



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Uso de grano de caucho reciclado y agregado reciclado en las
propiedades mecánicas del concreto en pavimento rígido, Huaraz
2023

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera Civil**

AUTORA:

Ventura Gomez, Jaky Indira (orcid.org/0000-0001-5859-9501)

ASESOR:

Mg. Canta Honores, Jorge Luis (orcid.org/0000-0002-9232-1359)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación de cambio climático

HUARAZ – PERÚ

2024

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres porque siempre han creído en mí. A mis hermanas por enseñarme a afrontar las adversidades y por darme un ejemplo de superación y humildad. Por último, a mis sobrinas, por haberme extendido su mano en todo momento y brindado su amor incondicional.

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios por mi darme una increíble familia, gracias a su orientación ahora estoy egresando de la carrera de ingeniería civil, siempre recibí el gran apoyo de mis padres y hermanas, agradezco a mi hermano John Ventura por su paciencia y apoyo económico, por haber sido como mi padre brindándome sus consejos valiosos, finalmente agradezco a mi asesor de tesis Ing. Jorge Canta Honores por su infinita paciencia, sabiduría y buena orientación académica.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CANTA HONORES JORGE LUIS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - HUARAZ, asesor de Tesis titulada: "Uso de grano de caucho reciclado y agregado reciclado en las propiedades mecánicas del concreto en pavimento rígido, Huaraz 2023", cuyo autor es VENTURA GOMEZ JAKY INDIRA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

HUARAZ, 28 de Febrero del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CANTA HONORES JORGE LUIS DNI: 10743048 ORCID: 0000-0002-9232-1359	Firmado electrónicamente por: JCANTAHO el 28-02- 2024 16:19:17

Código documento Trilce: TRI - 0738982



DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, VENTURA GOMEZ JAKY INDIRA estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - HUARAZ, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Uso de grano de caucho reciclado y agregado reciclado en las propiedades mecánicas del concreto en pavimento rígido, Huaraz 2023", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

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

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

Nombres y Apellidos	Firma
VENTURA GOMEZ JAKY INDIRA DNI: 48078090 ORCID: 0000-0001-5859-9501	Firmado electrónicamente por: JIVENTURA el 06-03- 2024 09:23:48

Código documento Trilce: INV - 1545112

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARATULA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	x
ABSTRACT.....	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	8
III. METODOLOGÍA	29
3.1. Tipo y diseño de investigación	29
3.2. Variables y operacionalización	29
3.3. Población, muestra y muestreo	30
3.4. Técnica e instrumento de recolección de datos.....	32
3.5. Procedimientos	33
3.6. Método de análisis de datos:.....	45
3.7. Aspectos éticos:	45
IV. RESULTADOS	46
V.DISCUSIÓN.....	57
VI. CONCLUSIONES	60
VII. RECOMENDACIONES	62
REFERENCIAS	63
ANEXOS	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Porcentajes máximos y mínimos de insumos de caucho y agregado reciclado	6
Tabla 2. Según su densidad clasificada	18
Tabla 3. Agregado fino	19
Tabla 4. Agregado grueso NTP 400.037-2018 - ASTM C33 – 99.....	19
Tabla 5. Total, de volumen del concreto.....	31
Tabla 6. Tipos de ensayos de investigación	31
Tabla 7. características de los materiales	40
Tabla 8. Características de diseño	40
Tabla 9. características de los materiales	40
Tabla 10. Determinar el asentamiento	40
Tabla 11. Relación de agua - cemento (a/c).....	41
Tabla 12. Cálculo de la cantidad de agua de mezclado y aire	41
Tabla 13. Determinar la cantidad de agregado grueso	41
Tabla 14. Peso de material en estado seco	42
Tabla 15. Datos corregidos por humedad	42
Tabla 16. Dosificación de agregados	43
Tabla 17. Dosificación con insumos agregados de caucho + agregado reciclado	43
Tabla 18. Dosificación con insumos agregados de caucho + agregado reciclado	43
Tabla 19. Dosificación de agregados	44
Tabla 20. Ensayo de resistencia a compresión en 7, 14 y 28 días.	46
Tabla 21. Ensayo de rotura de probetas prismáticas en 28 días.	48
Tabla 22. Roturas de probetas a los 7, 14 y 28 días.	49
Tabla 23. Correlación de resistencia a compresión en 28 días.	51
Tabla 24. Correlación de resistencia a compresión en 28 días.	52
Tabla 25. Correlación de muestra patrón a flexión de concreto en 28 días.	53
Tabla 26. Correlación de resistencia a flexión en 28 días.	54
Tabla 27. Correlación de muestra patrón a tracción por compresión diametral de concreto en 28 días.....	55
Tabla 28. Correlación de resistencia a tracción por compresión diametral de concreto en 28 días.....	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Problema central	4
Figura 2. Almacenamiento de caucho reciclado	13
Figura 3. Caucho en granos para su derivado	14
Figura 4. Aislante eléctrico y térmico.....	14
Figura 5. Aislante de cerámica y/o teflón.....	14
Figura 6. Tamices de diferentes medidas.....	15
Figura 7. Granulometría de agregado fino.....	16
Figura 8. Granulometría de agregado grueso.....	16
Figura 9. Pasos de la trituración mecánicas y tamizado de CR	17
Figura 10. Agregado fino.....	18
Figura 11. Agregado grueso.....	19
Figura 12. Árido procedente de hormigón reciclado	20
Figura 13. Agregados reciclados de albañilería.....	20
Figura 14. Agregados reciclados mixto	21
Figura 15. Pasos de la trituración mecánicas y tamizado de ACR.....	22
Figura 16. La losa de concreto	23
Figura 17. Del Sistema sus componentes principales.	24
Figura 18. Capa de rodadura de un pavimento flexible	25
Figura 19. Corte transversal.....	25
Figura 20. Características específicas de la mezcla del concreto.....	25
Figura 21. Tipos de falla en los testigos cilíndricos de concreto	26
Figura 22. Ensayos de laboratorio.....	27
Figura 23. Tipos de falla en los testigos cilíndricos de concreto	27
Figura 24. Falla en el concreto cilíndrico de concreto.....	28
Figura 25. Calculo de tracción por compresión diametral de concreto cilíndrico ..	28
Figura 26. Recolección de llantas neumáticas desechados	34
Figura 27. Recolección de agregados reciclado desechado.....	35
Figura 28. Recolección de agregados grueso y fino natural	35
Figura 29. Llantas reciclados lavados y secados	35
Figura 30. Llantas cortadas en partes de 1” a 3”	36

Figura 31. Llantas cortadas remojados en agua con alcohol poli vinílico usando el método de remojo en agua con hidróxido de sodio	36
Figura 32. Ubicación de la cantera de agregados	37
Figura 33. Insumos de ensayo para laboratorio	38
Figura 34. Granulometría del caucho molido.....	38
Figura 35. Granulometría del Agregado Reciclado Triturado.....	39
Figura 36. Certificado de conducta responsable	45
Figura 37. Histograma de rotura por cada tipo de concreto en 7, 14 y 28 días.....	47
Figura 38. Histograma de resistencia promedio en 28 días.....	48
Figura 39. Ensayo de resistencia promedio en 7, 14 y 28 días.	50

RESUMEN

En esta investigación el objetivo fue demostrar cómo influye el uso del caucho reciclado y agregado reciclado en las propiedades mecánicas del pavimento rígido, considerando el vacío de la investigación y las escasas investigaciones sobre uso de agregados artificiales, ya que, su uso minimiza el impacto de la contaminación ambiental siendo residuos sólidos en desuso. La metodología de investigación es de tipo aplicada, enfoque cuantitativo y diseño experimental. Como población cuenta con 2m³ volumen de mezcla de concreto, cuatro tipos de dosificaciones, 72 probetas cilíndricas para ensayos de compresión y tracción, 8 muestras prismáticas para ensayos de flexión. Los resultados de investigación con insumos de CR más AR, con porcentajes propuestos son: 5%, 10% y 15% de CR triturado con relación a arena y 10% proporción estable de AR con relación a piedra chancada, como diseño de mezcla fue 210kg/cm², y resultado de laboratorio de muestra patrón fue 273.54kg/cm². Asimismo, en resistencia a compresión fue 5% y 10% CR más 10%AR resultó 261.30kg/cm² y 233.74kg/cm² a 28 días de curado, tracción fue 48.67kg/cm² y 50.68kg/cm², flexión resultó 66.42kg/cm². Finalmente se concluyó adicionando el CR más AR son favorables y aplicables en 5% y 10% CR y 10% de AR.

Palabras clave: Caucho reciclado, agregado reciclado, propiedades mecánicas, pavimento rígido.

ABSTRACT

In this research the objective was to demonstrate how the use of recycled rubber and recycled aggregate influences the mechanical properties for rigid pavement, considering the research gap and the scarce research on the use of artificial aggregates, since their use minimizes the impact of environmental pollution being disused solid waste. The research methodology is applied, quantitative approach and experimental design. As population it has 2m³ volume of concrete mix, four types of dosages and 72 cylindrical specimens for compression and tensile tests by diametral compression and 8 prismatic specimens for flexural tests proportionally. The results of research with inputs of recycled rubber plus recycled aggregate with proposed percentages of 5%, 10% and 15% of recycled rubber in relation to sand and recycled aggregate in relation to crushed stone was 10% stable proportion; as a standard design it was 273.54kg/cm², in compressive strength was 5% and 10% CR plus 10%AR was 261.30kg/cm² and 233.74kg/cm² at 28 days of permanent curing, diametric compression tensile strength was 48.67kg/cm² and 50.68kg/cm² and flexural strength was 66.42kg/cm². Finally, it was concluded that the addition of recycled rubber plus recycled aggregate are favorable and applicable for the investigation in the percentages of 5% and 10% of ground rubber and recycled aggregate crushed with 10%.

Keywords: Recycled rubber, recycled aggregate and mechanical properties, rigid pavement.

I. INTRODUCCIÓN

La explotación de áridos está más extendida en todo el mundo, cada año se extraen 50.000 millones de toneladas de arena y grava, lo que contribuye a una grave contaminación, inundaciones y agotamiento de acuíferos y otros recursos naturales. Penosamente estos materiales son esenciales para la producción de hormigón, asfalto, vidrio y otros materiales utilizados en la construcción (Organización de las Naciones Unidas, 2019). Además, diversas entidades internacionales como Suiza, Francia, Alemania y Polonia afirman que diversas actividades humanas industriales generan impactos negativos sobre el medio ambiente, como principal actividad que afecta es la sobre-explotación superficial de minerales y recursos naturales, causando transformación de la morfología del terreno, afectando las condiciones del agua y extinguiendo diferentes especies de animales, aves, anfibios, así como la flora local (Kozioł, et al., 2018).

Por un lado, las emisiones de gases de efecto invernadero son la principal fuente del calentamiento global, producido por grandes industrias y sectores de construcción, causando impactos negativos en la contaminación ambiental específicamente por CO₂ (Yunyun, 2020), también la sobreproducción de caucho y escaso control de reciclaje causan degradación al medio ambiente, por consiguiente, es necesario aprovechar el caucho en desuso para reutilizarlo en derivados. Con respecto al sector de construcción, con la finalidad de minimizar los efectos negativos al medio ambiente, plantea que los residuos de construcción y demolición, se incorpore como áridos reciclados (RA) en material de construcción como arena o piedra chancada, pese a su uso limitado, a causa de su heterogeneidad, porosidad y menor resistencia en comparación con agregados naturales (NA) (Gomes, et al., 2021).

El desarrollo de infraestructura y urbanización han creado alta demanda a nivel mundial en construcción, requiriendo agregados de recursos naturales en 51,7 millones de toneladas métricas al año y se estima el 5.2% de crecimiento anual posterior, por otro lado, destacados investigadores proponen un método de construcción sostenible que preserva el medio ambiente utilizando cenizas, escorias, lodos y residuos de la construcción, con la finalidad de reutilizar y reciclar insumos que permitirán alcanzar objetivos, tanto sostenibles como económicos (Bekkeri, et al., 2023)

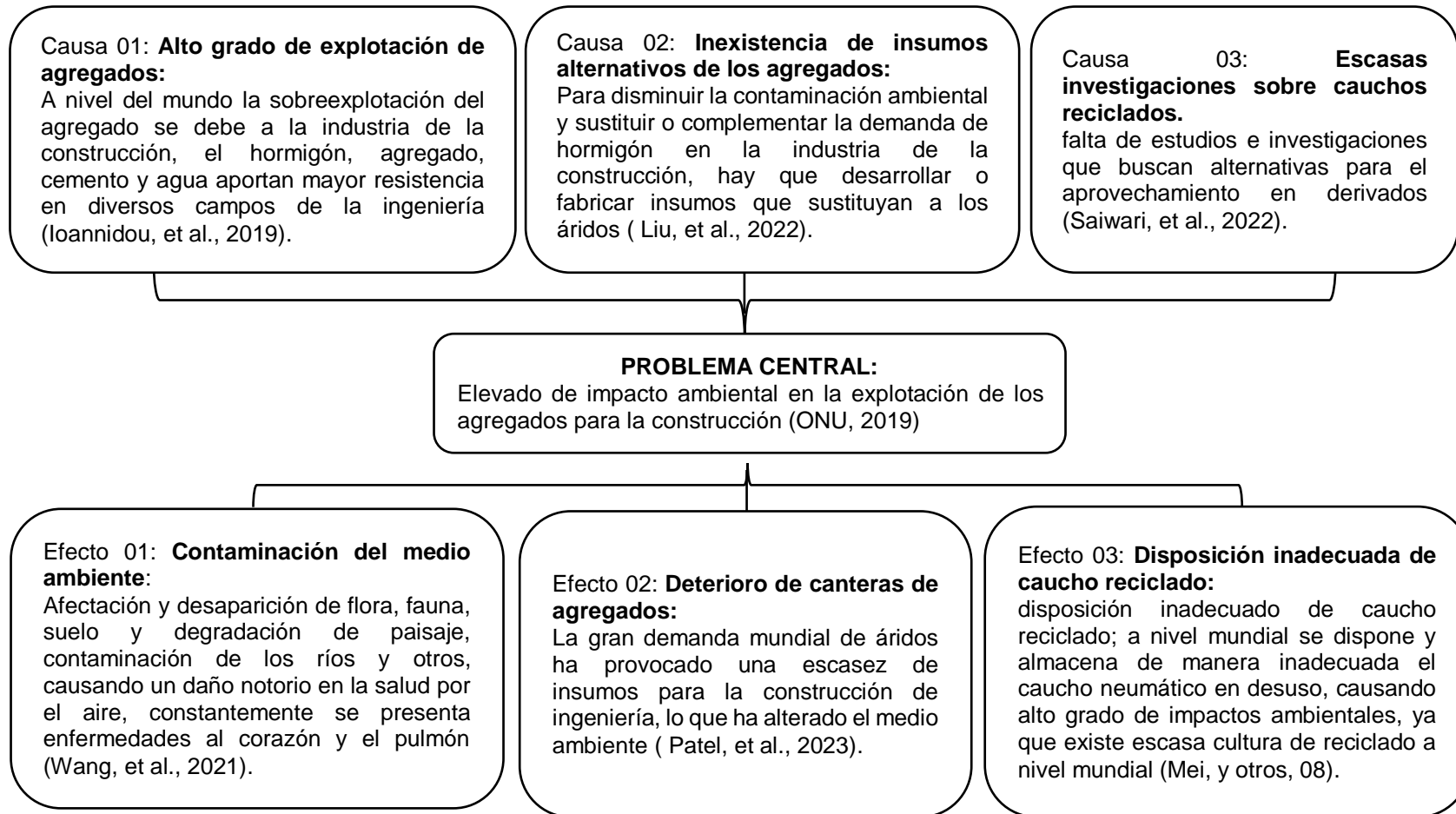
En el Perú según la Camara de Comercio Lima, (2022) ha comercializado 2.6 millones vehículos livianos, observando un crecimiento alto de vehículos, lo que conlleva al incremento de caucho neumático, ocasionando preocupación sobre contaminación ambiental, por mala práctica de reciclaje de las llantas que serán desechados, causando daños en los ríos, mares y habitat naturales de flora y fauna, causado por atropello del plan de reciclaje de cauchos y desechos, por consiguiente, se deben proponer alternativas sostenibles del uso y reuso del caucho, sea en mezclas asfálticas, en mezclas de concreto para pavimento rígido y en diversos insumos. En efecto, existen pocas investigaciones que proponen revalorizar la flora y fauna en el Perú, debido a la falta de sensibilización, deforestación descontrolado, contaminación del agua, siembra de especies introducidas, por consiguiente, se observó la perdida de flora y fauna endémica (Esenarro, et al., 2023), consecuencia demostrada en un estudio en el sur de Perú y el Norte de Chile, donde se han producido recientemente fenómenos desfavorables como sequías e inundaciones, lo que indica un cambio en la aridez de la tierra debido al cambio climático (Pino, et al., 2022)

A nivel de Ancash se registraron 7,303 vehículos con un crecimiento de porcentaje de 7.59%, la demanda vehicular y el crecientito es alto y no existe antecedentes de reuso del caucho (Superintendencia Nacional de Registros Publicas, 2020). Por consiguiente, los estudios sobre la calidad de agua demuestra la contaminación ambiental, indicadores que muestran sobre mala calidad del agua es por la contaminación ambiental (Rangecroft, et al., 2023). Como resultado, podríamos empezar a añadir caucho junto con árido reciclado en pavimento rígido para mejorar sus cualidades mecánicas y su longevidad en la región Ancash y tener un mayor control de los recursos naturales como la piedra y la arena.

Las causas y efectos más relevantes es el alto grado de explotación de agregados; a nivel del mundo la sobreexplotación del agregado se debe a la industria de la construcción, el hormigón, agregado, cemento y agua aportan mayor resistencia en diversos campos de la ingeniería (Ioannidou, et al., 2019); segundo causa, inexistencia de insumos alternativos de los agregados; para disminuir la contaminación ambiental y sustituir o complementar la demanda de hormigón en la industria de la construcción, hay que desarrollar o fabricar insumos que sustituyan a los áridos (Liu, et al., 2022), por último la tercera causa; escasas investigaciones

sobre cauchos reciclados, falta de estudios e investigaciones que busquen alternativas para el aprovechamiento en derivados (Saiwari, et al., 2022). El primer efecto, contaminación de medio ambiente; afectación y desaparición de flora, fauna, suelo y degradación de paisaje, contaminación de los ríos y otros, causando un daño notorio en la salud por el aire, constantemente se presentan enfermedades al corazón y el pulmón (Wang, et al., 2021). El segundo efecto, deterioro de canteras de agregados; la gran demanda mundial de áridos ha provocado una escasez de insumos para la construcción de ingeniería, lo que ha alterado el medio ambiente (Patel, et al., 2023). El tercer efecto, disposición inadecuada de caucho reciclado; a nivel mundial se dispone y almacena de manera inadecuada el caucho neumático en desuso, causando alto grado de impactos ambientales, ya que existe escasa cultura de reciclado a nivel mundial (Mei, y otros, 08).

Figura 1. Problema central



Fuente. Elaboración propio 2023.

Ya definido la investigación, plantea de la siguiente manera el problema general ¿Cómo influye el uso de grano de caucho y agregado reciclado en las propiedades mecánicas de pavimento rígido, Huaraz, Ancash, 2023? Así mismo, plantea tres preguntas específicas: (1) ¿Cómo influye el uso de grano de caucho y agregado reciclado en la resistencia a compresión en pavimento rígido, Huaraz, Ancash, 2023? (2) ¿Cómo influye el uso de grano de caucho y agregado reciclado en la resistencia a flexión en pavimento rígido, Huaraz, Ancash, 2023? y (3) ¿Cómo influye el uso de grano de caucho y agregado reciclado en tracción por compresión diametral en pavimento rígido, Huaraz, Ancash, 2023?, por ultimo una pregunta descriptiva para precisar el diseño de mezcla, ¿Qué porcentaje de adición de caucho y agregado reciclado para la obtención del diseño de mezcla óptima en pavimento rígido, Huaraz, Ancash 2023?.

Respecto a la Justificación teórica, con el fin de mejorar los parámetros de resistencia del concreto, en el campo de la ingeniería se han estudiado a fondo los efectos de las propiedades mecánicas sobre el caucho reciclado (Aslam, et al., 2022). No obstante, son escasas las investigaciones que han desarrollado sobre los propiedades mecánicas en pavimento rígido relacionado con grano de caucho más agregado reciclado, (Ataria, et al., 2022), se consideró investigaciones sobre las propiedades mecánicas en estructuras de concreto que contiene caucho, es decir, son el mismo campo de estudio. En este sentido, siguiendo el vacío teórico propuesto del autor (Zrar, et al., 2023) busca ampliar la investigación de la propiedades mecánicas adicionando el caucho reciclado más agregado reciclado. En cuanto al caucho reciclado sus composiciones químicas es polímero, polisopreno y látex, remplazando como agregado fino dicho insumo mejora su resistencia a flexión, considerando un estricto pre-tratamiento para la unión entre los agregados y cemento, para ello, se toma un método aceptable, cabe señalar que el caucho triturado pre-tratado con alcohol poli vinílico usando el remojo en agua con hidróxido de sodio, es un método viable para mejorar la unión de los agregados, pese que existen efectos negativos observados, obtenemos resultados que fueron aceptables (Tamanna , et al., 2020). Cuando se añade material caucho triturado y cementante adicional, el caucho pre-tratado aumenta la resistencia a la compresión, hasta un máximo del 10% de contenido de caucho. Le sigue una mejora en la resistencia a flexión, que aumenta notablemente con un 15%, cabe

señalar que existen resultados favorables en la resistencia al impacto mecánico con cargas de flexión hasta un 91% (Milecivic, 2018). Finalmente el uso de agregado reciclado es un agregado de concreto que cumplió su vida útil, lo cual está compuesto por cemento, agregado natural (grava y arena), agua y aditivos, se considera una alternativa de reutilización y contribución a la disminuir la sobre explotación de los agregados naturales.

Tabla 1. Porcentajes máximos y mínimos de insumos de caucho y agregado reciclado

PORCENTAJES DE INSUMOS DE CAUCHO				
AUTOR			C.R Min	C.A Max
Lopez, y otros, (2019), se preparan muestras probetas de hormigon adicionando caucho con un porcentaje minimo de 5% y porcentaje minimo de 20% con relacion al agregado fino.			5%	20%
Soto, y otros, (2019), se ha relaizado varios ensayos con probetas de concreto donde se ha adiconado porcentajes de caucho triturado como porcentaje minimo 3%, 5%, 7% y porcentaje maximo 10%, con relacion al agregado fino.			3%	10%
Velasquez, (2022), los proporciones tomados de las 3 muestras adicionando el caucho reciclado es de 3%, 6% y 9% respecto al agregado fino para los ensayos correspondientes.			3%	9%
Castillo, (2019), se ha sustituido parcialmente el caucho triturado con porcentaje de 5%, 7,5% y 10%, con relación al agregado fino con exigencia de que el agregado contenga gránulos de 2mm a 3,5 mm de tamaño.			5%	10%
Lima, y otros, (2020), se incorporó el grano de caucho de tamaño 2.36mm a 4.75mm, con relación al agregado fino con porcentajes de 4%, 8% y 12% para someter a los ensayos correspondientes.			4%	12%
Caro, y otros, (2020), Para las pruebas, se añaden partículas de caucho reciclado en cinco grupos con porcentajes variables: 1%, 2%, 3% y hasta 4%, respectivamente.			1%	4%
Menacho, y otros, (2022), se preparan muestras de 4 grupos donde se sustituyen porcentajes de 4, 6 y 8% con relación al árido fino para realizar los ensayos correspondiente.			4%	8%
San Martin, (2019), se preparan 6 muestras de diseño de mezcla con agregado grueso en proporciones de sustitución de 25%, 50% y 100% para el agregado grueso para su debido ensayo.			10%	25%
PORCENTAJES DE INSUMOS DE CAUCHO Y AGREGADO RECICLDO				
AUTOR			AR. Mín.	AR. Máx.
Goñas, y otros, (2019)			35%	35%
Canales , y otros, (2019)	5%	100%	CR Mín.	CR. Máx.
			5%	15%
Propuesta de investigador	5, 10 y 15%	5%	5%	15%

Fuente: elaboración propia.

La justificación Técnica, el presente estudio es significativo porque pretende mejorar las propiedades mecánicas del hormigón con áridos de partículas de caucho y de la mezcla de hormigón en pavimentos rígidos, varios estudios han demostrado que la adición de áridos reciclados y de caucho al hormigón, mejora la resistencia a la compresión, tracción y su alta resistencia a flexión.

Como objetivo general tenemos; Demostrar cómo influye el uso del caucho reciclado y agregado reciclado en las propiedades mecánicas en pavimento rígido, Huaraz, Ancash, 2023. Y los objetivos específicos son; (1) demostrar cómo influye el grano de caucho reciclado y agregado reciclado en la resistencia a compresión en pavimento rígido; (2) demostrar cómo influye el uso de grano de caucho y agregado reciclado en la resistencia a flexión en pavimento rígido; y (3) demostrar cómo influye el uso de grano de caucho y agregado reciclado en la resistencia a tracción por compresión diametral en pavimento rígido y por ultimo determinar el porcentaje de adición de caucho y agregado reciclado para la obtención del diseño de mezcla óptima en pavimento rígido, Huaraz, Ancash, 2023

Para finalizar tenemos como Hipótesis: el uso de partículas de caucho y agregado reciclado SI INFLUYE a las propiedades mecánicas de pavimento rígido, Huaraz, Ancash, 2023; y las hipótesis específicos son: (1) el uso de grano de caucho y agregado reciclado si influye resistencia a la compresión en de pavimento rígido, (2) el uso de grano de caucho y agregado reciclados influye en la resistencia a la flexión en pavimento rígido; (3) el uso de grano de caucho y agregado reciclados influye en la resistencia a tracción por compresión diametral en pavimento rígido y finalmente la adición de caucho y agregado reciclado SI INFLUYE para la obtención del diseño de mezcla óptima en pavimento rígido.

