



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Propuesta de utilización de adoquines de agregado fino y grueso con la adición de plástico reciclado para fines de pavimentación, Arequipa, 2022.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Belizario Mamani, Alan Alberto (ORCID: 0000-0002-0636-8995)

ASESOR:

MSc. Barrantes Mann, Luis Alfonso Juan: (ORCID: 0000-0002-2026-0411)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Construcción Sostenible
Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

Gracias por su apoyo incondicional y esfuerzo para mis padres Florencia Mamani y Policarpio Belizario.

A mi hermana Roxana Belizario que gracias a sus consejos me fortalecieron.

A mi esposa Leydi que me motivo a titularme.

A mis hijos Piero y Mateo, que vean en su Padre un ejemplo a seguir.

Agradecimiento

Sobre todas las cosas a Dios por guiarme, llenarme de bendiciones y la oportunidad de alcanzar esta meta tan importante en el camino que elegí para mi vida.

A la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo por ayudarme a alcanzar esta meta tan importante, que es mi formación como Ingeniero Civil.

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras	vi
Resumen	ix
Abstract	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGÍA	19
3.1 Tipo y diseño de investigación	19
3.2 Variables y operacionalización	20
3.3 Población, muestra y muestreo	21
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos:	23
3.5 Procedimientos de recolección de datos	24
3.6 Método de análisis de datos:	48
3.7 Aspectos Éticos	48
IV RESULTADOS	49
V DISCUSIÓN	65
VI CONCLUSIONES	70
VII RECOMENDACIONES	71
REFERENCIAS	72
ANEXOS	76

Índice de tablas

Tabla 1 Resultados de Resistencia a la Comprensión Vanitha	7
Tabla 2 Resistencia a la comprensión.....	7
Tabla 3 Resistencia a la comprensión según Dinesh et al.	9
Tabla 4 Clasificación de los tipos de plásticos reciclables a nivel mundial según el sistema SPI (Sociedad de Industrias de Plástico	14
Tabla 5 Propiedades físicas y químicas del plástico para ser reciclado PET	15
Tabla 6 Características del Polipropileno	16
Tabla 7 Propiedades mecánicas para ser reciclado LDPE	17
Tabla 8 Tipo y diseño de la investigación.....	19
Tabla 9 Resumen de resultados.....	50
Tabla 10 Método	52
Tabla 11 Información del factor	52
Tabla 12 Análisis de la varianza.....	52
Tabla 13 Resumen del modelo.....	53
Tabla 14 Medias.....	53
Tabla 15 Método	56
Tabla 16 Análisis de varianza.....	56
Tabla 17 Resumen del modelo.....	56
Tabla 18 Medias.....	57
Tabla 19 Método	59
Tabla 20 Información del factor	59
Tabla 21 Resumen del modelo.....	59
Tabla 22 Medias.....	60
Tabla 23. Propiedades físicas de las muestras de adoquines de plástico reciclado	62

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Materiales para la elaboración de los adoquines de plástico reciclado ...	1
Figura 2. Fractura de espécimenes por prensa hidráulica	8
Figura 3. Ensayo de rotura de bloque de plástico reciclado.....	8
Figura 4. Ensayo del peso del adoquín	9
Figura 5. Partes del adoquín	11
Figura 6. Dibujo en AutoCAD de Sección de Pavimento de Adoquines.....	12
Figura 7. Plano de Sección de Pavimento con Adoquines.....	13
Figura 8. Mascarilla de uso común.....	15
Figura 9. Conformación de plástico por comprensión	18
Figura 10. Máquina Extrusora.	18
Figura 11. Planta de producción COBELI SAC	21
Figura 12. Instrumentos de recolección de datos.....	23
Figura 13. Dimensiones de adoquín.....	24
Figura 14. Procedimiento de elaboración del adoquín de plástico reciclado	25
Figura 15. <i>Números de Baldes necesarios para producir un Adoquín de 100% Plástico Reciclado</i>	26
Figura 16. Balde Graduado para dosificación de Plástico, Agregados Fino y Agregados Grueso	27
Figura 17. Baldes dosificados para echar al recipiente metálico.....	28
Figura 18. Gráfica de relación de volumen en baldes	29
Figura 20. Fábrica de Venta de Plástico Reciclado.....	30
Figura 19. Compra de Plástico Triturado.....	30
Figura 21. Fabricación de Horno.	31
Figura 22. Recipiente de Acero.....	31
Figura 23. Molde Metálico para 4 adoquines.	32
Figura 24. Dosificación Agregados Fino y Grueso.	32
Figura 25. Plástico Reciclado Fundiéndose en el Horno.....	33
Figura 26. Primer Adoquín de Plástico Reciclado.	33
Figura 27. Primer y Segundo Adoquines 100% plástico reciclado.	34
Figura 28. Adoquines 20 cm x 10 cm x 6 cm.....	34
Figura 29. Peso del Adoquín de Concreto.	35

Figura 30. Peso del Adoquín 100% de Plástico Reciclado.....	35
Figura 31. Plástico Fundido en Recipiente de Metal.	36
Figura 32. Palo de Madera para Mover el Plástico Reciclado.....	36
Figura 33. Recipiente Metal en Horno.....	37
Figura 34. Vaciado de Plástico Reciclado Fundido.	37
Figura 35. Zona de Trabajo para la fabricación de Adoquines de plástico Reciclado.....	38
Figura 36. Adoquines Fisurados.....	38
Figura 37. Botella de PET en el Recipiente Metálico.	39
Figura 38. Momento Previo para echar el agregado fino y grueso.....	39
Figura 39. <i>Mezcla de Bolsas Plásticas en el Recipiente Metálico</i>	40
Figura 40. Adoquines de plástico reciclado.....	40
. Figura 41. Muestras de Plásticos Reciclados.....	41
Figura 42. Recipiente Metálico Proporción 80% de Plástico.	41
Figura 43. Plástico Reciclado 80%.....	42
Figura 44. Plástico Reciclado 70%.....	42
Figura 45. Molde Metálico.	43
Figura 46. Adoquines de Plástico Reciclado 70% Plástico Reciclado.....	43
Figura 47. <i>Muestra de Plástico Reciclado</i>	44
Figura 48. Elementos de Seguridad en el Experimento.	44
Figura 49. Recipiente Metálico con Plástico Reciclado sin Fundir.	45
Figura 50. Bolsas de Plástico de LDPE.....	45
Figura 51. Toma de Medidas con Vernier.	46
Figura 52. <i>Codificación de Muestras Obtenidas</i>	46
Figura 53. Codificación de Muestras.	47
Figura 54. Prensa Hidráulica para pruebas de Rotura en COBELI S.A.C.....	47
Figura 55. Programas Utilizados para el análisis de los Datos.....	48
Figura 56. Aspectos éticos de la investigación.....	48
Figura 57. Muestras de Plástico Reciclado.	49
Figura 58. Gráfica de resumen de resultados.....	51
Figura 59. Grafica de Intervalos de Resistencia a la compresión(kg/cm ²) vs. Porcentaje Agregado. (%).	54

Figura 60. Gráfica de Valores Individuales de Resistencia a la Compresión vs. Porcentaje de Agregado (%).	54
Figura 61. Gráfica de Caja de Resistencia a la Compresión.	55
Figura 62. Gráfica de Valores Individuales de Resistencia a la Compresión vs. Porcentaje Agregado (%).	55
Figura 63. Gráfica de Intervalos de Resistencia a la Compresión vs. Porcentaje Plastico (%).	57
Figura 64. Gráfica de Valores Individuales de Resistencia a la Compresión vs. Porcentaje Plástico (%).	58
Figura 65. Gráfica de Caja de Resistencia a la Compresión (kg/cm ²).	58
Figura 66. Gráfica de Intervalos de Resistencia a la compresión (kg/cm ²) vs. Temperatura (C°).	61
Figura 67. Intervalo de peso vs porcentaje de plástico.	63
Figura 68. Gráfico de la caja de peso.	63
Figura 69. Gráfica de valores individuales de absorción vs porcentaje plástico.	64
Figura 70. Gráfica de caja de absorción.	64
Figura 71. Resistencias a la Compresión según el Porcentaje de Plástico Reciclado.	67
Figura 72. Porcentaje de Absorción vs Porcentaje Plástico (%).	68
Figura 73. Valores Individuales de Peso (KG) vs. Porcentaje Plástico (%).	68
Figura 74. Resistencia a la Compresión vs. Porcentaje Plástico Reciclado (%).	69

Resumen

El presente trabajo pretende dar una propuesta de solución a los desechos de plástico como tereftalato de polietileno (PET), polipropileno (PP) y polietileno de baja densidad (LDPE) transformándolo en adoquines para fines de pavimentación. Ya que existe grandes cantidades de desechos plásticos a nivel mundial los cuales están perjudicando gravemente los ecosistemas y acelerando el calentamiento global.

El presente estudio tiene como objetivo general mejorar las propiedades mecánicas de los adoquines de plástico reciclado con agregado fino y grueso.

En este estudio es del tipo experimental cuantitativo en el cual se tuvo 12 especímenes.

Se tuvo como resultado que el 80% de plástico con el 20% de agregado fino y grueso mejoraron las propiedades mecánicas del adoquín de plástico reciclado.

Palabras Claves: Adoquín, Tereftalato de polietileno (PET), Polipropileno (PP), Polietileno de baja densidad (LDPE), Agregado.

Abstract

The present work aims to provide a solution proposal to plastic waste such as polyethylene terephthalate (PET), polypropylene (PP) and low-density polyethylene (LDPE), transforming it into pavers for paving purposes.

Since there are large amounts of plastic waste worldwide which are seriously harming ecosystems and accelerating global warming.

The general objective of this study is to improve the mechanical properties of recycled plastic pavers with fine and coarse aggregate.

In this study it is of the quantitative experimental type in which 12 specimens were taken.

It was found that the 80% of plastic with 20% of fine and coarse aggregate improved the mechanical properties of the recycled plastic paver.

Keywords: Paver, Polyethylene terephthalate (PET), Polypropylene (PP), Low-density polyethylene (LDPE), Aggregate.

I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de esta investigación empezó con el conocimiento de la **realidad problemática**, el cual se menciona que el plástico que produce el ser humano, esta contaminando gravemente los ecosistemas, perjudicando especialmente a la flora y fauna, en este estudio se pretendió dar una utilidad al plástico que se desecha normalmente y que no se le puede dar una adecuada reutilización, ya que las instituciones estatales no prestan atención suficiente en los problemas ambientales que están deteriorando los ecosistemas, perjudicando gravemente la flora y fauna de los ecosistemas marinos. Además, no existe una conciencia del reciclaje, el cual ayudaría favorablemente a la reutilización sin sobrecostos. Y si a esto le agregamos el poco énfasis que se le ha dado a la capacitación de los órganos gubernamentales en el manejo de los residuos sólidos, pues, las consecuencias son que el medio ambiente se esté degradando irremediablemente y poniendo en riesgo a las futuras generaciones.

La fabricación de adoquines de plástico reciclado, genera una reutilización de los plásticos, como el Tereftalato de Polietileno (PET), Polipropileno (PP) y Polietileno de baja densidad (LDPE) que son los plásticos que más se desechan a nivel mundial. Esta investigación propone elaborar adoquines con agregado fino y grueso con la adición de plástico reciclado (PET, PP y LDPE). Con el fin de entender esta problemática y aportar algo que pueda ayudar a reutilizar los plásticos de un solo uso, se planteó la presente investigación que permitió describir y analizar el adoquín de plástico reciclado y el vínculo entre el plástico reciclado y el agregado fino y grueso.



Figura 1. Materiales para la elaboración de los adoquines de plástico reciclado
Nota. *Elaboración propia.*

En el mundo entero, existe una gran cantidad de residuos plásticos que solamente se usan solo una vez y que contaminan el medio ambiente, generando contaminación, que incrementa el calentamiento global. Según la Organización de las Naciones Unidas (ONU,2018) menciona que en los años 50 se generó una utilización exagerada del plástico de un solo uso, y las empresas por la industrialización tanto de alimentos y bebidas generaron un uso excesivo, sin analizar los perjuicios, que podrían ocasionar los desechos plástico para las generaciones futuras. Es de vital importancia poder entender que los desechos plásticos están contaminando de una manera irremediable todos los ecosistemas mediante la generación de micro plásticos y macro plásticos que se absorben en los ciclos naturales. América Latina, no es excepto de las consecuencias de la contaminación por plástico PET, PP y LDPE, principalmente las personas de América latina han tomado hábitos de los países del primer mundo, los cuales desechan los residuos plásticos en cualquier parte, si bien estos malos hábitos estuvieron en países del primer mundo, se pudo mitigar con el reciclaje y separación de residuos sólidos especialmente en Europa.

Según Campeni (2020) menciona que los plásticos en general en Latinoamérica, han cambiado la vida, a inicios del siglo pasado. El plástico se encuentra en todas las cosas que usamos en nuestra vida diaria desde el teclado de una Pc hasta, bolsas o botellas que usamos diariamente. Cabe resaltar que el plástico es un material relativamente barato, manipulable y casi inalterable, gracias a su composición de polímeros, involucra un problema ambiental, generando impacto ambiental, principalmente en los mares ya que los residuos de plástico están haciendo grandes islas, de grandes cantidades de plásticos haciendo que los animales que están cerca de los ecosistemas, consuman los micro plásticos y que estos terminen en nuestra alimentación. Ante este problema, los países de Latinoamérica pretenden establecer leyes y normas para el uso y producción de plástico.

En el Perú, existe una gran cantidad de mercados y supermercados que distribuyen a diestra y siniestra una gran cantidad de bolsas de plástico, llegando a ser considerado como estratosférico, es por eso que la comisión de Pueblos Andinos promulgo una ley que prohíbe la utilización de bolsas de plástico, Tecnopor y cañitas en reservas naturales. En Arequipa los residuos de desechos de plástico son abrumadores, más con la pandemia del COVID 19, por el motivo que se pretende usar especialmente en los restaurantes, materiales de un solo uso como tenedores, táperes, etc. los cuales están presentes en las intersecciones de las calles y avenidas ocasionando contaminación y desorden (Muñoz, 2019). Según Castillo (2021) afirma que existen distritos donde los desechos plásticos tienen un mayor crecimiento. En el distrito de Yanahuara, como ejemplo, según un análisis de residuos el 32% son desperdicios de plástico. Antes del 2019 y de la pandemia mundial era solo del 17% teniendo un incremento de casi el doble.

Esta situación problemática generada por la falta de reciclaje y el uso excesivo de plástico, hacen que existan una cantidad exorbitante de desechos de plástico, dicho problema está provocando, que los desechos plásticos estén aumentando, en los lugares de vertimiento como rellenos sanitarios, botaderos, etc., perjudicando principalmente el medio ambiente y acelerando el calentamiento global. El aporte para este estudio, que se presenta, es la elaboración de un adoquín con agregado fino y grueso con la adición de plástico reciclado, y que sirva de antecedente para otros estudios que puedan reemplazar a otros materiales como el metal, madera, etc. y que realmente sea la solución del problema identificado en esta investigación.

En base a lo señalado se ha formulado el siguiente **problema general**: ¿Determinar las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines con agregado fino y grueso con la adición de plástico reciclado para fines de pavimentación Arequipa - 2022? Asimismo, fueron formulados los **problemas específicos** que fueron: ¿El adoquín con agregado fino y grueso con plástico reciclado tendrá una buena resistencia a la compresión? ¿El adoquín de

plástico reciclado tendrá unas buenas propiedades físicas? ¿Cuál será el porcentaje óptimo de la dosificación de plástico reciclado en 70%,80% y 90%?

La **justificación** de esta investigación se sustentó en lo siguiente: que este estudio tuvo una **justificación teórica** en la medida que contó con un marco teórico de investigadores que vienen estudiando este tema desde hace varios años. Este trabajo presentó una **justificación práctica** porque en la vida real, si se puede fabricar dicho adoquín con plástico reciclado como solución al problema. Mientras que, como una **justificación social** se planteó que las personas que viven en Arequipa, Perú o a nivel mundial, podrán tener una mejor calidad de vida y las personas que necesitan trabajo podrán crear empresas, que puedan dar trabajo a terceros haciendo una economía circular. Asimismo, dentro de su **justificación económica** se planteó que este estudio ayudó a disminuir el costo del adoquín y otros gastos económicos que podrían ser utilizados en otros aspectos. Y finalmente como **justificación investigativa** se tuvo, que mediante este estudio los demás estudiantes de diferentes carreras podrán tener de referencia y podrán ver los resultados obtenidos de las pruebas para posteriores estudios.

Se planteó como **objetivo general** lo siguiente: La determinación de las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines de agregado fino y grueso con la adición de plástico reciclado para fines de pavimentación Arequipa - 2022. De igual modo fueron planteados los siguientes **objetivos específicos** que consistieron en lo siguiente: Determinar la resistencia a la compresión de los adoquines de plástico reciclado. Determinar las propiedades físicas de los adoquines de plástico reciclado. Determinar el porcentaje óptimo de la dosificación de plástico en 70%,80% y 90%.

Para otorgar posibles respuestas al problema identificado, se planteó como **hipótesis general**: Utilizando adoquines con agregado fino y grueso con la adición de plástico reciclado cumplirá satisfactoriamente, para fines de pavimentación Arequipa – 2022. Mientras que las **hipótesis específicas** fueron: El adoquín de plástico reciclado tendrá una buena resistencia a la

compresión. El adoquín de plástico reciclado tendrá unas buenas propiedades físicas. El adoquín de plástico reciclado tendrá un porcentaje óptimo de dosificación de plástico reciclado.

Este estudio tuvo como **alcance social** que llegará a todas las personas que estén interesadas en poder fabricar adoquines termoformados. Como **alcance temporal**, este estudio se realizó entre los meses de enero y febrero. Y finalmente como **alcance geográfico** esta investigación se realizó en las instalaciones de la empresa COBELI S.A.C ubicada en el distrito de Cerro Colorado en la ciudad de Arequipa en el País de Perú. Las **limitaciones** para el desarrollo de esta investigación se presentaron en la búsqueda de la bibliografía y maquinaria especializada para el tratamiento del plástico reciclado.

II. MARCO TEÓRICO

Para el desarrollo de esta investigación se tuvo que recurrir a referencias de estudios realizados en el contexto nacional como:

En la empresa Paraíso (2019) en Lima metropolitana, en su planta ha implementado una máquina extrusora la cual tiene como materia prima plásticos y en su mayoría bolsas plásticas de un solo uso, los cuales están contaminando en todo el territorio nacional. El principal objetivo fue formar el plástico mediante la extrusión colocándolo en molde de forma de un adoquín, el resultado fue un adoquín con características superiores a los adoquines convencionales, por tal motivo la empresa realizó el adoquinado de toda su planta con adoquines de plástico reciclado.

Según Turpo (2019) se fabricaron adoquines con PET con el proceso de extrusión donde se pudo concluir que la adición de 25% de agregado fino mejoró la resistencia del adoquín de esto se concluye que la incorporación de agregado fino mejora las propiedades mecánicas, en general el mejor resultado de los ensayos a compresión fue de 220.6 kg/cm² la que presentó una mejor interacción del plástico PET con la arena.

