



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Propiedades físico – mecánicas de adoquines con polipropileno
para pavimentar la avenida Paraíso del km 1+100 - 2+200, VMT –
2020.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR:

Mayhua Chancahuaña, Gerson Yhomar (ORCID: 0000-0003-1426-9257)

ASESOR:

Mg. Ing. Minaya Rosario, Carlos Danilo (ORCID: 0000-0002-0655-523X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2020

Dedicatoria

La presente, está dedicado en primer lugar a Dios, por la salud otorgada durante mi estadía en la universidad. Y a mis padres, Walter Efraín Mayhua Torres y Nelly Sonia Chancahuaña Valdivia, quienes me apoyaron de manera incondicional en la culminación de mis estudios y obtención de mi título profesional, tanto en lo moral y en lo económico.

Agradecimiento

En primera instancia agradezco a mis formadores, Mg. Ing. Pinto Barrantes, Raúl Antonio y Mg. Ing. Minaya Rosario, Carlos Danilo. personas de gran sabiduría quienes se han esforzado por apoyarme para lograr llegar al punto en donde me encuentro.

El proceso no ha sido sencillo, pero a las ganas de transmitirme conocimiento y dedicación, eh logrado culminar el proyecto de investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Caratula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vii
Resumen.....	viii
Abstrac.....	ix
INTRODUCCIÓN.....	10
MARCO TEÓRICO.....	14
METODOLOGÍA.....	23
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	23
3.2. Variables y operacionalización.....	24
3.2. Población, muestra y muestreo.....	25
3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	26
3.4. Procedimiento.....	28
3.5. Métodos de análisis de datos.....	29
3.6. Aspectos éticos.....	29
CALCULOS Y RESULTADOS.....	30
DISCUSIÓN.....	57
CONCLUSIONES.....	60
RECOMENDACIONES.....	62
REFERENCIAS.....	63
ANEXOS.....	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1. Espesor mínimo del adoquín de concreto	20
Tabla N°2. Tolerancia dimensional de adoquines de concreto	20
Tabla N°3. Porcentaje de absorción máxima	21
Tabla N°4. Resistencia mínima a la compresión.....	21
Tabla N°5. Resistencia a la flexión mínima	22
Tabla N°6. Rango y magnitud de validez	28
Tabla N°7. Resumen del conteo vehicular del 13 al 19 de enero del 2020	31
Tabla N°8. Factores de correlación promedio de vehículos ligeros y pesados por unidad de peaje	32
Tabla N°9. Índice medio semanal y anual de vehículos livianos	33
Tabla N°10. Calculo de ejes equivalentes	35
Tabla N°11. Factor direccional y de carril.....	35
Tabla N°12. Número de repeticiones acumuladas de ejes equivalentes de 8.2t en el carril de diseño	37
Tabla N°13. Capa superficial de adoquines de concreto	37
Tabla N°14. Porcentaje de dureza de concreto	38
Tabla N°15. Datos promedio de los adoquines para el ensayo de absorción	40
Tabla N°16. Resumen de resultado del ensayo de absorción.....	40
Tabla N°17. Porcentaje de Absorción de agua por % de plástico reciclado	41
Tabla N°18. Datos promedio de los adoquines para el ensayo de flexión	43
Tabla N°19. Resumen de resultados del ensayo de flexión	43
Tabla N°20. Resistencia a la flexión por % de fibra de polietileno tereftalato – interpolación	44
Tabla N°21. Dosificación del adoquín con incorporación de fibra de polipropileno	46
Tabla N°22. Cuadro de resultados del ensayo a compresión del adoquín con fibra de polipropileno a los 7 días	46
Tabla N°23. Resistencia a la compresión por % de fibra de polipropileno a la edad de 7 días - interpolación	47
Tabla N°24. Cuadro de resultados del ensayo a compresión del adoquín con fibra de polipropileno a los 14 días	49

Tabla N°25. Resistencia a la compresión por % de fibra de polipropileno a la edad de 14 días - interpolación.....	50
Tabla N°26. Cuadro de resultados del ensayo a compresión del adoquín con fibra de polipropileno a los 28 días	52
Tabla N°27. Resistencia a la compresión por % de fibra de polipropileno a la edad de 28 días - interpolación	53
Tabla N°28. Resumen de ensayo a compresión con % de fibras de polipropileno reciclado - interpolación	54

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura N°1. Ubicación y tramo estudio de la Avenida Paraíso 1.1km al 2.2km.	11
Figura N°2. Cuadro de fases para el análisis de datos.	29
Figura N°3. Número de vehículos por día	31
Figura N°4. Análisis de la demanda vehicular	34
Figura N°5. Sección transversal típica de pavimento semirrígido	36
Figura N°6. Dimensionamiento del adoquín de concreto requerido	38
Figura N°7. Porcentaje de Absorción	42
Figura N°8. Máxima resistencia a la flexión.	45
Figura N°9. Máxima Resistencia a compresión por % de fibra de polipropileno a los 7 días.....	48
Figura N°10. Máxima Resistencia a compresión por % de fibra de polipropileno a los 14 días	51
Figura N°11. Máxima resistencia a la compresión por % de fibra de polipropileno a los 28 días	55
Figura N°12. Resistencia a la compresión con % de fibra de PP reciclado.....	56

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo principal evaluar el comportamiento de los adoquines con fibra de polipropileno reciclado, respecto a sus propiedades físico – mecánicas para pavimentar la avenida Paraíso, ubicado en Villa María del Triunfo, Provincia de Lima – Perú. El diseño de investigación es cuasi-experimental, de tipo aplicada, de nivel correlacional y enfoque cuantitativo. La técnica de recolección de datos, es por análisis documental. Se determinó el tipo de adoquín de concreto por medio de un estudio de tráfico en la zona de estudio para luego analizar las propiedades de este.

De las 3 investigaciones elegidas se obtuvieron los siguientes resultados: Porcentaje de absorción con adición de 4%(4.36%), 6%(3.73%) y 7%(3.44%). Resistencia a la flexión con adición de 0.35%(62.77 kg/cm²), 0.45%(61.08 kg/cm²) y 0.65%(54.56 kg/cm²). Resistencia a la compresión con adición de 0.12%(426.67 kg/cm²), 0.18%(408.87 kg/cm²) y 0.24%(401.58 kg/cm²).

Finalmente se concluye que la adición de fibras de PP reciclado es factible en su uso para adoquines de concreto, ya que disminuye el porcentaje de absorción y aumenta la resistencia a la compresión y una mínima leve disminución en la resistencia a la flexión respecto al adoquín patrón. Todos los resultados cumplen con la NTP 399.611.

Palabras Claves. Fibra de Polipropileno, resistencia a compresión, resistencia a flexión, porcentaje de absorción.

ABSTRACT

The main objective of this research is to evaluate the behavior of paving stones with recycled polypropylene fiber, with respect to its physical-mechanical properties to pave Paraíso Avenue, located in Villa María del Triunfo, Lima Province - Peru. The research design is quasi-experimental, applied type, correlational level and quantitative approach. The data collection technique is by documentary analysis. The type of concrete paver was determined by means of a traffic study in the study area to later analyze its properties.

From the 3 chosen investigations, the following results were obtained: Percentage of absorption with addition of 4% (4.36%), 6% (3.73%) and 7% (3.44%). Flexural strength with addition of 0.35% (62.77 kg / cm²), 0.45% (61.08 kg / cm²) and 0.65% (54.56 kg / cm²). Compressive strength with addition of 0.12% (426.67 kg / cm²), 0.18 % (408.87 kg / cm²) and 0.24% (401.58 kg / cm²).

Finally, it is concluded that the addition of recycled PP fibers is feasible in its use for concrete pavers, since it decreases the absorption percentage and increases the compressive strength and a minimal slight decrease in the flexural strength with respect to the standard paving stone. All results comply with NTP 399.611.

Keywords. Polypropylene fiber, compressive strength, flexural strength, absorption percentage.

I. INTRODUCCIÓN

La contaminación por residuos sólidos plásticos, ha sido por muchos años la causante principal de la degradación del medio ambiente y potencial amenaza para la salud. Según José Luis Gallego, divulgador científico y autor del libro “Plastic Détox”, afirma que “cada año, aproximadamente 8 millones de toneladas de plástico se desechan a los océanos, el cual equivale a vaciar un camión lleno de residuos sólidos cada minuto. Si no tomamos conciencia, se estima que para el 2025 los mares tendrán 1 tonelada de residuos plásticos por cada 3 toneladas de pescado”.¹⁷ Esta cifra es preocupante ya que el plástico se demora hasta 500 años en desintegrarse, y lejos de minimizar la contaminación esta se agrava cada día. En una investigación expuesta por la revista National geographic, Laura Parker afirma que “de los 8.3 millones de toneladas métricas de plásticos producidos en el mundo, 6.3 millones se han convertido en desechos sólidos y solo el 9% se ha reciclado”.²⁹

En los países como Ecuador, Colombia y México se realizaron estudios, en donde se reutilizaron los plásticos desechados como agregado para la elaboración de adoquines de concreto para pavimentar vías de tránsito ligero y pesado. En estas investigaciones se añadió plástico de polietileno tereftalato y de polipropileno en determinados porcentajes para la elaboración de adoquines de concreto. Habiéndose evaluado las propiedades mecánicas de estos nuevos productos, se lograron resultados favorables. La resistencia a la compresión y flexión aumento de manera aceptable de tal manera que cumplen con las Normas Técnicas establecidas de dichos países.

De igual manera, en Perú, en las ciudades de Cajamarca, Lima y Puno se realizaron investigaciones que aportan al mundo de la construcción y cuidado del medio ambiente. Pues los plásticos como el polipropileno y el polietileno tereftalato que son vertidos a la basura, son reusados para la elaboración de adoquines. Cuyas investigaciones tuvieron como objetivo determinar las propiedades mecánicas de los adoquines con adición de plástico con diferentes porcentajes, los cuales son aceptables de acuerdo a la Norma Técnica Peruana 399.611.

En José Carlos Mariátegui, sector de distrito de Villa María del Triunfo se encuentra la avenida Paraíso que desde el kilómetro 1+100 al 2+200 no se encuentra

pavimentada, es una vía de trocha carrozable. Este tramo de 1.1km, es la avenida principal de acceso a cuatro Asentamientos Humanos (AA.HH. Paraíso Alto, AA.HH. Virgen de las Mercedes, AA.HH. Edén del Manantial y el AA.HH. Los Ángeles) y a la zona turística “Lomas del Paraíso”, área declarada de conservación regional por el Decreto Supremo N° 011-2019-MINAM. En esta zona de la ciudad las precipitaciones fluviales son constantes y se extienden desde el mes de junio hasta septiembre, generando que la carretera principal se transforme en un lodazal, haciendo que la única línea de transporte público ya no pueda circular por el mal estado de la vía, generando que la población se movilice por sus propios medios exponiéndose a enfermedades y/o accidentes, así mismo la pérdida de tiempo y economía, ya que es la vía principal ingreso a una zona turística.

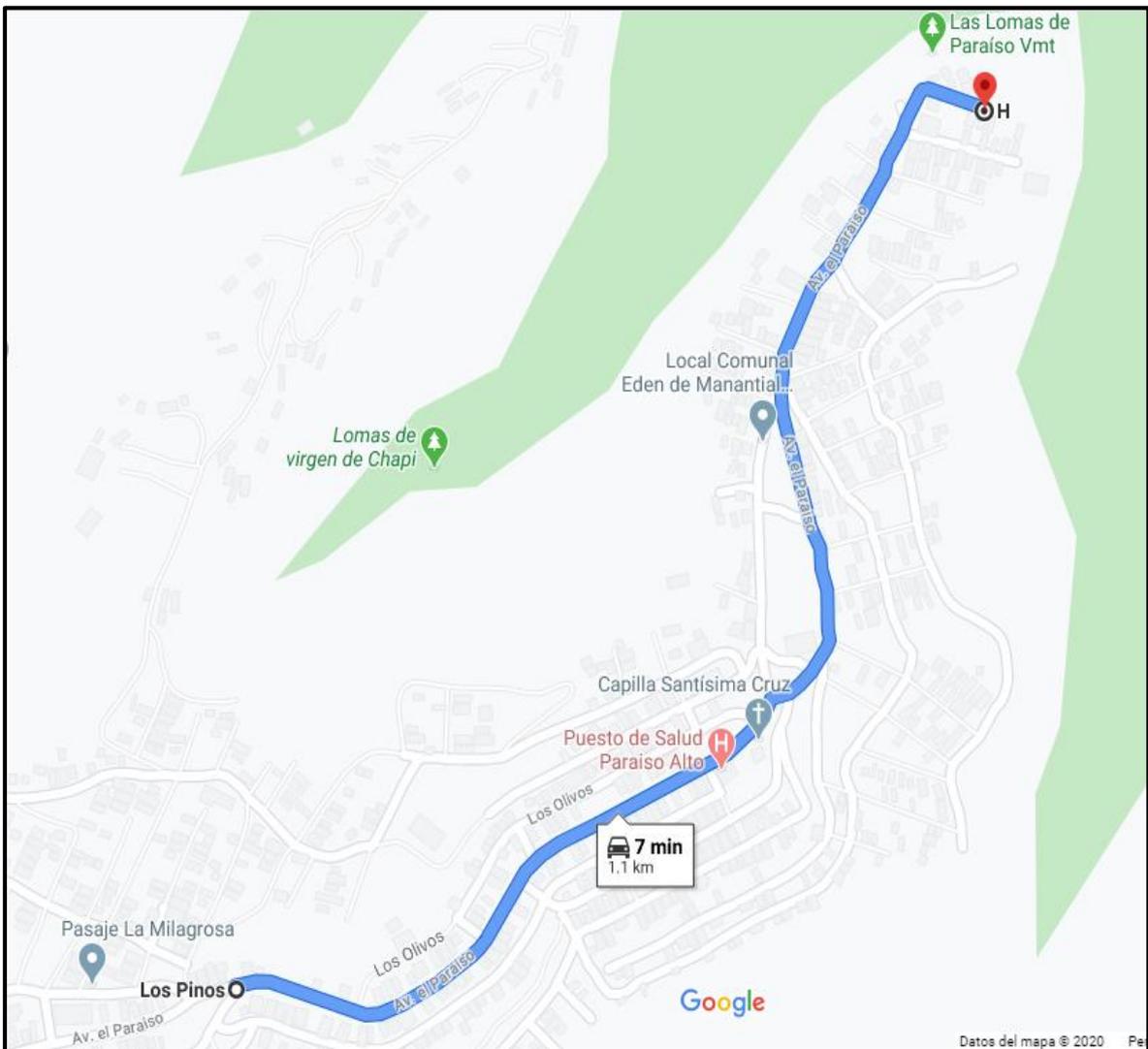


Figura N°1. Ubicación y tramo estudio de la Avenida Paraíso 1.1km al 2.2km.

Fuente: Google maps 2020.

Este proyecto de investigación plantea averiguar la influencia del polipropileno reciclado en las propiedades físico-mecánicas del adoquín. Así mismo, el producto se utilice para pavimentar la avenida Paraíso. Por ello se propone el diseño de adoquines con polipropileno para la pavimentación de la avenida Paraíso, desde el kilómetro 1+100 al 2+200. El plástico polipropileno se usará como composición alternativa añadida al adoquín de concreto tradicional, reemplazando el 0.0 kg, 0.75 kg, 0.85 kg y 0.95 kg por m³ de mezcla de concreto para la elaboración de adoquín, así pretender un elemento macizo que cumpla y mejore la resistencia del adoquín tradicional según la norma nacional peruana de pavimentos urbanos CE 0.10 y NTP399.611. De esta manera contribuir al aprovechamiento eficiente del plástico, disminuyendo la contaminación ambiental.

Formulación del problema. Problema general: ¿Cuánto influye la fibra de polipropileno reciclado en las propiedades físico – mecánicas del adoquín para pavimentar la avenida Paraíso, VMT - 2020? **Problemas específicos** ¿Cuánto influye la fibra de polipropileno reciclado en el porcentaje de absorción del adoquín para pavimentar la avenida Paraíso para pavimentar la avenida Paraíso, VMT - 2020?, ¿Cuánto afecta la fibra de polipropileno reciclado la resistencia a compresión del adoquín para pavimentar la avenida Paraíso, VMT – 2020?, ¿Cuánto afecta la fibra de polipropileno reciclado en la resistencia a flexión del adoquín para pavimentar la avenida Paraíso, VMT – 2020?

Justificaciones de la investigación. Justificación Teórica: El presente trabajo contribuye con la aplicación de conocimientos básicos de procesos para el diseño de adoquines de concreto con polipropileno reciclado, desde su etapa de modelación hasta determinar las propiedades físico-mecánicas del producto. A tal manera de obtener un adoquín tipo II óptimo respecto a un adoquín convencional. De esta manera el trabajo servirá para desarrollar trabajos de investigación de la misma envergadura. **Justificación Económica:** Se justifica plenamente al gasto generado de materia prima para la elaboración de adoquines, en caso se llegue a comprobar que el adoquín de concreto con polipropileno reciclado tiene mejores resultados respecto a las propiedades físico-mecánicas que el adoquín convencional. **Justificación Técnica:** Los conceptos básicos para el diseño adecuado de un adoquín de concreto añadiendo polipropileno reciclado se encuentra en la Norma Peruana 399.611. Así mismo para determinar las

propiedades físico mecánica el proyecto se basa a la Norma Técnica C10 “Pavimentos Urbanos”. Tales normas serán necesarias para el desarrollo del presente trabajo. **Justificación Social:** Se deduce a la conciencia social, es decir a la organización de las poblaciones para el reciclaje con el fin de reaprovechar los residuos sólidos para el desarrollo de un lugar respecto a las infraestructuras, como la pavimentación de esta zona de Villa María del Triunfo. De esta manera lograr el desarrollo de las comunidades y de un país. **Justificación Ambiental:** Al añadir Plástico de polipropileno reciclado al adoquín, se está contribuyendo al reciclaje de este. De tal manera que se estaría ahorrando materia prima la elaboración de adoquines con polipropileno. De esta manera se estaría justificando como un beneficio al medio ambiente.

Hipótesis general, El comportamiento de los adoquines con fibra de polipropileno reciclado son óptimos respecto a las propiedades físico – mecánicas del adoquín para pavimentar la avenida Paraíso, VMT - 2020. **Hipótesis específicas;** La fibra de polipropileno reciclado disminuye el porcentaje de absorción del adoquín para pavimentar la avenida Paraíso, VMT - 2020. La fibra de polipropileno reciclado aumenta la resistencia a compresión del adoquín para pavimentar la avenida Paraíso, VMT - 2020. La fibra de polipropileno reciclado aumenta la resistencia a flexión del adoquín para pavimentar la avenida Paraíso, VMT - 2020.

Objetivo general, Evaluar el comportamiento de los adoquines con fibra de polipropileno reciclado respecto a sus propiedades físico – mecánicas para pavimentar la avenida Paraíso, VMT – 2020. **Objetivos específicos;** Analizar la influencia de la fibra de polipropileno reciclado en el porcentaje a absorción del adoquín para pavimentar la avenida Paraíso, VMT - 2020. Analizar la influencia de la fibra de polipropileno reciclado en el ensayo a compresión del adoquín para pavimentar la avenida Paraíso, VMT- 2020. Analizar el efecto de la fibra de polipropileno reciclado en el ensayo a flexión del adoquín para pavimentar la avenida Paraíso, VMT - 2020.

II. MARCO TEÓRICO

Trabajos Previos.