II. MARCO TEÓRICO

Los estudios internacionales que fundamentaran la investigación y mostramos los más relevantes:

La presente investigación enfatiza los múltiples problemas con la sobre-explotación de las canteras de agregados y el abundante residuo que se produce durante la construcción y la demolición de edificaciones, ocasionando infertilidad a las áreas perimetradas de la zona, al mismo tiempo la contaminación descontrolada de los ríos, carreteras y otros por desuso de cauchos desechados y agregados en eliminación por demoliciones de construcciones y pavimentos. Considerando autores internacionales; Ataria, et al., (2022) tiene por **objetivo** evaluar la durabilidad, trabajabilidad y cualidades mecánicas del hormigón fabricado íntegramente con materiales reciclados de caucho, el **método** que expresa es experimental de tipo aplicada y enfoque cuantitativo, como herramientas de investigación se utilizó fichas de laboratorio y observación, como **población** tiene la mezcla de concreto y caucho reciclado de 3m³ de mezcla, 36 muestras de briquetas cilíndricas incorporando caucho molido tratado, el caucho granulado de 2mm de espesor será sustituido por el agregado fino de 5%, 10%, 15% y 20%, por lo tanto, **el resultado** presentado es; la primera etapa sobre trabajabilidad, se puede utilizar AR solo con el 5%CR para construcciones de estructura, seguido se lleva a cabo ensayos donde agregan caucho en 5% conjuntamente con el AR, descendiendo en 21,1 y 32.8% en la resistencia a compresión, con 28 días de curado del hormigón de áridos reciclados cauchutado con una concentración del 5% y 32.8%, con relación a la muestra patrón y la tercera etapa evalúan el rendimiento de durabilidad del concreto de agregado reciclado con una concentración de 5%, finalmente, se determinó que la adición de caucho granulado al hormigón disminuía ligeramente su resistencia a la compresión, verificado en estudios de resistividad iones de cloruro para AR con 5% de adición CR, si se adiciona más porcentaje de lo sugerido el resultado contrastado del pulso ultrasonico arrojará resultados desfavorables. Finalmente se ha descubierto que la ductilidad del AR con granos de caucho es mayor que la del AR sin caucho triturado, puesto que el insumo en el concreto trabajaría como hormigón engomado, por esta razón, la concentración de gránulos de caucho se fijó en el 5%.

Tamanna, et al., (2020) pretende investigar las características mecánicas del hormigón con áridos y caucho reciclado, cuenta con una investigación experimental, cuantitativa de tipo aplicada, la población es 63m³ para siete mezclas de concreto, en las cuales 9 muestras cilíndricas sin control de adiciones en tres etapas de remplazo, usando los porcentajes de 0%, 10% y 20%, teniendo el procedimiento de curado hasta 56 días, en la segunda etapa existe un pretratamiento de NaOH, llegaron entonces a la comprobación experimental de que la adición de caucho a los 28 días disminuía considerablemente la resistencia a la compresión, en un 54% y un 66%, en comparación con la adición de un 10% y un 20% de caucho reticulado sin tratamiento, por ende los valores de resistencia mejoraron con un tratamiento estricto de NaOH con un 15% y 29% mayor a los 28 días, asimismo, se encontró resistencias similares para una adición de 20% de caucho tratado y con un valor fijo del agregado reciclado hasta un 10%, dicho agregado disminuye la resistencia mínimamente solo con un 5% de su resistencia, seguidamente la resistencia a la tracción disminuyó cuando se adicionó un 30% a 50% más caucho, a diferencia de un incremento de 11% a 16% de resistencia con el caucho tratado y con la adición solo del 10% máximo, la dosificación máxima con mejora a la resistencia a tracción es 10% de caucho reciclado y hasta un 15% de concreto reciclado, y por último la resistencia a la flexión bajó su resistencia cuando se adicionó hasta 20% de caucho con 9% menor en los 28 días y a los 90 días en un 19%, además, una de las muestras con hasta un 10% de hormigón reciclado y superior máximo al 10% de adición de caucho reciclado con una deflexión del 25% se considera satisfactoria, en conclusión el caucho tratado con Hidróxido de Sodio (NaOH) mejora al dicho insumo, por consiguiente influye en las propiedades mecánicas de concreto, ya que, penetran mejor cuando en caucho es tratado, hasta un 20% contribuyó en la mejora de la mezcla en comparación al no tratado y la adición óptima de caucho fue el 10% máximo independientemente.

Carrillo, et al., (2020) la investigación se enfatiza en los problemas que se generan al desechar millones de llantas neumáticas cada año ocasionando un gran problema medioambiental, dado que el caucho reciclado se reutiliza muy poco, el objetivo del estudio es mostrar cómo afecta el caucho neumático utilizado a las características mecánicas del hormigón ($F'c=245 \text{ kg/cm}^2$), ya que la dosificación ha

sido utilizado en diversos materiales de construcción, el método es experimental, de tipo aplicada, con herramientas de investigación como fichas de laboratorio y observación, la población fue de 3m³ de mezcla de hormigón y 72 probetas para ensayos de compresión en rotura cilíndrica y 12 para ensayos de flexión en losas de hormigón con adiciones de fibra de 5%, 10% y 15%, seguidamente el resultado nos muestra un concreto patrón de $F'c=245\text{kg/cm}^2$ y resultó 272.5kg/cm^2 con un agregado de 5% de arena gruesa e incrementó 2.63% con 37.83 kg/cm^2 , en la rotura de flexión se tuvo como muestra patrón 38.83 kg/cm^2 con adición de 5%, 10% y 15% de caucho y los resultados favorables son 40, 43 y 45 kg/cm^2 , finalmente la conclusión llegada sobre los cauchos con pretratamientos influye positivamente en los porcentajes de 10% y minimiza los impactos ambientales.

Correa (2018) En el estudio implantación de mezcla bituminosa modificada con gránulos de caucho en una localidad de Nueva Granada, el objetivo es analizar los beneficios que resultan el uso de gránulos de caucho en mezclas asfálticas para restaurar la maleabilidad, con el fin de aprovechar el caucho reciclado, por lo tanto, se concluye que el análisis de este diseño de mezcla, que incorpora llantas de caucho recuperadas con varios ensayos con probetas de concreto donde resultó en una reducción de costes, beneficios y actividad, también mejora la vida útil del pavimento y reduce significativamente el mantenimiento que se puede requerir como consecuencia de desperfectos en el pavimento.

Soto y otros (2019) el objetivo de estudio es entender cómo se comporta el hormigón después de añadir caucho, el estudio examinará el hormigón que ha sido tratado con caucho como aditivo para la alineación estructural, en el estudio se utilizaron como ejemplos gránulos de caucho y muestras de hormigón para ensayo con caucho añadido, así como métodos de recogida, análisis y análisis de datos, como conclusión la resistencia a la compresión del hormigón no pareció haber disminuido, y todos los ensayos por encima de los 21 Mpa de resistencia, demostrando un resultado excelente y positivo, se ha adicionado porcentajes de caucho triturado como porcentaje mínimo 3%, 5%, 7% y porcentaje máximo 10%.

Continuando con los antecedentes nacionales de Lima y otros(2020) el propósito de este informe es esbozar y aclarar las consecuencias que surgen cuando se

añaden insumos secundarios a un diseño de mezcla de pavimento de hormigón para Ate 2020, El objetivo de este estudio es determinar el impacto de la adición de hormigón reciclado al hormigón $f'c=280\text{kg/cm}^2$ para diseñar un pavimento rectilíneo se empleó como metodología aplicada de nivel explicativo, la población se dividió en dos grupos, el primero de los cuales incluía 36 especímenes cilíndricos y segundo 20 especímenes, como conclusión la cantidad de caucho añadida al hormigón al 4% resultó $f'c=280\text{ kg/cm}^2$, no afecta negativamente a la durabilidad del hormigón, por el contrario, el aumento de caucho reduce los efectos negativos, lo que contribuye a reducir la aparición de grietas, ya que se incorporó el tamaño de grano 2 del caucho. Esto se debe a que se ha determinado que la adición de caucho al hormigón armado con $f'c\ 280\text{ kg/cm}^2$ no afecta negativamente a la durabilidad del hormigón 2.36 a 4,75 mm en relación con el agregado fino, que debe someterse a las pruebas correspondientes con porcentajes de 4%, 8% y 12%.

Cabanillas (2017) el estudio se enfoca en buscar alternativas, por la sobreexplotación de canteras y la contaminación de medio ambiente, el objetivo de esta investigación es determinar las propiedades mecánicas del hormigón mejorado mediante la incorporación de partículas de caucho reciclado y el modo en que esto influía en las propiedades mecánicas del hormigón, la población de 72 especímenes se estudió utilizando metodología de investigación aplicada, nivel explicativo y diseño experimental, esos 72 especímenes de concreto diseñados que serán sometidos a ensayos de compresión axial, las demostraciones serán sondeos de hormigón que han sido sustituidos parcialmente con 10%, 15 % y 20% de árido añadido hasta hormigón regenerado, el instrumento se empleó conforme a las directrices de observación sobre el terreno, y el método empleado fue la observación, según los resultados del estudio, la disminución porcentual de la resistencia a la compresión a 28 días es del 8,47% para el hormigón diseñado a 28 días con una sustitución del 10% del aglomerado fino por caucho reutilizado, del 38,15% para el hormigón diseñado con una sustitución del 15% del aglomerado fino por caucho reutilizado, y del 46,10% para el hormigón diseñado con una sustitución del 20% del aglomerado fino por caucho reutilizado.

Castillo (2019) el estudio pretende evaluar el comportamiento de las obras de ingeniería agregando el caucho desechado para reemplazar algunos agregados con

el fin de minimizar la contaminación del entorno y reducir la explotación de canteras, considerado con respecto a las propiedades físicas y mecánicas del hormigón el propósito del estudio fue evaluar las propiedades del pavimento rectilíneo de concreto con caucho recuperado en la Avenida Metropolitana, la metodologías de investigación aplicada, explicativa y experimental, la población se formó a hormigón en estado fresco y endurecido con la añadidura de caucho recobrado en un pavimento rígido, y se utilizaron la muestra realizada para el período de vida 7, 14, y 28 días cada prueba, considerado con relación a las propiedades físicas y mecánicas del hormigón, con énfasis que se concentran en un diseño de mezcla que tendrá como referencia un modelo patrón prestando especial atención a la necesidad de que el hormigón tenga partículas de un tamaño comprendido entre 2 y 3,5 mm y han concluido, centrándose en la necesidad de que el hormigón contenga gránulos de 2 mm a 3,5 mm y que los áridos con pesos del 5%, 7,5% y 10% hayan suplido de forma parcial las características físicas y mecánicas del concreto para un pavimento rígido.

Y finalmente como antecedentes locales; Caro y otros (2020) el estudio realizado propone utilizar caucho desechado con el fin optner reacciones en las propiedades mecanicas y evaluar que cantidad se puede usar dichos agregados no naturales para la mezcla de concreto dicho estudio es en la casa de estudios cursando para la titulacion, el fin planteado en el estudio es evaluar cómo las propiedades mecánicas de una mezcla de asfalto reaccionan los componentes reaccionan, la metodología planteada es de nivel aplicado, experimental y correlativo, la población está formada por la cantidad de 30 briquetas asfálticas clasificadas en cinco equipos, la cantidad aquí mostrada es el total de briquetas asfálticas que serán evaluadas con y sin partículas, la técnicas observacionales y un modelo basado en fichas de briquetas de asfalto producidas con agregados de Huaraz, como respuesta el resultado se descubrió que el porcentaje de cemento asfáltico aumentaba al 4% y el 1% que están dentro del rango que se recomienda de acuerdo a normativa, ya que las briquetas arrojaron resultados positivos con fluidez y estabilidad, por el contrario de las otros testigos de prueba que contenían 4%, 5% y 6% los resultados fueron menores a lo estimado con la adición de los fragmentos de caucho y se concluye que los resultados permitidos de caucho desechado 1% y

cemento asfáltico de 4 por ciento las muestras de ensayo fabricadas con áridos de Huaraz mejoran significativamente el diseño de los firmes flexibles, al tiempo que mantienen un equilibrio con la composición convencional.

Menacho y otros (2022) la ciudad de Huaraz 2020, con el estudio se pretende mejorar las construcciones ya que caucho en desuso es una buena alternativa para estructuras de esfuerzos de tracción y flexión donde usualmente se observa las patologías de falla, además es nueva tecnología y sustitución de ciertos insumos a nivel mundial, el fin era fabricar un edificio de concreto prototipo de cuatro plantas con añadidos en parte de PET y caucho derretido, el método es diseño experimentado que consta de una 72 especímenes y 36 vigas de cemento con una $f'c = 210$ kilogramos/cm² y añadidos de caucho y PET pulverizado al 4%, 6% y 8%, la técnica empleada fue la observación y el instrumento las fichas de cálculos, como resultado en compresión con agregado de 4% a los 7 días se tuvo 131,79 kilogramos/cm² a los 14 días 186kilogramos/cm² y 28 días 210.20kg/cm², en tracción con 4% es 24, 29 y 33 kg/cm² en promedio y flexión con 4% es 34, 39 y 40 kilogramos/cm² en promedio considerado, se concluyó que la adición de diminutas dosis de caucho y PET en un esquema determinado produce un buen efecto para la construcción de un prototipo o de un modelo de un edificio de cuatro niveles.

Bases teóricas

La variable independiente: Está referido a caucho recuperado, a veces denominado caucho de desecho, procede de neumáticos usados, se trata de un producto resultante de la desvertización industrial de neumáticos y puede usarse sin límite para investigar las peculiaridades del compuesto, tanto sus características mecánicas como su comportamiento físicas. (Kabakci, 2022).

Figura 2. Almacenamiento de caucho reciclado



Nota. Planta almacenadora de neumáticos usados.

El caucho sintético es un producto industrial, utilizado de diversos estándares que se requiere varían el producto, por lo tanto, reciclar restos de plástico y caucho, usarlos como agregado sustentable en concreto, se considera una estrategia positiva, sin embargo, es importante entender los aspectos de su equipamiento y las barreras asociadas (Alyousef, 2021).

Figura 3. *Caucho en granos para su derivado*



Nota. Procedimiento del caucho sintético al caucho triturado de neumáticos.

Las propiedades del caucho son; resistentes ante los ácidos, material altamente elástico y flexible, resistente al agua, resistencia eléctrica y resistente a los ataques de agentes atmosféricos (Bae, 2022).

Figura 4. *Aislante eléctrico y térmico*



Nota. Variedades de aislantes térmicos y eléctricos que se muestran.

Los Materiales aislantes ofrecen resistencia a la energía térmica y eléctrica, porque cuenta con habilidad de impedir y detener el paso de energía que relaciona la conductividad de dicho coeficiente.

Figura 5. *Aislante de cerámica y/o teflón*



Nota. Materiales aislantes térmicos y eléctricos.

En Colombia existen plantas recicladoras de caucho, por consiguiente, es uno de los países que se dedica al reciclaje de llantas y poseen plantas trituradoras de llantas, con el fin de dar alternativas y reutilizar los neumáticos desechados, por lo cual, refuta al sistema equivocado e ilegal que se tiene en la sociedad de poder acabar con las llantas usadas, puesto que quemándolo genera humo negro intenso y su quemado lleva días y afirma una causa grave de contaminación ambiental con la emisión de plomo, dioxinas y arsénico (Carrillo, et al., 2020). La planta recicladora afirma el descontrol de eliminación de llantas neumáticos a nivel del mundo, menciona que es común ver en los puertos, a las orillas de los ríos, en los parques y orillas de carreteras, observando ese problema, el grupo Reno de Colombia realizan un sistema de separación y reutilización en 3 materiales: metal, caucho y textil. La capacidad de procesamiento sería un promedio de 106,800 llantas en 365 días del año (Renova, 2022).

La Granulometría de grano de caucho reciclado (GCR) es el tamaño de todos los agregados de grano refinado, grueso y caucho recuperado, se conoce como granulometría del granulo de caucho recuperado (GCR por sus siglas), también denominada partículas livianas, el CBR influye principalmente en el diseño de la mezcla de hormigón NTC-77, permitiendo el uso de pruebas de tamizado para elaborar el análisis granulométrico de conformidad con las disposiciones de la normativa.

Figura 6. *Tamices de diferentes medidas*



Nota. Ensayo de granulometria por el metodo de tamizado.

Figura 7. Granulometría de agregado fino

No. Tamiz	Tamaño de partícula(mm)	Masa (g)	Masa (%)	% Retenido acumulado	% Pasa
3/8	0,95	0,0	0,00	0,00	100,00
4	0,48	0,0	0,00	0,00	100,00
8	0,32	0,0	0,00	0,00	100,00
16	0,16	0,2	0,04	0,04	99,96
30	0,08	267,4	53,51	53,55	46,45
50	0,05	157,3	31,48	85,03	14,97
100	0,03	60,2	12,05	97,08	2,92
200	0,01	13,5	2,70	99,78	0,22
FONDOS		1,1	0,22	100,00	0,00
TOTAL		499,7	100,00	435,48	464,52

Nota. Granulometría grano fino que se muestra con tamaños de 0,16mm, predominado con un 53,5% de masa retenido #30.

Figura 8. Granulometría de agregado grueso

No. Tamiz	Tamaño de partícula(mm)	Masa (g)	Masa (%)	% Retenido acumulado	% Pasa
3/8	0,95	0	0,00	0,00	100,00
4	0,48	271,4	54,41	54,41	45,59
8	0,32	124,2	24,90	79,31	20,69
16	0,16	75,4	15,12	94,43	5,57
30	0,08	26,8	5,37	99,80	0,20
50	0,05	0,2	0,04	99,84	0,16
100	0,03	0,2	0,04	99,88	0,12
200	0,01	0,6	0,12	100,00	0,00
FONDOS		0	0,00	100,00	0,00
TOTAL		498,80	100,00	727,67	172,33

Nota. Tamaños de árido grueso, existencia de rango de tamaños de partículas que va desde 0.48mm hasta 0.075mm, predominado con 54% de masa retenido en el tamiz #4.

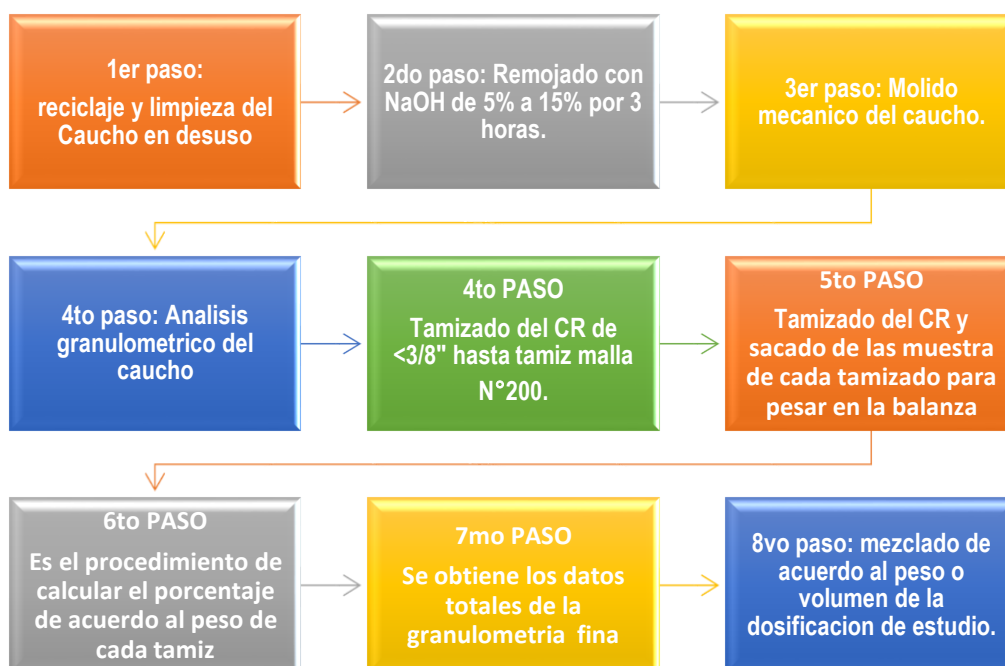
Una de las dimensiones de la variable independiente, es el procedimiento del tratamiento y triturado del caucho en desuso, primero se desmenuzaron en partes pequeñas, seguido se remojaron en agua agregando hidróxido de sodio Naoh al 5% por un tiempo de horas generando refuerzo a las partículas del caucho, seguido se hace el secado en natural ya que el caucho no absorbe agua, finalmente se procede al mezclado de cemento, agregados y otros adictivos (Roychand, et al., 2021).

Existen tipos de trituración: 1. Trituración criogénica, es solidificar con nitrógeno líquido cauchos enteros, pasando esa etapa de golpeo se obtiene el neumático de llantas en polvo con eliminación de nitrógeno gaseoso, tiene como ventaja este proceso disminuir la medida uniformemente, pero la desventaja es que se

encuentra mezclado el acero y caucho. **2. Trituración mecánica**, es un procedimiento en específico mecánico, en este proceso carece de adición de químicos u otros factores como la adición de calor, el trayecto de pulverización consigna de pasar las llantas neumáticos por una serie de triturados secuenciales hasta llegar al tamaño de malla controlada el cual se requiere (Gcr Soluciones, 2020).

Una empresa colombiana está dedicado a la transformación de caucho realizado por una asociación (Gcr Soluciones, 2020) primero trituradora de llantas – acero, seguido extracción de aro y finalmente selección de acero de caucho, consta los tres pasos; que consta de primer paso de trituración es el proceso donde se dirige en una tolva principal, donde existe varios cortantes de acero con filo de alta resistencia para moler o triturar hasta 2 tn/hr obteniendo trozos de caucho de aproximado 120mm; segundo paso pre – granulador; es el área secundaria que tiene el poder de 4 toneladas/horas que abastece a 2 granuladores; tercer paso área de granulometría fina; existen 2 máquinas granuladores que trituran de acuerdo a la malla, entre malla 8 y malla 30; la cuarta etapa es el extractor de virutas, que utiliza un conjunto de ciclones para extraer el material triturado granulado y finalmente extractor de acero en la que se utilizan dos electroimanes para dividir el acero del caucho granulado.

Figura 9. Pasos de la trituración mecánicas y tamizado de CR



Nota. Demolición del Caucho reciclado triturado. Sacado de (Gcr Soluciones, 2020)

Como segundo insumo de la variable independiente: Es el agregado; son partículas provenientes de piedra y arena de las fuentes naturales o artificiales que se forman mediante arrastre pluvial como arenas y piedras. Los áridos se agrupan en dos categorías: naturales y artificiales, los áridos naturales proceden de canteras y depósitos pluviales, como las arenas de río, que se utilizan para la trituración, los áridos artificiales, por su parte, proceden de productos y mezclas artificiales (Zhou, et al., 2023). El AR se incluye en esta categoría.

Tabla 2. Según su densidad clasificada

Tipo de concreto	P.U de concreto kg/m3	P.U de agregado kg/m3	Estructuras	Muestras
Liviano	> 401 a 799	>59 a 479	Concreto para asilamientos	Piedra pómez perlita
común	2000 – 2500	1300-1600	Concreto estructural y no estructural	Piedra barita, magnetita.
Superior s	2500-5600	3400-7500	Concreto para protección contra radiación gammao	

Fuente. ACR

Granulometría de áridos, es la distribución homogénea según su tamaño de la masa del agregado, consiste en seleccionar la muestra con tamices de abertura cuadrada. El árido fino es un insumo derivado de fuentes artificiales o naturales de rocas, lo habitual es que la gravilla fina represente entre el 35% y el 45% de la composición total de la mezcla de hormigón; sin embargo, el árido fino tiene que estar bien limpio para pasar a través de un tamiz de 9,51 mm (3/8") y alcanza el fondo de un tamiz #200 para poder cubrir todos los vacíos que se está dejando por el agregado grueso, considerando la cantidad necesaria de cemento y agua (Norma Técnica Peruana, 400.037-2018 - ASTM C33 - 99)

Figura 10. Agregado fino



Nota. Granulometría de agregados.

Tabla 3. Agregado fino

MALLA	3/8"	N°4	N°8	N°16	N°30	N°50	N°100
% QUE PASA	100	95-100	80-100	50-85	25-60	10-30	2-10

Fuente. Granulometría de agregados NTP 400.037-2018 - ASTM C33 – 99

El material que satisface los requisitos NTP y soporta el tamiz #4 (4,75 mm) se conoce como árido grueso, los agregados pueden ser triturados o chancados de piedra, deben ser partículas angulares y limpias, libres de humus, limo, tierra, polvo y materiales orgánicos o sustancias que pueden dañar (Norma Técnica Peruana, 400.037-2018 - ASTM C33 - 99)

Figura 11. Agregado grueso



Nota. Granulometría de agregado grueso y/o piedra chancada

Tabla 4. Agregado grueso NTP 400.037-2018 - ASTM C33 – 99

TAMIZ (Pulg)	1"	3/4"	1/2"	3/8"	1/4"
TAMIZ (mm)	25.4	19.04	12.7	9.52	6.35

Nota. Granulometría de agregados de la NTP 400.037 - 2018.

Otro insumo de la variable independiente: Son áridos reciclados, son todos aquellos elementos que han demostrado cumplir por sí mismos, una condición de durabilidad suficiente en el tiempo, y representan entre el 60% y el 80% del volumen (San Martín, 2019). Y se clasifican en tres tipos de clasificaciones de materiales que son desperdicios de construcción, demoliciones de concreto triturado y demoliciones de escombros mixtos, seguidos de ser triturado se procede a su clasificación en plantas certificadas de reciclaje para asignar sus categorías y seguido se explicará cada uno de ellos.