Asimismo, se recurrió a estudios realizados en el contexto internacional como:

Según Maure (2018), el objetivo principal fue elaborar bloques de PET fundido con filamentos de metal, por medio de la extrusión, se alcanzó una temperatura mínima de 70°C hasta una temperatura máxima de 126°C, en un molde metálico donde se iba colocando el plástico con las virutas metálicas, eso le permitió tener una resistencia mecánica de 40.4KN por una carga de forma axial en toda su cara superior. En esta investigación hubo carencia de máquinas que puedan generar una mayor calidad tanto en resistencia como en acabado de los bloques.

Según Vanitha et al. (2015) en la investigación de nombre "Utilization of Waste Plastic in Manufacturing of Paver Blocks" utilizando una máquina extrusora, se pudo concluir que los bloques de plástico reciclado, tendrían casi la misma resistencia a la compresión y se concluyó que el bloque de plástico, se puede utilizar en veredas y en lugares donde el tránsito sea mayormente peatonal.

Tabla 1

Resultados de Resistencia a la Compresión Vanitha

Bloques	Resistencia a la compresión de adoquines ordinarios	Resistencia a la compresión de adoquines de plásticos
1	19.54	15.35
2	19.55	16.03
3	19.55	16.78
Promedio	19.54 N/mm ²	16.05 N/mm ²

Nota: Según Vanitha (2019) en la investigación de nombre "Utilization of Waste Plastic in Manufacturing of Paver Blocks".

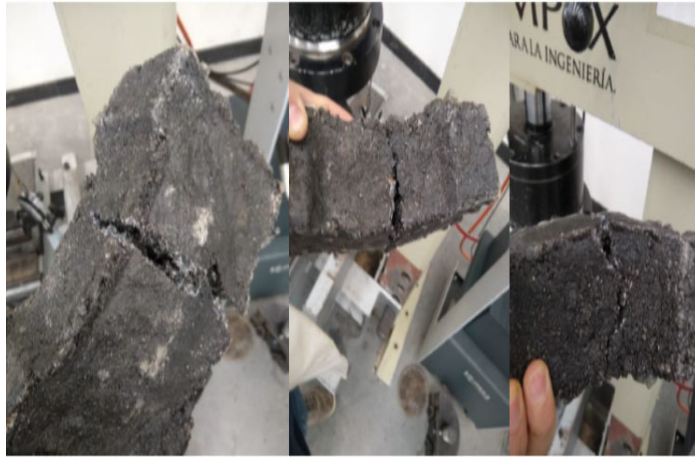
Según Chávez et al (2020) realizaron un estudio titulado: Comparación técnica y económica entre adoquines de hormigón y adoquines de plástico en el País de Colombia, el objetivo general del estudio fue comparar principalmente las propiedades mecánicas de los adoquines convencionales y los adoquines con plástico reciclado. La muestra estuvo constituida por 270 unidades. El diseño que se utilizó fue documental y experimental, con un enfoque cuantitativo. Los instrumentos que se usaron fueron prensa de compresión, moldes y los resultados de las resistencias a la compresión fueron:

Tabla 2

Resistencia a la compresión

Muestra	Resultado
Muestra 1	10.0406 Mpa
Muestra 2	18.037 Mpa
Muestra 3	20.772 Mpa

Nota de fuente: Chávez et al (2020)



*Figura 2. Fractura de especímenes por prensa hidráulica
Nota: Ensayo de Rotura con Prensa Hidráulica para los adoquines de plástico reciclado Chávez et al (2020).*

Según Singhal y Netula (2018) realizaron un estudio titulado: Aprovechamiento de residuos de plástico en la fabricación de ladrillos en el país de la India, el objetivo general del estudio fue poder reutilizar todos los materiales de plásticos de un solo uso que contaminen el medio ambiente, la muestra estuvo constituida por 10 especímenes. El diseño que se utilizó fue experimental, los instrumentos fueron la prensa de compresión y los resultados obtenidos fueron que la resistencia a la compresión promedio es de 5.6 N/mm² con una carga de compresión de 96KN y se concluye que los adoquines pueden contribuir en la construcción de pavimentos.



*Figura 3. Ensayo de rotura de bloque de plástico reciclado
NOTA: Ensayo de rotura de adoquín en prensa Singhal y Netula (2018).*

Según Dinesh.S et al (2016) realizaron un estudio titulado: Aprovechamiento de residuos plásticos en la fabricación de ladrillos y adoquines en el país de la India, el objetivo general de estudio fue reutilizar el plástico reciclado y poder usarlo en viviendas y pavimentos, la muestra estuvo constituida por 5 especímenes, el diseño que se utilizó fue experimental, de enfoque cuantitativo, los instrumentos que se utilizaron fueron la presan hidráulica, extrusora y molde, que permitió obtener los siguientes resultados:

Tabla 3

Resistencia a la compresión según Dinesh et al.

MEZCLA	ARENA PLÁSTICA	COMPRESIÓN
DESIGNACIÓN	PROPORCIÓN	FUERZA (N/mm ²)
M1	1:2	4.65
M2	1:3	4.78
M3	1:4	5.12
M4	1:5	4.92
M6	1:6	3.17

Nota. Fuente: Según Dinesh.S et al (2016)



Figura 4. Ensayo del peso del adoquín

NOTA: *Ensayo de rotura de adoquín en prensa Singhal y Netula (2018).*

En cuanto a las teorías relacionadas al tema de investigación se encontraron los siguientes:

En la última década, principalmente en el sur del Perú se aumentó el uso de adoquines de concreto o también llamado pavimentos articulados, los cuales en comparación a los pavimentos flexibles son de fácil reparación y mantenimiento, los pavimentos flexibles presentan problemas de erosión por los vehículos, principalmente en las épocas de lluvia, que produce un deterioro prematuro del pavimento.

Adoquín de concreto

Según el Consorcio Cementero del Sur (CCS, 2018) indican que los bloques o también llamados adoquines prefabricados con concreto simple, son fabricados por medio de vibro compactación. Los pavimentos con adoquines prefabricados resaltan por su belleza en su trama, pudiendo elegir en una infinidad de formas, figuras y colores, es así que es una solución para la mayoría de construcciones de pavimentos (p.4).

Según Chambi et al (2017) mencionan que la creciente demanda de adoquines en el sector público y privado se dieron principalmente en los últimos tres años. La pavimentación con adoquines de concreto tiene una variedad de beneficios, como por ejemplo su rápida reparación y mantenimiento en caso de roturas de tuberías (p.24).

Partes de un adoquín

Por su parte Madrid (2016) dio a conocer que el adoquín posee las siguientes partes:

- Arista: Es la unión entre dos caras tanto verticales o horizontales.
- Biseles: Perfil de 45° generalmente en la cara superior, para evitar fractura de los adoquines.
- Cara de apoyo: Cara Inferior de contacto con la cama de arena.
- Cara de desgaste: Cara superior del bloque de adoquín la que soporta la cargas vehiculares o peatonales.

- Pared, cara lateral: Son las caras laterales y verticales del bloque que están en contacto entre adoquines.
- Separador: Es una protuberancia que existe en la cara vertical para poder servir de separación entre adoquines con el fin de que las juntas se llenen con arena para que pueda tener impermeabilidad (p.11).

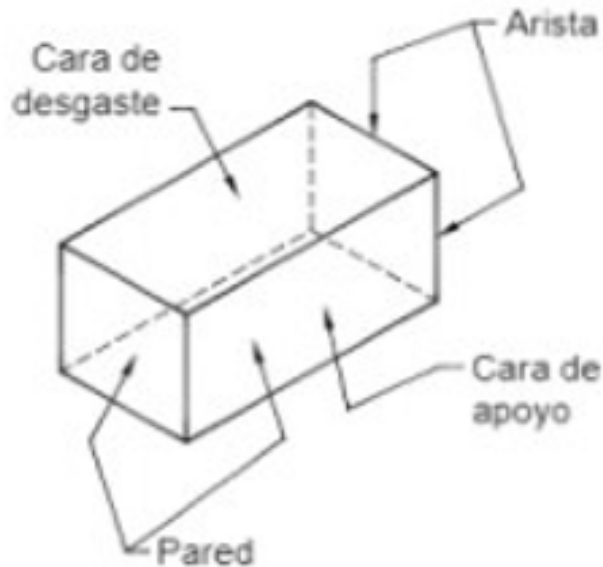


Figura 5. Partes del adoquín
 Nota: COBELI S.A.C.

Historia del Adoquín

En la historia, los adoquines tanto de piedra como de otros materiales para diferentes pavimentos en todas las civilizaciones a nivel mundial data de hace más de 2000.00 años, siendo los romanos que utilizaron bloques de piedra para mejorar sus caminos y poder tener una mayor comodidad en el transporte tanto peatonal como de mercancías. En Francia y gracias a la revolución industrial con la invención del vehículo, generó la necesidad de tener pavimentos para circulación de vehículos, es por ello que en el siglo XIX, se inventó el concreto, que gracias a su manejabilidad y resistencia se pudo crear elementos constructivos, porque se dieron cuenta que los adoquines prefabricados de concreto eran muy económicos y duraderos en comparación con otros materiales. No obstante, en el siglo XXI, el

pavimento flexible abarco la mayoría de pavimentos alrededor del mundo, pero gracias a estudios posteriores se pudo concluir que los adoquines tienen muchos beneficios para su utilización en pavimentos (Hideki et al., 2020, p.8).

Pavimentos articulados

Según el Centro de Excelencia Técnica (CET, 2018) señala que los pavimentos articulados, se asientan sobre una superficie que pueda resistir las cargas provenientes, principalmente de los vehículos encima de esta, existe una cama de arena la cual servirá para poder absorber irregularidades de la superficie y después se colocan los adoquines, que al finalizar la colocación se hecha arena y se compacta para que el pavimento articulado quede como solo una unidad (p.4).

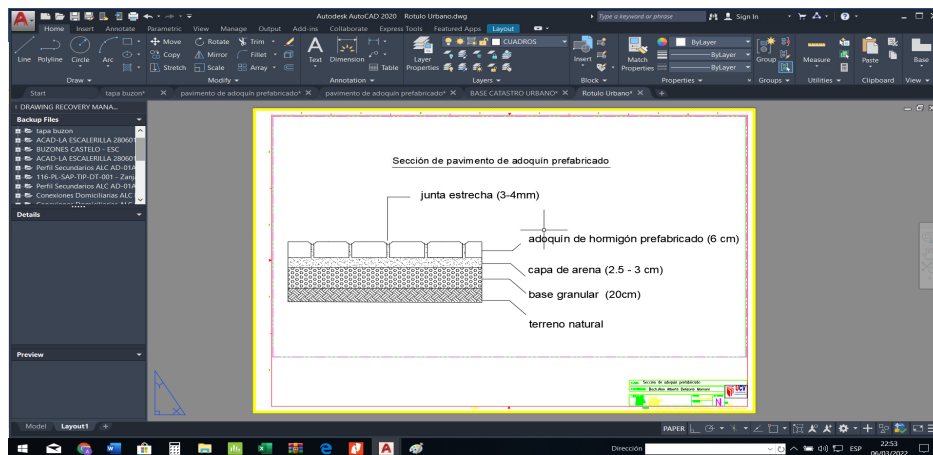


Figura 6. Dibujo en AutoCAD de Sección de Pavimento de Adoquines
Nota: *Elaboración Propia*

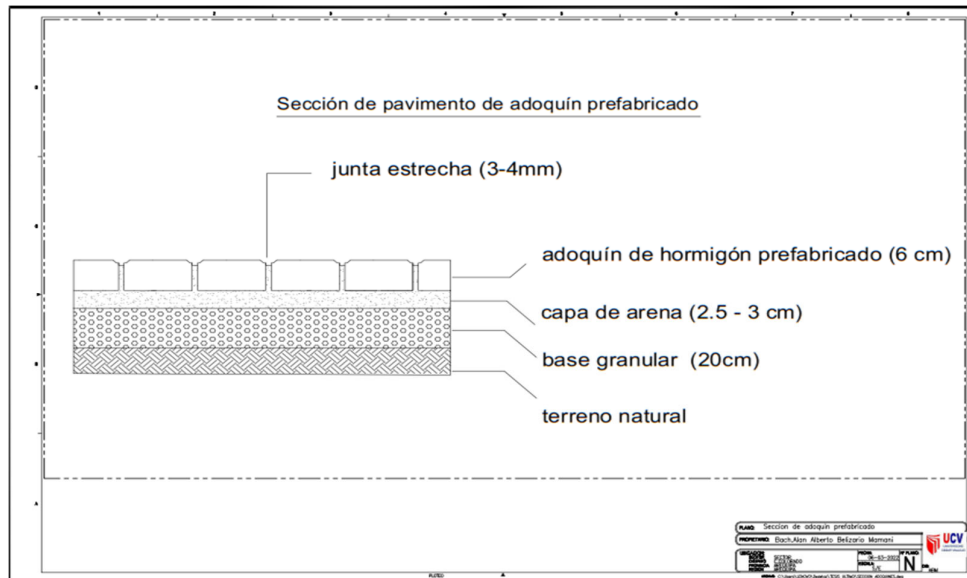


Figura 7. Plano de Sección de Pavimento con Adoquines

Nota. *Elaboración propia*

Adoquines

La norma técnica peruana que controla la calidad y especificaciones técnicas de los adoquines prefabricados de concreto es la NTP 399.611.

Fundamentos del objeto de estudio

Tipos de plástico

Vivanco (2019) menciona que la clasificación de plásticos es de dos tipos:

- Plásticos termoplásticos. - Los plásticos que son termoplásticos son la mayoría de plástico que existen y que se desechan a nivel mundial y que puede ser derretida y tomar infinidad de formas.
- Plásticos termoestables. - Los plásticos termoestables solo pueden ser utilizados una sola vez, cuando se han endurecido su posterior cambio o rehusó se vuelve casi imposible y mantiene su forma para siempre, cabe mencionar que, en el proceso de producción de los plásticos termoestables, presenta una reacción química que no permite su posterior cambio por medio de temperatura (p.2).

Según Groover (2022) los plásticos termoestables, se puede hacer una analogía con la producción de pan, cuando se encuentra lista para salir del horno y se aumenta el calor se quemaría, por lo tanto, se hace favorable usar los plásticos termoplásticos (p.4).

Tipos de plástico termoplásticos

Según Vivanco (2019) mencionó que los plásticos termoplásticos se clasifican en 7 subcategorías, tienen elementos químicos diferentes, con propiedades y usos que norma la sociedad de Industrias del plástico (SPI), la cual clasifica para diferenciar una de otras. Los polímeros que se puede reciclar son aquellos que tiene polímeros en cadena lineales, que aplicándoles calor se descomponen fácilmente y se reconstruyen al enfriarse (p.3).

Tabla 4

Clasificación de los tipos de plásticos reciclables a nivel mundial según el sistema SPI (Sociedad de Industrias de Plástico)

Nombre	símbolo	clave
Polietileno de tereftalato	(PET)	1
Polietileno de alta densidad	(HDPE)	2
Cloruro de polivinilo	(PVC)	3
Polietileno de baja densidad	(LCPE)	4
Polipropileno	(PP)	5
Poliestireno	(PS)	6
Otros		7

Nota: Sociedad de Industrias de Plástico

Principales características del Tereftalato de Polietileno (PET)

De acuerdo a Paz (2016) indicó que la elección del PET es porque se puede modificar varias veces con fuerzas caloríficas o mecánicas, haciéndolo un plástico del cual se puede reciclar el 100%. El PET es el predilecto en el uso de la industria principalmente en envases (p.46).

Tabla 5

Propiedades físicas y químicas del plástico para ser reciclado PET

Propiedades Físicas y Mecánicas	
Propiedades	Tereftalato de Polietileno PET
Densidad Bruta	520 kg/m ³ <> 0.52g/cm ³
Densidad Neta	1400 kg/m ³ <>1.4 g/cm ³
Módulo de Young	2800-3100 Mpa
Absorción de Agua	0.2 % (24horas)
Resistencia a la tracción	900 kg/cm ²
Resistencia a la tensión	0.60-0.74 Kg/cm
Resistencia a la compresión	260 / 480 kg/ cm ²
Resistencia al calor	80 -120°C
Resistencia flexión	1450 kg/cm ²
Conductiva térmica	0.25 Kcal/mh°C
Viscosidad	0.75 dL/g

Nota: Sociedad de Industrias de Plástico

Principales características del Polipropileno (PP)

Paz (2016) indica que el PP es polímero termoplástico el cual se puede dar forma cuando se le aplica altas temperaturas, tiene características muy similares al PET, una de las características más importantes es la de la resistencia no solo a los impactos o presiones, tiene un buen comportamiento frente a sustancias químicas (p.47).



Figura 8. Mascarilla de uso común

Nota. Las mascarillas de uso común se están convirtiendo en un problema ya que son producidos de polipropileno (PP).

Tabla 6

Características del Polipropileno

	PP		Comentarios
	Homopolímero	Copolímero	
Modulo elástico en tracción (GPa).	1,2 a 1,6	0,7 a 1,4	
Alargamiento de rotura en tracción (%).	100 a 600	450 a 900	Junto al polietileno, una de más altas de todos los termoplásticos.
Carga de rotura en tracción (Mpa).	31 a 42	28 a 38	
Módulo de reflexión 8GPa).	1,19 a 1,75	0,42 a 1,40	
Resistencia al impacto Charpy(K3/m2).	4 a 20	9 a 40	En el PP copolímero posee la mayor resistencia al impacto de todos los plásticos.
Dureza Shore D.	72 a 74	67 a 73	Mas duro que es polietileno, pero menos que el poliestireno o el PET.

Nota. Sociedad de Industrias de Plástico

Principales características del Polietileno de baja densidad (LDPE)

De acuerdo a Paz (2016) menciona que el LDPE o también conocido como polietileno de baja densidad es un polímero que constantemente es encontrado, lo que lo convertiría en el plástico más popular del mundo. El polietileno ramificado o LDPE son utilizados en fábricas e industria porque presenta buenas propiedades mecánicas (p.40).

Tabla 7

Propiedades mecánicas para ser reciclado LDPE

Datos de Resultado	
Propiedades Mecánicas	
Alargamiento de Rotura (%)	400
Dureza - Rockwell	D41- 46- Shore
Módulo de Tracción (GPa)	0,1 – 0,3
Resistencia a la Tracción (MPa)	5 - 25
Resistencia al Impacto Izod (Jm^{-1})	>1000

Nota. Elaboración propia

Técnicas de conformación de plásticos

García (2021) señala que las técnicas de conformado de plásticos se entienden como los tratamientos que se dará al plástico para darle una forma requerida.

Existen 2 tipos de tratamiento de plástico más comunes:

- I. Extrusión.
- II. Moldeo.
 - a) Por compresión
 - b) Por soplado
 - c) Por inyección
 - d) Centrifugado o rotomoldeo (p.6).

Técnica de conformación de plásticos por moldeo y compresión.

En la presente investigación se utilizó plástico termoplásticos PET, PP y LDPE los cuales son los que más contaminan el medio ambiente.