En la tesis de **Nelson Jair Arenas Pico, Gustavo Adolfo Gómez Cárdenas (2015)**, en su investigación titulada ***“Implementación de un material compuesto mediante plástico reciclado (PET) para la elaboración de un adoquín”***. Tesis para optar el título de ingeniero civil, en la Universidad Industrial de Santander de Colombia. Tuvo como **objetivos**: Evaluar las propiedades físico-mecánicas del PET reciclado, con el fin de determinar la viabilidad de este, para elaborar un adoquín. Analizar por medio de ensayos de laboratorio, un comparativo de un adoquín tradicional y uno elaborado con adición de plástico PET. Fue un estudio de **tipo** experimental, la **muestra** fue de 72 adoquines, las cuales se dividieron de 12 adoquines para cada porcentaje (0%, 5%, 10%, 15%, 20% y 30%). Los principales **resultados** fueron: En el ensayo a absorción, para el adoquín con el 0% de adición de PET fue un 3.9% de absorción, para un 5% se obtuvo un 2.5% de absorción y para un 10% se tuvo un 2.3% de absorción. En el ensayo a compresión, para el adoquín con 0% de adición de PET se obtuvo 29.05Mpa, con 5% de PET se tuvo 32.5Mpa y con 10% de PET se obtuvo 29.0Mpa. Las **conclusiones** fueron: Que evidentemente todos los adoquines presentan una buena respuesta respecto a la absorción de agua, las cuales no sobrepasan el valor estipulado por la norma, la cual es el 7%. Respecto al ensayo realizado, resistencia a la flexotracción, los adoquines compuestos con el material PET presentan un buen comportamiento.⁴

En la tesis de **Martínez M. , Joffre R. (2016)**, en su investigación titulada ***“Análisis comparativo de la resistencia a compresión entre un adoquín convencional y adoquines preparados con diferentes fibras: sintética (polipropileno), orgánica (estopa de coco), inorgánica (vidrio)***, tesis para obtener el título de profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Técnica de Ambato, tuvo como **objetivo**, realizar un análisis comparativo entre un adoquín convencional hecho de acuerdo a la norma técnica del Ecuador y adoquines elaborados con diferentes tipos fibras: sintética (polipropileno), orgánica (estopa de coco), inorgánica (vidrio), realizando el ensayo a compresión. Fue un estudio de **tipo** experimental, la **población** son todos los adoquines de concreto reforzados con diferentes materiales, la **muestra** es de 10 adoquines con fibra de polipropileno, 10 con estopa de coco y 10 con fibra de vidrio Los principales **resultados** fueron; Con la adición

del 0.1 % de Fibra de Polipropileno se aumentó un 22 % de la resistencia a compresión a los 28 días en comparación de un adoquín convencional. Se **concluyó** que; Al adicionar la fibra de polipropileno en los porcentajes ya establecidos mejoran la resistencia a compresión de los adoquines, siendo la fibra de polipropileno en un porcentaje de 0,1 % la mejor en comparación a las otras fibras. ³⁷

Suaste D., Avila A. y Morales J. (2017), en su investigación titulada ***“Diseño de una Mezcla con Materiales Reciclados para Producción de Adoquines”***, tesis para la lograr del título profesional de Ingeniero Mecánico, en la Universidad UNAM de México. Tuvo como **objetivo**, evaluar una mezcla de concreto con componentes reciclados para la elaboración de adoquines y analizarlos por medio de ensayos a compresión de acuerdo a las normas técnicas de México. Fue un estudio de tipo experimental, la **muestra** es de 24 probetas, las cuales se dividen en 8 muestras y cada una compuesta por 3 probetas. Los principales **resultados** fueron: Con 0% de reciclado de llanta se logró una carga máxima a compresión de 46.15 kg/cm². Con 2% de reciclado de llanta se logró una carga máxima a compresión de 65.07 kg/cm². Con 5% de reciclado de llanta se alcanzó una carga máxima a compresión de 27.49 kg/cm². Con 10% de reciclado de llanta se obtuvo una carga máxima a compresión de 21.70 kg/cm². Las **conclusiones** fueron: De acuerdo a los ensayos realizados, los adoquines no cumplen con lo establecido en la norma NMX-C-314, por ello estos bloques se podrían utilizar exclusivamente para pavimentar áreas recreativas o decoraciones rusticas. De acuerdo a los resultados, cuando se aumenta la cantidad de llanta a la mezcla su resistencia disminuye, esto se debe a la incompatibilidad en las propiedades de la llanta con el cemento.³⁸

En la tesis de **Yoisi Meza Dominguez (2017)**. En su investigación titulada ***“Propiedades físico – mecánicas de adoquines elaborados con plástico reciclado para pavimento peatonal en el centro comercial Tambo Plaza, Lurín”***. Tesis para la obtención del título profesional de ingeniero civil, en la universidad Cesar Vallejo. Tuvo como objetivo evaluar la influencia del plástico PET reciclado en la trabajabilidad de la mezcla de concreto para un nuevo adoquín y las propiedades físicas y mecánicas de este. Fue un estudio de **tipo** básica, la **población** estuvo constituida por 44 adoquines con plástico PET reciclado a base de la NTP 399.611. Los principales **resultados** fueron: Según el módulo de rotura,

los adoquines fabricados con 3% de PET reciclado tuvieron 56.4 MPa, con 5% de PET reciclado tuvieron 61.2 MPa y con 8% de PET reciclado alcanzaron 72.50 MPa. Según al ensayo a compresión, con 3% de PET se obtuvo 116% de resistencia, con 5% de PET reciclado se tuvo 114% de resistencia y con 8% de PET reciclado se tuvo 112% de resistencia. Como **conclusiones** se tiene que: A medida que el porcentaje de PET aumenta, el módulo de rotura también lo hace. Respecto a los ensayos a compresión realizados a cada muestra, se tiene que están por encima de lo establecido por la NTP 399.611, entonces el resultado es favorable.²⁴

En la tesis de **Erick Daniel Rey Angulo (2018)**, en su investigación titulada ***“Propiedades físico – mecánicas de adoquines con polipropileno y caucho al 10% y 15% de reemplazo del agregado grueso, para su utilización en tránsito liviano en pavimentos articulados”***, tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Privada del Norte, tuvo como **objetivo** principal, diseñar un adoquín de concreto con polipropileno y caucho a un 10% y 15%, sustituyendo estos últimos, al agregado grueso para su fabricación. Luego determinar y comparar las propiedades físicas – mecánicas de estos nuevos adoquines para su uso en la ciudad de Cajamarca, principalmente en las vías de tránsito ligero. Fue un estudio de **tipo** experimental, la **población** es el conjunto de adoquines de concreto elaborados con caucho y polipropileno al 10% y 15%, la **muestra** es de 24 adoquines; 12 adicionando polipropileno y 12 adicionando caucho. Los principales **resultados** fueron que los adoquines con polipropileno tienen mejor resistencia y menor absorción que los adoquines convencionales. Se **concluyó** que los adoquines con adición de polipropileno al 10% mejoran las propiedades físico–mecánicas de este respecto a los adoquines convencionales, por tanto, que el 15% de adoquines con polipropileno y 10% con caucho tienen un resultado similar a los adoquines convencionales.³⁴

En la tesis de **Fernández García, Misael (2019)**, en su investigación titulada ***“Análisis de las características físicas-mecánicas del adoquín con polietileno tereftalato reciclado y adoquín convencional tipo I”***, tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Peruana Los Andes, Huancayo. Tuvo como **objetivo principal**, Evaluar el comportamiento físico-mecánico del adoquín con PET reciclado frente al adoquín convencional. Fue un **tipo** de estudio aplicada, la muestra es de 36 adoquines con 0%, 0.25%, 0.50% y 0.75% de fibras

de PET. Los principales **resultados** fueron: En el ensayo de absorción con 0.50 % de PET se obtuvo un porcentaje óptimo de 4.25% con respecto a los demás porcentajes. En el ensayo a flexión con 0.25% de PET se obtuvo 64.47 MPa, que es la máxima resistencia a flexión respecto a los demás porcentajes. En el ensayo a compresión con 0.50% de PET se obtuvo 468.08 Kg/cm² en la resistencia a la compresión. En **conclusión**, se puede resaltar que mientras más fibras de PET reciclado es incorporado al adoquín, sus propiedades físicas y mecánicas disminuyen, pero estos resultados están por encima del adoquín convencional, obteniendo así resultados favorables respecto a la NTP 399.611.¹⁵

En un artículo de la revista *Ideas en Ciencia*, realizado por **Alejandro Santiago Miguel et al. (2015)**, en su investigación titulada “**Diseño y elaboración de adoquines de PET reciclado**”, tuvo como **objetivo** principal. Elaborar y evaluar adoquines usando para su fabricación PET reciclado como plan de solución para el manejo adecuado de los desechos sólidos plásticos, ahorro de consumo energético, disminución de la contaminación ambiental. Como **resultado** principal, en el ensayo a compresión se obtuvo una capacidad de soporte, a una carga máxima de 49,98.7.5N y compresión de 5 mm por 80 segundos. Como **conclusión** se tiene que sus resistencias a temperaturas son adecuadas respecto al área geográfica para pavimentar la ciudad de México.³

Según la revista **Africa Fundación Sur (2016)**, cuyo artículo titulado es, **Reciclar plástico en adoquines la apuesta de la leyenda del fútbol camerunés Roger Milla**. Mencionó que el ex jugador de fútbol, ha formado una fundación en África para luchar con el desempleo y la contaminación del medio ambiente. La finalidad es reciclar los plásticos desechados para la elaboración de adoquines. Estos bloques obtenidos no requieren de agua para su transformación, solo tiene un proceso de fundición y secado de 24 horas. Según el Laboratorio Nacional de Ingeniería Civil (Laboganie), señala que el adoquín obtenido presenta resultados en el ensayo a compresión y flexión muy interesantes, pero de igual manera deberían ser reforzadas. Y su capacidad de absorción es muy buena, las cuales podrían ser utilizadas en zonas pantanosas y construir fosas sépticas.

Según la revista **AgenciaNoticiasUnal, pag 650 (2019)**, cuyo artículo titulado es, “**Con desechos plásticos elaboran adoquines y bloques para la construcción**”. Mencionó que, en la Universidad Nacional de Colombia, hay una

propuesta de investigación novedosa, por la estudiante de Arquitectura Alexandra Vallejo Navarro, quien señala que los adoquines creados a partir de 3 tipos de plásticos reciclados – polietileno de alta densidad, polietileno tereftalato y caucho de sílice- donde se reemplazó a la mezcla de hormigón por plástico triturado obtuvieron resultados favorables en los diferentes ensayos a compresión y flexión, cuyo resultado fueron de 30kg/cm² y 80kg/cm² resultados sumamente aceptables de acuerdo a la Norma Técnica Colombiana NTC3937. Los cuales pueden ser usados en pisos, ventanas, puertas y paredes.

Según la revista *l'edionduoir*, pag. 7 (2018), cuyo artículo titulado es "***Au Ghana, on roude sur des routes en plastique***". He mentions that in the country of Ghana, the company Nelplast Ghana Limited is turning plastic garbage into paving stones to pave streets and to build new roads. These pavers made essentially for vehicular paving are made from 70% plastic waste and 30% sand. These paving stones obtained a favorable result because compared to traditional asphalt, these blocks are not easily damaged and last longer than cement. They are also 800% stronger than ordinary pavement blocks. Mencionó que en país de Ghana la empresa Nelplast Ghana Limited está convirtiendo la basura plástica en adoquines para pavimentar calles y para construir nuevas carreteras. Estos adoquines hechos esencialmente para la pavimentación vehicular están hechos de un 70% de desechos de plásticos y un 30% de arena. Estos adoquines obtuvieron un resultado favorable pues en comparación con el asfalto tradicional, estos bloques no se dañan con facilidad y duran más que el cemento. Así mismo son 800% mas fuerte que los bloques de pavimento ordinario.

Según la revista *Elsevier*, Vol. 11 (2019), cuyo artículo titulado ***Exploiting recycled plastic waste as an alternative binder for paving blocks production***. Cuya investigación fue realizada por los autores; S. Agyeman, K.Obeng-Ahenkora, Assiamah Dg y Twumasi. It mentions that it was sought to reuse discarded plastics as a binder material for the production of paving stones. Which were used in a mixing ratio of 1: 1: 2. Whose tests were carried out were the compression test and the moisture content. The results were 8.53 N / mm² with respect to the compression test and 2.7% water absorption. The authors recommend the use of paving stone on non-passable pavements, due to its low resistance to compression. Mencionó que se buscó reutilizar los plásticos desechados como material

aglutinante para la elaboración de adoquines. Los cuales fueron utilizados en una proporción de mezcla de 1:1:2. Cuyos ensayos realizados fueron el ensayo a compresión y contenido de humedad. Los resultados fueron de 8.53 N/mm² respecto al ensayo a compresión y 2.7% de absorción de agua. Los autores recomiendan utilizar el adoquín en pavimentos no transitables, debido a su baja resistencia a compresión.

Según la revista **The Observers (2016)**, ***Recycling plastic waste on cobblestones in Cameroon***. He mentioned that in an investigation carried out by a young Pierre Kasoumloum, discarded plastics were used to make ecological pavers to be used in the construction world, they are extremely economical where the cost is 1 out of 3 of the price of a traditional paving stone. These paving stones were evaluated in a laboratory whose results were favorable. Mencionó, que en una investigación realizada por un joven Pierre Kasoumloum, en donde utilizó los plásticos desechados para realizar adoquines ecológicos para ser utilizados en el mundo de la construcción, son sumamente económicos donde el costo es de 1 de 3 del precio de un adoquín tradicional. Estos adoquines fueron evaluados en un laboratorio cuyos resultados fueron favorables.

Teorías relacionadas

Adoquines: Son elementos macizos, cuyas paredes están verticalmente rectas, es usado esencialmente para pavimentar superficies, son fabricados y modelados a una temperatura suficientemente alta, estos elementos deben tener una forma uniforme los cuales le permitan encajar unas sobre otras para así modelar una superficie uniforme el cual permita circular persona, animales o vehículos sin dificultades. Los adoquines podrán tener cualquier forma siempre y cuando este le permita una colocación en plantilla repetitiva, por lo general están son fabricadas de forma rectangular.¹⁴

Según la Norma Técnica Peruana 366.911 los adoquines de concreto se clasifican en 3 tipos:

- Tipo I: Adoquines para pavimentos de uso peatonal.
- Tipo II: Adoquines para pavimentos de tránsito vehicular ligero.
- Tipo III: Adoquines para pavimentos de tránsito vehicular pesado, patios industriales y contenedores. Para la elaboración del diseño de adoquines, esta debe cumplir los parámetros expuestos en las siguientes tablas.

Tabla N°1. *Espesor mínimo del adoquín de concreto.*

Tipo	Espesor mínimo (mm)
I (Peatonal)	$40 \leq 60$
II (Vehicular Ligero)	$60 \leq 80$
III (Vehicular pesado, patios industriales o de contenedores)	≥ 80

Fuente: Norma Técnica Peruana NTP 399.611 "Especificaciones técnicas para expedientes técnicos de adoquines".

Tabla N°2. *Tolerancia dimensional de adoquines de concreto.*

Tolerancia Dimensional (mm)		
Longitud	Ancho	Espesor
± 1.6	± 1.6	± 3.2

Fuente: Norma Técnica Peruana 399.611

Estudio de tráfico, es necesario para determinar las cargas vehiculares que actuarán sobre el pavimento. El daño efectuado a la estructura del pavimento cometido por las cargas (por ejes), se manifiesta directamente como el daño de la carga de un eje estándar (EAL). Esta carga por eje estándar es una carga por eje simple de 8,16 t (80kN).²⁷ Este estudio se efectúa por un conteo vehicular por 24 horas, durante los 7 días de la semana, de manera que se obtiene el ESAL, que es necesario para determinar el tipo de adoquín requerido para pavimentar la avenida Paraíso.

Ensayo de absorción, "La absorción de los adoquines generalmente se llega a obtener después de someterse a una saturación por 24 horas, a una temperatura de 15,6 a 26,7 °C, una vez pasado este proceso, el material se dispone a secar en un horno eléctrico a una temperatura constante de 100 a 110 °C y por semejanza de masa se llega a conseguir el porcentaje de absorción con relación a la masa seca del material obtenida en el horneado".⁹

Tabla N°3. Porcentaje de absorción máxima.

Tipos de adoquín	Absorción Máxima (%)	
	Promedio de 3 Unidades	Unidad individual
I y II	6.0	7.5
III	5.0	7.0

Fuente: Norma Técnica Peruana 399.611.

Ensayo de resistencia a la compresión, “Es la capacidad de resistir cargas por unidad de área y se presenta en términos de esfuerzos, por lo general en kg/cm², Mpa y/o frecuencia en libras por pulgadas cuadradas (Psi). Universalmente el ensayo a compresión se determina por medio de probetas, el cual es de forma cilíndrica, hechas por molde especiales cuyas medidas son: 150 mm de diámetro y 300 mm de altura”.² Para la presente investigación, los adoquines tendrán forma ortoédrica, quiere decir que, para un posible ensayo, la carga se efectuará en la cara superior por medio de una maquina “compresora”. Según el Reglamento Nacional de edificaciones, la resistencia mínima a la compresión de acuerdo al tipo de adoquín, se muestra en la siguiente tabla:

Tabla N°4. Resistencia mínima a la compresión.

Tipo de adoquín	Espesor Nominal (mm)	Mínima resistencia a la compresión. (Kg/cm ²)
I	40	280-320
	60	280-320
II	60	380-420
	80	340-380
	90	325-360
III	≥ 80	510-561

Fuente: (RNE. – CE0.10, 2010)

Ensayo de resistencia a la flexión (ensayo de viga) “Este ensayo consiste en someter a una muestra recta de lados planos o circular, a una deformación plástica sobre un radio específico, quiere decir que, el adoquín tendrá 2 varillas de acero cilíndricas en forma perpendicular a 1/3 de su longitud en la parte inferior y en la parte superior tendrá 1 varilla perpendicular a 1/2 de toda su longitud en donde se le aplica una presión constante, hasta que esta sufra ruptura”.⁴⁰ Según el

Reglamento Nacional de edificaciones, la resistencia mínima a la compresión de acuerdo al tipo de adoquín, se muestra en la siguiente tabla:

Tabla N°5. Resistencia a la flexión Mínima.

Tipo de adoquín	Espesor Mínimo del adoquín (mm)	Resistencia mínima a flexión MPa (kg/cm ²)	
		Promedio 3 Adoquines	Mínimo de un adoquín individual
I	60	5.40 (55.00)	4.60 (46.80)
II	80	4.10 (42.00)	3.50 (35.70)
III	≥ 80	4.10 (42.00)	3.50 (35.70)

Fuente: (RNE. – CE0.10, 2010)

Polipropileno (PP), es un termoplástico que se logra gracias a la polimerización del propileno (o propeno). Pertenece a la familia de las poliolefinas y es usado para múltiples aplicaciones y productos como equipos de laboratorio, empaques de alimento, tuberías de construcción, industria automotriz, CD's, etc. El polipropileno posee una gran resistencia ante diferentes solventes químicos, rigidez y dureza, pero de baja resiliencia. La temperatura óptima de uso continuo es de +5° Ca +100°C, y a temperaturas menores de 0° está presenta fragilización.¹² El polipropileno que se utilizó en la investigación es reciclado de la industria de la construcción, tuberías de polipropileno. Este material fue triturado y derretido a una temperatura mayor de 280 °C, para pasar a un cuenco de acero, en el cual fue girado a una velocidad suficiente que la fuerza centrífuga realice que el plástico salga de los pequeños orificios que tiene el pequeño cuenco.

Polietileno tereftalato (PET), Es un polímero lineal que se obtienen gracias a una reacción de policondensación del ácido Tereftálico y etilenglicol. Tiene un comportamiento termoplástico lo que hace que este material se transforme mediante procesos de extracción, inyección y termoformado. Se considera un plástico flexible, no toxico y 100% reciclable con un alto grado de cristalinidad y termoplástico en su comportamiento, lo cual lo hace apto para ser transformado mediante procesos de extrusión, inyección, inyección-soplado y termoformado. Contiene propiedades como; alta resistencia al desgaste y corrosión y buena resistencia química y térmica.¹

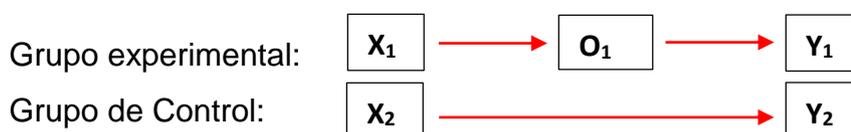
III. METODOLOGÍA.

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación: Es el empleo de conocimientos teóricos para sustentar situaciones o efectos prácticos.³⁷ En esta investigación se utilizará conceptos teóricos y normativos para el diseño de adoquines, de igual manera para determinar las propiedades físico-mecánicas de este. Así, obtener un elemento adecuado para su pavimentación, por esta razón esta investigación se considera de tipo **aplicada**.

Diseño de investigación. “Los diseños cuasi-experimentales son utilizados en las investigaciones de corte cuantitativo”.¹⁸ “Donde es factible la manipulación deliberadamente de la variable independiente para analizar los cambios que obtendrá la variable dependiente en un contexto controlado por el autor del proyecto de la investigación”.²⁸ Esta investigación es de **Cuasi experimental** ya que se manipula de manera intencional su variable independiente, de tal manera analizar y obtener los datos necesarios para determinar su variable dependiente. Los grupos de análisis no es elegida de manera aleatoria.

Una investigación cuasi experimental debe tener un grupo experimental y un grupo de control, de esta manera poder contrastar los resultados obtenidos por ambos grupos. El esquema de la investigación se aplica de la siguiente manera:



X= Representa el grupo de sujetos o casos (X₁: Grupo uno, X₂: Grupo 2, etc.)

Y= Representa la medición de los sujetos de un grupo.

O = Tratamiento o estímulos (ensayos realizados, presencia de la variable independiente)

Nivel de investigación: “La investigación descriptiva correlacional interpreta lo que es. Actúa sobre dos variables dependiente, evalúan y miden el grado de relación que existe entre dos variables. El proceso de la investigación descriptiva también se expresa en cuadros estadísticos donde son expresados los datos. De esta manera, la descripción se obtiene muchas veces con la comparación o el contraste, conllevando a la mensuración, clasificación, clasificación e interpretación”.⁶ Esta investigación es de **nivel descriptiva correlacional** ya que se evaluará y describirá

el comportamiento de una de sus variables. De tal manera, “proporcionar datos para comprobar las hipótesis planteadas, con el objetivo de preparar el camino para formar nuevas teorías o investigaciones.”¹⁶

Enfoque de la investigación: Se hace uso de la recolección de datos para demostrar la hipótesis planteada por la investigación con apoyo en la medición numérica y el análisis estadístico, con la finalidad de probar teorías.¹⁸ La presente investigación realizará estudios, mediciones numéricas y de igual manera análisis estadísticos, por ello que el enfoque de la investigación es **cuantitativo**.

3.2. Variables y operacionalización.

Variable independiente: “Es la variable que el investigador mide o manipula para determinar su relación con el fenómeno y ver los efectos que produce en la variable dependiente. En otras palabras, un investigador estudia lo que le sucederá a una variable efecto cuando esta cambia sus valores”.⁷

VI (X): adoquines con polipropileno

Definición conceptual: “Un adoquín, son elementos macizos, cuyas paredes están verticalmente rectas y es usado para pavimentar superficies, los adoquines tendrán cualquier forma siempre y cuando estas se coloquen en plantilla repetitiva”.¹⁴ “Es un polímero termoplástico. Forma parte del grupo de las poliolefinas y se aplican en una variedad de usos como: Tejidos, envases de alimento, equipos de laboratorios, CD, Componentes automotrices. Tiene una mayor resistencia a solventes químicos y ácidos”.¹²

Definición operacional: Para entender la variable independiente, se puede desplegar de la siguiente manera mediante sus dimensiones como el tipo del adoquín y dosificaciones de la fibra de polipropileno reciclado que se usaran en el desarrollo del este nuevo adoquín.

Indicadores:

- Estudio de tráfico
- ESAL (Carga axial simple equivalente)
- Fibra de polipropileno reciclado (0%,4%,6% y7%) ensayo de absorción
- Fibra de polipropileno reciclado (0%,0.35%,0.45% y0.65%) ensayo a compresión
- Fibra de polipropileno reciclado (0%, 0.12%, 0.18% y 0.24%) ensayo a flexión

Escala de medición: “Es el grupo de valores que una variable puede agarrar. Son valores ordenados que cumplen una frecuencia continua, tienen un punto inicial y

otro final. El grado en que una posible variable llega a ser medida, puede terminar las propiedades de medición, que tipo de operación matemática pueda usarse en dicho grado, procedimientos estadísticos y fórmulas que puedan usarse para el análisis de información”.²³ **De razón.**

Variable dependiente: “La variable dependiente es el coeficiente que observa o mide por parte del investigador para definir el efecto de la variable causa (variable independiente). También conocida como la variable respuesta, ya que sus valores dependen de la variable independiente. Es el factor que varía, como consecuencia de la manipulación, por parte del investigador, de la variable independiente”.⁷

VD (Y): Propiedades físico – mecánicas

Definición conceptual: Las propiedades físico – mecánicas se define como la caracterización de la composición y estructura de un producto final, ya sea un agregado o mezcla. Las propiedades mecánicas se presentan cuando se aplica una fuerza sobre el producto, por otro lado, las propiedades físicas, se refiere a aquellos valores que pueden cambiar la materia sin alterar su composición”.³⁵

Definición operacional: Para obtener la variable dependiente (Propiedades físico-mecánicas). Esta se mide a través de sus dimensiones que son: Ensayo de absorción, ensayo a la flexión y ensayo a la compresión. Para luego detallar que es lo que se desea medir en sus indicadores.