Agregado reciclado de concreto (ACR) dicho insumo procedente de concreto, acumulado de construcción ligado a estructurales, este material netamente de concreto con dichas composiciones de cemento, agregados, agua aditivos, etc. Su uso y aplicación están regulados por normas, y debe tener un mínimo del 90% de su masa constituida por hormigón fabricado con cemento portland y áridos naturales (Ramalingam, et al., 2023).

Figura 12. *Árido procedente de hormigón reciclado*



Nota. Demolición de concreto en obra. Elaboración propia Jaky Ventura Gómez – 2023

El segundo insumo de la variable independiente: Es árido de albañilería renovado (AAR) son restos obtenidos de obras estructurales, se compone en un 90% de la materia antes indicada y se compone de bloques de ladrillo, ladrillos cerámicos, ladrillos calcáreos y arenas, todos ellos resultantes de la combustión en altos hornos (Ramalingam, et al., 2023).

Figura 13. *Agregados reciclados de albañilería*



Nota. Agregados reciclados de albañilería.

Agregados reciclados mixtos (ARM) está conformado por escombros de mampostería, albañilería y concreto y al menos debe tener dentro de su composición del 90% en masa de concreto más agregados naturales y cemento portland (Ramalingam, et al., 2023)

Figura 14. *Agregados reciclados mixto*



Nota. Agregados reciclados mixto.

Las propiedades del ACR adición y remplazo total y parcial de los agregados naturales ha resultado con buenos resultados en muchos estudios realizados extensamente, se han demostrado su calidad atreves de estudios de laboratorios, pese a su éxito en los estudios, se han restringido el remplazo en construcciones estructurales y con ratios bajos que no superan el 30% (Wang, et al., 2021).

La densidad es una de las propiedades, y una de las características de los agregados es la gravedad específico, encontrando desde pesado hasta liviano, las propiedades es el peso normal es la arena natural, gravas, piedra chancada y otros.

Y los factores que más afectan a la densidad de ACR son:

- *Las técnicas de procesos (reciclaje)* examinando las etapas de trituración del árido reciclado, se comprobó que la densidad del producto aumentará con el número de etapas del proceso de reciclado del árido debido a la trituración acumulativa del mortero de pasta de cemento adherido a la superficie del árido grueso reciclado asimismo la densidad es inferior cuando se añade más mortero adherido, por esta razón, el número de fases del procedimiento necesarias para producir áridos de alta calidad aptos para su uso en hormigón no debe ser ni excesivamente alto ni demasiado bajo (Yunyun , 2020).
- *Calidad de concreto propio* naturalmente el tipo de material de partida también afecta a la densidad del producto final, las combinaciones de hormigón más resistentes requieren un mayor contenido de cemento, como era de esperar,

esto se traduce en una mayor densidad de los áridos, un aglomerado de cemento más fuerte con una mezcla menos permeable y un mayor apilamiento de los áridos (Wang, et al., 2021).

- *Tamaño de las partículas* según una serie de estudios, existe una clara estimación entre el tamaño de la partícula del agregado de CR y su densidad. Se analizó el impacto del mortero adherido en las características de los ACR y se descubrió que la cantidad de mezcla aumenta a medida que disminuye su tamaño, lo que se puede atribuir al asunto de rotura. El mortero acumulado en las fracciones más finas de agregado se aumenta mediante la utilización de varias etapas en la obtención de ACR. Por lo tanto, aunque ambos tengan el mismo origen, se espera que la densidad de la fracción fina del agregado reciclado sea mucho menor que la de la fracción gruesa (Yan, et al., 2021).
- *La técnica de proceso (reciclaje)* es la cantidad de los residuos contaminantes cambiará según las técnicas de reciclaje, Para ACR, así como para la mayoría de los materiales, por lo tanto, debido a la permeabilidad de los materiales que los componen, los agregados reciclados naturalmente tendrán una alta capacidad de absorción, incluso si se clasifican correctamente. En la mayoría de los casos, el concreto que se somete a un proceso de trituradora secundaria de impacto produce un ACR con menos mortero adherido que el que se produce durante el proceso de trituradora primaria (Yan, et al., 2021).
- *Calidad del concreto original* se descubrió que la resistencia del material de origen tenía una ligera influencia en la capacidad de absorción del agregado resultante, si el proceso de reciclaje perjudicaba las propiedades de los ACR, en otras palabras, se comprobará que a medida que aumentaba la resistencia del concreto primario, disminuía la absorción del agregado que se generaba.

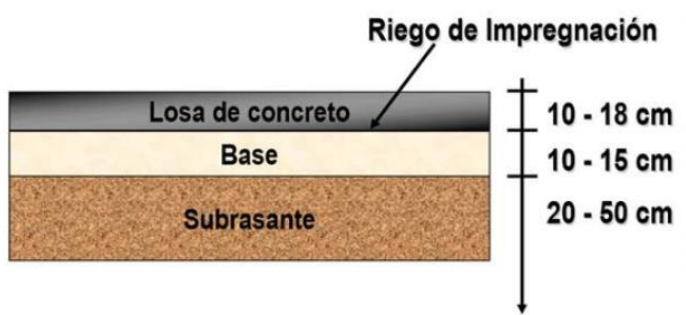
Figura 15. *Pasos de la trituración mecánicas y tamizado de ACR*



Nota. Pasos de trituración de ARC en obra. Sacado de Jaky Ventura Gómez – 2023

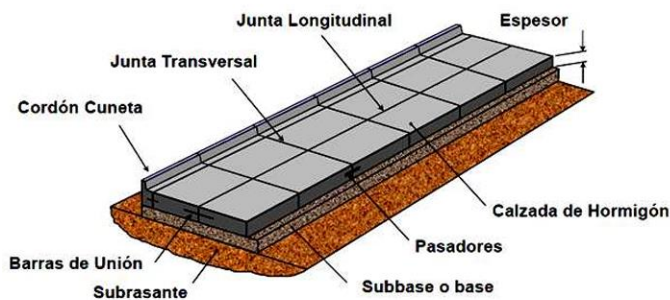
La investigación se enfocará en pavimento rígido, es considerado una infraestructura de diversas capas, sub-rasante es el nivel del terreno, considerando estabilización y compactación del terreno, ese terreno resistirá cargas, esfuerzos livianos y pesados, con la finalidad de brindar mayor seguridad al tránsito con capas de base, sub base y la capa de rodadura del concreto (MTC, 2014). También, el pavimento rígido requiere mayor tiempo de fraguado para alcanzar su resistencia y apertura al tráfico, además el pavimento rígido tiene mayor duración y vida útil, pero tiene un mayor costo económico (Tahir, et al., 2022).

Figura 16. La losa de concreto



Nota. Capas de pavimento de concreto

Figura 17. *Del Sistema sus componentes principales.*



Nota. Componentes principales de un pavimento rígido.

Las capas típicas de un pavimento rígido es la Sub-rasante terreno de carretera que tolera la estructura de concreto debidamente compactado (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014). Base o afirmado capa que soporta el concreto sobre la sub-rasante destinada soportar y apoyar el peso del pavimento rígido, esta capa recibe la mayor parte del esfuerzo o carga que se produce por los vehículos y losa de concreto, apoyada sobre una base segura, esta carpeta de concreto recibe directamente las cargas transmitidas de los vehículos (Tahir, et al., 2022).

El proceso de construcción del pavimento rígido es: trabajabilidad, la condición de la mezcla del agregado para ser transportada, mezclada, compactada y acabados sin mayor esfuerzo excesivo, consistencia, es tener menor grado de deformación y como consecuencia de esta propiedad ocupa los espacios vacíos del molde, los ensayos es considerar la importancia en la construcción del pavimento (MTC, 2014). Las propiedades es durabilidad, resistencia a la abrasión, resistencia a la flexión y resistencia a la compresión, cada una de estas propiedades nos ayudaran a conocer la calidad de cada material y el buen diseño de mezcla (Rambabu, et al., 2022).

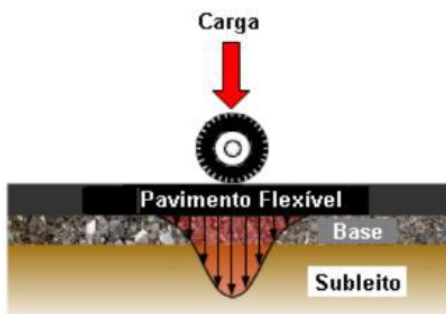
El segundo tipo de pavimento es flexible considerado pavimento asfáltico, está constituido por capas delgadas de mezcla asfáltica construida sobre una capa de base y una sub-base la base frecuentemente es de material granular (MTC, 2014). Es la composición de una capa de hormigos asfáltico apoyada en muchas capas de cimientos granulares, el pavimento flexible se desarrolla una simulación sobre un sobre espacio plano homogéneo que sus cargas estén bien distribuidas (Beskou, et al., 2023).

Figura 18. Capa de rodadura de un pavimento flexible



Nota. Es la estructura del pavimento flexible / carpeta de la rodadura.

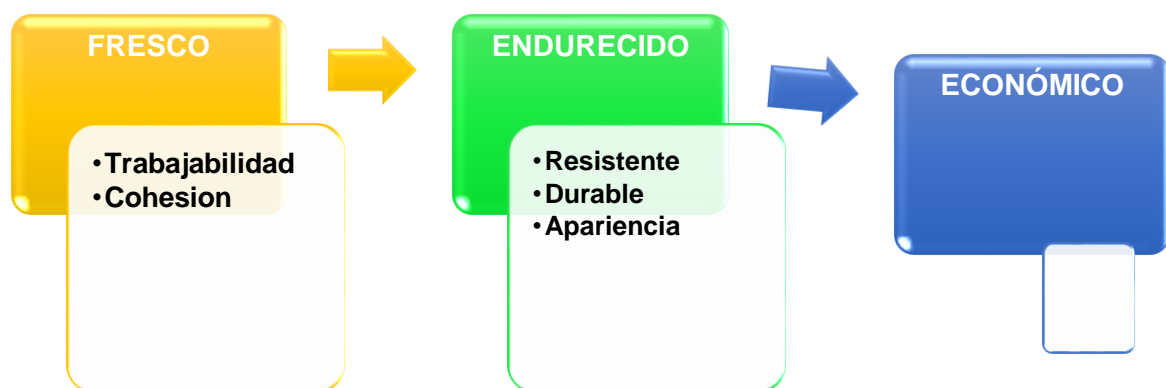
Figura 19. Corte transversal



Nota. Es la estructura del pavimento flexible / carpeta de la rodadura.

Hacer el diseño de mezcla del concreto es un proceso de selección correcto de los agregados, se dosifica cantidades equivalentes y requerimientos exactos de manejabilidad, dureza y resistencia que se diseña por el método del volumen equivalente del diseño de mezcla (Kim, 2021). El diseño de mezcla es la relación máxima de agua/cemento, contenidos mínimos de cemento, la resistencia mínima, la trabajabilidad mínima, los tamaños máximos y mínimos de los agregados y cuanto de aire contendrá dentro de los límites especificados. (Muciño, 2018)

Figura 20. Características específicas de la mezcla del concreto



Nota. Características específicas de la mezcla del concreto.

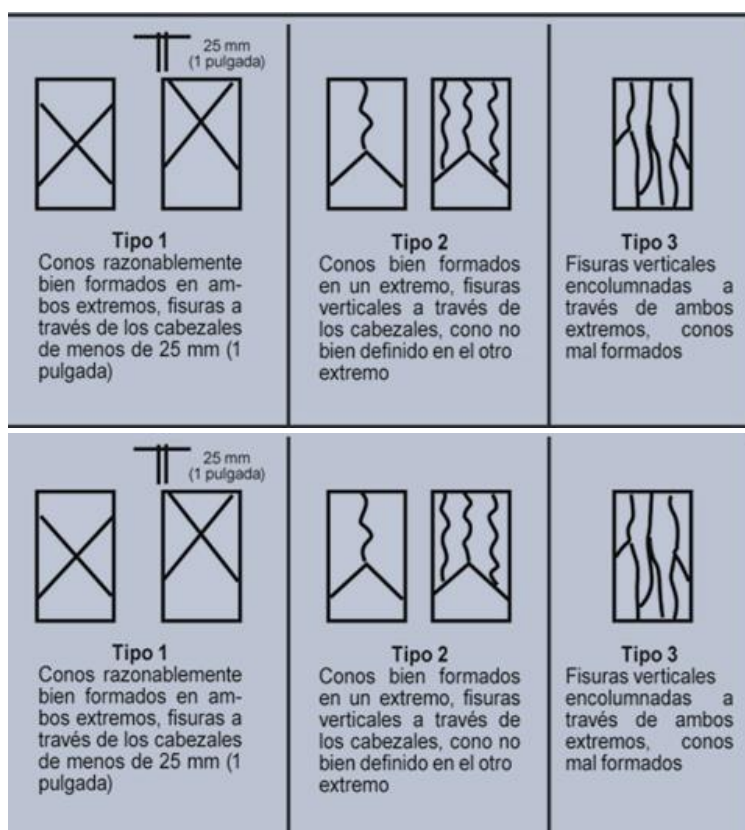
Ensayos establecidos en construcción citada por la NTP– RNE

La NTP establece especificadores de calidad de todos los productos en construcción, también criterios para realizar ensayos y muestreos, la mayoría están establecidos en el RNE (NTP, 2019)

La segunda variable dependiente: Es la propiedad mecánica del pavimento rígido.

Resistencia a compresión, según norma ASTM C-39, está diseñado para soportar una carga por unidad de área, son expresadas en kg/cm², Mpa y psi, la resistencia obtenida del concreto en 7, 14, 21 y 28 días, la resistencia puede variar de acuerdo a su diseño de mezcla de $f'c$ de 175 kg/cm² a 300 kg/cm² para estructuras diseñadas, para su comprobación se hace pruebas de resistencia en testigos de concreto en forma cilíndrico, hasta su falla, estos testigos se ensayan para su aprobación y verificación de calidad, según la norma ASTM-C31 para la fabricación y curado de probetas de ensayo de hormigón sobre el terreno NTP 339.033.

Figura 21. Tipos de falla en los testigos cilíndricos de concreto



Nota. Tipos de rotura. Sacado de ASTM C-39

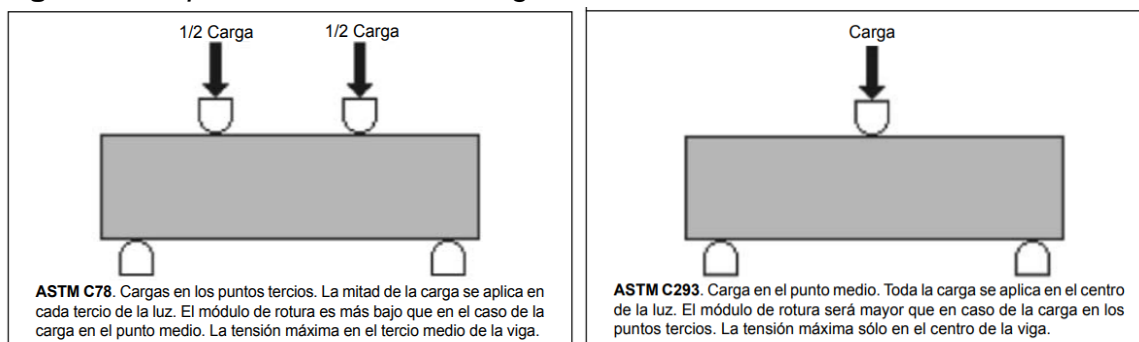
Figura 22. *Ensayos de laboratorio*



Nota. Imágenes de ensayos en laboratorio de materiales de construcción.

Resistencia a flexión de concreto, según la normativa NTP 339.078, es una medida de la resistencia a la falla por momento de la viga o losa de concreto no reforzado prismático, también es la resistencia a la tracción de concreto, esta resistencia es medida con la aplicación de cargas a la losa o viga de concreto, teniendo en cuenta las secciones transversales y con luz mínimo tres veces el espesor, dicho método de ensayo se sigue de acuerdo a la norma ASTM C78 (cargada en los puntos tercios) o ASTM C293 (cargada en el punto medio)

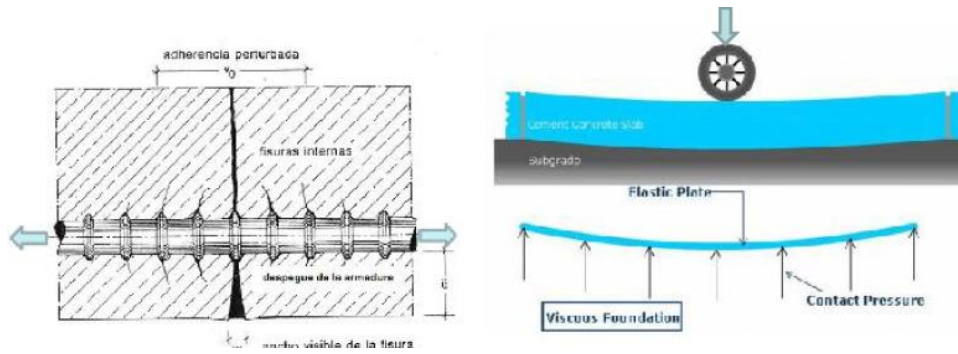
Figura 23. *Tipos de falla en los testigos cilíndricos de concreto*



Nota. Tipos de rotura. Sacado de ASTM C78, ASTM C293 y NTP 339.033

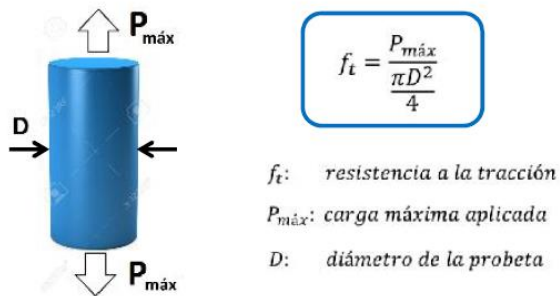
Resistencia a tracción por compresión diametral, la norma ASTM C496, define que la resistencia a tracción por compresión diametral, es la resistencia a la máxima carga que soporta el concreto cuando es sometido a una carga axial de tracción, esta carga que se aplica al testigo de concreto hasta su falla, servirá para evaluar las propiedades de resistencia del concreto.

Figura 24. *Falla en el concreto cilíndrico de concreto.*



Nota. Rotura de concreto. ASTM C496.

Figura 25. *Calculo de tracción por compresión diametral de concreto cilíndrico*



Nota. Rotura de concreto. ASTM C496.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Este tipo de investigación aplicada se centra en la integración de conocimientos teóricos y metodológicos con el propósito de solucionar un planteamiento o problema particular. Consiste en trabajos reales desarrollados con finalidad de conseguir conocimientos nuevos; sin embargo, está orientada hacia un propósito específico práctico (CONCYTEC, 2018). Se plantea problemas específicos que necesitan ser resueltos con aplicación de teorías existentes, con el propósito de profundizar y dar soluciones a los problemas específicos.

La investigación es de enfoque cuantitativo, consiste en utilizar recolecciones de datos para comprobar la hipótesis con base a medición numérica, y el análisis estadístico con la finalidad de explicar el tema tratado (Hernandez, 2014). La investigación cuantitativa recopila mucha información y datos, seguido al proceso de investigación se va analizando los datos estadísticos y numéricos.

Diseño de investigación experimental, tiene como objetivo poner en práctica una hipótesis manipulado a variable independiente, ya que los experimentos se someten a estudio en la variable dependiente (CONCYTEC, 2018). Del mismo modo es Cuasi experimental ya que se lleva a cabo es estudio a un grupo experimental (Borja, 2016).

El nivel de investigación es explicativo, consiste en el comportamiento de una de las variables en la investigación por intervención de la otra variable de estudio, teniendo un estudio de Causa – Efecto siendo controlado por el investigador a lo largo de la misma, (Supo, 2014). Está relacionado a responder causa – efecto del fenómeno a estudiar de VI: Grano de caucho reciclado y agregado reciclado VD: Propiedades mecánicas de pavimento rígido, para efecto de estudio, es la variable independiente quien está actuando sobre la variable dependiente para producir nuevos resultados.

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente:

Caucho reciclado: procede de neumáticos usados, se trata de un producto resultante de la desvertización industrial de neumáticos y puede usarse sin límite para investigar las peculiaridades del compuesto, tanto sus características mecánicas como su comportamiento físicas. (Kabakci, 2022).

Agregado reciclado: Son todos los materiales que ha cumplido su resistencia propia y suficiente, abarcan del 60% al 80% del volumen total de la mezcla, entre los agregados tenemos los finos y gruesos proveniente de ríos y canteras, (Cardenas & hernandes, 2014).

Variable dependiente:

Propiedades mecánicas: Una propiedad mecánica refiere a aquellas que afectan a la resistencia mecánica y a la capacidad de resistir cargas cuando se aplica una fuerza longitudinales y transversales, las propiedades mecánicas son aquellas que poseen un material que transmite y resiste fuerzas de impacto o resisten deformaciones; resistencia a compresión, resistencia a flexión y resistencia a tracción (Caro & Casiano, 2020).

3.3. Población, muestra y muestreo

Población, es un conjunto de elementos, objetos, acontecimientos o individuos en el espacio con el fin de ser estudiad, (Hernández, 2014). En la presente investigación se tendrá como población al volumen total de la mezcla de concreto adicionado con Caucho Reciclado (CR) con porcentajes de: 1%, 5% 10%, 15% y 20% (Cabanillas, 2017), (Castillo, 2019) & (Lima, y otros, 2020) con relación al agregado fino, más Agregado Reciclado (AR) con porcentaje de 5% con relación al agregado grueso (San Martin , 2019). Sujeta al cumplimiento de la normativa E060, afirma que toda producción de concreto en obra en mezcladora pequeña debe efectuarse en volúmenes exactos y por medios que garanticen la obtención de las proporciones especificadas previa supervisión, para garantizar la calidad del concreto (ASTMC330-E.060, 2019), por ende, se planteará cuatro tipos de diseño de mezcla incluido el concreto patrón que harán un volumen de 2m³, siguiendo estrictamente el procedimiento propuesto el comité 211 del ACI, donde establece dosificaciones en

volúmenes de acuerdo al tamaño máximo del agregado en mm, volumen de cemento y agua, siguiendo el procedimiento en tabla y fórmulas de cálculo de insumos que permitirá obtener los datos de prueba confiable (ACI-Comite 211), con los resultados volumétricos de los insumos se ejecutara los cálculos con relación en pesos(kg). Como propuesta del investigador es de: 5%, 10% y 15% (Propuesta del Investigador 2023).

Tabla 5. Total, de volumen del concreto

Diseño de mezcla para pavimento rígido	Volumen 2 m3
Concreto patrón	0.50
Concreto con 5%CR + 5%AR	0.50
Concreto con 10%CR + 5%AR	0.50
Concreto con 15%CR + 5%AR	0.50

Fuente: elaboración propia

Muestra:

La muestra en una investigación comprende a un grupo de objetos, personas u objetos que sirven como referencia para su investigación y recopilación de todos los datos a estudiar, casi siempre la muestra representa una parte de la población (Hernandez, 2014). Se tomará 80 **probetas** por un periodo de 7, 14 y 28 días, finalmente ensayos de flexión se van hacer a los 28 días desde su curado (NCh 170). Son 3 probetas cilíndricas de 6" de diámetro por 12" de altura de altura del espécimen es 150mm (ASTMC330-E.060, 2019) .

Tabla 6. Tipos de ensayos de investigación

TIPOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO		Día 7	Día 14	Día 28	ESPECIMENES
ENSAYO DE COMPRESIÓN					36
Concreto patrón	Normal 0%	3	3	3	9
Concreto con CR + AR	5%CR + 5%AR	3	3	3	9
	10%CR + 5%AR	3	3	3	9
	15%CR + 5%AR	3	3	3	9
TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL					36
Concreto patrón	Normal 0%	3	3	3	9
Concreto con CR + AR	5%CR + 5%AR	3	3	3	9
	10%CR + 5%AR	3	3	3	9
	15%CR + 5%AR	3	3	3	9
ENSAYO DE FLEXIÓN					8
Concreto patrón	Normal 0%	-	-	2	2
Concreto con CR + AR	5%CR + 5%AR	-	-	2	2
	10%CR + 5%AR	-	-	2	2
	15%CR + 5%AR	-	-	2	2
TOTAL DE ESPECÍMENES DE INVESTIGACION					80

Fuente: Elaboración propia.

Muestreo:

Es todo elemento de la población que será analizado porque cuenta con la misma probabilidad que cuenta en la población y muestra, existen 2 tipos de muestreo; probabilístico y no probabilístico, (Hernández, et al., 2014). En la investigación es un muestreo No probabilístico – muestreo intencionado, ya que el investigador tomará normativas usando criterios estrictos y no al azar.

Las normativas a cumplir para los ensayos son: ASTM C 136 (Análisis granulométrico de agregados), ASTM C29 (Análisis de peso unitario), ASTM C127 y C128 (Análisis de peso específico y absorción), ASTM C 143 (Ensayo de trabajabilidad), ASTM C39-07 (compresión), ASTM C 78 (flexión) y ASTM C157 (retracción).

La NTP 339.036 menciona para tener una muestra de calidad debemos cumplir ciertos estándares y se debe tomar como mínimo 0.028m³ de la muestra de concreto fresco, el procedimiento para sacar los especímenes en las probetas no debe exceder los 15 min con el fin de evitar daños externos a dicha muestra.

Son 3 probetas cilíndricas de 6” de diámetro por 12” de altura de altura del espécimen es 150mm (ASTMC330-E.060, 2019), ya que la muestra ha sido escogida en base a la adición de caucho reciclado y agregado reciclado con el objetivo de analizar la resistencia a la compresión, flexión, diseño de mezcla con adición de caucho reciclado y agregado reciclado y trabajabilidad, por ello se tomaran 2 y 3 muestras para su debido ensayo.

