores, pues el suelo no transpira adecuadamente, por lo cual se sugirió implementar utilizar el cemento tipo "MS", para propiciar una mayor vida útil del proyecto.

ZUBEIDA, Elías. Análisis de la incorporación del Pet y Pead en la resistencia a la deformación y flexibilidad en un pavimento ecológico. Tesis (Titulación). Perú: Universidad César Vallejo. 2017. 132 pp. El objetivo de investigación fue definir el análisis de la adición del pet y pead en la flexibilidad y resistencia a la deformación en un pavimento ecológico. Metodología: se trabajó en la investigación fue de enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, el diseño fue no experimental y el nivel fue correlacional. La población fue conformada por 84 probetas de asfalto, asimismo, la muestra fue la misma población ya que se analizarán todas las probetas. Instrumento: manual de ensayo. Se concluyó que la mezcla asfáltica diseñada en el estudio es recomendada en la fabricación de asfalto ecológico, ya que sustituyendo desechos plásticos PET al 3, y 5.5% añadido de cemento asfáltico, y en proporción al 45% de agregado grueso y 52% del fino; por otro lado, se recomienda no variar los porcentajes ya que no resultaría adecuado para el pavimento en caliente.

PASTOR, Ayrton, SALAZAR, Jean Pierre, SEMINARIO, Ricardo, TINEO, Andrés, ZAPATA, Jean Carlo. Diseño de planta productora de adoquines a base de cemento y plástico reciclado. Tesis (Titulación) Universidad de Piura. 2015. 97 pp. Como objetivo principal presentó proyecto de planta para la elaboración de adoquín a base de polietileno de tereftalato y cemento. En cuanto a la metodología de investigación tuvo un enfoque mixto, tipo básica y diseño pre experimental. Con relación a la

población estuvo constituida por los estudios de expertos de plantas de construcción de Piura; y como muestra los expertos en áreas de construcción vial. Se concluyó que actualmente la resistencia se ubica entre el 25% y el 30% de acuerdo con el diseño final. Teniendo el bloque una resistencia mayor a la exigida por la NTP 399.611, sin embargo, en cuanto a absorción los valores estuvieron por debajo de la normativa exigida con un mínimo de 7%. Teniendo en consideración que la resistencia incluso puede ser mejorada, la humedad se puede mantener. En relación de las adiciones de PET a los ladrillos resultan de gran contribución con la reutilización de desechos.

Adoquines

De acuerdo VILA, Peter, PEREYRA, María y GUTIERREZ, Ángel (2017) explicaron que:

Los adoquines son elementos prefabricados que componen la superficie de desplazamiento del pavimento. Mismo que posee características particulares respecto a los materiales empleados para su elaboración, características geométricas y de aspecto, resistencia al desgaste resistencia a la compresión y absorción, entre otros (p. 247).



FIGURA 1. PAVIMENTO CON ADOQUINES



FIGURA 2. ADOQUINES DE CONCRETO UNICON (CONSTRUPRODUCTOS)

Según ROBAYO, Rafael, MEJÍA, Rubí y MULFOR, Alexandra (2016) manifestaron que “se clasifican los adoquines de concreto según el tipo, forma, la longitud, la altura y el espesor” (p.27).

En conformidad con POVEDA, Ricardo, GRANJA, María, HIDALGO, Daniel y ÁVILA, Carlos (2015) mantuvieron que:

Los adoquines son ladrillos sólidos, generalmente prefabricados de concreto y de hormigón. Los cuales son modelados por medio de vibro compactación. Es de forma prismática, generando la distribución de piezas ordenadamente formando áreas de pavimento flexibles con ventajas provechosas y durables (p.2).

Por otro lado, GUERRINI, Gian; CRESPO, Raúl y JURADO, Rafael (2017) añadieron que:

Los adoquines han sido de utilidad en distintas áreas de aplicación, estos simbolizan una solución apropiada y de bajo costo, debido a la fabricación. También, constituye una solución estimada por su belleza para aplicaciones urbanas (vías, carreteras, estacionamientos, losas, placas y bordillos, orillas, etc.)

El precio material de este es un poco más costoso que con elementos tradicionales, pero no es mucho, el costo aumenta entre (3 - 4 %) al de un adoquinado con concreto tradicional (p. 53).

Clasificación de los adoquines

De acuerdo con ECHAVEGUREN, Tomás (2013) refirió que:

Internacionalmente se clasifican, tipo A, B y C

TABLA 1. Adoquines clasificados internacionalmente

TIPO A	Son elementos que trabajan unas con otras, estas generan altas condiciones de inter trabazón cuando se le aplican fuerzas horizontales y verticales.
TIPO B	Estas dan menos inter trabazón a diferencia del tipo a, pero a la vez generan un alto desempeño ante desplazamientos paralelos a uno de sus ejes.
TIPO C	Son de forma regulares en sus caras, estas no generan inter trabazón favorable para resistir movimientos longitudinales y rotacionales.

Fuente: elaboración propia

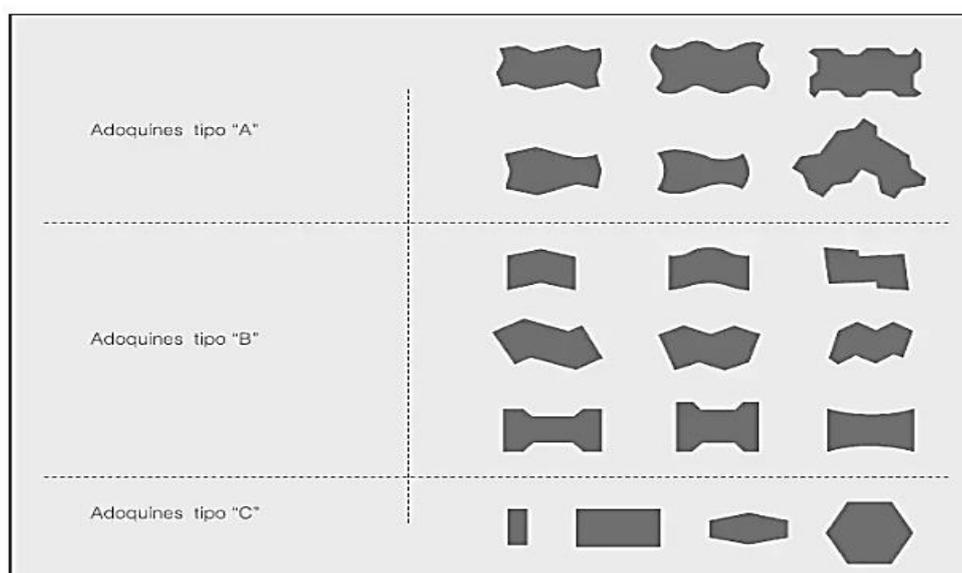


FIGURA 3. Clasificación de los adoquines.

Para DI MARCO, Raúl (2015) mencionó que los adoquines según se clasifican:

- Tipo 1: estos son adoquines que se usan en pavimento peatonal.

- Tipo 2: estos son adoquines que se usan en pavimento vehicular ligero.
- Tipo 3: estos son adoquines que se usan en pavimento de vehicular pesado

Tipos de pavimentos de adoquines

De acuerdo con ECHAVEGUREN, Tomás (2013) explicó que:

Los adoquines se pueden diferenciar en tres tipos: pavimento de adoquín propiamente tales, pavimento permeable de adoquín poroso y pavimento peatonal de adoquín.

Pavimentos de concreto usando adoquín son usados para vías públicas, pasajes, aparcamientos, áreas de estacionamientos de aeródromos, explanadas portuarias, circulación, patios industriales, aeropuertos, estacionamiento vehicular, viviendas. Los adoquines de concreto (poroso) en pavimento permeable permite la infiltración del agua.



FIGURA 4. Sidney Olympic Park.



FIGURA 5. ADOQUINES TIPO III EN PAVIMENTO.



FIGURA 6. ESTACIONAMIENTO DE LA EMPRESA ROGGIO



FIGURA 7. PATIO DE CARGA PORTUARIA



FIGURA 8. ESTACIONAMIENTO DE AEROPUERTO



FIGURA 9. ADOQUÍN EN PAVIMENTO VEHICULAR PESADO

Requisitos Geométricos de los Adoquines

Con relación a ello, DI MARCO, Raúl (2015) añadió que:

TABLA 2. Dimensiones del adoquín

LONGITUD	Longitud: la longitud nominal (l_n) de los adoquines no debe ser menor de 50 mm ni mayor de 250 mm.
ANCHO	Ancho: el ancho nominal (a_n) de los adoquines no debe ser menor de 50 mm.
ESPESOR	Espesor: el espesor estándar (e_e) de los adoquines no debe ser menor de 60 mm, y se prefieren dimensiones que sean múltiplos de 20 mm así: 60 mm, 80 mm y, en algunos casos, 100 mm (p.32)

Fuente: elaboración propia.

Materiales usados en la fabricación del adoquín con adición de pet

Con relación a ello, DI MARCO, Raúl (2015) añadió que:

- Cemento: debe ser tipo Portland, se logra por pulverización del Clinker Portland con la suma de una o más formas de sulfato de calcio. Estos productos adicionales tienen que ser pulverizados junto con el Clinker.

- Arena: debe estar totalmente limpia sin ninguna partícula distinta a esta, esta arena no debe tener olor y debe ser gris
- El PET: es un material plástico que al degradarse puede ser utilizado con otros fines para conservar el ambiente (p.32).

Mezcla de adoquines

De acuerdo con MORENO, Luis, OSPINA, Miguel y RODRÍGUEZ, Kelly (2019) explicaron que:

Debemos tener presente que la resistencia de esta clase de mezcla depende de la resistencia mecánica del tipo de agregado, sabiendo que el 70% del contenido neto de concreto es el agregado así que esta variación encontrará sus propiedades mecánicas dependiendo del porcentaje de aportación del agregado. Para el uso de este tipo de concreto debe determinarse las propiedades de los agregados y diseñar de acuerdo con las características físicas. Se debe tomar en cuenta que, al tener un agregado de origen artificial y residuo de un material de demolición, su densidad y masa unitaria es menor que un agregado de origen natural, por lo tanto, se aumenta la utilización de otros materiales usados en la mezcla como el cemento (p.2)

Proceso de pavimentación con adoquines

De acuerdo con ECHAVEGUREN, Tomás (2013) explicó que:

El proceso se agrupa en 4 características:

- Fabricación: este afecta las particularidades al contexto y ambiental, en este proceso se elige lo q será visualizado por el usuario.
- Diseño del pavimento: en este proceso se toma en cuenta el aspecto estructural, aspecto estético y ambiental.
- Evaluación: en este proceso se debe analizar mediante ensayos.

- La construcción: este proceso se refiere a la mano de obra. Actualmente se ha producido un alto avance referente a la construcción mecanizada en la colocación de grandes cantidades de adoquines.

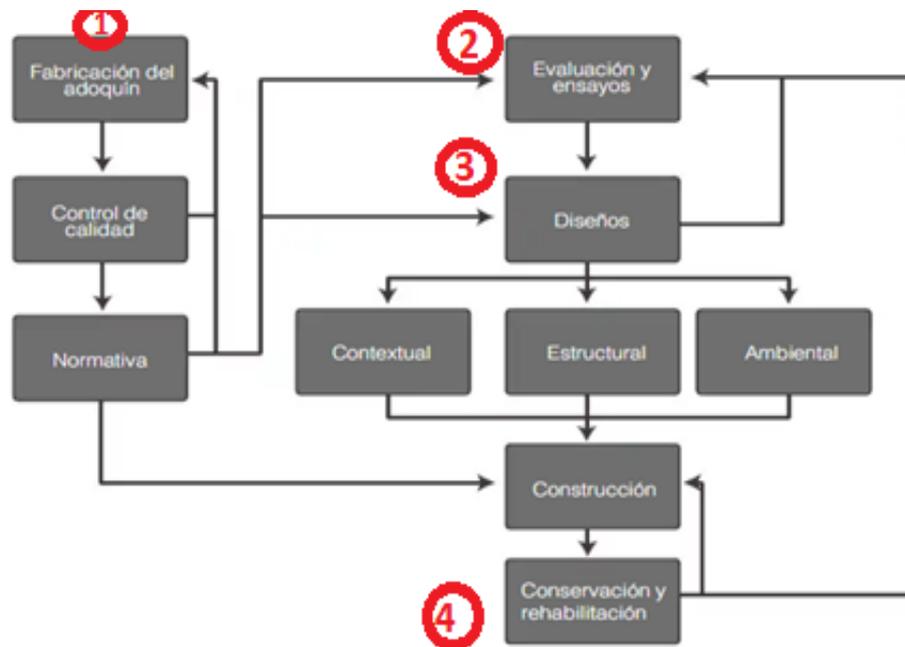


FIGURA 10. PROCESO DE PAVIMENTACIÓN CON ADOQUINES.

Por su parte RÍOS, Roxanna y MARTÍNEZ, Katherine (2016) señaló que:

Este pavimento se manifiesta muy coincidente con criterios de sustentabilidad, se crea plataformas peatonales y vehiculares de orden de 40% más permeables al paso de las aguas lluvias, a diferencia de los pavimentos de concreto de cemento de asfalto o hidráulico.

Este pavimento está formado por elementos prefabricados, pueden ser de bordes redondeados o biselados. Según su comportamiento estructural se reconoce como un pavimento flexible.

Además, es la capa de material prefabricado sobre el terreno natural, predestinada a la circulación de tránsito de individuos.

Los adoquines permiten crear diferentes áreas, otorgándole identidad al área pública. Los adoquines macizos son los más habituales, pero también existen los que poseen perforaciones como Adocésped (p. 47).

Especificaciones técnicas para adoquines de hormigón

Para ECHAVEGUREN, Tomás (2013) añadió que:

Para asegura la duración, el adoquín tiene que cumplir requerimientos una vez fabricado, dependiendo de la función que cumplan.

- Peatonal
- tráfico bajo, medio, tráfico pesado
- carga portuaria, aeroportuaria o industrial.

TABLA 3. *Requerimientos físicos del adoquín según la norma ASTM C936-01*

Dimensión	el largo y ancho debe ser 2 mm y para el espesor debe ser de 3 mm.
Resistencia	los proyectos donde las exigencias de carga son significativas, se sugiere que la resistencia individual sea de 50 MPa y que la resistencia promedio de la muestra sea superior a 55 MPa. No obstante, en proyectos con menor sollicitación o con fines ornamentales pueden aceptarse resistencias en un rango comprendido entre los 40 MPa y 50 MPa.
Absorción	debe tener un promedio inferior al 5% e individualmente inferior al 7%.
Resistencia a la abrasión	en los proyectos donde los requerimientos de carga sean importantes se recomienda que la resistencia individual sea de 50 MPa y que la resistencia promedio de la muestra sea superior a 55 MPa. En proyectos con menor sollicitación o con fines ornamentales pueden aceptarse resistencias en un rango incluido entre los 40 MPa y 50 MPa.
Resistencia ciclos de hielo, deshielo	las piezas no deben perder más del 1% de masa seca después de 50 ciclos de hielo y deshielo

Fuente: elaboración propia.

Ventajas y desventajas de la utilización de adoquines

En conformidad con RÍOS, Roxanna y MARTÍNEZ, Katherine (2016) explicaron que:

Ventajas

- Se puede utilizar como un método de desagüe adicional.
- Contribuye con la reducción de riesgos de desbordamientos

- Posibilita la infiltración del terreno y es favorable para el incremento de vegetación
- Son fáciles de reponerlos en caso de elementos deteriorados
- La instalación es rápida ya sea mecánica o manual

Desventajas

- No debe ser instalado en zonas con gran aporte de contaminación y sedimentos (p. 48).

PLÁSTICOS:

Los plásticos son materiales orgánicos. Las materias primas que se utilizan para producir plástico son productos naturales como la celulosa, el carbón, el gas natural, la sal y el petróleo.

En conformidad con el CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE PERÚ (2017) mencionó que:

- PET O PETE (Polietileno Tereftalato): es muy resistente tanto físicamente como químicamente, empleado normalmente en la fabricación de botellas de bebidas; el cual permite ser reciclado por medio de varios procedimientos

De acuerdo a estos aspectos se han elaborado la simbología correspondiente:



FIGURA 11. SÍMBOLOS NACIONALES DE IDENTIFICACIÓN.

POLIETILENO TEREFTALATO

Para ZAVALA, Guillermo (2015) aludió que:

PET (Polietileno de tereftalato) es un derivado del petróleo, usado generalmente en la creación de botellas plásticas, mismas que están siendo reutilizadas para ser agregadas como componente de materiales de la construcción. Con la intención de contribuir con la disminución de los desechos sólidos, y al mismo tiempo aprovechar de las propiedades del plástico (p. 14).

Así mismo, ZAVALA (2018) refirió que:

El PET es un material no biodegradable, el cual normalmente es arrojado, proviene principalmente de las botellas plásticas diseñadas para facilitar el consumo humano. Con esta iniciativa se pretende ayudar con la disminución de la contaminación ambiental y beneficiarse de las características de este material (p.25).

En conformidad con DI MARCO (2015) explicó que:

Conocido por ser un material ligero y resistente a la compresión, se caracteriza por un alto nivel de transparencia y brillo, permite la conservación de olores y sirve de barrera contra los gases, es un material 100% reutilizable.

Aplicación del Polietileno Tereftalato dentro del mercado

- Bebidas
- Aguas Purificadas
- Aceites
- Conservas
- Cosméticos.
- Detergentes y Productos Químicos
- Productos Farmacéuticos



FIGURA 12. PET DENTRO DEL MERCADO

Ventajas y desventajas del Polietileno Tereftalato:

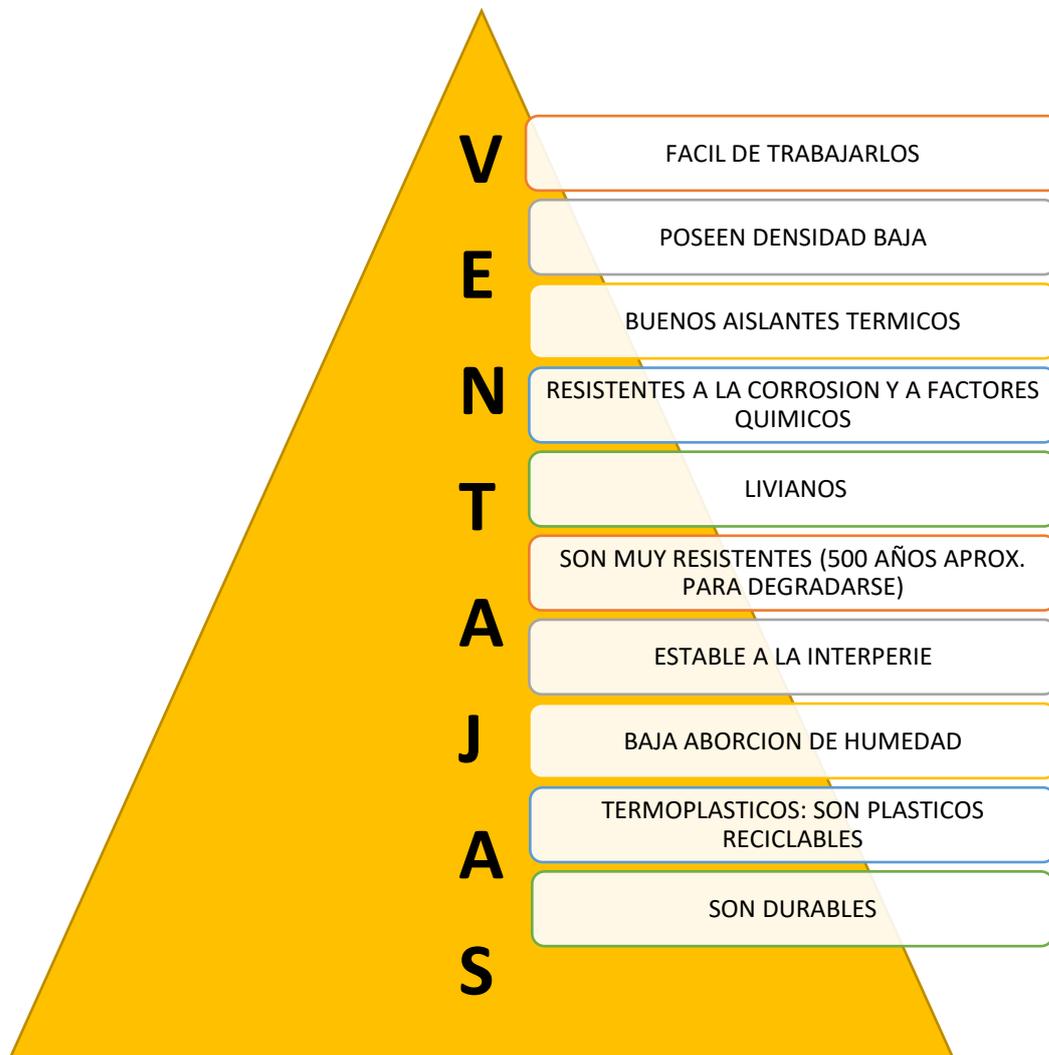


FIGURA 13. VENTAJAS DEL POLIETILENO TEREFTALATO
Fuente: elaboracion propia



FIGURA 14. DESVENTAJAS DEL POLIETILENO TEREFALATO
Fuente: elaboración propia

Características del Polietileno Tereftalato

- Alta resistencia al desgaste
- Cristalización
- Resistencia química
- Biorientación
- Esterilización

El Polietileno Tereftalato internacionalmente

Para NUÑO, QUINTANA, CONTRERAS y TAPÍA (2016) sostuvieron que:

El efecto ambiental notable es la aglomeración de polietileno tereftalato. Uno de los países más evolucionado en este campo es Japón, este registra una

tasa de reciclado de botellas de polietileno tereftalato de 77.9% en 2009, según datos de su Consejo de Reciclaje de Botellas de Polietileno tereftalato. Además, Europa fija ese valor en 48.3%, de acuerdo con la Asociación Europea de Reciclaje de Contenedores de PET, y Estados Unidos de 28%, según la Asociación de Resinas de PET. Para países latinoamericanos, como Brasil con una tasa de 55.6%, Argentina con 34%, según reportes de la Asociación Brasileña de la Industria del PET.

Se consume cerca de 800 mil toneladas de polietileno tereftalato anual en México, con aumento de todo el año de 13%. El uso vital de los pots de polietileno de tereftalato en México lo llevan las botellas de gaseosa, con más del 50%, continuo del agua embotellada (17%). La totalidad de los envases de Polietileno tereftalato son colocados en rellenos sanitarios, cauces, calles o tiraderos clandestinos. Para evitar la contaminación medioambiental Polietileno tereftalato son una opción de tratamiento para su degradación química, es la reacción de glicólisis, que es el desarrollo de la polimerización mediante trans-esterificación entre el grupo éster del polietileno tereftalato y un diol, generalmente etilenglicol, en exceso para conseguir el bihidroxietiltereftalato, mediante sus degradaciones es utilizado en diferentes cosas como para el pavimento. p.179.

Por otro lado, LARA y NAVARRO (2016) explicaron que:

Cuando se analizan las alternativas para inversión a bajos costos el PET posee características muy relevantes dependiendo al cual se orienta la herramienta desarrollada. Un aspecto que se debe desarrollar es la posibilidad de la importación directa de la materia prima principal, el PET, para asegurar ventajas competitivas que permitan que los menores costos de producción puedan ser transferidos al precio final, y que este sea cercano al 50% de las alternativas del mercado nacional (p. 42).

Símbolo del Polietileno Tereftalato

En conformidad con DI MARCO (2015) explicó que:

Existen distintas opciones las cuales se puede reutilizar el Polietileno de tereftalato desde el reciclado mecánico, químico. Algunos han sido

planteados en distintos países para reutilizar el Polietileno de tereftalato o encontrar utilidad a los envases de Polietileno de tereftalato con el fin de bajar su impacto ambiental y el volumen de estos en los tiraderos de basura.



FIGURA 15. SÍMBOLO DEL PET

PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO

- PROPIEDADES FÍSICAS

DIMENSION DE ADOQUÍNES

Las dimensiones del adoquín son: largo, ancho y espesor según la norma técnica peruana 3399.611

TABLA 4. Dimensión del adoquín

Tolerancia dimensional máxima (mm)		
Longitud	Ancho	Espesor
± 1,6	± 1,6	± 3,2

Fuente: Norma Técnica Peruana 399.611



Figura 16. Adoquín 20x10x6

- **PROPIEDADES MECÁNICAS**

Resistencia a la compresión

Según, LECTOR, Lafitte y VILLARREAL, Barragán (2017) conceptualiza a la resistencia a la compresión como una carga axial a especímenes con una agilidad de carga que debe tener hasta que en la muestra se produzca una falla.

De acuerdo con ECHEVERRÍA, Garro (2017) nos menciona sobre la resistencia a la compresión como un elemento importante dentro de las características del concreto, para llegar a tener un mejor resultado se debe realizar un vibrado potente.

Asimismo, MOLINA, Vizcaíno y RAMÍREZ hacen referencia que las muestras deben estar bien ubicados, ya que la fuerza que se aplicar simular la carga que el adoquín soporta (2007, p. 110). La fórmula es la siguiente:

$$\text{Resistencia a la compresion} = P \text{ máx} / A$$

Donde:

C: resistencia a la compresión, kg/cm².

P: fuerza máxima (de rotura), kg, o la indicada por la máquina de ensayo.

A: promedio de las áreas de las superficies superior e inferior del espécimen, cm².(ANCHO X LARGO)

TABLA 5. PARÁMETROS ESTABLECIDOS POR LA NORMA

Tipo	Espesor nominal (mm)	Resistencia a la compresión, mín. MPa (kg/cm ²)	
		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)

Fuente: NTP 399.611

Módulo de rotura

La resistencia al módulo de rotura (M_r), o flexotracción es la propiedad que tienen los adoquines para resistir la flexión. El módulo de rotura consiste en aplicar cargas al adoquín hasta que este logre agrietarse. Los resultados se obtienen mediante el ensayo de flexión o también llamado ensayo de rotura. (ITINTEC 399.124).

Para poder calcular se usa la siguiente fórmula:

$$S = \frac{3 * W * L}{2 * B * H^2}$$

Donde:

S: Módulo de rotura del espécimen en el plano de falla

W: Fuerza máxima aplicada por la máquina de prueba.

L: Distancia entre los soportes (medida centro a centro).

b: Ancho promedio de la unidad en la sección de rotura

H: Altura promedio de la unidad en la sección de rotura

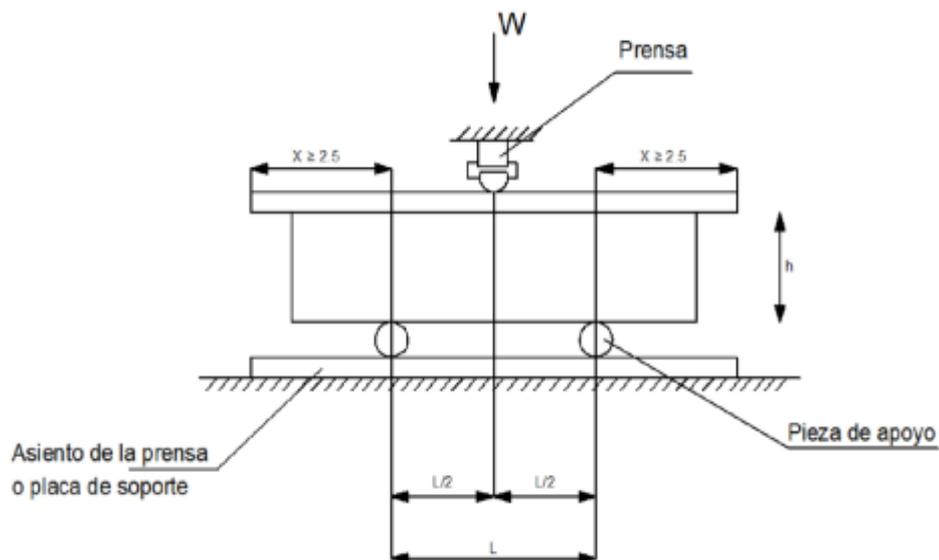


FIGURA 17. MÓDULO DE ROTURA

TABLA 6 PARÁMETROS ESTABLECIDOS POR LA NORMA

Módulo de rotura (Mr) a los 28 días mínimo (MPa)	
Promedio de 5 adoquines	Individual
5,0	4,2
4,2	3,8

Fuente: Norma NTC 2017

Permeabilidad

La permeabilidad en el concreto significa la cantidad de migración de agua y otras sustancias líquidas por los poros del adoquín en un cierto tiempo y así ser el resultado de la composición de la porosidad en la pasta de concreto. Esta propiedad se obtiene mediante el ensayo de absorción de agua, el cual mide el porcentaje de agua, expresado en porcentaje del peso seco, absorbido por la pieza sumergida en agua según la Norma NTP 399.611. Esta propiedad se relaciona con la resistencia que puede desarrollar y con la permeabilidad de la pieza. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$A\% = \left(\frac{W_s - W_d}{W_d} \right) \times 100$$

Donde:

Ws: Peso saturado del adoquín

Wd: Peso seco al horno del adoquín

TABLA 7. Absorción de agua

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

Resistencia al desgaste

La resistencia al desgaste significa la duración que tiene adoquín instalado en el pavimento. Se puede aplicar la Norma ASTM C418-76, NTP 399.625 para determinar la resistencia al desgaste de concretos por el Método del Chorro de Arena, la NTP 399.624 también contempla que este ensayo se puede realizar utilizando la Máquina de Desgaste.



Figura 18. Método del Chorro de Arena



Figura 19. Adoquines desgastados

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Según HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar (2014) manifestaron que: Los estudios explicativos no solamente son conceptos a la vez, están conducidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Su interés se centra en aclarar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por qué se relacionan dos o más variables (p.95).

El tipo de investigación es **Explicativo**, ya que se busca dar explicación a las variables estudiadas con el fin de plantear soluciones al problema.

Diseño de investigación

Según HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar (2014) refirió que los diseños transversales correlacionales/causales tienen como objetivo describir relaciones entre dos o más variables. En estos diseños lo que se mide es la relación entre variables en un tiempo determinado (p.155).

El diseño de investigación tiene como propósito analizar las preguntas acerca del problema y de esta manera efectuar los objetivos planteados poniendo a práctica las hipótesis. Esta investigación es un diseño no experimental – transversal – correlacional porque en esta investigación se analizará y se medirá el grado de relación que exista entre las variables sin la necesidad de alterarlas y/o modificarlas.

Enfoque

Según HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar (2014) precisaron que: “El enfoque cuantitativo utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de probar teorías y establecer pautas de comportamiento” (p.4).

Asimismo, su enfoque es **Cuantitativo**, debido a que se busca explicar el problema de investigación basado en estadísticas y resultados que fundamenten el estudio.

3.2 Variables y operacionalización

VARIABLE DEPENDIENTE:

Es el efecto producido por la operación de la variable independiente. (Manuel Borja, 2012, p. 53).

Variable Dependiente: Propiedades físico mecánicas de adoquines de concreto

- Definición conceptual:

De acuerdo VILA, Peter, PEREYRA, María y GUTIERREZ, Ángel (2017) explicaron que: Los adoquines son elementos prefabricados que forman la superficie de desplazamiento de los pavimentos. Mismos que poseen características particulares respecto a los materiales empleados para su elaboración, características geométricas y de aspecto, resistencia a la compresión, resistencia al desgaste y absorción, entre otros (p. 247).

- Definición operacional:

Las propiedades físico mecánicas del adoquín serán estudiadas por medio de las dimensiones: resistencia a la compresión, módulo de rotura, permeabilidad, durabilidad

- Dimensión 1: Propiedades Físicas

Indicadores: largo, ancho, espesor

Instrumento: NTP 399.611

- Dimensión 2: Propiedades Mecánicas

Indicadores: resistencia a la compresión, módulo de rotura, permeabilidad, durabilidad.

Instrumento: ensayo de resistencia a compresión, ensayo de módulo de rotura, ensayo de absorción de agua, ensayo de resistencia al desgaste.

VARIABLE INDEPENDIENTE

Esta origina el efecto o es la causa de la variable dependiente (Manuel Borja, 2012, pp. 53).

Variable independiente: Polietileno Tereftalato



FIGURA 20. CARACTERISTICAS DEL PET
Fuente: Pinterest

- Definición conceptual:

Así mismo, ZAVALA (2018) refirió que: El Polietileno es un material no biodegradable, este es desechado lo cual genera una alta contaminación al medio ambiente, esta combinación de materiales puede ser una alternativa de protección al medio ambiente y podría ser implementado como una nueva tendencia en el ámbito de construcción (p.25)

- Definición operacional:

El Polietileno tereftalato reciclado será evaluado respecto a sus características y dosificación.

- Dimensión: Análisis del plástico Reciclado

Indicadores: Granulometría por Tamizado

Instrumento: tamices.

- Dimensión: Dosificación

Indicadores: 5%, 10%, 15%.

Instrumento: balanza de precisión

3.3 Población, muestra y muestreo

➤ **Población**

Según ARIAS, José., VILLASÍS, Miguel. y MIRANDA, María (2016) refirieron que:

Hace referencia a un estudio reducido, específico y accesible, que conforma el referente para la selección de la muestra, cumpliendo con una serie de requisitos determinados. Es importante resaltar que cuando se habla de población no solo se refiere exclusivamente a personas, sino que también puede corresponder a animales, expedientes, hospitales, muestras biológicas, familias, organizaciones objetos, etc.; para estos últimos, podría ser más adecuado utilizar un término análogo, como universo de estudio (p.203).

La población está compuesta por adoquines de concreto de tipo I para pavimentos peatonales con Polietileno Tereftalato con la adición de 5%, 10%, 15%, reemplazando al agregado fino, para determinar y definir sus propiedades físico mecánicas de adoquines de concreto para pavimentos peatonales con adición de polietileno tereftalato.

➤ **Muestra**

Según HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar (2014) precisaron que “Para el caso de los experimentos, la muestra viene a representar el balance de los casos que se pueden practicar y los que se practicaron. La mayoría de las pruebas estadísticas exigen 15 casos como mínimo por grupo de comparación” (p.189).

El tamaño de la muestra será el análisis de las 3 tesis sobre adoquines de concreto con la adición de polietileno tereftalato, en el cual se analizará los datos resultantes de estas tesis y se realizará la comparación entre estas.