Indicadores:

- Porcentaje de absorción
- Resistencia a la flexión
- Resistencia a la compresión

Escala de medición: “Es el grupo de valores que una variable puede agarrar. Son valores ordenados que cumplen una frecuencia continua, tienen un punto inicial y otro final. El grado en que una posible variable llega a ser medida, puede terminar las propiedades de medición, que tipo de operación matemática pueda usarse en dicho grado, procedimientos estadísticos y fórmulas que puedan usarse para el análisis de información”.²³ **De razón.**

3.3. Población Muestra y muestreo.

Población: “Es el conglomerado de todos los casos, el cual concuerda con determinadas series”.¹⁸ Mencionado esto, la presente investigación tendrá como

población **todos los adoquines fabricados en base a la Norma Técnica Peruana 399.611 en la avenida Paraíso, Villa María de Triunfo.**

Muestra: “La muestra de una investigación es un subgrupo, que refleje fielmente al grupo de la población”.¹⁸ La muestra de esta investigación está constituida por **15 Adoquines con fibra de polipropileno reciclado.** Las cuáles se desglosan de la siguiente manera; 3 adoquines con 4%, 6% y 7% de fibra de polipropileno reciclado para determinar el porcentaje de absorción. 3 adoquines con 0.35%, 0.45% y 0.65% de fibra de polipropileno reciclado para obtener la resistencia a la flexión y 9 adoquines con 0.12%, 0.18% y 0.24% de fibra de polipropileno reciclado para obtener la resistencia a la compresión. La muestra será interpolada con resultados de las investigaciones planteadas para cada ensayo, según la norma técnica peruana 399.611 y la Norma Técnica Peruana 399.604.

Muestreo: “Consiste en realizar un procedimiento para seleccionar un conjunto de sujetos de un universo (población), con el propósito de poder estudiarlo y caracterizar el total de la población”.²² El muestreo del proyecto de investigación es de tipo **no probabilístico**, ya que las muestras son seleccionadas a criterio del investigador. El **muestro intencional** se caracteriza por obtener por un esfuerzo deliberado muestras representativas por medio de la inclusión en una muestra de un grupo determinado, supuestamente típicos. Por esa razón esta investigación es de modo intencional ya que, se elegirá 15 muestras de adoquines de concreto, en donde para la interpolación de cada propiedad se tendrá diferentes porcentajes de fibra añadido, con el fin de obtener resultados favorables. Cada propiedad evaluada debe cumplir con lo estipulado en la Norma técnica peruana 339.033 para su análisis físico – mecánico.

Unidad de análisis: “Para su determinación el investigador debe saber qué «es lo que quiere estudiar». Corresponde a una unidad representativa de lo que va ser objeto de estudio en una medición y quien es el objeto de interés de la investigación”.⁴⁰ En la presente investigación la unidad de análisis es **el adoquín de concreto con polipropileno reciclado.**

3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos

Técnicas: “Las técnicas de recolección de información son hechos o documentos que usa el investigador para recolectar información. Se pueden clasificar en: fuentes primarias y fuentes secundarias. La fuente primaria se denomina a la

información obtenida de forma oral o escrita mediante relatos hablados o escritos directamente por los participantes en un acontecimiento o suceso. Por otro lado, las fuentes secundarias vienen a ser las informaciones obtenidas, transcritas y recopiladas por personajes que recibieron datos e información por otras fuentes.²¹

Para el presente proyecto de investigación se empleará las siguientes técnicas:

- **Revisión de Documentos:** Esta técnica está presente, porque se revisarán tesis, manuales, normas y especificaciones técnicas referido a pavimentos intertrabados, con el fin de establecer el procedimiento adecuado para interpolar nuestros porcentajes en kilogramo, para el diseño del adoquín de concreto con polipropileno y para determinar las dimensiones que este.
- **Observación directa:** Esta técnica permitirá recolectar información que se registren en la zona de estudio. Mediante el estudio de tráfico obtendremos el ESAL que nos permitirá determinar las medidas del adoquín y de esta manera obtener las propiedades físico-mecánicas del producto con el fin de pavimentar la avenida Paraíso.

Instrumentos de recolección de datos: “Un instrumento de recolección de datos es el umbral de cualquier recurso, el cual el investigador pueda valerse para acercarse los fenómenos y extraer información de ellos. El instrumento en sí, sintetiza toda la labor de la investigación. En otras palabras, los instrumentos son los medios materiales que se usan para recoger y almacenar datos”.¹³ En la presente investigación se efectuará ensayos en laboratorios con sus respectivos certificados de acuerdo a la NTP 399.611, para obtener los datos necesarios y dar resultado a las variables de la investigación, por ello se elaboró fichas de recolección de datos, el cual describe cada variable a través de mediciones por sus respectivos indicadores con el fin de tener credibilidad en la investigación.

- **Validez:** “La validez de los instrumentos de investigación es evaluada en base a las evidencias encontradas. Cuanto mayor sea la evidencia respecto a la validez de criterio, contenido y constructo sobre el instrumento, este se acercará más a la variable que se desea medir”.¹⁸ Dicho esto, para esta investigación la validez de los instrumentos de medición es por medio de 3 expertos, es decir ingenieros civiles colegiados y expertos en la línea de investigación de la presente investigación.

Tabla N°6. Rango y magnitud de validez.

Rangos	Magnitudes
0,00 - 5,53	Validez Nula
0,54 - 0,59	Validez Baja
0,60 - 0,65	Valida
0,66 - 0,71	Muy Valida
0,72 - 0,99	Excelente Validez
1,00	Perfecta Validez

Fuente: Herrera (1998)

- **Confiabilidad:** “Es un instrumento de medición referido al nivel en que su influencia produce resultados similares. Luego se revisa la validez y objetividad, se determinará la confiabilidad usando diferentes técnicas”.¹⁸ La presente investigación, obtendrá sus resultados por análisis documental, es decir se cojera los resultados de las investigaciones seleccionadas para realizar la interpolación. Por ende, los resultados de las tesis elegidas, están con su respectivo certificado, tanto para los datos obtenidos como para los instrumentos.

3.5. Procedimientos: “Es sucesión de pasos notoriamente definidos, las cuales, permiten trabajar adecuadamente garantizando la baja probabilidad de errores. Se define también, como el modo realizar operaciones que son ejecutadas de una misma forma”.³² La presente investigación procederá de la siguiente manera:

Primero: Definir el tipo de adoquín para pavimentar la avenida Paraíso, por ello, se realizó mediante un estudio de tráfico con fichas técnicas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) un conteo vehicular por una semana y las 24 horas al día. Y de acuerdo a lo establecido en la NTP 399.611 y al resultado obtenido en el estudio de tráfico se definió el tipo de adoquín y sus medidas como; ancho, largo y altura. Segundo: Se escogieron investigaciones que cumplan con las variables y dimensiones de la presente investigación. Así como, los adoquines requeridos para la pavimentación de la avenida paraíso y las características en que es añadido el polipropileno. Tercero: Con los datos obtenidos de los diferentes ensayos realizados en las investigaciones elegidas, como: Ensayo de absorción, Ensayo a flexión y Ensayo a Compresión, se pasó a realizar la interpolación para cada porcentaje propuesto, con la finalidad de obtener resultados que respondan a las hipótesis planteadas con respaldo de las Normas Técnicas Peruanas 399.611

Y 399.604. Cuarto: Una vez dado los resultados, se realizó las discusiones citando tesis de diferentes autores que también hayan obtenido datos parecidos. Por último, se realizó las conclusiones y recomendaciones que amerita la investigación.

3.6. Método de análisis de datos: “Se define como serán tratados los datos obtenidos. Esta actividad se realiza mediante gráficos con sus respectivos análisis e interpretaciones y tablas de frecuencia.³⁹ En esta investigación el método a utilizar para el análisis de datos será el análisis descriptivo, ya que los datos obtenidos se describirán mediante cálculos con sus respectivos diagramas que describirán en numero la variable dependiente con la variable independiente. Para obtener un mejor y adecuado análisis de información se propone seguir las siguientes fases.

Fase	Descripción
1° Fase	Elección de la técnica e instrumento adecuado para la recolección de información
2° Fase	Realización del estudio de tráfico usando la técnica de observación para rellenar las fichas del Ministerio de Transportes y Comunicación (MTC).
3° Fase	Analizar descriptivamente la información obtenida en la fase anterior.
4° Fase	Evaluar la confiabilidad y validez conseguidas por el instrumento de medición.
5° Fase	Acondicionar los resultados obtenidos para describirlos y presentarlos.

Figura N°2. Cuadro de fases para el análisis de datos.

Fuente: Elaboración propia 2020.

3.7. Aspectos éticos: “Varias investigaciones buscan interactuar con individuos, grupos o instituciones. Tales interacciones afrontan al investigador respecto a situaciones políticas, legales, morales y éticas, por lo cual, un aspecto de ética es importante para asegurar el bienestar de las personas, grupos o instituciones estudiadas, así como al propio investigador”.¹⁰ El autor del presente proyecto de investigación titulado “Propiedades físico – mecánicas de adoquines con polipropileno para pavimentar la avenida Paraíso del km 1+100 - 2+200, VMT – 2020” se compromete a dirigir la investigación con honestidad, responsabilidad, perseverando y respetando los procesos adecuados para obtener los resultados con veracidad ya que esta de manera el proyecto se resaltará por su transparencia y profesionalismo. Así mismo, se responsabiliza de la protección de identidad de las personas que aportaran en el presente estudio.

IV. CALCULOS Y RESULTADOS

La Organización Mundial de la Salud (OMS) declaró al Covid-19 como una pandemia, a nivel mundial. Por ello, el 15 de febrero del 2020, el gobierno peruano decretó al Perú en estado de emergencia (cierre total de fronteras e inmovilización ciudadana)¹¹ y así mismo, emergencia sanitaria a nivel nacional, donde los medios de transportes públicos como; buses locales e interprovinciales, estaban totalmente prohibidas su circulación. De igual manera los laboratorios de ingeniería civil se mantuvieron cerradas en todo el periodo de la pandemia, por ende, se decide el recojo de información de datos mediante la técnica de **Análisis Documental** para el desarrollo del presente proyecto de investigación.

Método que proporciona la obtención de datos mediante la información de los ensayos realizados de las tesis que se asemejan a la presente investigación, las cuales se encuentran en repositorios de ingeniería civil a nivel nacional e internacional, así mismo, se utilizará teorías y normas técnicas establecidas para evaluar los datos que se obtendrán por medio de la interpolación.

4.1. Trabajo de gabinete

De acuerdo al Manual del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), se realizará un estudio de tráfico en la avenida Paraíso, entre los tramos 1+100 km al 2+200 km. De esta manera obtener el ESAL de diseño de la carretera y por medio de esta conseguir las dimensiones del adoquín requerido para pavimentar la avenida Paraíso, de acuerdo a la Norma Técnica Peruana 399.611.

Índice Medio Diario (IMD)

Para obtener el primer indicador, se realizó un estudio de tráfico vehicular en la avenida Paraíso del kilómetro 1+100 al 2+200, del distrito de Villa María del triunfo, provincia de Lima. Por medio de la grabación de una cámara web instalada en el kilómetro 1+600 de la avenida Paraíso. El conteo de vehículos se efectuó durante las 24 horas de los 7 días de la semana, del 13 al 19 de enero del 2020. Por el cual, se obtuvo la siguiente tabla de resumen del estudio de tráfico. Teniendo en cuenta las consideraciones de diseño según AASHTO -93 y el manual del MTC.

Estudio de tráfico, "es necesario para determinar las cargas vehiculares que actuarán sobre el pavimento. El daño efectuado a la estructura del pavimento cometido por las cargas (por ejes), se manifiesta directamente como el daño de la

carga de un eje estándar (EAL). Esta carga por eje estándar es una carga por eje simple de 8,16 t (80kN)".²⁷

Tabla N°7. Resumen del conteo vehicular del 13 al 19 de enero del 2020

Tipos de vehículos	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Automóviles	68	62	69	74	60	72	78
Camionetas	9	10	11	10	5	7	6
Combi rural	426	392	424	421	417	437	406
Micro	0	1	0	0	0	0	0
Bus (2E)	0	0	0	0	0	2	0
Camión (C2)	5	3	2	5	3	4	0
Total	508	468	506	510	485	522	490

Fuente: Elaboración propia 2020.

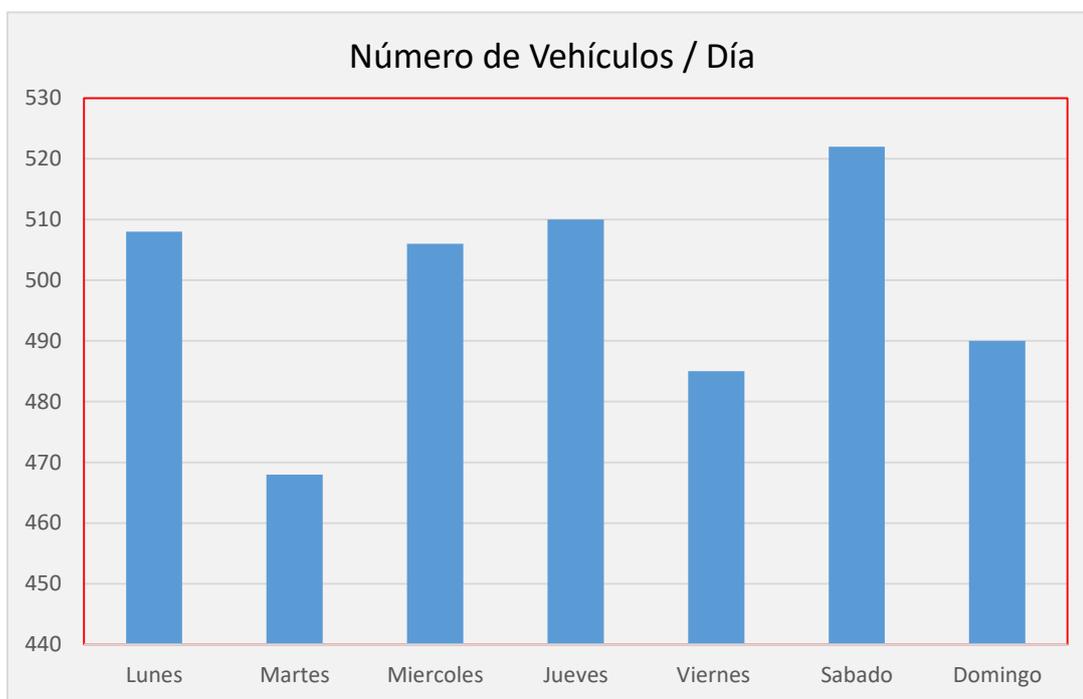


Figura N°3. Número de vehículos por día.

Fuente: Elaboración propia 2020.

Interpretación: Como se observa en la Figura N°3 (Numero de vehículos por día), el día sábado 18 de enero del 2020 fue cuanto más vehículos transitaron por el tramo estudiado, con una cifra de 522 vehículos al día. De ahí le sigue el día jueves 16 de enero, con una cifra de 510 vehículos al día. Continúa el día lunes y miércoles 13 y 15 de enero, con cifras de 508 y 506 vehículos al día respectivamente. Mientras que el martes 14 de enero es cuanto menos vehículos transitaron por el kilómetro 1+100 al 2+200 de la avenida Paraíso.

Factores de correlación promedio

Según en el Ministerio de Transportes y comunicaciones los factores de correlación promedio de vehículos ligeros y pesados por unidad de peaje son las que se muestran a continuación. (Ver anexo N°5)

Tabla N°8. Factores de correlación promedio de vehículos ligeros y pesados por unidad de peaje.

F.C. Vehículos ligeros	1.1416
F.C. Vehículos pesados	1.1221

Fuente: Elaboración propia 2020

Se aplica la siguiente ecuación para un conteo vehicular de 7 días:

ECUACIÓN N°01. Índice Medio Semanal

$$IMD(s) = \sum Vi / 7$$

ECUACIÓN N°02. Índice Media Anual

$$IMD(a) = IMDs * FC$$

Dónde:

IMD(s) = Índice Medio Diario Semanal.

IMD(a) = Índice Medio Anual.

ΣVi = Volumen Vehicular de cada uno de los días de conteo.

FC = Factores de Corrección Estacional

Tabla N°9. *Indice medio semanal y anual de vehículos livianos.*

Tipos de vehículos	Total semana	IMDs	FC	IMDa
Automóviles	483	69.00	1.0664	73.58
Camionetas	58	8.29	1.0664	8.84
Combi rural	2923	417.57	1.0664	445.30
Micro	1	0.14	1.1221	0.16
Bus (2E)	2	0.29	1.1221	0.32
Camión (C2)	22	3.14	1.1221	3.53
TOTAL	3489	498.43	-	531.52

Fuente: Elaboración propia 2020

Interpretación: Como se observa en la tabla N°9, con un total de 3489 vehículos contados durante 7 días, se determinó el Índice medio semanal (IMDs) con 498.43 Ejes equivalentes (EE) y el Índice medio anual (IMDa) con 531.52 Ejes equivalentes (EE), con sus respectivos factores de correlación.

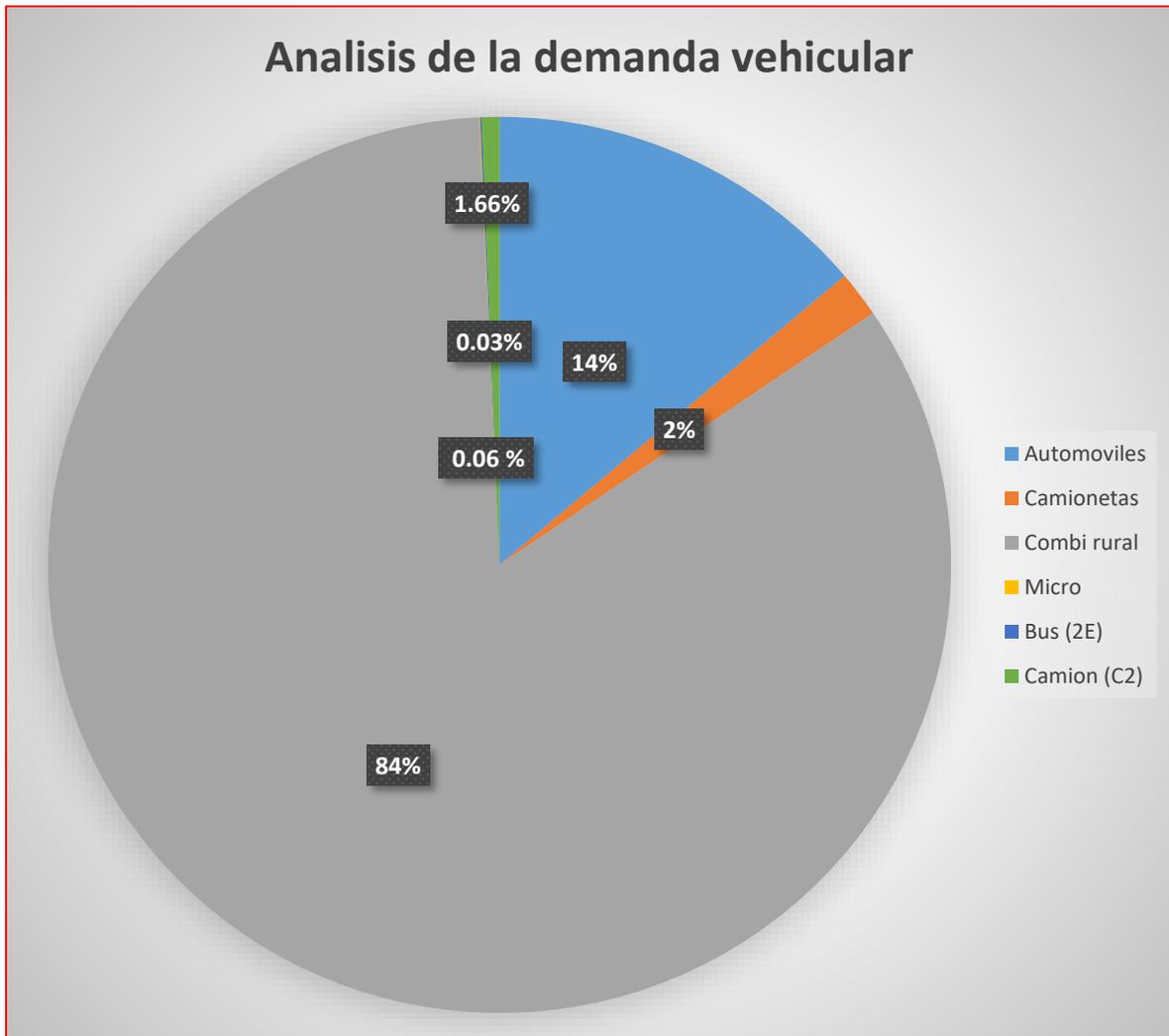


Figura N°4. Análisis de la demanda vehicular.
 Fuente: elaboración propia 2020.

Interpretación: Como se aprecia en la figura N°4, en el estudio de tráfico de la avenida paraíso del tramo 1+100 al 2+200, se obtuvo un 84% de combis, un 14% de automóviles, 2% de camionetas, 1.66% de camión, 0.06 de Buses y un 0.03% de micros, las cuales alcanzaron un IMD de 3489 de tráfico vehicular por semana.

Periodo de diseño

Según el manual de Carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, para este tipo de pavimentos semirrígido el periodo de diseño es de “20 años”.