Unidad de análisis:

Diseños de mezcla, probetas para ensayos y probetas rectangulares o prismáticas de concreto.

3.4. Técnica e instrumento de recolección de datos

Técnica de recolección de datos

Las técnicas de recolección de datos se encuentra muchas técnicas que se utilizan en diversas investigaciones, de acuerdo a la acción que se va realizar en la investigación para hacer intervenir a los indicadores que

conforman la variable de estudio, (Hernández, et al., 2014). La investigación emplea la técnica de observación, donde el investigador está directamente en contacto con el proceso de investigación y tendrá la libertad de anotar, registrar todos los datos de interés. Asimismo, cada caso que se ha desarrollado en todo el proceso de investigación.

Instrumento de recolección de datos

Guías de observación; como instrumento de investigación se usarán las guías de observación que serán elaborados por el investigador cumpliendo los criterios de las normas, también se realizaran fichas de recolección que serán recolectados por ensayos que serán evaluados y se colocaran en los resultados, (Hernández, et al., 2014). En la investigación se observará todos los procesos del estudio de investigación con respecto al uso de caucho reciclado y agregado reciclado en 7, 14 y 21 días que con y sin adición del insumo a investigar en los ensayos realizados.

Validez de instrumento

Validez del instrumento es un proceso de investigación que demuestra la validez de todos los métodos, programas y técnicas, (Sanchez, 2017). En la investigación las validaciones de los instrumentos serán sometidos a tres juicios de expertos profesionales en el ámbito de la construcción, quienes se encargarán de revisar críticamente y minuciosamente todo el contenido de los instrumentos y fichas de investigación.

Confiabilidad de los instrumentos

Confiabilidad se define como una aproximación a la exactitud de los datos y técnicas de investigación, mientras exista menor error habrá mayor confiabilidad, (Sánchez, 2017). En la investigación se refiere a la aplicación del instrumento repetidas veces y que arroje resultados iguales con mínimas diferencias aplicando los ensayos y normas técnicas referentes a la investigación.

3.5. Procedimientos

La investigación científica desarrollado se recopilo información de artículos científicos, libros, normas y tesis que sirvieron como fuentes para

desarrollar los capítulos de la investigación. Para continuar los estudios de investigación se buscará los insumos e informaciones necesarios.

1. Uso de grano de caucho y agregado reciclado en las propiedades mecánicas del pavimento rígido, Se desarrollan los siguientes pasos:

Primer paso se recorrió a los perímetros de la ciudad para recolectar llantas neumáticos de caucho en desuso, seguido se fue a buscar en las carreteras fuera de la ciudad, en los ríos y en los talleres mecánicos automotriz de la ciudad de Huaraz, para mi segundo insumo me dirigí a las obras nuevas de pavimentado que están eliminando bloques de concreto y recolecte para mi investigación, como tercer insumo me fui a la cantera de mis agregados naturales como piedra y arena gruesa para traer muestras para mi investigación, la cantera es Mitapampa Yungay.

Figura 26. *Recolección de llantas neumáticas desechados*



Nota. Las imágenes muestran las llantas de caucho están en desuso, arrojados en las carreteras, botaderos de residuos sólidos, arrojados a orillas del río y otros.

Figura 27. *Recolección de agregados reciclado desechado*



Nota. Las imágenes muestran concretos en desechos que se llevaran a un botadero de desmontes, son ruptura de pavimentos en la ciudad que no son reusados.

Figura 28. *Recolección de agregados grueso y fino natural*



Nota. Las imágenes muestran la cantera de donde se sacaran agregados finos y gruesos naturales para el estudio de investigación y los ensayos en laboratorio.

Figura 29. *Llantas reciclados lavados y secados*





Nota. Las imágenes se muestran el lavado de los cauchos reciclados y secado con los rayos solares naturales.

Las llantas y cámaras de llantas de caucho se cortarán en partes de 1" a 3" para llevar a una moladora mecánica de caucho.

Figura 30. *Llantas cortadas en partes de 1" a 3"*



Nota. Las imágenes se muestran picado de caucho reciclado.

Los cauchos picados de 1" a 3" se remojan en alcohol poli vinílico usando el método de remojo en agua con hidróxido de sodio por 3 días, con el fin de eliminar impurezas (Tamanna , et al., 2020) y (Ataria , et al., 2022)

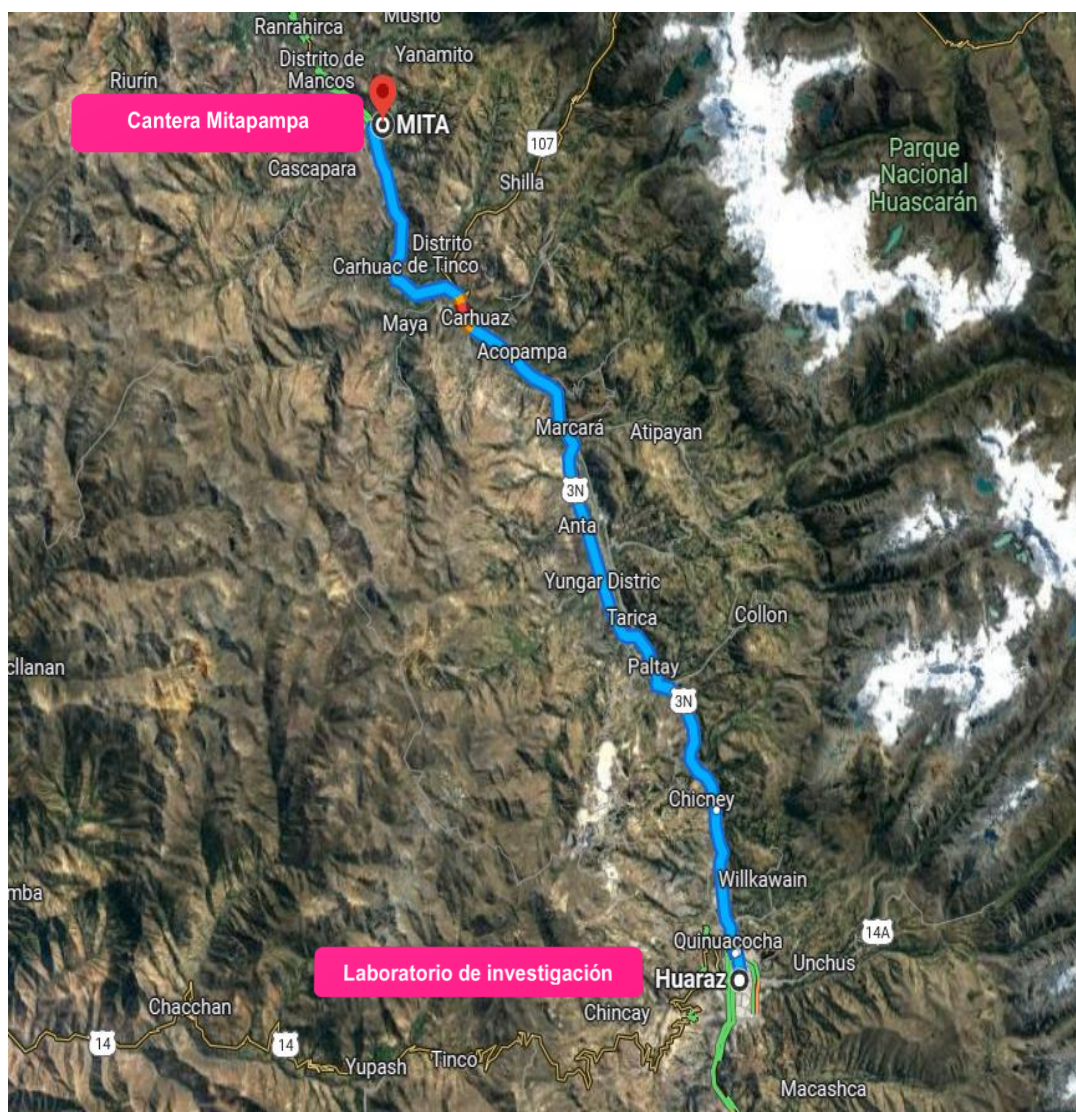
Figura 31. *Llantas cortadas remojados en agua con alcohol poli vinílico usando el método de remojo en agua con hidróxido de sodio*



Nota. Cauchos remojados para eliminar impurezas.

Segundo paso se desarrollará la recopilación del árido grueso y arido fino visitado a cantera MITAPAMPA(Mancos), luego se llevará al laboratorio para sus ensayos correspondientes test de absorción, humedad, granulometría, p.e y p.u con el fin de garantizar la calidad del material, bajo el régimen de la normativa ASTM C 136 (Análisis granulométrico de agregados), ASTM C29 (Análisis de peso unitario), ASTM C127 y C128 (Análisis de peso específico y absorción).

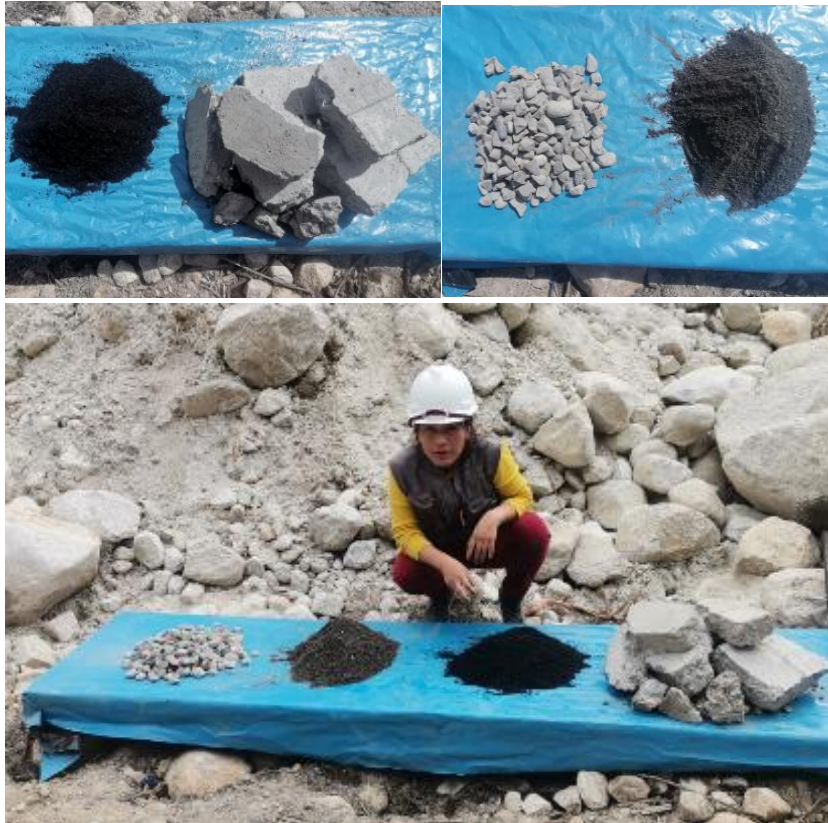
Figura 32. *Ubicación de la cantera de agregados*



Nota. La imagen satelital de Google Earth muestra la ubicación de la cantera hacia el laboratorio de investigación donde se llevara a cabo los ensayos de investigación. Sacado de “Google Earth”, 2023. Elaboracion propia, 2023

Los agregados adquiridos y los insumos de adición se seleccionaron y llevaron al laboratorio para su ensayo correspondiente.

Figura 33. *Insumos de ensayo para laboratorio*



Nota. Los cuatro agregados. Elaboracion propia, 2023

Tercer paso se sacó la granulometría de los insumos áridos naturales y caucho molido, se pasó por la malla tamiz #8, #16, #30, #50, #100 y #200 que corresponden al árido fino, finalmente considere la malla #8, #16, #30 y #50 son considerados árido fino con respecto (Norma Tecnica Peruana, 400.037-2018 - ASTM C33 - 99)

Figura 34. *Granulometría del caucho molido.*



Nota. Procedimiento de tamizado Elaboracion propia, 2023

Luego se sacó la granulometría de agregado grueso– agregado reciclado pasando la malla tamiz #4, 3/8", 1/2", 3/4" 1 1/2", 2" y 3", finalmente considere la de 1/2" a 3/4" considerados el diámetro en mi estudio de investigación y bajo la (NTP, ASTM C33-99)

Figura 35. *Granulometría del Agregado Reciclado Triturado.*



Nota. El agregado reciclado triturado su granulometria Elaboracion propia, 2023

El peso y control de humedad solo se hara el procedimeinto con el agregado recilado porque es un material que absorve humedad, del caucho solo su tratamiento y secado natural ya que no absorve humedad y su peso no varia, al mismo tiempo no se puede puede colocar al horno para el secado de humedad porque la temperatura maximo de los agregados asciende entre 100°C durante 24 horas de permanecia (ACI-Comite 211).

Como **cuarto paso** se realiza los cálculos para el diseño de mezcla adicionando insumos de caucho molido y agregado reciclado, siguiendo los parámetros de la normativa (ACI-Comite 211). Los diseños se presentaron al asesor de investigacion y ello han sido elaborados con ayuda de expecto de laboratorio y no alterar los procedimientos.

A. DISEÑO PATRÓN DE $f'c$ - METODO COMITÉ 211 DE LA ACI

Tabla 7. características de los materiales

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES		
DESCRIPCION	AGREGADO FINO - ARENA	AGREGADO GRUESO - PIEDRA
PESO UNITARIO SUELTO SECO - Kg/m3	1,380.36	1,436.05
PESO UNITARIO COMPACTADO SECO - Kg/m3	1,746.20	1,594.40
PESO ESPECIFICO DE MASA - Kg/m3	2.746	2.739
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	3.652	0.388
PORCENTAJE DE ABSORCION (%)	2.189	1.040
MODULO DE FINEZA	3.750	6.850
TAMAÑO MAXIMO DE AGREGADO GRUESO - Pulg	-	1/2"

Fuente: Norma ACI – 211.

Tabla 8. Características de diseño

Resistencia recomendada	$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
Peso Especifico – Cemento Portland SOL tipo I	3120 Kg/m3
Concreto - Aire incorporado	NO
Consistencia de diseño	3 Plg

Fuente: Elaboración Propia.

1. Determinar la resistencia promedio para el diseño

Tabla 9. características de los materiales

$f'c$ (Kg/cm2)	$f'cr$ (Kg/cm2)
Menos de 210	$f'c + 70$
210 a 350	$f'c + 84$
Sobre 350	$f'c + 98$

Fuente: Norma ACI – 211

- $f'c$: 210 Kg/cm2
 $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2 + 84$
 $f'cr = 294 \text{ Kg/cm}^2$

2. Grado de trabajabilidad del concreto

Tabla 10. Determinar el asentamiento

TABLA DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO POR SU CONSISTENCIA			
CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO (SLUMP)	TRABAJABILIDAD	METODOS DE COMPACTACION
SECA	0" a 2"	POCO TRABAJABLE	VIBRACION NORMAL
PLASTICA	3" a 4"	TRABAJABLE	VIBRACION LIGERA, CHUSEADA
FLUIDA	$\geq 5"$	MUY TRABAJABLE	CHUSEADA

Fuente. Norma ACI 211

Como la mezcla es de consistencia plástica, el asentamiento adecuado es: 3" a 4"

3. Determinar agua - cemento (a/c)

Tabla 11. Relación de agua - cemento (a/c)

Resistencia a la compresión a 28 días (kg/cm ²)	Relación agua/cemento	
	Sin aire atrapado	Con aire atrapado
420	0,41	---
350	0,48	0,40
280	0,57	0,48
210	0,68	0,59
140	0,82	0,74

Fuente. Norma ACI 211

- Valor interpolado para $R(a/c) = 0.559$

4. Cálculo de la cantidad de agua de mezclado y aire

Tabla 12. Cálculo de la cantidad de agua de mezclado y aire

DATOS DE ENTRADA	
Asentamiento (Plg)	3 - 4
T.M.N. (Plg)	1/2
DATOS DE SALIDA (Según Tabla)	
Agua de diseño (Li/m ³)	216
Aire atrapado (%)	2.50

Fuente. Norma ACI 211

5. Determinar el cemento (Ccem)

- $Ccem = R(a/cem) = 216/0.559 = 386.40 \text{ Kg}$
- Cantidad en bolsas = $386.40 \text{ kg}/42.5 \text{ kg} = 9.092$

6. Determinar la cantidad de agregado grueso

Tabla 13. Determinar la cantidad de agregado grueso

DATOS DE ENTRADA	
Módulo de Fineza	3.75
T.M.N. (Plg)	1/2
DATOS DE SALIDA (Según Tabla)	
Volumen del Agregado Grueso (V.G.) - (m ³)	0.460

Fuente. Norma ACI 211

- Peso del agregado grueso (P.G.)
 $P.G. = V.G. \times \text{Peso Unitario Compactado (A.G.)}$
 $P.G. = 0.460 \times 1594.40 = 733.424 \text{ kg}$

7. Cálculo del volumen absoluto de concreto para hallar el agregado fino de los materiales por m³

- $\text{Volumen Absoluto} = \text{Peso seco} / P.E. \times 1000$
- $\text{Cemento} = 386.40 / 3.12 \times 1000 = 0.1238 \text{ m}^3$
- $A.G. = 733.42 / 2.74 \times 1000 = 0.2678 \text{ m}^3$
- $\text{Agua} = 216.00 / 1000 = 0.2160 \text{ m}^3$
- $\text{Aire} = 2.50 / 100 = 0.025 \text{ m}^3$
- $\text{VOLUMEN TOTAL (V.T.)} = 0.6323 \text{ m}^3$

Volumen del agregado fino (V.F.)

- $1 - V.T. = 1 - 0.6323 \text{ m}^3 = 0.3674 \text{ m}^3$

Peso del agregado fino (P.F.)

- $P.G. = V.G. \times \text{Peso Específico (A.F.)}$
- $P.G. = 0.367 \times 2.746 \times 1000 = 1008.720 \text{ kg}$

Tabla 14. *Peso de material en estado seco*

CEMENTO	=	386.40	Kg
AGREGADO FINO	=	1008.720	Kg
AGREGADO GRUESO	=	733.424	Kg
AGUA	=	216.00	Kg

Fuente: Elaboración Propia.

8. Corrección por humedad de los agregados

- **Peso Corregido = Peso Seco x (1 + (% humedad / 100))**
- $\text{Agregado fino} = 1008.720 \times (1 + (3.652 / 100)) = 1045.56 \text{ kg}$
- $\text{Agregado grueso} = 733.424 \times (1 + (0.388 / 100)) = 736.27 \text{ kg}$

9. Corrección por absorción - aporte de agua a la mezcla

- **Peso Corregido = Peso Seco x ((% absorción - % humedad) / 100)**
- $\text{Agregado fino} = 1008.720 \times ((2.1890 - 3.652) / 100) = - 14.76$
- $\text{Agregado grueso} = 733.424 \times ((1.040 - 0.388) / 100) = 4.78$
- $\text{Agua libre} = (- 14.76 + 4.78) = - 9.98$

10. Agua efectiva de diseño (A. ef)

- **A. ef = Agua de diseño – Agua libre**
- $A. ef = 216 + (- 9.98) = 206.02 \text{ Li} / \text{m}^3$

11. Cuadro de resumen de datos corregidos

Tabla 15. *Datos corregidos por humedad*

Cemento (kg)	386.40
Agregado fino (kg)	1045.56
Agregado grueso (kg)	736.27
Agua (kg)	206.02

Fuente: Elaboración Propia.

DATOS		
	Altura=	0.30 m
	Diametro=	0.15 m
	Volumen=	0.0053 m ³
	Desperdicion=	1.20
	#Probetas x m3	188.63

# DE PROBETAS PARA ENSAYO	3
----------------------------------	----------

Fuente. Norma ACI 211

Dosificación de agregados

Tabla 16. Dosificación de agregados

Cemento	5.86 Kg
Arena	16.04 Kg
Piedra	11.66 Kg
Agua	3.28 Kg

Fuente. Norma ACI 211

B. DISEÑO DE MEZCLA ADICIONANDO CAUCHO MOLIDO 5% + AGREGADO RECICLADO 5%

1. Dosificación de agregados con insumos

Tabla 17. Dosificación con insumos agregados de caucho + agregado reciclado

Cemento	5.86 Kg
Arena	15.24 Kg
Piedra	10.50 Kg
Agua	3.28 Kg
CAUCHO M	0.80 Kg
AGREGADO T	1.17 Kg

Fuente. Elaboración propia

ADICIÓN DE INSUMO (%)	N° DÍAS DE ROTURA	ESPECÍMENES
CONCRETO PATRÓN 15%CR+5%AR	7 DIAS	3
	14 DIAS	3
	28 DIAS	3
ENSAYO DE COMPRESION 15%CR+5%AR	7 DIAS	3
	14 DIAS	3
	28 DIAS	3
ENSAYO DE FLEXION 15%CR+5%AR	28 DIAS	2
TOTAL DE PROBETAS		20

Fuente. Elaboración propia

C. DISEÑO DE MEZCLA ADICIONANDO CAUCHO MOLIDO 10% + AGREGADO RECICLADO 5%

1. Dosificación de agregados

Tabla 18. Dosificación con insumos agregados de caucho + agregado reciclado

Cemento	5.86 Kg
Arena	14.44 Kg
Piedra	10.50 Kg
Agua	3.28 Kg
CAUCHO M	1.60 Kg
AGREGADO T	1.17 Kg

Fuente. Elaboración propia

ADICIÓN DE INSUMO (%)	N° DÍAS DE ROTURA	ESPECÍMENES
CONCRETO PATRÓN 15%CR+5%AR	7 DIAS	3
	14 DIAS	3
	28 DIAS	3
ENSAYO DE COMPRESION 15%CR+5%AR	7 DIAS	3
	14 DIAS	3
	28 DIAS	3
ENSAYO DE FLEXION 15%CR+5%AR	28 DIAS	2
TOTAL DE PROBETAS		20

Fuente. Elaboración propia

D. DISEÑO DE MEZCLA ADICIONANDO CAUCHO MOLIDO 15% + AGREGADO RECICLADO 5%

1. Dosificación de agregados

Tabla 19. Dosificación de agregados

Cemento	5.86 Kg
Arena	13.64 Kg
Piedra	10.50 Kg
Agua	3.28 Kg
CAUCHO M	2.41 Kg
AGREGADO T	1.17 Kg

Fuente. Elaboración propia

ADICIÓN DE INSUMO (%)	N° DÍAS DE ROTURA	ESPECÍMENES
CONCRETO PATRÓN 15%CR+5%AR	7 DIAS	3
	14 DIAS	3
	28 DIAS	3
ENSAYO DE COMPRESION 15%CR+5%AR	7 DIAS	3
	14 DIAS	3
	28 DIAS	3
ENSAYO DE FLEXION 15%CR+5%AR	28 DIAS	2
TOTAL DE PROBETAS		20

Fuente. Elaboración propio

3.6. Método de análisis de datos:

En este procedimiento de método de análisis de datos consistirá en:

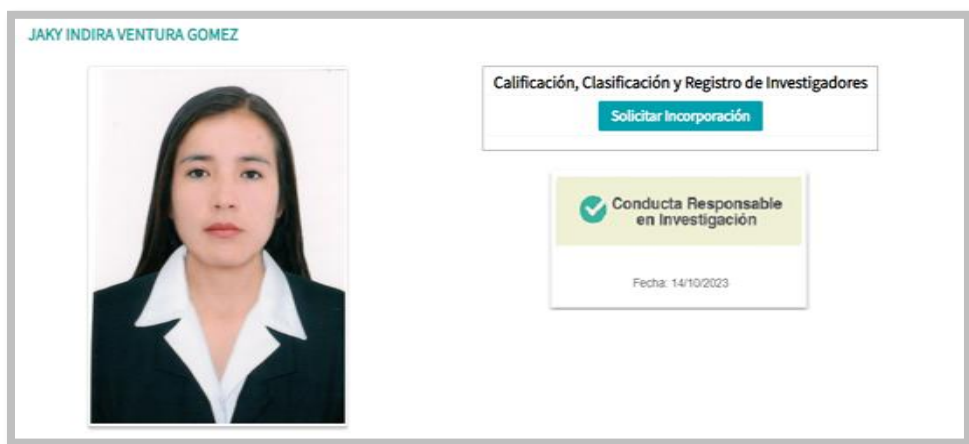
Ensayo de resistencia a compresión y flexión en 5%, 10% y 15% en 7, 14 y 28 días, los ensayo a la resistencia a la flexión en 5%, 10% y 15% en 28 días. Diseño de mezcla con adición de caucho + agregado reciclado, la información procesada en Excel.

En los se llevarán, dicha evaluación y las hipótesis en el programa de IBM SPSS V25 para ver la influencia de las variables independiente en las variables dependientes.

3.7. Aspectos éticos:

Los aspectos éticos del proyecto de investigación están regidos a cumplir los reglamentos de la universidad cesar vallejo, bajo los principios éticos, tienen confiabilidad, veracidad porque está basado a principios éticos de una investigación, (UCV versión, 2020) se utilizará el software de servicio de anti plagio de la universidad "turnitin", el cual arrojará todos los plagios, piratería y fraude existente en la investigación, el cual garantizará el estudio que exige la universidad. En cuanto a al procedimiento de investigación de los resultados se contará bajo el procedimientos técnicos y normativos que serán certificados por profesionales y se adjuntaran evidencia fotográfica, fichas, y guías que se tomaran antes, durante y después de todos los ensayos sobre uso de caucho y agregado reciclado y las propiedades mecánicas de pavimento rígido.

Figura 36. Certificado de conducta responsable



Nota: Certificado de curso de investigación de conducta responsable. Sacado de Concytec.