Tabla 8. Tesis sobre adoquines de concreto

TESIS RELACIONADAS		
PERUANA	COLOMBIANA	COLOMBIANA
Liñán, Jazmín, Álvarez, Leonel (2018)	Arenas, Nelson, Gómez, Gustavo (2015).	Di Marco, Raúl (2015),

Fuente: elaboracion propia

➤ **Muestreo**

En cuanto a STRACUZZI, Santa y PESTANA, Feliberto (2012) expresaron que “Cuando el investigador elige una muestra, está determinado a describir los mecanismos que aplicará para obtenerla. Te proceso es llamado muestreo” (p.110).

Para el presente estudio será un muestreo no probabilístico ya que el investigador selecciono los elementos que va a utilizar conforme a su criterio. Las del presente estudio son los ensayos que se realizó a las muestras de adoquines basadas en los datos de las 3 tesis analizadas con adicionando Polietileno Tereftalato en los porcentajes 5%, 10%, 15%.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

➤ **Técnica**

Según Sampieri (2013, p.199), las técnicas que puede definir como el conjunto de mecanismos, medios para recolectar, guardar y procesar los datos. Las técnicas están expresadas en la manera de cómo se van recolectar u obtener los datos, así como los instrumentos que llevaran a la obtención de esta información o datos requerida para la investigación.

Entonces para la investigación se empleará como técnica la observación no experimental, porque se recolectará datos y serán analizados por el investigador, para medir su relación entre estas, sin la necesidad de manipular las variables

➤ **Instrumentos de recolección de datos**

A. Ensayo de Resistencia a la Compresión

La resistencia a la compresión en adoquines de concreto se establece aplicando una fuerza de compresión sobre la muestra en la misma dirección en que trabaja en el pavimento, durante el ensayo debe tomarse como precaución el refrentado de la cara del adoquín en contacto con el pistón hidráulico de la prensa de compresión, para garantizar una distribución uniforme de la fuerza, este ensayo esta normado por la NTP 399.611.



FIGURA 21. RESISTENCIA A COMPRESION
Fuente: revistaalconpat

B. Ensayo de Modulo de Rotura

Se basa en someter al adoquín a una fuerza que haga q este se agriete y llegue a romperse, este ensayo debe seguir los parámetros de la NTP 399.124. La máquina utilizada para este ensayo es una Prensa Universal Versa Tester.



FIGURA 22. PRENSA UNIVERSAL VERSA TESTER
Fuente: controls group

C. Ensayo de Absorción de Agua

Consiste una vez ya elaborado el adoquín se pesa el material totalmente seco para esto se debe llevar al horno (110° C), luego este adoquín ya seco se coloca en agua durante todo un día, mediante esto se obtiene el peso saturado. La norma técnica peruana 399.611 menciona que para este ensayo se necesita como mínimo 3 especímenes, el porcentaje de estas 3 muestras la norma dice que debe ser 6% y 7.5 % como máximo por muestra individual.



FIGURA 23. ADOQUINES SUMERGIDOS EN AGUA
FUENTE: CONSTRUMATICA

D. Ensayo de Resistencia Al Desgaste

Consiste en pulir la cara vista del adoquín, luego se le pinta, este se pinta para poder luego medir la longitud del desgaste. Luego el adoquín pintado se coloca en la

maquina y se ajusta, luego se acciona la máquina para que gire 75 revoluciones en (60 +- 3) s. luego se pasa a medir la huella del desgaste del adoquín.



FIGURA 24. MÁQUINA DE ENSAYO PARA RESISTENCIA AL DESGASTE

❖ Fuentes

- Tesis nacionales
- Tesis internacionales
- Revistas
- NTP 399.611.
- ITINTEC 399.124.
- NTP 399.624.

➤ Validez

Según Sampieri (2013, p.200), dice que se puede entender como el nivel en que un instrumento en realidad mide la variable que se procura medir.

La Validación se basa en la técnica de contenido ya que la investigación será examinada determinada por tres especialistas en la materia, docentes que pertenecen a la Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería civil de la universidad Cesar Vallejo.

➤ Confiabilidad

Según los casos obtenidos son las experiencias y las fuentes que dan mucha confianza de diferentes autores que realizaron estos trabajos en su vida y que han sido validados por las pruebas que han presentado.

La conducta que tiene el adoquín en el que este es elaborado con las distintas dosificaciones (5%, 10% y 15%) de polietileno tereftalato que reemplaza al agregado fino , por lo cual la confiabilidad se obtiene por los certificados de calibración de los equipos utilizados en los ensayos.

3.5 Procedimientos

En esta tesis se analizara los resultados de adoquines de concreto con la adición de polietileno tereftalato de tres tesis, en las cuales realizan 2 tipos de adoquines uno el tradicional (patrón), el otro con la adición de Polietileno Tereftalato.

Para la fabricación del adoquín se deben seguir los siguientes pasos

- **Recolección:** esta operación consiste en recolectar el polietileno tereftalato de Ancón, las cuales se deberá reciclar envases de plástico (pet), para ello se debe verificar que los envases recolectados tengan grabado el símbolo del pet.



FIGURA 25.PLASTICOS

- **Segregación:** esta operación consiste en separar los residuos, es por eso que debemos retirar las etiquetas, tapas, y envolturas de los envases para que esto no afecte en las propiedades del polietileno tereftalato.
- **Triturado:** esta operación consiste en triturar el polietileno tereftalato, en la cual se utiliza una maquina trituradora.



FIGURA 26. MODELO VMGL2160

- **Lavado:** se debe lavar el polietileno de tereftalato, ya que el material molido siempre está contaminado con tierra, sobras de etiquetas, pegamento, para eso se necesita una máquina que centrifugue el material. Para el lavado se usa una pequeña cantidad de soda caustica y detergente para que así salga todo el resto de pegamento. Se debe realizar el lavado en dos etapas, para obtener así un material limpio.



FIGURA 27. MODELO LAVPET-300

- **Dosificación:** en este proceso se sacará las medidas adecuadas del pet triturado para poder luego hacer la dosificación junto a los otros materiales para poder elaborar el adoquín.



FIGURA 28. POLIETILENO TRITURADO

- **Mezclado:** este proceso consiste en dos etapas, la primera consiste en verter en el mezclador la materia prima, mediante giros se realiza una primera mezcla en forma seca, en la segunda etapa una vez homogeneizada la mezcla se agrega agua para que este llegue al nivel de humedad.
- **Moldeado:** este proceso se basa en agregar la mezcla en los moldes las cuales tiene como dimensión 20x10x6, son llenados vibrados y compactados, en este proceso se utiliza la mesa vibratoria.



FIGURA 29. MESA VIBRADORA

- **Secado:** en este proceso se coloca los adoquines con un día de su fabricación sobre unas parihuelas y es dejado ahí un día para que pueda secar completamente. Esta zona debe estar protegida del sol y el viento para evitar que el agua contenida en el adoquín se evapore y detenga el fraguado, esto genera una resistencia pobre del concreto.



FIGURA 30. PARIHUELA DE CONSTRUCCIÓN

- **Curado:** en este proceso se debe mantener los adoquines durante 3 a 5 días a una temperatura de 20 ° C para que así la humedad se eleve y se pueda lograr la resistencia deseada.



FIGURA 31. CLIMATIZACIÓN Y HUMIDIFICACIÓN EN BLOQUERA

3.6 Métodos de Análisis de Datos

Para el proceso de los datos recolectados se usa los siguientes métodos de análisis:

- Excel
- Tablas, figuras
- Técnicas estadísticas
- Análisis de variación

3.7 Aspectos Éticos

Me comprometo a respetar la autenticidad del contenido, en este trabajo de investigación / tesis titulada: “PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS PEATONALES CON ADICIÓN DE POLIETILENO TEREFALATO, LIMA-2019” y a la vez toda la información utilizadas son confiables.

Los resultados obtenidos mediante los ensayos serán plasmados y expuestos tal cual se obtenga, y así poder mostrar resultados verdaderos.

IV. RESULTADOS

Para este capítulo la presentación de resultados sobre las Propiedades físico mecánicas de los adoquines de concreto con adición de Polietileno Tereftalato estaban determinadas a ser elaborados con distinto porcentaje de agregado reciclado (5%, 10%, 15 %), cuya elaboración iba a ser de manera artesanal. Con respecto a las propiedades físicas de los adoquines se tomarían en cuenta las dimensiones así mismo, para las Propiedades mecánicas, así como la Resistencia a la Compresión, la Absorción de Agua, el Módulo de Rotura y la Resistencia al Desgaste, estas serían determinadas y justificadas por ensayos realizados en laboratorios con certificaciones.

Como ya se sabe por la pandemia de covid-19, el presidente Martin Vizcarra anuncio que el Poder Ejecutivo aprobó el DECRETO SUPREMO N° 044-2020-PCM, que dispone la emergencia sanitaria por el coronavirus, dictando así el aislamiento domiciliario de todas las personas, ya que esta pandemia no solo afecta al Perú sino a todo el mundo, es por ello que no se podrá realizar los ensayos de mi tesis, por lo cual mi tesis será por validación racional.

ENSAYOS AL AGREGADO GRUESO

Según LIÑAN, Jazmín, ALVAREZ, Leonel (2018) expresaron que el tamaño en el análisis granulométrico del agregado grueso, máximo de partícula retenida se queda en el tamiz 1" con un 0.7% retenido y que la mayor cantidad retenida de partículas es en el tamiz ½.

TABLA 9. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ (Nº)	MALLA			
	ABERTURA (mm)	% QUE PASA	% RETENIDO	% RETENIDO EN CADA TAMIZ
3"	76.200	100.0	0.0	0.0
2"	50.800	100.0	0.0	0.0
1 ½ "	38.100	100.0	0.0	0.0
1"	25.400	99.3	0.7	0.7
¾"	19.100	93.9	6.1	5.4
½"	12.700	45.2	54.8	48.7
3/8"	9.520	23.5	76.5	21.7
Nº 4	4.760	1.6	98.4	21.9
Nº 8	2.380	1.6	98.4	0.0
Nº 16	1.190	1.6	98.4	0.0
Nº 30	0.590	1.6	98.4	0.0
Nº 50	0.207	1.6	98.4	0.0
Nº 100	0.149	1.6	98.4	0.0
Nº 200	0.074	1.6	98.4	0.0

Fuente. elaboración propia

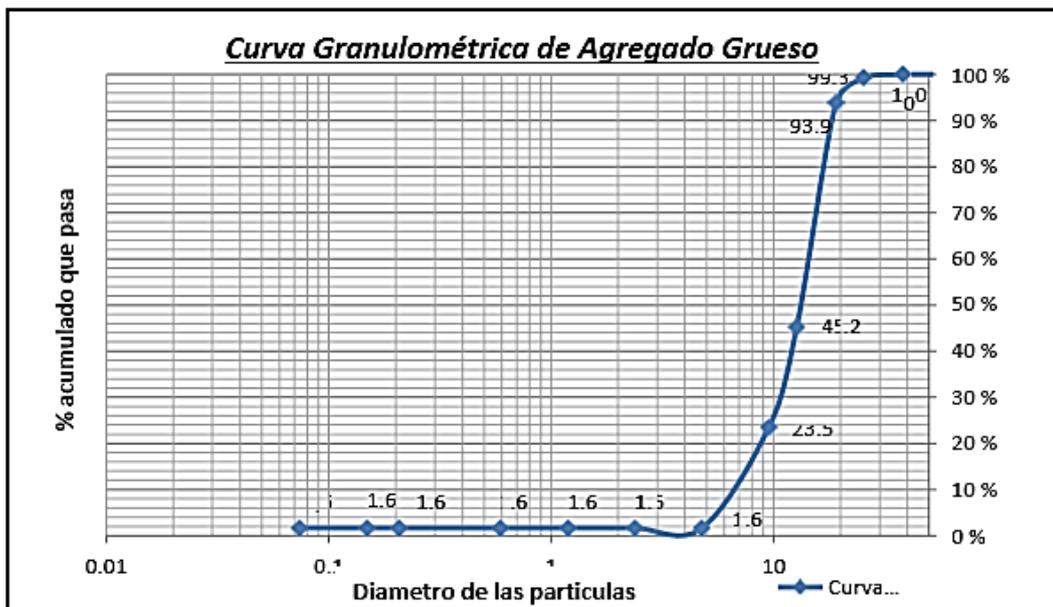


FIGURA 32. CURVA GRANULOMÉTRICA
Fuente: LIÑAN, Jazmín, ALVAREZ, Leonel (2018)

TABLA 10. ENSAYOS AL AGREGADO GRUESO

% ABSORCIÓN	PESO UNITARIO SUELTO	PESO UNITARIO COMPACTADO	DENSIDAD RELATIVA APARENTE (GRAVEDAD ESPECÍFICA)	% HUMEDAD
0.7	1.53	1.66	2.82	0

Fuente. elaboración propia

ENSAYOS AL AGREGADO FINO

TABLA 11. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ (Nº)	MALLA			
	ABERTURA (mm)	% QUE PASA	% RETENIDO	% RETENIDO EN CADA TAMIZ
3"	76.200	100.0	0.0	0.0
2"	50.800	100.0	0.0	0.0
1 ½ "	38.100	100.0	0.0	0.0
1"	25.400	100.0	0.0	0.0
¾"	19.100	100.0	0.0	0.0
½"	12.700	100.0	0.0	0.0
3/8"	9.520	100.0	0.0	0.0
Nº 4	4.760	99.8	0.2	0.2
Nº 8	2.380	82.8	17.2	16.9
Nº 16	1.190	58.6	41.4	24.2
Nº 30	0.590	33.7	66.3	24.9
Nº 50	0.207	16.4	83.6	17.3
Nº 100	0.149	7.5	92.5	8.9
Nº 200	0.074	4.2	95.8	3.3

Fuente. elaboración propia

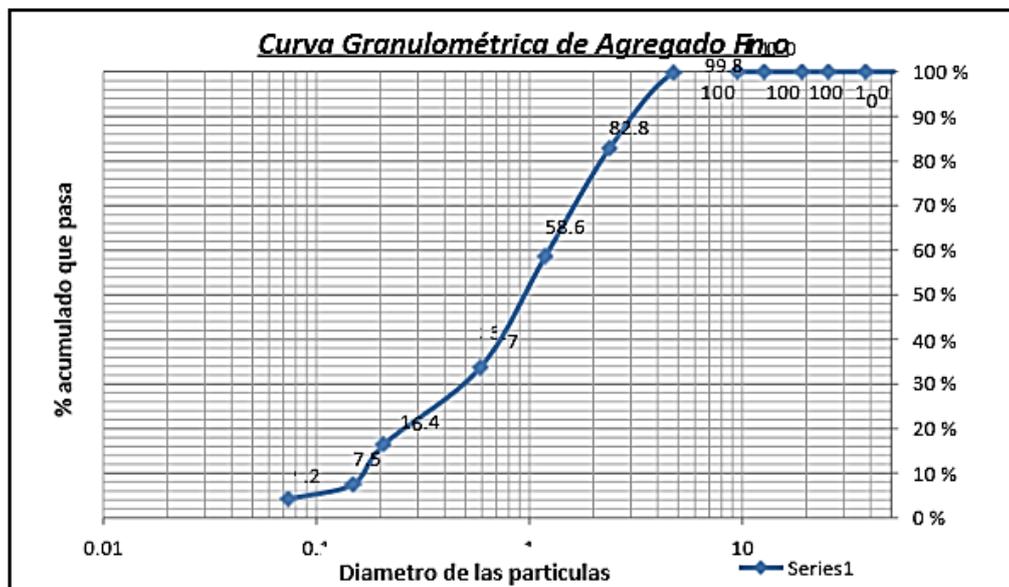


FIGURA 33. CURVA GRANULOMÉTRICA

Fuente: LIÑAN, Jazmín, ALVAREZ, Leonel (2018)

TABLA 12. ENSAYOS AL AGREGADO FINO

% ABSORCIÓN	PESO UNITARIO SUELTO	PESO UNITARIO COMPACTADO	DENSIDAD RELATIVA APARENTE (GRAVEDAD ESPECIFICA)	MÓDULO DE FINEZA	% HUMEDAD
0.73	1.59	1.77	2.69	3.01	0.0

Fuente. elaboración propia

ENSAYOS AL PET

TABLA 13. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ (Nº)	MALLA			
	ABERTURA (mm)	% QUE PASA	% RETENIDO	% RETENIDO EN CADA TAMIZ
3"	76.200	100.0	0.0	0.0
2"	50.800	100.0	0.0	0.0
1 ½ "	38.100	100.0	0.0	0.0
1"	25.400	100.0	0.0	0.0
¾ "	19.100	99.9	0.1	0.1
½ "	12.700	99.6	0.4	0.3
3/8"	9.520	97.7	2.3	1.9
Nº 4	4.760	61.3	38.7	36.3
Nº 8	2.380	18.7	81.3	42.6
Nº 16	1.190	3.1	96.9	15.6
Nº 30	0.590	0.6	99.4	2.5
Nº 50	0.207	0.2	99.8	0.4
Nº 100	0.149	0.1	99.9	0.1
Nº 200	0.074	0.0	100.0	0.1

Fuente. elaboración propia

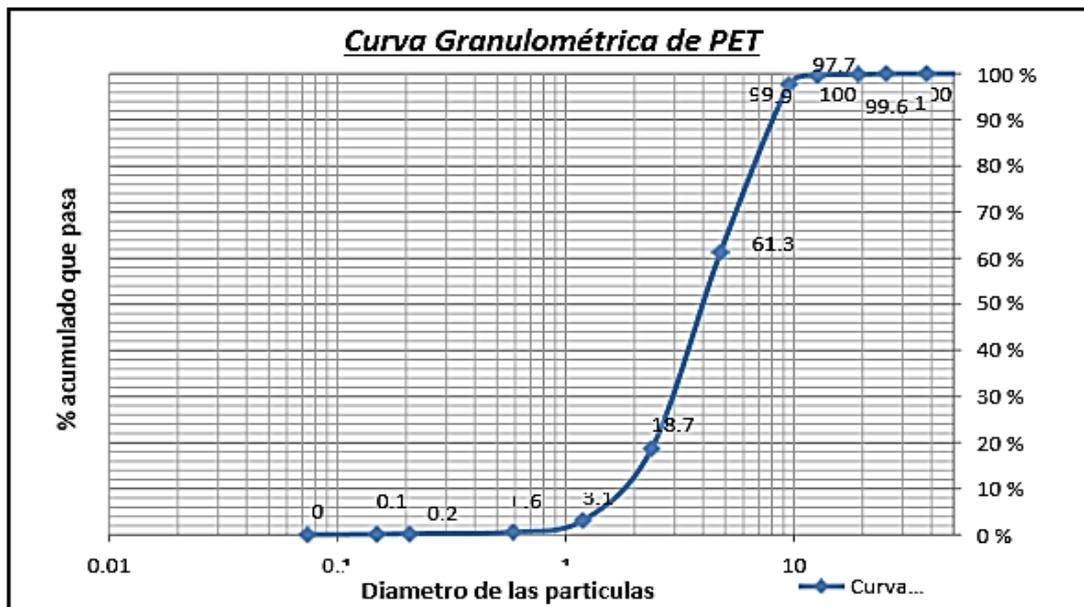


FIGURA 34. CURVA GRANULOMÉTRICA

Fuente: LIÑAN, Jazmín, ALVAREZ, Leonel (2018)

TABLA 14. ENSAYOS AL PET

PESO UNITARIO SUELTO	PESO UNITARIO COMPACTADO
0.31	0.36

Fuente. elaboración propia

ENSAYOS AL AGREGADO FINO

Según ARENAS, Nelson, GOMEZ, Gustavo (2015) expresaron que realizaron análisis granulométrico al agregado fino como a las partículas de pet y a la vez realizaron ensayos para obtener el porcentaje de vacíos.

TABLA 15. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

MALLA				
TAMIZ (Nº)	PESO RETENIDO (gr)	% QUE PASA	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO
Nº 4	12.1	98.79	1.21	1.21
Nº 8	78.5	90.94	7.85	9.06
Nº 16	127.6	78.18	12.76	21.82
Nº 30	225.8	55.6	22.58	44.4
Nº 50	389.7	16.63	38.97	83.37
Nº 100	125.3	4.1	12.53	95.9
FONDO	39.3	0.17	3.93	99.83
TOTAL	998.3	1000 gr	99.83	PESO MUESTRA
MODULO DE FINURA	2.56			

Fuente. elaboración propia

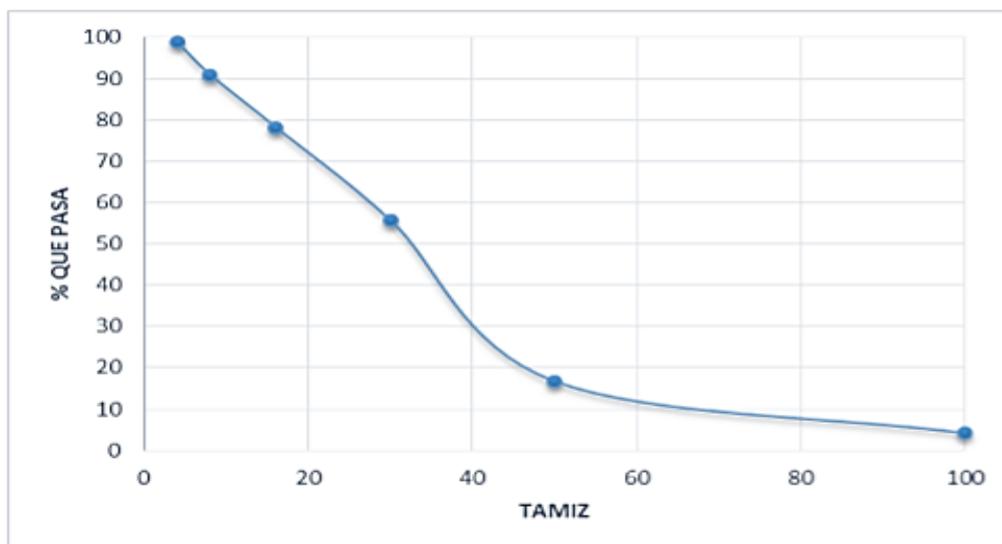


FIGURA 35. CURVA GRANULOMÉTRICA

Fuente: ARENAS, Nelson, GOMEZ, Gustavo (2015)

TABLA 16. ENSAYOS AL AGREGADO FINO

DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	UNIDAD
A	Peso del frasco + agua hasta la marca	653.70	g
B	Peso de la muestra en condición S.S.S en el aire	500	g
C	Peso de la muestra + frasco y agua hasta la marca, en el aire	960.20	g
D	Peso de la muestra secada al horno	491.90	g
Gravedad específica real $D/(A-C+D)$		2653.18	Kg/m ³
Gravedad específica aparente $D/(A+B-C)$		2542.12	Kg/m ³
Gravedad específica APARENTE S.S.S..... $B/(A+B-C)$		2583.98	Kg/m ³
Absorción..... $((B-D) * 100) / C$		0.84	%

Fuente. Elaboración propia

ENSAYOS (PORCENTAJE DE VACIOS)

TABLA 17. DETERMINACIÓN DE LA MASA UNITARIA Y LOS VACÍOS ENTRE PARTÍCULAS DE AGREGADOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
P1= peso del medidor + vidrio	3045	g
P2= peso del medidor + vidrio + agua	5868	g
V= VOLUMEN DEL MEDIDOR ... $(p2-p1) / 1000$	2.823	l
Pm= peso del medidor vacío	2557	g
Pc= peso del medidor + material S.S.S compactado	7265	g
Ps= peso del medidor + material S.S.S suelto	6920	g
F= peso unitario del agregado S.S.S compactado..... $(Pc - Pm) / V$	1668	Kg/m ³
Peso unitario del agregado S.S.S suelto.... $(Ps- Pm) / V$	1546	Kg/m ³
Vacíos $(E*1000 - F) / (E*10)$	34.4	%

Fuente. elaboración propia

ENSAYOS AL PET

TABLA 18. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PET

MALLA				
TAMIZ (Nº)	PESO RETENIDO (gr)	% QUE PASA	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO
Nº 4	34.9	96.51	3.49	3.49
Nº 8	657.1	30.8	65.71	69.2
Nº 16	256.9	5.11	25.69	94.89
Nº 30	36.2	1.49	3.62	98.51
Nº 50	7.7	0.72	0.77	99.28
Nº 100	2.7	0.45	0.27	99.55
FONDO	1.6	0.29	0.16	99.71
TOTAL	997.1	1000 gr	99.71	PESO MUESTRA
MÓDULO DE FINURA	4.64			

Fuente. elaboración propia

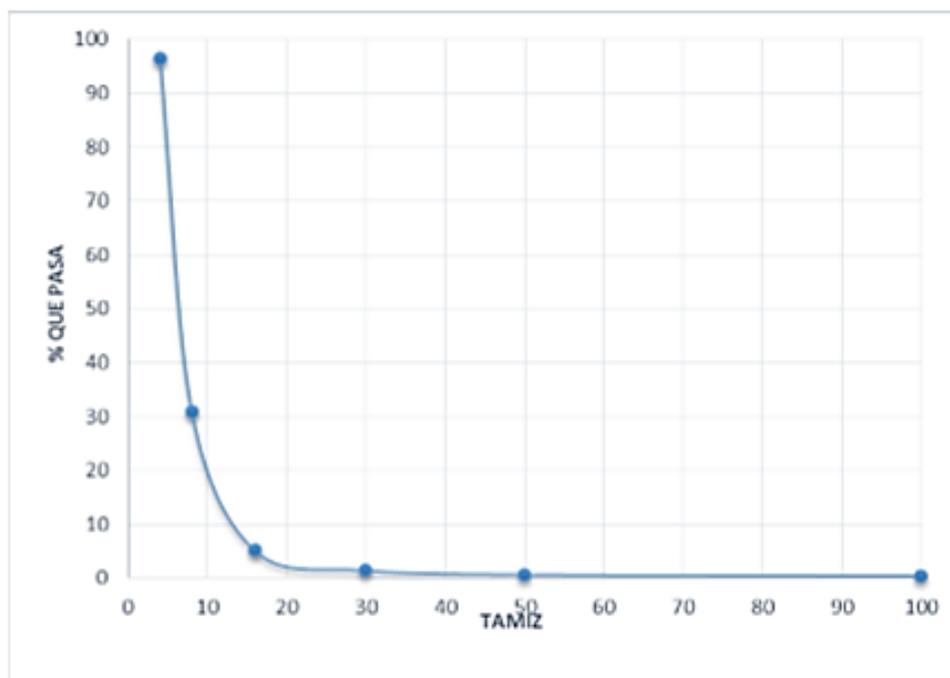


FIGURA 36. CURVA GRANULOMÉTRICA
Fuente: ARENAS, Nelson, GOMEZ, Gustavo (2015)

TABLA 19. ENSAYOS AL AGREGADO FINO

DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	UNIDAD
A	Peso del frasco + agua hasta la marca	653.2	g
B	Peso de la muestra en condición S.S.S en el aire	100	g
C	Peso de la muestra + frasco y agua hasta la marca, en el aire	677.4	g
D	Peso de la muestra secada al horno	95.9	g
Gravedad específica real $D/(A-C+D)$		1337.52	Kg/m ³
Gravedad específica aparente $D/(A+B-C)$		1265.17	Kg/m ³
Gravedad específica APARENTE S.S.S..... $B/(A+B-C)$		1319	Kg/m ³
Absorción..... $((B-D) *100) /C$		0.61	%

Fuente. elaboración propia

ENSAYOS (PORCENTAJE DE VACIOS)

TABLA 20. DETERMINACIÓN DE LA MASA UNITARIA Y LOS VACÍOS DEL PET

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
P1= peso del medidor + vidrio	3045	g
P2= peso del medidor + vidrio + agua	5868	g
V= VOLUMEN DEL MEDIDOR ... $(p2-p1) / 1000$	2.823	l
Pm= peso del medidor vacío	2557	g
Pc= peso del medidor + material S.S.S compactado	3986	g
Ps= peso del medidor + material S.S.S suelto	3806	g
F= peso unitario del agregado S.S.S compactado..... $(Pc - Pm) / V$	506	Kg/m ³
Peso unitario del agregado S.S.S suelto.... $(Ps- Pm) / V$	442	Kg/m ³
Vacíos..... $(E*1000 - F) / (E*10)$	56.8	%

Fuente. elaboración propia

ENSAYOS AL AGREGADO FINO

Según DI MARCO, Raúl (2015) expreso que realizo análisis granulométrico al agregado fino como a las partículas de Polietileno Tereftalato, el expresa que el ensayo a la arena fue realizado a arena sin presencia de partículas contaminantes.

TABLA 21. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD	COEFICIENTE DE CURVATURA	DENSIDAD DE ARENA
11.17	1.91	2.51 Kg/cm ³

Fuente. elaboración propia

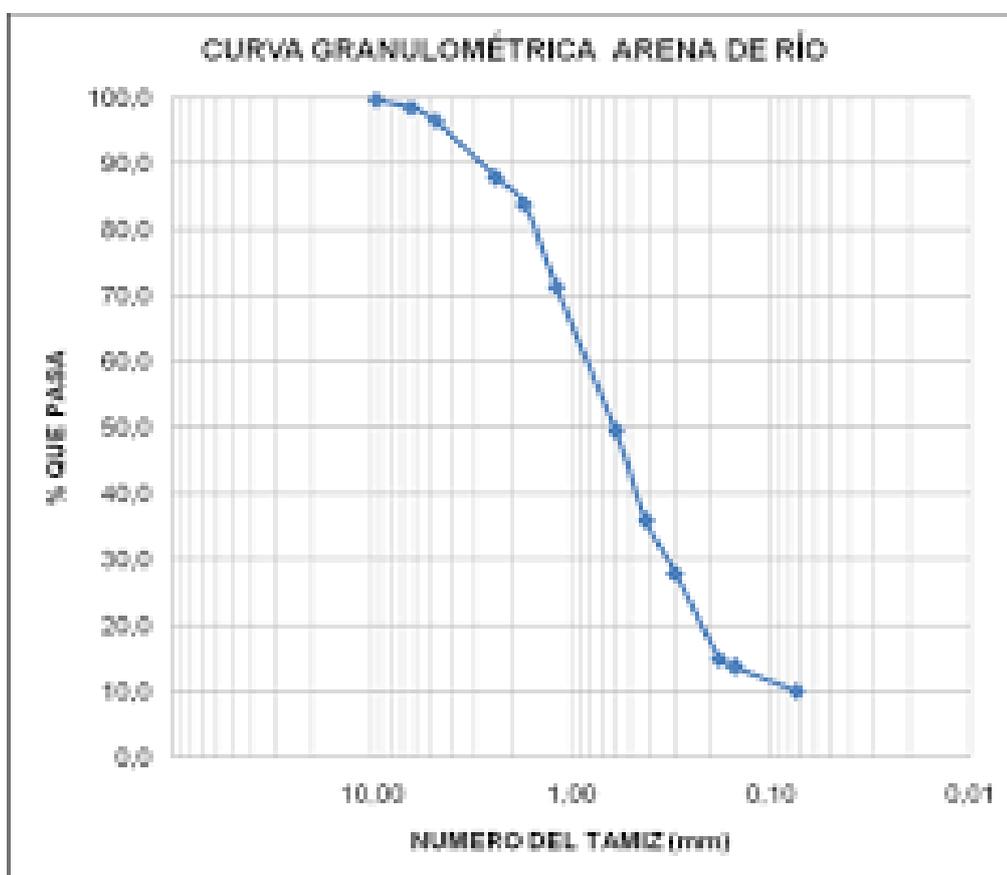


FIGURA 37. CURVA GRANULOMÉTRICA
Fuente. DI MARCO, Raúl (2015)

ENSAYO AL PET

TABLA 22. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL PET

PET			ARENA	
% DE POLIETILENO TEREFTALATO	VOLUMEN (cm ³)	PESO (gr)	V= m/d(cm ³)	M= DXV (gr)
5%	48	63,83	911,91	2279,78
10%	96	127,67	863,92	2159,79
15%	144	191,50	815,92	2039,80

Fuente. elaboración propia

ANÁLISIS A LA CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO FINO:

Al analizar los resultados del análisis granulométrico del agregado fino, se puede observar una diferencia notoria en algunos N° de tamices. La tesis de LIÑAN, Jazmín, ALVAREZ, Leonel (2018) realizó un análisis granulométrico del tamiz 3" al N° 200 a diferencia de la tesis de ARENAS, Nelson, GOMEZ, Gustavo (2015) que de acuerdo a la curva granulométrica se puede observar los resultados del tamiz N° 4 al tamiz N° 100 y la tesis de DI MARCO, Raúl (2015) su análisis granulométrico solo se puede observar según la gráfica que se realizó un análisis granulométrico aproximadamente de 3" al N° 100 de tamiz.