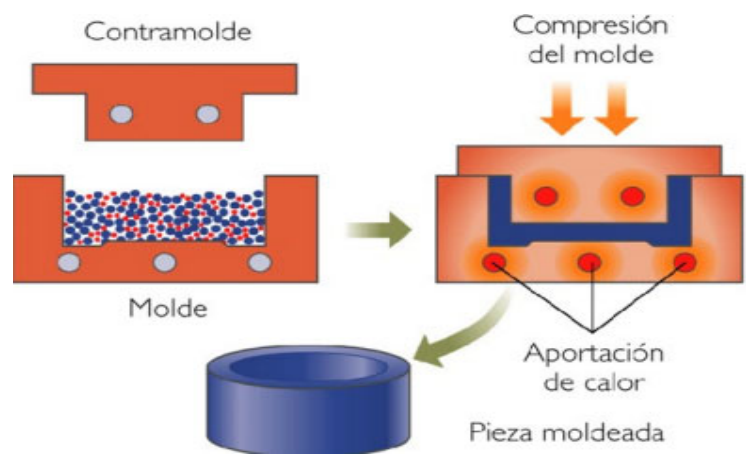


Figura 9. Conformación de plástico por compresión
 Nota. Asociación Peruana de Industria del Plástico

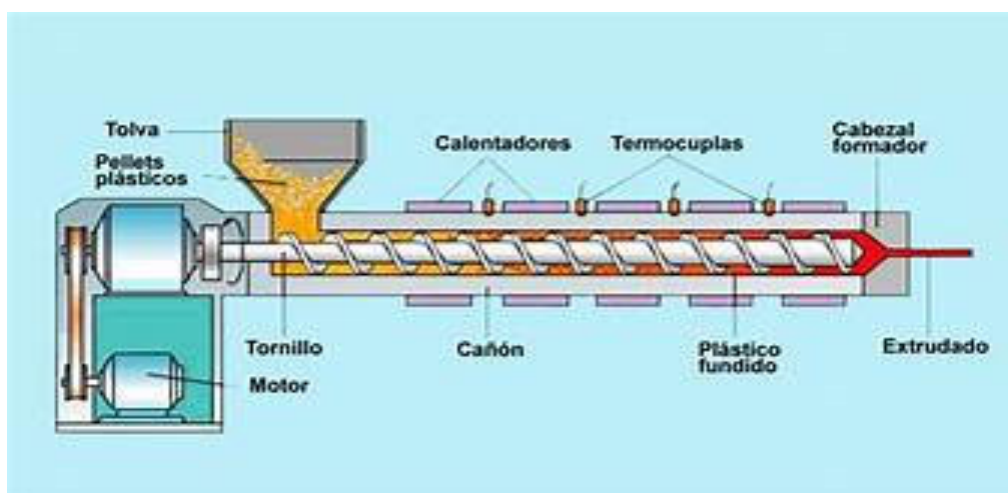


Figura 10. Máquina Extrusora.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Se ha desarrollado la Tabla 4 para identificar el tipo y diseño de investigación.

Tabla 8

Tipo y diseño de la investigación

Datos del Resultado	
Clasificación de Investigación	Catalogación
Enfoque de Investigación	Cuantitativo
Tipo de Investigación	Aplicada
Diseño de Investigación	Experimental
Según su Profundidad	Descriptiva

Nota: Elaboración Propia.

Según Hernández et al (2014) una investigación es cuantitativa cuando es progresiva y su principal característica es estimar medidas numéricas, para poder procesarlas estadísticamente y así poder solucionar los problemas de la investigación (p.36).

Esta investigación fue cuantitativa ya que se tuvo resultados numéricos producto de los ensayos y se procesaron estadísticamente para un mejor análisis.

Según Padron (como se citó en Vargas, 2009) menciona que una investigación aplicada, busca y necesita del saber, para la aplicación de nuevos conocimientos a través de experimentos (p.159).

Esta investigación fue aplicada, porque se investigó los materiales y su interacción entre ellos mediante ensayos.

Según Espinoza (2010) menciona que cuando existen variables y se necesita manipularlas es necesario aplicar un diseño experimental. En las

investigaciones experimentales para poder obtener, las propiedades se realizará un modelo o prototipo (p.96).

Esta investigación fue experimental, porque tuvo variables que se relacionan y que, mediante un tratamiento de temperatura, los materiales se fundieron obteniendo un prototipo, que pudo ser ensayado para conocer sus propiedades físicas y mecánicas.

3.2 Variables y operacionalización

Las variables fueron seleccionados en concordancia con el problema de investigación y los objetivos:

Variables Independientes

Adición de plástico reciclado

- **Definición Conceptual:** Según Pérez y Gardey (2013) mencionan que los plásticos son materiales compuestos que se pueden moldear y pueden cambiar su forma por medio de temperatura y compresión.
- **Definición Operacional:** Esta variable Adición con plástico reciclado fue medida con un experimento.
- **Dimensiones**

Pretest. – Con la recolección de datos se midió las propiedades físicas y mecánicas del plástico reciclado y la cantidad de acuerdo a su peso.

Indicadores:

- Dosificación.
- Propiedades mecánicas.
- Peso.

Experimento. - Se hizo el experimento de adoquines con la adición de plástico reciclado.

Indicadores:

- Temperatura.
- % de Plástico reciclado (PET, PP y LDPE)
- % Arena.

- % Piedra chancada.
- Tamaños de los plásticos.

Variable Dependiente

Adoquines de agregado fino y grueso

- **Definición conceptual**

Es un bloque rectangular de piedra, concreto, etc. que se utiliza en la construcción de pavimentos.

- **Definición operacional:** Esta variable de agregado fino y gruesos fue medido con ensayos de laboratorio.

- **Dimensiones**

Post-test. - Se midió las propiedades físicas y mecánicas y su correlación con ensayos.

Indicadores

- Textura
- Peso
- Absorción
- Dimensiones
- Resistencia a la compresión

3.3 Población, muestra y muestreo

Se elaboró 12 adoquines de plástico reciclado en la empresa COBELI S.A.C



Figura 11. Planta de producción COBELI SAC
Nota. COBELI SAC

3.3.1 Población

Según Lepkowski (como se citó en Hernandez et al., 2014) donde menciona que la población, es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones (p.174).

Según, Ramírez (1999), indica que "la mayoría de los autores coinciden que se puede tomar un aproximado del 30% de la población y se tendría una muestra con un nivel elevado de representatividad". (p. 91).

Por su parte Hernández (como se citó en Castro, 2003), expresa que "si la población es menor a cincuenta (50) individuos, la población es igual a la muestra" (p.69).

Para este estudio la población fue de 12 Unidades de plástico reciclado.

- **Criterios de inclusión:** Se incluyó las 12 unidades de plástico reciclado de dimensiones 20cm x 10cm x 6cm. El plástico reciclado incluye 3 tipos de plástico PET, PP y LDPE.
- **Criterios de exclusión:** No se incluyó los adoquines de dimensiones 20cm x 10cm x 4cm y 20cm x 10cm x 8cm. En este estudio no se midió la cantidad de PET, PP y LDPE se tomó como si fuera un solo un tipo de plástico.

3.3.2 Muestra

Según Hernández et al. (2014) La mayoría de estudios se toma una muestra por motivos de economía de tiempo y recursos hay casos donde según su limitación de estudio se tendrá todo el universo o la población (p.175).

En este estudio la muestra fue dada por 12 unidades de plástico reciclado la cual fue suficiente para poder observar, analizar el comportamiento del plástico reciclado y realizar los ensayos respectivos.

3.3.3 Muestreo

Según Lepkowski (como se citó en Hernandez et al., 2014) donde menciona es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones (p.174).

Se utilizó el muestreo no probabilístico de carácter intencional.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

Según Espinoza (2010) menciona que la técnica de observación es una técnica de recolección de datos que permite en gran medida, poder manejar todos los datos objetos de la investigación y su función en el presente estudio de investigación (p.110).

En este estudio se utilizó la técnica empírica de observación directa e indirecta donde se tomaron datos observados en toda la elaboración de los adoquines con plástico reciclado, tales como análisis granulométrico de los agregados y sus propiedades físicas y mecánicas de los adoquines de plástico reciclado.

Según Espinoza (2010) menciona que los instrumentos de recolección de datos son todos los objetos que puedan medir directa e indirectamente los datos del estudio (p.129).

En este estudio se tuvo como instrumentos de recolección de datos según el siguiente gráfico:



Figura 12. Instrumentos de recolección de datos
Nota. *Elaboración propia*

3.5 Procedimientos de recolección de datos

- Planteamiento del plan de trabajo
- Recolección de plástico reciclado PET, PP y LDPE.
- Disposición de los agregados utilizados por COBELI SAC.
- Ensayos de laboratorio de los agregados utilizados.
- Elaborar dosificaciones con adición de plástico reciclado (PET, PP y LDPE) 70%,80% y 90%.
- Elaboración de 12 adoquines de plástico reciclado con distintas dosificaciones.
- Ensayos de absorción y variación dimensional para los 12 adoquines.
- Ensayos con adición de 70%,80% ,90% y 100% de plástico reciclado PET, PP y LDPE.
- Disposición de la maquina hidráulica para rotura a compresión por COBELI SAC

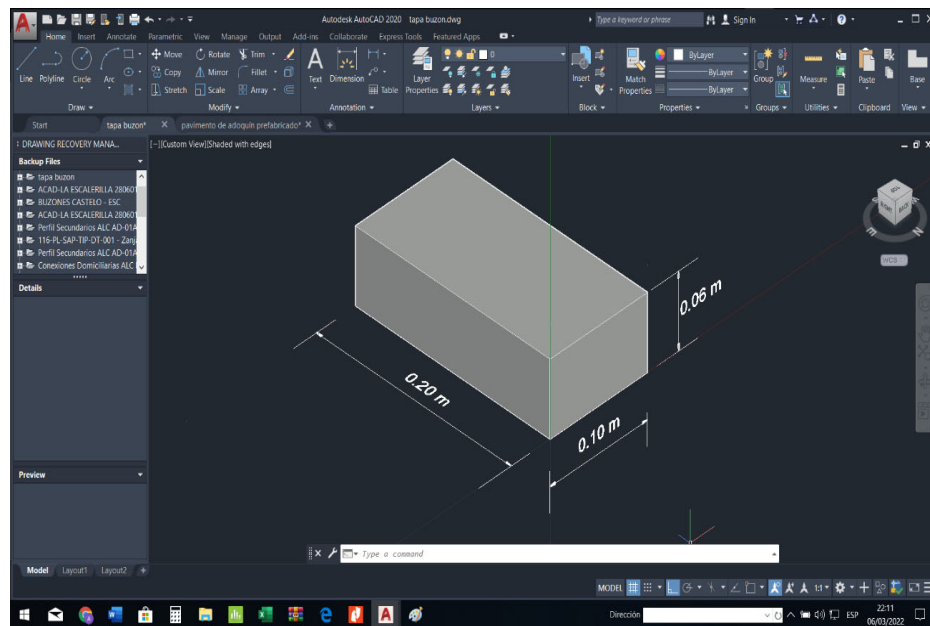


Figura 13. Dimensiones de adoquín
Nota. *Elaboración propia*

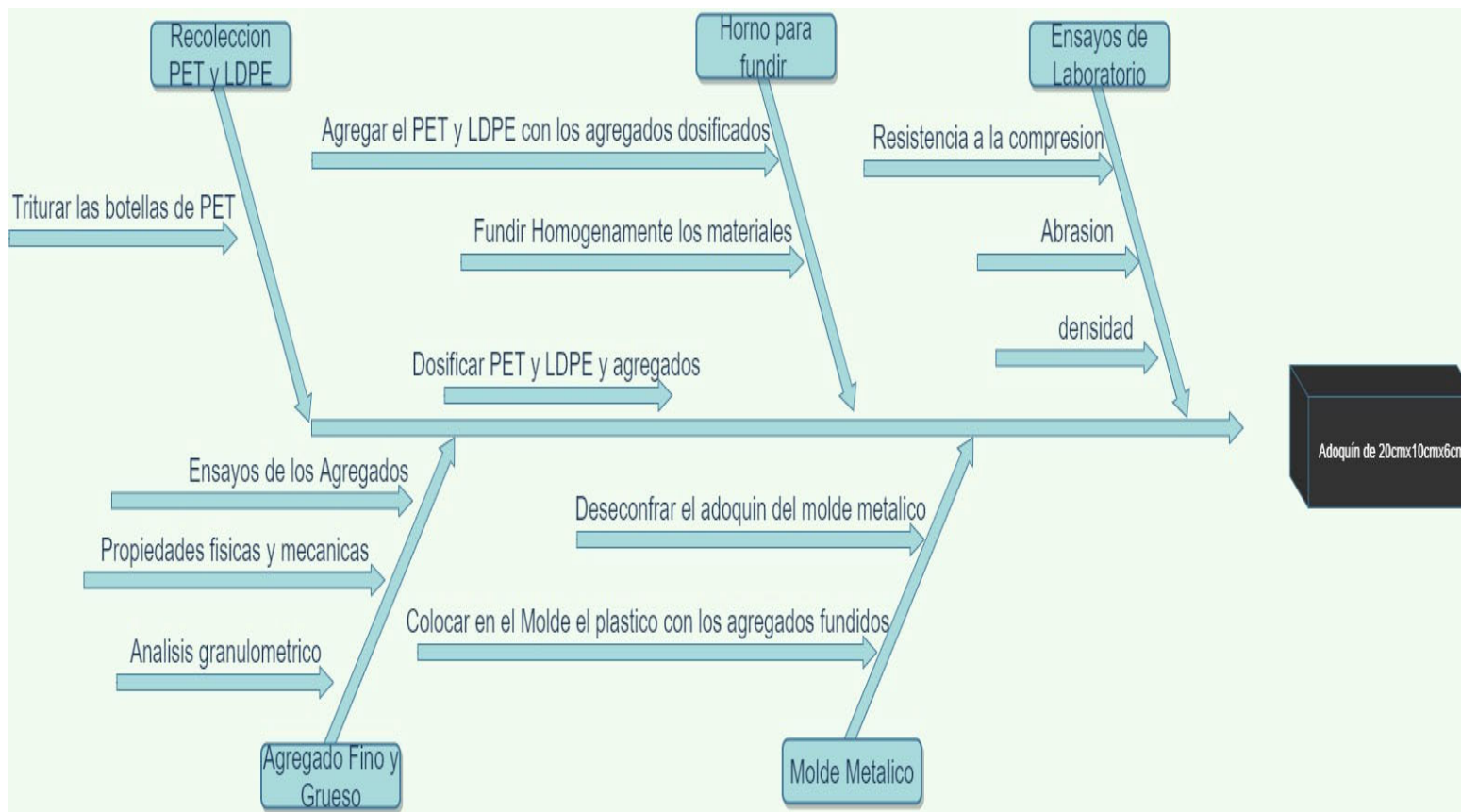


Figura 14. Procedimiento de elaboración del adoquín de plástico reciclado

Nota. Elaboración propia

DOSIFICACIÓN PARA ADOQUINES CON PLÁSTICO RECICLADO

De la muestra patrón del Adoquín de plástico de 100% de plástico reciclado, se pudo medir que, de 3 valdes de llenos de plástico reciclado, nos dan un Adoquín de 100% de Plástico reciclado, teniendo esta consideración se procedió a realizar la dosificación por Volumen tomando como unidad de medida el balde.



Figura 15. *Números de Baldes necesarios para producir un Adoquín de 100% Plástico Reciclado*

Nota. Elaboración propia

El balde tiene las medidas siguientes Diámetro = 19.5 cm con una Altura = 18.00 cm el Volumen = 0.54 cm³, al medir el peso de un adoquín de 100% de plástico reciclado, se obtuvo el peso de 1.6 kg, se decidió trabajar con una dosificación en volumen, ya que por el fuego nos puede ganar y quemar el plástico.



Figura 16. Balde Graduado para dosificación de Plástico, Agregados Fino y Agregados Grueso
 Nota. Elaboración propia

1.-Proporción al 90% de plástico reciclado.

$$\frac{100\%}{90\%} = \frac{3 \text{ Baldes}}{x}$$

$$x = \frac{3 \times 90\%}{100\%}$$

$$x = \frac{3 \times 90\%}{100\%}$$

$$x = \frac{270\%}{100\%}$$

Dosificación Tratamiento 2

$$x = 2.7 \text{ Baldes (Plastico Reciclado) + 0.3 Balde (Agregado fino – Agregado grueso)}$$

2.-Proporción al 80% de plástico reciclado

$$100\% - 3 \text{ Baldes}$$

$$80\% - x$$

$$x = \frac{3 \times 80\%}{100\%}$$

$$x = \frac{240\%}{100\%}$$

Dosificación Tratamiento 3

$x = 2.4$ Baldes (Plastico Reciclado) + 0.6 Balde (Agregado fino – Agregado grueso)

3.-Proporcion al 70% de plástico reciclado

100% – 3 Baldes

70% – x

$$x = \frac{3 \times 70\%}{100\%}$$

$$x = \frac{210\%}{100\%}$$

Dosificación Tratamiento 4

$x = 2.1$ Baldes (Plastico Reciclado) + 0.9 Balde (Agregado fino – Agregado grueso)



Figura 17. Baldes dosificados para echar al recipiente metálico

Nota. Elaboración propia

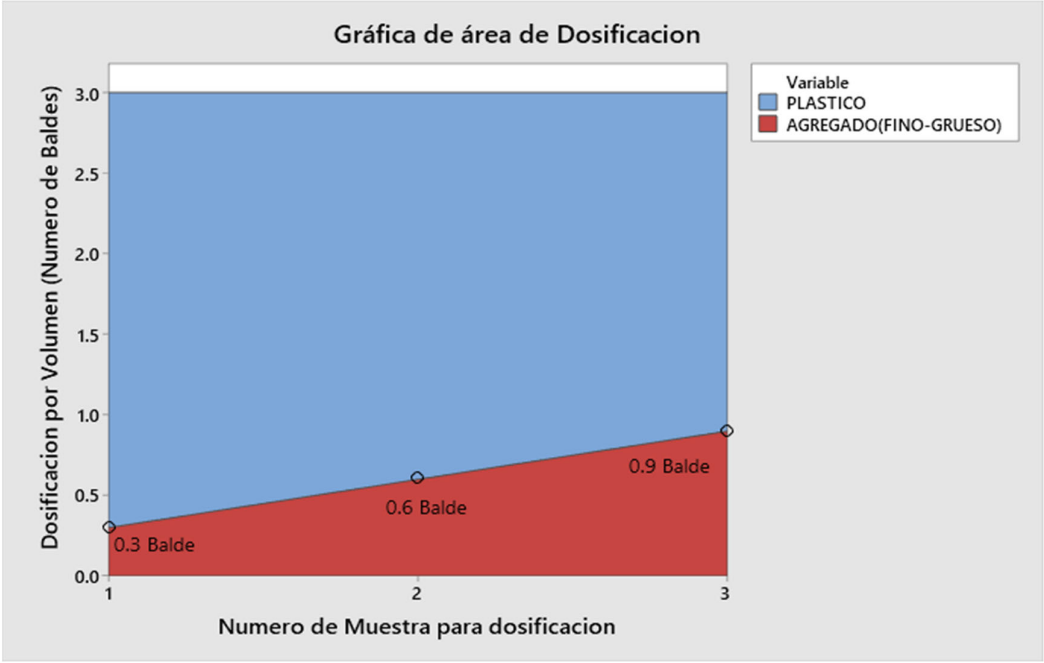
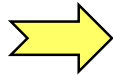


Figura 18. Gráfica de relación de volumen en baldes

Nota. Elaboración propia

PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE ADOQUINES DE PLÁSTICO RECICLADO

1

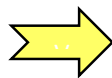


En la Imagen se observa el lugar donde se compró el plástico triturado en la empresa Eco-plast la cual compra y vende residuos sólidos reciclados como Pet, Cobre, Aluminio, etc.