Factor de crecimiento acumulado:

$$Fca = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

Tasa de Crecimiento en Lima (%) (Ver Anexo N°6)

$r_{vp} = 1.45 \%$ (Tasa de crecimiento de vehículos livianos)

$n = 20$ años (pavimentos semirrígidos, manual de carreteras)

Fca = 23.01

Ejes Equivalentes

Tabla N°10. *Calculo de ejes equivalentes.*

Tipos de vehículos	IMDa	Carga de vehículo por eje (tn)	Eje Equivalente	P.IMDa
Automóviles	557.00	1	0.00052702	0.29354822
	557.00	1	0.00052702	0.29354822
Camionetas	67.00	1	0.00052702	0.03531011
	67.00	1	0.00052702	0.03531011
Combi rural	3369.00	1	0.00052702	1.77551877
	3369.00	1	0.00052702	1.77551877
Micro	2.00	7	1.26536675	17.7151345
	2.00	7	1.26536675	17.7151345
Bus (2E)	3.00	7	1.26536675	26.5727017
	3.00	10	2.21179357	66.353807
Camión (C2)	26.00	7	1.26536675	230.296748
	26.00	10	2.21179357	575.066327
			Total $\Sigma=$	937.928607

Fuente: Elaboración propia 2020

Factor direccional y de carril

La avenida Paraíso es de una calzada y de 2 sentidos, y según el manual de carreteras los factores de distribución direccional y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño son:

Tabla N°11. *Factor direccional y de carril.*

Factor direccional	0.5
Factor carril	1.0

Fuente: Elaboración propia 2020.

Calculo de ESAL

$$ESAL = P.IMDa * 365 * DD * DL * Fca$$

Donde:

P.IMDA = Peso total de los ejes equivalentes

365 = Días del año

DD = Factor direccional

DL = Factor carril

Fca = Factor de crecimiento

$$ESAL (EE) = 3,938,695.55 EE$$

Pavimento Semirrígido

Es aquel pavimento conformado, generalmente por una capa o base granular, adoquines de concreto, sello de arena, confinamientos laterales y drenajes respectivamente. Este pavimento se construye de manera que los adoquines soporten las cargas vehiculares que transitan sobre ella.⁸ Los adoquines son los únicos que trabajan de forma estructural, la sub-base, la base granular y la cama de arena proporciona durabilidad al adoquín.

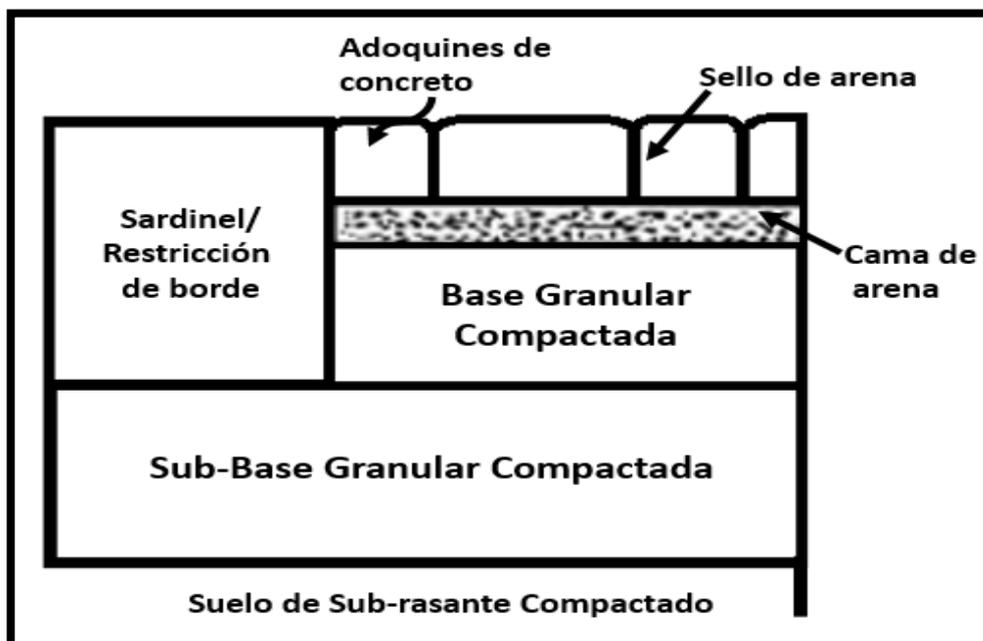


Figura N°5. Sección transversal típica de pavimento semirrígido.

Fuente: RNE – CE-010 Pavimentos Urbanos.

Tipo de Adoquín

Según el Manual de Carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, señala los valores mínimos recomendados para el diseño de adoquines de concreto de acuerdo a los ejes equivalentes obtenidos en la zona de estudio y de esta manera determinar el tipo de pavimento o adoquín.

Tabla N°12. Número de repeticiones acumuladas de ejes equivalentes de 8.2t en el carril de diseño.

Tipos Tráfico Pesado expresado en EE	Rangos de Tráfico Pesado expresado en EE
Nivel I	> 1'000,000 EE ≤ 150,000 EE
Nivel II	> 150,000 EE ≤ 7'500,000 EE
Nivel III	> 7'500,000 EE ≤ 15'000,000 EE

Fuente: Manual de carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos" 248 Sección: Suelos y Pavimentos"

Interpretación. En este caso el ESAL obtenido en la presente investigación fue de **3,938,695.55 EE**, y de acuerdo al cuadro N° del MTC, esta se ubica en el nivel II, el cual indica que el adoquín a utilizar es de **TIPO II** (pavimento vehicular ligero).

Tabla N°13. Capa superficial de adoquines de concreto.

Ejes equivalentes acumulados		Capa Superficial
≤ 150,000		Adoquín de Concreto: 60mm
150,001	7,500,000	Adoquín de Concreto: 80mm
7,500,001	15'000,000	Adoquín de Concreto: 100mm

Fuente: Manual de carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos" 248 Sección: Suelos y Pavimentos"

Interpretación. El ESAL obtenido en el presente proyecto de investigación es de **3,938,695.55 EE**, el cual de acuerdo a la Tabla N°14, esta se ubica en el rango de 150,001EE y 7,500,000EE, por ende, el adoquín de concreto tiene una capa superficial de **80mm**.

De acuerdo a la Norma Técnica Peruana 399.611 “Especificaciones técnicas para expedientes técnicos de adoquines”. Se usará un adoquín de tipo II cuyas dimensiones serán: 20 cm de largo, 10 cm de ancho y 8 cm de alto. Para pavimentar la avenida Paraíso, del kilómetro 1+100 al 2+200.

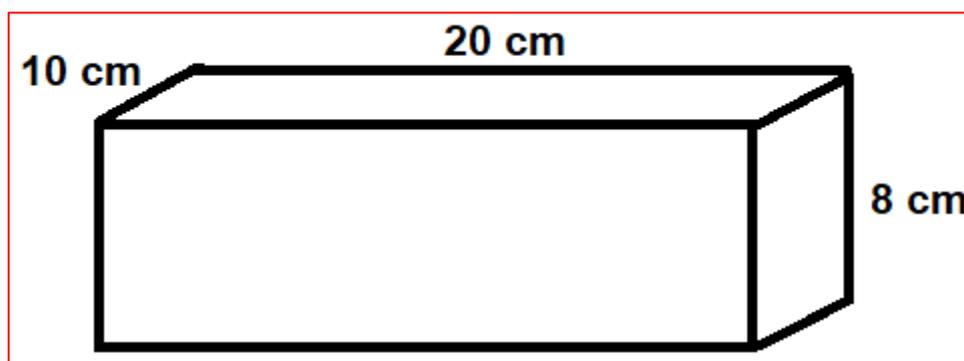


Figura N°6. Dimensionamiento del adoquín de concreto requerido para la avenida Paraíso.

Fuente: Elaboración propia 2020.

Este adoquín de tipo II debe cumplir con las siguientes propiedades físicas y mecánicas, según la NTP 399.611:

- Porcentaje a la absorción $\leq 6\%$ (Ver tabla N°3)
- Resistencia a la flexión mínima de 42 kg/cm^2 (Ver tabla N° 5)
- Resistencia a la compresión mínima de 340 kg/cm^2 (Ver tabla N°4)

De acuerdo a la norma internacional ASTM C1074, el adoquín requerido para pavimentar la avenida paraíso, debe alcanzar un porcentaje de dureza de acuerdo a las edades de 7, 14 y 28 días.

Tabla N° 14. Porcentaje de dureza del concreto.

Edades	7 días	14días	28días
% dureza del concreto	65%	90%	99%
Resistencia mínima	221 kg/cm^2	306 kg/cm^2	340 kg/cm^2

Fuente: ASTM C1074.

Trabajo de laboratorio

Las tablas y figuras de los ensayos presentes en el proyecto de investigación, como; ensayo a compresión (resistencia a la compresión), ensayo a flexión (resistencia a la flexión) y el ensayo de absorción (porcentaje de absorción de agua), fueron obtenidas en base al análisis documental. Se escogieron investigaciones que cumplan con el material propuesto (fibras de plástico de polipropileno reciclado) para la incorporación del adoquín y con el tipo elemento (adoquines de tipo II), de tal manera obtener resultados más precisos al realizar la interpolación, y de esta manera responder las hipótesis planteadas.

Interpolación Lineal. Para la obtención de los resultados en los diferentes ensayos, se utilizó este procedimiento, ya que es muy utilizado para estimar valores que presenta una función en un intervalo, en la cual se conoce los valores de sus extremos $x_1, f(x_1)$ y $(x_2, f(x_2))$. Los valores a estimar se obtendrán con la aproximación de la función $f(x)$ y por medio de una recta $r(x)$. (su nombre debe por la forma de este procedimiento). Despejando los valores obtenemos la siguiente fórmula, en donde por medio de dos puntos (X_0, Y_0) y (X_1, Y_1) para obtener el tercer punto interpolado (x, y) con la siguiente fórmula:

Fórmula de interpolación:

$$y_x = y_0 + \frac{x - x_0}{x_1 - x_0} (y_1 - y_0)$$

Resultados de laboratorio encontrados de las tesis para su respectiva comparación:

Tesis 1.

En este primer análisis documental, se determinó el porcentaje de absorción de agua de los adoquines de concreto, con los siguientes diseños de 0%, 4%, 6% y 7% de incorporación de fibras de polipropileno reciclado. Y para obtener los datos necesarios mediante la interpolación se ha escogido la tesis de Meza Domínguez, Yoisi. Cuya investigación tiene dosificaciones de 0%, 3%, 5% y 8% de fibras de plástico reciclado incorporados al adoquín de concreto.

Título: *“Propiedades físico – mecánicas de adoquines elaborados con plástico reciclado para pavimento peatonal en el centro comercial tambo plaza, Lurín - 2017”*

Tabla N°15. Datos promedio de los adoquines para el ensayo de absorción.

ENSAYO	DATOS PROMEDIO DE LOS ADOQUINES				
	DOSIFICACIÓN	LARGO (CM)	ANCHO (CM)	ALTO (CM)	ÁREA (CM ²)
absorción	0%	20	10	4	200
	3%	20	10	4	200
	5%	20	10	4	200
	8%	20	10	4	200

Fuente: Meza Dominguez, Yoisi 2017.

Tabla N°16. Resumen de resultados del ensayo de absorción.

% de plástico reciclado	Edad	% de absorción de agua
0%	28	5.38
3%	28	4.71
5%	28	7.01
8%	28	3.15

Fuente: Meza Dominguez, Yoisi 2017.

a). Interpolación para 4% de plástico reciclado en ensayo de absorción a los 28 días.

Para 4% de plástico reciclado	
%	%
3.00	4.71
4.00	Y1
5.00	4.01

$$Y1 = 4.71 + \frac{4 - 3}{4 - 3} \times (4.01 - 4.71)$$

$$Y1 = 4.36 \%$$

b). Interpolación para 6% de plástico reciclado en ensayo de absorción a los 28 días.

Para 6% de plástico reciclado	
%	%
5.00	4.01
6.00	Y2
8.00	3.15

$$Y2 = 4.01 + \frac{6 - 5}{8 - 5} \times (4.15 - 4.01)$$

$$Y2 = 3.72 \%$$

c). Interpolación para 7% de plástico reciclado en ensayo de absorción a los 28 días

Para 7% de plástico reciclado	
%	%
5.00	4.01
7.00	Y3
8.00	3.15

$$Y3 = 4.01 + \frac{7 - 5}{8 - 5} \times (4.15 - 4.01)$$

$$Y3 = 3.44 \%$$

Tabla N°17. *Porcentaje de Absorción de agua por % de fibra de polipropileno reciclado – interpolación.*

% de fibra de polipropileno	% de Absorción
0.00	5.38%
4.00	4.36%
6.00	3.72%
7.00	3.44%

Fuente: Elaboración propia 2020.

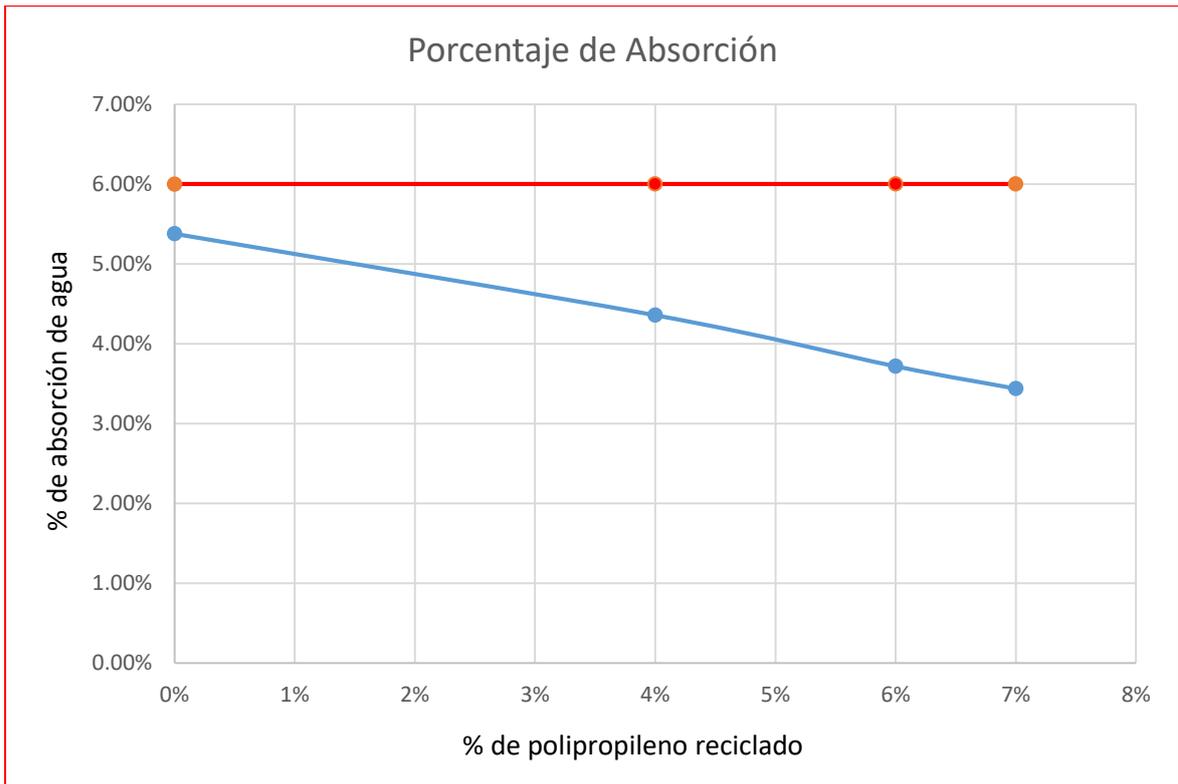


Figura N°7. Porcentaje de Absorción.

Fuente: Elaboración propia 2020.

Interpretación: Según la figura N°7, podemos observar los resultados del porcentaje de absorción de agua (línea azul) de los adoquines con incorporación de plástico reciclado en 4%, 6% y 7%. Mientras que el adoquín patrón tiene un porcentaje de absorción de 5.38%, con la adición de plástico reciclado se obtuvieron porcentajes de absorción de 4.36% 3.72% y 3.44% respectivamente. Demostrando que el plástico reciclado limita la absorción de agua. Los porcentajes de absorción obtenidos si son favorables, ya que se encuentran por debajo del 6% de absorción (línea roja) establecido en la Norma Técnica Peruana 399.611.

Tesis 2.

En este segundo análisis documental, se determinó la resistencia a la flexión de los adoquines de concreto, con los siguientes diseños de 0.00%, 0.35%, 0.45% y 0.65% de incorporación de polipropileno reciclado. Y para obtener los datos necesarios mediante la interpolación se ha escogido la tesis de Fernández García, Misael. Cuya investigación tiene dosificaciones de 0.00%, 0.25%, 0.50% y 0.75% de fibra de plástico PET reciclado incorporados al adoquín de concreto. El PET es un plástico que tiene similares características que el plástico polipropileno, es por ello que se eligió esta investigación.

Título: “Análisis de las características físicas-mecánicas del adoquín con polietileno tereftalato reciclado y adoquín convencional tipo I”

Tabla N°18. Datos promedio de los adoquines para el ensayo de flexión

ENSAYO	DATOS PROMEDIO DE LOS ADOQUINES				
	DOSIFICACIÓN	LARGO (CM)	ANCHO (CM)	ALTO (CM)	ÁREA (CM2)
flexión	0.00%	20	10	4	200
	0.25%	20	10	4	200
	0.50%	20	10	4	200
	0.75%	20	10	4	200

Fuente: Fernández García Misael (2019).

Tabla N°19. Resumen de resultados del ensayo de flexión

% de fibras PET	Edad	Resistencia a la flexión (kg/cm ²)
0.00%	28	66.29
0.25%	28	64.47
0.50%	28	60.23
0.75%	28	50.78

Fuente: Fernández García Misael (2019).

a). Interpolación para 0.35% de fibra de polietileno tereftalato reciclado en ensayo de resistencia a flexión a los 28 días.

Para 0.35% fibra de polietileno tereftalato	
%	kg/cm ²
0.25	64.47
0.35	Y1
0.50	60.23

$$Y1 = 64.47 + \frac{0.35 - 0.25}{0.50 - 0.25} \times (60.23 - 64.47)$$

$$Y1 = 62.27 \text{ kg/cm}^2$$

- b). Interpolación para 0.45% de fibra de polietileno tereftalato reciclado en ensayo de resistencia a flexión a los 28 días.

Para 0.45% fibra de polietileno tereftalato	
%	kg/cm²
0.25	64.47
0.45	Y2
0.50	60.23

$$Y2 = 64.47 + \frac{0.45 - 0.25}{0.50 - 0.25} \times (60.23 - 64.47)$$

$$Y2 = 61.08 \text{ kg/cm}^2$$

- c). Interpolación para 0.65% de fibra de polietileno tereftalato reciclado en ensayo de resistencia a flexión a los 28 días.

Para 0.65% fibra de polietileno tereftalato	
%	kg/cm²
0.50	60.23
0.65	Y3
0.75	50.78

$$Y1 = 60.23 + \frac{0.65 - 0.50}{0.75 - 0.50} \times (50.78 - 60.23)$$

$$Y3 = 54.56 \text{ kg/cm}^2$$

Tabla N°20. Resistencia a la flexión por % de polipropileno reciclado–interpolación.

% de fibra de polipropileno	Resistencia a la flexión (kg/cm²)
0.00	66.29
0.35	62.77
0.45	61.08
0.65	54.56

Fuente: Elaboración propia.

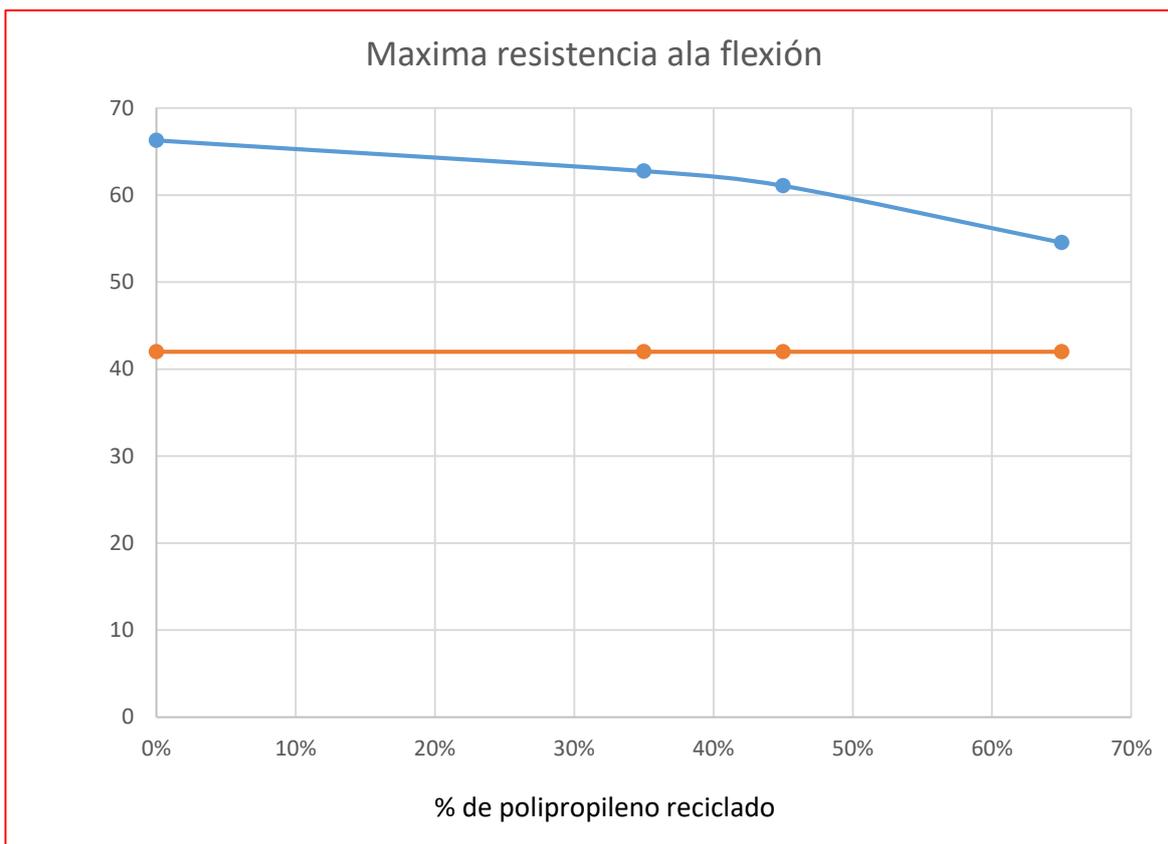


Figura N°8. Máxima resistencia a la flexión

Fuente: Elaboración propia 2020.