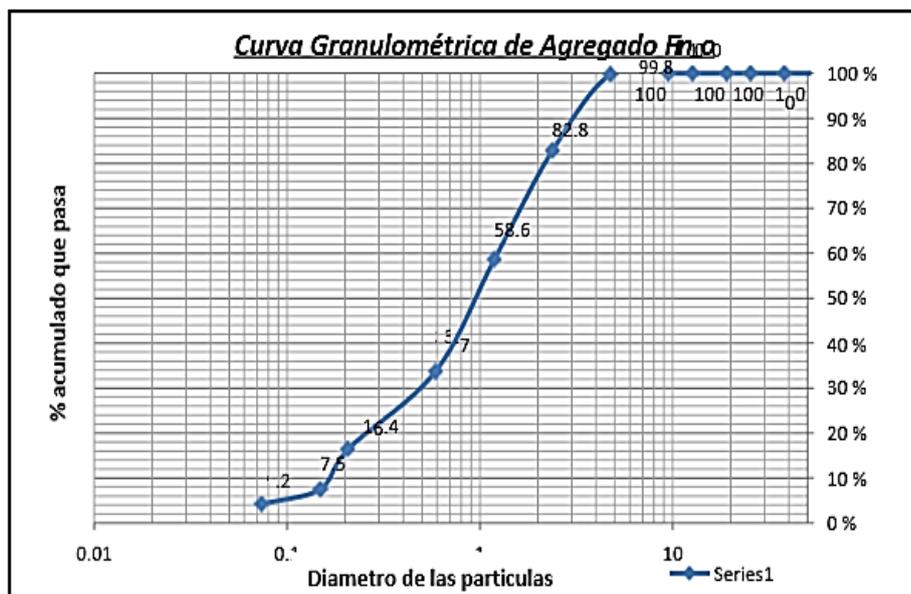


FIGURA 38. CURVA GRANULOMÉTRICA
Fuente: LIÑAN, Jazmín, ALVAREZ, Leonel (2018)

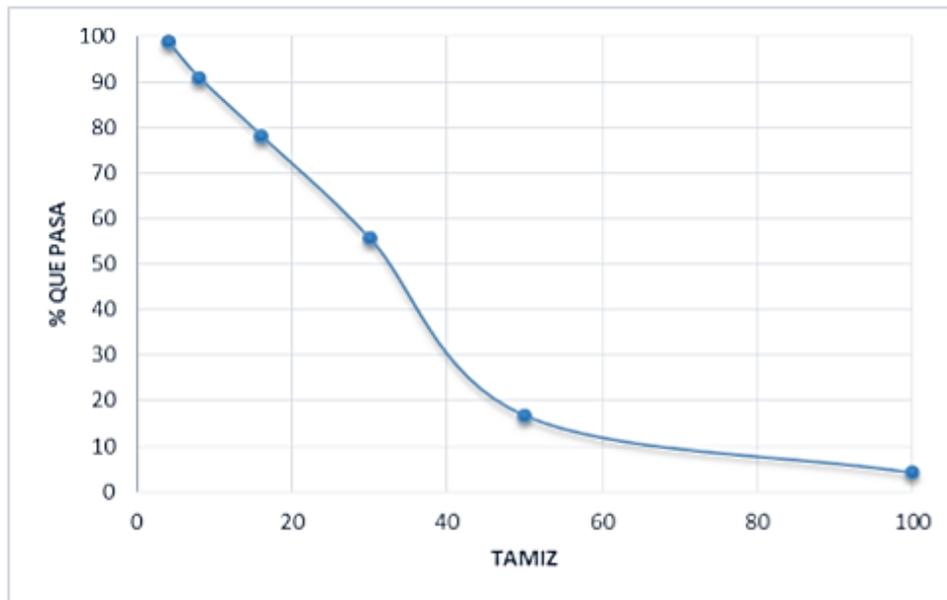


FIGURA 39. CURVA GRANULOMÉTRICA
Fuente: ARENAS, Nelson, GOMEZ, Gustavo (2015)

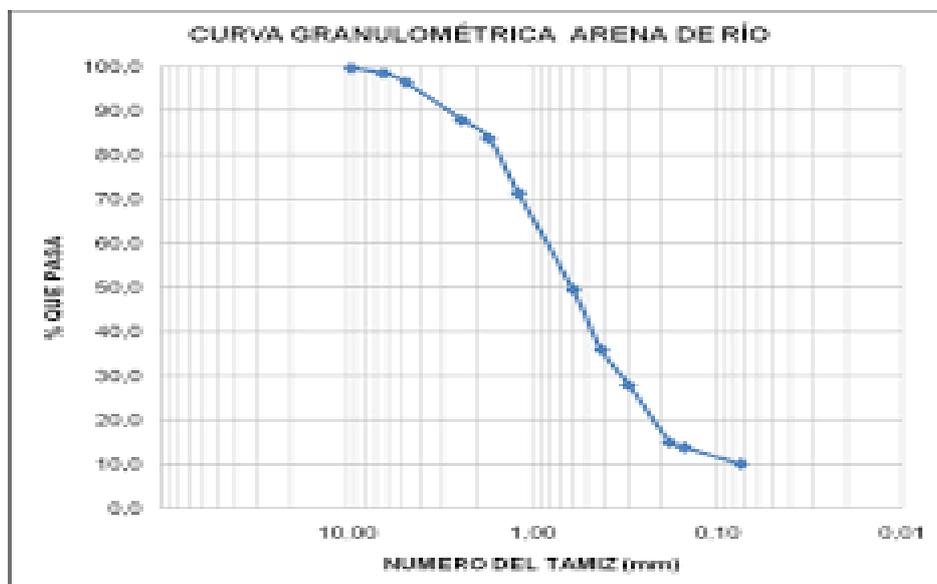


FIGURA 40. CURVA GRANULOMÉTRICA
Fuente. DI MARCO, Raúl (2015)

Como se puede observar en las 3 curvas granulométricas del agregado fino, en el % que pasa varia notoriamente en el tamiz N° 8, N° 16 Y N° 30, según la tesis de **LIÑAN, Jazmín, ALVAREZ, Leonel (2018)**, tiene como resultado en el tamiz N° 8 (82.8) , en el tamiz N° 16 (58.6) y en el tamiz N° 30 (33.7) , a diferencia de la tesis de **ARENAS, Nelson, GOMEZ, Gustavo (2015)**, tiene como resultado en el tamiz N° 8 (90.94), en el tamiz N° 16 (78.18) y en el tamiz N° 30 (55.6) y la tesis de **DI MARCO, Raúl (2015)**, tiene en el tamiz N° 8 (37.3), en el tamiz N° 16 (28.2) y en el tamiz N° 30 (14.9).

En todos los tamices varia el resultado, pero las más significativas son las mencionadas anteriormente, esta diferencia se puede deber a que la dos primeras tesis **LIÑAN, Jazmín, ALVAREZ, Leonel (2018)** y **ARENAS, Nelson, GOMEZ, Gustavo (2015)** sus muestras son de la misma dimensión se tienen adoquines de 20x10x6 a diferencia de **DI MARCO, Raúl (2015)** que su adoquín es de dimensión 24x12x6, también depende mucho de qué tipo de arena hayan usado para las muestras ya que dos tesis de estas son colombianas por lo cual depende mucho del clima.

ANÁLISIS A LA CURVA GRANULOMÉTRICA DEL PET:

Al analizar los resultados del análisis granulométrico del PET, se puede observar una diferencia notoria en algunos N° de tamices. La tesis de **LIÑAN, Jazmín, ALVAREZ, Leonel (2018)** realizó un análisis granulométrico del tamiz 3" al N° 200 a diferencia de la tesis de **ARENAS, Nelson, GOMEZ, Gustavo (2015)** que de acuerdo a la curva granulométrica se puede observar los resultados del tamiz N° 4 al tamiz N° 100 y la tesis de **DI MARCO, Raúl (2015)** solo se puede observar el tamiz N° 8.

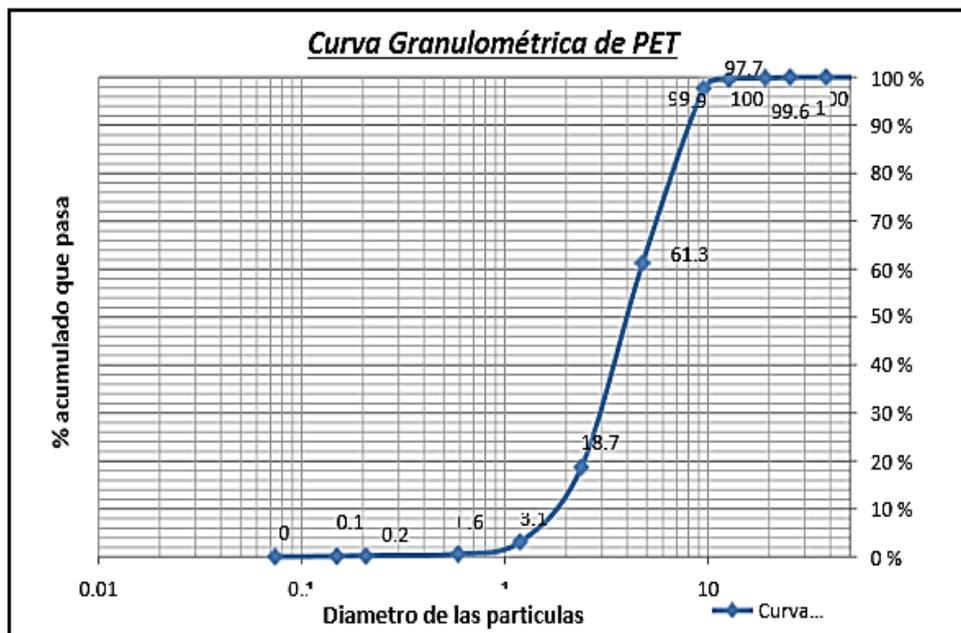


FIGURA 41. CURVA GRANULOMÉTRICA
Fuente: **LIÑAN, Jazmín, ALVAREZ, Leonel (2018)**

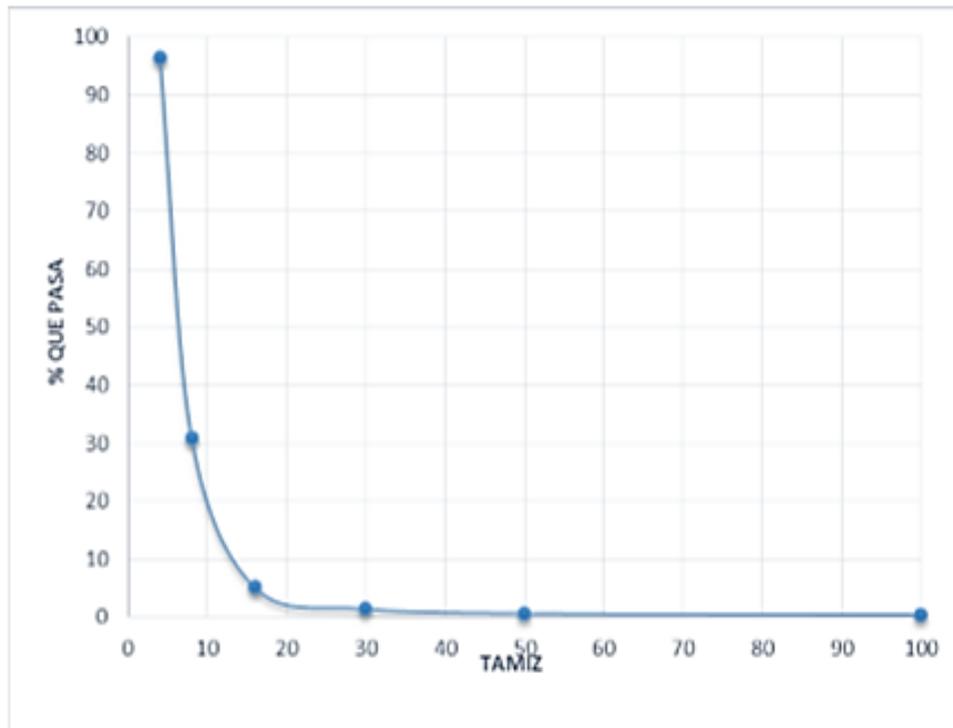


FIGURA 42. CURVA GRANULOMÉTRICA
 Fuente: ARENAS, Nelson, GOMEZ, Gustavo (2015)

Como se puede observar en las 3 curvas granulométricas del agregado fino, en el % que pasa varía notoriamente en el tamiz N° 4 Y N° 8, según la tesis de **LIÑAN, Jazmín, ALVAREZ, Leonel (2018)**, tiene como resultado en el tamiz N° 4 (61,3), y en el tamiz N° 8 (18.7) , a diferencia de la tesis de **ARENAS, Nelson, GOMEZ, Gustavo (2015)**, tiene como resultado en el tamiz N° 4 (96.51) y en el tamiz N° 8 (30.8) y la tesis de **DI MARCO, Raúl (2015)**, tiene en el tamiz N° 8 (2.38 mm).

En todos los tamices varía el resultado, pero las más significativas son las mencionadas anteriormente, esta diferencia se puede deber a la dimensión de la partícula del polietileno triturado.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

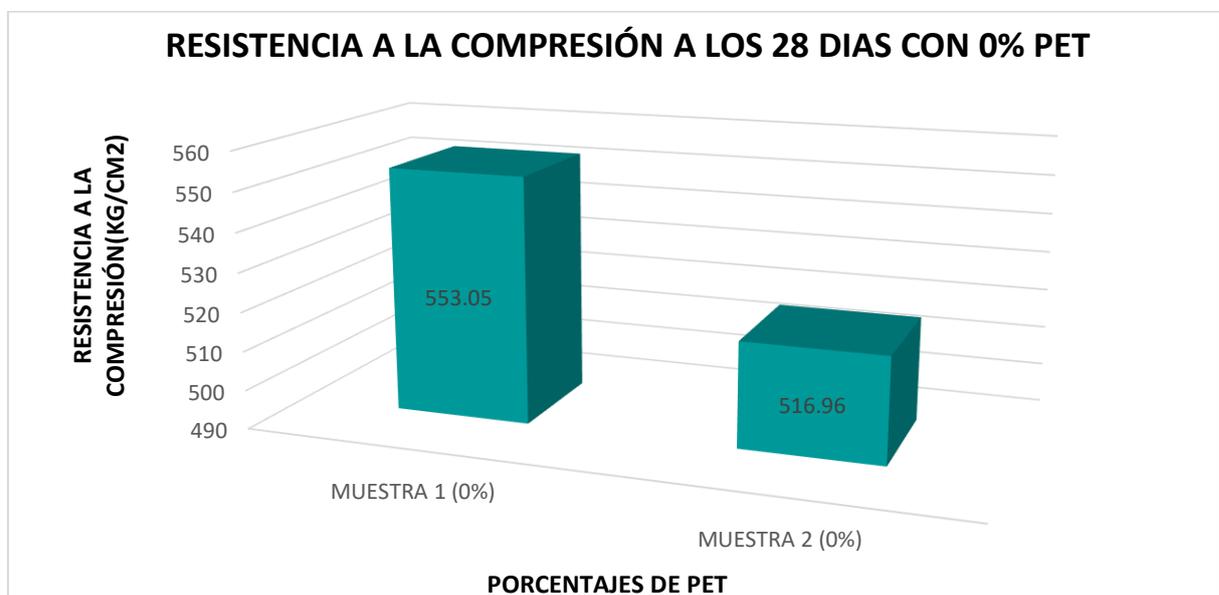
Según LIÑAN, Jazmín, ALVAREZ, Leonel (2018) expresaron que este ensayo se realizó con adoquines curados a los 28 días y a la vez se realizaron dos muestras por cada dosificación (0%, 5%, 10% y 15%), tomando como referencia la NTP 3399.611.

TABLA 23. RESULTADOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN CON (0%, 5%, 10% Y 15%) PET

% POLIETILENO TEREFTALATO	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm)	CARGA ULTIMA (KG-F)	RESISTENCIA (KG/CM2)	RESISTENCIA PROMEDIO (KG/CM2)
0	19.96	10.02	6.42	110609	553.05	535
	20.08	10.05	6.35	104325	516.96	
5%	20.02	10.02	6.32	84416.4	420.82	418.33
	20.05	10.02	6.28	83542.6	415.84	
10%	19.99	9.94	6.48	59091.5	297.39	298.28
	20.04	10.04	6.30	60192.5	299.17	
15%	19.91	9.94	6.48	36112.9	182.48	181
	20.04	10.06	6.27	36193.9	179.53	

Fuente. elaboración propia

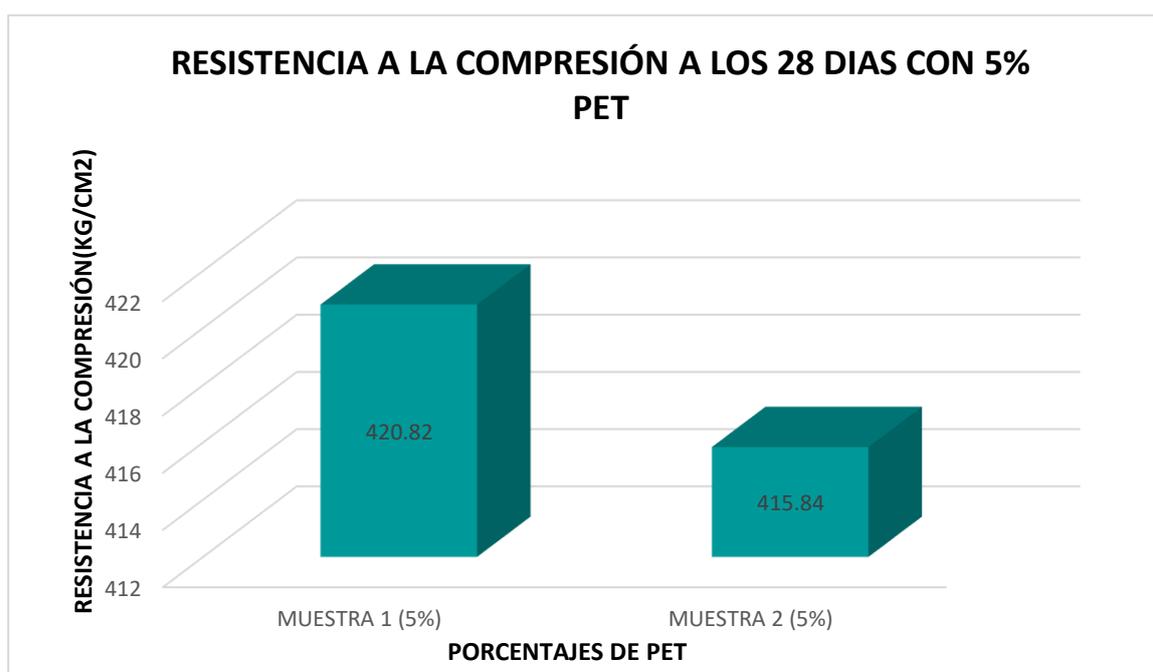
GRÁFICA 1. Resultado De Ensayo De Resistencia A La Compresión con 0% PET



Fuente. elaboración propia

Como se puede apreciar en la **GRÁFICA 1**, se observa un diagrama de barras el cual muestra resultados de la tesis de los autores **Liñán, Jazmín, Álvarez, Leonel (2018)**, en el cual se puede observar dos muestras de adoquines de concreto con adición de 0% de polietileno tereftalato. La primera muestra logra una resistencia a la compresión de 553,05 kg/cm² y la segunda muestra logra 516,96 kg/cm² de resistencia a la compresión, estos resultados fueron obtenidos a los 28 días mediante el ensayo de resistencia a la compresión el cual sigue las especificaciones establecidas por la **Norma Técnica Peruana 399.611**.

GRÁFICA 2.Resultado De Ensayo De Resistencia A La Compresión con 5% PET

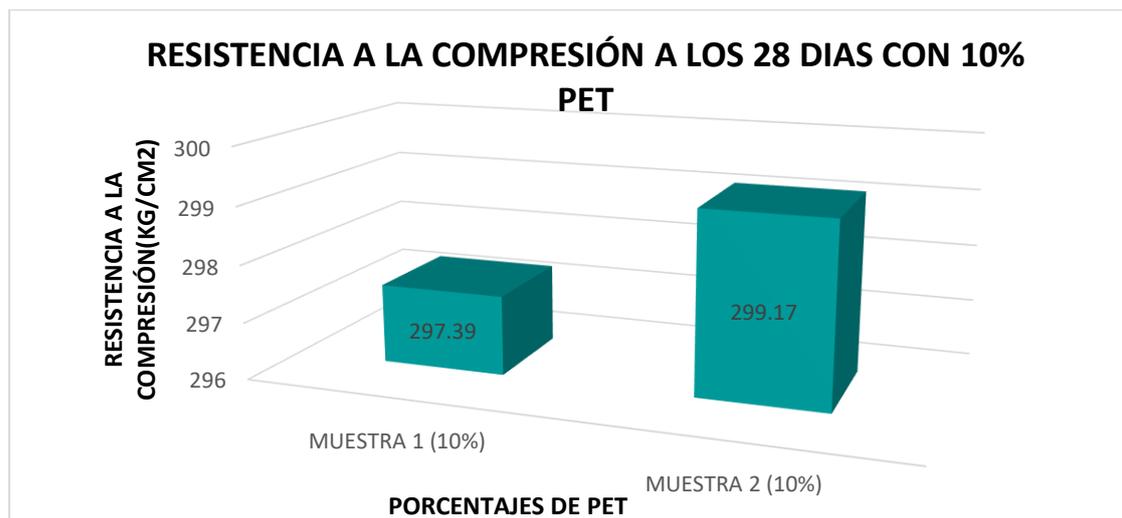


Fuente. Elaboración propia

Como se puede apreciar en la **GRÁFICA 2**, se puede observar un diagrama de barras el cual muestra resultados de la tesis de los autores **Liñán, Jazmín, Álvarez, Leonel (2018)**, en el cual se puede observar dos muestras de adoquines de concreto con adición de 5% de polietileno tereftalato.

La primera muestra logra una resistencia a la compresión de 420,82 kg/cm² y la segunda muestra logra 415,84 kg/cm² de resistencia a la compresión, estos resultados fueron obtenidos a los 28 días mediante el ensayo de resistencia a la compresión el cual sigue las especificaciones establecidas por la **Norma Técnica Peruana 399.611**.

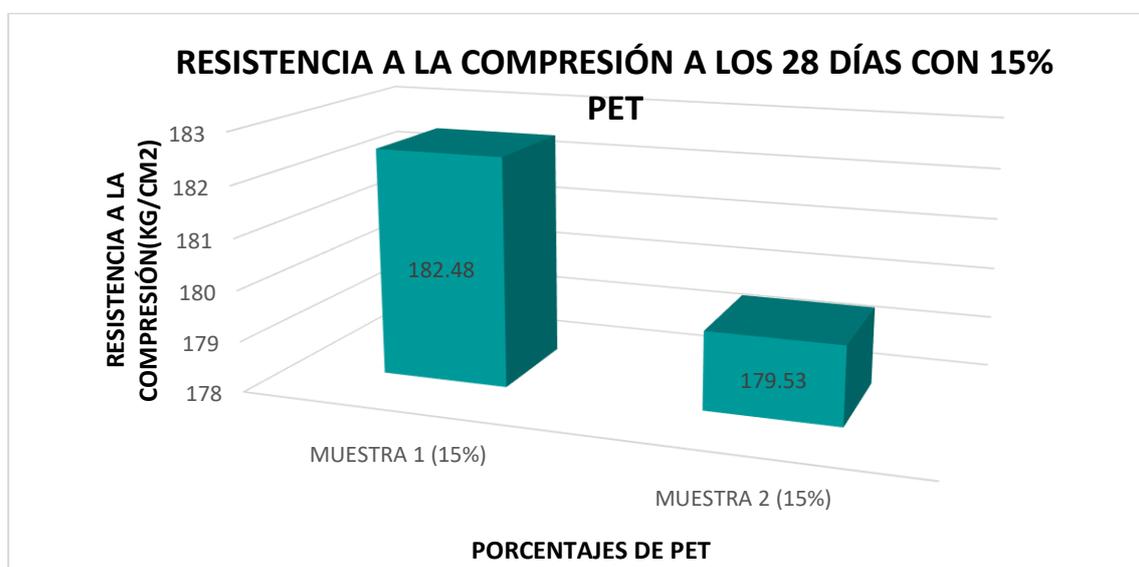
GRÁFICA 3.Resultado De Ensayo De Resistencia A La Compresión con 10% PET



Fuente. elaboración propia

Como se puede apreciar en la **GRÁFICA 3**, se puede observar un diagrama de barras el cual muestra resultados de la tesis de los autores **Liñán, Jazmín, Álvarez, Leonel (2018)**, en el cual se puede observar dos muestras de adoquines de concreto con adición de 10% de polietileno tereftalato. La primera muestra logra una resistencia a la compresión de 297,39 kg/cm² y la segunda muestra logra 299,17 kg/cm² de resistencia a la compresión, estos resultados fueron obtenidos a los 28 días mediante el ensayo de resistencia a la compresión el cual sigue las especificaciones establecidas por la **Norma Técnica Peruana 399.611**.

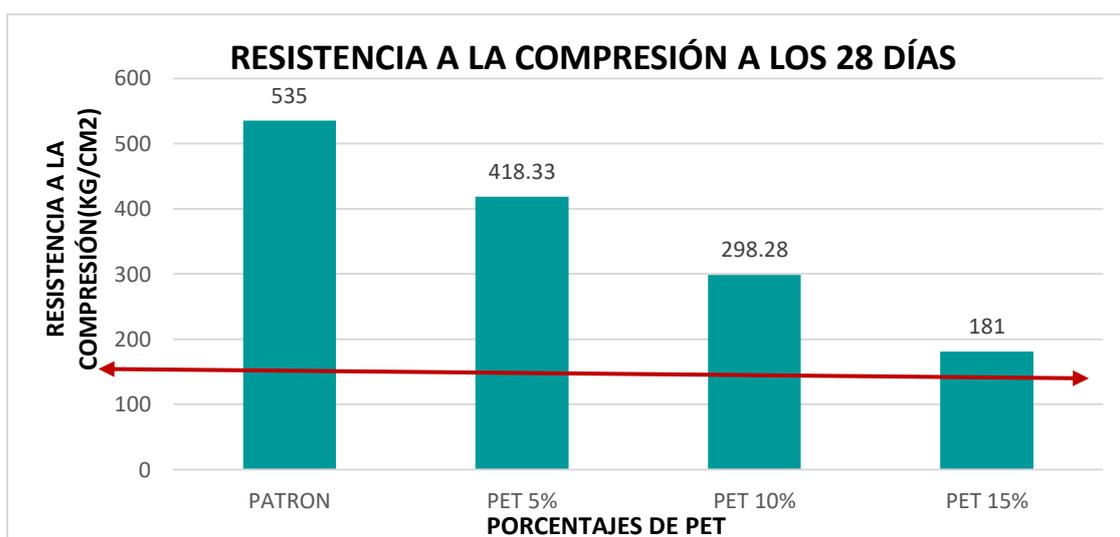
GRÁFICA 4.Resultado De Ensayo De Resistencia A La Compresión con 15% PET



Fuente. elaboración propia

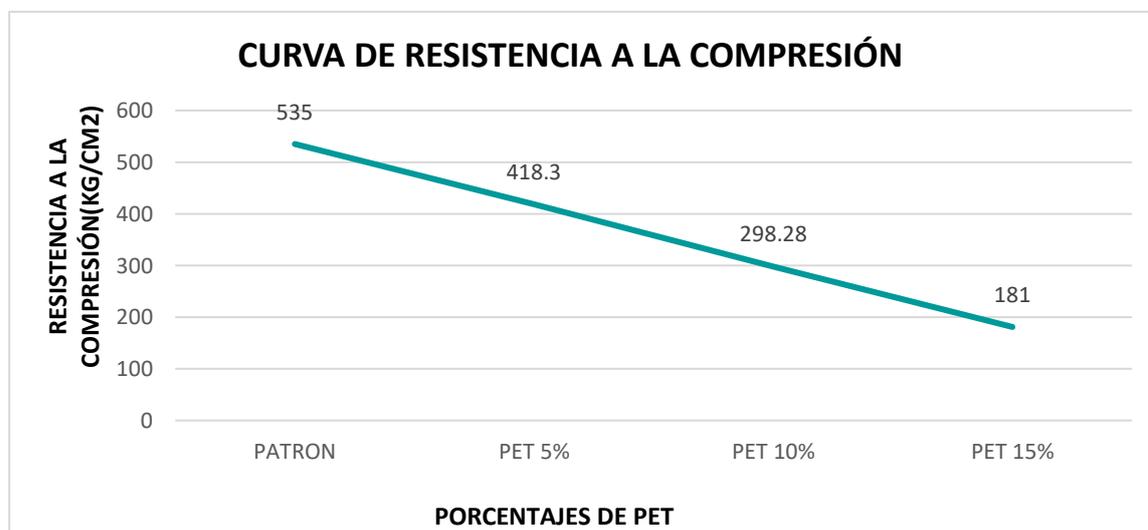
Como se puede apreciar en la **GRÁFICA 4**, se puede observar un diagrama de barras el cual muestra resultados de la tesis de los autores **Liñán, Jazmín, Álvarez, Leonel (2018)**, en el cual se puede observar dos muestras de adoquines de concreto con adición de 15% de polietileno tereftalato. La primera muestra logra una resistencia a la compresión de 182,48 kg/cm² y la segunda muestra logra 179,53 kg/cm² de resistencia a la compresión, estos resultados fueron obtenidos a los 28 días mediante el ensayo de resistencia a la compresión el cual sigue las especificaciones establecidas por la **Norma Técnica Peruana 399.611**.

GRÁFICA 5.Resultado promedio de Ensayo de Resistencia a la Compresión con 0%,5%,10%,15% PET.



Fuente. elaboración propia

GRÁFICA 6.Curva de Ensayo de Resistencia A La Compresión



Fuente. elaboración propia

Como se puede apreciar en la **GRÁFICA 5 y en la Gráfica 6**, se puede observar un diagrama de barras y un gráfico de curva de la resistencia, en ambos se puede observar los resultados promedios el cual se obtuvo sacando el promedio de las dos muestras de adoquines con (0%, 5%, 10% y 15%) por cada dosificación realizadas por los autores de la tesis **Liñán, Jazmín, Álvarez, Leonel (2018)**.

La primera barra muestra el promedio de la muestra con 0% polietileno tereftalato el cual obtuvo una resistencia a la compresión de 535 kg/cm², el ensayo se realizó a los 28 días, lo cual podemos llegar a la conclusión que el promedio de las muestras con la adición de 0% de polietileno tereftalato cumple con las especificaciones establecidas por la **Norma Técnica Peruana 399.611**, ya que la norma da como resistencia a la compresión mínima 290 kg/cm².

La segunda barra muestra el promedio de la muestra con 5% polietileno tereftalato el cual obtuvo una resistencia a la compresión de 418,33 kg/cm², el ensayo se realizó a los 28 días, lo cual podemos llegar a la conclusión que el promedio de las muestras con la adición de 5% de polietileno tereftalato cumple con las especificaciones establecidas por la **Norma Técnica Peruana 399.611**, ya que la norma da como resistencia a la compresión mínima 290 kg/cm².

La tercera barra muestra el promedio de la muestra con 10% polietileno tereftalato el cual obtuvo una resistencia a la compresión de 298,28 kg/cm², el ensayo se realizó a los 28 días, lo cual podemos llegar a la conclusión que el promedio de las muestras con la adición de 10% de polietileno tereftalato cumple con las especificaciones establecidas por la **Norma Técnica Peruana 399.611**, ya que la norma da como resistencia a la compresión mínima 290 kg/cm².

La última barra muestra el promedio de la muestra con 15% polietileno tereftalato el cual obtuvo una resistencia a la compresión de 535 kg/cm², el ensayo se realizó a los 28 días, lo cual podemos llegar a la conclusión que el promedio de las muestras con la adición de 15% de polietileno tereftalato no cumple con las especificaciones establecidas por la **Norma Técnica Peruana 399.611**, ya que la norma da como resistencia a la compresión mínima 290 kg/cm².

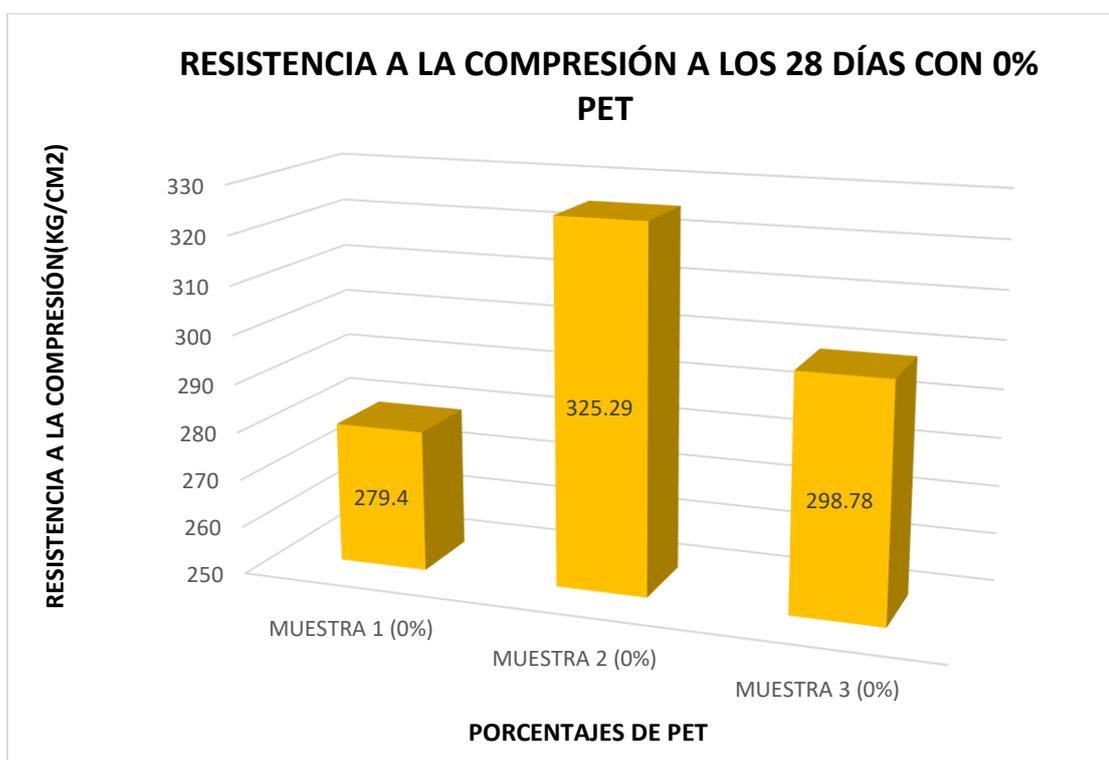
Según ARENAS, Nelson, GOMEZ, Gustavo (2015) expresaron que este ensayo se realizó en la prensa hidráulica, este ensayo se realizó a 3 muestras por cada dosificación adición de pet.