Figura 20. Compra de Plástico Triturado.

2

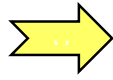


En la imagen se observa una gran cantidad de residuos plásticos los cuales son llevados a lima y exportados a otros países previa trituración, cabe resaltar que los plásticos triturados no tienen una clasificación previa tanto si son PET, LDPE o PP y no tiene lavado previo.



Figura 19. Fábrica de Venta de Plástico Reciclado.

3



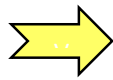
Para realizar el experimento no se contaba con un horno para poder fundir el plástico reciclado, lo cual se usó el tanque de una terma inservible, para que el calor se distribuya más eficientemente.

Cabe resaltar que al utilizar herramientas eléctricas se tuvo que utilizar elementos de protección.



Figura 21. Fabricación de Horno.

4



Para poder fundir el plástico reciclado, se usó un recipiente de acero, el cual distribuirá de manera más eficiente el calor, se hizo un corte previo en la parte superior para poder introducir el plástico reciclado.



Figura 22. Recipiente de Acero.

5



En la imagen **1a** se observa el molde de metal visto de la parte inferior y en la imagen **1b** se observa la cara donde se coloca el plástico reciclado fundido.

El molde produce 4 adoquines.



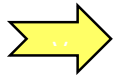
1a



1b

Figura 23. Molde Metálico para 4 adoquines.

6

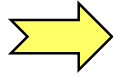


Se realizó una dosificación por peso, los cuales fueron medidos y dosificados teniendo como referencia el valde de plástico de 1galon como unidad patrón de medida.



Figura 24. Dosificación Agregados Fino y Grueso.

7

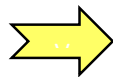


Antes de realizar el experimento se realizó pruebas para ver el comportamiento del plástico reciclado.



Figura 25. Plástico Reciclado Fundiéndose en el Horno.

8

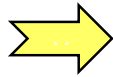


Al aplicar calor excesivo que sobrepasa los 280°C el adoquín de plástico reciclado se quiebra con facilidad y tiene un color negro lo cual indica que perdió sus características mecánicas.



Figura 26. Primer Adoquín de Plástico Reciclado.

9

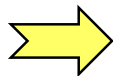


Después de realizar los ensayos previos se pudo realizar un adoquín que se asemeje a un adoquín de concreto el cual nos sirve para establecer el peso aproximado de un adoquín de 100% plástico reciclado.



Figura 27. Primer y Segundo Adoquines 100% plástico reciclado.

10

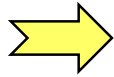


En la imagen se observa en la parte superior el adoquín de concreto el cual tiene un color característico de color gris en la parte inferior se observa que el adoquín de plástico reciclado tiene un color más oscuro.



Figura 28. Adoquines 20 cm x 10 cm x 6 cm.

11

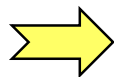


Se realizo el pesaje del adoquín de concreto el cual pesa 2.35 kg teniendo una medida de 20 cm x 10 cm x 6 cm.



Figura 29. Peso del Adoquín de Concreto.

12



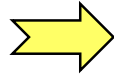
El adoquín de 100% de plástico reciclado pesa 1.30 Kg aproximadamente.

Se puede observar manchas negras las cuales son restos de plásticos de polipropileno.



Figura 30. Peso del Adoquín 100% de Plástico Reciclado.

13

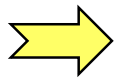


En el horno se pudo fundir el plástico reciclado el cual en estado fundido tiene un color negro muy similar al crudo de petróleo.



Figura 31. Plástico Fundido en Recipiente de Metal.

14

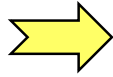


Al comienzo se mueve el plástico reciclado para que se pueda fundir uniformemente.



Figura 32. Palo de Madera para Mover el Plástico Reciclado.

15

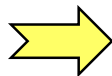


En la imagen se aprecia el calor, que se puede concentrar en el bote y gracias al soplete de gas genera una temperatura superior a los 280°C.



Figura 33. Recipiente Metal en Horno.

16

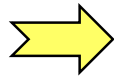


Para el vaciado de plástico reciclado se realizó, unidad por unidad de acuerdo a la dosificación en peso.



Figura 34. Vaciado de Plástico Reciclado Fundido.

17

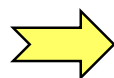


En la imagen se puede apreciar las principales herramientas para la obtención de los adoquines de plástico reciclado.



Figura 35. Zona de Trabajo para la fabricación de Adoquines de plástico Reciclado.

18

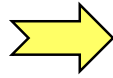


En la imagen se observa que la falta de plástico en los agregados fino y grueso hacen que los adoquines sean muy frágiles y se fracturen cuando se enfrían.



Figura 36. Adoquines Fisurados.

19

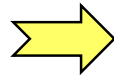


Se quiso observar si las botellas no trituradas podían ser utilizadas para el experimento lo cual se fundió sin ningún problema.



Figura 37. Botella de PET en el Recipiente Metálico.

20

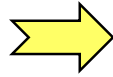


El agregado fino y grueso se hecho cuando el plástico se encontraba fundido y moverlo para que la mezcla fuera lo más homogénea posible.



Figura 38. Momento Previo para echar el agregado fino y grueso

21

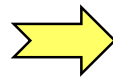


En la imagen se aprecia bolsas plásticas en el recipiente metálico, para poder ver como se mezclan con el plástico reciclado.



Figura 39. Mezcla de Bolsas Plásticas en el Recipiente Metálico

22

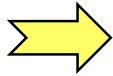


La gran disposición de residuos plásticos en la ciudad de Arequipa es reciclada en distrito de cerro colorado la mayoría son de envases de botellas de PET.



Figura 40. Adoquines de plástico reciclado

23

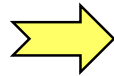


En la imagen se puede apreciar que el color del plástico reciclado por el agregado fino y grueso toma un color café y va cambiando por el efecto de la temperatura hasta llegar a al color negro lo cual indica que el plástico se quemó.



Figura 41. Muestras de Plásticos Reciclados.

24

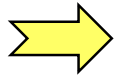


En la imagen se puede apreciar el plástico fundido, y también se ven grumos los cuales han sido formados por el agregado fino y grueso.



Figura 42. Recipiente Metálico Proporción 80% de Plástico.

25

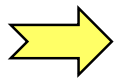


Al aplicar calor excesivo se genera una mayor manejabilidad del plástico fundido lo cual se observa en la imagen.



Figura 43. Plástico Reciclado 80%.

26

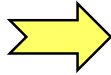


En la imagen se observa que hay más agregado fino y grueso lo cual hacen que el plástico fundido sea más difícil de colocar en el molde.



Figura 44. Plástico Reciclado 70%.

27

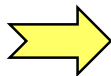


En la imagen se aprecia que al no utilizar un desmoldante el plástico reciclado se pega a la superficie generando una cara superior estéticamente no funcional, ya que este trabajo pretende evitar contaminar se vio que con un poco de polvo rociado en el molde impedía que el plástico fundido se pegara.



Figura 45. Molde Metálico.

28

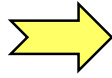


En la imagen se aprecia que los agregados finos y gruesos hacen que el plástico fundido no pueda llenar por completo la cara superior generando grietas.



Figura 46. Adoquines de Plástico Reciclado 70% Plástico Reciclado.

29

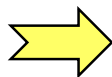


En la imagen se aprecia el plástico triturado utilizado para el experimento donde se puede observar PET, LDPE, POLIPROPILENO.



Figura 47. Muestra de Plástico Reciclado

30

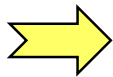


Ya que, al trabajar con materiales a temperaturas muy altas, se tiene que usar guantes y mandil de cuero, también por la liberación de gases tóxicos tiene que usarse un respirador.



Figura 48. Elementos de Seguridad en el Experimento.

31

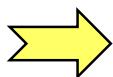


En la imagen se observa el llenado con plástico reciclado en el recipiente metálico.



Figura 49. Recipiente Metálico con Plástico Reciclado sin Fundir.

32

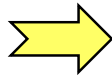


Bolsas plásticas que no se puede reciclar y que son votadas al medio ambiente.



Figura 50. Bolsas de Plástico de LDPE.

33

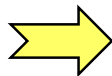


Con la ayuda del Vernier (pie de rey) se realizó la medición de los adoquines de plástico reciclado para poder observar su variación dimensional.



Figura 51. Toma de Medidas con Vernier.

34

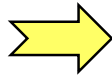


La gran disposición de residuos plásticos en la ciudad de Arequipa es reciclada en el distrito de cerrc colorado la mayoría son de envases de botellas de PET.



Figura 52. Codificación de Muestras Obtenidas

35

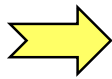


Se codifico los adoquines de plástico reciclado para su posterior análisis.



Figura 53. Codificación de Muestras.

36



Se codifico los adoquines de plástico reciclado para su posterior análisis.



Figura 54. Prensa Hidráulica para pruebas de Rotura en COBELI S.A.C

3.6 Método de análisis de datos:

Según Espinoza (2010) los métodos de análisis de datos se realiza usando programas informáticos.

En este estudio se usó programas informáticos como Excel, Minitab, SRW7.



Figura 55. Programas Utilizados para el análisis de los Datos.

Nota. Elaboración propia

Se hizo uso de la estadística básica descriptiva, que se observó directamente con el fin de determinar el comportamiento tanto en estado sólido, como en estado plástico.

3.7 Aspectos Éticos

El autor del presente trabajo de investigación cumplió y se sometió a los siguientes puntos:



Figura 56. Aspectos éticos de la investigación

Nota. Elaboración propia

IV. RESULTADOS

RESULTADOS

A continuación, se da a conocer los resultados en la tabla 14 los resultados de cada unidad experimental representada en cuatro tratamientos por 3 repeticiones, aplicando las pruebas basadas en la NTP 399.611 (Variación dimensional, Absorción y Resistencia a la compresión).



Figura 57. Muestras de Plástico Reciclado.
Nota. Elaboración propia

Tabla 9

Resumen de resultados

N° TRATAMIENTO	N°	Nombre de la muestra	Porcentaje Plástico (%)	Porcentaje Agregado (%)	Temperatura (C°)	Variación Dimensional altura (mm)	Resistencia a la compresión f'c (Kg/cm2)
TRATAMIENTO 1	1	A-1P-100%P-0%A	100	0	250	1.20	120
	2	A-1P-100%P-0%A	100	0	245	1.21	117
	3	A-1P-100%P-0%A	100	0	240	1.00	118
TRATAMIENTO 2	4	A-1P-A-90%P-10%A	90	10	243	1.23	128
	5	A-1P-A-90%P-10%A	90	10	244	1.28	125
	6	A-1P-A-90%P-10%A	90	10	245	1.26	127
TRATAMIENTO 3	7	A-1P-A-80%P-20%A	80	20	265	2.56	132
	8	A-1P-A-80%P-20%A	80	20	263	2.45	134
	9	A-1P-A-80%P-20%A	80	20	267	2.48	135
TRATAMIENTO 4	10	A-1P-A-70%P-30%A	70	30	275	1.85	124
	11	A-1P-A-70%P-30%A	70	30	273	1.83	127
	12	A-1P-A-70%P-30%A	70	30	284	1.84	126

Nota: Elaboración Propia.

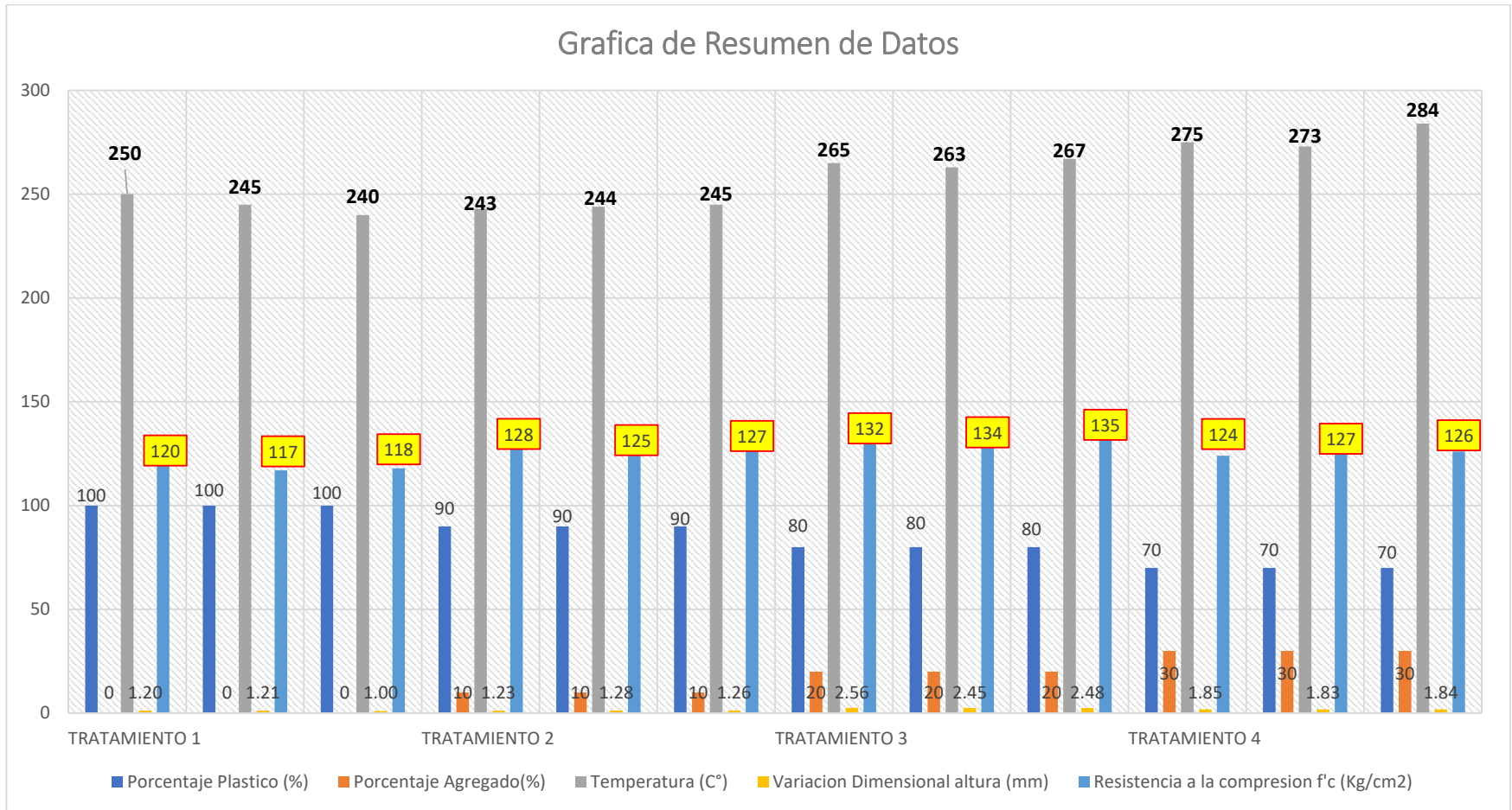


Figura 58. Gráfica de resumen de resultados
 Nota. *Elaboración propia*

4.1 Análisis de Varianza Resistencia a la compresión vs % Agregados

4.1.1 Método

Tabla 10

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Nota. Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

4.1.2 Información del factor

Tabla 11

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Porcentaje	4	0; 10;
Agregado (%)	2	20; 30

Nota. Elaboración propia

4.1.3 Análisis de Varianza

Tabla 12

Análisis de la varianza

Fuente	SC	MC	Valor	Valor	
	GL	Ajust.	Ajust.	F	p
Porcentaje	3	354.25	118.083	50.61	0.000
Agregado (%)					
Error	8	18.67	2.333		
Total	11	372.92			

Nota. Elaboración propia

4.1.4 Resumen del modelo

Tabla 13

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
1.52753	94.99%	93.12%	88.74%

Nota. Elaboración propia

4.1.5 Medias

Tabla 14

Medias

Porcentaje Agregado (%)	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
0	3	118.333	1.528	(116.300; 120.367)
10	3	126.667	1.528	(124.633; 128.700)
20	3	133.667	1.528	(131.633; 135.700)
30	3	125.667	1.528	(123.633; 127.700)

Nota. Desv.Est. agrupada = 1.52753

4.1.6 Gráficas

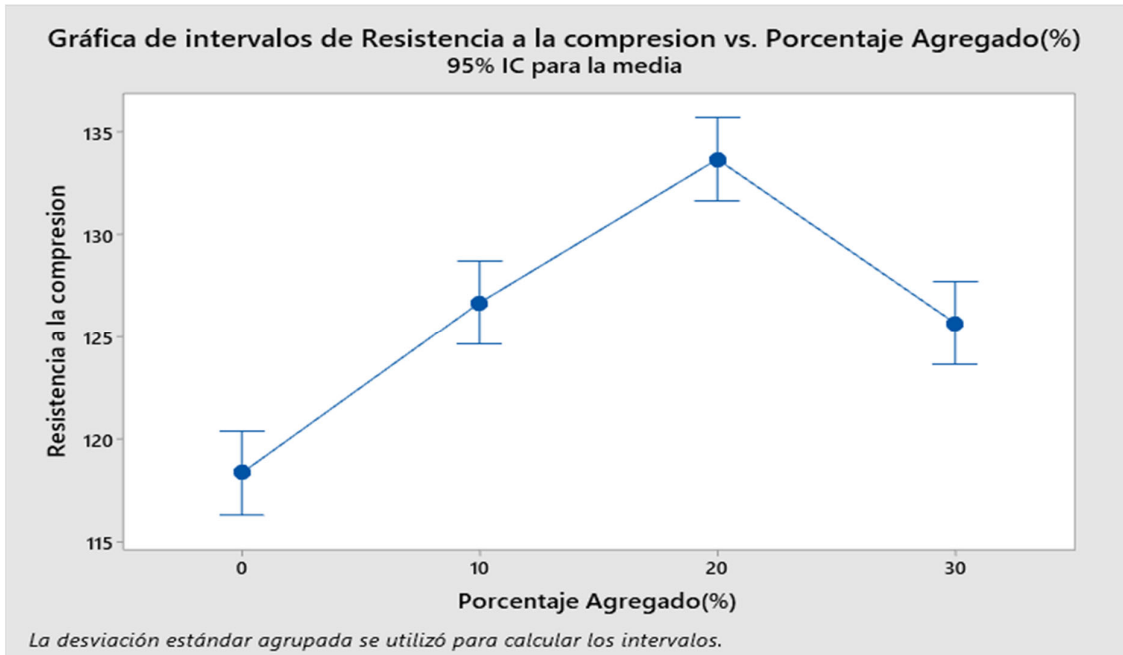


Figura 59. Gráfica de Intervalos de Resistencia a la compresión(kg/cm2) vs. Porcentaje Agregado. (%).
Nota: Elaboración Propia.