Interpretación: Según la figura N°8, podemos observar los resultados del ensayo a flexión de los adoquines con incorporación de fibra de polietileno tereftalato reciclado en 0.35%, 0.45 y 0.65% (expresada en línea azul). Mientras que el adoquín patrón tiene una resistencia a la flexión de 66.29 kg/cm², con adición de fibras de PET reciclado se obtuvieron resistencias de 62.77 kg/cm², 61.08 kg/cm² y 54.56 kg/cm² respectivamente. Los cuales se encuentran por encima de los valores estipulados en la NTP 399.611 de ensayo a flexión del adoquín de concreto, cuyo resultado mínimo de resistencia a la flexión es de 42kg/cm² (expresada en línea roja).

Tesis 3.

En este tercer análisis documentario, se determinó la resistencia a la compresión de los adoquines de concreto, con los siguientes diseños de 0.00%, 0.12%, 0.18% y 0.24% de incorporación de polipropileno reciclado. Y para obtener los datos necesarios mediante la interpolación se ha escogido la tesis de Martínez M. Joffre R. Cuya investigación tiene dosificaciones de 0.00%, 0.10%, 0.20% y 0.30% de fibras de polipropileno reciclado incorporados al adoquín de concreto.

Título: “Análisis comparativo de la resistencia a compresión entre un adoquín convencional y adoquines preparados con diferentes fibras: sintética (polipropileno), orgánica (estopa de coco), inorgánica (vidrio)”

Tabla N°21. Dosificación del adoquín con incorporación de fibra de polipropileno.

ENSAYO	DATOS PROMEDIO DE LOS ADOQUINES				
	DOSIFICACIÓN	LARGO (CM)	ANCHO (CM)	ALTO (CM)	ÁREA (CM ²)
compresión	0.00%	20	10	8	200
	0.10%	20	10	8	200
	0.20%	20	10	8	200
	0.30%	20	10	8	200

Fuente: Martínez M. Joffre R. (2016)

Tabla N°22. Cuadro de resultados del ensayo a compresión del adoquín con fibra de polipropileno a los 7 días

% fibra de polipropileno	EDAD (días)	ESFUERZO PROMEDIO FM (kg/cm ²)
0.00%	7	234.49
0.10%	7	289.44
0.20%	7	276.64
0.30%	7	269.80

Fuente: Martínez M. Joffre R. (2016)

a). Interpolación para 0.12% de fibra de polipropileno en ensayo a compresión a los 7 días.

Para 0.12% fibra de polipropileno	
%	kg/cm ²
0.10	289.44
0.12	Y1
0.20	276.64

$$Y1 = 289.44 + \frac{0.12 - 0.1}{0.2 - 0.1} \times (276.64 - 289.44)$$

$$Y1 = 286.88 \text{ kg/cm}^2$$

b). Interpolación para 0.18% de fibra de polipropileno en ensayo a compresión a los 7 días.

Para 0.18% fibra de polipropileno	
%	kg/cm ²
0.10	289.44
0.18	Y2
0.20	276.64

$$Y1 = 289.44 + \frac{0.18 - 0.1}{0.2 - 0.1} \times (276.64 - 289.44)$$

$$Y2 = 279.20 \text{ kg/cm}^2$$

c). Interpolación para 0.24% de fibra de polipropileno en ensayo a compresión a los 7 días.

Para 0.24% fibra de polipropileno	
%	kg/cm ²
0.20	276.64
0.24	Y2
0.30	269.80

$$Y1 = 276.64 + \frac{0.24 - 0.2}{0.3 - 0.2} \times (269.8 - 276.64)$$

$$Y3 = 273.904 \text{ kg/cm}^2$$

Tabla N°23. Resistencia a la compresión por % de fibra de polipropileno a la edad de 7 días – interpolación.

%	kg/cm ²
0.00	234.49
0.12	286.88
0.18	279.20
0.24	273.90

Fuente: Elaboración propia 2020.

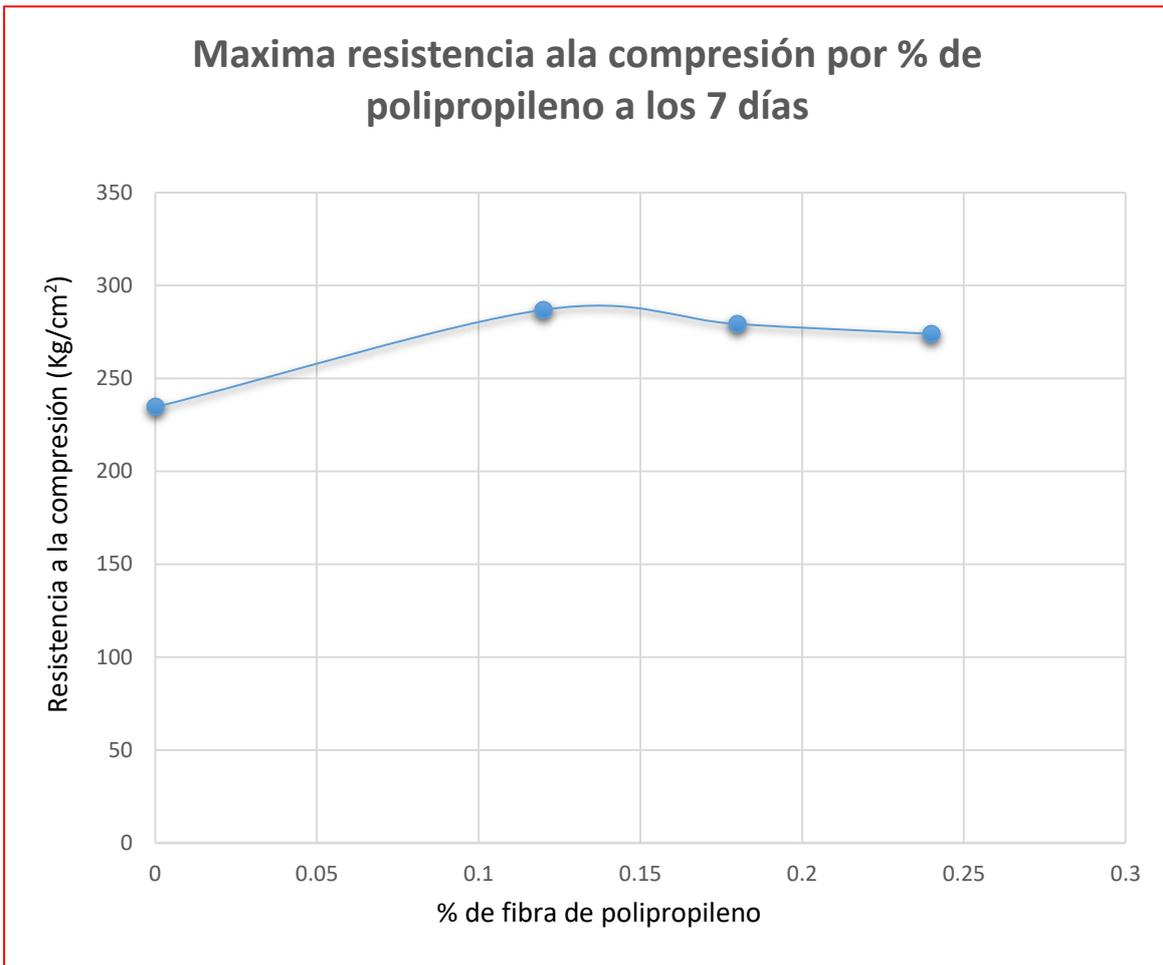


Figura N°9. Máxima Resistencia a compresión por % de fibra de polipropileno a los 7 días.

Fuente: Elaboración propia 2020.

Interpretación: De acuerdo a la figura N°9, se observa que la curva alcanza su máxima resistencia a compresión al añadir 0.12% de fibra de polipropileno con un resultado de 286.88 kg/cm². Mientras al añadir 0.18% y 0.24% de fibra de polipropileno reduce su resistencia a 279.20 kg/cm² y 273.90 kg/cm²

respectivamente, haciendo que la curva descienda, pero con resultados favorables por encima del adoquín patrón que tiene una resistencia de 234.49 kg/cm² a los 7 días. Y de acuerdo a la norma internacional ASTM la resistencia mínima a alcanzar a los 7 días es del 65% = 221 kg/cm², y de acuerdo a los resultados obtenidos, el de menor valor de las 3 dosificaciones, es al que se añadió el 0.24% de PP reciclado, el cual tiene una resistencia de 273.90 kg/cm², esta se encuentra encima del dato proporcionado por la ASTM C10-74.

Tabla N°24. Cuadro de resultados del ensayo a compresión del adoquín con fibra de polipropileno a los 14 días.

% fibra de polipropileno	EDAD (días)	ESFUERZO PROMEDIO FM (kg/cm ²)
0.00%	14	256.35
0.10%	14	338.74
0.20%	14	314.78
0.30%	14	307.69

Fuente: Martínez M. Joffre R (2016).

- a). Interpolación para 0.12% de fibra de polipropileno en ensayo a compresión a los 14 días.

Para 0.12% fibra de polipropileno	
%	kg/cm ²
0.10	338.74
0.12	Y1
0.20	314.78

$$Y1 = 338.74 + \frac{0.12 - 0.10}{0.20 - 0.10} \times (314.78 - 338.74)$$

$$Y1 = 333.95 \text{ kg/cm}^2$$

- b). Interpolación para 0.18% de fibra de polipropileno en ensayo a compresión a los 14 días.

Para 0.18% fibra de polipropileno	
%	kg/cm ²
0.10	338.74
0.18	Y2
0.20	314.78

$$Y2 = 338.74 + \frac{0.18 - 0.10}{0.20 - 0.10} \times (314.78 - 338.74)$$

$$Y2 = 319.57 \text{ kg/cm}^2$$

c). Interpolación para 0.24% de fibra de polipropileno en ensayo a compresión a los 14 días.

Para 0.24% fibra de polipropileno	
%	kg/cm ²
0.20	314.78
0.24	Y3
0.30	307.69

$$Y1 = 314.78 + \frac{0.24 - 0.20}{0.30 - 0.20} \times (307.69 - 314.78)$$

$$Y3 = 311.94 \text{ kg/cm}^2$$

Tabla N°25. Resistencia a la compresión por % de fibra de polipropileno a la edad de 14 días – interpolación.

% de fibra de polipropileno	kg/cm ²
0.00	256.35
0.12	333.95
0.18	319.57
0.24	311.94

Fuente: Elaboración propia 2020.

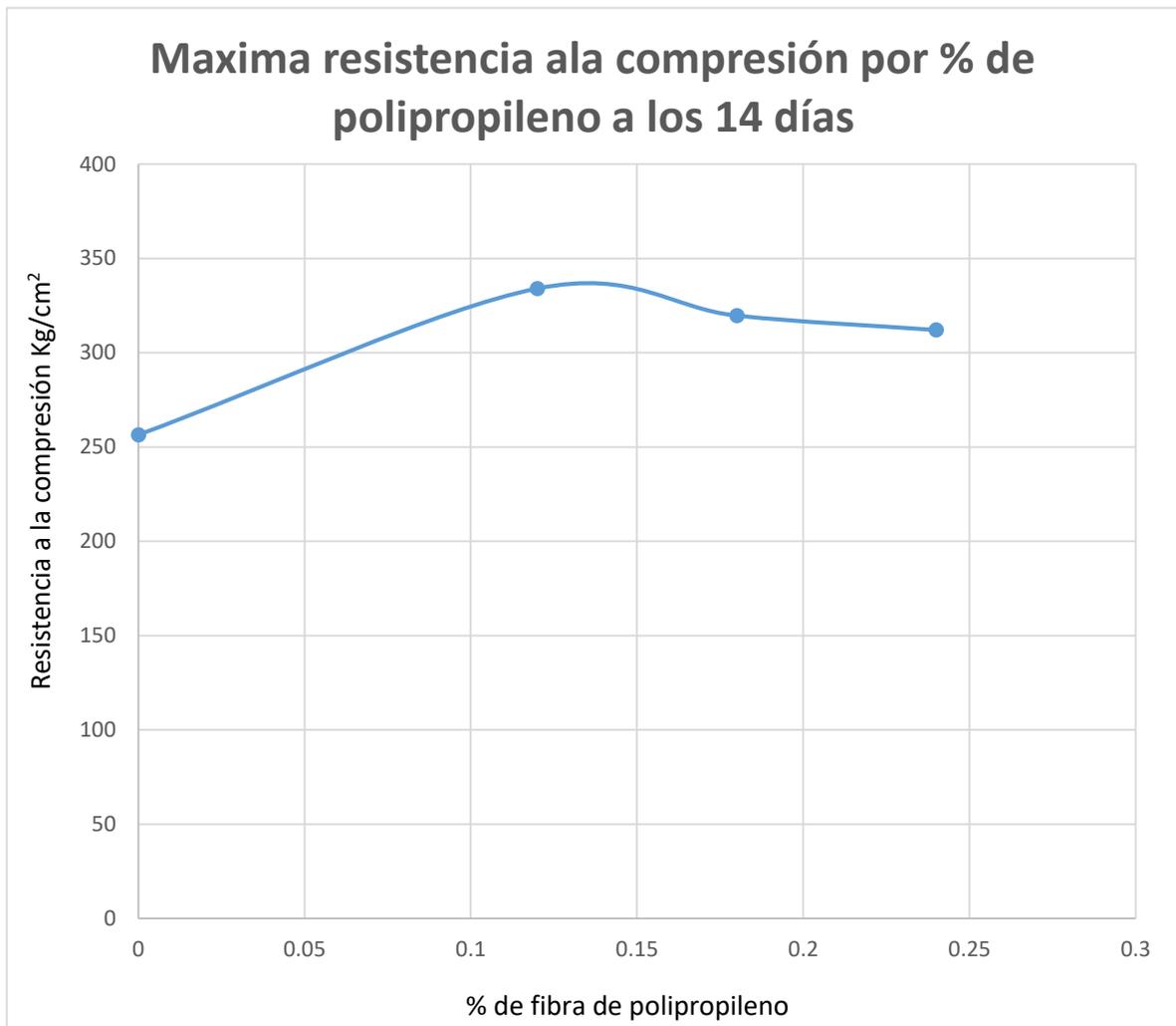


Figura N°10. Máxima Resistencia a compresión por % de fibra de polipropileno a los 14 días.

Fuente: Elaboración propia 2020.

Interpretación: De acuerdo a la figura N°10 se observa que la curva alcanza su máxima resistencia a compresión al añadir 0.12% de fibra de polipropileno con un resultado de 333.95 kg/cm². Mientras al añadir 0.18% y 0.24% de fibra de polipropileno reduce su resistencia a 319.57 kg/cm² y 311.94 kg/cm² respectivamente, haciendo que la curva descienda, pero con resultados favorables por encima del adoquín patrón que tiene una resistencia de 256.35 kg/cm² a los 14 días. Y de acuerdo a la noma internacional ASTM la resistencia minina a alcanzar a los 7 días es del 90% = 306 kg/cm², y de acuerdo a los resultados obtenidos, el de menor valor de las 3 dosificaciones, es al que se añadió el 0.24% de PP reciclado, el cual tiene una resistencia de 311.94 kg/cm², esta se encuentra encima del dato proporcionado por la ASTM C10-74.

El adoquín de concreto, según la Norma ASTM C10-74 “Práctica estándar para estimar la resistencia del concreto por el método de madurez”, señala que la madurez del concreto de $f'c$ 340 kg/cm² alcanza su máxima resistencia a los 28 días.⁵ Es por ello que la hipótesis planteada del presente proyecto de investigación, se responderá con la siguiente resistencia, el cual debe estar \leq 340 kg/cm² para pavimentar la avenida Paraíso del kilómetro 1+100 al 2+200.

Tabla N°26. Cuadro de resultados del ensayo a compresión del adoquín con fibra de polipropileno a los 28 días.

% fibra de polipropileno	EDAD (días)	ESFUERZO PROMEDIO FM (kg/cm ²)
0.00%	28	350.25
0.10%	28	432.60
0.20%	28	402.94
0.30%	28	399.54

Fuente: Martínez M. Joffre R. (2016)

a). Interpolación para 0.12% de fibra de polipropileno en ensayo a compresión a los 28 días.

Para 0.12% fibra de polipropileno	
%	kg/cm ²
0.10	432.6
0.12	Y1
0.20	402.94

$$Y1 = 432.6 + \frac{0.12 - 0.10}{0.20 - 0.10} \times (402.94 - 432.60)$$

$$Y1 = 426.67 \text{ kg/cm}^2$$

b). Interpolación para 0.12% de fibra de polipropileno en ensayo a compresión a los 28 días.

Para 0.18% fibra de polipropileno	
%	kg/cm ²
0.10	432.6
0.18	Y2
0.20	402.94

$$Y1 = 432.6 + \frac{0.18 - 0.10}{0.20 - 0.10} \times (402.94 - 432.60)$$

$$Y2 = 408.87 \text{ kg/cm}^2$$

c). Interpolación para 0.12% de fibra de polipropileno en ensayo a compresión a los 28 días.

Para 0.24% fibra de polipropileno	
%	kg/cm ²
0.20	402.94
0.24	Y3
0.30	399.54

$$Y1 = 432.6 + \frac{0.18 - 0.10}{0.20 - 0.10} \times (402.94 - 432.60)$$

$$Y3 = 401.58 \text{ kg/cm}^2$$

Tabla N°27. Resistencia a la compresión por % de fibra de polipropileno a la edad de 28 días – interpolación.

% de fibra de polipropileno	kg/cm ²
0.00	350.25
0.12	426.67
0.18	408.87
0.24	401.58

Fuente: Elaboración propia 2020.

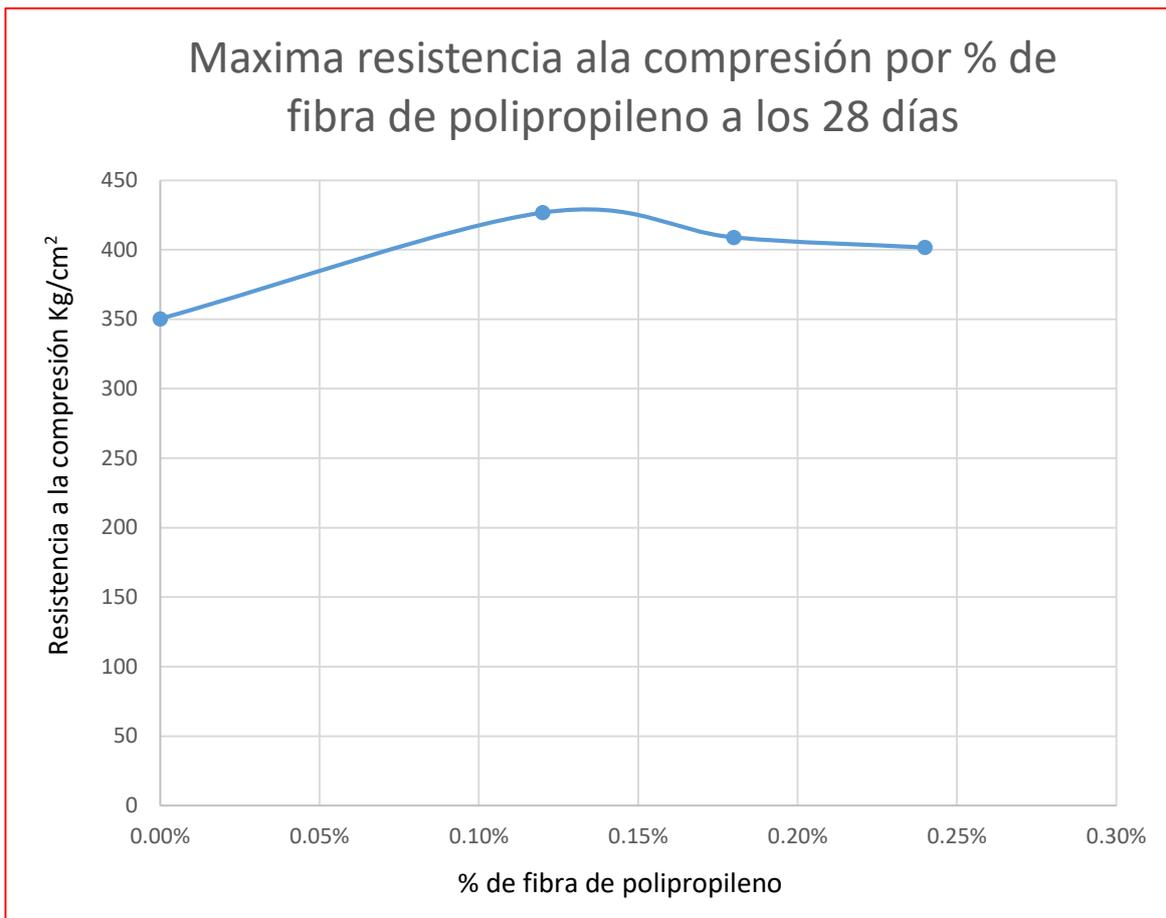


Figura N°11. Máxima resistencia a la compresión a los 28 días
Fuente: Elaboración propia 2020.

Interpretación: De acuerdo a la figura N°11, se observa que la curva alcanza su máxima resistencia a compresión al añadir 0.12% de fibra de polipropileno con un resultado de 426.67 kg/cm². Mientras al añadir 0.18% y 0.24% de fibra de polipropileno reduce su resistencia a 408.87 kg/cm² y 401.58 kg/cm² respectivamente, haciendo que la curva descienda, pero con resultados favorables por encima del adoquín patrón que tiene una resistencia de 350.25 kg/cm² a los 28 días. Y de acuerdo a la norma internacional ASTM la resistencia mínima a alcanzar a los 28 días es del 99% = 340 kg/cm², y de acuerdo a los resultados obtenidos, el de menor valor de las 3 dosificaciones, es al que se añadió el 0.24% de PP reciclado, el cual tiene una resistencia de 401.58 kg/cm², esta se encuentra encima del dato proporcionado por la ASTM C10-74.

Tabla N°28. Resumen de ensayo a compresión con % de fibras de polipropileno reciclado – interpolación.