IV. RESULTADOS

Propiedades del concreto del pavimento rígido

Ensayo de resistencia a la compresión, de los ensayos de compresión que se realizaron en laboratorio de las briquetas de 15x30cm de concreto colocado en la máquina de ensayo de compresión de acuerdo a la normativa ASTM C39 y ASTM C133.

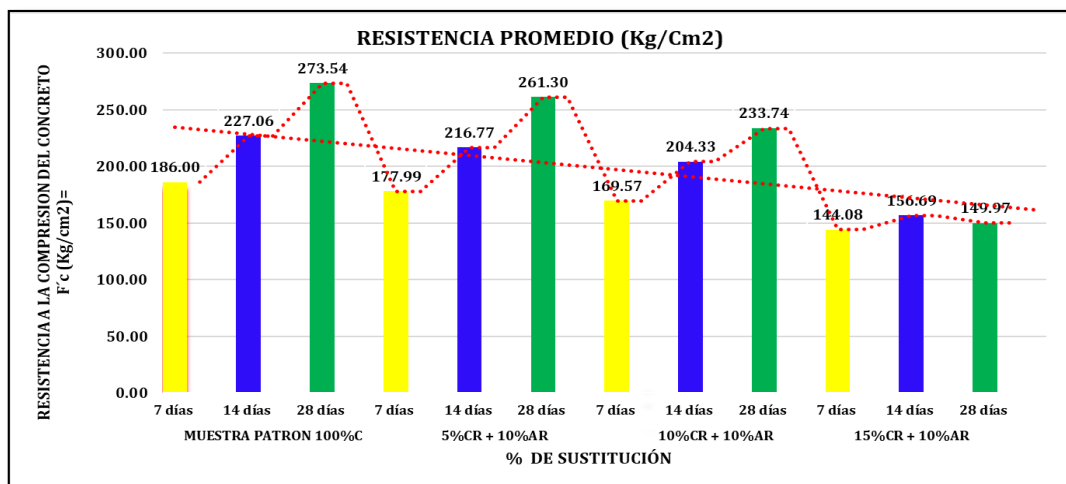
Tabla 20. Ensayo de resistencia a compresión en 7, 14 y 28 días.

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO F'c (Kg/cm2)= 210									
% sustitución	Edad	Código	Diám (cm)	Área (cm2)	Carga (Kg)	F'c (Kg/cm2)	F'c Prom (Kg/cm2)	Porj. %	Dif. %
MUESTRA PATRON 100%C	7 días	RC 1.1	15	176.72	33,840.00	191.4894	186.00	100.00	0.00
		RC 1.2	15	176.72	31,980.00	180.9642			
		RC 1.3	15	176.72	32,790.00	185.5478			
	14 días	RC 1.4	15	176.72	39,945.00	226.0355	227.06	100.00	0.00
		RC 1.5	15	176.72	40,890.00	231.3830			
		RC 1.6	15	176.72	39,543.00	223.7608			
	28 días	RC 1.7	15	176.72	49,010.00	277.3314	273.54	100.00	0.00
		RC 1.8	15	176.72	47,990.00	271.5595			
		RC 1.9	15	176.72	48,020.00	271.7293			
5%CR + 10%AR	7 días	RC 2.1	15	176.72	31,890.00	180.4550	177.99	95.69	-4.31
		RC 2.2	15	176.72	31,281.00	177.0088			
		RC 2.3	15	176.72	31,190.00	176.4939			
	14 días	RC 2.4	15	176.72	38,780.00	219.4432	216.77	95.47	-4.53
		RC 2.5	15	176.72	38,098.00	215.5840			
		RC 2.6	15	176.72	38,046.00	215.2897			
	28 días	RC 2.7	15	176.72	46,860.00	265.1652	261.30	95.52	-4.48
		RC 2.8	15	176.72	45,620.00	258.1485			
		RC 2.9	15	176.72	46,050.00	260.5817			
10%CR + 10%AR	7 días	RC 4.1	15	176.72	30,210.00	170.9484	169.57	91.17	-8.83
		RC 4.2	15	176.72	29,780.00	168.5152			
		RC 4.3	15	176.72	29,910.00	169.2508			
	14 días	RC 4.4	15	176.72	36,620.00	207.2205	204.33	89.99	-10.01
		RC 4.5	15	176.72	35,789.00	202.5181			
		RC 4.6	15	176.72	35,920.00	203.2594			
	28 días	RC 4.7	15	176.72	41,130.00	232.7411	233.74	85.45	-14.55
		RC 4.8	15	176.72	41,690.00	235.9099			
		RC 4.9	15	176.72	41,100.00	232.5713			
15%CR + 10%AR	7 días	RC 4.1	15	176.72	25,680.00	145.3146	144.08	77.46	-22.54
		RC 4.2	15	176.72	24,560.00	138.9769			
		RC 4.3	15	176.72	26,145.00	147.9459			
	14 días	RC 4.4	15	176.72	28,650.00	162.1209	156.69	69.01	-30.99
		RC 4.5	15	176.72	27,890.00	157.8203			
		RC 4.6	15	176.72	26,530.00	150.1245			
	28 días	RC 4.7	15	176.72	27,630.00	156.3490	149.97	54.83	-45.17
		RC 4.8	15	176.72	25,360.00	143.5038			
		RC 4.9	15	176.72	26,520.00	150.0679			

Fuente. Elaboración propio

En la tabla se muestran los resultados detallados de los ensayos en laboratorio de la mezcla patrón con insumos al 100% de agregados naturales y sometidos a ensayos de resistencia a compresión, luego de cumplir el curado permanente a los 7, 14 y 28 días con sus debidos cálculos, medidas de probetas con sus promedios calculados. Asimismo, en la tabla tenemos los resultados de los insumos adicionados con 5%CR + 10AR sometidos a ensayos de resistencia a compresión, donde se aumentó la resistencia positivamente a los 28 días de curado. En las probetas con adición de 10%CR+10%AR, también sometidos a los ensayos en laboratorio de resistencia a compresión a los 7, 14 y 28 días los resultados fueron satisfactorios para la investigación. Y por último los resultados de probetas de la mezcla con adición de 15%AR+10%CR los que fueron sometidos a ensayos de rotura de concreto a los 7, 14, 28 días, observando la resistencia máxima promedio fue por debajo de lo estimado y no cumpliendo con lo estimado. Según la normativa E0.60, menciona que se acepta satisfactoriamente si los 3 testigos de prueba es igual o mayor a $f'c$ patrón.

Figura 37. Histograma de rotura por cada tipo de concreto en 7, 14 y 28 días.



Nota: Elaboración propia

En la figura, los resultados del diseño de mezcla donde alcanza su máxima y mínima resistencia, el resultado a compresión que alcanza su máxima resistencia es con 5%CR+10%AR a 261 kg/cm² y 10%CR+10%AR a 233 kg/cm² a los 28 días siendo mayores al concreto patrón de 210 kg/cm², cumpliendo con el objetivo de estudio y con la normativa E0.60, menciona que se acepta satisfactoriamente si los 3 testigos.

Ensayo de resistencia a la flexión

Se desarrolló ensayo de flexión en laboratorio, con muestras prismáticas de 15x50cm con diferentes % de remplazo, seguido se empleó rotura con máquina de ensayo de flexión. Siguiendo procedimiento de la norma ASTM C78 y ASTM C293

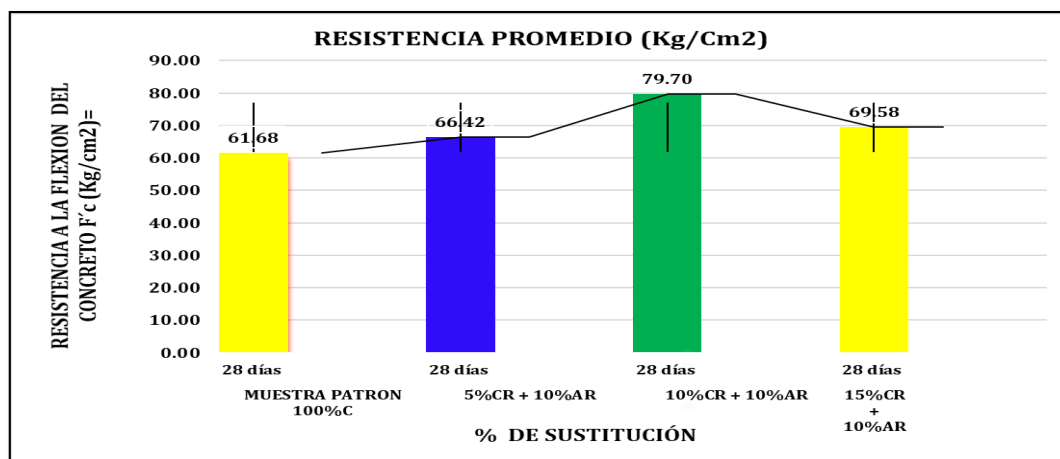
Tabla 21. Ensayo de rotura de probetas prismáticas en 28 días.

% sustitución	Edad	código	Base (cm)	Altura (cm)	Largo (cm)	Carga (Kg)	F'c (Kg/cm ²)	F'c Prom (Kg/cm ²)	Por. %	Dif. %
Muestra Patron 100%C	28 días	RC 1.7	15	15.00	50.00	4,250.00	62.96	61.68	100.00	0.00
		RC 1.8	15	15.00	50.00	4,160.00	61.63			
		RC 1.9	15	15.00	50.00	4,080.00	60.44			
5%CR + 10%AR	28 días	RC 2.7	15	15.00	50.00	4,560.00	67.56	66.42	107.69	7.69
		RC 2.8	15	15.00	50.00	4,480.00	66.37			
		RC 2.9	15	15.00	50.00	4,410.00	65.33			
10%CR + 10%AR	28 días	RC 4.7	15	15.00	50.00	5,190.00	76.89	79.70	129.22	29.22
		RC 4.8	15	15.00	50.00	5,600.00	82.96			
		RC 4.9	15	15.00	50.00	5,350.00	79.26			
15%CR + 10%AR	28 días	RC 4.7	15	15.00	50.00	4,890.00	72.44	69.58	112.81	12.81
		RC 4.8	15	15.00	50.00	4,500.00	66.67			
		RC 4.9	15	15.00	50.00	4,700.00	69.63			

Fuente. Elaboración propio

Se observa en la tabla, los resultados de rotura a flexión de las probetas a los 28 días de curación, se obtiene un promedio de resistencia, según la normativa manual de suelo y pavimentos, para el ensayo en los tercios medios de la luz.

Figura 38. Histograma de resistencia promedio en 28 días.



Nota: Elaboración propia

El grafico de barras nos muestra la mayor resistencia con adición de 10% a los 28 días y con único porcentaje de 10%AR que es 79 kg/cm² con respecto al concreto patrón de 61 kg/cm². Finalmente se observa con la adición de 15%CR +10%AR disminuye la resistencia con respecto al 10%, por ende, se escoge el porcentaje de resistencia favorable.

Ensayo de tracción por compresión diametral

De acuerdo a la dosificación de las mezclas, se realizaron ensayos de roturas de las probetas siguiendo la NTP 339.034 – ASTM C39, y se determinó a los 7, 14 y 28 días y su vez la resistencia a la tracción por compresión diametral de acuerdo a la (NTP 339 – ASTM C496).

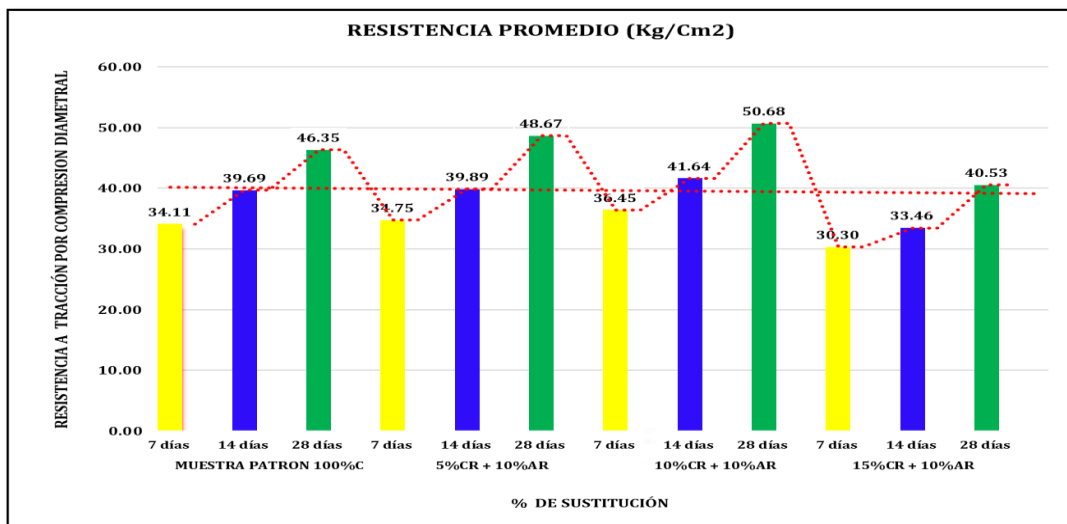
Tabla 22. Roturas de probetas a los 7, 14 y 28 días.

% sustitución	Edad	código	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Área (cm ²)	Carga (Kg)	F'c (Kg/cm ²)	F'c Prom (Kg/cm ²)	Por. %	Dif. %
Muestra Patron 100%C	7 días	RC 1.1	15.00	30.00	176.72	6,185.00	35.00	34.11	100.00	0.00
		RC 1.2	15.00	30.00	176.72	5,920.00	33.50			
		RC 1.3	15.00	30.00	176.72	5,978.00	33.83			
	14 días	RC 1.4	15.00	30.00	176.72	6,895.00	39.02	39.69	100.00	0.00
		RC 1.5	15.00	30.00	176.72	7,024.00	39.75			
		RC 1.6	15.00	30.00	176.72	7,125.00	40.32			
	28 días	RC 1.7	15.00	30.00	176.72	8,120.00	45.95	46.35	100.00	0.00
		RC 1.8	15.00	30.00	176.72	8,025.00	45.41			
		RC 1.9	15.00	30.00	176.72	8,426.00	47.68			
5%CR + 10%AR	7 días	RC 2.1	15.00	30.00	176.72	6,585.00	37.26	34.75	101.88	1.88
		RC 2.2	15.00	30.00	176.72	5,982.00	33.85			
		RC 2.3	15.00	30.00	176.72	5,856.00	33.14			
	14 días	RC 2.4	15.00	30.00	176.72	6,895.00	39.02	39.89	100.48	0.48
		RC 2.5	15.00	30.00	176.72	7,153.00	40.48			
		RC 2.6	15.00	30.00	176.72	7,098.00	40.17			
	28 días	RC 2.7	15.00	30.00	176.72	8,292.00	46.92	48.67	105.01	5.01
		RC 2.8	15.00	30.00	176.72	8,904.00	50.38			
		RC 2.9	15.00	30.00	176.72	8,605.00	48.69			
10%CR + 10%AR	7 días	RC 4.1	15.00	30.00	176.72	6,687.00	37.84	36.45	106.85	6.85
		RC 4.2	15.00	30.00	176.72	6,679.00	37.79			
		RC 4.3	15.00	30.00	176.72	5,956.00	33.70			
	14 días	RC 4.4	15.00	30.00	176.72	7,395.00	41.85	41.64	104.91	4.91
		RC 4.5	15.00	30.00	176.72	7,575.00	42.86			
		RC 4.6	15.00	30.00	176.72	7,108.00	40.22			
	28 días	RC 4.7	15.00	30.00	176.72	8,972.00	50.77	50.68	109.36	9.36
		RC 4.8	15.00	30.00	176.72	8,904.00	50.38			
		RC 4.9	15.00	30.00	176.72	8,995.00	50.90			
15%CR + 10%AR	7 días	RC 4.1	15.00	30.00	176.72	5,656.00	32.01	30.30	88.82	11.18
		RC 4.2	15.00	30.00	176.72	5,378.00	30.43			
		RC 4.3	15.00	30.00	176.72	5,028.00	28.45			
	14 días	RC 4.4	15.00	30.00	176.72	5,225.00	29.57	33.46	84.29	15.71
		RC 4.5	15.00	30.00	176.72	6,378.00	36.09			
		RC 4.6	15.00	30.00	176.72	6,135.00	34.72			
	28 días	RC 4.7	15.00	30.00	176.72	7,186.00	40.66	40.53	87.46	12.54
		RC 4.8	15.00	30.00	176.72	7,245.00	41.00			
		RC 4.9	15.00	30.00	176.72	7,058.00	39.94			

Fuente. Elaboración propio

Los ensayos resistencia tracción por compresión diametral, luego de cumplir su curado permanente a los 7, 14 y 28 días con sus debidos cálculos y medidas de las probetas. Asimismo, en la tabla tenemos los resultados de los insumos adicionados con 5%CR + 10AR y sometidos a ensayos donde se aumentó la resistencia positivamente desde los 7 días, 14 días y 28 días de curado con resultados de rotura a los 28 días con 48.67 kg/cm² con relación a 46.36 kg/cm² de la muestra patrón. En las probetas con adición de 10%CR+10%AR también sometidos a los ensayos en laboratorio a los 7, 14 y 28 días con resultados de rotura a los 28 días con 50.68 kg/cm² con relación a 46.36 kg/cm² de la muestra patrón, dando un resultado positivo para la investigación. Y por último los resultados de probetas de la mezcla con adición de 15%AR+10%CR los que fueron sometidos a ensayos de rotura de concreto a los 7, 14, 28 días, con resultados de rotura a los 28 días de n 40.53 kg/cm² con relación a 46.36 kg/cm² de la muestra patrón, observando la resistencia máxima promedio fue por debajo de lo estimado.

Figura 39. Ensayo de resistencia promedio en 7, 14 y 28 días.



Nota: Elaboración propia

Contrastación de hipótesis

En este estudio, se utilizó la prueba estadística de Shapiro-Wilk para determinar la normalidad con el fin de validar la hipótesis. En particular, se sometieron a este proceso ya que nuestros datos de nuestra muestra son menores a 50. Además, incluye dos variables cuantitativas, seleccionando la “prueba estadística ANOVA de una vía”.

Prueba de normalidad

“Evaluación de normalidad para la variable de resistencia a la compresión del concreto (Edad 28 días)”

1. Prueba de normalidad para la hipótesis nula y alternativa:

Planteamiento de las hipótesis estadísticas

H0: “La distribución de la variable resistencia a la compresión de concreto tiene una distribución normal”.

H1: “La distribución de la variable resistencia a la compresión de concreto no tiene una distribución normal”.

2. Nivel de significancia

El nivel de confianza que trabajaremos es a un 95% y con 5% de margen de error puesto que será la significancia establecida.

3. Elección de la prueba estadística

Se utiliza Shapiro-Wilk por ser mi muestra $n < 50$ datos

Tabla 23. Correlación de resistencia a compresión en 28 días.

Pruebas de normalidad				
PROPORCION		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
COMPRESION_28D	Patrón	0.772	3	0.049
	5%CR + 5%AR	0.970	3	0.666
	10%CR + 5%AR	0.788	3	0.086
	15%CR + 5%AR	1.000	3	0.976

Fuente: SPSS_V25

4. Regla de decisión

Si la p-valor ≤ 0.05 se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

Si p-valor > 0.05 se acepta la hipótesis nula

Entonces: p-valor = 0.086 y 0.086 > 0.05 entonces se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa

5. Conclusión

Los datos estadísticos nos indican que la variable de resistencia a compresión a 28 días tiene normalidad con un nivel de significancia de 5%.

Evaluación ANOVA DE UN FACTOR O UNA VIA

1. Planteamiento del problema

H0: "Uso de residuos de caucho y agregado reciclado NO influye resistencia a la compresión en 28 días"

H1: "Uso de residuos de caucho y agregado reciclado SI influye resistencia a la compresión en 28 días".

2. Nivel de significancia: ($\alpha=0.05=5\%$)

3. Determinación de prueba estadística

Tabla 24. Correlación de resistencia a compresión en 28 días.

ANOVA					
COMPRESION_28D					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	27879.094	3	9293.031	544.453	0.000
Dentro de grupos	136.548	8	17.069		
Total	28015.642	11			

Fuente: SPSS_V25

4. Regla de decisión

Si la P-valor ≤ 0.05 se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

Si p-valor > 0.05 se acepta la hipótesis nula

Entonces: p-valor = 0.000 y $0.000 < 0.05$, entonces se rechaza la hipótesis Nula y se acepta la hipótesis alternativa.

5. Conclusión

Se concluye que existe evidencia estadística y se menciona que: "uso de caucho reciclado y agregado reciclado SI INFLUYE en resistencia a compresión a 28 días".

"Evaluación de normalidad para la variable de resistencia a flexión (edad 28 días)"

Prueba de normalidad

Planteamiento de las hipótesis estadísticas

H0: "La distribución de la variable resistencia a flexión de concreto tiene una distribución normal".

H1: "La distribución de la variable resistencia a flexión de concreto no tiene una distribución normal".

1. Nivel de significancia

El nivel de confianza que trabajaremos es a un 95% y con 5% de margen de error puesto que será la significancia establecida.

2. Elección de la prueba estadística

Se utiliza Shapiro-Wilk por ser mi muestra $n < 50$ datos

Tabla 25. Correlación de muestra patrón a flexión de concreto en 28 días.

Pruebas de normalidad				
PROPORCION		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
FLEXION_28D	Patrón	0.999	3	0.939
	5%CR + 5%AR	0.998	3	0.926
	10%CR + 5%AR	0.984	3	0.760
	15%CR + 5%AR	1.000	3	0.971

Fuente: spss_v25

3. Regla de decisión

Si la p-valor ≤ 0.05 se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

Si p-valor > 0.05 se acepta la hipótesis nula

Entonces: p-valor = 0.745 y $0.745 > 0.05$ entonces se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa

4. Conclusión

Los datos estadísticos nos indican que la variable de resistencia a flexión de concreto en 28 días tiene normalidad con un nivel de significancia de 5%.

Evaluación ANOVA DE UN FACTOR O UNA VIA

1. Planteamiento del problema

H0: "Uso de residuos de caucho y agregado reciclado NO influye resistencia a flexión en 28 días"

H1: "Uso de residuos de caucho y agregado reciclado SI influye resistencia a flexión en 28 días".

2. Nivel de significancia: ($\alpha = 0.05 = 5\%$)

3. Determinación de prueba estadística

Tabla 26. Correlación de resistencia a flexión en 28 días.

		ANOVA				
FLEXION_28D						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos		524.128	3	174.709	34.060	0.000
Dentro de grupos		41.036	8	5.130		
Total		565.164	11			

Fuente: SPSS_V25

4. Regla de decisión

Si la P-valor ≤ 0.05 se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

Si p-valor > 0.05 se acepta la hipótesis nula

Entonces: p-valor = 0.000 y $0.000 < 0.05$, entonces se rechaza la hipótesis Nula y se acepta la hipótesis alternativa.

5. Conclusión

Se concluye que existe evidencia estadística y se menciona que: “uso de caucho reciclado y agregado reciclado SI INFLUYE en resistencia a flexión a 28 días”.

“Evaluación de normalidad para la variable de resistencia tracción por compresión diametral concreto (edad 28 días)

Prueba de normalidad

Planteamiento de las hipótesis estadísticas

H0: “La distribución de la variable resistencia tracción por compresión diametral de concreto (edad 28 días) tiene una distribución normal”.

H1: “La distribución de la variable resistencia tracción por compresión diametral de concreto no tiene una distribución normal”.

1. Nivel de significancia

El nivel de confianza que trabajaremos es a un 95% y con 5% de margen de error puesto que será la significancia establecida.

2. Elección de la prueba estadística

Se utiliza Shapiro-Wilk por ser mi muestra $n < 50$ datos

Tabla 27. Correlación de muestra patrón a tracción por compresión diametral de concreto en 28 días.

Pruebas de normalidad				
PROPORCION		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
TRACCION_28D	Patrón	0.916	3	0.439
	5%CR + 5%AR	0.764	3	0.031
	10%CR + 5%AR	0.985	3	0.767
	15%CR + 5%AR	0.877	3	0.315

Fuente: spss_v25

3. Regla de decisión

Si la p-valor ≤ 0.05 se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

Si p-valor > 0.05 se acepta la hipótesis nula

Entonces: p-valor = 0.767 y $0.767 > 0.05$ entonces se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa

4. Conclusión

Los datos estadísticos nos indican que la variable de tracción por compresión diametral de concreto en 28 días tiene normalidad con un nivel de significancia de 5%.

Evaluación ANOVA DE UN FACTOR O UNA VIA

1. Planteamiento del problema

H0: "Uso de residuos de caucho y agregado reciclado NO influye resistencia tracción por compresión diametral de concreto en 28 días"

H1: "Uso de residuos de caucho y agregado reciclado SI influye resistencia tracción por compresión diametral de concreto en 28 días".

2. Nivel de significancia: ($\alpha=0.05=5\%$)

3. Determinación de prueba estadística

Tabla 28. Correlación de resistencia a tracción por compresión diametral de concreto en 28 días.

ANOVA					
TRACCION_28D					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	142.128	3	47.376	24.613	0.000
Dentro de grupos	15.399	8	1.925		
Total	157.527	11			

Fuente: SPSS_V25

1. Regla de decisión

Si la P-valor ≤ 0.05 se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

Si p-valor > 0.05 se acepta la hipótesis nula

Entonces: p-valor = 0.000 y $0.000 < 0.05$, entonces se rechaza la hipótesis Nula y se acepta la hipótesis alternativa.

2. Conclusión

Se concluye que existe evidencia estadística y se menciona que: “uso de caucho reciclado y agregado reciclado SI INFLUYE en resistencia tracción por compresión diametral de concreto en 28 días”.