TABLA 24. RESULTADOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN CON (0%, 5%, 10% Y 15%) PET

% POLIETILENO TEREFALATO	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm)	CARGA ULTIMA (Kn)	RESISTENCIA (KG/CM2)	RESISTENCIA PROMEDIO (KG/CM2)
0%	20.008	10.290	6.424	565	279.4	300.82
	20.057	10.356	6.340	662	325.29	
	20.127	10.170	6.300	600	298.78	
5%	20.145	10.213	6.256	699.9	346.7	331.41
	20.070	10.299	6.250	650	320.19	
	20.050	10.312	6.289	665	328.35	
10%	20.214	10.400	6.165	615.2	298.78	295.72
	20.242	10.366	6.191	607.4	294.7	
	20.225	10.375	6.159	606.6	294.7	
15%	20.220	10.354	6.180	600	292.66	287.56
	20.170	10.317	6.212	584	286.54	
	20.153	10.313	6.256	580	284.5	

Fuente. elaboración propia

GRÁFICA 7. RESULTADO DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

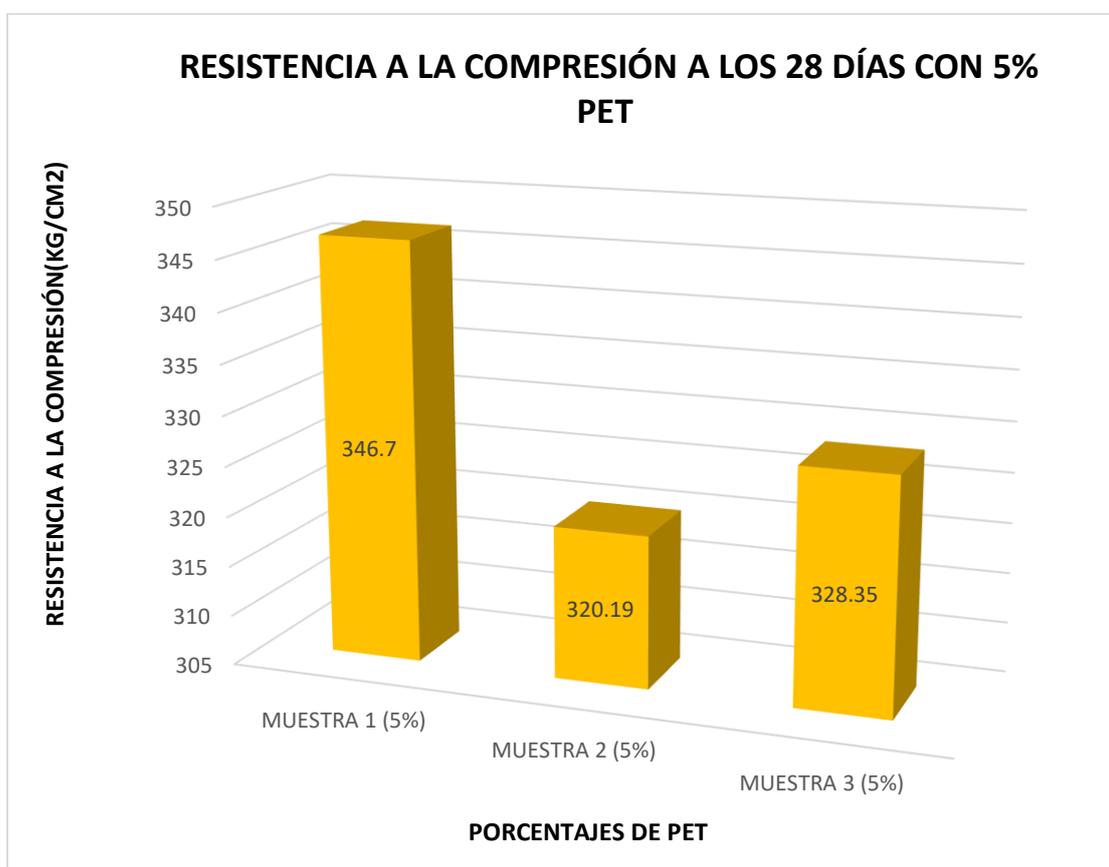


Fuente. elaboración propia

Como se puede apreciar en la **GRÁFICA 7**, se puede observar un diagrama de barras el cual muestra resultados de la tesis de los autores **Arenas, Nelson, Gómez, Gustavo (2015)**, en el cual se puede observar tres muestras de adoquines de concreto con adición de 0% de Polietileno Tereftalato.

La primera muestra logra una resistencia a la compresión de 279,4 kg/cm² y la segunda muestra logra 325,29 kg/cm² y la tercera muestra logra 298,78 kg/cm² de resistencia a la compresión, estos resultados fueron obtenidos a los 28 días mediante el ensayo de resistencia a la compresión el cual sigue las especificaciones establecidas por la **Norma Técnica Peruana 399.611**.

GRÁFICA 8. RESULTADO DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

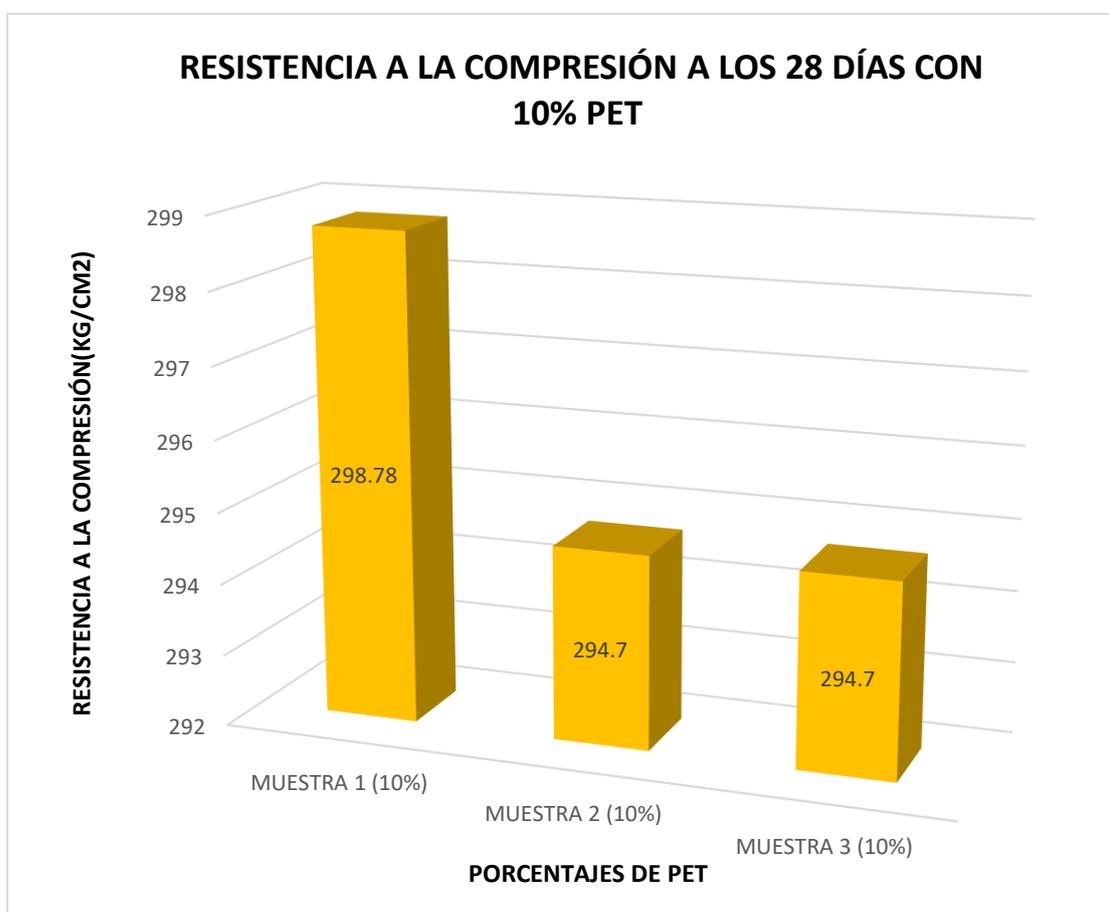


Fuente. elaboración propia

Como se puede apreciar en la **GRÁFICA 8**, se puede observar un diagrama de barras el cual muestra resultados de la tesis de los autores **Arenas, Nelson, Gómez, Gustavo (2015)**, en el cual se puede observar tres muestras de adoquines de concreto con adición de 5% de Polietileno Tereftalato.

La primera muestra logra una resistencia a la compresión de 346,7 kg/cm² y la segunda muestra logra 320,19 kg/cm² y la tercera muestra logra 328,35 kg/cm² de resistencia a la compresión, estos resultados fueron obtenidos a los 28 días mediante el ensayo de resistencia a la compresión el cual sigue las especificaciones establecidas por la **Norma Técnica Peruana 399.611**.

GRÁFICA 9. RESULTADO DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

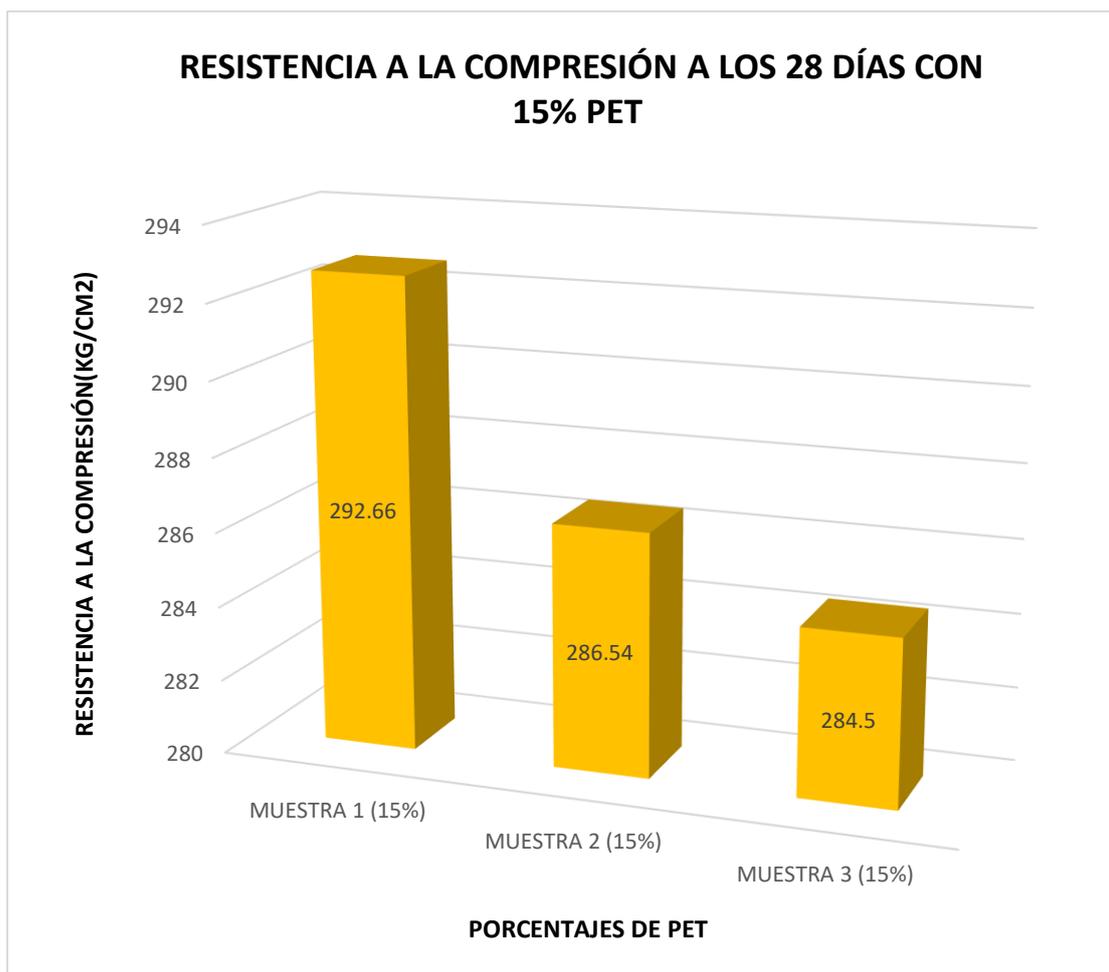


Fuente. elaboración propia

Como se puede apreciar en la **GRÁFICA 9**, se puede observar un diagrama de barras el cual muestra resultados de la tesis de los autores **Arenas, Nelson, Gómez, Gustavo (2015)**, en el cual se puede observar tres muestras de adoquines de concreto con adición de 10% de polietileno tereftalato.

La primera muestra logra una resistencia a la compresión de 298,78 kg/cm² y la segunda muestra logra 294,7 kg/cm² y la tercera muestra logra 294,7 kg/cm² de resistencia a la compresión, estos resultados fueron obtenidos a los 28 días mediante el ensayo de resistencia a la compresión el cual sigue las especificaciones establecidas por la **Norma Técnica Peruana 399.611**.

GRÁFICA 10. RESULTADO DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

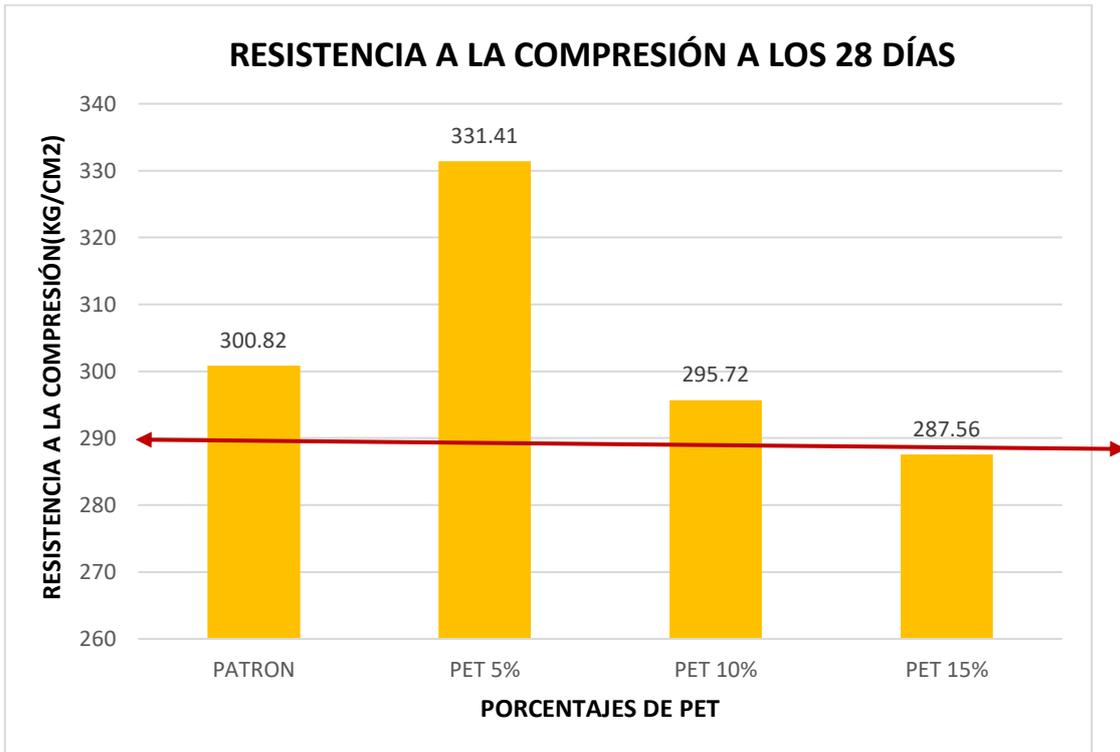


Fuente elaboración propia

Como se puede apreciar en la **GRÁFICA 10**, se puede observar un diagrama de barras el cual muestra resultados de la tesis de los autores **Arenas, Nelson, Gómez, Gustavo (2015)**, en el cual se puede observar tres muestras de adoquines de concreto con adición de 10% de Polietileno Tereftalato.

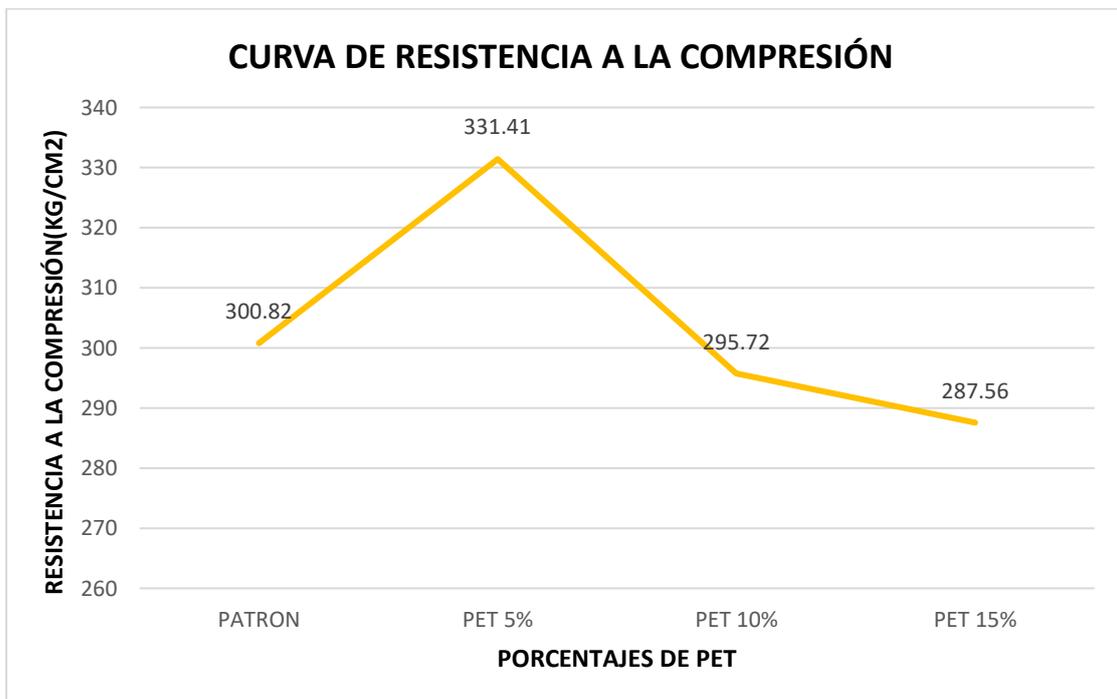
La primera muestra logra una resistencia a la compresión de 292,66 kg/cm² y la segunda muestra logra 286,54 kg/cm² y la tercera muestra logra 284,5 kg/cm² de resistencia a la compresión, estos resultados fueron obtenidos a los 28 días mediante el ensayo de resistencia a la compresión el cual sigue las especificaciones establecidas por la **Norma Técnica Peruana 399.611**.

GRÁFICA 11. RESULTADO DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON (0%, 5%, 10% Y 15%) PET



Fuente. elaboración propia

GRÁFICA 12. Curva de Ensayo de Resistencia A La Compresión



Fuente. elaboración propia

Como se puede apreciar en la **GRÁFICA 11 y en la Gráfica 12**, se puede observar un diagrama de barras y un gráfico de curva de la resistencia, en ambos se puede observar los resultados promedios el cual se obtuvo sacando el promedio de las tres muestras de adoquines con (0%, 5%, 10% y 15%) por cada dosificación realizadas por los autores de la tesis **Arenas, Nelson, Gómez, Gustavo (2015)**,

La primera barra muestra el promedio de la muestra con 0% polietileno tereftalato el cual obtuvo una resistencia a la compresión de 300,82 kg/cm², el ensayo se realizó a los 28 días, lo cual podemos llegar a la conclusión que el promedio de las muestras con la adición de 0% de polietileno tereftalato cumple con las especificaciones establecidas por la **Norma Técnica Peruana 399.611**, ya que la norma da como resistencia a la compresión mínima 290 kg/cm².

La segunda barra muestra el promedio de la muestra con 5% polietileno tereftalato el cual obtuvo una resistencia a la compresión de 331,41 kg/cm², el ensayo se realizó a los 28 días, lo cual podemos llegar a la conclusión que el promedio de las muestras con la adición de 5% de polietileno tereftalato cumple con las especificaciones establecidas por la **Norma Técnica Peruana 399.611**, ya que la norma da como resistencia a la compresión mínima 290 kg/cm².

La tercera barra muestra el promedio de la muestra con 10% polietileno tereftalato el cual obtuvo una resistencia a la compresión de 295,72 kg/cm², el ensayo se realizó a los 28 días, lo cual podemos llegar a la conclusión que el promedio de las muestras con la adición de 10% de polietileno tereftalato cumple con las especificaciones establecidas por la **Norma Técnica Peruana 399.611**, ya que la norma da como resistencia a la compresión mínima 290 kg/cm².

La última barra muestra el promedio de la muestra con 15% polietileno tereftalato el cual obtuvo una resistencia a la compresión de 287,56 kg/cm², el ensayo se realizó a los 28 días, lo cual podemos llegar a la conclusión que el promedio de las muestras con la adición de 15% de polietileno tereftalato no cumple con las especificaciones establecidas por la **Norma Técnica Peruana 399.611**, ya que la norma da como resistencia a la compresión mínima 290 kg/cm².

ENSAYOS DE MÓDULO DE ROTURA

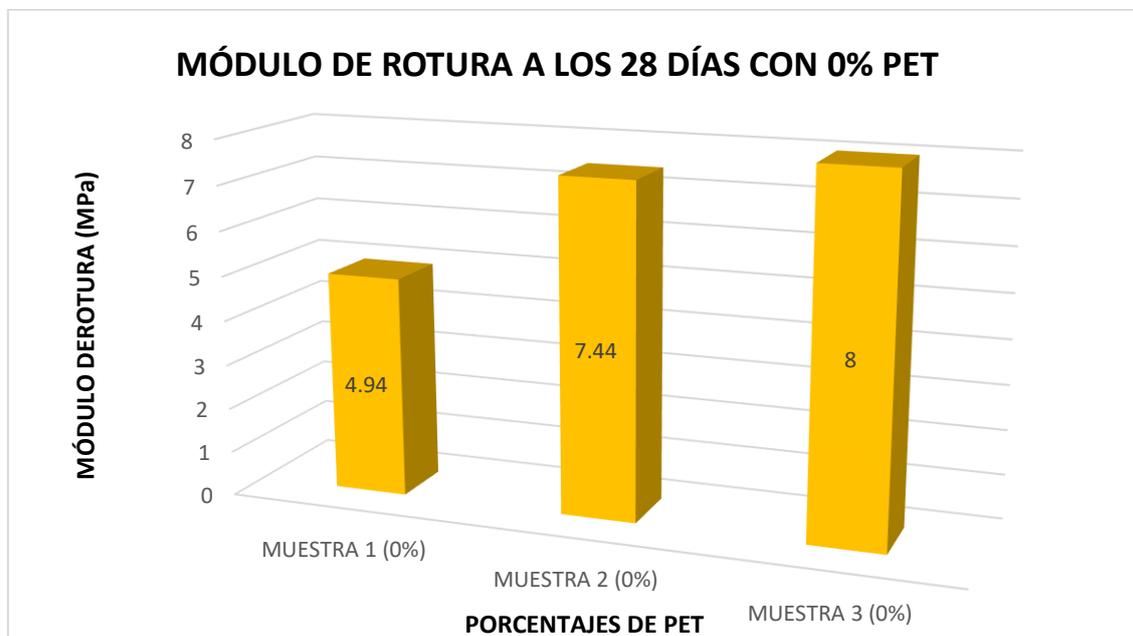
Según ARENAS, Nelson, GOMEZ, Gustavo (2015) expresaron que este ensayo se realizó en la maquina MTS 810, este ensayo se realizó a 3 muestras por cada dosificación adición de pet.

TABLA 25. RESULTADO DEL ENSAYO DE MÓDULO DE ROTURA CON (0%, 5%, 10% Y 15%) PET

% DE POLIETILENO TEREFALATO	DIMENSIONES			CARGA ROTURA (Kn)	Módulo de rotura (MPa)	Promedio
	ANCHO	LARGO	ESPESOR			
0%	10.089	19.962	6.284	7.3	4.94	6.8
	10.288	20.052	6.379	11.5	7.44	
	10.268	20.033	6.366	12.3	8	
5%	10.268	20.103	6.372	12.3	8.01	7.8
	10.266	20.160	6.368	11.3	7.39	
	10.302	20.100	6.250	11.7	7.89	
10%	10.184	20.186	6.188	12.5	8.74	8.9
	10.318	20.125	5.999	12.6	9.23	
	10.459	20.258	6.17	12.6	8.67	
15%	10.391	20.264	6.161	10.6	7.36	6.4
	10.276	20.207	6.172	7.9	5.51	
	10.316	20.163	6.226	9.4	6.40	

Fuente. elaboración propia

GRÁFICA 13. RESULTADOS DE ENSAYO DE MÓDULO DE ROTURA CON 0% PET

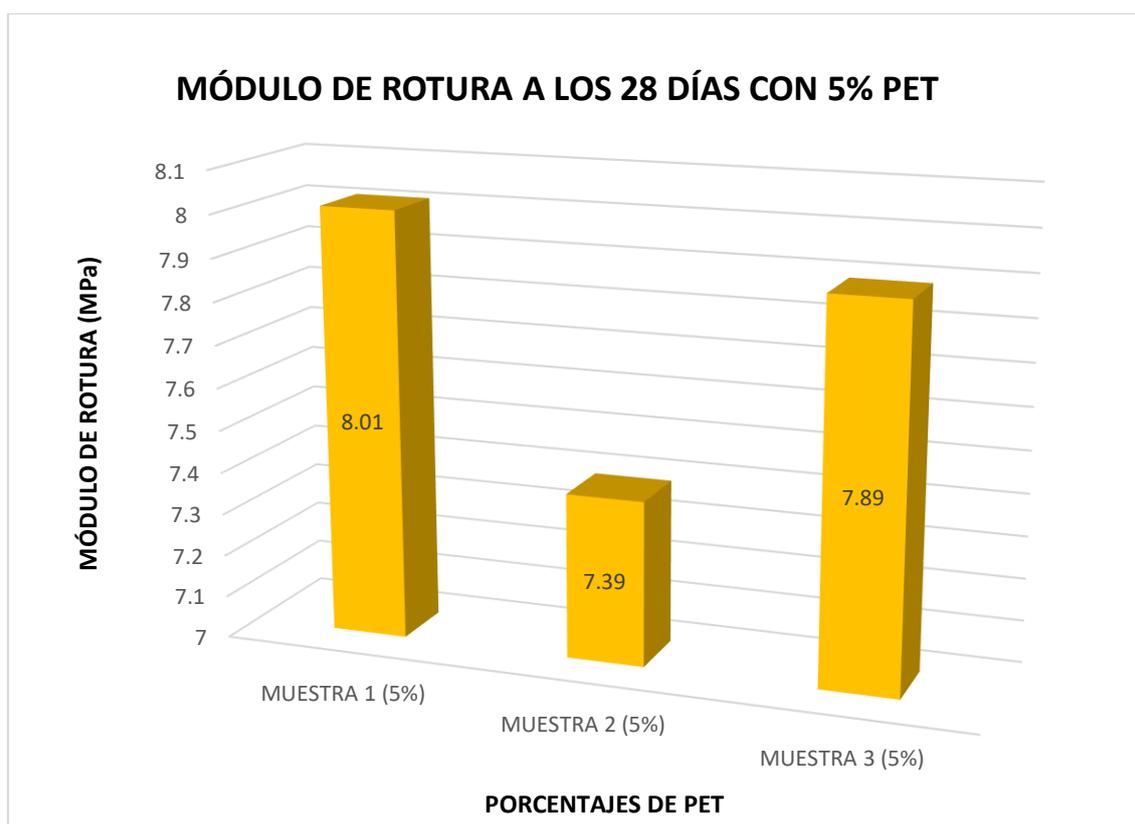


Fuente. elaboración propia

Como se puede apreciar en la **GRÁFICA 13**, se puede observar un diagrama de barras el cual muestra resultados de la tesis de los autores **Arenas, Nelson, Gómez, Gustavo (2015)**, en el cual se puede observar tres muestras de adoquines de concreto con adición de 0% de Polietileno Tereftalato.

La primera muestra logra un Módulo de Rotura de 4,94 Mpa y la segunda muestra logra 7,44 Mpa y la tercera muestra logra 8 Mpa de Módulo de Rotura, estos resultados fueron obtenidos a los 28 días mediante el ensayo de Módulo de Rotura el cual sigue las especificaciones establecidas por la **ITINTEC 399.124**.

GRÁFICA 14. RESULTADOS DE ENSAYO DE MÓDULO DE ROTURA CON 5% PET



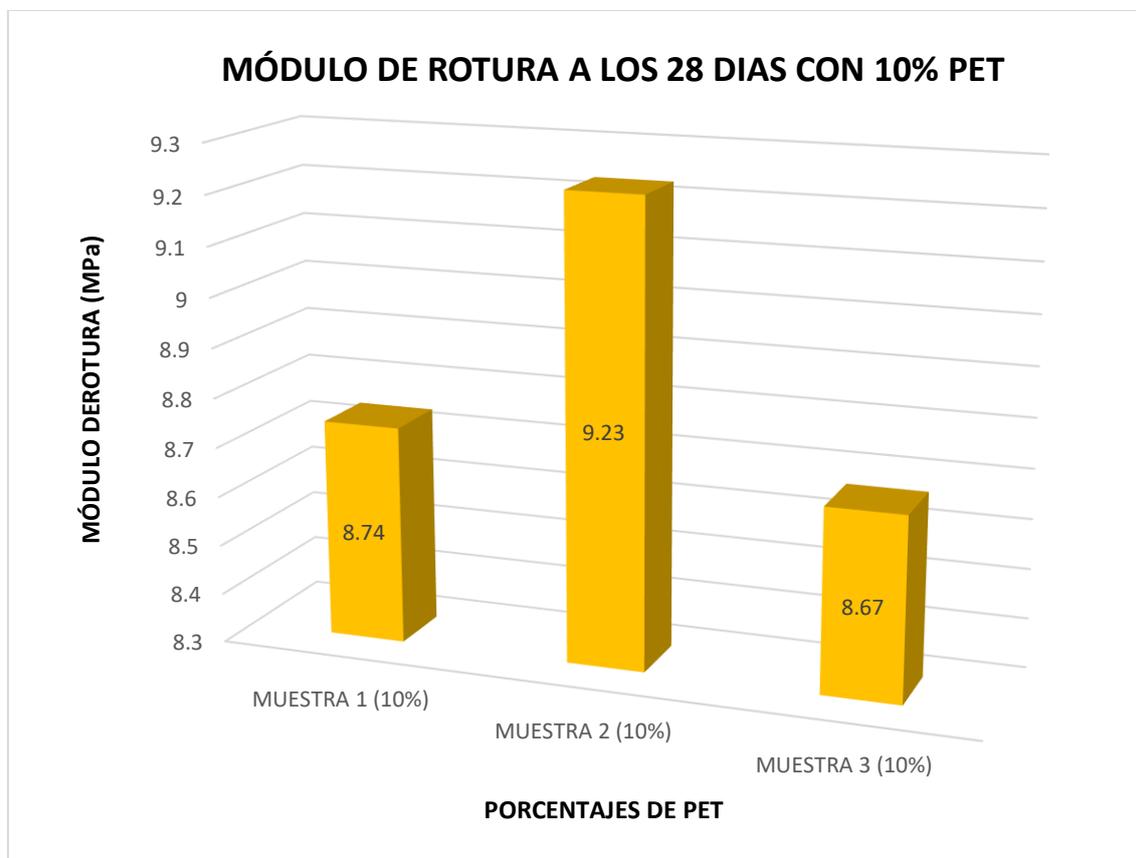
Fuente. elaboración propia

Como se puede apreciar en la **GRÁFICA 14**, se puede observar un diagrama de barras el cual muestra resultados de la tesis de los autores **Arenas, Nelson, Gómez, Gustavo (2015)**, en el cual se puede observar tres muestras de adoquines de concreto con adición de 5% de Polietileno Tereftalato.

La primera muestra logra un Módulo de Rotura de 8,01 Mpa y la segunda muestra logra 7,39 Mpa y la tercera muestra logra 7,89 Mpa de Módulo de Rotura, estos

resultados fueron obtenidos a los 28 días mediante el ensayo de Módulo de Rotura el cual sigue las especificaciones establecidas por la **ITINTEC 399.124**.

GRÁFICA 15. RESULTADOS DE ENSAYO DE MÓDULO DE ROTURA CON 10% PET

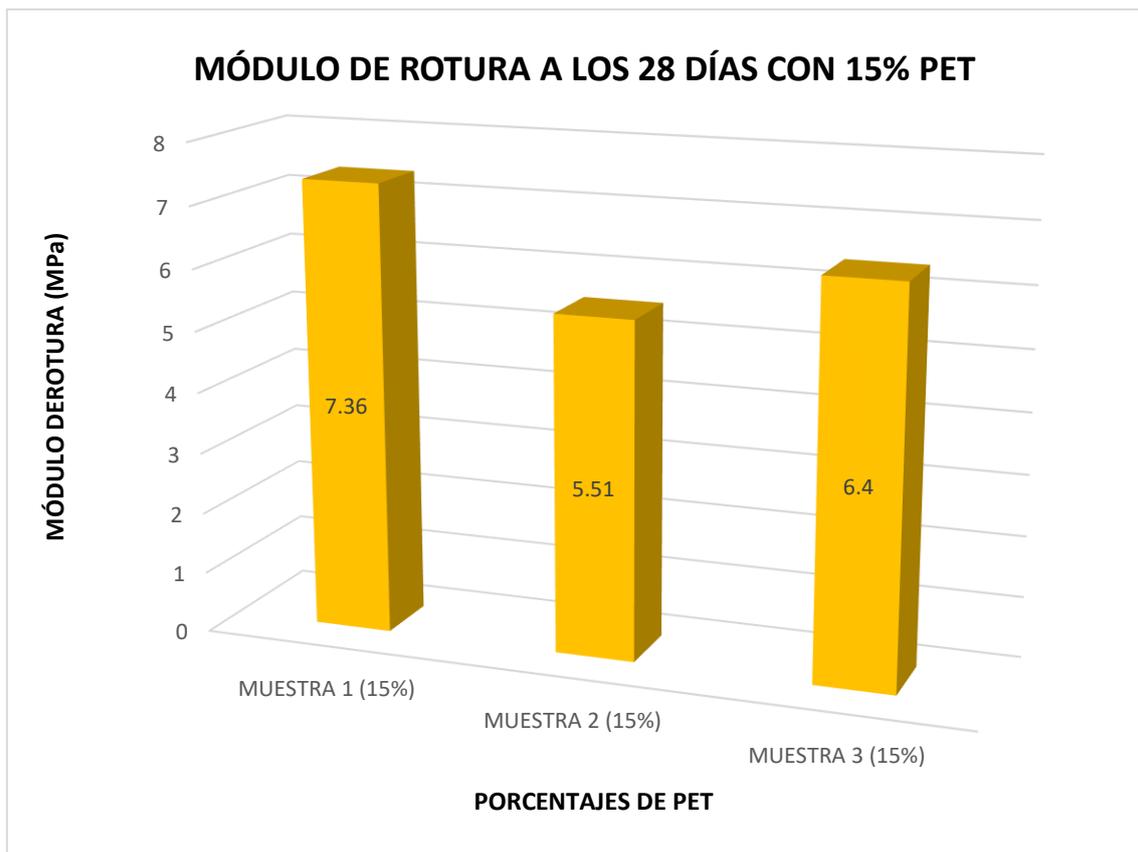


Fuente. elaboración propia

Como se puede apreciar en la **GRÁFICA 15**, se puede observar un diagrama de barras el cual muestra resultados de la tesis de los autores **Arenas, Nelson, Gómez, Gustavo (2015)**, en el cual se puede observar tres muestras de adoquines de concreto con adición de 10% de Polietileno Tereftalato.