Porcentaje de fibra de polipropileno	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)		
	7 días	14 días	28 días
0.00%	234.49	256.35	350.25
0.12%	286.88	333.95	426.67
0.18%	279.2	319.57	408.87
0.24%	273.9	311.94	401.58

Fuente: Elaboración propia 2020

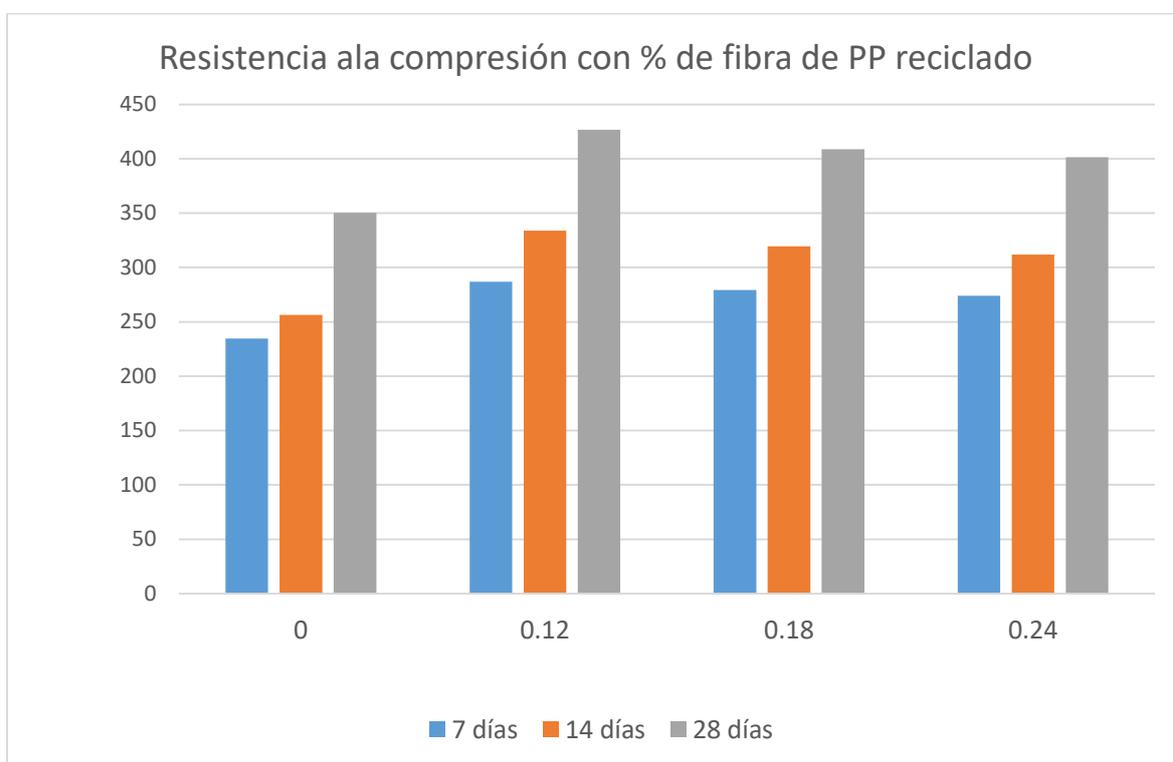


Figura N°12. Resistencia a la compresión con % de fibra de PP reciclado
Fuente: Elaboración propia 2020.

Interpretación: En la gráfica N°12, se observa que los resultados obtenidos a los 7, 14 y 28 días de edad, la resistencia a la compresión adicionando % de polipropileno en 0.12%, 0.18 % y 0.24% se encuentran por encima de los resultados obtenidos por el adoquín patrón. El resultado más favorable, es el adoquín con adición de 0.12% de fibras de polipropileno, ya que, Si bien se observa la gráfica, al añadir mayor cantidad de fibra PP, esta disminuye su resistencia, pero se encuentran en los parámetros de la NTP 399.611 y ASTM C1074 (Ver tabla N° 14).

V. DISCUCIONES

5.1. Cuánto influye la fibra de polipropileno reciclado en el porcentaje a absorción del adoquín para pavimentar la avenida Paraíso.

Resultado: Al incorporar PP reciclado en un 7% respecto al peso del adoquín, se obtuvo un porcentaje de absorción de 3.44%, determinando que, al incorporar mayor cantidad de plástico reciclado al adoquín de concreto, el porcentaje de absorción disminuye.

Antecedente, Erick Daniel Rey Angulo (2018) en su investigación incorporó porcentajes de fibra de polipropileno en 10% y 15% al adoquín de concreto, de esta manera logrando una reducción del porcentaje de absorción en 2.78 % y 1.24% respectivamente. Cuanto mayor porcentaje de fibra de polipropileno fue añadida el porcentaje de absorción disminuía.

Hipótesis: La fibra de polipropileno reciclado disminuye el porcentaje de absorción del adoquín para pavimentar la avenida Paraíso del km 1+100 - 2+200, VMT – 2020. Mediante la interpolación realizada en base al ensayo de absorción a los adoquines de concreto con incorporación de plástico reciclado en porcentajes de 4%, 6% y 7%, las absorciones de los adoquines disminuyen de manera inversamente proporcional, ya que cuando mayor fibra de plástico reciclado es añadida el porcentaje de absorción baja. Afirmando que la fibra de PP reciclado disminuye el porcentaje de absorción del adoquín.

Pregunta: ¿Cuánto influye el polipropileno reciclado en el porcentaje a absorción del adoquín para pavimentar la avenida Paraíso del km 1+100 - 2+200, VMT - 2020? (En base a los resultados del tesista), de los resultados obtenidos en el ensayo de absorción, se logró determinar que al añadir porcentajes de 4%, 6% y 7% disminuye el porcentaje de absorción de agua en 4.36%, 3.72% y 3.44% respectivamente. Los resultados se encuentran debajo del parámetro mínimo de absorción establecido en la Norma Técnica Peruana 399.604. (Ver tabla N°3)

Consideraciones: Al realizar la búsqueda de investigaciones para el análisis documental, no se logró encontrar tesis que cumplan con 8cm de altura, dimensión necesaria del adoquín para pavimentar la avenida paraíso. Pero se interpolo con adoquines de 4cm de altura. Aunque la altura sea distinta, el resultado se expresa en porcentajes, de manera que la absorción es la misma. Así mismo, no se encontraron tesis con adición de fibras de polipropileno reciclado y en su reemplazo

se interpoló con plástico reciclado, que también es del mismo material y que tienen en mismo efecto.

5.2. Cuánto influye la fibra de polipropileno reciclado en la resistencia a flexión del adoquín para pavimentar la avenida Paraíso.

Resultado: Al incorporar fibra de PP reciclado en 0.35% respecto al peso del adoquín este obtuvo una resistencia a la flexión de 62.67 kg/cm², que es un resultado menor al adoquín tradicional con 66.29 kg/cm². Pero con un resultado favorable respecto a lo establecido en la NTP 399.611.

Antecedente, Erick Daniel Rey Angulo (2018) en su investigación incorporó porcentajes de fibra de polipropileno en 10% y 15% al adoquín de concreto, de esta manera logrando un resultado de 128.69 kg/cm² y 76.17 kg/cm² respectivamente. Cual resultado indica que cuando mayor porcentaje de plástico fue añadido, la resistencia a la flexión disminuía.

Hipótesis: La fibra de plástico reciclado aumenta la resistencia a la flexión del adoquín para pavimentar la avenida Paraíso, VMT – 2020. Mediante la interpolación realizada en base al ensayo de absorción a los adoquines de concreto con incorporación de plástico reciclado en porcentajes de 0.35 %, 0.45% y 0.65% las resistencias a la flexión de los adoquines disminuyen de manera inversamente proporcional, pero con resultados por encima de lo establecido en la NTP 366.604 (Ver tabla N°5).

Pregunta: ¿Cuánto afecta la fibra de polipropileno reciclado la resistencia a compresión del adoquín para pavimentar la avenida Paraíso, VMT – 2020? (En base a los resultados del tesista), de los resultados obtenidos en el ensayo a flexión del adoquín con incorporación de fibra de plástico reciclado en porcentajes de 0.35 %, 0.45% y 0.65%, la fibra de plástico afecta de manera negativa al adoquín, ya que con los porcentajes mencionados se obtienen resistencias a la flexión de 62.77 kg/cm², 61.08 kg/cm², 54.56 kg/cm² respectivamente. Estos resultados se encuentran por debajo de la resistencia del adoquín patrón con 66.29 kg/cm². Pero por encima de lo establecido en la NTP 399.604 (Ver tabla N°5) que es 42 kg/cm². Además, estas resistencias se obtuvieron con un adoquín de 4cm de espesor dejando entender que con un adoquín de tipo II se tendría un mejor resultado.

Consideraciones: Al realizar la búsqueda de investigaciones para el análisis documental, no se logró encontrar investigaciones que cumplan con la altura

requerida de 8cm, altura necesaria del adoquín para pavimentar la avenida paraíso, pero se interpoló con adoquín de 4cm de altura, los cuales obtuvieron resultados favorables de resistencia a flexión en base a la NTP 399.604. Así mismo, no se encontraron tesis con adición de fibras de polipropileno reciclado para el ensayo a flexión y en su reemplazo se interpolo con fibra de PET reciclado, que también es un plástico y cumple con la forma en que es añadida al adoquín.

5.3. Cuánto influye la fibra de plástico reciclado en la resistencia a compresión del adoquín para pavimentar la avenida Paraíso.

Resultado: Al incorporar fibra de polipropileno en 0.12 respecto al peso del adoquín se obtuvo una resistencia a la compresión; a los 7 días (286.88 kg/cm²), a los 14 días (333.95 kg/cm²) y a los 28 días (426.67 kg/cm²). Son resultados que se encuentran por encima del adoquín tradicional que tiene una resistencia a la compresión a los 28 días de 350.25 kg/cm², determinando que la resistencia aumenta con la incorporación de fibra de polipropileno.

Antecedente, Erick Daniel Rey Angulo (2018) en su investigación incorporó porcentajes de fibra de polipropileno en 10% y 15% al adoquín de concreto, de esta manera logrando resultados a los 28 días de 398.81 kg/cm² y 362.81 kg/cm² respectivamente. Cuales resultado indican que cuando mayor porcentaje de fibra de polipropileno es añadido, la resistencia a la compresión disminuye, pero se encuentran por encima de la máxima resistencia del adoquín patrón y de lo estipulado en la NTP 399.604 (Ver tabla N°4).

Hipótesis: La fibra de plástico reciclado aumenta la resistencia a la flexión del adoquín para pavimentar la avenida Paraíso, VMT – 2020. Mediante la interpolación realizada en base al ensayo de absorción a los adoquines de concreto con incorporación de plástico reciclado en porcentajes de 0.35 %, 0.45% y 0.65% las resistencias a la flexión de los adoquines disminuyen de manera inversamente proporcional, pero con resultados por encima de lo establecido en la NTP 366.604 (Ver tabla N°4).

Pregunta: ¿Cuánto afecta la fibra de polipropileno reciclado en la resistencia a compresión del adoquín para pavimentar la avenida Paraíso, VMT – 2020? (En base a los resultados del tesista), de los resultados obtenidos en el ensayo a compresión del adoquín con incorporación de fibra de polipropileno reciclado. A los 28 días se obtuvo con los porcentajes de 0.12%, 0.18% y 0.24%, resistencias de compresión

de 426.67 kg/cm², 408.87kg/cm² y 401.58 kg/cm² respectivamente. Los cuales se encuentran por encima del resultado del adoquín patrón que obtuvo una resistencia a la compresión de 350.25 kg/cm². El porcentaje de fibra de polipropileno que mejor resistencia a la compresión tiene es el de 0.12%, el cual llega alcanzar un 21.9% de resistencia más que el adoquín tradicional.

VI. CONCLUSIONES

Evaluar el comportamiento de los adoquines con fibra de polipropileno reciclado respecto a sus propiedades físico – mecánicas para pavimentar la avenida Paraíso, VMT – 2020

Objetivo general, Se evaluó que, las adiciones de fibra de polipropileno reciclado mejoran el comportamiento físico-mecánicos de los adoquines de concreto tipo II, requeridos para pavimentar la avenida Paraíso del kilómetro 1+100 al 2+200: 1) al disminuir el porcentaje de absorción de agua del adoquín cuanto mayor cantidad de fibra de polipropileno es añadida. 2) al obtener una resistencia a la flexión mayor al de la NTP 399.611. 3) al aumentar la resistencia a la compresión, respecto al adoquín tradicional y ala NTP 399.611.

1). Porcentaje de absorción: *PP=0.0% (a=5.38%), 4.0% (a=4.36%), 6.0% (a=3.72%), 7.0% (a=3.44%).*

Objetivo específico 1, Se analizó el adoquín de concreto con adición de fibra de polipropileno reciclado, la cual influyó en la disminución del porcentaje de absorción en 3.44%, al añadir un 7% de fibra de PP reciclado. Se puede concluir que la influencia está directamente relacionada con los porcentajes propuestos, ya que, al incorporar mayor fibra, el porcentaje de absorción disminuye, haciendo que la influencia de PP mejoré el porcentaje de absorción, la cual queda comprobada con la NTP 399.611 (Ver tabla N°3).

2). Resistencia a la flexión: *PP=0.00% (66.29 kg/cm²), 0.35% (a=62.77 kg/cm²), 0.45% (a=61.08 kg/cm²), 0.65% (a=54.56 kg/cm²).*

Objetivo específico 2, Se analizó el adoquín de concreto con adición de fibra de polipropileno reciclado, y se concluyó que la incorporación de fibra no influye en nada en el posible aumento de la resistencia a la flexión, a lo contrario disminuyó dicha resistencia de 66.29 kg/cm² con 0.0%, obteniéndose resultados de manera decreciente desde 62.77 kg/cm² con 0.35% hasta una resistencia de 54.56 kg/cm² con un 0.65% de fibras; entonces las fibras de PP reciclado influyen de manera negativa en los porcentajes propuestos. Pero los resultados obtenidos se encuentran por encima de lo establecido en la NTP 399.611 (Ver tabla N°5).

3). Resistencia a la compresión: *PP=0.00% (r=350.25 kg/cm²), 0.12% (r=426.67 kg/cm²), 0.18% (r=408.87 kg/cm²), 0.24% (r=401.58 kg/cm²).*

Objetivo específico 3, Se analizó el adoquín de concreto con adición de fibra de polipropileno reciclado, y se concluyó que la incorporación de fibras influye en el aumento de la resistencia a la compresión del adoquín, en donde se tuvo al adoquín patrón con una resistencia de 350.25 kg/cm^2 y al añadir fibras de PP reciclado se llegó a obtener un aumento en dicha resistencia en 426.67 kg/cm^2 con 0.12% de fibras y 408.87 kg/cm^2 con 0.18% de fibras , pero con 0.24% de fibras disminuyó hasta 401.58 kg/cm^2 ; entonces las fibras de PP reciclado influyen de manera positiva en los porcentajes propuestos. La cual queda comprobada, ya que las resistencias obtenidas se encuentran por encima del adoquín patrón y así mismo, cumplen con lo establecido en la NTP 399.611 (Ver tabla N° 4).

VII. RECOMENDACIONES

1). Porcentaje de absorción: $PP=0.0\%$ ($a=5.38\%$), 4.0% ($a=4.36\%$), 6.0% ($a=3.72\%$), 7.0% ($a=3.44\%$)

Objetivo específico 1, en el presente proyecto de investigación para el ensayo de absorción se eligieron porcentajes de fibras de polipropileno reciclado que iban desde un 4.0% hasta un 7.0%, en ese rango se presentó una disminución del porcentaje de absorción; se recomienda que para pavimentar la avenida paraíso del kilómetro 1+100 al 2+200 se debe incrementar la adición de fibras de polipropileno reciclado mayor al 7%, hasta obtener la curva de un óptimo porcentaje de absorción.

2). Resistencia a la flexión: $PP=0.00\%$ (66.29 kg/cm^2), 0.35% ($a=62.77 \text{ kg/cm}^2$), 0.45% ($a=61.08 \text{ kg/cm}^2$), 0.65% ($a=54.56 \text{ kg/cm}^2$)

Objetivo específico 2, en el presente proyecto de investigación para el ensayo a flexión se eligieron porcentajes de fibras de polipropileno reciclado que iban desde 0.35% hasta 0.65%, en ese rango se presentó una ligera disminución en la resistencia a la flexión haciendo que la hipótesis planteada; se recomienda que para posibles futuras investigaciones al momento de fundir el plástico reciclado para obtener la fibra, se realice a una temperatura considerable menos de 280 °C, ya que una mayor temperatura el plástico se quema y tiende a perder sus propiedades, de esta manera lograr obtener resultados más favorables. De igual manera elegir porcentajes que se encuentren menos del 0.35% hasta alcanzar la curva de una óptima resistencia a la flexión.

3). Resistencia a la compresión: $PP=0.00\%$ ($r=350.25 \text{ kg/cm}^2$), 0.12% ($r=426.67 \text{ kg/cm}^2$), 0.18% ($r=408.87 \text{ kg/cm}^2$), 0.24% ($r=401.58 \text{ kg/cm}^2$)

Objetivo específico 3, en el presente proyecto de investigación para el ensayo a compresión se eligieron porcentajes de fibras de polipropileno reciclado que iban desde un 0.12% hasta un 0.24%, en ese rango se presentó un aumento de la resistencia a la compresión; se recomienda que para pavimentar la avenida Paraíso, el porcentaje de plástico se utilice menos del 0.12%, de igual manera para nuevas investigaciones, hasta obtener la curva de una óptima resistencia a la compresión.

REFERENCIAS

1. **20 ARAPAK.** *¿Qué es el PET?* [En línea] [Fecha de consulta 15 de marzo del 2020]. Disponible en: <https://www.arapack.com/faq/que-es-el-pet/>
2. **360 ARGOS,** Diseño de mezclas de concreto: Conceptos básicos [En línea] [Fecha de consulta 15 de marzo del 2020]. Disponible en: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/calidad-y-aspectos-tecnicos/diseño-de-mezclas-de-concreto>
3. **ALEJANDRO, Santiago, Miguel** et al. *diseño y elaboración de adoquines de PET reciclado.* Revista Ideas en Ciencia, (44): 7 – 18, julio – diciembre 2015.
4. **ARENAS PICO Nelson Jair, GÓMEZ CÁRDENAS, Gustavo Adolfo.** *Implementación de un material compuesto mediante plástico reciclado (PET) para la elaboración de un adoquín.* Tesis para título profesional de ingeniero civil. Universidad Industrial de Santander de Colombia. Santander, 2015.
5. **ASTM C1074,** Práctica estándar para estimar la resistencia del concreto por el método de madurez. *Libro anual de normas ASTM,* Vol. 04.02. Código ICS 91.100.30
6. **BEST, J. W.** *Como investigar la educación.* 1ª ed. Madrid: Morata, 1970. ISBN 13: 978-84-7112-099-1
7. **BUENDÍA, L., COLAS P. Y HERNÁNDEZ F.** Métodos de investigación en psicopedagogía. *Revista Fuentes* [En línea]. 2000. 343 páginas. [Fecha de consulta 15 de marzo del 2020]. Disponible en: <file:///C:/Users/Pc/Downloads/2301-Texto%20del%20art%C3%ADculo-4762-1-10-20151207.pdf>
8. **BUENOS AIRES CIUDAD ,** *Pavimento articulado intertrebado* [En línea] [Fecha de consulta 15 de marzo del 2020]. Disponible en: <https://www.buenosaires.gob.ar/desarrollourbano/manualdedisenourbano/materiales/pavimentos-de-piezas/pavimento-articulado-intertrabado>
9. **COLABORADORES DE CONSTRUCTOR CIVIL,** *Ensayo de absorción* [En línea]. Constructor civil, 2010. [Fecha de consulta 15 de marzo del 2020]. Disponible en: <http://www.elconstructorcivil.com/2010/12/la-absorcion-de-losagregados.html>

10. **Dra. ROBLES SÁNCHEZ, Carmen E.** *La ética en la investigación* [En Línea] [Fecha de consulta 15 de marzo del 2020]. Disponible en: https://nanopdf.com/download/la-etica-en-la-investigacion_pdf
11. **EL PERUANO**, *Decreto Supremo que declara Estado de Emergencia Nacional por las graves circunstancias que afectan la vida de la Nación a consecuencia del brote del COVID-19* [En línea] [Fecha de consulta 15 de marzo del 2020]. Disponible en: <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-supremo-que-declara-estado-de-emergencia-nacional-po-decreto-supremo-n-044-2020-pcm-1864948-2/>
12. **ELAPLAST**, *Elastómeros y plásticos*, 2016. Disponible en: <http://www.elaplast.es/materiales/plasticos-tecnicos/polipropileno-pp/>.
13. **EUMEND.NET**. *Técnicas de recolección de datos* [En Línea] [Fecha de consulta 15 de marzo del 2020]. Disponible en: https://www.eumed.net/tesis-doctorales/2012/eal/tecnicas_recoleccion_datos.html
14. **EUROADOQUIN**. *Manual técnico de proyecto, diseño y uso de adoquines. Manual Euroadoquín* [En línea. 1997, 171 p. [Fecha de consulta el 15 de Marzo del 2020], en: https://sirio.ua.es/cat/manual_euroadoquin.pdf
15. **FERNÁNDEZ GARCÍA, Misael**, *Análisis de las características físicas-mecánicas del adoquín con polietileno tereftalato reciclado y adoquín convencional tipo I, Tesis para el grado de ingeniero civil*, Universidad Peruana Los Andes, Huancayo, 2019.
16. **FOX, David J.** *El proceso de investigación en educación*. 2ª ed. Pamplona: Universidad de Navarra, 1987. ISBN 13: 9788431306731
17. **GALLEGO, José Luis**. *Océanos de plástico: un repaso al impacto de la contaminación en el planeta y en nuestra salud*. España: Barcelona, 2019. ISBN 978-84-4802-553-3.
18. **HERNÁNDEZ-SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ-COLLADO, C. Y BAPTISTA-LUCIO, P.** Definición del alcance de la investigación que se realizará: exploratorio, descriptivo, correlacional o explicativo. En Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C. y Baptista-Lucio, P. *Metodología de la Investigación*. México: McGraw-Hill, 2014. 6 ed., págs. 88-101. Disponible en:

- http://metabase.uaem.mx/bitstream/handle/123456789/2792/510_06_color.pdf?sequence=1&isAllowed=y
19. **INDECOPI.** Norma Técnica Peruana 399.611: 2010. *Unidades de albañilería. Adoquines de concreto para pavimentos. Requisitos.* 2010. Disponible en <https://es.scribd.com/doc/312186833/NTP-399-611-2010>
 20. **INGENIERIA CIVIL.** *Pavimentos semirrígidos* [En línea] [Fecha de consulta 15 de marzo del 2020]. Disponible en: <https://www.ingenierocivilinfo.com/2011/01/pavimentos-semirrigidos.html>
 21. **LIC.TAMAYO LY, Carla y LIC. SILVA SIESQUÉN, Irene,** *Técnicas e instrumentos de recolección de datos.* Exposición. Universidad Católica Los Ángeles De Chimbote. Disponible en: <http://www.postgradoune.edu.pe/pdf/documentos-academicos/ciencias-de-la-educacion/23.pdf>
 22. **MATA, María Cristina y MACASSI, Sandro.** Cómo elaborar muestras para los sondeos de audiencias. *Cuadernos de investigación No 5.* ALER, Quito 1997. Disponible en: <https://docplayer.es/83954342-Poblacion-muestra-y-muestreo.html>
 23. **MAURICIO ANDERSON.** *Escalas de medición y variables en estadística* [En línea] [Fecha de consulta de marzo del 2020]. Disponible en: <https://mauricioanderson.com/escalas-de-medicion-estadistica/>
 24. **MEZA DOMINGUEZ, Yoisi.** *Propiedades físico – mecánicas de adoquines elaborados con plástico reciclado para pavimento peatonal en el centro comercial Tambo Plaza, Lurín.* Tesis para la obtención del título profesional de ingeniero civil, Universidad Cesar Vallejo, Lima, 2017.
 25. **MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES.** Ficha estándar para la evaluación y formulación de proyectos de inversión de carreteras urbanas. 2020. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/mtc/informes-publicaciones/345336-ficha-tecnica-estandar-para-formulacion-y-evaluacion-de-proyectos-de-inversion-de-carreteras-interurbanas>
 26. **MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES,** *Suelo, Geología, geotecnia y pavimentos,* R.D. N° 10-2014-MTC/14. 2014. Disponible en https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_7%20SGGP-2014.pdf.