V. DISCUSIÓN

Discusión 1. Con respecto al primer objetivo específico, demostrar cómo influye el grano de caucho reciclado y agregado reciclado en la resistencia a compresión en pavimento rígido, Huaraz, Ancash 2023; se hizo la prueba estadística de Shapiro-Wilk y Anova encontrando un p-valor de 0,000 siendo inferior a 0,05 indicador que acepta la hipótesis propuesta e indica que el AR y CR influyen en la resistencia a la compresión del concreto. Esto quiere decir que resultados obtenidos en laboratorio son contrastados estadísticamente, para el ensayo a compresión a los 28 días, usando la sustitución parcial CR de 5% y 10%, AR triturado el 10% fijo, produciéndose un descenso considerable de -4.48% y -14.55% en un periodo de curación de 28 días, valores obtenidos son 261.30 kg/cm² y 233.74 kg/cm² respectivamente con relación a los resultados de rotura de la muestra patrón, pero la mejora considerable se muestra con respecto al diseño de mezcla propuesta que es 210kg/cm² demostrando un 24% y 11% positivamente, previo tratamiento estricto del caucho reciclado molido con NaOH, resultados que son corroborados según Carrillo, et al., (2020) por la similitud en los porcentajes de adición propuesta por el investigador y los resultados favorables y desfavorables en compresión coincidiendo en 5% y 10% de sustitución de caucho con pretratamiento de dicho insumo. De igual manera Ataria, et al., (2022) también coincide que el caucho reciclado solo se puede usar el 5%, si se usa otro insumo adicional reemplazante al agregado natural, mostrando una reducción de resistencia a compresión ya que el caucho produce el módulo elástico y debilita la unión del cemento y caucho, y se encuentra altamente contaminado, cabe señalar en este estudio, se considera el caucho no tratado por ello es que la unión de partículas adicionados es débil. Así también Soto y otros (2019) sugiere utilizar un máximo de 10% de CR y existe influencia en las propiedades mecánicas. En tal sentido, al analizar todos los resultados mencionados anteriormente, el caucho es desfavorable para la resistencia a compresión de concreto, en cambio el AR trabaja favorablemente en dicha resistencia, en lo que no concuerda con dicha investigación de Soto y otros (2019) con la nuestra, es el caucho no tratado, por el contrario a mi investigación y por eso arroja un porcentaje regularmente favorable en esta propiedad.

Discusión 2. En relación al segundo objetivo específico demostrar cómo influye el uso de grano de caucho y agregado reciclado en la resistencia a flexión en

pavimento rígido, Huaraz, Ancash 2023; se indica que el uso de caucho reciclado triturado más agregado reciclado si influye en la resistencia a flexión ya que presenta una significancia de p-valor 0.000 que es inferior a 0.05 aceptando la hipótesis propuesta por el investigador mostrado en los resultados estadísticos de Shapiro Wilk y Anova, seguidamente se observa los resultados de laboratorio, que al hacer la sustitución parcial de los agregados finos y gruesos con un porcentaje de 5% y 10% de CR más el 10% AR se produce un ascenso considerable de 7% y 29% con un periodo de curación de 28 días, resultado evidenciado en los ensayos de laboratorio con referencia a 66.42 y 79.70 kilogramo/cm² respectivamente frente al diseño de mezcla patrón, el 15% de remplazo de agregado fino con caucho evidencia un descenso de 12.81% de resistencia a flexión con referencia a 69.58 kg/cm². En este sentido Tamanna, et al. (2020) respalda la investigación con la similitud estudiando las propiedades mecánicas del concreto con CR + AR, con adición hasta un 10% límite de CR tratado en la resistencia a flexión, si se aumenta mayor el CR y sin tratar se corre el riesgo que la resistencia disminuiría considerablemente, de igual manera coincide con Menacho y otros (2022) su máxima adición fue el 8% de CR molido y lo recomendable es 4% según el investigador, cabe señalar que el CR que adiciona en su investigación arroja resultados mínimamente favorables de 1% a 5% máximo, como 34, 39 y 40 kg/cm² con un procedimiento de curado hasta 56 días. Analizando estos resultados podemos ver que el uso del caucho reciclado es limitado, obteniendo resultados favorables mínimas sin tratar, con respecto al AR existe poca limitación, pero en resistencia a flexión solo se usa un 10% Máx. En lo que no concuerda el insumo de caucho está no tratada. Finalmente usando ambos insumos se obtiene resultados positivos, pero con mayor limitación en el insumo de caucho reciclado.

Discusión 3. Con respecto al último objetivo con respecto a propiedades mecánicas, demostrar cómo influye el uso de grano de caucho y agregado reciclado en la resistencia a tracción por compresión diametral en pavimento rígido; la hipótesis propuesta se aprueba, ya que los resultados de las pruebas estadísticas de Shapiro-Wilk y Anova, con un p-valor de 0,000, inferior a 0,05, indican que el AR y CR influyen en la resistencia a tracción por compresión diametral del pavimento rígido. Esto quiere decir que los resultados de laboratorio son contrastados estadísticamente, observando que al hacer la sustitución parcial del AR con

porcentaje de 5% y 10%, más el 10% de AR produciéndose un aumento considerable de 5% y 9% con un periodo de curación de 28 días, resultado evidenciado en los ensayos de laboratorio con referencia de 48.67kg/cm² y 50.68 kg/cm² con relación a 46.35kg/cm² mejorando positivamente, frente al 15% de adición de CR más 10% AR produciéndose un descenso considerable, con 15% menor resistencia de 40.53%. En este sentido se tiene concordancia con la investigación de Castillo, (2019), quien hizo un estudio sobre propiedades mecánicas en pavimento rígido, buscando evaluar cada una de las propiedades, en específico tracción, arrojando resultados óptimos con el uso de 5% y 10% de CR asciende. De igual manera coincide con la tesis de Lima y otros (2020), quien busca determinar los impactos que causa al adicionar insumos secundarios a la mezcla del concreto, sostiene que si se incorpora caucho máximo 10% al hormigón contribuye a reducir la aparición de grietas. Frente a los resultados evaluados anteriormente, el insumo de caucho en resistencia a tracción por compresión diametral si es permitido usar, por los impactos mecánicos que produce los vehículos y por el diseño de pavimento rígido, observando resultados favorables en dicho estudio, ya que el caucho se hizo el tratamiento y mejoro la adherencia.

Discusión 4. Finalmente, el último objetivo es descriptivo determinar el porcentaje de adición de caucho y agregado reciclado para la obtención del diseño de mezcla óptima en pavimento rígido, Huaraz, Ancash, 2023. Con respecto a las propiedades mecánicas del pavimento rígido tenemos tres: la resistencia a compresión con porcentajes considerable a la muestra patrón de 210kg/cm², su aplicación de 5% y 10% de caucho reciclado triturado con respecto al diseño de mezcla asciende de 5% a 15%, ya que el insumo externo se hizo un pretratamiento con NaOH en 15% por 3 horas de remojo en agua, para purificar impurezas del caucho reciclado y adherir los agregados con el insumos, así obtener mejores resultados en los ensayos de laboratorio, como segundo es la resistencia a flexión los porcentajes considerable de 5% y 10% de caucho reciclado triturado más 10% fijo de agregado reciclado, previo pretratamiento con NaOH en 15% por 3 horas de remojo, finalmente un la tercera propiedad la resistencia a tracción por compresión diametral nos muestra que el 5% y 10% de adición de CR y 10%AR son óptimos para pavimento rígido.

VI. CONCLUSIONES

Conclusión 1: La adición de caucho reciclado triturado más agregado reciclado triturado al concreto dieron resultados positivos para las propiedades de 210kg/cm², con el fin de crear nuevas mezclas y dosificaciones para el hormigón de pavimento rígido, se sustituyeron diferentes porcentajes de árido fino y grueso; con la dosificación de 5%CR+10%AR, tuvo como resultado promedio optimo a los 28 días de 261.30kg/cm², mejorando un 19.95% con relación al diseño de mezcla. Asimismo, con la dosificación 10%CR+10%AR se obtuvo resultados favorables de 233.74kg/cm², mejorando un 11.3% con relación al diseño de mezcla, pero un 14.55% menor a la muestra patrón, sin embargo, no todas las pruebas arrojaron resultados significativos a los 28 días, la resistencia a la compresión con dosificación de 15%CR + 10%AR alcanzó una resistencia de 149.97kg/cm² con un 45.17% inferior a la del concreto patrón. Los resultados de la investigación con dosificación de 5% y 10% de caucho reciclado + 10% estable de agregado reciclado, resultan positivos y la mezcla es adecuada para su uso como mezcla de pavimento rígido.

Conclusión 2: Con respecto a las adiciones para los ensayos flectores con dosificación de 5%CR+10%AR, se percibe resultados positivos a los 28 días de rotura, el 5% y 10% mas 10%AR nos da 66.42kg/cm² y 79.70kg/cm² con relación al 61.68kg/cm² de MP, llegando hasta un 29% de resultado favorable para la investigación en el ensayo a flexión en pavimento rígido, siendo aptos para el uso y remplazo en porcentajes permitidos de los agregados de sustitución.

Conclusión 3: El uso de caucho reciclado y agregado reciclado en la resistencia a tracción por compresión diametral se observa los resultados de laboratorio a los 28 días que son resultados positivos tales como: 5% y 10% con 48.67kg/cm² y 50.68kg/cm² con referencia al a la MP 46.35kg/cm², por lo que concluimos que el caucho reciclado y agregado reciclado SI INFLUYE mínimamente ya que los resultados adquiridos son positivos y es permitido este diseño de mezcla para pavimento rígido.

Conclusión 4: Con respecto a la adición de caucho reciclado y agregado reciclado para la obtención del diseño de mezcla optima estaríamos considerando de acuerdo a los resultados obtenidos en las diferente propiedades mecánicas del pavimento rígido; en la resistencia a compresión realizando un pretratamiento

estricto con NaOH en 15% por 3 horas de remojado en agua para purificar impurezas del caucho reciclado y adherir los agregados con el insumos y obtener mejores resultados en los ensayos de laboratorio, tenemos un 5% y 10% de CR más 10%AR estable es la dosificación óptimo, en la resistencia a flexión igual porcentaje anterior y en la resistencia a tracción por compresión diametral. Todos estos porcentajes de dosificación son óptimos para un diseño de mezcla en pavimento rígido previo pretratamiento estricto.

VII. RECOMENDACIONES

Recomendación 1. Se recomienda usar el caucho reciclado para la fabricación de concretos, reemplazando como agregados finos en porcentajes limitados, considerando un pretratamiento estricto para mejorar la adherencia de los agregados, con dicho trabajo estaríamos minimizando la contaminación del medio ambiente, principalmente el caucho en desuso siendo el mayor contaminante en el mundo.

Recomendación 2. Se recomienda el uso del 5% y 10% de CR más el 10% estable para la fabricación de concreto en pavimento rígido ya que nos garantiza la resistencia que requerimos para una dosificación de 210kg/cm² en comparación al 15%CR más 10%AR.

Recomendación 3. Se recomienda hacer uso de otras canteras de agregados naturales, ya que nos va permitir comparar los resultados de ensayos de laboratorio de las propiedades mecánicas, con el fin de comparar los resultados positivos o negativos como agregados.

Recomendación 4. Se recomienda a la universidad que presente en exposiciones de entidades públicas y privadas el proyecto de investigación, sobre los resultados obtenidos con adictivos para construcción en obras civiles.

REFERENCIAS

- Liu, Shengwei, et al. 2022.** *Experimental and theoretical study on bonding performance of FRP bars-Recycled aggregate concrete.* OXON, ENGLAND : s.n., 2022.
- Patel, Anjan, Nithin, John and Khan, Imdadullah. 2023.** *Evaluation of the crushing characteristics of industrial waste aggregates as construction materials.* India : s.n., 2023.
- Rambabu, Dadi, Sharma, Shashi and Akbar, M. Abdul . 2022.** *A review on suitability of using geopolymer concrete for rigid pavement.* India : s.n., 2022.
- ACI-Comite 211.** Diseño de mezclas de Concreto ACI COMITÉ 211. *Concrete Mix Design ACI Committee 211.* [En línea] file:///C:/Users/Jaky/Desktop/TESIS%20-%20TITULACION/Dosificacion_de_mezclas_de_concreto.pdf.
- Alyousef, Rayed. 2021.** *Potential use of recycled plastic and rubber aggregate in cementitious materials for sustainable construction: A review.* Poland : s.n., 2021.
- Arrieta, Y. y Perez, J. 2017.** Study to characterize a concrete mix with 5% recycled rubber compared to a traditional 3500 psi concrete mix. [En línea] Universidad Catolica de Colombia, 2017. [Citado el: 15 de Junio de 2023.] <https://repository.ucatolica.edu.co/entities/publication/604c327e-7de3-41e1-bd61-b65e7b758f97>.
- Aslam, Fahid, et al. 2022.** *Mechanical properties of novel PVA rubberized concrete.* Arabia Saudita : s.n., 2022. pp. 4067-4078.
- ASTMC330-E.060. 2019.** Calidad de concreto, mezclado y colocacion. *Concrete quality, mixing and placement.* [Online] 2019 2019. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://www.cip.org.pe/publicaciones/2021/enero/portal/e.060-concreto-armado-sencico.pdf>.
- Ataria , Robert and Wang, Yong. 2022.** *Mechanical Properties and Durability Performance of Recycled Aggregate Concrete Containing Crumb Rubber.* Inglaterra : Mdpi, 2022. 5.

Ataria, Robert and Wang , Yong. 2022. *Mechanical Properties and Durability Performance of Recycled Aggregate Concrete Containing Crumb Rubber*. BASILEA, SUIZA : ST ALBAN-ANLAGE 66, 2022.

Bae, Hyerim. 2022. A data-driven recipe simulation for synthetic rubber production. [Online] Diciembre 31, 2022. [webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000899936600001](https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000899936600001).

Bekkeri, Gopal, Shetty, Kiran and Nayak , Gopinatha. 2023. *Synthesis of artificial aggregates and their impact on performance of concrete: a review*. NUEVA YORK, NY 10004, ESTADOS UNIDOS : SALTADORONE NEW YORK PLAZA, 2023. pp. 1988-2011.

Beskou, Niki and Muho, Edmond. 2023. *Review on dynamic response of road pavements to moving vehicle loads; part 2: Flexible pavements*. 2023.

Cabanillas, E. 2017. Comportamiento físico mecánico del concreto hidráulico adicionado con caucho reciclado de Cajamarca. [En línea] 2017. [Citado el: 10 de Junio de 2023.] [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/1029/TESIS%20%E2%80%9CCOMPORTAMIENTO%20F%C3%8DSICO%20MEC%C3%81NICO%20DEL%20CONCRETO%20HIDR%C3%81ULICO%20ADICIONADO%20CON%20CAUCHO%20RECICLADO%20](https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/1029/TESIS%20%E2%80%9CCOMPORTAMIENTO%20F%C3%8DSICO%20MEC%C3%81NICO%20DEL%20CONCRETO%20HIDR%C3%81ULICO%20ADICIONADO%20CON%20CAUCHO%20RECICLADO%20)

—. 2017. *Comportamiento físico mecánico del concreto hidráulico adicionado con caucho reciclado de Cajamarca*. 2017.

Camara de Comercio Lima. 2022. Comencio de automotriz avanzó 11% en marzo 2022. *La Camara*. [En línea] La Camara, 18 de Mayo de 2022. [Citado el: 10 de Julio de 2023.] https://www.google.com/search?q=camara+de+comercio+lima+-+vehiculos+al+a%C3%B1o+&rlz=1C1EJFC_enPE853PE854&sxsrf=AB5stBi2ljgSkPZoQgrrVx4oen97MNTx-A%3A1690144215058&ei=1429ZLOYA-6b5OUPzNyFuAE&ved=0ahUKEwjz37rs1aWAAxXuDbkGHUxuARcQ4dUDCA8&uact=5&oq=camara+de+ 2.

Camila, A. y Jorge, S. 2019. *Utilización de caucho triturado reciclado como agregados finos en el diseño de mezclas de concreto*. Líbano : s.n., 2019.

Canales , New y Racacha , Cesar . 2019. Diseño de concreto $f'c=175$ kg/cm² utilizando el concreto reciclado y el caucho reciclado para su aplicación en elementos no estructurales, Lima 2019. [En línea] 2019. file:///C:/Users/Jaky/Desktop/TESIS%20-%20TITULACION/TESIS%20IV/Canales_CNE.%20Racacha_NCF%20-%20SD.pdf.

Caro, E. y Casiano, Y. 2020. *Evaluación de las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica incorporado caucho reciclado de neumáticos, Huaraz 2020.* 2020.

Carrillo, Julian, Lizarazo, Marriaga and Lamus, Fabian. 2020. *Properties of Steel Fiber Reinforced Concrete Using Either Industrial or Recycled Fibers from Waste Tires.* Colombia : s.n., 2020. pp. 2055-2067.

Castillo, J. 2019. *Castillo, J. (2019). Propiedades físicas y mecánicas del concreto de pavimento rígido con adición de caucho reciclado en la avenida Metropolitana, comas 2019.* 2019.

Choquenaira, A. 2022. Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto con adición de caucho en polvo sustituyendo al agregado fino, Sabandia, Arequipa. *Repositorio UCV.* [En línea] 2022. [Citado el: 1 de junio de 2023.] chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfindmkaj/https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/96676/Choquenaira_CA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Correa , C. 2018. *implementación de mezcla asfáltica modificado con granulo de caucho en el barrio de San Carlos en localidad de Tunjuelito, nueva granada.* 2018.

Esenarro, Doris, et al. 2023. *Interpretation Center for the Revaluation of Flora and Fauna in Cusco, Perú.* Cusco : s.n., 2023.

Formación Ambiental y reconocimiento de la realidad. **Flores, G., Velazquez, J. y Arroyave, M. 2017.** 5, Colombia : Luna Azul, Julio de 2017, Vol. 48, pág. 399. 1.

Gomes, Ricardo and Farinha, Cartarina. 2021. *CO2 sequestration by construction and demolition waste aggregates and effect on mortars and concrete performance-An overview.* , LANGFORD LANE, KIDLINGTON,

OXFORD OX5 1GB, INGLATERRA : PERGAMON-ELSEVIER SCIENCE LTD THE BOULEVARD, 2021.

Gonzales, Gustavo, y otros. 2014. *Contaminación ambiental, variabilidad climática y cambio climático: una revisión del impacto en la salud de la población peruana.* 2014.

Goñas, Rider y Saavedra, Gemner. 2019. Determinación del uso de caucho de llantas y concreto reciclado en la fabricación de bloques de concreto B12, Lima 2019. [En línea] 2019. file:///C:/Users/Jaky/Desktop/TESIS%20-%20TITULACION/TESIS%20IV/Go%C3%B1as-MRK_Saavedra-GGG%20-%20SD.pdf.

Hernandez, R. 2014. *metodologia de la investigacion.* s.l. : Libros, 2014. Vol. 5.

Ioannidou, Dimitra, et al. 2019. *Is gravel becoming scarce? Evaluating the local criticality of construction aggregates.* Suiza : s.n., 2019. pp. 25-33.

Kabakci, Gamze. 2022. *A Review on Analysis of Reinforced Recycled Rubber Composites.* 2022.

Kim, Jeonghyun. 2021. *Properties of recycled aggregate concrete designed with equivalent mortar volume mix design.* Poland : s.n., 2021.

Kohail, A. 2023. Experimental investigation of the durability properties of rubberized concrete. [En línea] 2023. <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000944751000001.102111>.

Kozioł, Wiesław, Baic, Ireneusz and Goralczyk, Stefan. 2018. *Environmental Aspects of Sand and Gravel Aggregates Exploitation from under the Water in Poland.* , KOSZALIN 75-448, Polonia : MEDIO POMERANIA SCI SOC ENV PROT KOLLATAJA 1-1, 2018. pp. 731-744.

Lima, L. y Lima, Y. 2020. *Adición de caucho reciclado al concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020.* 2020.

Lopez, A. y Toloza, D. 2019. *Aplicación del caucho reciclado en el hormigón.* Nueva Granada : s.n., 2019.

Mei, Jiangnan, y otros. 08. *Promoting sustainable materials using recycled rubber in concrete: A review.* China : s.n., 08.

Menacho, R y Rodriguez, J. 2022. *Prototipo de una edificación de 4 pisos utilizando estructuras de concreto con adición parcial de caucho molido y PET reciclado, en la ciudad de Huaraz 2020.* 2022.

Milecivic, Ivana . 2018. *Caucho reciclado como reemplazo de agregados en concreto autocompactante.* Croacia : s.n., 2018.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. 2014. *Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.* 2014.

Muciño, Alberto. 2018. DISEÑO DE MEZCLAS - Laboratorio de materiales y sistemas estructurales. [En línea] 2018. file:///C:/Users/Jaky/Downloads/180515_Practica9_W_LMSE.pdf.

Norma Técnica Peruana. 400.037-2018 - ASTM C33 - 99. 400.037-2018 - ASTM C33 - 99.

NTP. 2019. *Normas obligatorias.* 2019.

Organizacion de la Naciones Unidas. 2023. Cumbre sobre la ambición climática. *Summit on climate ambition.* [Online] Medio Ambiente, Junio 5, 2023. [Cited: Junio 30, 2023.]

<https://www.un.org/sg/es/content/sg/speeches/2023-06-15/%D0%B7%D0%B0%D1%8F%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5-%D0%B4%D0%BB%D1%8F-%D0%BF%D1%80%D0%B5%D1%81%D1%81%D1%8B-%D0%BF%D0%BE-%D0%BA%D0%BB%D0%B8%D0%BC%D0%B0%D1%82%D1%83>. 1.

Organizacion de las Naciones Unidas. 2019. La explotación insostenible de arena y grava, destruye mares y ríos. *The unsustainable exploitation of sand and gravel destroys seas and rivers.* [Online] Global, Junio 7, 2019. [Cited: Julio 01, 2023.] <https://news.un.org/es/story/2019/05/1455611>. 2.

Pino, Edwin and Chavarri, Eduardo. 2022. *Evidence of climate change in the hyper-arid region of the southern coast of Peru, head of the Atacama Desert.* Atacama : s.n., 2022. pp. 333-375.

Properties of Steel Fiber Reinforced Concrete Using Either Industrial or Recycled Fibers from Waste Tires. Colombia : s.n. págs. 2055-2067.

Quispe, Y. 2019. Incorporación de fibra de caucho neumático reciclado influyen en el comportamiento del concreto estructural en la ciudad de

Abancay. [En línea] 2019. [Citado el: 5 de junio de 2023.] chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/utea/225/1/Incorporaci%C3%B3n%20de%20fibras%20de%20caucho%20neum%C3%A1tico%20reciclado%20influyen%20en%20el%20comportamiento%20del%20concreto%20estructural%20en%.

— **2019.** Incorporación de fibra de caucho neumático reciclado influyen en el comportamiento del concreto estructural en la ciudad de Abancay. *Incorporación de fibra de caucho neumático reciclado influyen en el comportamiento del concreto estructural en la ciudad de Abancay.* [En línea] 2019. [Citado el: 5 de junio de 2023.] chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/utea/225/1/Incorporaci%C3%B3n%20de%20fibras%20de%20caucho%20neum%C3%A1tico%20reciclado%20influyen%20en%20el%20comportamiento%20del%20concreto%20estructural%20en%.

Ramalingam, Malathy, Sivamani, Jagan and Narayanan, Karuppasamy. 2023. *Performance studies on recycled aggregate concrete with treated recycled aggregates.* 2023.

Rangecroft, Sally, Dextre , Rosa and Bueno , Cclaudia. 2023. *Unravelling and understanding local perceptions of water quality in the Santa basin, Peru.* Ancash : s.n., 2023.

Renova, Grupo. 2022. Sistema de reciclaje ecológico para las llantas usadas. [En línea] 13 de Mayo de 2022. <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-9343644>.

Roychand, Rajeev, Gravina, Rebecca and Zhuge, Yan. 2021. *Practical Rubber Pre-Treatment Approach for Concrete Use-An Experimental Study.* Australia : s.n., 2021.

Saiwari, Sitisaiyidah and Nobnop, Sujitra. 2022. *Segregated MWCNT Structure Formation in Conductive Rubber Nanocomposites by Circular Recycling of Rubber Waste.* Thailand : s.n., 2022. pp. 7463-7475.

San Martin , Renzo . 2019. *Uso de probetas ensayadas del LEMC como agregado grueso reciclado en mezclas nuevas de concreto.* Piura : s.n., 2019.

Soto, M. y Marin, J. 2019. análisis del concreto con caucho como aditivo para aligerar elementos estructurales. [En línea] Universidad Libre, Febrero de 2019. [Citado el: 10 de Junio de 2023.] <https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/17858>.

Superintendencia Nacional de Registros Publicas. 2020. Número de autos que circulan en el país acumula una década de crecimiento continuo. [En línea] Oficina General de Comunicaciones, 8 de Enero de 2020. [Citado el: 5 de Junio de 2023.] <https://www.sunarp.gob.pe/PRENSA/inicio/post/2020/01/08/sunarp-numero-de-autos-que-circulan-en-el-pais-acumula-una-decada-de-crecimiento-continuo>. 3.

Tahir, Muhammad , Abdullah, Mohd and Abd Rahim, Shayfull. 2022. *Potential of industrial By-Products based geopolymers for rigid concrete pavement application*. Malasia : s.n., 2022.

Tamanna , K, Tiznobaik , M and Banthia, N. 2020. *Mechanical Properties of Rubberized Concrete Containing Recycled Concrete Aggregate*. Canadá : s.n., 2020. pp. 169-180.

Velasquez , B.;. 2022. Influencia de la incorporación del caucho granulado sobre las propiedades mecánicas del concreto simple para pavimento rígido en el distrito de San Martín de Porres, Lima 2022. *Influencia de la incorporación del caucho granulado sobre las propiedades mecánicas del concreto simple para pavimento rígido en el distrito de San Martín de Porres, Lima 2022*. [En línea] 2022. [Citado el: 2 de junio de 2023.] <https://hdl.handle.net/11537/30268>.