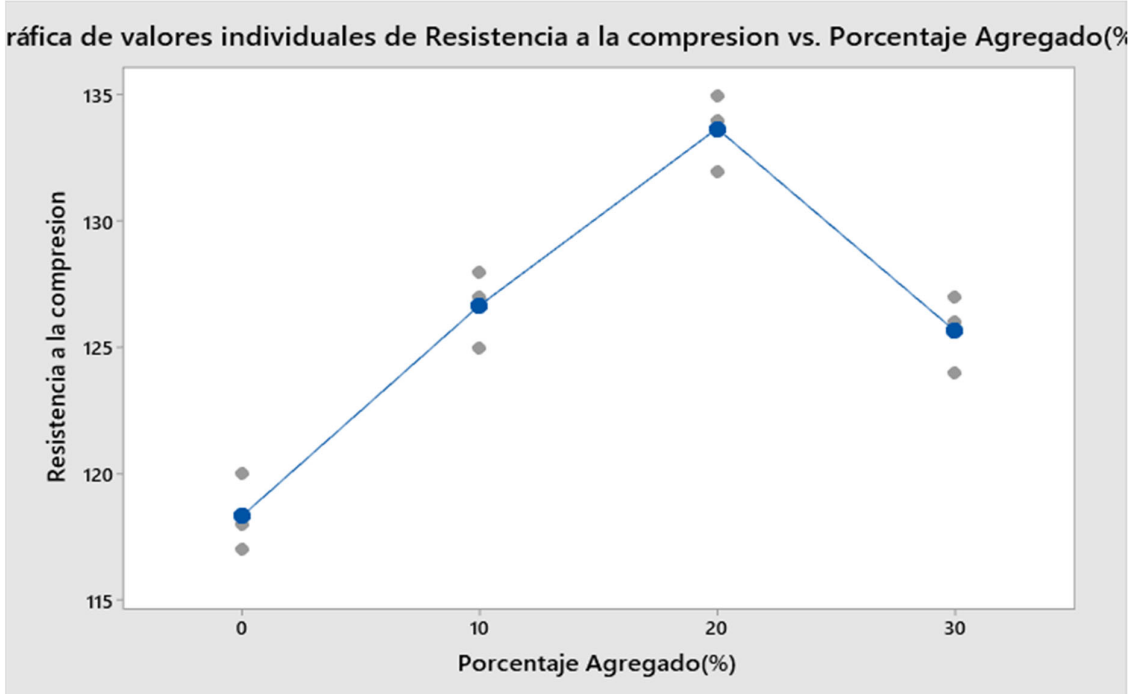


Figura 60. Gráfica de Valores Individuales de Resistencia a la Compresión vs. Porcentaje de Agregado (%).
Nota: Elaboración Propia.

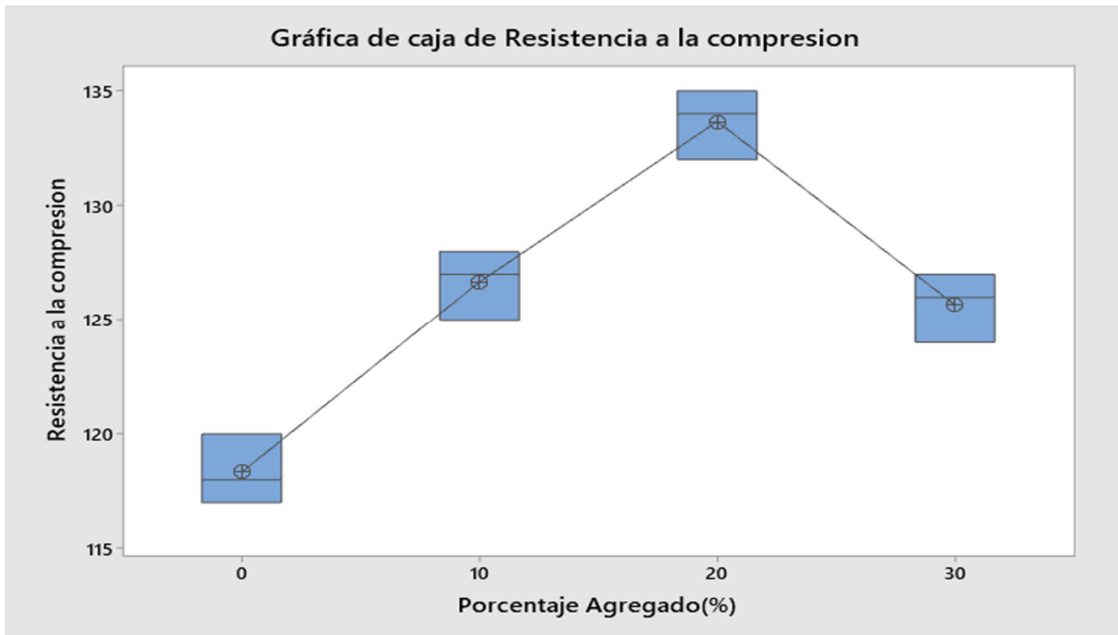


Figura 61. Gráfica de Caja de Resistencia a la Compresión.
Nota: Elaboración Propia.

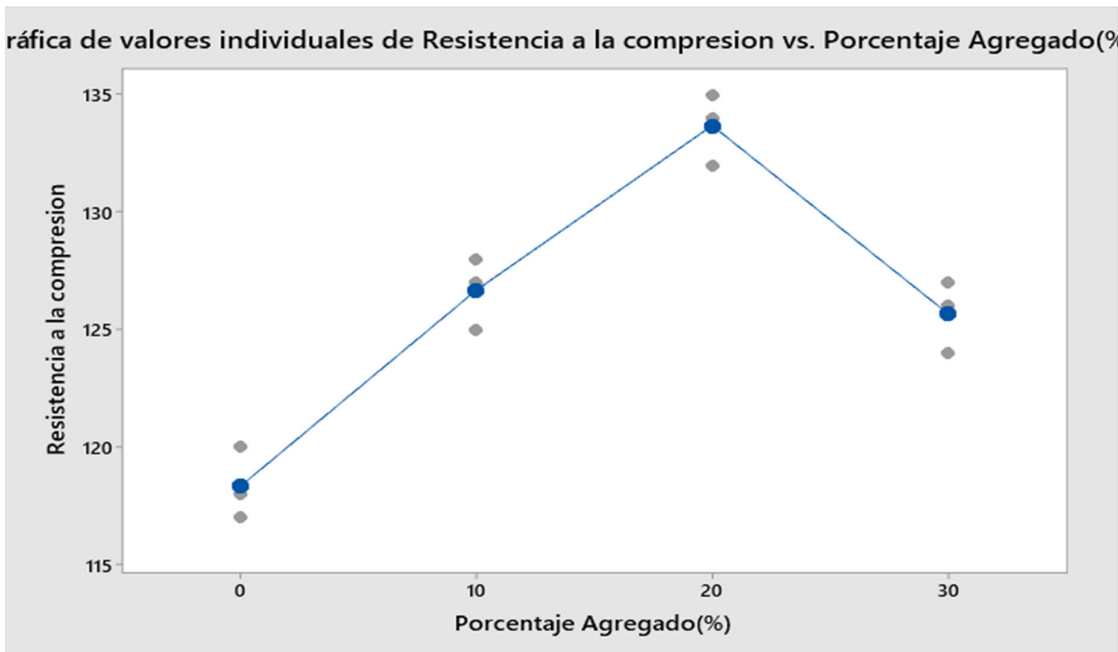


Figura 62. Gráfica de Valores Individuales de Resistencia a la Compresión vs. Porcentaje Agregado (%).
Nota: Elaboración Propia.

4.2 Análisis de Varianza Resistencia a la compresión vs % Plástico

4.2.1 Método

Tabla 15

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Nota. Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

4.2.2 Análisis de Varianza

Tabla 16

Análisis de varianza

Fuente	SC GL	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Porcentaje Plástico (%)	3 354.25	118.083	50.61	0.000
Error	8 18.67	2.333		
Total	11 372.92			

Nota. Elaboración propia

4.2.3 Resumen del modelo

Tabla 17

Resumen del modelo

S	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
1.52753	94.99%	88.74%

Nota. Elaboración propia

4.2.4 Medias

Tabla 18

Medias

Porcentaje Plástico (%)	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
70	3	125.667	1.528	(123.633; 127.700)
80	3	133.667	1.528	(131.633; 135.700)
90	3	126.667	1.528	(124.633; 128.700)
100	3	118.333	1.528	(116.300; 120.367)

Nota. Desv.Est. agrupada = 1.52753

4.2.4 Gráficas

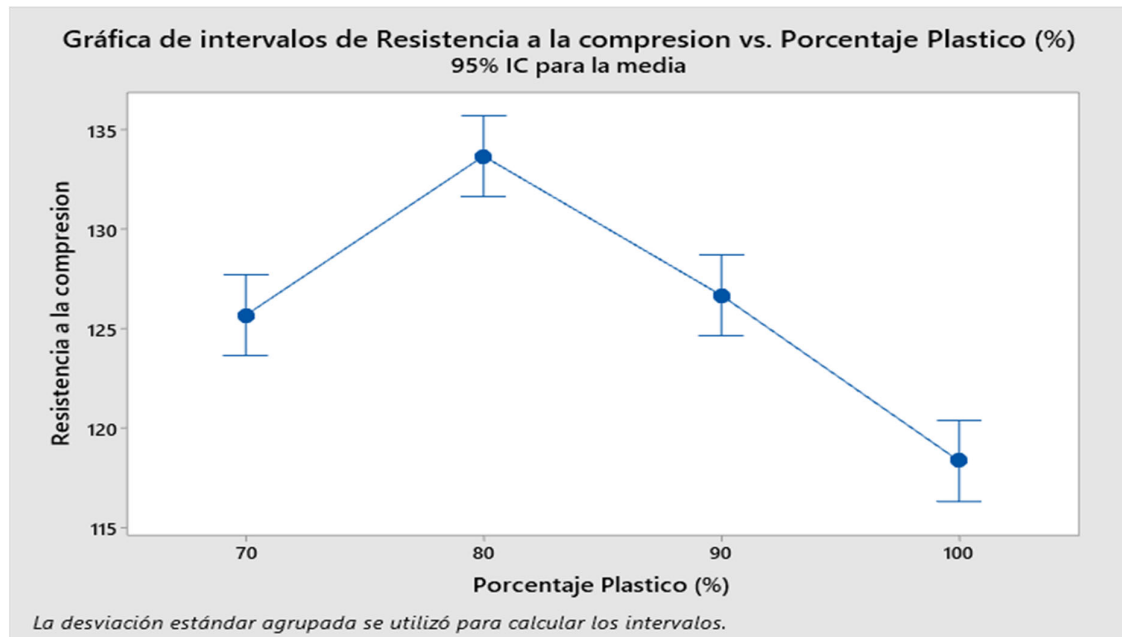


Figura 63. Gráfica de Intervalos de Resistencia a la Compresión vs. Porcentaje Plástico (%)

Nota: Elaboración Propia.

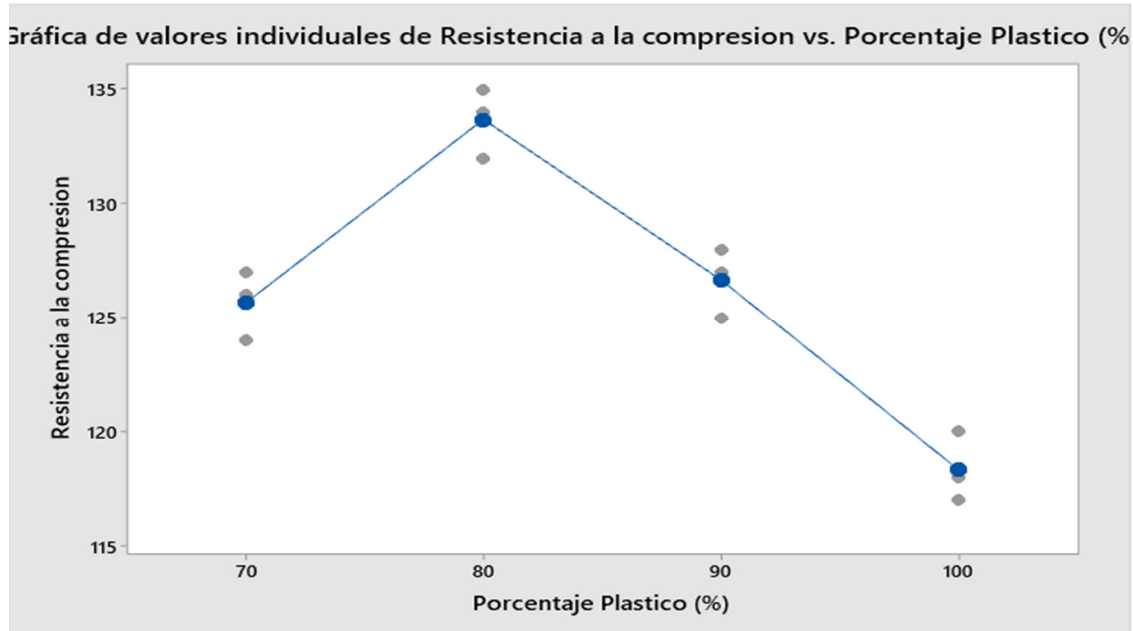


Figura 64. Gráfica de Valores Individuales de Resistencia a la Compresión vs. Porcentaje Plástico (%).

Nota: *Elaboración Propia.*

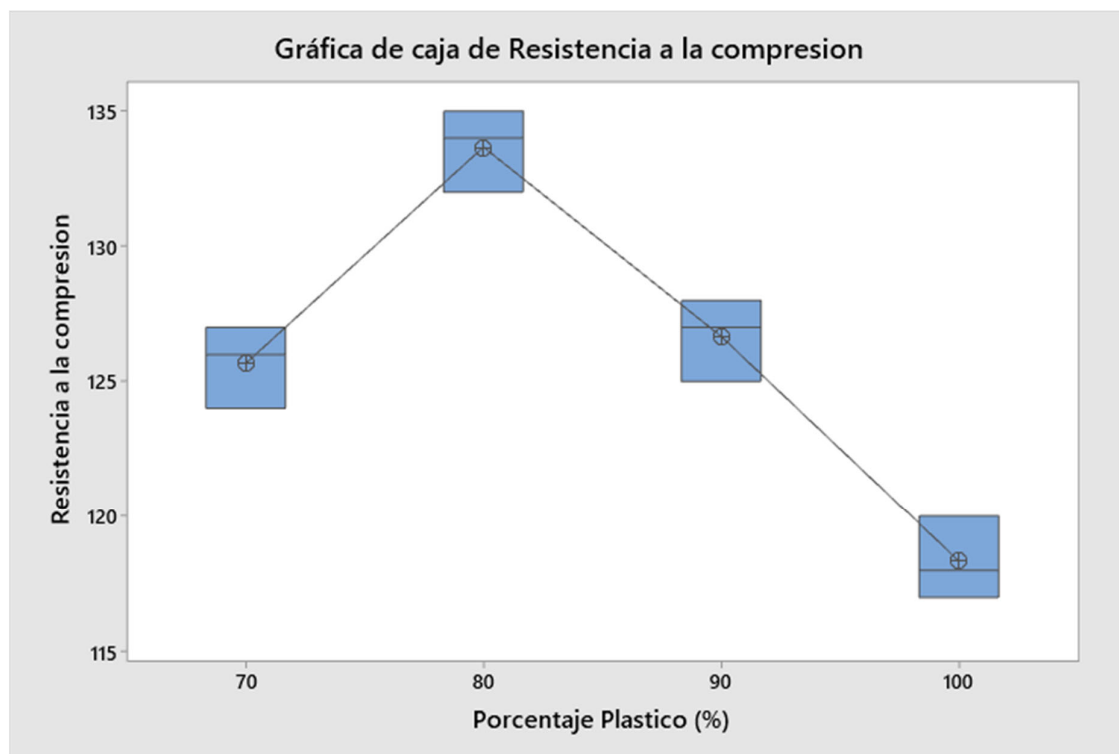


Figura 65. Gráfica de Caja de Resistencia a la Compresión (kg/cm²).

Nota: *Elaboración Propia.*

4.3 Análisis de Varianza Resistencia a la compresión vs Temperatura

4.3.1 Método

Tabla 19

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Nota. Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

4.3.2 Información del factor

Tabla 20

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Temperatura (C°)	11	240, 243, 244, 245, 250, 263, 265, 267, 273, 275, 284

Nota. Elaboración propia

4.3.3 Resumen del modelo

Tabla 21

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
7.07107	86.59%	0.00%	*

Nota. Elaboración propia

4.3.4 Medias

Tabla 22

Medias

Temperatura (C°)	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
240	1	118.0	*	(28.2, 207.8)
243	1	128.0	*	(38.2, 217.8)
244	1	125.0	*	(35.2, 214.8)
245	2	122.00	7.07	(58.47, 185.53)
250	1	120.0	*	(30.2, 209.8)
263	1	134.0	*	(44.2, 223.8)
265	1	132.0	*	(42.2, 221.8)
267	1	135.0	*	(45.2, 224.8)
273	1	127.0	*	(37.2, 216.8)
275	1	124.0	*	(34.2, 213.8)
284	1	126.0	*	(36.2, 215.8)

Nota. Desv.Est. agrupada = 7.07107

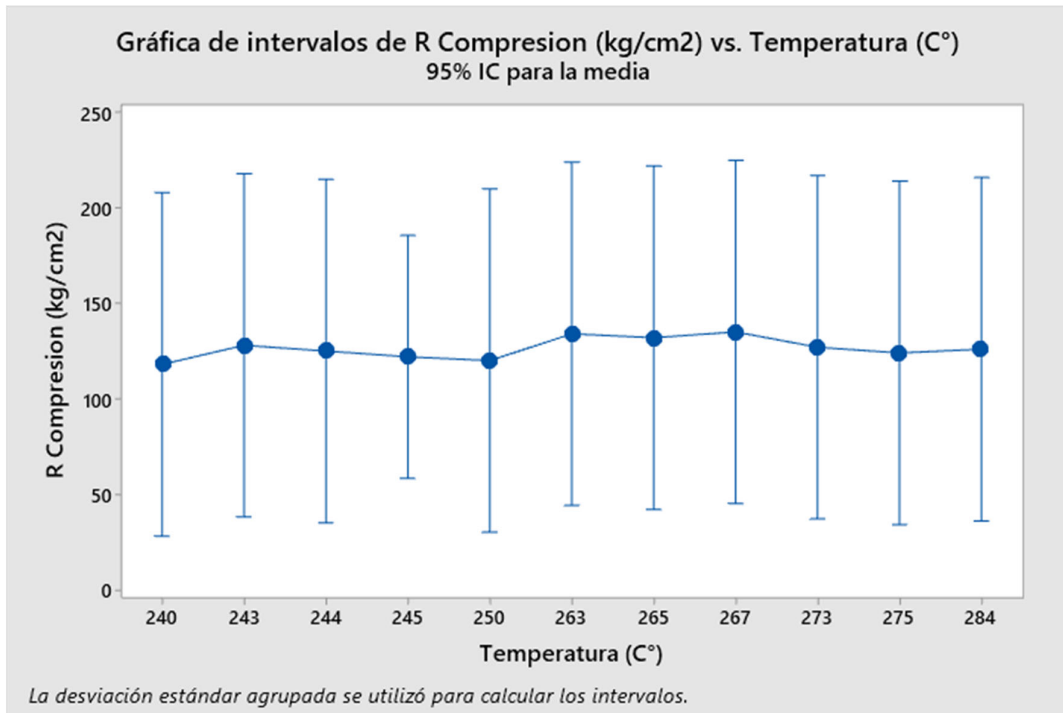


Figura 66. Gráfica de Intervalos de Resistencia a la compresión (kg/cm2) vs. Temperatura (C°)

Nota: *Elaboración Propia.*

Tabla 23.