27. **MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES**, Estudio de trafico [En línea]. Disponible en: http://proviades.gob.pe/arch_ProcSelecc/Archivos/CI-28-2018-MTC21-LPN/2.2.%20ESTUDIO%20DE%20TRAFICO.pdf
28. **MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO**, *Norma CE.010 Pavimentos Urbanos*. 2010. Disponible en file:///C:/Users/SCARLETH/Downloads/CE.010PUrbanos.pdf.
29. **MONTGOMERY, D. C.** *Design and Analysis of Experiments*. [En línea], 2005.6th ed, ed. 1. John Wiley & Son, [Fecha de consulta 15 de marzo del 2020]. Disponible en: <http://faculty.business.utsa.edu/manderso/STA4723/readings/Douglas-C.-Montgomery-Design-and-Analysis-of-Experiments-Wiley-2012.pdf>
30. **NATIONAL GEOGRAPHIC**, *El 91 por ciento de plástico que reciclamos no se recicla*. [En línea]. [Fecha de consulta: 9 de noviembre del 2017]. Disponible en: <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/2017/07/el-91-por-ciento-del-plastico-que-fabricamos-no-se-recicla>.
31. **OGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD**. *Brote de enfermedad por coronavirus (Covid 19)* [En línea] [Fecha de consulta 15 de marzo del 2020]. Disponible en: https://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019?gclid=CjwKCAiA_Kz-BRAJEiwAhJNY731xfJJKJMeHNpv9AWrjQhDsQkN60WYML6b_NOk2jJWHP2rlurkuyhoCdcMQAvD_BwE
32. **PETROQUIN**, *Tecnología y servicio en polipropileno*. 2015. Disponible en: <http://www.petroquim.cl/que-es-el-polipropileno/>
33. **PRIETO, José M.**, *Los procedimientos de trabajo en el punto de mira didáctico*. [Fecha de consulta 15 de marzo del 2020]. Disponible en: <http://www.ucm.es/info/Psyap/taller/procedimientos/sld002.htm>
34. **REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES (RNE)**. Norma CE. 010 Pavimentos Urbanos 1ª ed. Lima: Biblioteca nacional del Perú. 2010. ISBN: 978-9972-9433-5-5
35. **REY ANGULO, Erick Daniel**. *Propiedades físico – mecánicas de adoquines con polipropileno y caucho al 10% y 15% de reemplazo del agregado grueso*,

- para su utilización en tránsito liviano en pavimentos articulados*, Título para el grado profesional de ingeniero civil. Universidad Privada del Norte. Lima, 2018.
36. **RUBÉN G. FRADE**, *Teoría 3: Solicitaciones mecánicas de los materiales* [En Línea] [Fecha de consulta 15 de marzo del 2020]. Disponible en: <https://fradeblogs.wordpress.com/2013/10/>
 37. **MARTÍNEZ M., Joffre R. (2016)**, *Análisis comparativo de la resistencia a compresión entre un adoquín convencional y adoquines preparados con diferentes fibras: sintética (polipropileno), orgánica (estopa de coco), inorgánica (vidrio)*. Tesis para título profesional de ingeniero civil, Civil en la Universidad Técnica de Ambato, Ecuador, 2016.
 38. **SÁNCHEZ, H. REYES, C. MEJIA, K.** *Manual de términos de investigación científica, tecnología y humanística. Metodología y Diseños en la Investigación Científica*. [En línea]. Primera edición. Lima: Universidad Ricardo Palma, junio 2018 [Fecha de consulta 15 de marzo del 2020]. Disponible en: <https://www.urp.edu.pe/pdf/id/13350/n/libro-manual-de-terminos-en-investigacion.pdf>
 39. **Suaste D., Avila A. y Morales J.** *Diseño de una Mezcla con Materiales Reciclados para Producción de Adoquines*. Tesis para Título profesional de ingeniero civil. Universidad UNAM de México. 2017.
 40. **Tesis de investigación** [En Línea] [Fecha de consulta 15 de marzo del 2020]. Disponible en: <http://tesisdeinvestig.blogspot.com/2011/05/definir-la-unidad-de-analisis-y-la.html>
 41. **ZARZA OSPINO, María José. VARGAS TORRES, Rafael. ACEVEDO MONTERROSA, María José.** Ensayo de la resistencia a flexión, *ResearchGate* [En línea]. 2018. Pg1-8 [Fecha de consulta 15 de marzo del 2020]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/328518073_ENSAYO_DE_RESISTENCIA_A_LA_FLEXION

ANEXOS

Anexo 1: DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, MAYHUA CHANCAHUAÑA GERSON YHOMAR estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DE ADOQUINES CON POLIPROPILENO PARA PAVIMENTAR LA AVENIDA PARAÍSO DEL KM 1+100 - 2+200, VMT – 2020", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Nombres y Apellidos	Firma
GERSON YHOMAR MAYHUA CHANCAHUAÑA DNI: 76571310 ORCID 0000-0003-1426-9257	Firmado digitalmente por: GMAYHUAC el 19-12-2020 00:18:15

Código documento Trilce: TRI - 0088744

Anexo 2: DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MINAYA ROSARIO CARLOS DANILO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DE ADOQUINES CON POLIPROPILENO PARA PAVIMENTAR LA AVENIDA PARAÍSO DEL KM 1+100 - 2+200, VMT – 2020", cuyo autor es MAYHUA CHANCAHUAÑA GERSON YHOMAR, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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

LIMA, 19 de Diciembre del 2020

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
MINAYA ROSARIO CARLOS DANILO DNI: 06249794 ORCID 0000-0002-0655-523X	Firmado digitalmente por: CMINAYARO el 26-12- 2020 11:28:36

Código documento Trilce: TRI - 0088743

Anexo N° 3: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Titulo		"Propiedades físico – mecánicas de adoquines con polipropileno para pavimentar la avenida Paraíso del km 1+100 - 2+200, VMT - 2020"					
Autor		Gerson Yhomar Mayhua Chancahuaña					
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES, DIMENSIONES, INDICADORES E INSTRUMENTOS			TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	Variable independiente: Adoquines con polipropileno				
			DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS		
¿Cuánto influye la fibra de polipropileno reciclado en las propiedades físico – mecánicas del adoquín para pavimentar la avenida Paraíso, VMT - 2020?	Evaluar el comportamiento de los adoquines con fibra de polipropileno reciclado respecto a sus propiedades físico – mecánicas para pavimentar la avenida Paraíso, VMT – 2020	El comportamiento de los adoquines con fibra de polipropileno reciclado son óptimos respecto a las propiedades físico – mecánicas del adoquín para pavimentar la avenida Paraíso, VMT - 2020	Tipo de adoquín	- Estudio de tráfico - ESAL (Equivalent simple axial load)	- Normal CE0.10 (RNE) -NTP399.611 - Manual de carreteras (MTC)	- Nivel: Correlacional - Diseño: Cuasi-experimental - Enfoque: Cuantitativo - Población: Todos los adoquines con fibra de polipropileno reciclado en la Avenida Paraíso, VMT. -Muestra: 60 adoquines con fibra de polipropileno reciclado - Muestreo: No probabilístico - Técnica: Análisis Documental	
			Dosificación de la fibra de Polipropileno reciclado	- (0%,4%,6% y7%) ensayo de absorción - (0%, 0.35%,0.45%,0.65%) ensayo de flexión - (0%, 0.12%, 0.18%,0.24%) ensayo de compresión			
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS	variable dependiente: Propiedades físico-mecánicas				
			DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS		
¿Cuánto influye la fibra de polipropileno reciclado en el porcentaje de absorción del adoquín para pavimentar la avenida Paraíso para pavimentar la avenida Paraíso, VMT - 2020?	Analizar la influencia de la fibra de polipropileno reciclado en el porcentaje a absorción del adoquín para pavimentar la avenida Paraíso, VMT – 2020	La fibra de polipropileno reciclado disminuye el porcentaje de absorción del adoquín para pavimentar la avenida Paraíso, VMT - 2020	Ensayo de absorción	- Porcentaje de absorción			
Cuánto afecta la fibra de polipropileno reciclado en la resistencia a flexión del adoquín para pavimentar la avenida Paraíso, VMT – 2020? ¿	Analizar el efecto de la fibra de polipropileno reciclado en la resistencia a flexión del adoquín para pavimentar la avenida Paraíso, VMT - 2020	La fibra de polipropileno reciclado aumenta la resistencia a flexión del adoquín para pavimentar la avenida Paraíso, VMT - 2020.	Ensayo a flexión	- Resistencia a la flexión	- Ensayo de absorción (NTP 399.604) - NTP 399.611 - Ensayo a compresión (NTP 399.604) - Ensayo de viga (NTP 399.604) - ASTM C1074		
¿Cuánto afecta la fibra de polipropileno reciclado en la resistencia a compresión del adoquín para pavimentar la avenida Paraíso, VMT – 2020?	Analizar la influencia de la fibra polipropileno reciclado en la resistencia a compresión del adoquín para pavimentar la avenida Paraíso, VMT- 2020	. La fibra de polipropileno reciclado aumenta la resistencia a compresión del adoquín para pavimentar la avenida Paraíso, VMT - 2020	Ensayo a compresión	- Resistencia a la compresión			

Anexo N°4: MATRIZ DE OPERACIONALIDAD DE VARIABLES

TIPO DE VARIABLES	VARIABLES	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala / Niveles de Medición
V. INDEPENDIENTE (X)	Adoquines con polipropileno	<p>“Un adoquín, son elementos macizos, cuyas paredes están verticalmente rectas y es usado para pavimentar superficies, los adoquines tendrán cualquier forma siempre y cuando estas se coloquen en plantilla repetitiva”.¹⁴</p> <p>“Es un polímero termoplástico. Forma parte del grupo de las poliolefinas y se aplican en una variedad de usos como: Tejidos, envases de alimento, equipos de laboratorios, CD, Componentes automotrices. Tiene una mayor resistencia a solventes químicos y ácidos”.¹²</p>	<p>Para entender la variable independiente, se puede desplegar de la siguiente manera mediante sus dimensiones como el tipo del adoquín y dosificaciones de la fibra de polipropileno reciclado que se usaran en el desarrollo del este nuevo adoquín..</p>	Tipo de adoquín	- Estudio de trafico - ESAL (Equivalent simple axial load)	De razón
				Dosificación de la fibra de Polipropileno reciclado	- (0%,4%,6% y7%) ensayo de absorción - (0%, 0.35%,0.45%,0.65%) ensayo de flexión - (0%, 0.12%, 0.18%,0.24%) ensayo de compresión	De razón
V. DEPENDIENTE (Y)	Propiedades físico - mecánicas	<p>Las propiedades físico – mecánicas se definen como la caracterización de la composición y estructura de un producto final, ya sea un agregado o mezcla. Las propiedades mecánicas se presentan cuando se aplica una fuerza sobre el producto, por otro lado, las propiedades físicas, se refiere a aquellos valores que pueden cambiar la materia sin alterar su composición”.³⁵</p>	<p>Para obtener la variable dependiente (Propiedades físico-mecánicas). Esta se mide a través de sus dimensiones que son: Propiedades Físicas, Propiedades Mecánicas y Trabajabilidad y consistencia. Para luego detallar que es lo que se desea medir en sus indicadores.</p>	Ensayo de absorción	- Porcentaje de absorción	De razón
				Ensayo a flexión	- Resistencia a la flexión	De razón
				Ensayo a compresión	- Resistencia a la compresión	De razón

Anexo N°5: INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

CUADRO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN A LOS 28 DÍAS: 0.25%, 0.50% Y 0.75% DE PET

Datos	Adoquines convencionales			Adoquines 0.25% de PET			Adoquines 0.50% de PET			Adoquines 0.75% de PET		
	4	8	9	2	6	7	6	2	5	9	1	2
Muestras	4	8	9	2	6	7	6	2	5	9	1	2
Edad(días)	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
Largo promedio(cm)	19.90	19.90	19.90	19.90	19.80	19.90	19.90	20.00	19.90	19.90	19.90	19.90
Ancho promedio(cm)	9.90	10.10	10.00	10.00	9.90	10.10	10.00	10.00	10.10	10.10	10.00	9.90
Alto promedio(cm)	4.30	4.20	4.10	4.30	4.20	4.40	4.20	4.50	4.20	4.50	4.50	4.40
Area (cm ²)	197.01	200.99	199.00	199.00	196.02	200.99	199.00	200.00	200.99	200.99	199.00	197.01
Peso(kg)	1.74	1.72	1.73	1.72	1.74	1.74	1.69	1.73	1.69	1.75	1.75	1.73
Carga ultima (kn)	5.23	5.70	4.39	5.23	5.03	5.32	4.78	5.05	4.76	4.83	3.85	4.53
Resistencia f _c (kg/cm ²)	533.30	581.23	447.65	533.30	512.91	542.48	487.42	514.95	485.38	492.52	392.58	461.92
Promedio de módulo de rotura(kg/cm ²)	Adoquines convencionales			0.25% de PET			0.50% de PET			0.75% de PET		
	66.29			64.47			60.23			50.68		

Fuente: Fernández García, Misael (2019). información de su tesis para su Título de Ingeniero Civil, titulado "Análisis de las características físicas-mecánicas del adoquín con polietileno tereftalato reciclado y adoquín convencional tipo I", en la Universidad Peruana Los Andes.

CERTIFICADO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS: 0.1%,0.2% Y 0.3% DE POLIPROPILENO.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO									
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA									
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
ENSAYOS DE COMPRESION $f_c = 350 \text{ kg/cm}^2$ ADOQUINES REFORZADOS CON FIBRAS									
REALIZADO POR:	Egdo. Joffre Martinez						ESPEJOR ADOQUÍN: 8 cm		
NORMA:	NTE INEN 1485								
ADOQUÍN N°	% Y TIPO DE FIBRA	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD EN DÍAS	CARGA Kg	ESFUERZO FT (kg/cm ²)	ESFUERZO MEDIO FM (kg/cm ²)	FT ^ 2	ESFUERZO CARACTERÍSTICO FK (kg/cm ²)
1	0,1 POLIPROPILENO	06-abr-16	14-abr-16	7	131977,57	289,42	289,44	83766,54	275,86
2					132089,70	286,96		82344,98	
3					128093,78	280,61		78739,66	
4					127553,52	278,56		77596,76	
5					134403,67	295,07		87069,20	
6					136523,96	299,39		89637,15	
7					126890,93	276,81		76625,25	
8					135790,01	296,55		87941,60	
9					136167,18	295,82		87507,25	
10					135902,14	295,24		87166,94	



1	0,2 POLIPROPILENO	06-abr-16	14-abr-16	7	126302,75	275,83	276,64	76082,42	259,07
2					121549,44	265,45		70463,57	
3					121019,37	265,69		70591,44	
4					119367,99	261,49		68377,50	
5					136177,37	297,40		88444,05	
6					126126,40	276,90		76675,09	
7					129964,32	286,20		81911,58	
8					129218,14	280,72		78803,62	
9					126462,79	275,88		76109,05	
10					128715,60	280,79		78844,81	
1	0,3 POLIPROPILENO	06-abr-16	14-abr-16	7	122008,15	266,45	269,80	70996,42	264,46
2					125276,25	274,73		75475,81	
3					121554,54	266,87		71217,16	
4					121769,62	267,04		71309,64	
5					123543,32	267,28		71439,94	
6					125361,88	272,34		74170,32	
7					121885,83	269,83		72809,33	
8					122359,84	267,22		71406,29	
9					125231,40	272,06		74016,00	
10					125550,46	274,19		75178,79	

Fuente: Martínez Mayancela Jofre René (2016), información de su tesis para su Título de Ingeniero Civil, titulado “Análisis comparativo de la resistencia a compresión entre un adoquín convencional y adoquines preparados con diferentes fibras: sintética (polipropileno), orgánica (estopa de coco), inorgánica (vidrio”, de la Universidad Técnica de Ambato.

CERTIFICADO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 14 DÍAS: 0.1%,0.2% Y 0.3% DE POLIPROPILENO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA									
									
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
ENSAYOS DE COMPRESION $f_c = 350 \text{ kg/cm}^2$ ADOQUINES REFORZADOS CON FIBRAS									
REALIZADO POR:	Egdo. Joffre Martinez					ESPESOR ADOQUÍN: 8 cm			
NORMA:	NTE INEN 1485								
ADOQUÍN N°	% Y TIPO DE FIBRA	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD EN DÍAS	CARGA Kg	ESFUERZO FT (kg/cm ²)	ESFUERZO MEDIO FM (kg/cm ²)	FT ^ 2	ESFUERZO CARACTERÍSTICO FK (kg/cm ²)
1	0,1 POLIPROPILENO	06-abr-16	21-abr-16	14	151070,34	331,29	338,74	109756,11	329,52
2					151518,86	330,54		109255,71	
3					153435,27	335,08		112281,74	
4					158154,94	343,58		118049,66	
5					155698,27	339,30		115124,91	
6					153771,66	334,06		111596,81	
7					155545,36	341,49		116615,54	
8					157502,55	345,40		119301,38	
9					157084,61	341,26		116457,23	
10					158328,24	345,39		119296,45	

1	0,2 POLIPROPILENO	06-abr-16	21-abr-16	14	145188,58	318,40	314,78	101376,02	300,29
2					144138,63	314,44		98871,61	
3					142293,58	312,40		97591,71	
4					145891,95	319,94		102360,63	
5					147145,77	319,67		102186,79	
6					136554,54	298,22		88934,65	
7					136289,50	300,13		90078,63	
8					147665,65	323,83		104864,69	
9					147573,90	320,26		102563,82	
10					146911,31	320,49		102712,02	
1	0,3 POLIPROPILENO	06-abr-16	21-abr-16	14	143119,27	310,92	307,69	96670,82	300,95
2					140897,04	307,70		94680,92	
3					141192,66	308,01		94871,34	
4					140978,59	304,67		92826,04	
5					143251,78	314,15		98689,37	
6					137981,65	299,76		89854,92	
7					138929,66	305,01		93031,98	
8					140927,62	310,34		96313,96	
9					140081,55	305,59		93384,04	
10					142273,19	310,71		96539,46	

Fuente: Martínez Mayancela Jofre René (2016), información de su tesis para su Título de Ingeniero Civil, titulado “Análisis comparativo de la resistencia a compresión entre un adoquín convencional y adoquines preparados con diferentes fibras: sintética (polipropileno), orgánica (estopa de coco), inorgánica (vidrio”, de la Universidad Técnica de Ambato.

CERTIFICADO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS: 0.1%,0.2% Y 0.3% DE POLIPROPILENO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
									
ENSAYOS DE COMPRESION $f_c = 350 \text{ kg/cm}^2$ ADOQUINES REFORZADOS CON FIBRAS									
REALIZADO POR:	Egdo. Joffre Martinez						ESPESOR ADOQUÍN: 8 cm		
NORMA:	NTE INEN 1485								
ADOQUÍN N°	% Y TIPO DE FIBRA	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD EN DÍAS	CARGA Kg	ESFUERZO FT (kg/cm ²)	ESFUERZO MEDIO FM (kg/cm ²)	FT ^ 2	ESFUERZO CARACTERÍSTICO FK (kg/cm ²)
1	0,1 POLIPROPILENO	06-abr-16	05-may-16	28	198004,08	434,22	432,60	188546,55	426,91
2					199133,54	432,61		187149,21	
3					197716,62	427,29		182578,57	
4					199051,99	434,71		188969,52	
5					198440,37	435,18		189378,36	
6					198603,47	437,84		191702,40	
7					196748,22	427,90		183098,03	
8					197573,90	431,48		186173,51	
9					196931,70	429,61		184561,90	
10					198450,56	435,20		189397,82	

1	0,2 POLIPROPILENO	06-abr-16	05-may-16	28	185565,75	403,13	402,94	162515,51	400,16
2					184627,93	403,21		162574,91	
3					186401,63	403,27		162630,48	
4					183781,86	405,16		164156,91	
5					185575,94	405,28		164248,75	
6					185463,81	402,91		162337,01	
7					183037,72	401,40		161120,76	
8					183802,24	403,08		162469,53	
9					187084,61	402,64		162122,36	
10					183832,82	399,37		159494,35	
1	0,3 POLIPROPILENO	06-abr-16	05-may-16	28	182497,45	398,12	399,54	158498,22	395,86
2					183955,15	401,74		161392,22	
3					183496,43	402,40		161929,35	
4					183465,85	400,23		160184,78	
5					181896,02	395,60		156497,89	
6					182629,97	398,41		158728,49	
7					182008,15	398,71		158971,46	
8					184036,70	397,73		158187,56	
9					184301,73	402,49		162000,95	
10					183333,33	399,94		159953,46	

Fuente: Martínez Mayancela Jofre René (2016), información de su tesis para su Título de Ingeniero Civil, titulado “Análisis comparativo de la resistencia a compresión entre un adoquín convencional y adoquines preparados con diferentes fibras: sintética (polipropileno), orgánica (estopa de coco), inorgánica (vidrio”, de la Universidad Técnica de Ambato.