La primera muestra logra un Módulo de Rotura de 8,74 Mpa y la segunda muestra logra 9,23 Mpa y la tercera muestra logra 8,67 Mpa de Módulo de Rotura, estos resultados fueron obtenidos a los 28 días mediante el ensayo de Módulo de Rotura el cual sigue las especificaciones establecidas por la **ITINTEC 399.124**.

GRÁFICA 16. RESULTADOS DE ENSAYO DE MÓDULO DE ROTURA CON 15% PET

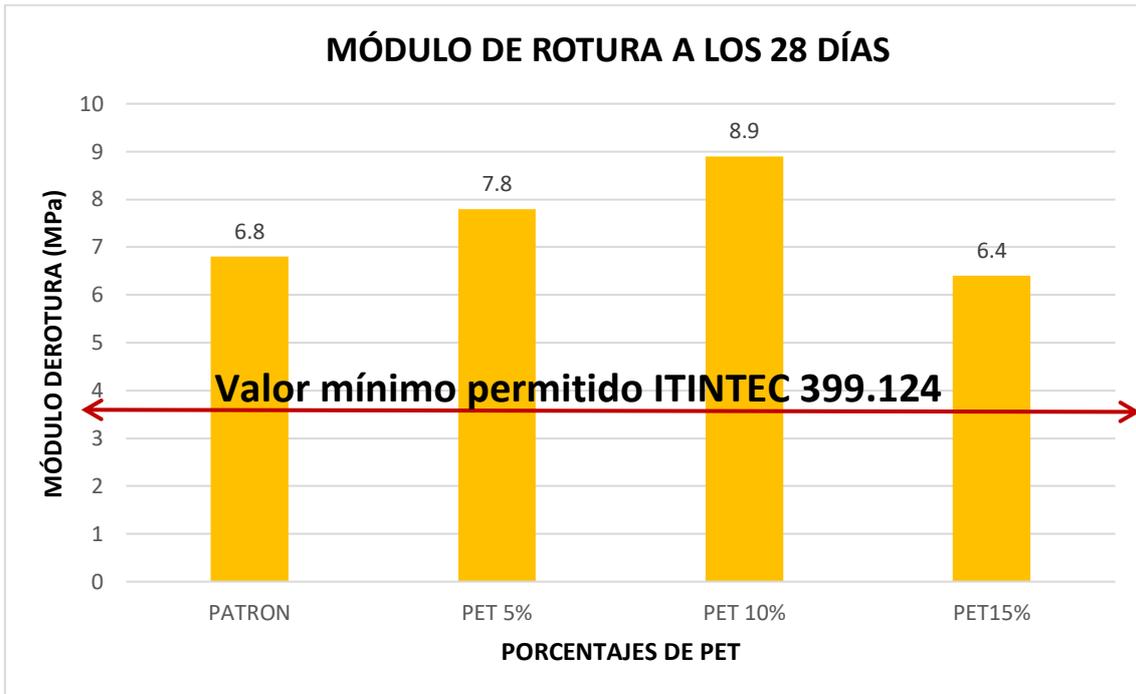


Fuente. elaboración propia

Como se puede apreciar en la **GRÁFICA 16**, se puede observar un diagrama de barras el cual muestra resultados de la tesis de los autores **Arenas, Nelson, Gómez, Gustavo (2015)**, en el cual se puede observar tres muestras de adoquines de concreto con adición de 10% de Polietileno Tereftalato.

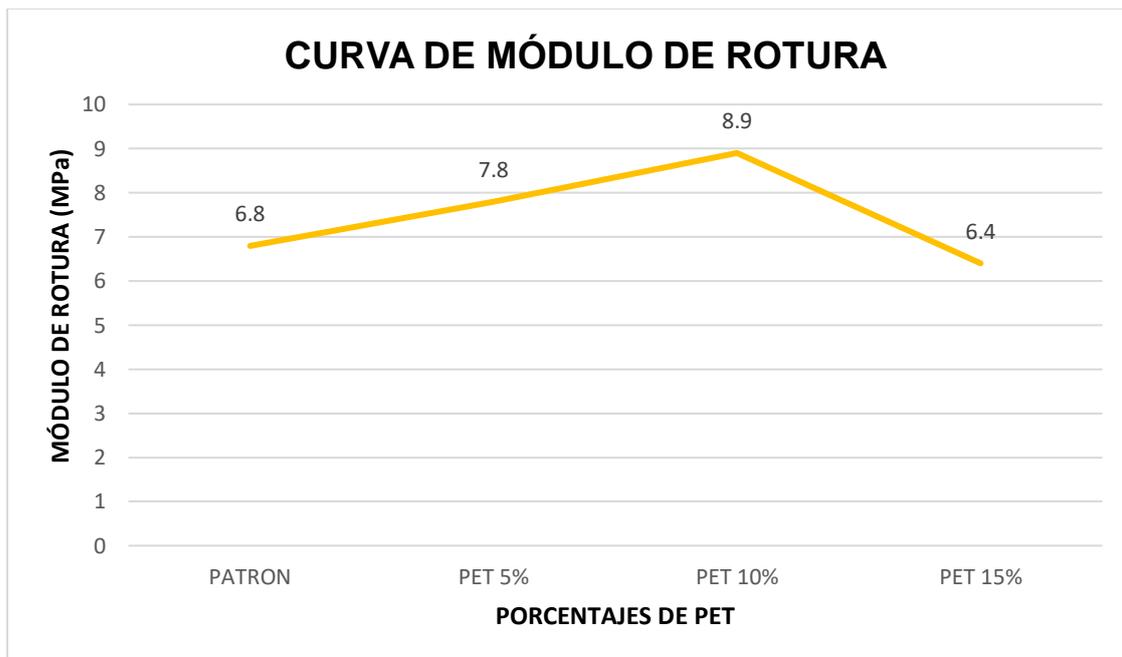
La primera muestra logra un Módulo de Rotura de 7,36 Mpa y la segunda muestra logra 5,51 Mpa y la tercera muestra logra 6,4 Mpa de Módulo de Rotura, estos resultados fueron obtenidos a los 28 días mediante el ensayo de Módulo de Rotura el cual sigue las especificaciones establecidas por la **ITINTEC 399.124**.

GRÁFICA 17. RESULTADOS PROMEDIOS DE ENSAYO DE MODULO DE ROTURA CON 0%, 5%, 10% Y 15% DE PET



Fuente. elaboración propia

GRÁFICA 18. Curva de Ensayo de Modulo de Rotura



Fuente. elaboración propia

Como se puede apreciar en la **GRÁFICA 17** y en la **Gráfica 18**, se puede observar un diagrama de barras y un gráfico de curva de Modulo de Rotura, en ambos se puede observar los resultados promedios el cual se obtuvo sacando el promedio de

las tres muestras de adoquines con (0%, 5%, 10% y 15%) por cada dosificación realizadas por los autores de la tesis **Arenas, Nelson, Gómez, Gustavo (2015)**.

La primera barra muestra el promedio de la muestra con 0% polietileno tereftalato el cual obtuvo un módulo de rotura de 6,8 Mpa, el ensayo se realizó a los 28 días, lo cual podemos llegar a la conclusión que el promedio de las muestras con la adición de 0% de polietileno tereftalato cumple con las especificaciones establecidas por la **ITINTEC 399.124**, ya que la norma da como módulo de rotura mínimo 3,9 Mpa.

La segunda barra muestra el promedio de la muestra con 5% polietileno tereftalato el cual obtuvo un módulo de rotura de 7,8 Mpa, el ensayo se realizó a los 28 días, lo cual podemos llegar a la conclusión que el promedio de las muestras con la adición de 5% de polietileno tereftalato cumple con las especificaciones establecidas por la **ITINTEC 399.124**, ya que la norma da como módulo de rotura mínimo 3,9 Mpa.

La tercera barra muestra el promedio de la muestra con 10% polietileno tereftalato el cual obtuvo un módulo de rotura de 8,9 Mpa, el ensayo se realizó a los 28 días, lo cual podemos llegar a la conclusión que el promedio de las muestras con la adición de 10% de polietileno tereftalato cumple con las especificaciones establecidas por la **ITINTEC 399.124**, ya que la norma da como módulo de rotura mínimo 3,9 Mpa.

La última barra muestra el promedio de la muestra con 15% polietileno tereftalato el cual obtuvo un módulo de rotura de 6,4 Mpa, el ensayo se realizó a los 28 días, lo cual podemos llegar a la conclusión que el promedio de las muestras con la adición de 15% de polietileno tereftalato no cumple con las especificaciones establecidas por la **ITINTEC 399.6124**, ya que la norma da como módulo de rotura mínimo 3,9 Mpa.

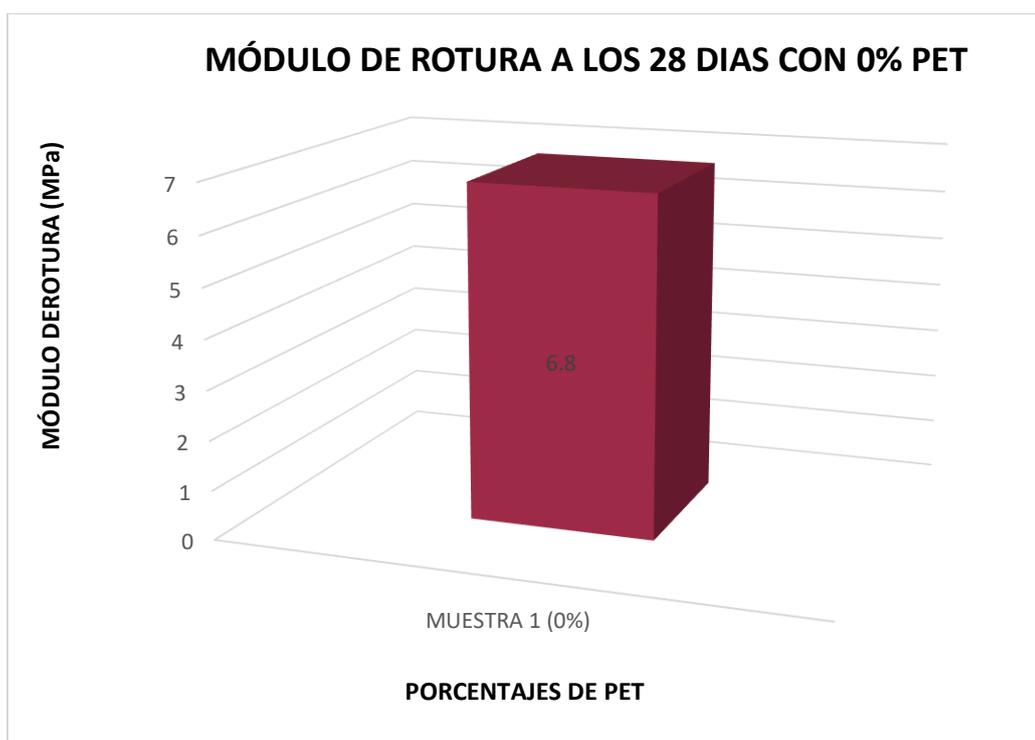
Según DI MARCO, Raúl (2015) expreso que el adoquín con pet supera los alcances de resistencia que los adoquines sin pet

TABLA 26. RESULTADO DEL ENSAYO DE MÓDULO DE ROTURA CON (0%, 5%, 10% Y 15%) PET

% DE POLIETILENO TEREFTALATO	MÓDULO DE ROTURA MPa
0%	6.8
5%	2.6
10%	5.9
15%	6.2

Fuente. elaboración propia

GRÁFICA 19. RESULTADOS DE ENSAYO DE MÓDULO DE ROTURA

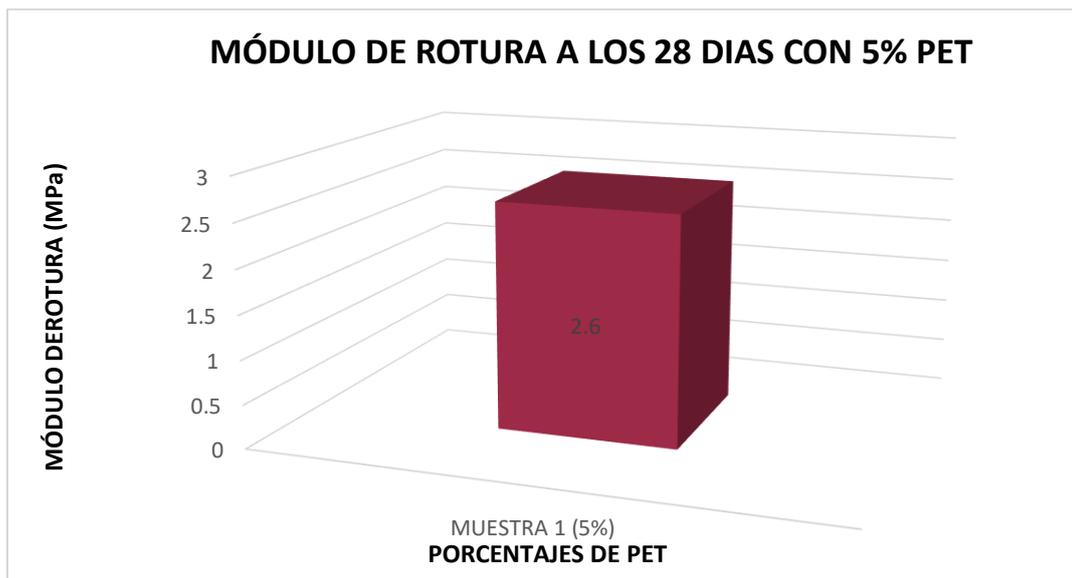


Fuente. elaboración propia

Como se puede apreciar en la **GRÁFICA 19**, se puede observar un diagrama de barras el cual muestra el resultado de la tesis del autor **Di Marco, Raúl (2015)**, en el cual se puede observar una muestra de adoquín de concreto con adición de 0% de Polietileno Tereftalato.

La muestra logra un Módulo de Rotura de 6,8 Mpa, este resultado fue obtenido a los 28 días mediante el ensayo de Módulo de Rotura el cual sigue las especificaciones establecidas por la **ITINTEC 399.124**.

GRÁFICA 20. RESULTADOS DE ENSAYO DE MODULO DE ROTURA

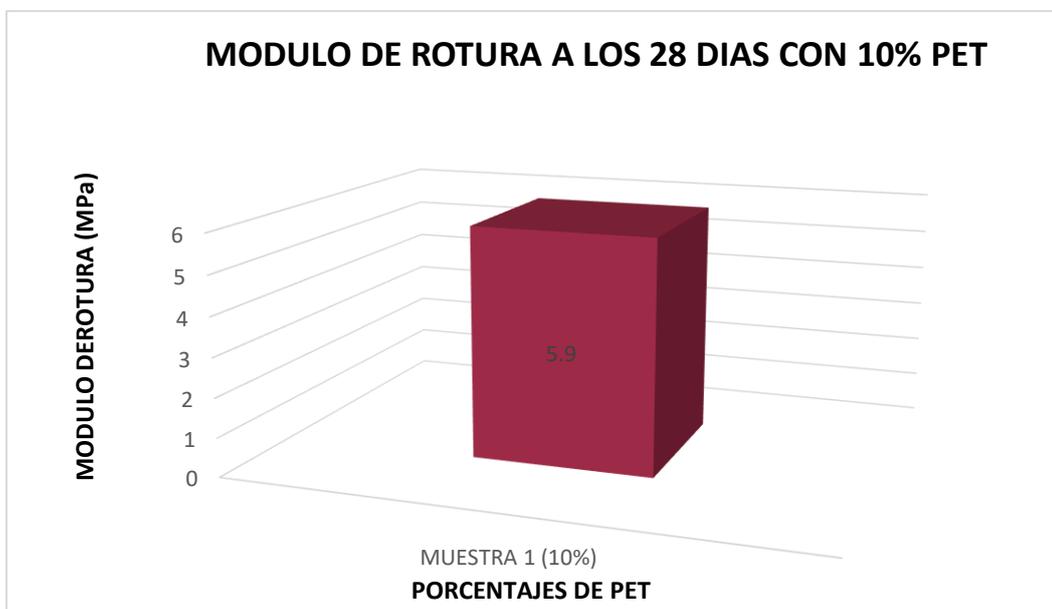


Fuente. elaboración propia

Como se puede apreciar en la **GRÁFICA 20**, se puede observar un diagrama de barras el cual muestra el resultado de la tesis del autor **Di Marco, Raúl (2015)**, en el cual se puede observar una muestra de adoquín de concreto con adición de 0% de Polietileno Tereftalato.

La muestra logra un Módulo de Rotura de 2,6 Mpa, este resultado fue obtenido a los 28 días mediante el ensayo de Módulo de Rotura el cual sigue las especificaciones establecidas por la **ITINTEC 399.124**.

GRÁFICA 21. RESULTADOS DE ENSAYO DE MODULO DE ROTURA

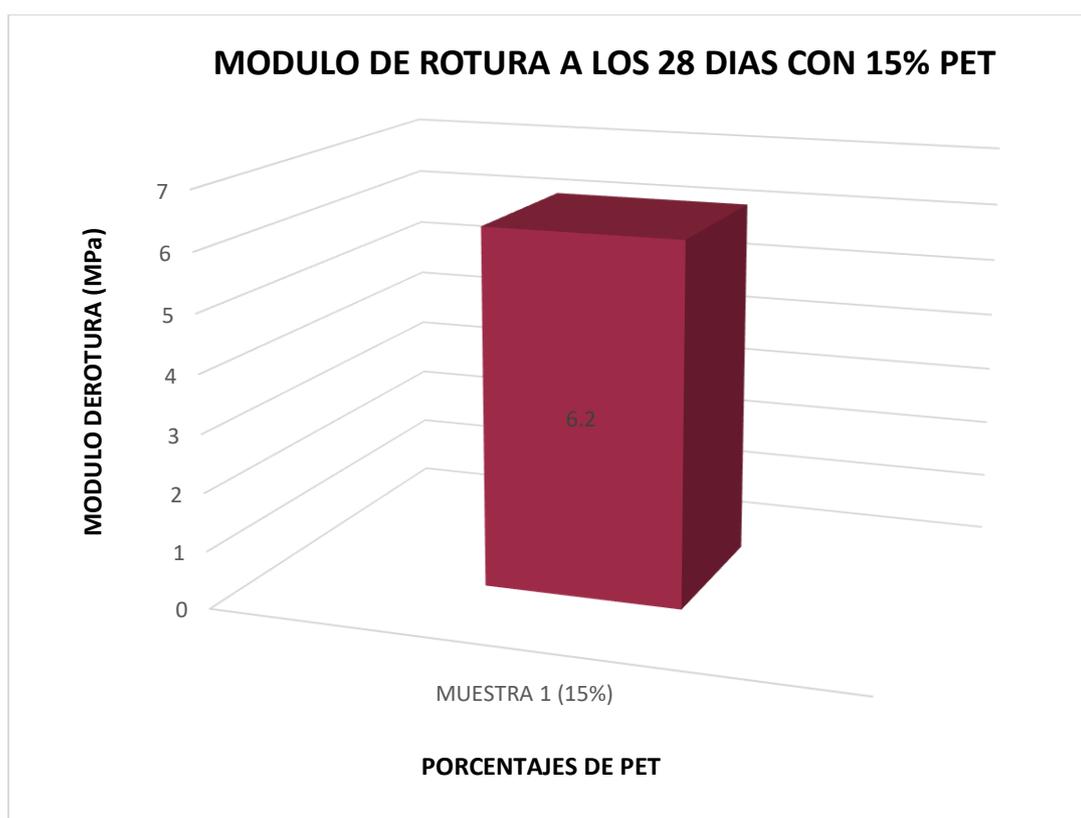


Fuente. elaboración propia

Como se puede apreciar en la **GRÁFICA 21**, se puede observar un diagrama de barras el cual muestra el resultado de la tesis del autor **Di Marco, Raúl (2015)**, en el cual se puede observar una muestra de adoquín de concreto con adición de 0% de Polietileno Tereftalato.

La muestra logra un Módulo de Rotura de 5,9 Mpa, este resultado fue obtenido a los 28 días mediante el ensayo de Módulo de Rotura el cual sigue las especificaciones establecidas por la **ITINTEC 399.124**.

GRÁFICA 22. RESULTADOS DE ENSAYO DE MODULO DE ROTURA

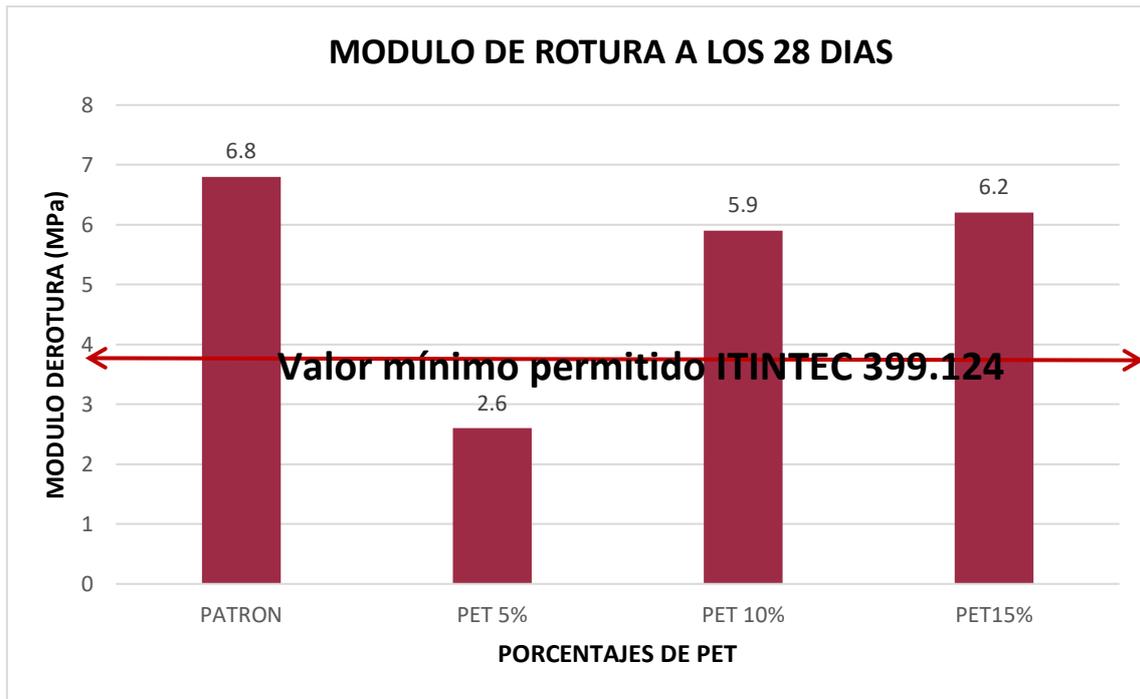


Fuente. elaboración propia

Como se puede apreciar en la **GRÁFICA 22**, se puede observar un diagrama de barras el cual muestra el resultado de la tesis del autor **Di Marco, Raúl (2015)**, en el cual se puede observar una muestra de adoquín de concreto con adición de 0% de Polietileno Tereftalato.

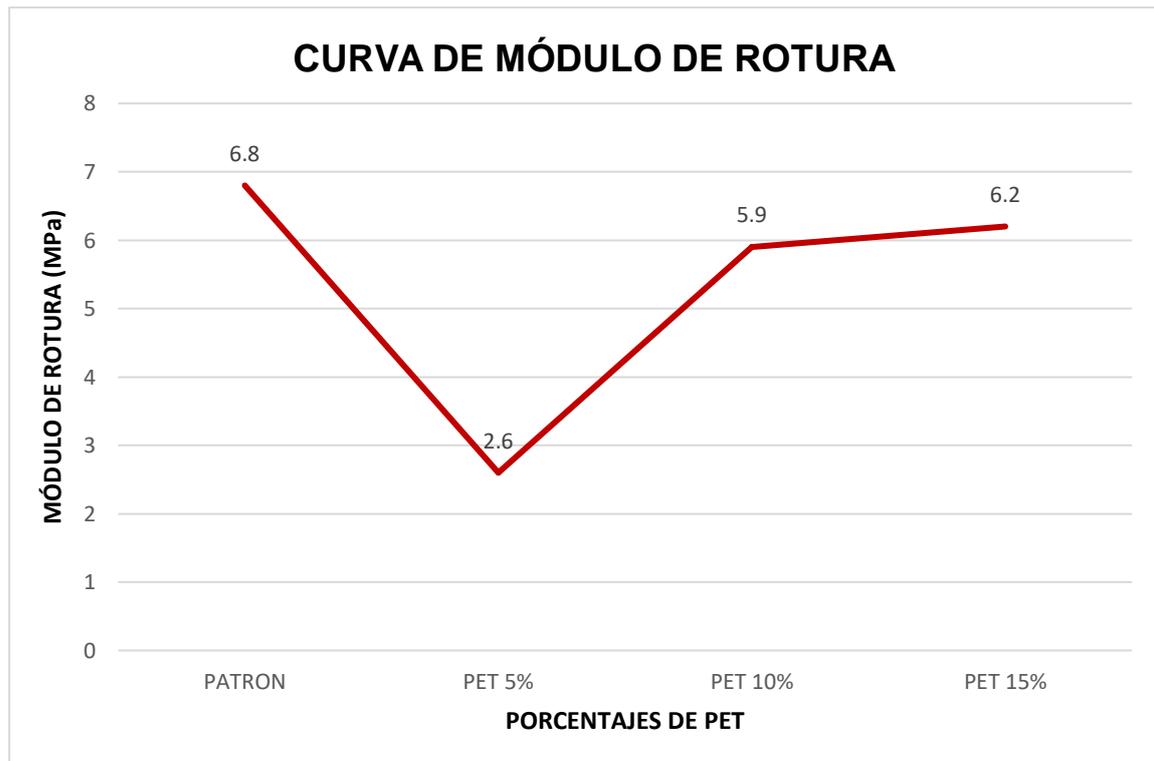
La muestra logra un Módulo de Rotura de 6,2 Mpa, este resultado fue obtenido a los 28 días mediante el ensayo de Módulo de Rotura el cual sigue las especificaciones establecidas por la **Norma Técnica Peruana 399.124**.

GRÁFICA 23. RESULTADOS DE ENSAYO DE MODULO DE ROTURA



Fuente. elaboración propia

GRÁFICA 24. Curva de Ensayo de Módulo de Rotura



Fuente. elaboración propia

Como se puede apreciar en la **GRÁFICA 23 y en la Gráfica 24**, se puede observar un diagrama de barras y un gráfico de curva de Modulo de Rotura, en ambos se puede observar los resultados promedios el cual se obtuvo sacando el promedio de la muestra de adoquines con (0%, 5%, 10% y 15%) por cada dosificación realizada por el autor de la tesis **Di Marco, Raúl (2015)**,

La primera barra muestra el promedio de la muestra con 0% polietileno tereftalato el cual obtuvo un módulo de rotura de 6,8 Mpa, el ensayo se realizó a los 28 días, lo cual podemos llegar a la conclusión que el promedio de las muestras con la adición de 0% de polietileno tereftalato cumple con las especificaciones establecidas por la **ITINTEC 399.124**, ya que la norma da como módulo de rotura mínimo 3,9 Mpa.

La segunda barra muestra el promedio de la muestra con 5% polietileno tereftalato el cual obtuvo un módulo de rotura de 2,6 Mpa, el ensayo se realizó a los 28 días, lo cual podemos llegar a la conclusión que el promedio de las muestras con la adición de 5% de polietileno tereftalato no cumple con las especificaciones establecidas por la **ITINTEC 399.124**, ya que la norma da como módulo de rotura mínimo 3,9 Mpa.

La tercera barra muestra el promedio de la muestra con 10% polietileno tereftalato el cual obtuvo un módulo de rotura de 5,9 Mpa, el ensayo se realizó a los 28 días, lo cual podemos llegar a la conclusión que el promedio de las muestras con la adición de 10% de polietileno tereftalato cumple con las especificaciones establecidas por la **ITINTEC 399.124**, ya que la norma da como módulo de rotura mínimo 3,9 Mpa.

La última barra muestra el promedio de la muestra con 15% polietileno tereftalato el cual obtuvo un módulo de rotura de 6,2 Mpa, el ensayo se realizó a los 28 días, lo cual podemos llegar a la conclusión que el promedio de las muestras con la adición de 15% de polietileno tereftalato no cumple con las especificaciones establecidas por la **ITINTEC 399.6124**, ya que la norma da como módulo de rotura mínimo 3,9 Mpa.

ENSAYOS DE ABSORCIÓN

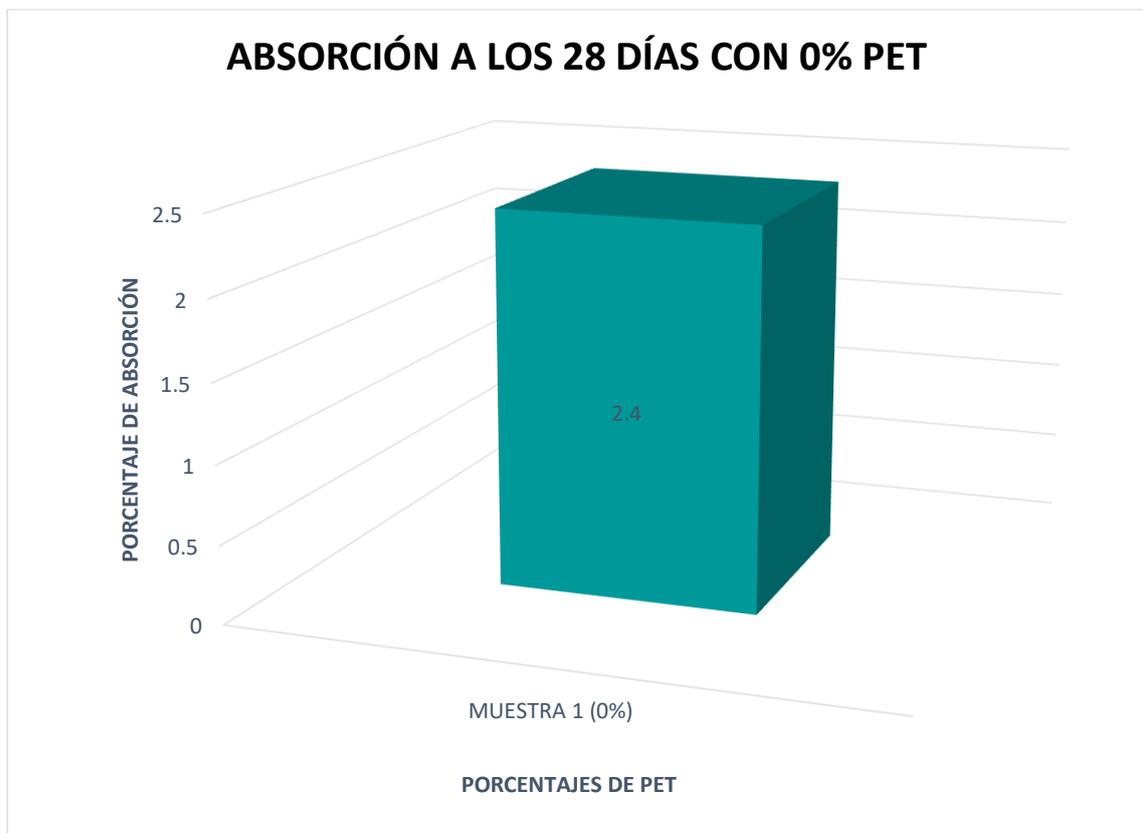
Según LIÑAN, Jazmín, ALVAREZ, Leonel (2018) expresaron que todas las muestras llegan a cumplir la norma, ya que esta dice que adoquín no debe pasar del 7,5%.

Tabla 27. Resultados de Ensayo de Absorción

% DE POLIETILENO TEREFTALATO	PESO SATURADO	PESO SUMERGIDO	PESO SECO	% ABSORCIÓN
0%	2.752	1.595	2.688	2.4
5%	2.818	1.616	2.74	2.9
10%	2.505	1.505	2.612	4.1
15%	2.514	1.327	2.395	5

Fuente. elaboración propia

GRÁFICA 25. RESULTADO DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN CON 0% PET



Fuente. elaboración propia

Como se puede apreciar en la **GRÁFICA 25**, se puede observar un diagrama de barras el cual muestra los resultados de la tesis de los autores **LIÑAN, Jazmín,**

ALVAREZ, Leonel (2018), en el cual se puede observar una muestra de adoquín de concreto con adición de 0% de polietileno tereftalato.

La muestra logra un porcentaje de absorción de agua de 2,4 %, este resultado fue obtenido a los 28 días mediante el ensayo de absorción de agua el cual sigue las especificaciones establecidas por la **Norma Técnica Peruana 399.611**.

GRÁFICA 26. RESULTADO DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN CON 5% PET



Fuente. elaboración propia

Como se puede apreciar en la **GRÁFICA 26**, se puede observar un diagrama de barras el cual muestra los resultados de la tesis de los autores **LIÑAN, Jazmín, ALVAREZ, Leonel (2018)**, en el cual se puede observar una muestra de adoquín de concreto con adición de 5% de polietileno tereftalato.

La muestra logra un porcentaje de absorción de agua de 2,9 %, este resultado fue obtenido a los 28 días mediante el ensayo de absorción de agua el cual sigue las especificaciones establecidas por la **Norma Técnica Peruana 399.611**.

GRÁFICA 27. RESULTADO DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN CON 10% PET



Fuente. elaboración propia

Como se puede apreciar en la **GRÁFICA 27**, se puede observar un diagrama de barras el cual muestra los resultados de la tesis de los autores **LIÑAN, Jazmín, ALVAREZ, Leonel (2018)**, en el cual se puede observar una muestra de adoquín de concreto con adición de 10% de polietileno tereftalato.

La muestra logra un porcentaje de absorción de agua de 4,1 %, este resultado fue obtenido a los 28 días mediante el ensayo de absorción de agua el cual sigue las especificaciones establecidas por la **Norma Técnica Peruana 399.611**.