Propiedades físicas de las muestras de adoquines de plástico reciclado

N° TRATAMIENTO	N°	Nombre de la muestra	Porcentaje Plástico (%)	Porcentaje Agregado (%)	Peso (Kg)	Absorción (%)
TRATAMIENTO 1	1	A-1P-100%P-0%A	100	0	1.60	0.021
	2	A-1P-100%P-0%A	100	0	1.63	0.024
	3	A-1P-100%P-0%A	100	0	1.57	0.023
TRATAMIENTO 2	4	A-1P-A-90%P-10%A	90	10	1.73	0.028
	5	A-1P-A-90%P-10%A	90	10	1.69	0.030
	6	A-1P-A-90%P-10%A	90	10	1.71	0.027
TRATAMIENTO 3	7	A-1P-A-80%P-20%A	80	20	1.80	0.045
	8	A-1P-A-80%P-20%A	80	20	1.83	0.047
	9	A-1P-A-80%P-20%A	80	20	1.82	0.042
TRATAMIENTO 4	10	A-1P-A-70%P-30%A	70	30	1.68	0.085
	11	A-1P-A-70%P-30%A	70	30	1.66	0.095
	12	A-1P-A-70%P-30%A	70	30	1.69	0.087

Nota. Elaboración propia

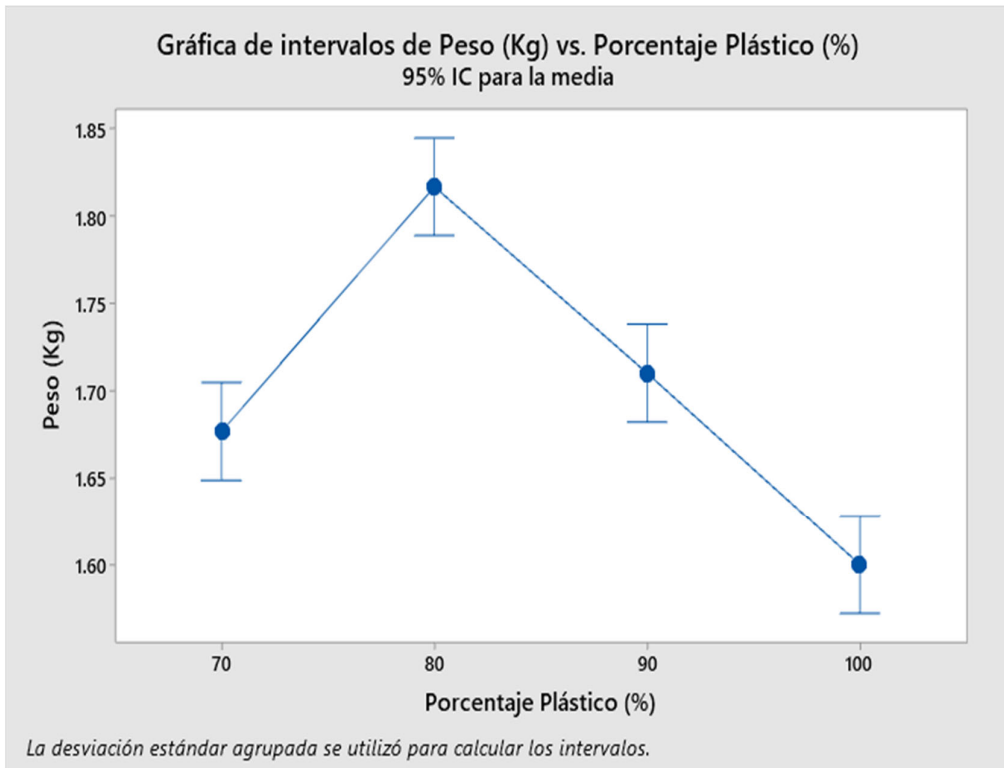


Figura 67. Intervalo de peso vs porcentaje de plástico
Nota. *Elaboración propia*

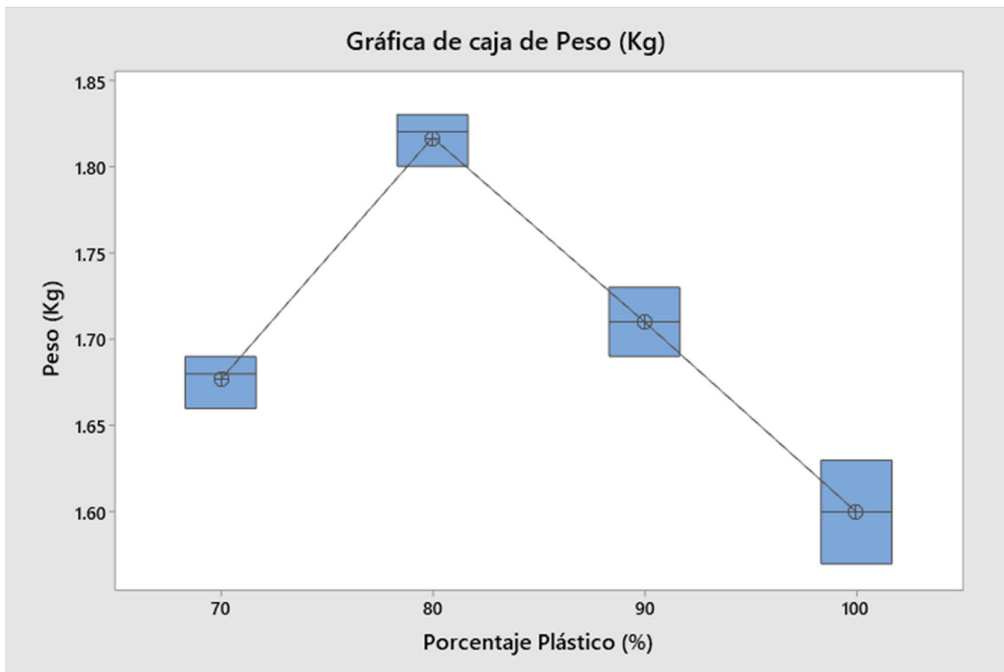


Figura 68. Gráfico de la caja de peso
Nota. *Elaboración propia*

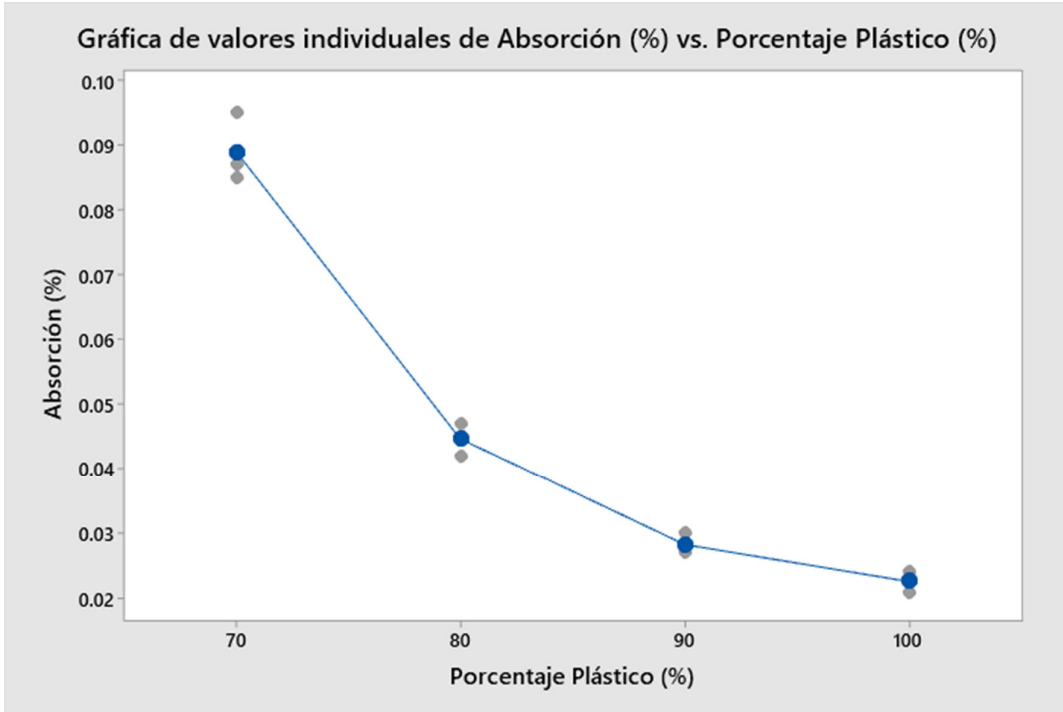


Figura 69. Gráfica de valores individuales de absorción vs porcentaje plástico
 Nota. *Elaboración propia*

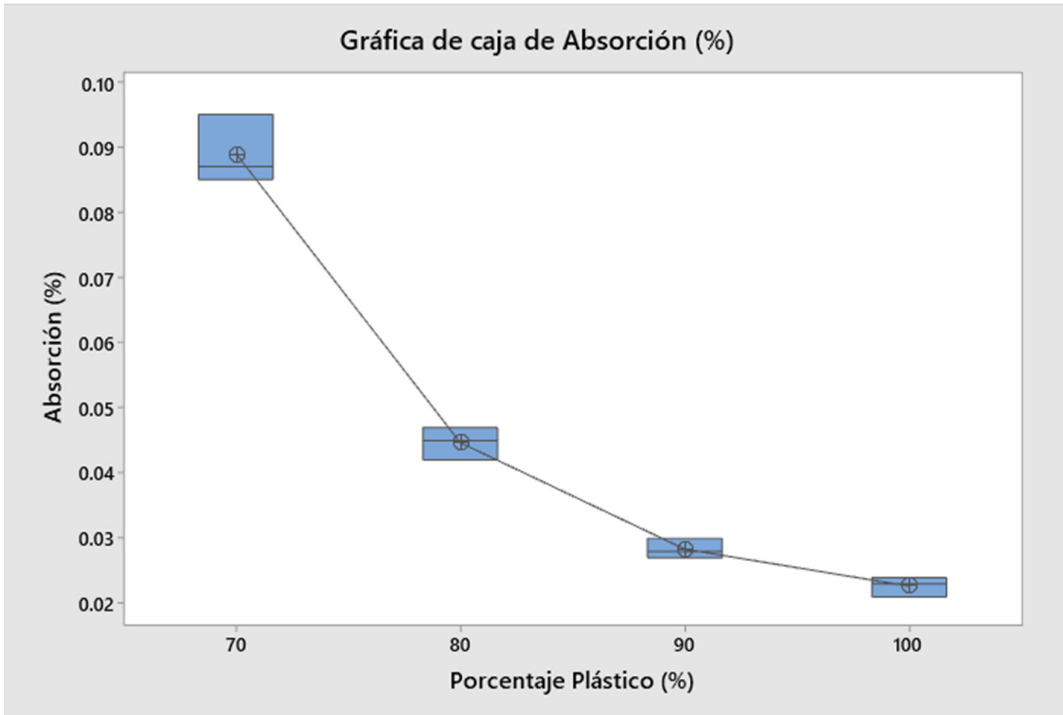


Figura 70. Gráfica de caja de absorción
 Nota. *Elaboración propia*

V.DISCUSIÓN

Es investigación tuvo como objetivo general poder proponer y conocer las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines con agregados fino y grueso con adición de plástico reciclado para fines de pavimentación Arequipa – 2022; ya que al reutilizar el plástico reciclado (PET,PP,LDPE) , Chaves et al. (2020) en su trabajo de investigación de título Comparación técnica y económica entre plástico reciclado y adoquines de hormigón hidráulico, en el cual se realizó adoquines de arena con plástico reciclado como aglutinante, se comparó técnica y económicamente con los adoquines de concreto, obteniendo resultados favorables tanto técnico como económico en comparación con los adoquines convencionales. De igual modo Singhal y Omprakash (2018) en su trabajo de título aprovechamiento de residuos plásticos en la fabricación de ladrillos plásticos de arena, donde se utilizó plástico reciclado como aglutinante y polvo de piedra, en el cual los ladrillos tienen una repuesta notable tanto en sus propiedades físicas como mecánica. Dinesh et al. (2016) en su estudio denominado Aprovechamiento de Residuos Plásticos en la Fabricación de ladrillos y Adoquines, se utilizó bolsas de polietileno de alta densidad (HDPE) y polietileno (PET) y se mezcló con agregado fino obteniendo adoquines con mayores beneficios tanto técnicos como económicos. Sanchez et al. (2021) en su estudio de título Estudio Mecánico y de Mercado para Adoquín de Arena/Plástica Reciclado en una Ciudad Mediana de Colombia, se obtuvo que las propiedades mecánicas evaluadas mostraron que los adoquines de arena plástica tienen un mayor módulo de rotura y mayor resistencia al desgaste. Cabe resaltar que todas las investigaciones incluida en esta investigación tienen por finalidad la elaboración de adoquines de plástico reciclado con agregados y poder analizar sus propiedades físicas y mecánicas.

Del mismo modo, para el primer objetivo específico fue analizar la resistencia a la compresión ($f'c=kg/cm^2$) la cual se pudo obtener una resistencia a la compresión de $135kg/cm^2$, con un diseño del porcentaje del 80% de plástico reciclado y con el 20% de agregado fino y grueso, no concuerda con los resultados Sanchez et al. (2021) el cual obtuvo una resistencia a la compresión de $259.92 kg/cm^2$ con una proporción plástico arena 25/75 respectivamente.

Por otro lado, del segundo objetivo específico que consistió en determinar sus propiedades físicas que después de pesarlos en estado seco y procederlos a pesar se obtuvo una absorción mínima en promedio 0.023 % que no concuerda con la publicación de Chaves et al. (2020) la cual obtuvieron 2.56%, en su publicación de Singhal y Omprakash (2018) se obtuvo un resultado de porcentaje de absorción del 0% lo cual concuerda con los resultados obtenidos. Con respecto al peso todos los autores coincidieron que el adoquín reduce el peso en aproximadamente el 50% del peso en comparación con un adoquín de concreto. En la variación dimensional se puede resaltar que todos los autores cumplen con las tolerancias de acuerdo a su molde y forma de su adoquín o bloque.

Finalmente, el tercer objetivo específico para este estudio fue encontrar el porcentaje óptimo de plástico reciclado que fue del 80% de plástico reciclado y 20% de agregados fino y grueso, la cual obtuvo una mayor resistencia a la compresión que concuerda con Osarumwense (2020) quien obtiene en su estudio una proporción de plástico-arena en relación de 75% y 25% respectivamente, para su mejor resistencia a la compresión.

CONSTRATACIÓN DE LAS HIPÓTESIS

Ho= Hipótesis Nula

H1= Hipótesis Alterna

Hipótesis General: Utilizando adoquines con agregado fino y grueso con la adición de plástico reciclado cumplirá satisfactoriamente, para fines de pavimentación Arequipa – 2022

- Ho= **NO** se puede utilizar los adoquines con agregado fino y grueso con la adición de plástico reciclado y no cumple satisfactoriamente, para fines de pavimentación.
- H1= **SI** se puede utilizar los adoquines con agregado fino y grueso con la adición de plástico reciclado y si cumple satisfactoriamente, para fines de pavimentación Arequipa – 2022.

Se rechaza H1(HIPÓTESIS ALTERNA)

Hipótesis Específica 1: El adoquín de plástico reciclado tendrá una buena resistencia a la compresión.

- Ho= El adoquín de plástico reciclado **NO** tendrá una buena resistencia a la compresión.
- H1= El adoquín de plástico reciclado **SI** tendrá una buena resistencia a la compresión.

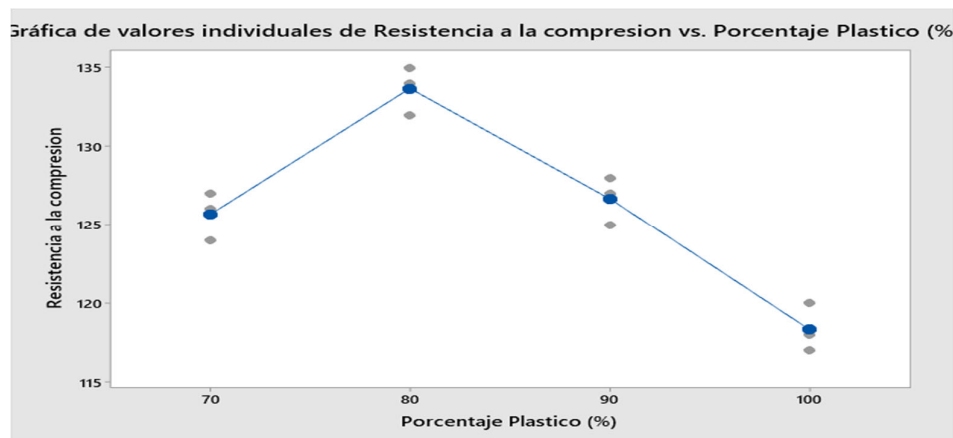


Figura 71. Resistencias a la Compresión según el Porcentaje de Plástico Reciclado.

Nota: *Elaboración Propia.*

Hipótesis Específica 2: El adoquín de plástico reciclado tendrá unas buenas propiedades físicas.

- Ho= El adoquín de plástico reciclado **NO** tendrá una buena resistencia a la compresión.
- H1= El adoquín de plástico reciclado **SI** tendrá una buena resistencia a la compresión.

Se rechaza Ho (HIPÓTESIS NULA)

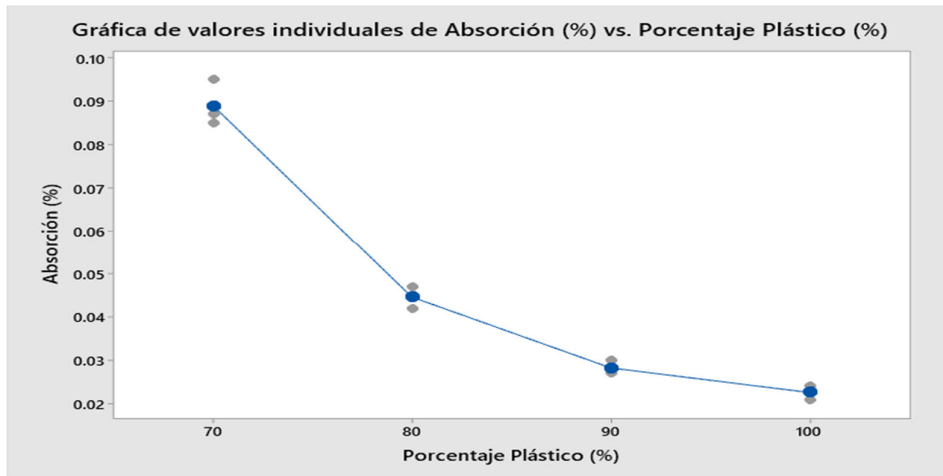


Figura 72. Porcentaje de Absorción vs Porcentaje Plástico (%).
Nota: Elaboración Propia.