CONTEO VEHICULAR DEL LUNES 13 DE ENERO DEL 2020

 FORMATO RESUMEN DEL DÍA - CLASIFICACION VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO TITULO: "Propiedades físico - mecánicas de adoquines con polipropileno para pavimentar la avenida Paraíso del km 1+100 - 2+200, VMT - 2020" Autor: Gerson Yhomar Mayhua Chanchhuaña																			
TRAMO DE LA CARRETERA		Kilómetro 1+100 al 2+200, Av. Paraíso																	
SENTIDO		Ambos sentidos: S N / N S																	
UBICACIÓN		Kilómetro 1+600 de la Av. Paraíso, Paraíso Alto, VMT. Lima																	
															FORMATO N° 1				
															DÍA Y FECHA		13	01	20
HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	C2	C3	C4	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	C2R3	3T2	>=3T3
DIAGRA. VEH.																			
00:00 - 02:00	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:00 - 04:00	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04:00 - 06:00	7	5	0	2	29	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06:00 - 08:00	5	3	2	0	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08:00 - 10:00	4	1	0	0	50	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:00 - 12:00	3	0	0	1	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:00 - 14:00	4	0	0	0	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14:00 - 16:00	3	3	0	0	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16:00 - 18:00	5	1	3	1	51	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18:00 - 20:00	8	3	0	0	54	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20:00 - 22:00	3	4	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22:00 - 24:00	2	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	48	20	5	4	426	0	0	0	5	0									

Fuente: Elaboración Propia 2020.

CONTEO VEHICULAR DEL MARTES 14 DE ENERO DEL 2020



FORMATO RESUMEN DEL DÍA - CLASIFICACION VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

TITULO: "Propiedades fisico – mecánicas de adoquines con polipropileno para pavimentar la avenida Paraiso del km 1+100 - 2+200, VMT – 2020"

Autor: Gerson Yhomar Mayhua Chanchahuaña

TRAMO DE LA CARRETERA	Kilómetro 1+100 al 2+200, Av. Paraiso
SENTIDO	Ambos sentidos: S ←→ N / N ←→ S
UBICACIÓN	Kilómetro 1+600 de la Av. Paraiso, Paraiso Alto, VMT. Lima

FORMATO N° 2			
DÍA Y FECHA	14	01	20

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	C2	C3	C4	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	C2R3	3T2	>=3T3
DIAGRA. VEH.																			
00:00 - 02:00	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:00 - 04:00	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04:00 - 06:00	6	2	0	3	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06:00 - 08:00	6	1	1	1	48	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08:00 - 10:00	3	1	1	0	48	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:00 - 12:00	4	0	0	1	47	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:00 - 14:00	3	0	0	0	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14:00 - 16:00	3	2	0	0	47	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16:00 - 18:00	6	2	0	0	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18:00 - 20:00	8	2	0	2	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20:00 - 22:00	2	1	0	1	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22:00 - 24:00	4	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	50	12	2	8	392	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia 2020.

CONTEO VEHICULAR DEL MIERCOLES 15 DE ENERO DEL 2020

 Ministerio de Transportes y Comunicaciones		FORMATO RESUMEN DEL DÍA - CLASIFICACION VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO TITULO: "Propiedades físico - mecánicas de adoquines con polipropileno para pavimentar la avenida Paraíso del km 1+100 - 2+200, VMT - 2020" Autor: Gerson Yhomar Mayhua Chanchahuaña																					
TRAMO DE LA CARRETERA		Kilómetro 1+100 al 2+200, Av. Paraíso																FORMATO N° 3					
SENTIDO		Ambos sentidos: S → N / ← N → S																DÍA Y FECHA					
UBICACIÓN		Kilómetro 1+600 de la Av. Paraíso, Paraíso Alto, VMT. Lima																15 01 20					
HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER							
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	C2	C3	C4	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	C2R3	3T2	>=3T3				
DIAGRA. VEH.																							
00:00 - 02:00	4	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
02:00 - 04:00	2	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
04:00 - 06:00	6	3	0	2	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
06:00 - 08:00	5	3	1	1	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
08:00 - 10:00	3	1	1	0	47	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
10:00 - 12:00	2	2	0	1	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
12:00 - 14:00	3	2	0	0	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
14:00 - 16:00	2	1	0	0	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
16:00 - 18:00	5	3	2	0	49	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
18:00 - 20:00	8	3	0	1	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
20:00 - 22:00	3	1	0	1	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
22:00 - 24:00	3	1	0	1	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
TOTAL	46	23	4	7	424	0	0	0	2	0													

Fuente: Elaboración Propia 2020.

CONTEO VEHICULAR DEL JUEVES 16 DE ENERO DEL 2020

 FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO																			
TITULO: "Propiedades físico - mecánicas de adoquines con polipropileno para pavimentar la avenida Paraiso del km 1+100 - 2+200, VMT - 2020" Autor: Gerson Yhomar Mayhua Chancahuaña																			
TRAMO DE LA CARRETERA	Kilómetro 1+100 al 2+200, Av. Paraiso	FORMATO N° 4																	
SENTIDO	Ambos sentidos: S → N / ← N → S	DÍA Y FECHA																	
UBICACIÓN	Kilómetro 1+600 de la Av. Paraiso, Paraiso Alto, VMT. Lima	16	01	20															
HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	C2	C3	C4	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	C2R3	3T2	>=3T3
DIAGRA. VEH.																			
00:00 - 02:00	2	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:00 - 04:00	2	2	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04:00 - 06:00	6	2	0	0	27	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06:00 - 08:00	7	4	2	2	51	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08:00 - 10:00	3	2	1	0	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:00 - 12:00	4	0	0	0	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:00 - 14:00	3	1	0	0	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14:00 - 16:00	2	2	0	0	47	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16:00 - 18:00	6	3	1	0	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18:00 - 20:00	9	3	2	0	54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20:00 - 22:00	2	2	1	1	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22:00 - 24:00	4	1	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	50	24	7	3	421	0	0	0	5	0									

Fuente: Elaboración Propia 2020.

CONTEO VEHICULAR DEL VIERNES 17 DE ENERO DEL 2020

FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO TITULO: "Propiedades fisico - mecánicas de adoquines con polipropileno para pavimentar la avenida Paraíso del km 1+100 - 2+200, VMT - 2020" Autor: Gerson Ythomar Mayhua Chanchhuaña																				
																				
TRAMO DE LA CARRETERA		Kilómetro 1+100 al 2+200, Av. Paraíso																		
SENTIDO		Ambos sentidos: S → N / ← N → S																		
UBICACIÓN		Kilómetro 1+600 de la Av. Paraíso, Paraíso Alto, VMT. Lima																		
																FORMATO N° 5				
																DÍA Y FECHA		17	01	20
HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	C2	C3	C4	2S1 2S2	2S3	3S1 3S2	>= 3S3	2T2	C2R3	3T2	>=3T3	
DIAGRA. VEH.																				
00:00 - 02:00	2	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
02:00 - 04:00	3	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
04:00 - 06:00	5	1	0	1	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
06:00 - 08:00	6	3	0	0	48	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
08:00 - 10:00	5	0	1	0	49	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10:00 - 12:00	3	0	0	0	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12:00 - 14:00	3	0	0	0	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
14:00 - 16:00	5	0	0	1	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
16:00 - 18:00	3	1	2	2	54	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
18:00 - 20:00	7	2	0	0	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20:00 - 22:00	3	3	1	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
22:00 - 24:00	2	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL	47	13	5	4	411	0	0	0	3	0										

Fuente: Elaboración Propia 2020.

CONTEO VEHICULAR DEL SABADO 18 DE ENERO DEL 2020

 FORMATO RESUMEN DEL DÍA - CLASIFICACION VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO TITULO: "Propiedades físico - mecánicas de adoquines con polipropileno para pavimentar la avenida Paraiso del km 1+100 - 2+200, VMT - 2020" Autor: Gerson Yhomar Mayhua Chanchhuaña																			
TRAMO DE LA CARRETERA		Kilómetro 1+100 al 2+200, Av. Paraiso										FORMATO N° 6							
SENTIDO		Ambos sentidos: S ← N / N → S										DÍA Y FECHA							
UBICACIÓN		Kilómetro 1+600 de la Av. Paraiso, Paraiso Alto, VMT. Lima										18 01 20							
HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	C2	C3	C4	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	C2R3	3T2	>=3T3
DIAGRA. VEH.																			
00:00 - 02:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:00 - 04:00	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04:00 - 06:00	4	3	0	1	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06:00 - 08:00	2	3	0	2	51	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08:00 - 10:00	3	2	1	0	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:00 - 12:00	1	0	0	0	49	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:00 - 14:00	0	0	0	0	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14:00 - 16:00	2	2	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16:00 - 18:00	5	1	0	0	53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18:00 - 20:00	6	4	1	1	48	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20:00 - 22:00	4	3	0	1	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22:00 - 24:00	4	2	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	35	21	2	5	421	0	2	0	4	0									

Fuente: Elaboración Propia 2020.

CONTEO VEHICULAR DEL DOMINGO 19 DE ENERO DEL 2020

 Ministerio de Transportes y Comunicaciones		FORMATO RESUMEN DEL DÍA - CLASIFICACION VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO TITULO: "Propiedades físico - mecánicas de adoquines con polipropileno para pavimentar la avenida Paraiso del km 1+100 - 2+200, VMT - 2020" Autor: Gerson Ythomar Mayhua Chanchahuaña																	
TRAMO DE LA CARRETERA		Kilómetro 1+100 al 2+200, Av. Paraiso												FORMATO N° 7					
SENTIDO		Ambos sentidos: S → N / ← N → S												DÍA Y FECHA					
UBICACIÓN		Kilómetro 1+600 de la Av. Paraiso, Paraiso Alto, VMT. Lima												19	01	20			
HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	C2	C3	C4	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	C2R3	3T2	>=3T3
DIAGRA. VEH.																			
00:00 - 02:00	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:00 - 04:00	5	5	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04:00 - 06:00	2	0	1	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06:00 - 08:00	4	3	0	0	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08:00 - 10:00	5	0	0	0	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:00 - 12:00	2	5	2	0	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:00 - 14:00	4	2	0	0	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14:00 - 16:00	3	3	0	0	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16:00 - 18:00	2	5	1	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18:00 - 20:00	6	4	0	0	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20:00 - 22:00	3	0	0	1	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22:00 - 24:00	3	4	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	43	35	5	1	407	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia 2020.

Anexo5. FACTORES DE CORRECCIÓN PROMEDIO 2010 – 2016 (MTC)

FACTORES DE CORRECCIÓN DE VEHICULOS LIGEROS POR UNIDAD DE PEAJE

N°	Peaje	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total	
		Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros								
		FC	FC	FC	FC	FC	FC								
1	AGUAS CALIENTES	0.9394	0.8663	1.1161	1.0973	1.1684	1.1945	0.9458	0.8773	0.9386	1.0294	1.0292	0.9845	1.0000	
2	AGUAS CLARAS	1.0204	1.0668	1.1013	1.0449	0.9979	0.9863	0.8917	0.9168	1.0069	1.0155	1.0712	0.8127	1.0000	
3	AMBO	0.7822	0.8431	0.8697	0.7549	0.7755	0.7823	0.7479	0.9820	1.0329	0.9842	0.9966	0.8835	1.0000	
4	ATICO	0.8849	0.7376	1.0576	1.0168	1.1538	1.1764	0.9711	0.9893	1.0821	1.0845	1.1559	0.9021	1.0000	
5	AYAVIRI	0.9913	0.9287	1.0870	1.0730	1.1003	1.0878	0.9449	0.9108	0.9242	1.0455	1.0348	0.9733	1.0000	
6	CAMANA	0.5935	0.4934	1.0509	1.2563	1.3886	1.3961	1.2549	1.2278	1.3076	1.2658	1.2303	0.8494	1.0000	
7	CANCAS	0.8722	0.8703	1.0694	1.1121	1.1631	1.2130	0.9722	0.9150	1.0516	1.0161	1.0259	0.8914	1.0000	
8	CARACOTO	1.0576	0.9886	1.0999	1.0550	1.0578	1.0471	0.9900	0.8677	0.9953	0.9895	1.0077	0.7648	1.0000	
9	CASARACRA	1.1441	1.1924	1.2529	0.9991	0.9240	1.0245	0.8401	0.8801	1.0508	0.9739	1.1465	0.8656	1.0000	
10	CATAC	1.0992	1.0589	1.3534	1.0405	1.0772	1.0762	0.8316	0.8717	0.9632	0.9514	1.1169	0.9747	1.0000	
11	CCASACANCHA	1.0321	1.0692	1.1050	1.0611	1.0719	1.0565	0.9517	0.9133	0.8930	0.9959	0.9734	0.7789	1.0000	
12	CHACAPAMPA	1.0342	0.9781	0.9986	1.0653	1.0693	1.2488	1.0419	0.9217	0.9818	0.9211	1.0968	0.9676	1.0000	
13	CHALHUAPUQUIO	1.1804	1.2304	1.2157	1.0487	1.0103	1.0467	0.7867	0.8314	1.0145	0.9547	1.0196	0.9379	1.0000	
14	CHICAMA	0.9891	0.9536	1.0369	1.0347	1.0520	1.0477	0.9368	0.9915	1.0553	1.0166	1.0421	0.7493	1.0000	
15	CHILCA	0.6041	0.5736	0.7824	1.0624	1.5470	1.6110	1.3032	1.4238	1.5046	1.2451	1.1887	0.6261	1.0000	
16	CHULLQUI	1.0428	1.0728	1.0509	1.0163	1.0500	0.9407	0.9832	0.9316	0.9915	0.9207	1.2832	0.8829	1.0000	
17	CHULUCANAS	1.0210	1.0629	1.1565	1.1355	1.0650	1.0374	0.9771	0.9150	0.9843	0.9479	0.9145	0.7502	1.0000	
18	CIUDAD DE DIOS	0.9338	0.9146	1.1930	1.0736	1.0024	1.0271	0.9071	0.9185	1.0902	0.8660	1.0664	0.6549	1.0000	
19	CORCONA	1.1416	1.1681	1.2623	1.0206	0.9748	1.0336	0.7786	0.8795	1.0065	0.9892	1.1933	0.8888	1.0000	
20	CRUCE BAYOVAR	0.9033	0.8846	1.0933	1.0974	1.1592	1.1950	0.8640	0.9864	1.1644	0.9986	1.0861	0.6673	1.0000	
21	CUCULI	0.9988	1.0350	1.1242	1.1174	1.1070	0.9545	0.9574	0.9186	0.9449	0.9671	0.9672	1.0218	1.0000	
22	DESIVIO OLMOS	0.9736	1.0105	1.1312	1.1600	1.1451	1.0896	0.9427	0.8716	0.9919	0.9562	1.0093	0.7176	1.0000	
23	DESIVIO TALARA	0.8889	0.8761	1.0496	1.0840	1.1438	1.1754	0.9465	0.9935	1.1153	1.0280	1.0362	0.8201	1.0000	

Fuente: MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, Ficha estándar para la evaluación y formulación de proyectos de inversión de carreteras urbanas. 2020.

FACTORES DE CORRECIÓN DE VEHICULOS LIGEROS POR UNIDAD DE PEAJE

Código	Peaje	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total	
		Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados								
		FC	FC	FC	FC	FC	FC								
1	AGUAS CALIENTES	1.0234	0.9771	1.0540	1.0631	1.0703	1.1254	0.9831	0.9574	0.9655	0.9434	0.9429	0.9922	1.0000	
2	AGUAS CLARAS	1.0497	1.0164	0.9941	1.0038	0.9878	0.9823	0.9940	0.9597	0.9819	1.0086	1.0042	0.8920	1.0000	
3	AMBO	0.7967	0.7869	0.8193	0.7762	0.7945	0.7905	0.7890	1.0495	1.0086	0.9572	0.9482	0.9447	1.0000	
4	ATICO	1.0402	0.9961	1.0326	1.0478	1.0392	1.0365	1.0288	0.9862	0.9828	0.9573	0.9313	0.9458	1.0000	
5	AYAVIRI	1.0377	1.0057	1.0835	1.0533	1.0511	1.0319	0.9884	0.9505	0.9335	0.9456	0.9485	0.9933	1.0000	
6	CAMANA	0.9370	0.8802	1.0410	1.0753	1.0804	1.0953	1.0782	1.0099	1.0099	0.9947	0.9786	0.8325	1.0000	
7	CANCAS	1.0490	0.9888	1.0151	1.0452	1.0584	1.0381	1.0041	0.9824	1.0019	0.9551	0.9433	0.9563	1.0000	
8	CARACOTO	1.0489	1.0165	1.0879	1.0415	1.0743	1.0541	0.9982	0.9041	0.9575	0.9453	0.9765	0.8133	1.0000	
9	CASARACRA	1.1123	1.0819	1.1121	0.9769	0.9865	0.9782	0.9872	0.9697	0.9731	0.9521	1.0674	0.9416	1.0000	
10	CATAC	1.0538	1.0807	1.1606	1.0756	1.0119	0.9642	0.9591	0.9372	0.9719	0.9644	0.9958	0.9684	1.0000	
11	CCASACANCHA	1.0985	1.0820	1.0974	1.0774	1.0216	0.9848	0.9688	0.9568	0.9552	0.9509	0.9198	0.7875	1.0000	
12	CHACAPAMPA	1.1253	0.9872	0.9856	1.0061	1.0477	1.0441	1.0496	0.9939	0.9340	0.9269	0.9523	1.0257	1.0000	
13	CHALHUAPUQUIO	1.0741	1.0868	1.0814	1.0640	1.0533	0.9822	0.9411	0.9321	0.9569	0.9455	0.9498	0.9948	1.0000	
14	CHICAMA	0.9742	0.9585	1.0327	1.0799	1.0586	1.0428	1.0427	0.9889	0.9895	0.9814	0.9459	0.7964	1.0000	
15	CHILCA	0.9471	0.9731	1.0202	1.0429	1.0652	1.0551	1.0341	0.9979	0.9991	0.9830	0.9674	0.8073	1.0000	
16	CHULLQUI	0.9571	0.9658	1.0534	1.0776	1.0809	1.0402	1.0171	0.9865	0.9731	0.9169	1.2400	0.9257	1.0000	
17	CHULUCANAS	1.0042	0.9705	1.1344	1.1580	1.0939	1.0464	1.0225	0.9536	0.9603	0.9195	0.8980	0.7996	1.0000	
18	CIUDAD DE DIOS	0.9412	0.9568	1.1245	1.0109	0.9763	1.0522	1.0638	1.0509	1.0687	0.8375	0.8101	0.6639	1.0000	
19	CORCONA	1.1221	1.0894	1.1031	0.9536	0.9648	0.9756	0.9759	0.9653	0.9769	0.9739	1.0900	0.9561	1.0000	
20	CRUCE BAYOVAR	0.9925	0.9617	1.0163	1.0654	1.0473	1.0635	1.0368	0.9979	1.0155	0.9779	0.9314	0.7892	1.0000	
21	CUCULI	0.9544	1.0489	1.1882	1.1610	1.0781	0.9789	0.9835	0.9222	0.9034	0.9413	0.9400	1.0895	1.0000	
22	DESVIO OLMOS	1.0670	1.0554	1.0607	1.0567	1.0520	1.0192	0.9857	0.9187	0.9394	0.9597	0.9510	0.8440	1.0000	
23	DESVIO TALARA	1.0234	0.9763	1.0148	1.0405	1.0343	1.0196	1.0096	0.9862	1.0060	0.9840	0.9643	0.9566	1.0000	

Fuente: MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, Ficha estándar para la evaluación y formulación de proyectos de inversión de carreteras urbanas. 2020.

Anexo N°6. TASA DE CRECIMIENTO DE VEHICULOS PESADOS Y LIGEROS

Tasa de Crecimiento de Vehículos Ligeros		Tasa de Crecimiento de Vehículos Pesados	
	TC		PBI
Amazonas	0.62%	Amazonas	3.42%
Ancash	0.59%	Ancash	1.05%
Apurímac	0.59%	Apurímac	6.65%
Arequipa.	1.07%	Arequipa.	3.37%
Ayacucho	1.18%	Ayacucho	3.60%
Cajamarca.	0.57%	Cajamarca.	1.29%
Callao	1.56%	Cusco.	4.43%
Cusco.	0.75%	Huancavelica.	2.33%
Huancavelica.	0.83%	Huánuco.	3.85%
Huánuco.	0.91%	Ica.	3.54%
Ica.	1.15%	Junín.	3.90%
Junín.	0.77%	La Libertad	2.83%
La Libertad	1.26%	Lambayeque.	3.45%
Lambayeque.	0.97%	Callao	3.41%
Lima Provincia	1.45%	Lima Provincia	3.07%
Lima.	1.45%	Lima.	3.69%
Loreto.	1.30%	Loreto.	1.29%
Madre de Dios	2.58%	Madre de Dios	1.98%
Moquegua	1.08%	Moquegua	0.27%
Pasco.	0.84%	Pasco.	0.36%
Piura.	0.87%	Piura.	3.23%

Fuente: MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, Ficha estándar para la evaluación y formulación de proyectos de inversión de carreteras urbanas. 2020. La avenida Paraiso se encuentra en el Departamento de Lima, es por ello que se utilizará las tazas de crecimiento subrayado de amarillo.

Anexo N°7: PANEL FOTOGRÁFICO

FOTOGRAFÍA: CONTEO VEHICULAR EN LA ZONA DE ESTUDIO



Fuente: Elaboración Propia 2020.

FOTOGRAFÍA: ESTADO DE LA AVENIDA PARAISO DEL KM 1+100 AL 2+200 EN TIEMPO DE LLUVIA



Fuente: Elaboración Propia 2020.