GRÁFICA 28. RESULTADO DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN CON 15% PET

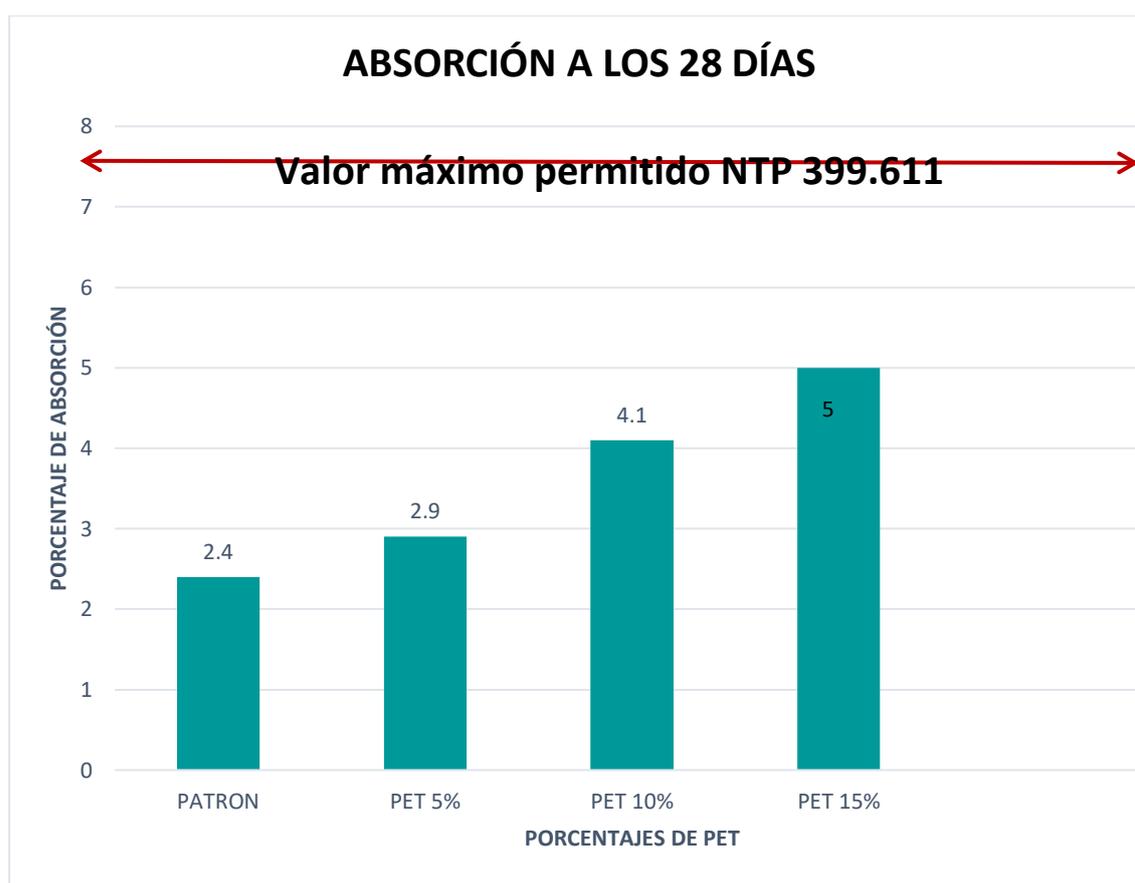


Fuente. elaboración propia

Como se puede apreciar en la **GRÁFICA 28**, se puede observar un diagrama de barras el cual muestra los resultados de la tesis de los autores **LIÑAN, Jazmín, ALVAREZ, Leonel (2018)**, en el cual se puede observar una muestra de adoquín de concreto con adición de 5% de polietileno tereftalato.

La muestra logra un porcentaje de absorción de agua de 5 %, este resultado fue obtenido a los 28 días mediante el ensayo de absorción de agua el cual sigue las especificaciones establecidas por la **Norma Técnica Peruana 399.611**.

GRÁFICA 29. RESULTADO DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN CON (0%, 5%, 10% Y 15%)



Fuente. elaboración propia

Como se puede apreciar en **la Gráfica 29**, se puede observar un diagrama de barras de resultados de absorción de agua, se puede observar los resultados el cual se obtuvo de los adoquines de concreto con (0%, 5%, 10% y 15%) por cada dosificación realizada por los autores de la tesis **Liñán, Jazmín, Álvarez, Leonel (2018)**.

La primera barra muestra el promedio de la muestra con 0% polietileno tereftalato el cual obtuvo una absorción de agua de 2,4 %, el ensayo se realizó a los 28 días, lo cual podemos llegar a la conclusión que el promedio de las muestras con la adición de 0% de polietileno tereftalato cumple con las especificaciones establecidas por la **Norma Técnica Peruana 399.124**, ya que la norma da como porcentaje de absorción de agua máxima 7,5 % por unidad.

La segunda barra muestra el promedio de la muestra con 5% polietileno tereftalato el cual obtuvo una absorción de agua de 2,9 %, el ensayo se realizó a los 28 días, lo cual podemos llegar a la conclusión que el promedio de las muestras con la adición de 5% de polietileno tereftalato cumple con las especificaciones establecidas por la **Norma Técnica Peruana 399.124**, ya que la norma da como porcentaje de absorción de agua máxima 7,5 % por unidad.

La tercera barra muestra el promedio de la muestra con 10% polietileno tereftalato el cual obtuvo una absorción de agua de 4,1 %, el ensayo se realizó a los 28 días, lo cual podemos llegar a la conclusión que el promedio de las muestras con la adición de 10% de polietileno tereftalato cumple con las especificaciones establecidas por la **Norma Técnica Peruana 399.124**, ya que la norma da como porcentaje de absorción de agua máxima 7,5 % por unidad.

La última barra muestra el promedio de la muestra con 15% polietileno tereftalato el cual obtuvo una absorción de agua de 5 %, el ensayo se realizó a los 28 días, lo cual podemos llegar a la conclusión que el promedio de las muestras con la adición de 15% de polietileno tereftalato cumple con las especificaciones establecidas por la **Norma Técnica Peruana 399.124**, ya que la norma da como porcentaje de absorción de agua máxima 7,5 % por unidad.

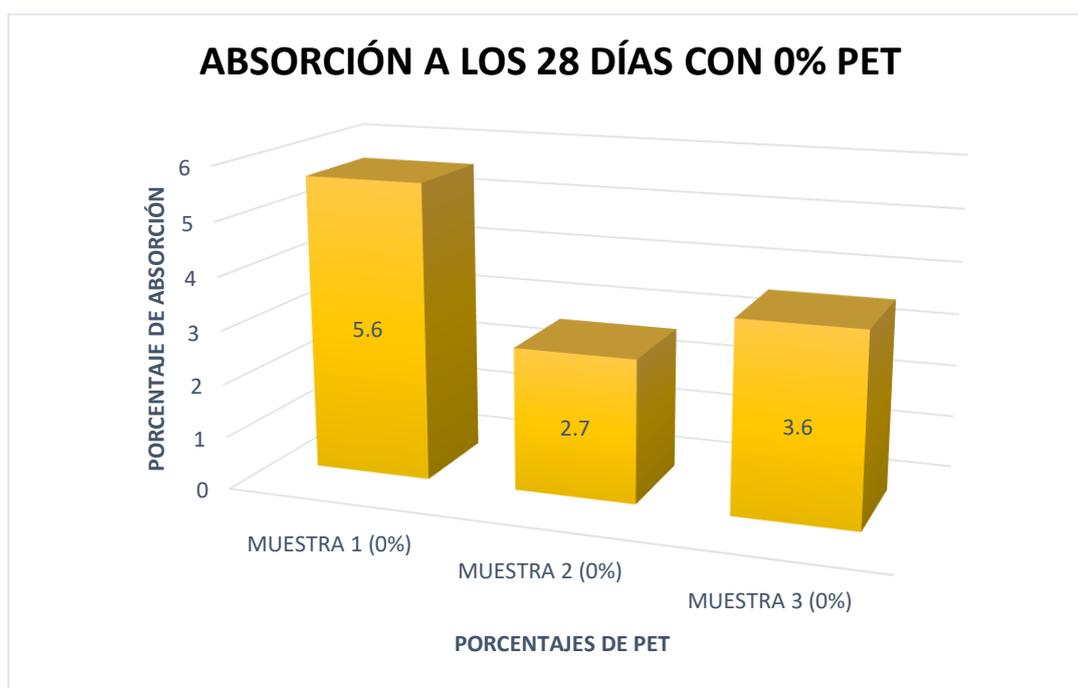
Según ARENAS, Nelson, GOMEZ, Gustavo (2015) expresaron que realizaron 12 muestras por cada tipo de dosificación, de las cuales solo se ha tomado 3 muestras por las dosificaciones (0%, 5%, 10% y 15%), en las cuales expresaron que cumplen con la NTP.

TABLA 28. RESULTADOS DE ENSAYO DE ABSORCIÓN CON (0%, 5%, 10% Y 15%) PET

% PET	LARGO	ANCHO	ESPESOR	MASA HUMEDA	MASA SECA	% ABSORCIÓN	PROMEDIO
0%	19.962	10.089	6.284	2518	2384	5.6	4
	20.052	10.288	6.379	2713	2642	2.7	
	20.033	10.268	6.366	2705	2612	3.6	
5%	20.103	10.268	6.372	2695	2630	2.5	2.5
	20.160	10.266	6.368	2698	2636	2.4	
	20.100	10.302	6.250	2668	2604	2.5	
10%	20.271	10.477	6.150	2633	2572	2.4	2.3
	20.246	10.442	6.190	2647	2594	2	
	20.183	10.359	6.140	2618	2554	2.5	
15%	20.264	10.391	6.161	2588	2530	2.3	2.5
	20.207	10.276	6.172	2580	2514	2.6	
	20.163	10.316	6.226	2609	2542	2.6	

Fuente. elaboración propia

GRÁFICA 30. RESULTADO DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN



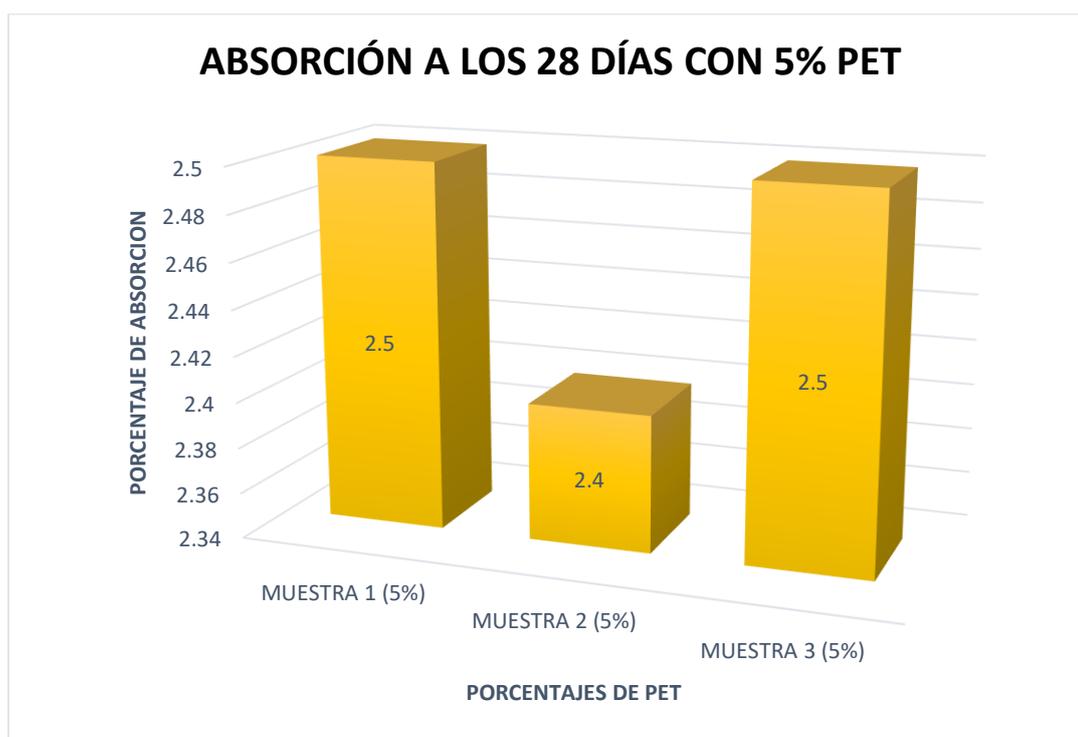
Fuente. elaboración propia

Como se puede apreciar en la **GRÁFICA 30**, se puede observar un diagrama de barras el cual muestra resultados de la tesis de los autores **Arenas, Nelson,**

Gómez, Gustavo (2015), en el cual se puede observar tres muestras de adoquines de concreto con adición de 0% de polietileno tereftalato.

La primera muestra logra un porcentaje de absorción de agua de 5,6 %, la segunda muestra logra 2,7 % y la tercera muestra logra 3,6 % de absorción de agua, estos resultados fueron obtenidos a los 28 días mediante el ensayo de absorción de agua el cual sigue las especificaciones establecidas por la **Norma Técnica Peruana 399.611**.

GRÁFICA 31. RESULTADO DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN

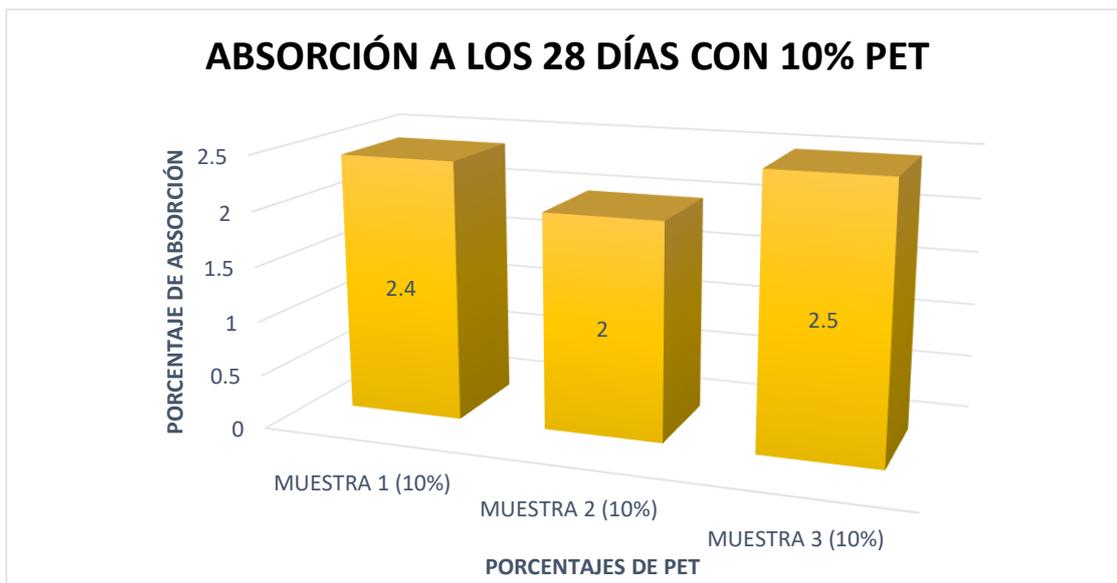


Fuente. elaboración propia

Como se puede apreciar en la **GRÁFICA 31**, se puede observar un diagrama de barras el cual muestra resultados de la tesis de los autores **Arenas, Nelson, Gómez, Gustavo (2015)**, en el cual se puede observar tres muestras de adoquines de concreto con adición de 5% de polietileno tereftalato.

La primera muestra logra un porcentaje de absorción de agua de 2,5 %, la segunda muestra logra 2,4 % y la tercera muestra logra 2,5 % de absorción de agua, estos resultados fueron obtenidos a los 28 días mediante el ensayo de absorción de agua el cual sigue las especificaciones establecidas por la **Norma Técnica Peruana 399.611**.

GRÁFICA 32. RESULTADO DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN



Fuente. elaboración propia

Como se puede apreciar en la **GRÁFICA 32**, se puede observar un diagrama de barras el cual muestra resultados de la tesis de los autores **Arenas, Nelson, Gómez, Gustavo (2015)**, en el cual se puede observar tres muestras de adoquines de concreto con adición de 10% de polietileno tereftalato. La primera muestra logra un porcentaje de absorción de agua de 2,4 %, la segunda muestra logra 2 % y la tercera muestra logra 2,5 % de absorción de agua, estos resultados fueron obtenidos a los 28 días mediante el ensayo de absorción de agua el cual sigue las especificaciones establecidas por la **Norma Técnica Peruana 399.611**.

GRÁFICA 33. RESULTADO DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN

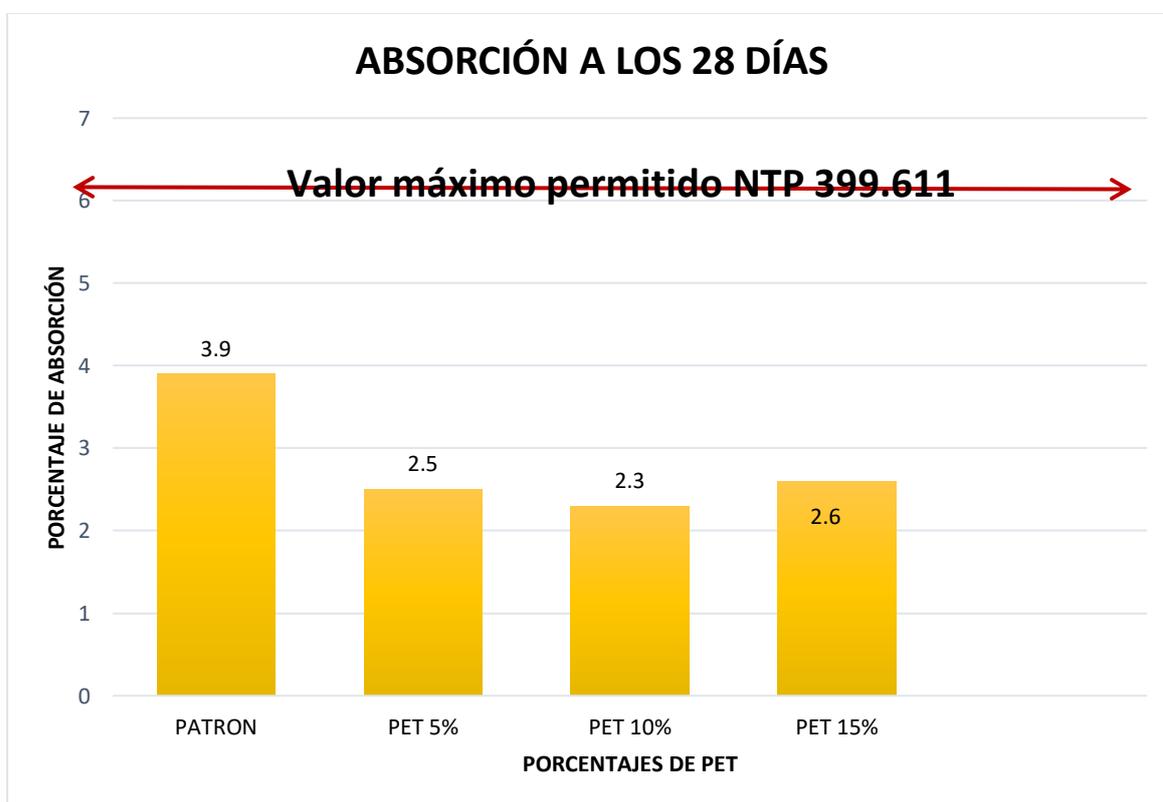


Fuente. elaboración propia

Como se puede apreciar en la **GRÁFICA 33**, se puede observar un diagrama de barras el cual muestra resultados de la tesis de los autores **Arenas, Nelson, Gómez, Gustavo (2015)**, en el cual se puede observar tres muestras de adoquines de concreto con adición de 15% de polietileno tereftalato.

La primera muestra logra un porcentaje de absorción de agua de 2,3 %, la segunda muestra logra 2,6 % y la tercera muestra logra 2,6 % de absorción de agua, estos resultados fueron obtenidos a los 28 días mediante el ensayo de absorción de agua el cual sigue las especificaciones establecidas por la **Norma Técnica Peruana 399.611**.

GRÁFICA 34. RESULTADO DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN CON (0%, 5%,10% Y 15%) PET



Fuente. elaboración propia

Como se puede apreciar en **la Gráfica 34**, se puede observar un diagrama de barras de resultados de absorción de agua, se puede observar los resultados el cual se obtuvo de los adoquines de concreto con (0%, 5%, 10% y 15%) por cada dosificación realizada por los autores de la tesis **Arenas, Nelson, Gómez, Gustavo (2015)**.

La primera barra muestra el promedio de la muestra con 0% polietileno tereftalato el cual obtuvo una absorción de agua de 4 %, el ensayo se realizó a los 28 días, lo cual podemos llegar a la conclusión que el promedio de las muestras con la adición de 0% de polietileno tereftalato cumple con las especificaciones establecidas por la **Norma Técnica Peruana 399.611**, ya que la norma da como porcentaje de absorción de agua máxima 6 % por cada 3 muestras.

La segunda barra muestra el promedio de la muestra con 5% polietileno tereftalato el cual obtuvo una absorción de agua de 2,5 %, el ensayo se realizó a los 28 días, lo cual podemos llegar a la conclusión que el promedio de las muestras con la adición de 5% de polietileno tereftalato cumple con las especificaciones establecidas por la **Norma Técnica Peruana 399.611**, ya que la norma da como porcentaje de absorción de agua máxima 6 % por cada 3 muestras.

La tercera barra muestra el promedio de la muestra con 10% polietileno tereftalato el cual obtuvo una absorción de agua de 2,3 %, el ensayo se realizó a los 28 días, lo cual podemos llegar a la conclusión que el promedio de las muestras con la adición de 10% de polietileno tereftalato cumple con las especificaciones establecidas por la **Norma Técnica Peruana 399.611**, ya que la norma da como porcentaje de absorción de agua máxima 6 % por cada 3 muestras.

La última barra muestra el promedio de la muestra con 15% polietileno tereftalato el cual obtuvo una absorción de agua de 2,5 %, el ensayo se realizó a los 28 días, lo cual podemos llegar a la conclusión que el promedio de las muestras con la adición de 15% de polietileno tereftalato cumple con las especificaciones establecidas por la **Norma Técnica Peruana 399.611**, ya que la norma da como porcentaje de absorción de agua máxima 6 % por cada 3 muestras.

Según DI MARCO, Raúl (2015) expreso que el volumen del espécimen no debe ser superior al 7% de absorción, el realizo muestras con distintas dosificaciones de las cuales se está tomando solo las dosificaciones 80%,5%,10% y 15%).

TABLA 29. RESULTADOS DE ENSAYO DE ABSORCIÓN CON (0%, 5%, 10% Y 15%) PET

% DE POLIETILENO TEREF TALATO	PESO NORMAL	PESO HUMEDO	% ABSORCIÓN
0%			3.2
5%	2612	2695	2.2
10%	2370	2467	2.1
15%	2388	2428	1.7

Fuente. elaboración propia

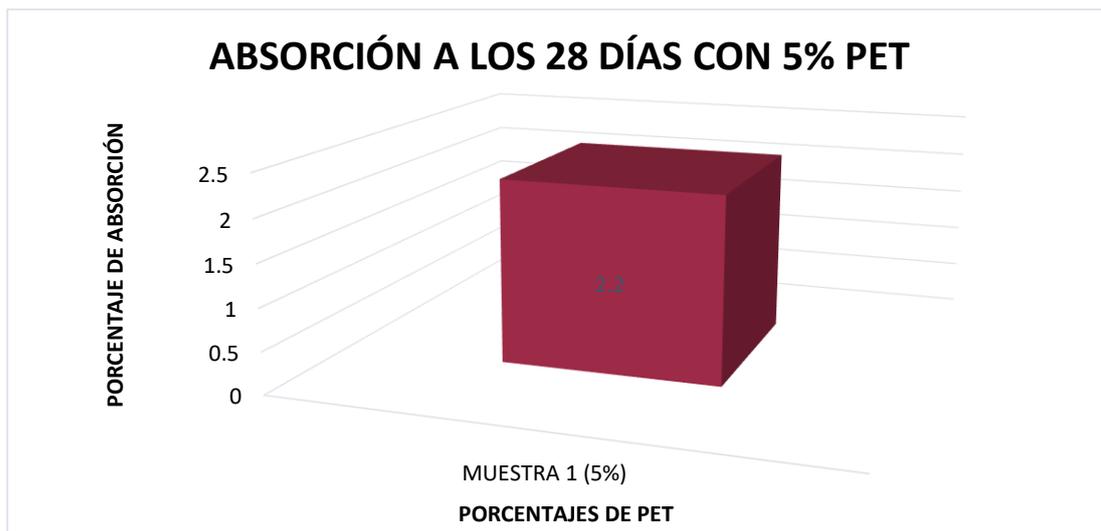
GRÁFICA 35. RESULTADO DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN CON 0% PET



Fuente. elaboración propia

Como se puede apreciar en la **GRÁFICA 35**, se puede observar un diagrama de barras el cual muestra el resultado de la tesis del autor **Di Marco, Raúl (2015)**, en el cual se puede observar la muestra de adoquín de concreto con adición de 0% de polietileno tereftalato, este logra un porcentaje de absorción de agua de 3,2% , este resultado fue obtenido a los 28 días mediante el ensayo de absorción de agua el cual sigue las especificaciones establecidas por la **Norma Técnica Peruana 399.611**.

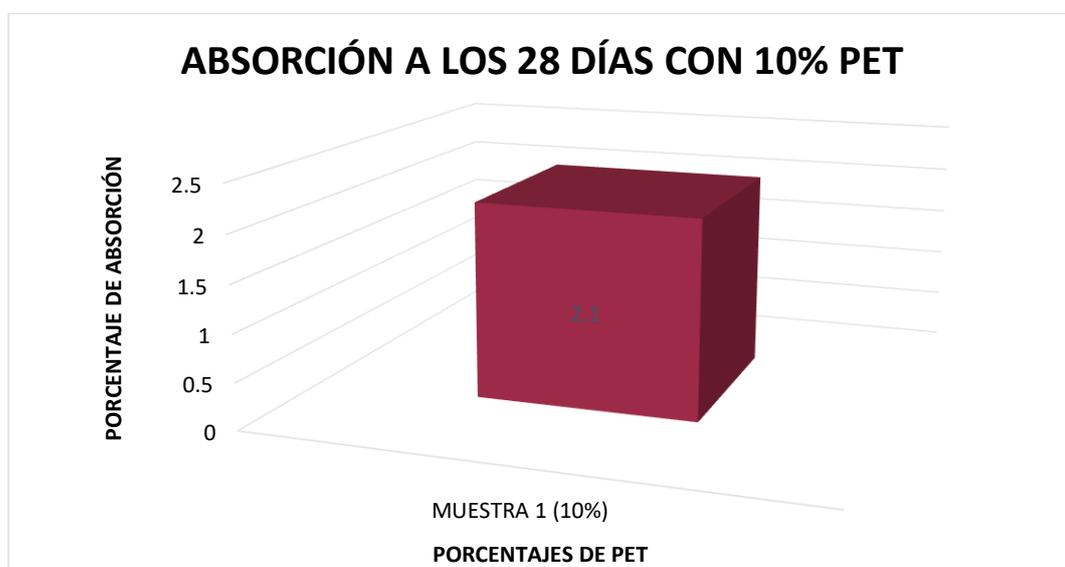
GRÁFICA 36. RESULTADO DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN CON 5% PET



Fuente. elaboración propia

Como se puede apreciar en la **GRÁFICA 36**, se puede observar un diagrama de barras el cual muestra el resultado de la tesis del autor **Di Marco, Raúl (2015)**, en el cual se puede observar la muestra de adoquín de concreto con adición de 5% de polietileno tereftalato, este logra un porcentaje de absorción de agua de 2,2% , este resultado fue obtenido a los 28 días mediante el ensayo de absorción de agua el cual sigue las especificaciones establecidas por la **Norma Técnica Peruana 399.611**.

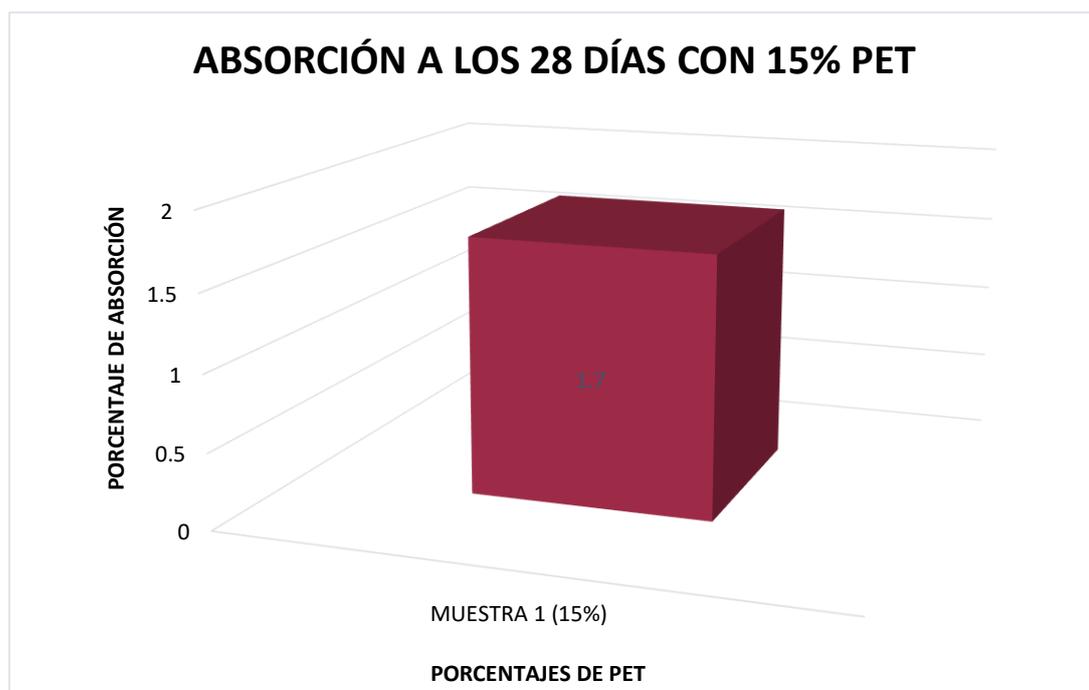
GRÁFICA 37. RESULTADO DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN CON 10% PET



Fuente. elaboración propia

Como se puede apreciar en la **GRÁFICA 37**, se puede observar un diagrama de barras el cual muestra el resultado de la tesis del autor **Di Marco, Raúl (2015)**, en el cual se puede observar la muestra de adoquín de concreto con adición de 10% de polietileno tereftalato, este logra un porcentaje de absorción de agua de 2,1 %, este resultado fue obtenido a los 28 días mediante el ensayo de absorción de agua el cual sigue las especificaciones establecidas por la **Norma Técnica Peruana 399.611**.

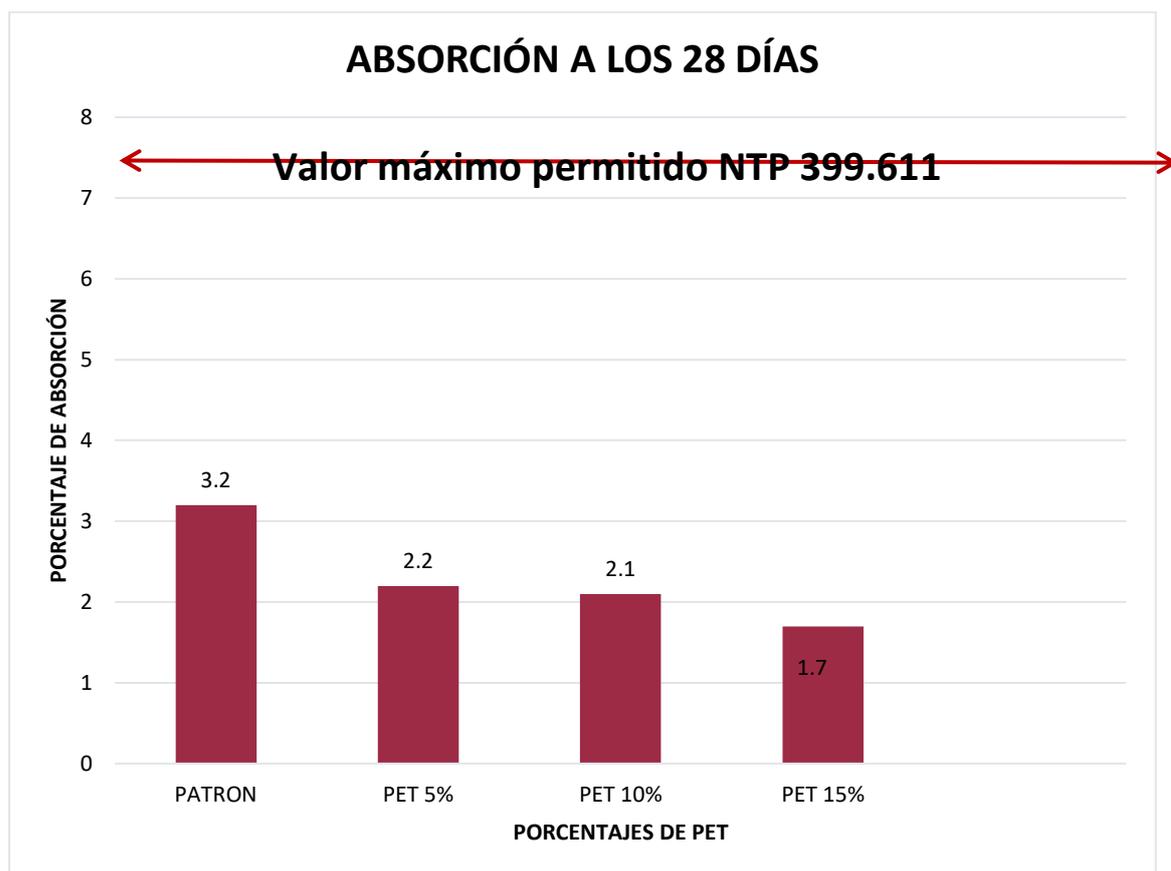
GRÁFICA 38. RESULTADO DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN CON 15% PET



Fuente elaboración propia

Como se puede apreciar en la **GRÁFICA 38**, se puede observar un diagrama de barras el cual muestra el resultado de la tesis del autor **Di Marco, Raúl (2015)**, en el cual se puede observar la muestra de adoquín de concreto con adición de 15% de polietileno tereftalato, este logra un porcentaje de absorción de agua de 1,7 %, este resultado fue obtenido a los 28 días mediante el ensayo de absorción de agua el cual sigue las especificaciones establecidas por la **Norma Técnica Peruana 399.611**.