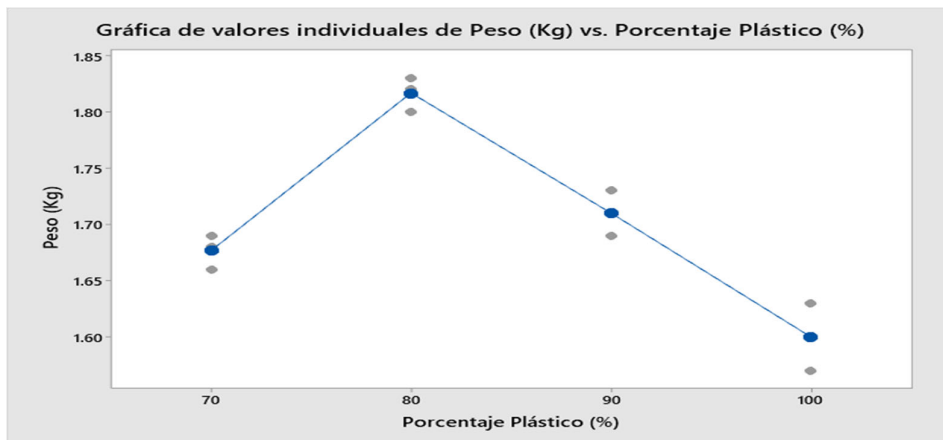


Figura 73. Valores Individuales de Peso (KG) vs. Porcentaje Plástico (%).
Nota: Elaboración Propia.

Hipótesis Específica 3: El adoquín de plástico reciclado tendrá un porcentaje óptimo de dosificación de plástico reciclado.

- Ho= **No** existe un porcentaje óptimo en la dosificación del plástico reciclado.
- H1=**SI** existe un porcentaje óptimo en la dosificación del plástico reciclado.

Se rechaza Ho (HIPÓTESIS NULA)

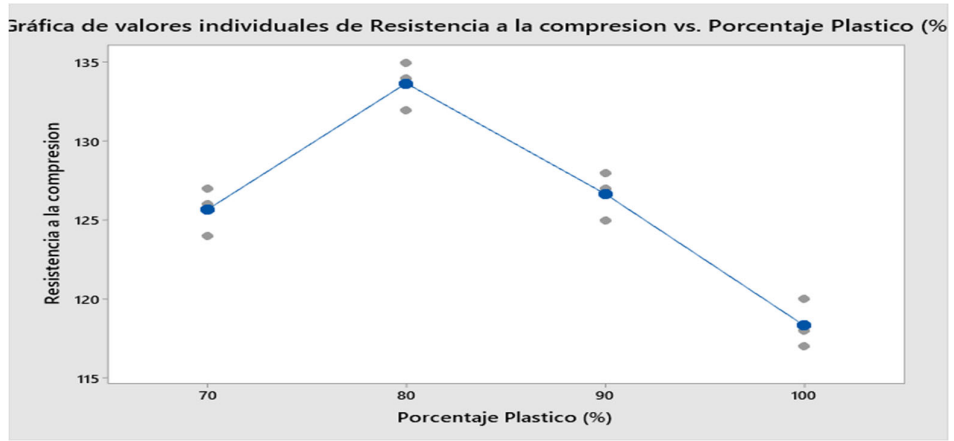


Figura 74. Resistencia a la Compresión vs. Porcentaje Plástico Reciclado (%).
Nota: *Elaboración Propia.*

VI CONCLUSIONES

En esta tesis se determinó las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines de agregado fino y grueso con la adición de plástico reciclado para fines de pavimentación se llegó a la conclusión general de que el agregado fino y grueso incide en la resistencia a la compresión $f'c(\text{kg/cm}^2)$, en una correlación positiva entre media y considerable, Es decir los adoquines de plástico reciclado que presenta una proporción adecuada tienen altos niveles de resistencia a la compresión $f'c(\text{kg/cm}^2)$.

- 1) Los resultados de la investigación confirman que el porcentaje de agregado fino y grueso incide en la resistencia a la compresión del adoquín de plástico reciclado mejorando las propiedades mecánicas.
- 2) Los resultados de la investigación confirman que las propiedades físicas de los adoquines de plástico reciclado tienen las mismas dimensiones que los adoquines convencionales de concreto, pero se observó que el peso es considerablemente menor que un adoquín convencional y también se observó que la absorción es casi nula. En relación a la textura se observó que es aceptable.
- 3) Los resultados de la investigación confirman que una proporción de 80% de plástico reciclado y 20% de agregados finos y gruesos, tienen una mejor resistencia a la compresión.

VII RECOMENDACIONES

Al corroborarse que el porcentaje de agregado fino y grueso influye en los adoquines de plástico reciclado se da como primera recomendación, que se pueda implementar a nivel nacional programas de reciclaje, principalmente de los plásticos PET, PP y LDPE.

- 1) Se recomienda usar los plásticos sin ningún tratamiento previo que puedan incrementar el costo de producción y así evitar costos innecesarios.
- 2) También sería recomendable que la producción se realice con una maquina extrusora la cual produce de una manera más eficiente y controlada.
- 3) Respecto a la proporción optima que el porcentaje de plástico reciclado y el porcentaje de agregado fino y grueso se tiene que realizar con una maquina extrusora la cual nos brindaría una mejor calidad tanto en las propiedades mecánicas como físicas.

REFERENCIAS

- Campeni, S. (2020). *Situación del plástico en America Latina*. Recuperado de <http://agenciajovendenoticias.org/medio-ambiente/situacion-del-plastico-en-america-latina/>
- CAMPOS, E. (2010). *Abastecimiento de Agua y Alcantarillado*. Arequipa: Universidad Alas Peruanas.
- Castillo, K. (2021). *Uso desmedido de plástico y tecnopor en Arequipa por efectos del coronavirus*. Recuperado de <https://encuentro.pe/actualidad/uso-desmedido-de-plastico-y-tecnopor-en-arequipa-por-efectos-del-coronavirus/>
- Castro, F. (2003). *El proyecto de investigación y su esquema de elaboración*. Caracas, Venezuela: Uyaper. Recuperado de <https://www.urbe.edu/UDWLibrary/InfoBook.do?id=9590>
- Centros de Excelencia Técnica. (2018). Pavimento de Concreto Hidráulico y Articulado. *EPM*, 1(1), 1-6. Recuperado de https://cu.epm.com.co/Portals/proveedores_y_contratistas/proveedores-y-contratistas/normas-tecnicas/NC_MN_OC05_05_Pavimento_de_concreto_hidraulico_y_articulado_compressed.pdf?ver=_WDuXcTEZqidAJs9Nba37g%3D%3D
- CESPEDES, J. (2002). *Los Pavimentos en las vías terrestres*. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Chambi, R., Molero, S., & Paucara, P. (2017). *Plan de negocios para la implementación de una fábrica de adoquines de concreto en la ciudad de Arequipa*. Tesis de pregrado, Universidad ESAN, Arequipa, Perú. Recuperado de https://repositorio.esan.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12640/1282/2017_MATP-ARE_15-1_05_T.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Chaves Pabon, S., Osorio Baquero, E., Molano Barrera, C., Ospina Garcia, M., & Lizarazo Godoy, J. (2020). Comparacion Tecnica y economica entre plastico reciclado y adoquines de hormigon hidraulico. *Espacios*, 15.
- Consorcio Cementero del Sur. (2018). Simplifica tu proyecto. 1(1), 1-6.

- Dinesh, S., Dinesh, A., & Kirubakaran, K. (2016). Aprovechamiento de Residuos Plásticos en la fabricación de ladrillos y adoquines bloques. *Revista Internacional de Investigación en Ingeniería Aplicada*, 5.
- Espinoza, C. (2010). *Metodología de la Investigación Tecnológica*. Huancayo, Perú: Gráfica SAC. Recuperado de <https://ciroespinoza.files.wordpress.com/2012/01/metodolog3ada-de-investigac3b3n-tecnolc3b3gica.pdf>
- Fundamentos para la dirección de Proyectos (PMBOOK) Cuarta Edición*. (2008). Pennsylvania: Project Management Institute, Inc.
- García, J. (2021). *Los plásticos*. Blog de Tecnología. Recuperado de <http://www.jgvaldemora.org/blog/tecnologia/wp-content/uploads/2011/11/UNIDAD-2-PL%C3%81STICOS2.pdf>
- Groover, S. (2022). *Cuestionario Groover*. Instituto Tecnológico Superior de Huichapan. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/535120442/Poli-Meros-Groover>
- Gutiérrez, C., & Vargas, L. (2017). *Diseño y fabricación de una máquina extrusora para crear el filamento de la impresora 3D a partir de material plástico*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. Recuperado de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/7922>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta ed.). (S. Méndez, & C. Mendoza, Edits.) MCGRAW-HILL. Recuperado de <https://josedominguezblog.files.wordpress.com/2015/06/metodologia-de-la-investigacion-hernandez-sampieri.pdf>
- Hideki, T., Kwellner, M., Caputo, B., Nottebohm, M., & Crimella, F. (2020). *Estudio de Prefactibilidad de una planta de adoquines de hormigón*. Buenos Aires, Argentina: Instituto Tecnológico de Buenos Aires.
- Madrid, G. (2016). *Construcción de Pavimentos de Adoquines de Concreto*. Madrid, España: Instituto Colombiano de Productores de Cemento. Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/89254490/Construccion-de-Pavimentos-de-Adoquines-de-Concreto>

- Maure, J. (2018). Fabricación de ladrillos a base de polímeros PET y virutas metálicas. *Revista RIC*, 4(1), 33-38. Recuperado de <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/ric/article/view/1816/2626>
- MOYA, P. (2001). *Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Muñoz, F. (2019). *Una Ley para reducir el uso del plástico*. Recuperado de <https://www.minam.gob.pe/medios/prensa-escrita/una-ley-para-reducir-el-uso-del-plastico-publimetro-07-05-2018/>
- NTP. (2017). *Requisitos de adoquines de concreto según la NTP 399.611*.
- Organización de las Naciones Unidas. (2018). *O nos divorciamos del plástico o nos divorciamos del planeta*. Recuperado de <https://news.un.org/es/story/2018/06/1435111>
- Osarumwense, J., Salokun, O., & Okunday, A. (2020). Aprovechamiento de Residuos Plásticos de Polietileno de Baja Densidad (PEBD) en la producción de baldosas. *Journal of Materials and Environmental Science*, 9.
- Paz, M. (2019). *Reciclado de PET a partir de botellas de plástico*. Proyecto integrador, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba. Recuperado de <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/5567/PAZ%2C%20MARIA%20-%20PI%20Reciclado%20de%20PET%20a%20partir%20de%20botellas%20post%20consumo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Peréz, J., & Gardey, A. (2013). Definición de plástico. Recuperado de <https://definición.de/plastico/>
- Ramírez, T. (1999). *Como hacer un proyecto de investigación* (1° Edición ed.). Caracas, Venezuela: Panapo.
- REGLAMEN TO NACIONAL DE EDIFICACIONES, O. (s.f.). Lima: Instituto de la Construcción y Gerencia.
- RIVVA, E. (2010). *Diseño de Mezclas*. Lima: Instituto de la Construcción y Gerencia.
- RIVVA, E. (2012). *Concreto de Alta resistencia*. Lima: Instituto de la Construcción y Gerencia.
- SALINAS, M. (2008). *Costos y Presupuesto de Obra*. Lima: Instituto de la Construcción y Gerencia.

- SALINAS, M. (2009). *Administracion de Constratos de Obra*. Lima: Instituto de la Construccion y Gerencia.
- SALINAS, M. (2009). *Elaboracion de expedientes tecnicos*. Lima: Instituto de la Construccion y Gerencia.
- Sanchez Echevarri, L., Tovar Perilla, N. J., Suarez , P. J., Bravo Cervera, E. B., & Rojas Parra, D. F. (2021). Estudio Mecanico y de Mercado para Adoquin de Arena/Plastico Reciclado en una Ciudad Mediana de Colombia. *Journal*, 13.
- Singhal, A., & Omprakash, N. (2018). Aprovechamiento de residuos plasticos en la fabricacion de ladrillos plasticos de arena. *Conferencia Internacional sobre Nuevas Fronteras de la Ingenieria, la Ciencia, la Gestion y las Humanidades*, (pág. 4). Maharastra.
- Turpo, S. (2019). *Reciclado de plástico (PET) para la elaboración de adoquín mediante el proceso de extrusión*. Tesis de pregrado, Universidad Peruana Unión, Juliaca, Perú. Recuperado de https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/2116/Sirly_Tesis_Licenciatura_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- VALDEZ, A. (2006). *Organizacion planificacion y control de obras*. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustin.
- Vanitha , S., Venugopal, N., & Omprakaash, P. (2015). Utilisation of Waste Plastics as a Partial Replacement of Coarse Aggregate in Concrete Blocks. *Indian Journal of Science and Technology*, 8(12), 1-6. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/282903557_Utilisation_of_Waste_Plastics_as_a_Partial_Replacement_of_Coarse_Aggregate_in_Concrete_Blocks/link/5829eff108ae004f74ae05cc/download
- Vargas, Z. (2009). La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Revista Educación*, 33(1), 155-165. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>
- Vivanco, E. (2019). Envases plásticos y materiales biodegradables. *NatGeo*, 1(1), 1-8. Recuperado de https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/27236/1/Envases_plasticos_y_materiales_biodegradables_2019_FINAL.pdf

ANEXOS

Matriz de operacionalización de variables

Tipo de Variable	VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Variable Independiente	Plástico reciclado	El reciclaje de plástico se refiere al proceso de recuperación de desechos o desperdicios de plástico y al procesamiento de materiales en productos funcionales y útiles	El plástico reciclado será medida con un experimento.	1) Pretest. - Se medirá la propiedades físicas y mecánicas de los adoquines con agregado fino y grueso	-Dosificación -Moldeo -Fraguado -Granulometría del agregado fino y grueso.
Variable Dependiente	Adoquines con agregado fino y grueso	Son elementos macizos, prefabricados con forma de prisma recto tal que al colocarlos sobre una superficie encajen unos con otros de manera que solamente queden juntas entre ellos.	El adocuin de agregado fino y grueso será medido con un experimento	2) Experimento. - Se hará el experimento de los adoquines de plástico reciclado 3) Post-test. - Se medirá las propiedades físicas y mecánicas después del experimento para demostrar que ahora está bien y el experimento dio resultado	-Temperatura -% Plástico Reciclado (PET, PP y LDPE) -% Agregados Fino y Grueso - Tamaño de los plásticos -Resistencia a la compresión. -Peso -Absorción -Dimensiones -Textura

Matriz de Consistencia

Bachiller: Alan Alberto Belizario Mamani						
TÍTULO: “Propuesta de Utilización de adoquines de agregado fino y grueso con la adición de plástico reciclado para fines de pavimentación”						
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA	DIMENSIONES	INDICADORES
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable Independiente	Tipo de Investigación: Aplicada Diseño de la Investigación: Experimental Técnicas de Investigación: Observación Instrumentos de Recopilación de Datos: Guías de Observación de Campo Métodos de análisis de Datos Tablas, Ensayos Gráficos Población: 12 Adoquines de plástico reciclado. Muestreo: 12 Adoquines de plástico reciclado. Muestra: 12 Adoquines de plástico	1) Pretest. - Se medirá la propiedades físicas y mecánicas de los adoquines con agregado fino y grueso 2) Experimento. - Se hará el experimento de los adoquines de plástico reciclado 3) Post-test. - Se medirá las propiedades físicas y mecánicas después del experimento para demostrar que ahora está bien y el experimento dio resultado.	-Dosificación -Moldeo -Granulometría del agregado fino y grueso. -Temperatura -% Plástico Reciclado (PET, PP y LDPE) -% Agregados Fino y Grueso. -Resistencia a la compresión. -Peso -Absorción -Variación Dimensional Altura(h).
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Variable Dependiente			
1) ¿El adoquín con agregado fino y grueso con plástico reciclado tendrá una buena resistencia a la compresión? 2) ¿El adoquín de plástico reciclado tendrá unas buenas propiedades físicas? 3) ¿Cuál será el porcentaje óptimo de la dosificación de plástico reciclado en 70%,80% y 90%?	1) Determinar la resistencia a la compresión de los adoquines de plástico reciclado. 2) Determinar las propiedades físicas de los adoquines de plástico reciclado. 3) Determinar el porcentaje óptimo, de la dosificación de plástico reciclado en 70%,80% y 90%?	1) El adoquín de plástico reciclado tendrá una buena resistencia a la compresión. 2) El adoquín de plástico reciclado tendrá unas buenas propiedades físicas. 3) El adoquín de plástico reciclado tendrá un porcentaje óptimo de dosificación de plástico reciclado.	Adoquines de agregado fino y grueso			



OBELI S.A.C.

INGENIEROS Y ARQUITECTOS
CONTRATISTAS Y SERVICIOS GENERALES

CARTA DE AUTORIZACION

Arequipa, 22 de Marzo del 2022

Señor: Alan Alberto Belizario Mamani

Ciudad: Arequipa

Yo Leydi Amparo Huilca Huamani, identificado con DNI N° 46886579, con domicilio Augusto Freyre Mza E Lote 19 Hunter, representante legal de la empresa COBELI S.A.C, con RUC 20455912394.

Por medio del presente autorizo al Sr. Alan Alberto Belizario Mamani, con número de DNI N°43201317, para poder usar el nombre de la empresa, instalaciones de la empresa, maquinaria, maquinas, certificados, documentos y otros.

Atentamente:

COBELI S.A.C

Leydi A. Huilca Huamani
GERENTE

LABORATORIO DE ENSAYOS ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
 DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

RCF.INE.F1.02
 Ed.01. rev.00
 03-08-2019

INFORME DE ENSAYO
GRANULOMETRIA

CODIGO DE INFORME
DM 012.1
 Página: 1 de 1
 F.Emisión: 2022/02/12

ASTM C136/C136M - 19: Standard Test Method for Sieve Analysis of fine and Coarse Aggregates

PROYECTO(*): DISEÑO DE CONCRETO

UBICACIÓN(*): AREQUIPA - AREQUIPA

SOLICITANTE(*): COBELI S.A.C.

DIRECCIÓN(*): MZA. N LOTE. 14 URB. CORAZON DE JESUS - AREQUIPA

F. RECEPCIÓN: 2022/02/03

F. EJECUCIÓN: 2022/02/07

CANTERA(*): KM 48

Datos Adicionales(*): -

Datos de Muestreo: Muestra proporcionada por el Cliente

Variación de Ensayo: Ninguna

ENSAYADO EN: Laboratorio RCF S.R.L.