Velasquez, B. 2022. *Influencia de la incorporación del caucho granulado sobre las propiedades mecánicas del concreto simple para pavimento rígido en el distrito de San Martín de Porres, Lima 2022*. 2022.

Wang, Bo, Yan, Libo and Fu, Qiuni. 2021. *A Comprehensive Review on Recycled Aggregate and Recycled Aggregate Concrete*. 2021.

Wang, Mengxin, Liao, Gaoke and Li, Yanling. 2021. *The Relationship between Environmental Regulation, Pollution and Corporate Environmental Responsibility*. China : s.n., 2021.

Young N and Yong Ch. 2022. Natural rubber-based polymer blends and compounds. [Online] enero 14, 2022. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780128237915000028>.

Yunyun , Luo. 2020. *Will infrastructure construction cause environmental pollution in China?* China : s.n., 2020.

Zhou, Yuhui, Liu, Yu and Ma, Jiaji. 2023. *Aggregate size characterisation and porosity analysis of granular mixtures.* China : s.n., 2023.

Zrar, Yarivan, Younis, Khaleel and Sherwani, Aryan. 2023. *Properties of sustainable self-compacted concrete with recycled concrete and waste tire crumb rubber aggregates.* OXON, ENGLAND : s.n., 2023.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables

Título: uso de grano de caucho y agregado reciclado en las propiedades mecánicas en la mezcla del concreto en pavimento rígido, Huaraz, Áncash 2023					
Autor: Ventura Gómez, Jaky Indira					
VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable independiente: Uso de grano de caucho reciclado y agregado reciclado	Caucho reciclado: Es conocido como caucho desmenuzado, que se obtiene de neumáticos desechados, es un producto que se elabora mediante el proceso de la trituración de llantas que ya alcanzaron su vida útil, se puede reutilizados para aprovechar en infinidades, con el propósito de impedir su almacén en vertederos y anticipar en su correcto procedimiento en las plantas recicladoras y debidamente autorizados (Camila, y otros, 2019). Agregado reciclado: Son todos los materiales que ha cumplido su resistencia propia y suficiente, abarcan del 60% al 80% del volumen total de la mezcla, entre los agregados tenemos los finos y gruesos proveniente de ríos y canteras (San Martín, 2019).	La adición de caucho reciclado más agregado reciclado con el fin de mejorar las propiedades del concreto, por ende será analizado en los ensayos de laboratorio con el fin de garantizar su calidad.	-Grano de caucho reciclado	Propiedades trituradas de CR+AR	Nominal
			-Agregado reciclado triturado		
Variable dependiente: Propiedades mecánicas del pavimento rígido	Es propiedad principal del concreto en estado fresco y estado endurecido que abarca en distinto tiempos, la propiedades mecánicas son la resistencia a la compresión, flexión y trabajabilidad (Hernandez, 2014)	Se considera al pavimento rígido como una estructura importante constituido por varias capas con el fin de resistir los esfuerzos de los vehículos y mejorar la condición y seguridad para el tránsito.	Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión	Razón
				Resistencia a la flexión	Razón
				Tracción por compresión diametral	Razón

Fuente: Elaboración propia

Matriz de consistencia

Título: uso de grano de caucho y agregado reciclado en las propiedades mecánicas en la mezcla del concreto en pavimento rígido, Huaraz, Áncash 2023							
Autor: Ventura Gómez, Jaky Indira							
Problema	Objetivo	Hipótesis	Variable	Dimensiones	Indicador	Instrumento	Metodología
Problema general:	Objetivo general:	Hipótesis general:	INDEPENDIENTE				
¿Cómo influye el uso de grano de caucho y agregado reciclado en las propiedades mecánicas de pavimento rígido, Huaraz, Ancash, 2023?	Demostrar cómo influye el uso del caucho reciclado y agregado reciclado en las propiedades mecánicas en pavimento rígido, Huaraz, Ancash, 2023.	El uso de partículas de caucho y agregado reciclado SI INFLUYE a las propiedades mecánicas de pavimento rígido, Huaraz, Ancash, 2023	Grano de caucho reciclado y agregado reciclado	Grano de caucho reciclado	Propiedades trituradas de CR+AR	Libros	Enfóque de investigación: Cuantitativa
				Agregado reciclado triturado			
				Proporciones de grano de caucho más agregado reciclado	5%CR + 5%AR 10%CR + 5%AR 15%CR + 5%AR	Balanza y fichas de laboratorio	Tipo de investigación: Aplicada Diseño de investigación: Cuasi experimental
Problemas específicos:	Objetivos específicos:	Hipótesis específicos:	DEPENDIENTE				
¿Cómo influye el uso de grano de caucho y agregado reciclado en las resistencia a la compresión en pavimento rígido, Huaraz, Ancash 2023?	Demostrar influye el grano de caucho reciclado y agregado reciclado en la resistencia a compresión en pavimento rígido, Huaraz, Ancash, 2023	El uso de grano de caucho y agregado reciclado si influye resistencia a la compresión en de pavimento rígido, Huaraz, Ancash, 2023	Propiedades mecánicas del pavimento rígido	Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)	Ensayo de resistencia a la compresión (ASTM C39-07) y ASTM C133	Alcance - nivel de investigación Explicativo:
¿Cómo influye el uso de grano de caucho y agregado reciclado en las resistencia a la flexión en pavimento rígido, Huaraz, Ancash 2023?	Demostrar cómo influye el uso de grano de caucho y agregado reciclado en la resistencia a flexión en pavimento rígido, Huaraz, Ancash, 2023	El uso de grano de caucho y agregado reciclados influye en la resistencia a la flexión en pavimento rígido Huaraz, Ancash, 2023;			Resistencia a la flexión (Kg/cm ²)	Ensayo de resistencia a la flexión ASTM C78	Población: Volumen total de 1m ³
¿Cómo influye el uso de grano de caucho y agregado reciclado en tracción por compresión diametral en pavimento rígido, Huaraz, Ancash 2023?	Demostrar cómo influye el uso de grano de caucho y agregado reciclado en la resistencia a tracción por compresión diametral en pavimento rígido, Huaraz, Ancash, 2023	El uso de grano de caucho y agregado reciclados influye en la resistencia a tracción por compresión diametral en pavimento rígido, Huaraz, Ancash, 2023.			Resistencia a tracción por compresión diametral (Kg/cm ²)	Ensayo de tracción por compresión diametral ASTM C39	Muestra: 80 probetas

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Validación de instrumentos de expertos

Experto 1:

CARTA DE PRESENTACIÓN

Ingeniero: JHON FRAYLUIS BARRETO PALMA

Presente:

Asunto: Proceso de validación da través de juicio de experto.

De mi mayor consideración:

Es muy grato dirigirme a usted, para saludarlo muy cordialmente y agradecerle la comunicación con su persona para hacer de su conocimiento que yo: VENTURA GOMEZ JAKY INDIRA estudiante del programa de titulación de la Universidad Cesar Vallejo Filial Huaraz, debo realizar el proceso de validación de mis instrumentos de recolección de información que facilitará desarrollar los resultados de mi investigación, el cual me permitirá optar el "Título de Ingeniero Civil".

Mi proyecto titula: "Uso de grano de caucho y agregado reciclado en las propiedades mecánicas en la mezcla del concreto en pavimento rígido, Huaraz, Áncash 2023", siendo fundamental acudo a Usted para su participación en el Juicio de Experto por las experiencias que posee en temas educativos y/o investigación.

Adjunto para la validación dichos documentos:

1. Carta de presentación.
2. Ficha de identificación de experto para el proceso de validación.
3. Definición conceptual de las variables y dimensiones de estudio.
4. Matriz de operacionalización de variables.
5. Matriz de consistencia.
6. Ficha de validación.

Sin otro particular, me despido de Usted, no sin antes expresar los sentimientos de mi especial consideración personal.

Atentamente,



Bach. Ventura Gómez, Jaky Indira

DNI: 46589387



JOHN FRAYLUIS BARRETO PALMA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 47285
Maestría en Ingeniería Estructural
Maestría en Geotécnia

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DEL EXPERTO PARA PROCESO DE VALIDACIÓN

Nombres y Apellidos: BARRETO PALMA JOHN

N° DNI / CE: 31628965

Edad: 57

Teléfono / celular: 943048865

Email: jbarretop@gmail.com

Título profesional: Ingeniero Civil

Grado académico:

Doctorado:

Especialidad: Geotecnia

Institución que labora: UNASAM

EXPERIENCIA LABORAL: 20 AÑOS

Identificación del Proyecto de Investigación o Tesis

Título:

USO DE GRANO DE CAUCHO Y AGREGADO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN LA MEZCLA DEL CONCRETO EN PAVIMENTO RÍGIDO, HUARAZ, ÁNCASH 2023

Autor(es):

VENTURA GÓMEZ, JAKY INDIRA

Programa de Investigación:

Ingeniería Civil


JOHN FRAYLUIS BARRETO PALMA
INGENIERO CIVIL
Reg. CP N° 47285
Maestría en Ingeniería Estructural
Maestría en Geotecnia

FICHA DE EVALUACION DE EXPERTOS

Título de proyecto de investigación: "Uso de grano de caucho y agregado reciclado en las propiedades mecánicas en la mezcla del concreto en pavimento rígido, Huaraz, Áncash 2023",			
Magister experto: BARRETO PALMA JOHN			
Criterios	Cumple	No cumple	Observación
1. ¿El instrumento de recolección de datos está orientado al problema de investigación?	X		
2. ¿En el instrumento de recolección de datos se aprecia las variables de investigación?	X		
3. ¿Los instrumentos de recolección de datos facilita el logro de los objetivos de la investigación?	X		
4. ¿Los instrumentos de recolección de datos se relacionan con las variables de estudio?	X		
5. ¿El instrumento de recolección de datos presenta la cantidad de ítems apropiado?	X		
6. ¿El instrumento de recolección de datos es coherente?	X		
7. ¿El diseño del instrumento de recolección de datos facilita el análisis y procesamiento de los datos?	X		
8. ¿Del instrumento de recolección de datos, usted eliminaría algún ítem?	X		
9. ¿En el instrumento de recolección de datos, usted agregaría algún ítem?	X		
10. ¿El diseño del instrumento de recolección será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
11. ¿La recolección del instrumento de recolección de datos es clara, sencilla y precisa para la investigación?	X		

JOHN FRAYLUIS BARRETO PALMA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CP 474735
 Maestría en Ingeniería Estructural
 Maestría en Geotécnica

SUGERENCIAS:

.....

.....

.....

.....

USO DE GRANO DE CAUCHO Y AGREGADO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN LA MEZCLA DEL CONCRETO EN PAVIMENTO RÍGIDO, HUARAZ, ÁNCASH 2023

Variable dependiente

Variable 1

Grano de caucho reciclado

Es conocido como caucho desmenuzado, que se obtiene de neumáticos desechados, es un producto que se elabora mediante el proceso de la trituración de llantas que ya alcanzaron su vida útil, se puede reutilizados para aprovechar en infinidades, con el propósito de impedir su almacén en vertederos y anticipar en su correcto procedimiento en las plantas recicladoras y debidamente autorizados (Camila, y otros, 2013).

Agregado reciclado

Son todos los materiales que ha cumplido su resistencia propia y suficiente, abarcan del 60% al 80% del volumen total de la mezcla, entre los agregados tenemos los finos y gruesos proveniente de ríos y canteras (San Martin, 2019).

Variable 2

Propiedades mecánicas de pavimento rígido

Es propiedad principal del concreto en estado fresco y estado endurecido que abarca en distinto tiempos, las propiedades mecánicas son la resistencia a la compresión, flexión y trabajabilidad (Hernandez, 2023)

- **Resistencia a la compresión**

La norma ASTM es la capacidad para soportar una carga por unidad de área, esta cargas son expresadas en kg/cm², Mpa y psi, la resistencia obtenida del concreto en 7, 14, 21 y 28 días, la resistencia puede variar de acuerdo a su diseño de mezcla de 175 kg/cm² a 300 kg/cm² para estructuras diseñadas para su comprobación se hace pruebas de resistencia en probetas, para fines de su control de calidad, estos cilindros sometidos a ensayos de aceptación y control de calidad, se elaboran siguiendo los

JOHN FRAYLUIS BARRETO PALMA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 47285
Maestría en Ingeniería Estructural
Maestría en Geotécnia

MATRIZ DE PERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES


Título: uso de grano de caucho y agregado reciclado en las propiedades mecánicas en la mezcla del concreto en pavimento rígido, Huaraz, Ancash 2023

Autor: Ventura Gómez, Jaky Indira

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable independiente: Grano de caucho reciclado y agregado reciclado	<p>Caucho reciclado: Es conocido como caucho desmenuzado, que se obtiene de neumáticos desechados, es un producto que se elabora mediante el proceso de la trituración de llantas que ya alcanzaron su vida útil, se puede reutilizados para aprovechar en infinitudes, con el propósito de impedir su almacén en vertederos y anticipar en su correcto procedimiento en las plantas recicladoras y debidamente autorizados (Camila, y otros, 2013).</p> <p>Agregado reciclado: Son todos los materiales que ha cumplido su resistencia propia y suficiente, abarcan del 60% al 80% del volumen total de la mezcla, entre los agregados tenemos los finos y gruesos proveniente de ríos y canteras (San Martín , 2019).</p>	<p>La adición de caucho reciclado más agregado reciclado con el fin de mejorar las propiedades del concreto, por ende, será analizado en los ensayos de laboratorio con el fin de garantizar su calidad.</p>	<p>-Grano de caucho reciclado -Agregado reciclado triturado</p>	Propiedades trituradas de CR+AR	Nominal
Variable dependiente: Propiedades mecánicas del pavimento rígido	Es propiedad principal del concreto en estado fresco y estado endurecido que abarca en distinto tiempos, las propiedades mecánicas son la resistencia a la compresión, flexión y trabajabilidad (Hernandez, 2023)	Se considera al pavimento rígido como una estructura importante constituido por varias capas con el fin de resistir los esfuerzos de los vehículos y mejorar la condición y seguridad para el tránsito.	Proporciones de grano de caucho más agregado reciclado	1%CR + 5%AR 3%CR + 5%AR 5%CR + 5%AR	Razón
			Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión Resistencia a la flexión trabajabilidad	Razón Razón Razón

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: uso de grano de caucho y agregado reciclado en las propiedades mecánicas en la mezcla del concreto en pavimento rígido, Huaraz, Ancash 2023							
Autor: Ventura Gómez, Jaky Indira							
Problema	Objetivo	Hipótesis	VARIABLE INDEPENDIENTE	Dimensiones	Indicador	Instrumento	Metodología
¿Cómo influye el uso de grano de caucho y agregado reciclado en las propiedades mecánicas de pavimento rígido, Huaraz, Ancash, 2023?	Mostrar cómo influye el uso del caucho reciclado y agregado reciclado en las propiedades mecánicas en pavimento rígido, Huaraz, Ancash, 2023.	El uso de partículas de caucho y agregado reciclado SI INFLUYE a las propiedades mecánicas de pavimento rígido, Huaraz, Ancash, 2023	grano de caucho reciclado y agregado reciclado	Grano de caucho reciclado Agregado reciclado triturado Proporciones de grano de caucho más agregado reciclado	Propiedades trituradas de CR+AR 1%CR + 5%AR 3%CR + 5%AR 5%CR + 5%AR	Libros Balanza y fichas de laboratorio	Enfoque de investigación: Cuantitativa Tipo de investigación: Aplicada Diseño de investigación: Cuasi experimental
Problemas específicos: ¿Cómo influye el uso de grano de caucho y agregado reciclado en la resistencia a la compresión en pavimento rígido, Huaraz, Ancash, 2023? ¿Cómo influye el uso de grano de caucho y agregado reciclado en la resistencia a la flexión en pavimento rígido, Huaraz, Ancash, 2023? ¿El uso de grano de caucho y agregado reciclado disminuye la trabajabilidad de la mezcla para el diseño de pavimento rígido, Huaraz, Ancash, 2023?	Objetivos específicos: Mostrar cómo influye el uso de caucho reciclado y agregado reciclado en la resistencia a compresión en pavimento rígido, Huaraz, Ancash, 2023; Mostrar cómo influye el uso de grano de caucho y agregado reciclado en la resistencia a flexión en pavimento rígido, Huaraz, Ancash, 2023; Comprobar si la utilización de caucho reciclado y agregado reciclado disminuye la trabajabilidad de la mezcla del diseño de pavimento, Huaraz, Ancash, 2023.	Hipótesis específicas: El uso de grano de caucho y agregado reciclado si influye resistencia a la compresión en pavimento rígido, Huaraz, Ancash, 2023 El uso de grano de caucho y agregado reciclados influye en la resistencia a la flexión en pavimento rígido Huaraz, Ancash, 2023 La utilización de neumáticos y agregado desechado SI INFLUYE en la trabajabilidad de la mezcla de diseño en pavimento rígido, Huaraz, Ancash, 2023.	VARIABLE DEPENDIENTE Propiedades mecánicas del pavimento rígido	Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²) Resistencia a la flexión (Kg/cm ²) Trabajabilidad de la mezcla del concreto (Pulg)	Ensayo de resistencia a la compresión (ASTM C39-07) Ensayo de resistencia a la flexión ASTM C78 Ensayo de trabajabilidad ASTM C 143	Alcance - nivel de investigación Explicativo: Población: Volumen total de 1m3 Muestra: 64 probetas


JOHN FRAYLUIS BARRETO PALMA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 47285
 Maestría en Ingeniería Estructural
 Maestría en Geotécnica

Experto 2

CARTA DE PRESENTACIÓN

Ingeniero: **TEODOSIO JAVIER CABANA**

Presente:

Asunto: Proceso de validación da través de juicio de experto.

De mi mayor consideración:

Es muy grato dirigirme a usted, para saludarlo muy cordialmente y agradecerle la comunicación con su persona para hacer de su conocimiento que yo: VENTURA GOMEZ JAKY INDIRA estudiante del programa de titulación de la Universidad Cesar Vallejo Filial Huaraz, debo realizar el proceso de validación de mis instrumentos de recolección de información que facilitará desarrollar los resultados de mi investigación, el cual me permitirá optar el "Título de Ingeniero Civil".

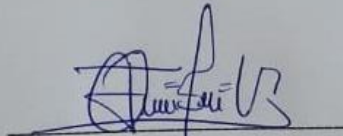
Mi proyecto titula: "**Uso de grano de caucho y agregado reciclado en las propiedades mecánicas en la mezcla del concreto en pavimento rígido, Huaraz, Áncash 2023**", siendo fundamental acudo a Usted para su participación en el Juicio de Experto por las experiencias que posee en temas educativos y/o investigación.

Adjunto para la validación dichos documentos:

1. Carta de presentación.
2. Ficha de identificación de experto para el proceso de validación.
3. Definición conceptual de las variables y dimensiones de estudio.
4. Matriz de operacionalización de variables.
5. Matriz de consistencia.
6. Ficha de validación.

Sin otro particular, me despido de Usted, no sin antes expresar los sentimientos de mi especial consideración personal.

Atentamente,

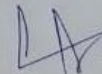


Bach. Ventura Gómez, Jaky Indira

DNI: 46589387



LUIS TEODOSIO JAVIER CABANA
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 54592



FICHA DE IDENTIFICACIÓN DEL EXPERTO PARA PROCESO DE VALIDACIÓN

Nombres y Apellidos: Luis Teodosio, Javier Cabana
N° DNI / CE: 31635025 Edad: 61 Años
Teléfono / celular: 925160985 Email: L3CONTRATISTAS1@gmail.com

Título profesional: Ingeniero Civil

Grado académico: MAGISTER Doctorado:

Especialidad: DIRECCIÓN DE LA EMPRESA DE LA CONSTRUCCIÓN

Institución que labora:

UNASAM (Universidad Nacional Santiago
Antúnez de Mayolo) - ANCASH

Identificación del Proyecto de Investigación o Tesis

Título:

USO DE GRANO DE CAUCHO Y AGREGADO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN LA MEZCLA DEL CONCRETO EN PAVIMENTO RÍGIDO, HUARAZ, ÁNCASH 2023

Autor(es):

VENTURA GÓMEZ, JAKY INDIRA

Programa de Investigación:

Ingeniería Civil



LUIS TEODOSIO JAVIER CABANA
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 64592

Firma

FICHA DE EVALUACION DE EXPERTOS

Título de proyecto de investigación: "Uso de grano de caucho y agregado reciclado en las propiedades mecánicas en la mezcla del concreto en pavimento rígido, Huaraz, Áncash 2023".

Magister experto:

Criterios	Cumple	No cumple	Observación
1. ¿El instrumento de recolección de datos está orientado al problema de investigación?	X		
2. ¿En el instrumento de recolección de datos se aprecia las variables de investigación?	X		
3. ¿Los instrumentos de recolección de datos facilita el logro de los objetivos de la investigación?	X		
4. ¿Los instrumentos de recolección de datos se relacionan con las variables de estudio?	X		
5. ¿El instrumento de recolección de datos presenta la cantidad de ítems apropiado?	X		
6. ¿El instrumento de recolección de datos es coherente?	X		
7. ¿El diseño del instrumento de recolección de datos facilita el análisis y procesamiento de los datos?	X		
8. ¿Del instrumento de recolección de datos, usted eliminaría algún ítem?	X		
9. ¿En el instrumento de recolección de datos, usted agregaría algún ítem?	X		
10. ¿El diseño del instrumento de recolección será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
11. ¿La recolección del instrumento de recolección de datos es clara, sencilla y precisa para la investigación?	X		

SUGERENCIAS:

Citar sus Variables de estudio, Citar sus dimensiones de estudio, las citas tienen que ser de los últimos años.



LUIS TEODOSIO JAVIER CABANA
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 64592

MATRIZ DE PERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Título: uso de grano de caucho y agregado reciclado en las propiedades mecánicas en la mezcla del concreto en pavimento rígido, Huaraz, Ancash 2023

Autor: Ventura Gómez, Jaky Indira

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
<p>Variable Independiente:</p> <p>Grano de caucho reciclado y agregado reciclado</p>	<p>Caucho reciclado: Es conocido como caucho desmenzado, que se obtiene de neumáticos desechados, es un producto que se elabora mediante el proceso de la trituración de llantas que ya alcanzaron su vida útil, se puede reutilizados para aprovechar en infinidades, con el propósito de impedir su almacen en vertederos y anticipar en su correcto procedimiento en las plantas recicladoras y debidamente autorizadas (Camilla, y otros, 2013).</p> <p>Agregado reciclado: Son todos los materiales que ha cumplido su resistencia propia y suficiente, abarcan del 60% al 80% del volumen total de la mezcla, entre los agregados tenemos los finos y gruesos proveniente de ríos y canteras (San Martín, 2019).</p>	<p>La adición de caucho reciclado más agregado mejorará las propiedades del concreto, por ende, será analizado en los ensayos de laboratorio con el fin de garantizar su calidad.</p>	<p>-Grano de caucho reciclado</p> <p>-Agregado reciclado triturado</p>	<p>Propiedades trituradas de CR+AR</p>	<p>Nominal</p>
<p>Variable dependiente:</p> <p>Propiedades mecánicas del pavimento rígido</p>	<p>Es propiedad principal del concreto en estado fresco y estado endurecido que abarca en distinto tiempos, las propiedades mecánicas son la resistencia a la compresión, flexión y trabajabilidad (Hernandez, 2023)</p>	<p>Se considera al pavimento rígido como una estructura importante constituido por varias capas con el fin de resistir los esfuerzos de los vehículos y mejorar la condición y seguridad para el tránsito.</p>	<p>Proporciones de grano de caucho más agregado reciclado</p> <p>Propiedades mecánicas</p>	<p>1%CR + 5%AR 3%CR + 5%AR 5%CR + 5%AR</p> <p>Resistencia a la compresión</p> <p>Resistencia a la flexión</p> <p>trabajabilidad</p>	<p>Razón</p> <p>Razón</p> <p>Razón</p> <p>Razón</p>

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: uso de grano de caucho y agregado reciclado en las propiedades mecánicas en la mezcla del concreto en pavimento rígido, Huaraz, Ancash, 2023							
Autor: Ventura Gómez, Jaky Indira							
Problema							
Problema general:	Objetivo general:	Hipótesis general:	VARIABLE INDEPENDIENTE	Dimensiones	Indicador	Instrumento	
Problemas específicos:	Objetivos específicos:	Hipótesis específicas:	VARIABLE DEPENDIENTE				
¿Cómo influye el uso de grano de caucho y agregado reciclado en las propiedades mecánicas de pavimento rígido, Huaraz, Ancash, 2023?	<p>Objetivo general:</p> <p>Demostrar cómo influye el uso de caucho reciclado y agregado reciclado en las propiedades mecánicas en pavimento rígido, Huaraz, Ancash, 2023.</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>El uso de partículas de caucho y agregado reciclado SI INFLUYE a las propiedades mecánicas de pavimento rígido, Huaraz, Ancash, 2023</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <p>grano de caucho reciclado y agregado reciclado</p>	<p>Dimensiones</p> <p>Grano de caucho reciclado</p> <p>Agregado reciclado triturado</p> <p>Proporciones de grano de caucho más agregado reciclado</p>	<p>Indicador</p> <p>Propiedades trituradas de CR+AR</p> <p>1%CR + 5%AR</p> <p>3%CR + 5%AR</p> <p>5%CR + 5%AR</p>	<p>Instrumento</p> <p>Libros</p> <p>Balanza y fichas de laboratorio</p>	<p>Metodología</p> <p>Enfoque de investigación: Cuantitativa</p> <p>Tipo de investigación: Aplicada</p> <p>Diseño de investigación: Cuasi experimental</p>
¿Cómo influye el uso de grano de caucho y agregado reciclado en la resistencia a la compresión en pavimento rígido, Huaraz, Ancash, 2023?	<p>Objetivos específicos:</p> <p>Demostrar influye el grano de caucho reciclado y agregado reciclado en la resistencia a la compresión en pavimento rígido, Huaraz, Ancash, 2023.</p>	<p>Hipótesis específicas:</p> <p>El uso de grano de caucho y agregado reciclado si influye resistencia a la compresión en pavimento rígido, Huaraz, Ancash, 2023</p>	<p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>Propiedades mecánicas del pavimento rígido</p>	<p>Dimensiones</p> <p>Propiedades mecánicas</p>	<p>Indicador</p> <p>Resistencia a la compresión (kg/cm²)</p>	<p>Instrumento</p> <p>Ensayo de resistencia a la compresión (ASTM C39-07)</p>	<p>Metodología</p> <p>Alcance: nivel de investigación Explicativo</p>
¿Cómo influye el uso de grano de caucho y agregado reciclado en la resistencia a la flexión en pavimento rígido, Huaraz, Ancash, 2023?	<p>Objetivos específicos:</p> <p>Demostrar cómo influye el uso de grano de caucho y agregado reciclado en la resistencia a flexión en pavimento rígido, Huaraz, Ancash, 2023.</p>	<p>Hipótesis específicas:</p> <p>El uso de grano de caucho y agregado reciclados influye en la resistencia a la flexión en pavimento rígido Huaraz, Ancash, 2023</p>	<p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>Propiedades mecánicas del pavimento rígido</p>	<p>Dimensiones</p> <p>Propiedades mecánicas</p>	<p>Indicador</p> <p>Resistencia a la flexión (Kg/cm²)</p>	<p>Instrumento</p> <p>Ensayo de resistencia a la flexión ASTM C78</p>	<p>Metodología</p> <p>Población: Volumen total de 1m³</p>
¿El uso de grano de caucho y agregado reciclado disminuye la trabajabilidad de la mezcla para el diseño de pavimento rígido, Huaraz, Ancash, 2023?	<p>Objetivos específicos:</p> <p>Comprobar si la utilización de caucho reciclado y agregado reciclado disminuye la trabajabilidad de la mezcla del diseño de pavimento, Huaraz, Ancash, 2023.</p>	<p>Hipótesis específicas:</p> <p>La utilización de neumáticos y agregado desechado SI INFLUYE en la trabajabilidad de la mezcla de diseño en pavimento rígido, Huaraz, Ancash, 2023.</p>	<p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>Propiedades físicas</p>	<p>Dimensiones</p> <p>Propiedades físico</p>	<p>Indicador</p> <p>Trabajabilidad de la mezcla del concreto (Pug)</p>	<p>Instrumento</p> <p>Ensayo de trabajabilidad ASTM C 143</p>	<p>Metodología</p> <p>Muestra: 64 probetas</p>

Experto 3

CARTA DE PRESENTACIÓN

Ingeniero: *Huaney Carranza Jesus Johan.*

Presente:

Asunto: Proceso de validación da través de juicio de experto.