GRÁFICA 39. RESULTADO DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN CON (0%, 5%,10% Y 15%) PET



Fuente. elaboración propia

La primera barra muestra el promedio de la muestra con 0% polietileno tereftalato el cual obtuvo una absorción de agua de 3,2 %, el ensayo se realizó a los 28 días, lo cual podemos llegar a la conclusión que el promedio de las muestras con la adición de 0% de polietileno tereftalato cumple con las especificaciones establecidas por la **Norma Técnica Peruana 399.124**, ya que la norma da como porcentaje de absorción de agua máxima 7,5 % por unidad.

La segunda barra muestra el promedio de la muestra con 5% polietileno tereftalato el cual obtuvo una absorción de agua de 2,2 %, el ensayo se realizó a los 28 días, lo cual podemos llegar a la conclusión que el promedio de las muestras con la adición de 5% de polietileno tereftalato cumple con las especificaciones establecidas por la **Norma Técnica Peruana 399.124**, ya que la norma da como porcentaje de absorción de agua máxima 7,5 % por unidad.

La tercera barra muestra el promedio de la muestra con 10% polietileno tereftalato el cual obtuvo una absorción de agua de 2,1 %, el ensayo se realizó a los 28 días, lo cual podemos llegar a la conclusión que el promedio de las muestras con la adición de 10% de polietileno tereftalato cumple con las especificaciones establecidas por la **Norma Técnica Peruana 399.124**, ya que la norma da como porcentaje de absorción de agua máxima 7,5 % por unidad.

La última barra muestra el promedio de la muestra con 15% polietileno tereftalato el cual obtuvo una absorción de agua de 1,7 %, el ensayo se realizó a los 28 días, lo cual podemos llegar a la conclusión que el promedio de las muestras con la adición de 15% de polietileno tereftalato cumple con las especificaciones establecidas por la **Norma Técnica Peruana 399.124**, ya que la norma da como porcentaje de absorción de agua máxima 7,5 % por unidad.

ENSAYO DE RESISTENCIA AL DESGASTE

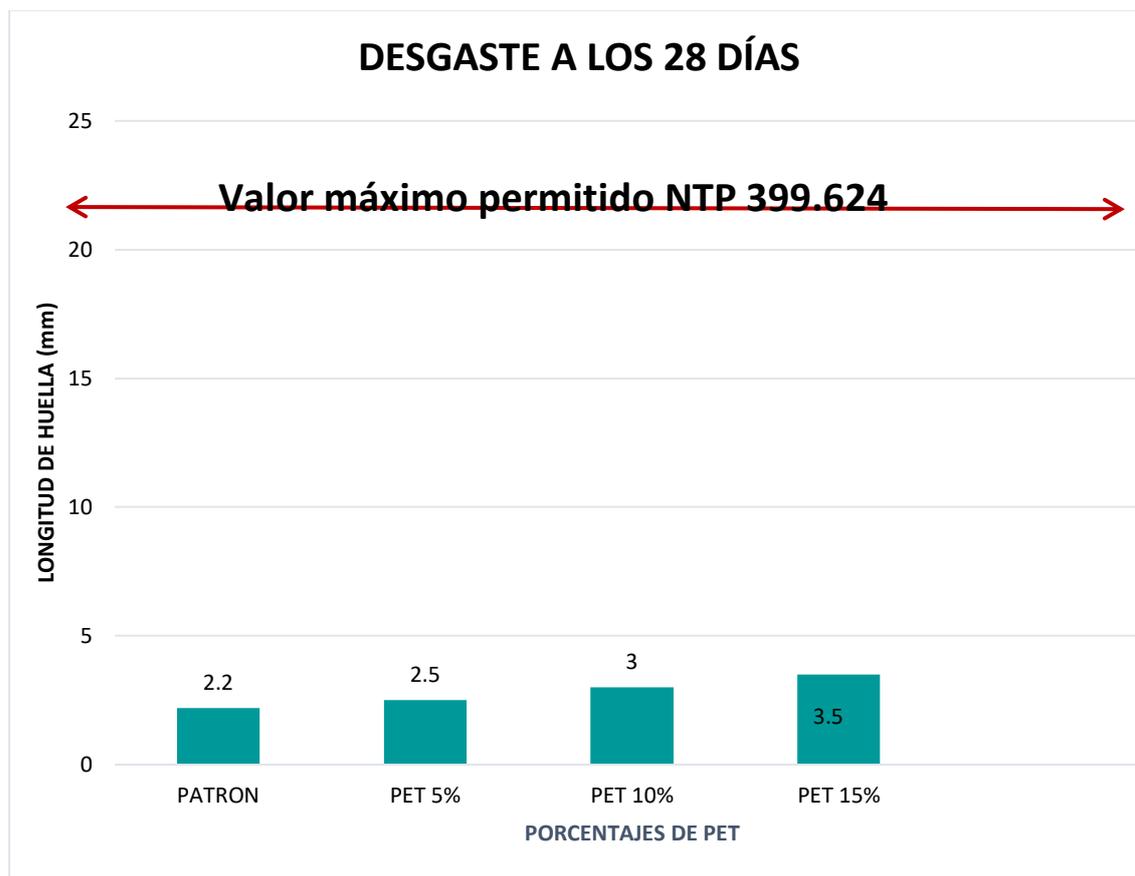
Según LIÑAN, Jazmín, ALVAREZ, Leonel (2018) expresaron realizaron ensayos de resistencia al desgaste a adoquines a los 28 días de curado con las dosificaciones de (0%, 5%, 10% y 15%)

TABLA 30. RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA AL DESGASTE CON (0%, 5%, 10% Y 15%) PET

% DE POLIETILENO TEREFTALATO	PERDIDA DE VOLUMEN (mm)
0%	2.2
5%	2.5
10%	3
15%	3.5

Fuente. elaboración propia

GRÁFICA 40. RESULTADO DEL ENSAYO DE DESGASTE CON (0%, 5%, 10% Y 15%)



Fuente. elaboración propia

Como se puede apreciar en **la Gráfica 40**, se puede observar un diagrama de barras de resultados de absorción de agua, se puede observar los resultados el cual se obtuvo de los adoquines de concreto con (0%, 5%, 10% y 15%) por cada dosificación realizada por los autores de la tesis **Liñán, Jazmín, Álvarez, Leonel (2018)**.

La primera barra muestra el promedio de la muestra con 0% polietileno tereftalato el cual obtuvo una longitud de huella de 2,2 mm, el ensayo se realizó a los 28 días, lo cual podemos llegar a la conclusión que el promedio de las muestras con la adición de 0% de polietileno tereftalato cumple con las especificaciones establecidas por la **Norma Técnica Peruana 399.624**, el cual especifica que la huella máxima de desgaste debe ser de 23 mm.

La segunda barra muestra el promedio de la muestra con 5% polietileno tereftalato el cual obtuvo una longitud de huella de 2,5 mm, el ensayo se realizó a los 28 días,

lo cual podemos llegar a la conclusión que el promedio de las muestras con la adición de 5% de polietileno tereftalato cumple con las especificaciones establecidas por la **Norma Técnica Peruana 399.624**, el cual especifica que la huella máxima de desgaste debe ser de 23 mm.

La tercera barra muestra el promedio de la muestra con 10% polietileno tereftalato el cual obtuvo una longitud de huella de 3 mm, el ensayo se realizó a los 28 días, lo cual podemos llegar a la conclusión que el promedio de las muestras con la adición de 10% de polietileno tereftalato cumple con las especificaciones establecidas por la **Norma Técnica Peruana 399.624**, el cual especifica que la huella máxima de desgaste debe ser de 23 mm.

La última barra muestra el promedio de la muestra con 15% polietileno tereftalato el cual obtuvo una longitud de huella de 3,5 mm, el ensayo se realizó a los 28 días, lo cual podemos llegar a la conclusión que el promedio de las muestras con la adición de 15% de polietileno tereftalato cumple con las especificaciones establecidas por la **Norma Técnica Peruana 399.624**, el cual especifica que la huella máxima de desgaste debe ser de 23 mm.

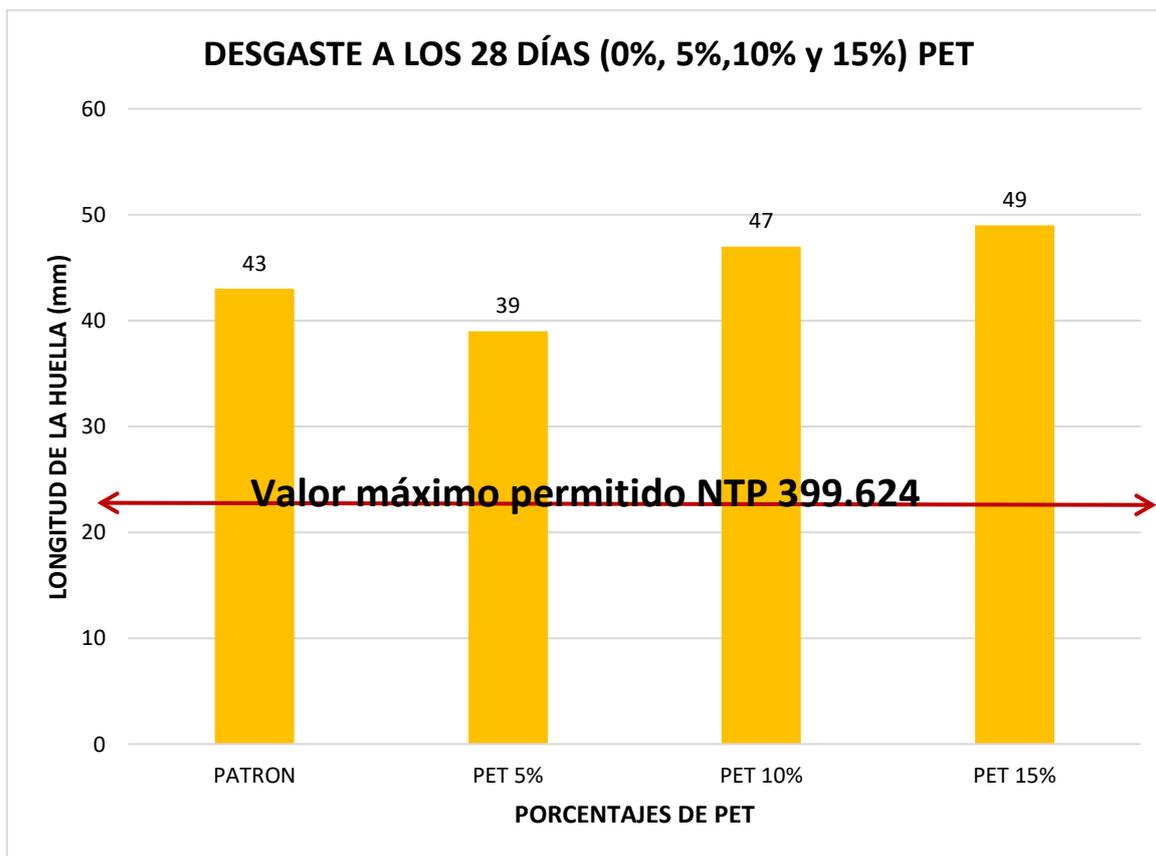
Según ARENAS, Nelson, GOMEZ, Gustavo (2015) expresaron que este ensayo se realizó en la máquina de desgaste, este ensayo se realizó a 3 muestras por cada dosificación adición de pet.

TABLA 31. RESULTADO DE ENSAYO DE RESISTENCIA AL DESGASTE CON(0%,5%,10% Y 15%) PET

% DE POLIETILENO TEREFTALATO	LONGITUD DE HUELLA (mm)
0%	43
5%	39
10%	47
15%	49

Fuente. elaboración propia

GRÁFICA 41. RESULTADO DE ENSAYO DE DESGASTE CON (0%, 5%, 10% Y 15%) PET



Fuente. elaboración propia

Como se puede apreciar en **la Gráfica 41**, se puede observar un diagrama de barras de resultados de resistencia al desgaste, se puede observar los resultados el cual se obtuvo de los adoquines de concreto con (0%, 5%, 10% y 15%) por cada dosificación realizada por los autores de la tesis **Arenas, Nelson, Gómez, Gustavo (2015)**.

La primera barra muestra el promedio de la muestra con 0% polietileno tereftalato el cual obtuvo una longitud de 43 mm, el ensayo se realizó a los 28 días, lo cual podemos llegar a la conclusión que el promedio de las muestras con la adición de 0% de polietileno tereftalato no cumple con las especificaciones establecidas por la **Norma Técnica Peruana 399.624**, el cual especifica que la huella máxima de desgaste debe ser de 23 mm.

La segunda barra muestra el promedio de la muestra con 5% polietileno tereftalato el cual obtuvo una longitud de 39 mm, el ensayo se realizó a los 28 días, lo cual podemos llegar a la conclusión que el promedio de las muestras con la adición de

5% de polietileno tereftalato no cumple con las especificaciones establecidas por la **Norma Técnica Peruana 399.624**, el cual especifica que la huella máxima de desgaste debe ser de 23 mm.

La tercera barra muestra el promedio de la muestra con 10% polietileno tereftalato el cual obtuvo una longitud de 47 mm, el ensayo se realizó a los 28 días, lo cual podemos llegar a la conclusión que el promedio de las muestras con la adición de 10% de polietileno tereftalato no cumple con las especificaciones establecidas por la **Norma Técnica Peruana 399.624**, el cual especifica que la huella máxima de desgaste debe ser de 23 mm.

La última barra muestra el promedio de la muestra con 15% polietileno tereftalato el cual obtuvo una longitud de 49 mm, el ensayo se realizó a los 28 días, lo cual podemos llegar a la conclusión que el promedio de las muestras con la adición de 15% de polietileno tereftalato no cumple con las especificaciones establecidas por la **Norma Técnica Peruana 399.624**, el cual especifica que la huella máxima de desgaste debe ser de 23 mm.

V. DISCUSIÓN

DISCUSIÓN GENERAL

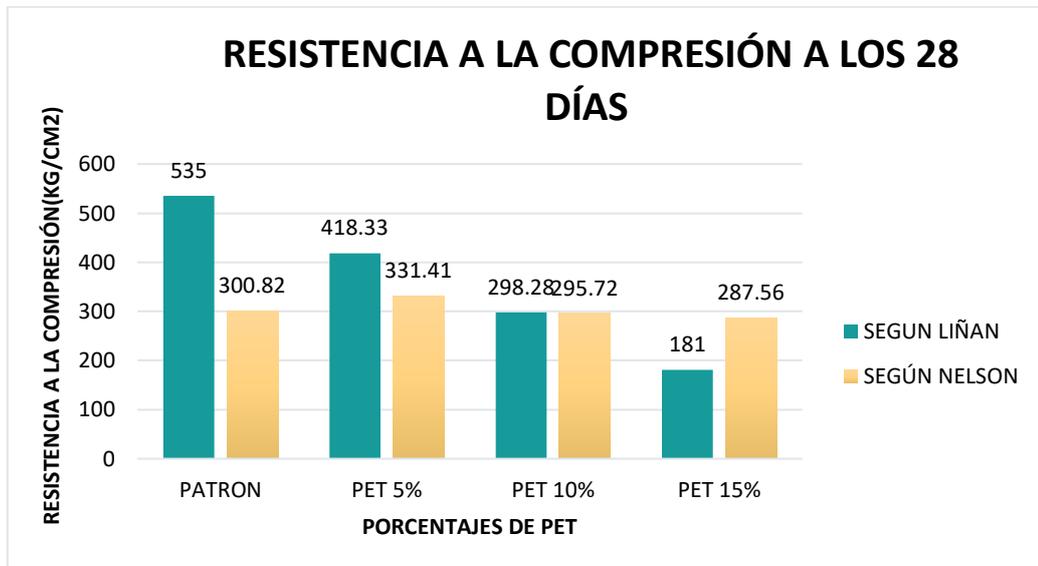
- Según los ensayos realizados de granulometría y el diseño de mezcla por el método ACI 211 según las tesis relacionadas con mi tema, se obtiene que los resultados para la fabricación de adoquines con polietileno tereftalato reciclado en distintas dosificaciones del tipo I, son factibles ya que cumplen con las normas establecidas en las diferentes dosificaciones realizadas sustituyendo al agregado por partículas de plástico reciclado en 5% ,10% y 15% de polietileno tereftalato. Por lo cual se acepta la hipótesis de “Las propiedades físico mecánicas de adoquines de concreto para pavimentos peatonales con adición de polietileno tereftalato, cumplen con las normas respectivas, Lima-2019”, estos resultados obtenidos mediante tesis publicadas, guardan relación con la investigación de la tesis.” Diseño de adoquines de concreto con incorporación del PET para vías vehiculares de tránsito ligero en el distrito de El Agustino – 2018 “de los autores **Liñán, Jazmín, Álvarez, Leonel (2018)** para la Universidad cesar vallejo, donde se concluye que su diseño de concreto cumple las Normas Técnicas Peruanas establecidas.

Para poder evaluar el comportamiento físico mecánico del adoquín con polietileno tereftalato reciclado frente al adoquín convencional (patrón) me base en resultados de ensayos de tesis realizadas en las cuales, de acuerdo a sus propiedades físicas, son las dimensiones es por eso que se determinó que los adoquines fabricados con la adición de polietileno tereftalato deben seguir las dimensiones establecidas por la Norma Técnica Peruana 399.611.

DISCUSIONES ESPECÍFICAS

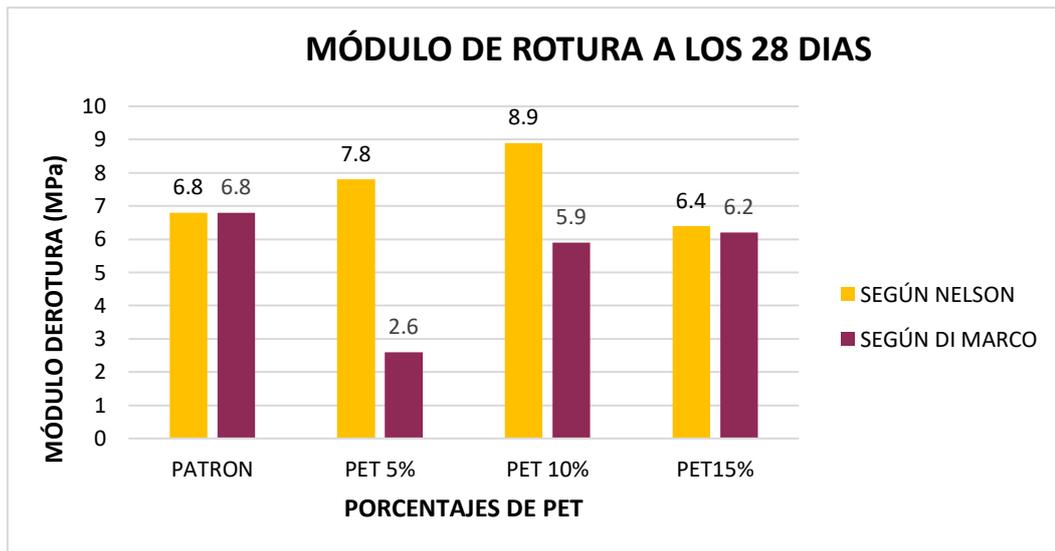
- Respecto a las propiedades mecánicas se realizó los ensayos de absorción, comprensión, flexión y desgaste de esta manera se pudo determinó las propiedades mecánicas del adoquín de concreto con adición de Polietileno Tereftalato obteniendo resultados favorables, en tal sentido se acepta

hipótesis específica “La resistencia a la compresión de los adoquines de concreto para pavimentos peatonales con adición de polietileno tereftalato es apropiada, Lima-2019”.



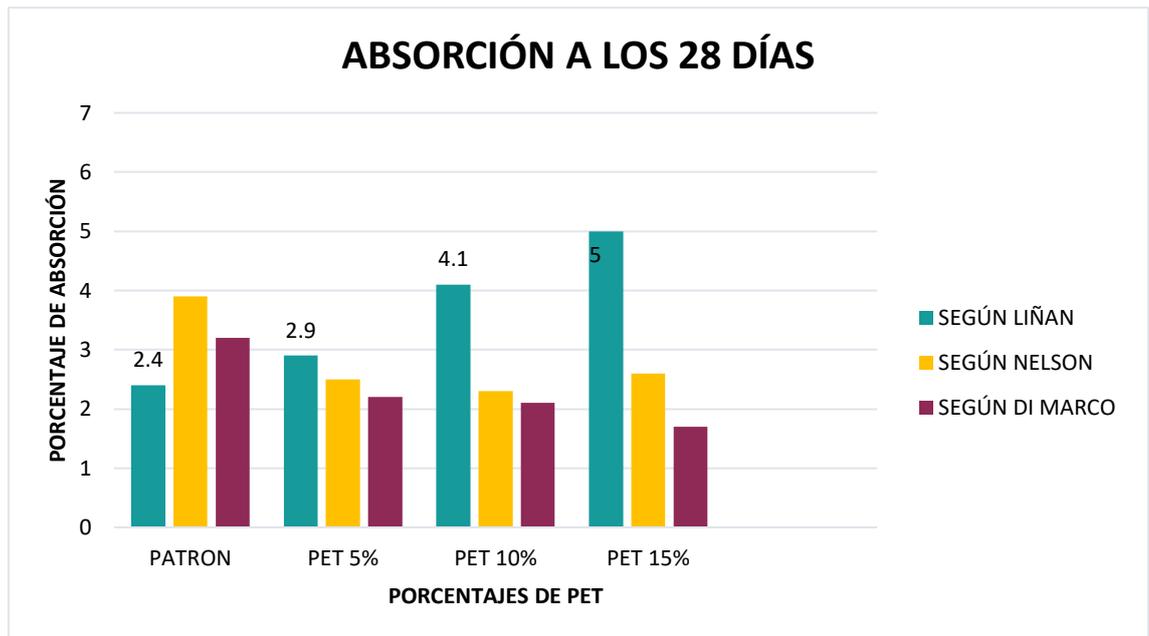
Los resultados están relacionados con lo que sostienen **Arenas, Nelson, Gómez, Gustavo (2015)** Morales en su Tesis titulada “Implementación de un material compuesto mediante Plástico Reciclado (Pet) para la Elaboración de un Adoquín. “en lo que respecta a las características mecánicas, donde concluye que su diseño de adoquín con PET presenta mejores comportamientos respecto a la resistencia de compresión.

- En los ensayos de módulo de rotura se pudo determinar la propiedad mecánica de rotura del adoquín con incorporación de Polietileno Tereftalato obteniendo resultados favorables, en tal sentido se acepta hipótesis específica “El módulo de rotura de los adoquines de concreto para pavimentos peatonales con adición de polietileno tereftalato es apropiado, Lima-2019”.



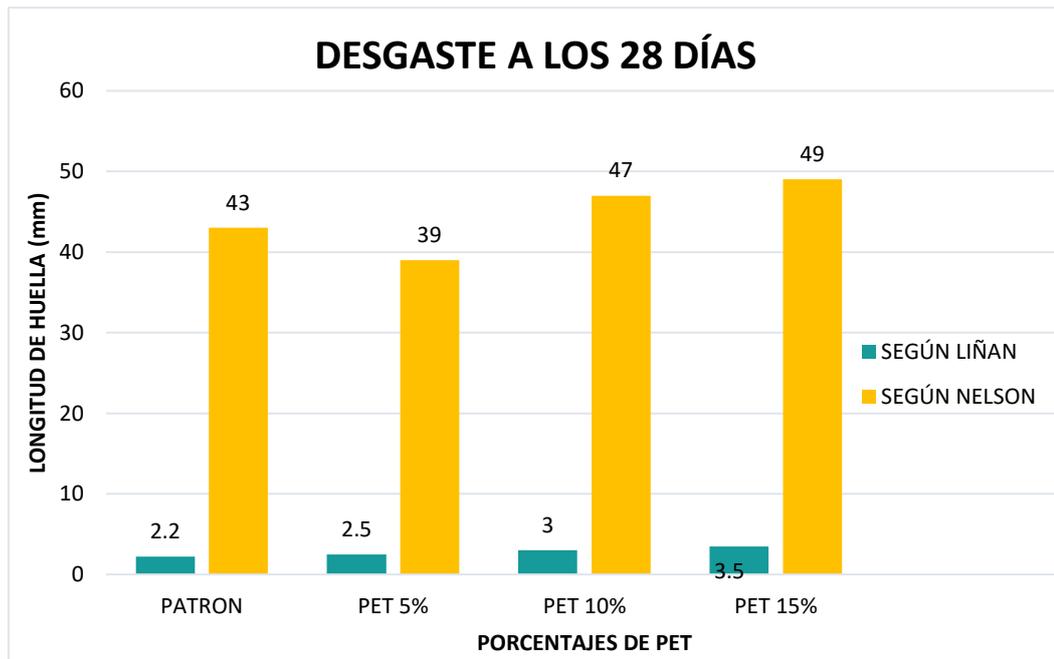
Los resultados están relacionados con lo que sostiene **Raúl Omar, Di Marco Morales (2015)** en la revista ESAICA, “Diseño y elaboración de un sistema de adoquines de bajo costo y material reciclado para construcciones en núcleos rurales “en lo que respecta a las características mecánicas, donde concluye que su diseño de adoquín con PET presentan mejores comportamientos respecto al módulo de rotura.

- Respecto a los ensayos de absorción basándose en tesis relacionadas se pudo determinar la propiedad mecánica de permeabilidad del adoquín con adición de polietileno tereftalato obteniendo resultados favorables, en tal sentido se acepta hipótesis específica “La permeabilidad de los adoquines de concreto para pavimentos peatonales con adición de polietileno tereftalato es apropiada, Lima-2019”.



Los resultados obtenidos están relacionados con lo que sostiene **Raúl Omar, Di Marco Morales (2015)** en la revista ESAICA, “Diseño y elaboración de un sistema de adoquines de bajo costo y material reciclado para construcciones en núcleos rurales “en lo que respecta a las características mecánicas, donde concluye que su diseño de adoquín con PET presenta mejores comportamientos respecto al porcentaje de absorción de agua.

- Y como último ensayo establecido en la tesis, el ensayo de resistencia de desgaste, se pudo determinar la última propiedad mecánica del adoquín con incorporación de polietileno tereftalato obteniendo resultados favorables, en tal sentido se acepta hipótesis específica “La durabilidad de los adoquines de concreto para pavimentos peatonales con adición de polietileno tereftalato es apropiada, Lima-2019”.



Los resultados obtenidos están relacionados con lo que sostienen los autores **Liñán, Jazmín, Álvarez, Leonel (2018)** en su tesis titulada “Diseño de adoquines de concreto con incorporación del PET para vías vehiculares de tránsito ligero en el distrito de El Agustino – 2018”, en lo que respecta a las propiedades mecánicas, donde concluye que su diseño de adoquín con la adición de Polietileno Tereftalato logra la resistencia al desgaste solicitado por la presente Norma Técnica Peruana 399.611.

VI. CONCLUSIONES

CONCLUSIÓN GENERAL

- Al fabricar adoquines con la adición de dosificación de 5%, 10%, y 15% de Polietileno tereftalato, según mis antecedentes y las tesis relacionadas dichas adoquines se sometieron a ensayos de dimensión (largo, ancho, espesor), absorción, comprensión, flexión y desgaste, esta propuesta de diseñar adoquines con Polietileno tereftalato reciclado en diferentes porcentajes es una alternativa óptima , ya que este trabajo de investigación demuestra que es posible la utilización de este material y a la vez esto cumple con las especificaciones mínimas de las normas ; NTP 399.611, NTP 399.624, ITINTEC 399.124 , esta investigación busca así mejorar sus propiedades físico mecánicas del adoquín tradicional, es por eso que se llega a la conclusión que las propiedades físico mecánicas de adoquines de concreto para pavimentos peatonales con adición de polietileno tereftalato, cumplen con las normas respectivas, Lima-2019.

CONCLUSIONES ESPECÍFICAS

- Se puede concluir que los adoquines fabricados adicionando Polietileno tereftalato cumplen con lo establecidas por la norma NTP 399.611, tanto en físico y mecánicas, presentando una mayor resistencia a la compresión que aquellos adoquines de concreto sin la adición de polietileno tereftalato, es por eso que se llega a la conclusión que la resistencia a la compresión de los adoquines de concreto para pavimentos peatonales con adición de polietileno tereftalato es apropiada, Lima-2019.
- Al adicionar Polietileno tereftalato a la mezcla para la fabricación del adoquín de concreto este genera un efecto positivo sobre la resistencia a la compresión axial, ya que a diferencia del adoquín tradicional el adoquín con polietileno tereftalato aumenta considerablemente en la resistencia esto se puede verificar en la ITINTEC 399.124 el cual como especificación mínima da como mínimo 3.9 Mpa, el cual es medido mediante el ensayo de módulo de rotura, es por eso que se concluye que el módulo de rotura de los

adoquines de concreto para pavimentos peatonales con adición de polietileno tereftalato es apropiado, Lima-2019.

- Los adoquines con la adición de Polietileno tereftalato con las 3 dosificaciones (5%,10% y 15%) cumplen con el porcentaje de absorción establecido en la norma NTP 399.611 y a la vez estos aumentan en el porcentaje lo cual genera una mayor absorción de agua, es por eso que se llega a la conclusión que la permeabilidad de los adoquines de concreto para pavimentos peatonales con adición de polietileno tereftalato es apropiada, Lima-2019.

- Entre los adoquines fabricados con las distintas dosificaciones de porcentajes de Polietileno tereftalato (5%,10%,15%), cumplen con lo establecidas por la norma NTP 399.624 y presentan una mayor resistencia al desgaste a diferencia del adoquín de concreto tradicional es por eso que se llega a la conclusión que la durabilidad de los adoquines de concreto para pavimentos peatonales con adición de polietileno tereftalato es apropiada, Lima-2019.

VII. RECOMENDACIONES

Al ver los estudios de los ensayos y resultados de mis antecedentes recomiendo:

- Realizar estudios sobre la inyección de Polietileno Tereftalato al adoquín de concreto, ya que podría ser otra manera de poder adicionar el plástico al adoquín de concreto y a la vez hacer el uso del software SOLIDWORK, este es un software el cual permite diseñar, simular, fabricar y gestionar los datos del proceso, este software puede ser de gran ayuda para poder diseñar el adoquín inyectado con polietileno terftalato y ver la resistencia que este pueda alcanzar.
- Se recomienda también el análisis de este nuevo diseño para pavimentos rígidos, no solamente el uso de polietileno terftalato para pavimentos y revestimientos si no que también poder hacer estudios sobre la adición de plásticos en edificaciones, vigas, columnas, zapatas, entre otros ya que se cuenta con una amplia variedad de plásticos, muchos de estos generan una gran contaminación y son difíciles de reciclar por lo cual se debe plantear nuevas alternativas para el uso de estos plásticos en el ámbito de la construcción.
- Implementar programas para incentivar el reciclaje de plásticos, ya que el plástico es un material contaminante y difícil de degradarse lo cual toma muchos años es por eso que al reciclar este tipo de material se contribuye a la reducción de la contaminación ambiental así como también es una alternativa para poder disminuir la tala masiva de árboles y otros procesos masivos para el ecosistema y a la vez se logra contribuir con la reducción de muertes de animales así como la extinción de estos ya que la mayoría de plásticos son desechados en las calles, bosques, mar, es por eso que se recomienda a hacer programas para incentivar a la gente y concientizarlos al reciclaje de estos materiales.
- Se debe cuidar la trituración del polietileno, ya que el tamaño depende mucho para una mejor adhesión de los materiales, también se debe tener

encuentra la forma de los agregados producidos ya que estos juegan un papel importante durante la fabricación del adoquín de concreto, de ello depende la fluidez, trabajabilidad y resistencia del concreto.

- Realizar estudios de otros tipos de plásticos, como el polietileno de alta densidad (HDPE), Polivinilo (PVC), Polietileno de baja densidad (LDPE), y el Polipropileno (PP), para poder adicionar al adoquín de concreto, ya que cada plástico varían considerablemente dependiendo del tipo de plástico que sea, las cuales cada uno posee distintas propiedades, es por eso que se recomienda hacer estudios más a fondo.

REFERENCIAS

AKIF, Irmak, YIMAZ, Sevgi & DURSUN, Dogan. Effect of different pavements on human thermal comfort conditions. *Rev. Atmósfera*, 30. [en línea].2016, vol. 4 n°1. [fecha de consulta: 30 de septiembre 2019], pp12. Disponible en: <https://www.revistascca.unam.mx/atm/index.php/atm/article/view/ATM.2017.30.04.06/46604>

ARENAS, Nelson, GÓMEZ, Gustavo. IMPLEMENTACIÓN DE UN MATERIAL COMPUESTO MEDIANTE PLÁSTICO RECICLADO (PET) PARA LA ELABORACIÓN DE UN ADOQUÍN. Tesis (Titulación). Colombia: La Universidad Industrial de Santander. 2015. Disponible en: <http://noesis.uis.edu.co/bitstream/123456789/13235/1/160113.pdf>

ARIAS, José., VILLASÍS, Miguel y MIRANDA, María. El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Rev. alergia México*, [en línea]. 2016, n° 2. [fecha de consulta: 03 de agosto de 2019]. Disponible en: <http://revistaalergia.mx/ojs/index.php/ram/article/view/181/309> ISSN 2448-9190

CARUAJULCA, Aurora. Calles y avenidas de Lima Norte lucen con peligrosos baches. *Diario Correo*. 2018. [fecha de consulta: 05 de agosto de 2019]. Disponible en: <https://diariocorreo.pe/edicion/lima/calles-y-avenidas-de-lima-norte-lucen-con-peligrosos-baches-818710/>

CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE PERÚ. Ley para la prohibición de la entrega de bolsas plásticas, empaques, sorbetes y otros elementos plásticos distribuidos a los consumidores finales. [en línea]. 2017. Disponible en: <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/ley-que-regula-el-plastico-de-un-solo-uso-y-los-recipientes-ley-n-30884-1724734-1/>

CORRAZA, María, DI MASCIO, Paola. & MORETTI, Laura. Managing sidewalk pavement maintenance: A case study to increase pedestrian safety. *Rev. Journal of*

Traffic and Transportation Engineering, [en línea]. 2016, n°3 [fecha de consulta: 17 de septiembre de 2019]. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095756416300915>

ISSN 2214-5095

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>

DEFENSORÍA DEL PUEBLO. Seguimiento a las condiciones de infraestructura vial para el tránsito de peatones y conductores en puntos críticos de los distritos de Lima y Callao. Enero 2019. Disponible en: https://www.defensoria.gob.pe/wp-content/uploads/2019/03/Informe-de-adjunt%C3%ADa-N-001-2019-DPAMASPP.SP_.pdf

DI MARCO, Raúl. Diseño y Elaboración de un Sistema de Adoquines de Bajo Costo y Material Reciclado para Construcciones en Núcleos Rurales. *Rev. Esaica* [en línea]. 2015, vol.1, n°1 [fecha de consulta: 27 de septiembre de 2019]. pp. 47-57. Disponible en: <https://revistas.udes.edu.co/esaica/article/view/269>

ISSN 2422-4650

ECHAVEGUREN, Tomás. Manual de diseño de pavimentos de adoquines de hormigón. *Academia.edu*. (n.d.) [en línea]. Chile: Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile. 2013. Disponible en:

https://www.academia.edu/36077391/Manual_de_Diseño_de_Pavimentos_de_Adoquines_de_Hormigón

ECHEVERRÍA, Evelyn. Ladrillos de concreto con plástico Pet reciclado. Tesis (Titulación). Perú Universidad Nacional de Cajamarca, 2017. Disponible en:

<http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1501/LADRILLOS%20DE%20CONCRETO%20CON%20PL%C3%81STICO%20PET%20RECICLADO.pdf?sequence=1>

GUERRINI, Gian; CRESPO, Raúl y JURADO, Rafael. Uso de cementos fotocatalíticos para vías urbanas con altos volúmenes de tráfico. *Revista técnica de la asociación española carretera* [en línea] 20 de octubre de 2017, n° 212. [fecha de consulta: 27 de septiembre de 2019]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Gian_Luca_Guerrini/publication/317764867_Use_of_photocatalytic_cements_on_urban_roads_with_high_traffic_volumes/links/59ea03fdaca272cdddb6fde/Use-of-photocatalytic-cements-on-urban-roads-with-high-traffic-volumes.pdf ISSN 0212-6389

HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. 5° ed. México: McGraw. HILL/INTERAMERICANA EDITORES S.A., 2010. 599 p.
ISBN: 9781456223960.