MUESTRA(*): AGREGADO GRUESO

CODIGO - M: DM 012 M1

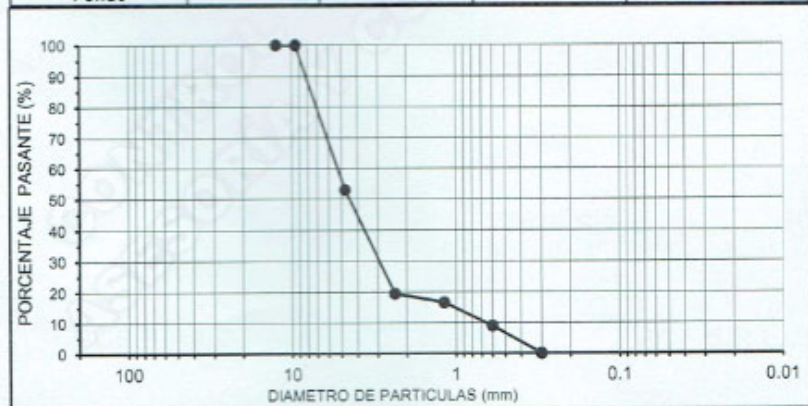
CONDICIÓN: Muestra Alterada

TAMIZ	Abertura (mm)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Total Pasante
5 in.	125.0			
4 in.	100.0			
3 1/2 in.	90.0			
3 in.	75.00			
2 1/2 in.	63.00			
2 in.	50.00			
1 1/2 in.	37.50			
1 in.	25.00			
3/4 in.	19.00			
1/2 in.	12.50		0	100
3/8 in.	9.50	0	0	100
No. 4	4.75	47	47	53
No. 8	2.36	33	81	19
No. 16	1.18	3	83	17
No. 30	0.60	8	91	9
No. 60	0.300	9	100	0
No. 100	0.150			
No. 200	0.075			
Fondo				

FRACCIONES	
GRAVA	47%
ARENA	53%
FINOS	0%

Datos Adicionales	
TM	3/8 in.
TMN	No. 4
MF	5.02

(*)Información brindada por el Solicitante



Observaciones: -

ROBERTO B. CACERES FLORES
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 5987R
 Lg-13614 - 0646

ISO/IEC 17025

N° 029168

LABORATORIO DE ENSAYOS ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
 DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

RCF.INE.F1.02
 Ed.01. rev.00
 03-08-2019

INFORME DE ENSAYO
GRANULOMETRIA

CODIGO DE INFORME
DM 012.2

Página: 1 de 1
 F.Emisión: 2022/02/12

ASTM C136/C136M - 19: Standard Test Method for Sieve Analysis of fine and Coarse Aggregates

PROYECTO(*): DISEÑO DE CONCRETO

UBICACIÓN(*): AREQUIPA - AREQUIPA

SOLICITANTE(*): COBELI S.A.C.

DIRECCIÓN(*): MZA. N LOTE. 14 URB. CORAZON DE JESUS - AREQUIPA

F. RECEPCIÓN: 2022/02/03

F. EJECUCIÓN: 2022/02/07

CANTERA(*): EL HUAYCO

Datos Adicionales(*): -

Datos de Muestreo: Muestra proporcionada por el Cliente

Variación de Ensayo: Ninguna

ENSAYADO EN: Laboratorio RCF S.R.L.

MUESTRA(*): AGREGADO FINO

CODIGO - M: DM 008 M-2

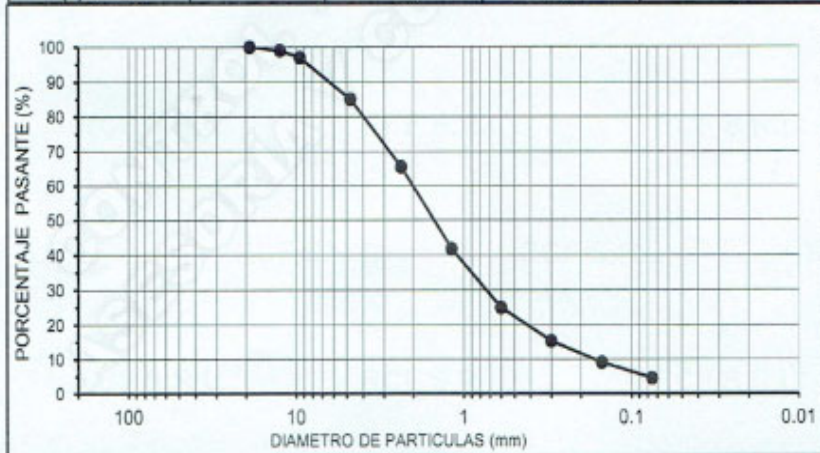
CONDICIÓN: Muestra Alterada

TAMIZ	Abertura (mm)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Total Pasante
5 in.	125.0			
4 in.	100.0			
3 1/2 in.	90.0			
3 in.	75.00			
2 1/2 in.	53.00			
2 in.	50.00			
1 1/2 in.	37.50			
1 in.	25.00			
3/4 in.	19.00		0	100
1/2 in.	12.50	1	1	99
3/8 in.	9.50	2	3	97
No. 4	4.75	12	15	85
No. 8	2.36	20	34	66
No. 16	1.18	24	58	42
No. 30	0.60	17	75	25
No. 50	0.300	10	85	15
No. 100	0.150	6	91	9
No. 200	0.075	5	95	4.8
(1)Fondo		4.6	100	0

FRACCIONES	
GRAVA	15%
ARENA	81%
FINOS	5%

Datos Adicionales	
TM	3/4 in.
TMN	3/8 in.
MF	3.61

(*Información brindada por el Solicitante
 (1)Pasante del tamiz N°200 - NTP 400.018-2020)



Observaciones:

(Firma manuscrita)
 ROBERTO B. CACERES FLORES
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 59876

PROYECTO : DISEÑO DE CONCRETO

UBICACIÓN : AREQUIPA - AREQUIPA

SOLICITA : COBELI S.A.C.

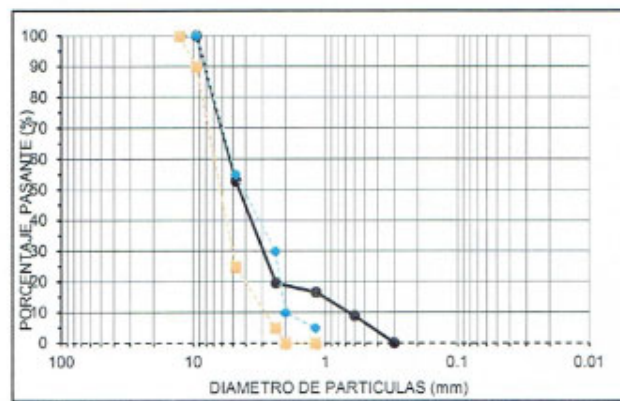
DIRECCIÓN : MZA. N LOTE. 14 URB. CORAZON DE JESUS - AREQUIPA

A necesidad del cliente se emite el siguiente informe técnico, evaluando el cumplimiento de sus resultados en husos granulométricos, para una mejor apreciación.

Documento de Referencia.		DM 012.1
MUESTRA:		Agregado Grueso
TAMIZ	Abertura (mm)	% Total Pasante
5 in.	125.0	
4 in.	100.0	
3 1/2 in.	90.0	
3 in.	75.00	
2 1/2 in.	53.00	
2 in.	50.00	
1 1/2 in.	37.50	
1 in.	25.00	
3/4 in.	19.00	
1/2 in.	12.50	100
3/8 in.	9.50	100
No. 4	4.75	53
No. 8	2.36	19
No. 16	1.18	17
No. 30	0.60	9
No. 50	0.300	0
No. 100	0.150	
No. 200	0.075	
Fondo		

Fondo

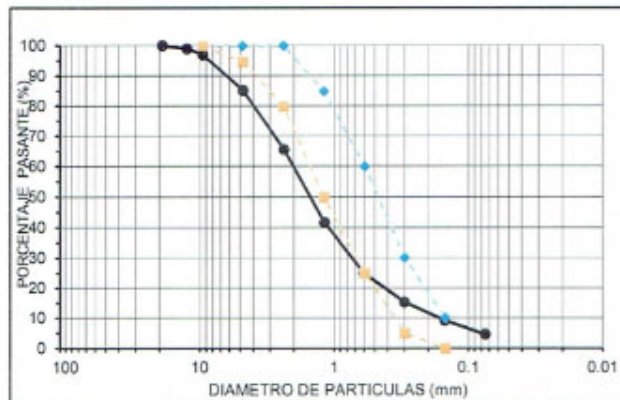
Huso Granulométrico: 89
ASTM C 33 - Agregado Grueso



Documento de Referencia.		DM 012.2
MUESTRA:		Agregado Fino
TAMIZ	Abertura (mm)	% Total Pasante
5 in.	125.0	
4 in.	100.0	
3 1/2 in.	90.0	
3 in.	75.00	
2 1/2 in.	53.00	
2 in.	50.00	
1 1/2 in.	37.50	
1 in.	25.00	
3/4 in.	19.00	100
1/2 in.	12.50	99
3/8 in.	9.50	97
No. 4	4.75	85
No. 8	2.36	66
No. 16	1.18	42
No. 30	0.60	25
No. 50	0.300	15
No. 100	0.150	9
No. 200	0.075	5
Fondo		0

Fondo

Huso Granulométrico: Único
ASTM C 33 - Agregado Fino



OBSERVACIONES:

LABORATORIO DE ENSAYOS ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL
INFORME DE ENSAYO
PESOS UNITARIOS

RCF.INE.F9.01
Ed 00 rev00
22/10/2019

CODIGO DE INFORME
DM 012. 4
Página : 1 de 1
F. Emisión: 2022/02/12

NTP 400.017-2020

AGREGADOS- Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados.

PROYECTO(*):	DISEÑO DE CONCRETO	RECEPCIÓN:	2022/02/03
UBICACIÓN(*):	AREQUIPA - AREQUIPA	EJECUCIÓN:	2022/02/07
SOLICITA(*):	COBELI S.A.C.	ENSAYADO EN:	Laboratorio RCF S.R.L.
DIRECCIÓN(*):	MZA. N LOTE. 14 URB. CORAZON DE JESUS - AREQUIPA	MUESTRA(*):	AGREGADO FINO
CANTERA(*):	EL HUAYCO	CODIGO - M:	DM 008 M-2
Datos Adicionales(*):	-	CONDICIÓN:	Muestra Alterada
Variación de Norma:	Ninguna		
Datos de Muestreo:	Muestra proporcionada por el Cliente.		
TMN del Agregado:	3/8 in.		

DENSIDAD DE MASA POR APISONADO

DESCRIPCIÓN		1	2
Masa de Molde mas Muestra	kg	6.450	6.454
Masa del Molde	Kg	1.846	1.846
Masa de la Muestra	kg	4.604	4.608
Volume del Molde	m ³	0.0028	0.0028
Densidad	kg/m ³	1637	1638

Densidad de masa (kg/m³)	1638
Densidad de masa (g/cm ³)	1.64

DENSIDAD PARA PESO SUELTO

DESCRIPCIÓN		1	2
Masa de Molde mas Muestra	kg	6.016	6.027
Masa del Molde	Kg	1.846	1.846
Masa de la Muestra	kg	4.170	4.181
Volume del Molde	m ³	0.003	0.003
Densidad	kg/m ³	1483	1486

Densidad de masa (kg/m³)	1485
Densidad de masa (g/cm ³)	1.48

(*) Información brindada por el solicitante

Observaciones: -

ISO/IEC 17025

ROBERTO B. CACERES FLORES
INGENIERO CIVIL
CIP: 5867F

PU017.11- 0205

N° 029171

LABORATORIO DE ENSAYOS ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL
INFORME DE ENSAYO
PESOS UNITARIOS

RCF.INE.F9.01
Ed 00 rev00
22/10/2019

CODIGO DE INFORME
DM 012. 3
Página : 1 de 1
F. Emisión: 2022/02/12

NTP 400.017-2020

AGREGADOS- Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados.

PROYECTO(*):	DISEÑO DE CONCRETO	RECEPCIÓN:	2022/02/03
UBICACIÓN(*):	AREQUIPA - AREQUIPA	EJECUCIÓN:	2022/02/07
SOLICITA(*):	COBELI S.A.C.	ENSAYADO EN:	Laboratorio RCF S.R.L.
DIRECCIÓN(*):	MZA. N LOTE. 14 URB. CORAZON DE JESUS - AREQUIPA	MUESTRA(*):	AGREGADO GRUESO
CANTERA(*):	KM 48	CODIGO - M:	DM 012 M1
Datos Adicionales(*):	-	CONDICIÓN:	Muestra Alterada
Variación de Norma:	Ninguna		
Datos de Muestreo:	Muestra proporcionada por el Cliente.		
TMN del Agregado:	No. 4		

DENSIDAD DE MASA POR APISONADO

DESCRIPCIÓN		1	2
Masa de Molde mas Muestra	kg	6.025	6.017
Masa del Molde	Kg	1.846	1.846
Masa de la Muestra	kg	4.179	4.171
Volume del Molde	m ³	0.0028	0.0028
Densidad	kg/m ³	1486	1483

Densidad de masa (kg/m ³)	1484
Densidad de masa (g/cm ³)	1.48

DENSIDAD PARA PESO SUELTO

DESCRIPCIÓN		1	2
Masa de Molde mas Muestra	kg	5.584	5.589
Masa del Molde	Kg	1.846	1.846
Masa de la Muestra	kg	3.738	3.743
Volume del Molde	m ³	0.003	0.003
Densidad	kg/m ³	1329	1331

Densidad de masa (kg/m ³)	1330
Densidad de masa (g/cm ³)	1.33

(*) Información brindada por el solicitante

Observaciones: -

ROBERTO CACERES FLORES
INGENIERO CIVIL
CIP. 59876

N° 029170

ISO/IEC 17025

LABORATORIO ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
 DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

RCF.INE.F6.01
 Ed00 rev 01
 22/08/2020

INFORME DE ENSAYO
GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS

CODIGO DE INFORME	
DM 012. 5	
Página:	1 de 1
F. Emisión:	2022/02/12

NTP 400.021 2020: Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso

PROYECTO(*):	DISEÑO DE CONCRETO	RECEPCIÓN:	2022/02/03
UBICACIÓN(*):	AREQUIPA - AREQUIPA	EJECUCIÓN:	2022/02/07
SOLICITA(*):	COBELI S.A.C.	ENSAYADO EN:	Laboratorio RCF S.R.L.
DIRECCIÓN(*):	MZA. N LOTE. 14 URB. CORAZON DE JESUS - AREQUIPA	MUESTRA(*):	AGREGADO GRUESO
CANTERA(*):	KM 48	CODIGO - M:	DM 012 M1
Datos Adicionales(*):	-	CONDICIÓN:	Muestra Alterada
Datos de Muestreo:	Muestra proporcionada por el Cliente.		

Tamaño Máximo Nominal: No. 4
 Preparación de Muestra: Condiciones de humedad natural

ITEM	DESCRIPCION	DATOS
1	MASA SATURADA SUPERFICIE SECA (B)	g 1268.5
2	MASA (MUESTRA + CANASTILLA) SUMERGIDA (C)	g 803.5
4	MASA MUESTRA SECA (A)	g 1249.5
5	MASA MUESTRA SUMERGIDA	g 803.5
6	TEMPERATURA	°C 23.7
7	VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm³ 465.0

ITEM	DESCRIPCION	RESULTADOS
8	Densidad Relativa (Gravedad Especifica) (OD):	2.69
9	Densidad relativa aparente	2.80
9	Densidad Relativa (Gravedad Especifica) (SSD):	2.73
10	Absorción	% 1.5

(*) Información brindada por el solicitante

Observaciones: -

LABORATORIO ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL
INFORME DE ENSAYO
GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS

RCF.INE.F7.01
Ed00 rev 01
22/08/2020

CODIGO DE INFORME

DM 012. 6

Página: 1 de 1
F. Emisión: 2022/02/12

NTP 400.022 2013(Rev.2018):

Método AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino

PROYECTO(*): DISEÑO DE CONCRETO

UBICACIÓN(*): AREQUIPA - AREQUIPA

SOLICITA(*): COBELI S.A.C.

DIRECCIÓN(*): MZA. N LOTE. 14 URB. CORAZON DE JESUS - AREQUIPA

CANTERA(*): EL HUAYCO

Datos Adicionales(*): -

Datos de Muestreo: Muestra proporcionada por el Cliente.

RECEPCIÓN: 2022/02/03

EJECUCIÓN: 2022/02/07

ENSAYADO EN: Laboratorio RCF S.R.L.

MUESTRA(*): AGREGADO FINO

CODIGO - M: DM 008 M-2

CONDICIÓN: Muestra Alterada

Preparación de Muestra: Condiciones de humedad natural

ITEM	DESCRIPCION	DATOS
1	MASA SATURADA SUPERFICIE SECA (S)	g 500.3
2	MASA DE MUESTRA + PICNOMETRO+ AGUA@	g 998.6
4	MASA PICNOMETRO MAS AGUA (B)	g 695.8
5	MASA MUESTRA SECA (A)	g 485.7
6	TEMPERATURA	°C 24.0

ITEM	DESCRIPCION	RESULTADOS
8	Densidad Relativa (Gravedad Especifica) (OD):	2.46
9	Densidad relativa aparente	2.66
9	Densidad Relativa (Gravedad Especifica) (SSD):	2.53
10	Absorción	% 3.0

(*) Información brindada por el solicitante

Observaciones: -

ISO/IEC 17025


ROBERTO CACERES FLORES
INGENIERO CIVIL
CIP. 5987F
Gs131.99- 0112

N° 029173



ASESORÍA Y CONSULTORÍA EN OBRAS CIVILES

ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
ASESORÍA, CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

INFORME DE ENSAYO
CONTENIDO DE HUMEDAD

Norma MTC E 108 - 2000

CÓDIGO DE INFORME

DM 012. 7

Página: 1 de 1

F. Emisión: 12/02/2022

PROYECTO(*): DISEÑO DE CONCRETO

UBICACIÓN(*): AREQUIPA - AREQUIPA

SOLICITA(*): COBELI S.A.C.

DIRECCIÓN(*): MZA. N LOTE. 14 URB. CORAZON DE JESUS - AREQUIPA

CANTERA(*): -

Datos Adicionales(*): -

Datos de Muestreo: Muestra proporcionada por el Cliente.

RECEPCIÓN: 2022/02/03

EJECUCIÓN: 2022/02/07

ENSAYADO EN: Laboratorio RCF S.R.L.

MUESTRA(*): Agregados

CONDICIÓN: Muestra Alterada

HUMEDAD DE AGREGADO GRUESO

CÓDIGO DE MUESTRA:		DM 012 M1	
CANTERA /PROCEDENCIA:		KM 48	
ITEM	DESCRIPCIÓN	1	
1	Peso de Muestra Húmeda + Tara g.	1196.1	
2	Peso de Muestra Seca + Tara g.	1191.4	
3	Peso de Tara g.	0.0	
4	Contenido de Humedad %	0.39	

HUMEDAD DE AGREGADO FINO

CÓDIGO DE MUESTRA:		DM 008 M-2	
CANTERA /PROCEDENCIA:		EL HUAYCO	
ITEM	DESCRIPCIÓN	1	
1	Peso de Muestra Húmeda + Tara g.	1076.2	
2	Peso de Muestra Seca + Tara g.	1013.6	
3	Peso de Tara g.	0.0	
4	Contenido de Humedad %	6.18	

OBSERVACIONES: Muestra proporcionada e identificada por el solicitante

ROBERTO CACERES FLORES
INGENIERO CIVIL
CIP. 5987F

Nº 048039