Instituto Nacional de Investigación Tecnológica y Normas Técnicas (1988). ITINTEC 399.124. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/446646454/NTP-339-124-1988-Adoquines>

LARA, Sergio y NAVARRO, Rodrigo. Infraestructura modular en tecnología de polietileno de alta densidad para el manejo de ovinos y terneros. [en línea]. Chile: Fundación para la innovación agraria. 2016. Disponible en: <http://bibliotecadigital.fia.cl/bitstream/handle/20.500.11944/146395/135Corrales.pdf?sequence=1&isAllowed=y> ISBN 978-956-328-212-2

LIÑAN, Jazmín, ALVAREZ, Leonel. Diseño de adoquines de concreto con incorporación del PET para vías vehiculares de tránsito ligero en el distrito de El Agustino – 2018. Tesis (Titulación). Perú: Universidad César Vallejo. 2018. Disponible en: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/39110/Li%c3%b1an_RJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y

MACHADO, Raúl; GONZÁLEZ, Marco; GONZÁLEZ, Jeanette. Estado del arte sobre la mecánica de fractura en tuberías de polietilenos de alta densidad (PEAD). *Revista*

UIS Ingenierías [en línea] 5 de agosto de 2019, n° 04. [fecha de consulta 27 de septiembre de 2019]. Disponible en:

<https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistauisingenierias/article/download/8946/9871/> ISSN 2145 – 8456

MEZA, Yoisi. Propiedades físico – mecánicas de adoquines elaborados con plástico reciclado para pavimento peatonal en el centro comercial tambo plaza, Lurín – 2017. Tesis (Titulación). Perú: Universidad César Vallejo. 2018. Disponible en:

http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/26903/Meza_DY.pdf?sequence=1&isAllowed=y

MIGUEL, Alejandro, SANTAMARÍA, María, CONTRERAS, Georgina, GUERRERO, Víctor y HERNÁNDEZ, Ana. Diseño y elaboración de adoquines de pet reciclado. Revista *Ideas en Ciencia*, [en línea] Julio-diciembre 2015, n°44, [fecha de consulta: 16 de septiembre de 2019]. Disponible en:

http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/66911/REVISTA%20IDEAS_VOL_44_1_DISEN%cc%83O.pdf?sequence=3&isAllowed=y ISSN: 2007-5197

MIGUEL Alejandro., SANTAMARÍA María., CONTRERAS, Georgina., GUERRERO, Víctor. y HERNÁNDEZ Ana. Diseño y elaboración de adoquines de Pet reciclado. 2015. Revista *Tecnológico de Estudios Superiores de Chimalhuacán*. [en línea]. Diciembre 2015, n° 44. [fecha de consulta 21 de septiembre de 2019]. Disponible en:

http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/66911/REVISTA%20IDEAS_VOL_44_1_DISEN%cc%83O.pdf?sequence=3&isAllowed=y

ISSN: 2007-5197

MOLINA Restrepo, Shirley, 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>

MORALES, Carolina. Y PEREZ Beatriz. Determinación de la conductividad térmica y resistencia mecánica de ladrillos y placas conformadas de cemento y polietileno tereftalato (pet). Tesis (Titulación). Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 2018. Disponible en:

<http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/9927/1/15T00701.pdf>

MORENO, Luis; OSPINA, Miguel y RODRÍGUEZ, Kelly. (2019). Propiedades mecánicas del concreto fabricado con agregados reciclados extraídos de escombros de mampuestos de arcilla cocida. Revista *ESPACIOS*. [en línea] 4 de febrero de 2019, n° 04. [fecha de consulta 27 de septiembre de 2019]. Disponible en: <http://www.revistaespacios.com/a19v40n04/a19v40n04p12.pdf> ISSN 0798 1015

NORMA TÉCNICA PERUANA. (2015). NTP 399.625. Disponible en: <https://edoc.pub/ntp-399624-2006-pdf-free.html>

NORMA TÉCNICA PERUANA. (2015). NTP 399.624. Disponible en: <https://edoc.pub/queue/ntp-399624-2006pdf-pdf-free.html>

NORMA TÉCNICA PERUANA. (2015). NTP 399.625. Disponible en: <https://edoc.pub/queue/ntp-399624-2006pdf-pdf-free.html>

NORMA TÉCNICA PERUANA. (2015). NTP 399.611. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/389962121/NTP-399-611-2015>

NUÑO, Leticia; QUINTANA, Berenice; CONTRERAS, José; y TAPÍA, Carlos. (2016). Uso de glicólisis para el reciclado químico de polietileno tereftalato. Somers [en línea] 25 de junio de 2016, n° 03. [fecha de consulta: 27 de septiembre de 2019]. Disponible en:

http://www.somers-ac.org/encuentros/encuentros_resource/Encuentro9.pdf

ISSN 2395-8170

ÑAUPAS, Humberto, MEJÍA, Elías, NOVOA, Eliana y VILLAGÓMEZ, Alberto. Metodología de la investigación Cuantitativa – Cualitativa y Redacción de la Tesis. (4. a ed). Colombia: Ediciones de la U 2014. 536p. ISBN: 97895876214

OHEMENG, Eric, YALLEY, Peter, DADZIE, John & DJOKOTO, Susan. Utilization of Waste Low Density Polyethylene in High Strengths Concrete Pavement Blocks Production. Civil and Environmental Research, [online] Julio 2014, n°5. [fecha de consulta: September 17, 2019]. Disponible en:

<https://www.semanticscholar.org/paper/Utilization-of-Waste-Low-Density-Polyethylene-in-Ohemeng-Yalley/0d8fc60e547ecc879b15bef151f84774d18575b3>

ISSN 2225-0514

PASTOR, Ayrton, SALAZAR, Jean Pierre, SEMINARIO, Ricardo, TINEO, Andrés, ZAPATA, Jean Carlo. Diseño de planta productora de adoquines a base de cemento y plástico reciclado. Tesis (Titulación) Universidad de Piura, 2015. Disponible en:

<https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2343/5.%20PYT%2C%20Informe%20Final%2C%20Cemento%20y%20PI%2C%20A1stico.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

POVEDA, Ricardo; GRANJA, María; HIDALGO, Daniel y ÁVILA, Carlos. Análisis de la influencia del vidrio molido sobre la resistencia al desgaste en adoquines de hormigón tipo A. Revista *Politécnica* [en línea] 3 de febrero de 2015, n° 3. [fecha de consulta: 27 de septiembre de 2019]. Disponible en:

https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista_politecnica2/article/view/413 ISSN 1390-0129.

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.espace.edu.ec/bitstream/123456789/3029/1/85T00293.pdf>

REZA, Pouranian and SHISHEHBOR, Mehdi. Sustainability Assessment of Green Asphalt Mixtures: A Review. Applied sciences, [online]. 20 June 2019, n° 6. [consultation date: September 24 2019]. Disponible en:

<https://www.mdpi.com/2076-3298/6/6/73/html#> ISSN: 2076-3417

RÍOS, Roxanna y MARTÍNEZ, Katherine. Manual de elementos urbanos sustentables. [en línea]. Chile: Ministerio de Vivienda y Urbanismo – Minvu. 2016. Disponible en:

http://cdn.plataformaurbana.cl/wp-content/uploads/2016/12/meus_tomo-2.pdf

ISBN: 978-956-9432-16-3

ROBAYO, Rafael; MEJÍA, Rubí y MULFOR, Alexandra. Producción de elementos constructivos a partir de residuos de ladrillo activados alcalinamente. Revista Facultad de Ingeniería [en línea] 20 de mayo de 2016, n° 43. [fecha de consulta: 27 de septiembre de 2019]. Disponible en:

<http://www.scielo.org.co/pdf/rfing/v25n43/v25n43a02.pdf> ISSN 2357-5328

SANCHEZ, Hugo y REYES, Carlos. Metodología y Diseños en la investigación Científica. (5. a ed). Lima: Business Support Aneth S.R.L 2017. 235p. ISBN: 9786124684227.

SIERRA, Jorge. Usos y aplicaciones del plástico PEAD reciclado en la fabricación de elementos estructurales para construcción de vivienda en Colombia. Tesis (Maestría). Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. 2016. Disponible en:

<http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1501/LADRILLOS%20DE%20CONCRETO%20CON%20PL%20C3%81STICO%20PET%20RECICLADO.pdf?sequence=1>

SINTI, Juan. Diseño de pavimento vehicular y peatonal del centro poblado culebreros, santa catalina de Mossa, Piura, 2017. Tesis (Titulación). Perú: Universidad César Vallejo. 2017. Disponible en:

http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/33502/sinti_pj.pdf?sequence=1&isAllowed=y

STRACUZZI, Santa y PESTANA, Feliberto. Metodología de la investigación cuantitativa [en línea]. 3. a ed. Caracas, Venezuela: Edición, FEDUPEL. 2012 [fecha de consulta: 10 de agosto de 2019]. Disponible en:

<https://metodologiaecs.files.wordpress.com/2015/09/metodologc3ada-de-la-investigacic3b3n-cuantitativa-3ra-ed-2012-santa-palella-stracuzzi-feliberto-martins-pestana.pdf> ISBN: 980-273-445-4

TAHMOORIAN Farzaneh, SAMALI Bijan, WY TAM Vivian and YEAMAN, John. Evaluation of Mechanical Properties of Recycled Material for Utilization in Asphalt Mixtures. Applied sciences, [online]. 27 Julio 2017, n° 8. [fecha de consulta: 24 de septiembre de 2019]. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-3417/7/8/763>
ISSN 2076-3417

UDAWATTHA, Chameera, GALABADA, Harsha & HALWATURA, Rangika. Mud concrete paving block for pedestrian pavements. Case Studies in Construction Material, [online] 26 August 2017, n°7. [fecha de consulta: 18 de septiembre de 2019]. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221450951730058X?via%3Dihub>
ISSN 2214-5095

VILA, Peter; PEREYRA, María y GUTIERREZ, Ángel. Resistencia a la compresión de adoquines de hormigón. Resultados tendientes a validar el ensayo en medio adoquín. Rev. ALCONPAT [en línea] 29 de septiembre de 2017, n° 3. [fecha de consulta: 27 de septiembre de 2019]. Disponible en:
<http://www.scielo.org.mx/pdf/ralconpat/v7n3/2007-6835-ralconpat-7-03-247.pdf>
ISSN 2007-6835

ZAVALA, Guillermo. Diseño experimental de materiales modulares de construcción utilizando plásticos reciclado como agregado. Revista Tecnológica: Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE [en línea] 4 de febrero de 2018, n° 06. [fecha de consulta: 27 de septiembre de 2019]. Disponible en:
<https://core.ac.uk/download/pdf/47264827.pdf> ISSN 2072-568X

ZUBEIDA, Elías. Análisis de la incorporación del Pet y Pead en la flexibilidad y resistencia a la deformación en un pavimento ecológico. Tesis (Titulación). Perú: Universidad César Vallejo. 2017. Disponible en:
<http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/10227>

ANEXOS

”Propiedades físico mecánicas de adoquines de concreto para pavimentos peatonales con adición de polietileno tereftalato, Lima-2019”

Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Dependiente (Y): propiedades físico mecánicas de adoquines de concreto					
			Dimensiones	Indicadores	Instrumentos			
¿Cuáles son las propiedades físico mecánicas de adoquines de concreto para pavimentos peatonales con adición de polietileno tereftalato, Lima-2019?	Analizar las propiedades físico mecánicas de adoquines de concreto para pavimentos peatonales con adición de polietileno tereftalato, Lima-2019.	Las propiedades físico mecánicas de adoquines de concreto para pavimentos peatonales con adición de polietileno tereftalato, cumplen con las normas respectivas, Lima-2019.	Propiedades físicas	Largo	NTP 399.611			
				Ancho	NTP 399.611			
				Espesor	NTP 399.611			
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicos	Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión	Ensayo de Resistencia a la Compresión NTP 399.611			
¿Cuál es la resistencia a la compresión de los adoquines de concreto para pavimentos peatonales con adición de polietileno tereftalato, Lima-2019?	Calcular la resistencia a la compresión de los adoquines de concreto para pavimentos peatonales con adición de polietileno tereftalato, Lima-2019.	La resistencia a la compresión de los adoquines de concreto para pavimentos peatonales con adición de polietileno tereftalato es apropiada, Lima-2019.		Módulo de rotura	Ensayo de Módulo de Rotura ITINTEC 399.124			
				¿Cuál es el módulo de rotura de los adoquines de concreto para pavimentos peatonales con adición de polietileno tereftalato, Lima-2019?	Calcular el módulo de rotura de los adoquines de concreto para pavimentos peatonales con adición de polietileno tereftalato, Lima-2019.	El módulo de rotura de los adoquines de concreto para pavimentos peatonales con adición de polietileno tereftalato es apropiado, Lima-2019.	Permeabilidad	Ensayo de Absorción de Agua NTP 399.611
							Durabilidad	Ensayo de Resistencia de Desgaste NTP 399.624
							Variable Independiente: (X) polietileno tereftalato (PET)	
¿Cuál es la permeabilidad de los adoquines de concreto para pavimentos peatonales con adición de polietileno tereftalato, Lima-2019?	Calcular la permeabilidad de los adoquines de concreto para pavimentos peatonales con adición de polietileno tereftalato, Lima-2019.	La permeabilidad de los adoquines de concreto para pavimentos peatonales con adición de polietileno tereftalato es apropiada, Lima-2019.	Análisis del plástico reciclado	Granulometría por Tamizado	tamices			
			¿Cuál es la durabilidad de los adoquines de concreto para pavimentos peatonales con adición de polietileno tereftalato, Lima-2019?	Calcular la durabilidad de los adoquines de concreto para pavimentos peatonales con adición de polietileno tereftalato, Lima-2019.	La durabilidad de los adoquines de concreto para pavimentos peatonales con adición de polietileno tereftalato es apropiada, Lima-2019.		5 %	Balanza de precisión

adición de polietileno tereftalato, Lima-2019?	adición de polietileno tereftalato, Lima-2019.		Dosificación	10 %	Balanza de precisión
				15 %	Balanza de precisión

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE

” Propiedades físico mecánicas de adoquines de concreto para pavimentos peatonales con adición de polietileno tereftalato, Lima-2019”

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
V.D. (Y) Propiedades físico mecánicas de adoquines de concreto	De acuerdo VILA, Peter, PEREYRA, María y GUTIERREZ, Ángel (2017) explicaron que: Los adoquines son elementos prefabricados que forman la superficie de desplazamiento de los pavimentos. Mismos que poseen características particulares respecto a los materiales empleados para su elaboración, características geométricas y de aspecto, resistencia a la compresión, resistencia al desgaste y absorción, entre otros (p. 247).	Las propiedades físico mecánicas del adoquín serán estudiadas por medio de las dimensiones: resistencia a la compresión, módulo de rotura, permeabilidad, durabilidad	Propiedades físicas	Largo	Razón
				Ancho	Razón
				Espesor	Razón
			Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión	Razón
				Módulo de rotura	Razón
				Permeabilidad	Razón
				Durabilidad	Razón
V.I. (X) Polietileno Tereftalato	Así mismo, ZAVALA (2018) refirió que: El PET es un material no biodegradable, que es desechado y que genera una alta contaminación ambiental, esta combinación de materiales puede ser una alternativa de protección al medio ambiente y podría ser implementado como una nueva tendencia en la construcción (p.25).	El polietileno tereftalato reciclado será evaluado, en el proceso de la fabricación del adoquín se tomará diferentes porcentajes del pet en 5%,10%,15%	Análisis del plástico Reciclado	Granulometría por tamizado	Intervalo
				Dosificación	5 %
			10%		Razón
			15%		Razón

**IMPLEMENTACIÓN DE UN MATERIAL COMPUESTO MEDIANTE PLÁSTICO
RECICLADO (PET) PARA LA ELABORACIÓN DE UN ADOQUÍN.**

NELSON JAHIR ARENAS PICO

GUSTAVO ADOLFO GÓMEZ CARDENAS

**Trabajo de grado para optar el título de
Ingeniero civil**

Director

LUIS ALBERTO CAPACHO SILVA

Ingeniero civil. MSc.

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA
2015**



Código: 11340 Fecha Presentación: 30-ene-2015
Título: IMPLEMENTACIÓN DE UN MATERIAL COMPUESTO MEDIANTE PLÁSTICO RECICLADO(PET) PARA LA ELABORACIÓN DE UN ADOQUÍN
Nota Proyecto: 4.3 Fecha Registro Nota: 10-nov-2015
Estado: APROBADO
Tipo Trabajo: INVESTIGACIÓN
Estudiantes

Código	Nombre	Programa Académico
210318	GOMEZ CARDENAS GUSTAVO ADOLFO	21-INGENIERIA CIVIL
210321	ARENAS RICO NELSON JAHIR	21-INGENIERIA CIVIL

Directores

Documento	Nombre	Clase	Firma
09127140	LUIS ALBERTO CAPACHO SILVA	DIRECTOR	

Calificadores

Documento	Nombre	Firma
0-13548029	EDUARDO ALBERTO CASTAÑEDA PINZON	
C48044194	LUIS EDUARDO ZAPATA ORDUZ	

Diseño y Elaboración de un Sistema de Adoquines de Bajo Costo y Material Reciclado para Construcciones en Núcleos Rurales

Raúl Omar Di Marco Morales*, raulomard@yahoo.com, docente auxiliar Universidad Libre de Colombia, El Socorro- Colombia

Recibido 2014/09/01 Revisado 2014/12/11 Aprobado 2015/02/17

Para citar este artículo se recomienda: R.O. Di Marco. Diseño y elaboración de un sistema de adoquines de bajo costo y material reciclado para construcciones en núcleos rurales. Revista ESAICA, Vol.1 n°1, pp. 30-38, junio 2015

Resumen— Este trabajo de investigación se desarrolla a partir de la hipótesis de la utilización de desechos sólidos de PET (Tereftalato de Polietileno) como sustituto de áridos (arena), ingrediente de morteros, en la fabricación de componentes constructivos y específicamente de adoquines. El artículo presenta los resultados del estudio de las propiedades físico-químicas de distintos morteros cuyo contenido de árido se reemplazó por partículas o escamas de PET en distintas proporciones. Así mismo se muestra la comparación y evaluación de las propiedades físico-mecánicas de los morteros en estudio con los convencionales mediante ensayos de granulometría, absorción y resistencia a la flexión. Todo ello permitió determinar que las partículas de PET en adoquines puede ser usado como un posible sustituto de áridos, ya que se obtuvieron adoquines con 35% de reemplazo de la arena, que presentaron similar absorción (aceptable) y resistencias por encima a las exigidas por la norma: NTC 2017.

Palabras Clave— Adoquines, Arena, Cemento, Industria de Prefabricados, PET.

Abstract— This research develops from the assumption of using solid waste PET (Polyethylene Terephthalate) as a replacement of aggregates (sand) mortar ingredient in the manufacture of building components and specifically cobblestones. The article presents the results of the physicochemical properties of different mortars whose aggregate content was replaced by particles or flakes of PET in different proportions. Also the comparison and evaluation of physical-mechanical properties of the mortars studied with conventional assays by particle size, absorption and flexural strength shown. This allowed us to determine that the particles of PET in pavers can be used as a possible replacement of aggregates, as cobblestones were obtained with 35% replacement of sand, which had

similar absorption (acceptable) and resistance above those required by standard: NTC 2017.

Key Words— Paving key- words, Sand, Cement Precast Industry, PET

I. INTRODUCCIÓN

Mundialmente aumenta el problema causado por la creciente cantidad de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) y Residuos Sólidos Plásticos (RSP), como se puede apreciar en la Figura 1, aunado a la inadecuada disposición final en rellenos sanitarios y el desaprovechamiento de su potencial económico[1].

Sin embargo, se presentan esfuerzos de empresas como ECO-TEC Soluciones Ambientales [2], en Honduras, Centroamérica, que tienen la finalidad de prestar asesorías en materia ambiental en manejo y aprovechamiento de residuos sólidos. Particularmente, Andreas Froese de ECO-TEC inventó una técnica única que permite evitar al máximo el cemento y bajar los costos de la construcción hasta en un 40% de los costos tradicionales, mediante manejo y aprovechamiento de Residuos Domiciliarios Locales (en barrios), logrando así, además de la motivación a la conciencia ambiental; una mirada positiva de lo comúnmente denominado "basura". Igualmente, esta empresa ha venido desarrollando la técnica bioconstructiva de utilización de botellas plásticas desechables de PET para reemplazar al ladrillo junto con la incorporación de otros materiales como escombros y tierra.





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Diseño de adoquines de concreto con incorporación del PET para vías
vehiculares de tránsito ligero en el distrito de El Agustino – 2018

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES

Jazmin Joselyn Liñan Rodriguez

Leonel Renato Alvarez Tito

ASESOR

Dra. Maria Ysabel Garcia Álvarez

Mgtr. Luis Humberto Diaz Huiza

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

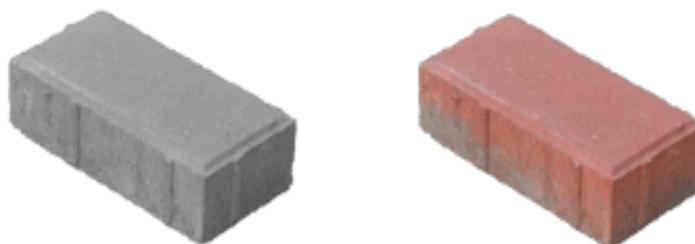
Diseño sísmico y estructural

LIMA – PERÚ

2018

FT-005

**BLOQUE DE CEMENTO ADOQUIN
20x10x6 PEATONAL**



DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO

Pieza rectangular prefabricada en concreto, utilizada para la construcción de pavimentos segmentados, que por su espesor es utilizado en tráfico peatonal.

ESPECIFICACIONES DEL ELEMENTO

Dimensiones:	Largo	Ancho	Alto
	20 cm	10 cm	6 cm
Textura:	Lisa salida de molde		
Color:	Gris o acabado de color en cara superior		
Peso:	2,6 kg/und		
Rendimiento:	50 und/m ²		
Módulo de rotura	Promedio:	De 5 unds 42 kgf/cm ² - 4,2 MPa a 28 días.	
	Individual:	38 kgf/cm ² - 3,8 MPa a 28 días.	
Absorción de agua - Promedio Aa%	7% maximo		
Resistencia a la abrasión:	23 mm promedio maximo		
Normas aplicadas:	NTC 2017 - Cartilla de andenes del IDU		
Tolerancias:	Largo, ancho: +/- 2 mm Alto: +/- 2 mm		

INSTALACIÓN DEL ELEMENTO

La cimentación debe ser conformada por la estructura de pavimento con el grado de compactación adecuado del diseño y que resista las características del tráfico. Sobre esta se debe extender una capa de arena de 3cm mínimo, uniformemente para apoyar sobre ella los adoquines, y compactarlos con vibrocompactadora de placa (0.25 -0.5m² en sentido transversal a la pendiente.

Una vez el adoquín quede apisonado en la cama de arena, se debe extender nuevamente arena seca sobre este, barriéndola hasta llenar las juntas entre las piezas, de forma que con el agua y el tráfico se genere una traba entre ellos.

Dirección Técnica:

Revisión: N° 1

FT versión cliente de uso y
reproducción exclusiva por Reciclados
Industriales.

Hoja: 1/1

Calidad:

Fecha: 20 de Marzo de 2018



ESPECIFICACIÓN TÉCNICA - DIVISIÓN PREMEZCLADOS



PRODUCTO: ADOQUÍN 6 - TIPO II

SGC-EST-06-
D1207

Versión 07

Descripción: Pieza de concreto simple a base de cemento, agua y áridos finos y/o gruesos, naturales y/o artificiales, con o sin aditivos, incluidos pigmentos, de forma nominal, prefabricada.

Ensayo	Requisito	Norma de Referencia	Norma de Ensayo
DIMENSIONES	Largo: 20 cm Ancho: 10 cm Alto: 6 cm	NTP 399.611	NTP 339.604
VARIACIÓN DIMENSIONAL	Largo y Ancho: ± 1.6 mm Altura: ± 3.2 mm	NTP 399.611	NTP 339.604
ABSORCIÓN, Máx., % (Promedio de 3 Unidades) (Unidad Individual)	$\leq 6\%$ del peso seco $\leq 7\%$ del peso seco	n / a NTP 399.611	NTP 339.604
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, Mín., MPa Respecto al área bruta promedio (Promedio de 3 Unidades) (Unidad Individual)	41 MPa (420 kg/cm ²) 37 MPa (380 kg/cm ²)	NTP 399.611	NTP 339.604
Usos	Color y Textura		
Adoquines de concreto, para pavimento vehicular y peatonal.	Conforme a muestra aprobada		

Generado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:
Ing. Cristiam Castillo Supervisor de Aseguramiento de la Calidad	Dra. Rosaura Vasquez Superintendente de Aseguramiento de la Calidad	Dra. Rosaura Vasquez Superintendente de Aseguramiento de la Calidad	28/05/2007

	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA	
	PRODUCTO: ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS	
Página 1 de 1		

Descripción: Elemento prefabricado de concreto simple, con o sin pigmentos, utilizada como material de pavimentación.

Ensayo	Requisito				Norma de Referencia	Norma de Ensayo	
	Tipo	Largo (Incluye separador)	Ancho (Incluye separador)	Alto			
DIMENSIONES	CSSA y DINO:				NTP 399.611	NTP 399.604	
	Adoquín 8	II	20 cm	10 cm			8 cm
	Adoquín 6	II	20 cm	10 cm			6 cm
	DINO:						
	Adoquín 4	I	20 cm	10 cm	4 cm		
VARIACIÓN DIMENSIONAL		Largo y Ancho		Altura	NTP 399.611	NTP 399.604	
	Adoquín 8, 6 y 4		± 1.6 mm	± 3.2mm			
ABSORCIÓN, Máx.	Promedio de 3 Unidades		Unidad Individual		NTP 399.611	NTP 399.604	
	CSSA y DINO:						
	Adoquín 8 y 6	≤ 6% del peso seco	≤ 7.5% del peso seco				
	DINO:						
	Adoquín 4	≤ 6% del peso seco	≤ 6% del peso seco				
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, Mín. Respecto al área bruta	Promedio de 3 Unidades		Unidad Individual		NTP 399.611	NTP 399.604	
	CSSA y DINO:						
	Adoquín 8	37 MPa (380 kg/cm ²)	33 MPa (340 kg/cm ²)				
	Adoquín 6	41 MPa (420 kg/cm ²)	37 MPa (380 kg/cm ²)				
	DINO:						
	Adoquín 4	31 MPa (320 kg/cm ²)	28 MPa (290 kg/cm ²)				
RESISTENCIA AL DESGASTE POR ABRASIÓN, DETERMINADA MEDIANTE LA MÁQUINA DE DESGASTE VERTICAL.	DINO:	Ancho de huella Promedio de 3 Unidades		Unidad Individual	UNE-EN 1338	NTP 399.624 / UNE-EN 1338	
	Adoquines tipo II	≤ 23mm		--			
RESISTENCIA A LA FLEXION, Mín. Valor característico. X̄ : Promedio, a la edad de despacho. σ : Desviación estándar calculada a la edad de despacho.	CSSA:	Promedio de 12 Unidades		Unidad Individual	ITINTEC 339.124 1988	ITINTEC 339.124 1988	
		X̄ - 1.5 σ ≥ 50 Kg / cm ²		--			
COLOR, TEXTURA Y APARIENCIA:	Conforme a muestra aprobada				NTP 399.611	DINO: SGC-PRO-06- D1009	
Usos							
Adoquines 6 y 8, para pavimentos de tránsito vehicular ligero y tránsito peatonal.							
Adoquines 4, para pavimentos de tránsito peatonal.							

Este producto podrá ser liberado habiendo cumplido con todos los requisitos de esta Especificación, y no antes de 7 días desde su elaboración.

Generado por: Alindor Sánchez Ramos Supervisor de Control de Calidad - Dino Cristian Alfaro Garcia Auxiliar de Control de Calidad - CSSA	Revisado por: Ing. Mena Nieves, José Supervisor de Aseguramiento de Calidad - Dino Ing. Edward Diaz Soldevilla Jefe de Control de Calidad - CSSA	Aprobado por: Ing. Gastañadui Ruiz, Fernando Superintendente de Gestion de Calidad - Dino Ing. German Tejada Puerta Superintendente General - CSSA	Fecha: 21/08/2015
---	---	---	-----------------------------

Cambios con respecto a la versión anterior: Se agregó los ensayos de CSSA, y ensayo de resistencia al desgaste por abrasión y cambio de codificación.



ESPECIFICACION TECNICA - DIVISION PREMEZCLADOS



PRODUCTO: ADOQUIN 6 x 10 x 20 - TIPO II

SGC-EST-06-
D9209

Versión 00

Descripción: Pieza de concreto simple a base de cemento, agua y áridos finos y/o gruesos, naturales y/o artificiales, con o sin aditivos, incluidos pigmentos, de forma nominal, prefabricada.

Ensayo	Requisito	Norma de Referencia	Norma de Ensayo
DIMENSIONES	Largo: 20 cm Ancho: 10 cm Alto: 6 cm	NTP 399.611	NTP 399.604
VARIACIÓN DIMENSIONAL	Largo y Ancho: ± 1.6 mm Altura: ± 3.2 mm	NTP 399.611	NTP 399.604
ABSORCIÓN, Máx., % (Promedio de 3 Unidades) (Unidad Individual)	$\leq 6\%$ del peso seco $\leq 7\%$ del peso seco	n / a NTP 399.611	NTP 399.604
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, Mín., MPa Respecto al área bruta promedio (Promedio de 3 Unidades) (Unidad Individual)	41 MPa (420 kg/cm ²) 37 MPa (380 kg/cm ²)	NTP 399.611	NTP 399.604
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN * Valor Característico. \bar{x} : Promedio de ensayo de 12 unidades a edad de 28 días σ : Desviación estándar calculada a partir de los resultados de las 12 unidades ensayadas.	$X - 1.5\delta \geq 50 \text{ kg / cm}^2$	ITINTEC 339.124:1988	ITINTEC 339.124:1988

Usos	Color y Textura
Adoquines de concreto, para pavimento vehicular y peatonal.	Conforme a muestra aprobada

Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:
Ing. Cristiam Castillo Supervisor de Aseguramiento de la Calidad	Dra. Rosaura Vasquez Superintendente de Aseguramiento de la Calidad	02/01/2008

UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Adoquines de concreto para pavimentos. Requisitos

MASONRY UNITS. Solid concrete interlocking paving units. Requirements

2015-12-11
2ª Edición

UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo para determinar la resistencia al desgaste por abrasión de adoquines de concreto utilizando la máquina de desgaste

MASONRY UNITS. Method of test to determine the resistance to the wearing down by concrete paving blocks using the wearing down machine

**2015-12-11
1ª Edición**

-ANEXO I-



1. NORMAS A CONSULTAR

- ITINTEC 334.009 Cementos Portland Tipo 1. Normal. Requisitos.
- ITINTEC 334.030 Cementos Portland Tipo 2. Requisitos.
- ITINTEC 334.040 Cementos Portland Tipo 5. Requisitos.
- ITINTEC 334.044 Cementos Portland Pozolánico. Tipo 1 P y 1 PM. Requisitos.
- ITINTEC 400.037 Agregados. Requisitos.
- ITINTEC 339.086 Aditivos para el hormigón. Requisitos.
- ITINTEC 339.000 Hormigón. Agua para morteros y hormigones de cemento Portland. Requisitos.

2. OBJETO

2.1 La presente Norma establece los requisitos y métodos de ensayo que deben cumplir los adoquines de concreto (hormigón) fabricados para la construcción de pavimentos.

3. DEFINICIONES

- 3.1 Adoquín de concreto. - Es una pieza de concreto simple, de forma nominal, prefabricada, que cumple con la presente Norma.
- 3.2 Forma nominal. - Es la configuración del adoquín, pactada en la transacción comercial y expresado geométricamente en un plano con indicación de las medidas pertinentes.
- 3.3 Valor característico. - Es el número que resulta de adicionar o restar, según sea el caso, al valor promedio (\bar{x}) de los resultados de un ensayo, 1,5 veces la desviación estándar (σ) obtenida en el mismo.

$$\begin{aligned} \text{Valor característico} &= \bar{x} + 1,5 \sigma \\ &= \bar{x} - 1,5 \sigma \end{aligned}$$

donde :

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

\bar{x} es la media o promedio de los valores obtenidos en la muestra como resultado del ensayo correspondiente.

//..



PERÚ

Ministerio de Vivienda
Construcción y Saneamiento



SENCICO
SERVICIO NACIONAL DE CAPACITACIÓN PARA
LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

NORMA CE.010

PAVIMENTOS URBANOS

LIMA – PERÚ
2010

PUBLICACIÓN OFICIAL