De mi mayor consideración:

Es muy grato dirigirme a usted, para saludarlo muy cordialmente y agradecerle la comunicación con su persona para hacer de su conocimiento que yo: VENTURA GOMEZ JAKY INDIRA estudiante del programa de titulación de la Universidad Cesar Vallejo Filial Huaraz, debo realizar el proceso de validación de mis instrumentos de recolección de información que facilitará desarrollar los resultados de mi investigación, el cual me permitirá optar el "Título de Ingeniero Civil".

Mi proyecto titula: "Uso de grano de caucho y agregado reciclado en las propiedades mecánicas en la mezcla del concreto en pavimento rígido, Huaraz, Áncash 2023", siendo fundamental acudo a Usted para su participación en el Juicio de Experto por las experiencias que posee en temas educativos y/o investigación.

Adjunto para la validación dichos documentos:

1. Carta de presentación.
2. Ficha de identificación de experto para el proceso de validación.
3. Definición conceptual de las variables y dimensiones de estudio.
4. Matriz de operacionalización de variables.
5. Matriz de consistencia.
6. Ficha de validación.

Sin otro particular, me despido de Usted, no sin antes expresar los sentimientos de mi especial consideración personal.

Atentamente,



Bach. Ventura Gómez, Jaky Indira

DNI: 46589387



FICHA DE IDENTIFICACIÓN DEL EXPERTO PARA PROCESO DE VALIDACIÓN

Nombres y Apellidos: Huaney Carranza Jesus Johan
N° DNI / CE: 44010778 Edad: 36 años
Teléfono / celular: 949930070 Email: kranza28@gmail.com

Título profesional: Ingeniero Civil Ingeniero Civil
Grado académico: Maestría Doctorado: No
Especialidad: Maestría en Educación, con MenCIÓN en Docencia, Investigación y Docencia
Institución que labora: UNAPCH.

Identificación del Proyecto de Investigación o Tesis

Título:

USO DE GRANO DE CAUCHO Y AGREGADO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN LA MEZCLA DEL CONCRETO EN PAVIMENTO RÍGIDO, HUARAZ, ÁNCASH 2023

Autor(es):

VENTURA GÓMEZ, JAKY INDIRA

Programa de Investigación:

Ingeniería Civil



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
Consejo Departamental de Arequipa

Huaney Carranza Jesus Johan

HUANAY CARRANZA JESUS JOHAN
ING. CIVIL

CIP. N° 183286

Firma

FICHA DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Título de proyecto de investigación: "Uso de grano de caucho y agregado reciclado en las propiedades mecánicas en la mezcla del concreto en pavimento rígido, Huaraz, Áncash 2023",

Magister experto:

Criterios	Cumple	No cumple	Observación
1. ¿El instrumento de recolección de datos está orientado al problema de investigación?	X		
2. ¿En el instrumento de recolección de datos se aprecia las variables de investigación?	X		
3. ¿Los instrumentos de recolección de datos facilita el logro de los objetivos de la investigación?	X		
4. ¿Los instrumentos de recolección de datos se relacionan con las variables de estudio?	X		
5. ¿El instrumento de recolección de datos presenta la cantidad de ítems apropiado?	X		
6. ¿El instrumento de recolección de datos es coherente?	X		
7. ¿El diseño del instrumento de recolección de datos facilita el análisis y procesamiento de los datos?	X		
8. ¿Del instrumento de recolección de datos, usted eliminaría algún ítem?	X		
9. ¿En el instrumento de recolección de datos, usted agregaría algún ítem?	X		
10. ¿El diseño del instrumento de recolección será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
11. ¿La recolección del instrumento de recolección de datos es clara, sencilla y precisa para la investigación?	X		

SUGERENCIAS:

EN EL PROCESO DE ELABORACION DE INVESTIGACION EXISTEN
 CERRAMIA Y MEJORAS CONSIDERAR CADA PROCESO PARA SU
 ELABORACION PREVIO MONITOREO DE ASESOR.

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU

 JUAN EY CAMACHO JUSUS JOHAN
 ING. CIVIL
 CIP. N° 143284

Atentamente:

"USO DE GRANO DE CAUCHO Y AGREGADO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN LA MEZCLA DEL CONCRETO EN PAVIMENTO RÍGIDO, HUARAZ, ÁNCASH 2023"

Variable dependiente

Variable 1

Grano de caucho reciclado

Es conocido como caucho desmenuzado, que se obtiene de neumáticos desechados, es un producto que se elabora mediante el proceso de la trituración de llantas que ya alcanzaron su vida útil, se puede reutilizados para aprovechar en infinidad, con el propósito de impedir su almacén en vertederos y anticipar en su correcto procedimiento en las plantas recicladoras y debidamente autorizados (Camila, y otros, 2013).

Agregado reciclado

Son todos los materiales que ha cumplido su resistencia propia y suficiente, abarcan del 60% al 80% del volumen total de la mezcla, entre los agregados tenemos los finos y gruesos proveniente de ríos y canteras (San Martín, 2019)

Variable 2

Propiedades mecánicas de pavimento rígido

Es propiedad principal del concreto en estado fresco y estado endurecido que abarca en distinto tiempos, las propiedades mecánicas son la resistencia a la compresión, flexión y trabajabilidad (Hernandez, 2023)

- **Resistencia a la compresión**

La norma ASTM es la capacidad para soportar una carga por unidad de área, esta cargas son expresadas en kg/cm², Mpa y psi, la resistencia obtenida del concreto en 7, 14, 21 y 28 días, la resistencia puede variar de acuerdo a su diseño de mezcla de 175 kg/cm² a 300 kg/cm² para estructuras

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Colegio Departamental de Ancash

HORNEY CHIRIQUIZA TORRES JOMAN
ING. CIVIL
C.I.P. N° 183285

diseñadas para su comprobación se hace pruebas de resistencia en probetas, para fines de su control de calidad, estos cilindros sometidos a ensayos de aceptación y control de calidad, se elaboran siguiendo los procedimientos descritos en probetas curadas de manera estándar según la NORMA ASTM C31 practica estándar para elaborar y curar probetas de ensayo de concreto en campo NTP 339.033.

- **Resistencia a la flexión**

La resistencia a la flexo-tracción se expresa como el módulo de rotura, este módulo se determina del 10% al 20% de la resistencia de compresión; en dependencia del tipo, dimensión y volumen del agregado grueso utilizado.

Para la confiabilidad se realiza ensayos en probetas cumpliendo los protocolos del ensayo de acuerdo a la norma ASTM C42, que sirve para chequear el valor deseado, empleando criterios de la ACI 318 de 85% de la resistencia especificada (Hernández, 2023)

- **Trabajabilidad**

Es la condición de la mezcla del agregado para ser transportada, mezclada, compactada y acabados sin mayor esfuerzo (Hernandez, 2023).

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU

WILNEY CHURRUARÍN
ING. CIVIL
C.I.P. N° 163266

MATRIZ DE PERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Título: uso de grano de caucho y agregado reciclado en las propiedades mecánicas en la mezcla del concreto en pavimento rígido, Huaraz, Ancash 2023

Autor: Ventura Gómez, Jaky Indira

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
<p>Variable independiente:</p> <p>Grano de caucho reciclado y agregado reciclado</p>	<p>Caucho reciclado: Es conocido como caucho desmenuzado, que se obtiene de neumáticos desechados, es un producto que se elabora mediante el proceso de la trituración de llantas que ya alcanzaron su vida útil, se puede reutilizados para aprovechar en infinidad de formas, con el propósito de impactar su almacenamiento en vertederos y anticipar en su correcto procedimiento en las plantas recicladoras y debidamente autorizadas (Camilla, y otros, 2013).</p> <p>Agregado reciclado: Son todos los materiales que ha cumplido su resistencia propia y suficiente: abarcan del 60% al 80% del volumen total de la mezcla, entre los agregados tenemos los finos y gruesos proveniente de ríos y canchales (San Martín, 2019).</p>	<p>La adición de caucho reciclado más agregado reciclado con el fin de mejorar las propiedades del concreto, por ende, será analizado en los ensayos de laboratorio con el fin de garantizar su calidad.</p>	<p>-Grano de caucho reciclado</p> <p>-Agregado reciclado triturado</p>	<p>Propiedades trituradas de CR+AR</p>	<p>Nominal</p>
<p>Variable dependiente:</p> <p>Propiedades mecánicas del pavimento rígido</p>	<p>Es propiedad principal del concreto en estado fresco y estado endurecido que abarca en distinto tiempos, las propiedades mecánicas son la resistencia a la compresión, flexión y trabajabilidad (Hernandez, 2023)</p>	<p>Se considera al pavimento rígido como una estructura importante constituido por varias capas con el fin de resistir los esfuerzos de los vehículos y mejorar la condición y seguridad para el tránsito.</p>	<p>Proporciones de grano de caucho más agregado reciclado</p> <p>Propiedades mecánicas</p>	<p>1%CR + 5%AR 3%CR + 5%AR 5%CR + 5%AR</p> <p>Resistencia a la compresión</p> <p>Resistencia a la flexión</p> <p>trabajabilidad</p>	<p>Razón</p> <p>Razón</p> <p>Razón</p> <p>Razón</p>

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: uso de grano de caucho y agregado reciclado en las propiedades mecánicas en la mezcla del concreto en pavimento rígido, Huaraz, Ancash 2023

Autor: Ventura Gómez, Jaky Indira

Problemas	Objetivo	Hipótesis	variable INDEPENDIENTE	Dimensiones	Indicador	Instrumento	Metodología
Problema general: ¿Cómo influye el uso de grano de caucho y agregado reciclado en las propiedades mecánicas de pavimento rígido, Huaraz, Ancash, 2023?	Objetivo general: Demostrar cómo influye el uso del caucho reciclado y agregado reciclado en las propiedades mecánicas en pavimento rígido, Huaraz, Ancash, 2023.	Hipótesis general: El uso de partículas de caucho y agregado reciclado S/INFLUYE a las propiedades mecánicas de pavimento rígido, Huaraz, Ancash, 2023.	grano de caucho reciclado y agregado reciclado	Grano de caucho reciclado Agregado reciclado triturado	Propiedades trituradas de CR+AR 1%CR + 5%AR 3%CR + 5%AR 5%CR + 5%AR	Libros Balanza y fichas de laboratorio	Enfoque de Investigación Cuantitativa Tipo de investigación Aplicada Diseño de investigación: Cuas experimental
Problemas específicos: ¿Cómo influye el uso de grano de caucho y agregado reciclado en la resistencia a la compresión en pavimento rígido, Huaraz, Ancash, 2023? ¿Cómo influye el uso de grano de caucho y agregado reciclado en la resistencia a la flexión en pavimento rígido, Huaraz, Ancash, 2023?	Objetivos específicos: Demostrar influye el grano de caucho reciclado y agregado reciclado en la resistencia a compresión en pavimento rígido, Huaraz, Ancash, 2023. Demostrar cómo influye el uso de grano de caucho y agregado reciclado en la resistencia a flexión en pavimento rígido, Huaraz, Ancash, 2023.	Hipótesis específicos: El uso de grano de caucho y agregado reciclado S/INFLUYE a la resistencia a la compresión en pavimento rígido, Huaraz, Ancash, 2023. El uso de grano de caucho y agregado reciclados influye en la resistencia a la flexión en pavimento rígido Huaraz, Ancash, 2023.	VARIABLE DEPENDIENTE Propiedades mecánicas del pavimento rígido	Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²) Resistencia a la flexión (Kg/cm ²)	Ensayo de resistencia a la compresión (ASTM C39/07) Ensayo de resistencia a la flexión ASTM C79	Analice - nivel de investigación Explicativo Población: Volumen total de 1m ³
¿El uso de grano de caucho y agregado reciclado disminuye la trabajabilidad de la mezcla para el diseño de pavimento rígido, Huaraz, Ancash, 2023?	Comprobar si la utilización de caucho reciclado y agregado reciclado disminuye la trabajabilidad de la mezcla del diseño de pavimento, Huaraz, Ancash, 2023.	La utilización de neumáticos y agregado desechado S/INFLUYE en la trabajabilidad de la mezcla de diseño en pavimento rígido, Huaraz, Ancash, 2023.		Propiedades físicas	Trabajabilidad de la mezcla del concreto (Fug)	Ensayo de trabajabilidad ASTM C 143	Muestra 64 probetas



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Colegio Departamental de Huaraz
[Firma]
HUANEY CAROLINA TERESA JOHAN,
ING. CIVIL,
C.I.P. N° 163285

Anexo 3. certificados y/o contrato de laboratorio al estudiante

CERTIFICADO DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

La gerencia de GEOSTRUCT (INGENIERIA GEOTECNICA Y ESTRUCTURAL)
Laboratorios de Mecánica de suelos y ensayo de materiales.

CERTIFICA:

Que la Sta. VENTURA GOMEZ JAKY INDIRA, identificado con DNI N.º 48078090, estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo Filial Huaraz, va realizar sus ensayos de laboratorio de su tesis **"Uso de grano de caucho y agregado reciclado en las propiedades mecánicas en la mezcla del concreto en pavimento rígido, Huaraz, Áncash 2023"**, a partir de 01 de octubre 2023 al 01 de diciembre del 2023.

Se expide el presente certificado a solicitud del interesado, para los fines que crea conveniente.

Huaraz, 27 de setiembre del 2023.



[Handwritten signature]

Anexo 4. Recibo de adelanto de laboratorio para ensayos

GEOSTRUCT
INGENIERIA GEOTECNICA Y ESTRUCTURAL
REGISTRO INDECOPI N° 302788
WWW.GEOSTRUCT.COM.PE

Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz
Telef: 943048865 / 942918776
informes@geestruct.com.pe
www.geestruct.com.pe

RECIBO DE PAGO

N°	FECHA
23-0243	4/10/2023

Recibi de: JAKY INDIRA VENTURA GOMEZ

La suma de: S/ 200.00

Por concepto de: ADELANTO POR ENSAYOS DE LABORATORIO

DOSCIENTOS CON 00/100 SOLES

Forma de pago: EFECTIVO

A Cuenta: S/ 200.00

Saldo: S/ 0.00

Total: S/ 0.00

Recibido por: [Firma]

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS
GEOSTRUCT

GEOSTRUCT
INGENIERIA GEOTECNICA Y ESTRUCTURAL
REGISTRO INDECOPI N° 302788
WWW.GEOSTRUCT.COM.PE

Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz
Telef: 943048865 / 942918776
informes@geestruct.com.pe
www.geestruct.com.pe

RECIBO DE PAGO

N°	FECHA
23-1797	15/10/2023

Recibi de: JAKY INDIRA VENTURA GOMEZ

La suma de: S/ 300.00

Por concepto de: ENSAYOS DE LABORATORIO

Forma de pago: EFECTIVO

A Cuenta: S/ 300.00

Saldo: S/ 0.00

Total: S/ 300.00

Recibido por: [Firma]

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS
GEOSTRUCT

GEOSTRUCT
INGENIERIA GEOTECNICA Y ESTRUCTURAL
REGISTRO INDECOPI N° 302788
WWW.GEOSTRUCT.COM.PE

Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz
Telef: 943048865 / 942918776
informes@geestruct.com.pe
www.geestruct.com.pe

RECIBO DE PAGO

N°	FECHA
23-1798	4/11/2023

Recibi de: JAKY INDIRA VENTURA GOMEZ

La suma de: S/ 500.00

Por concepto de: ENSAYOS DE LABORATORIO

Forma de pago: EFECTIVO

A Cuenta: S/ 500.00

Saldo: S/ 0.00

Total: S/ 500.00

Recibido por: [Firma]

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS
GEOSTRUCT

GEOSTRUCT
INGENIERIA GEOTECNICA Y ESTRUCTURAL
REGISTRO INDECOPI N° 302788
WWW.GEOSTRUCT.COM.PE

Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz
Telef: 943048865 / 942918776
informes@geestruct.com.pe
www.geestruct.com.pe

RECIBO DE PAGO

N°	FECHA
23-1799	19/12/2023

Recibi de: JAKY INDIRA VENTURA GOMEZ

La suma de: S/ 1500.00

Por concepto de: ENSAYOS DE LABORATORIO

Forma de pago: EFECTIVO

UN MIL QUINIENTOS CON 00/100 SOLES

A Cuenta: S/ 1500.00

Saldo: S/ 0.00

Total: S/ 1500.00

Recibido por: [Firma]

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS
GEOSTRUCT

Anexo 5. Panel fotográfico

Recolección de llantas neumáticas desechados



Recolección de agregados reciclado desechado



Recolección de agregados grueso y fino natural



Llantas reciclados lavados y secados



Llantas cortadas en partes de 1" a 3"



Llantas cortadas remojados en agua con hidróxido de sodio



Insumos de ensayo para laboratorio



Granulometría del caucho molido.



Granulometría del Agregado Reciclado Triturado.



Anexo 6. Certificado de ensayo de laboratorio

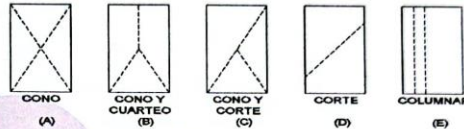


Página 1 de 1

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO ASTM C39/C39-M

PROYECTO: USO DE CAUCHO RECICLADO Y AGREGADO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO, HUARAZ, ANCASH 2023

SOLICITANTE: VENTURA GOMEZ, JAKY INDIRA
LUGAR: HUARAZ-YHUARAZ-ANCASH
FECHA: 24/11/2023
DOSIFICACION:
En Peso: --
En Volumen: --
fc de Diseño: 210



DIMENSIONES DE LA MUESTRA

Altura: 30.0 cm 176.7 cm²
Diámetro: 15.0 cm



N° 2023-20404

N°	DESCRIPCION	Diseño Kg/cm ²	Tipo de Rotura	Fecha		Edad Dias	Carga (Kg)	fc (Kg/cm ²)	% fc/fcd
				Moldeo	Rotura				
1	MUESTRA PATRON 100%C	210	D	26/10/2023	2/11/2023	7	33840	192	91.43
2	MUESTRA PATRON 100%C	210	E	26/10/2023	2/11/2023	7	31980	181	86.19
3	MUESTRA PATRON 100%C	210	C	26/10/2023	2/11/2023	7	32790	186	88.57
4	MUESTRA PATRON 100%C	210	D	26/10/2023	9/11/2023	14	39945	226	107.62
5	MUESTRA PATRON 100%C	210	C	26/10/2023	9/11/2023	14	40690	231	110.00
6	MUESTRA PATRON 100%C	210	C	26/10/2023	9/11/2023	14	39543	224	106.67
7	MUESTRA PATRON 100%C	210	D	26/10/2023	23/11/2023	28	49010	277	131.90
8	MUESTRA PATRON 100%C	210	E	26/10/2023	23/11/2023	28	47990	272	129.52
9	MUESTRA PATRON 100%C	210	E	26/10/2023	23/11/2023	28	48020	272	129.52
10	5%CR + 10%AR	210	D	27/10/2023	3/11/2023	7	31890	180	85.71
11	5%CR + 10%AR	210	C	27/10/2023	3/11/2023	7	31281	177	84.29
12	5%CR + 10%AR	210	C	27/10/2023	3/11/2023	7	31190	177	84.29
13	5%CR + 10%AR	210	C	27/10/2023	10/11/2023	14	38780	216	104.29
14	5%CR + 10%AR	210	D	27/10/2023	10/11/2023	14	38780	216	102.86
15	5%CR + 10%AR	210	C	27/10/2023	10/11/2023	14	38780	216	102.38
16	5%CR + 10%AR	210	C	27/10/2023	24/11/2023	28	36620	265	126.19
17	5%CR + 10%AR	210	C	27/10/2023	24/11/2023	28	36620	258	122.86
18	5%CR + 10%AR	210	C	27/10/2023	24/11/2023	28	46050	261	124.29

OBSERVACIONES:

Probetas proporcionada, muestreada e identificada por el solicitante para sus respectivas pruebas. Las muestras han ensayado con máquina de compresión digital ACCUTEK 250, ELE INTERNACIONAL USA.

Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776
Email: geoestructura@gmail.com - jbarretop@gmail.com - informes@geoestruct.com.pe
www.geoestruct.com.pe

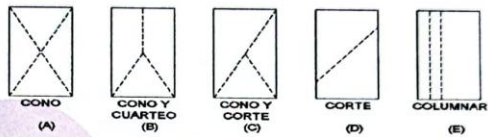




ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO
ASTM C39/C39-M

PROYECTO: USO DE CAUCHO RECICLADO Y AGREGADO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO, HUARAZ, ANCASH 2023

SOLICITANTE: VENTURA GOMEZ, JAKY INDIRA
LUGAR: HUARAZ-YHUARAZ-ANCASH
FECHA: 26/11/2023
DOSIFICACION:
En Peso: --
En Volumen: --
fc de Diseño: 210



Altura: 30.0 cm 176.7 cm²
Diámetro: 15.0 cm



N°	DESCRIPCION	Diseño Kg/cm ²	Tipo de Rotura	Fecha		Edad Dias	Carga (Kg)	fc (Kg/cm ²)	% fc/fcd
				Moldeo	Rotura				
1	10%CR + 10%AR	210	E	28/10/2023	4/11/2023	7	30210	171	81.43
2	10%CR + 10%AR	210	D	28/10/2023	4/11/2023	7	29780	169	80.48
3	10%CR + 10%AR	210	C	28/10/2023	4/11/2023	7	29910	169	80.48
4	10%CR + 10%AR	210	C	28/10/2023	11/11/2023	14	36620	207	98.57
5	10%CR + 10%AR	210	D	28/10/2023	11/11/2023	14	35789	203	96.67
6	10%CR + 10%AR	210	C	28/10/2023	11/11/2023	14	35920	203	96.67
7	10%CR + 10%AR	210	C	28/10/2023	25/11/2023	28	41130	233	110.95
8	10%CR + 10%AR	210	E	28/10/2023	25/11/2023	28	41690	236	112.38
9	10%CR + 10%AR	210	D	28/10/2023	25/11/2023	28	41100	233	110.95
10	15%CR + 10%AR	210	D	29/10/2023	5/11/2023	7	25680	145	69.05
11	15%CR + 10%AR	210	C	29/10/2023	5/11/2023	7	24560	139	66.19
12	15%CR + 10%AR	210	E	29/10/2023	5/11/2023	7	23145	131	62.38
13	15%CR + 10%AR	210	E	29/10/2023	12/11/2023	14	28650	158	77.14
14	15%CR + 10%AR	210	D	29/10/2023	12/11/2023	14	27200	158	75.24
15	15%CR + 10%AR	210	C	29/10/2023	12/11/2023	14	27200	158	75.24
16	15%CR + 10%AR	210	C	29/10/2023	26/11/2023	28	26520	156	74.29
17	15%CR + 10%AR	210	D	29/10/2023	26/11/2023	28	26520	144	68.57
18	15%CR + 10%AR	210	C	29/10/2023	26/11/2023	28	26520	150	71.43



OBSERVACIONES: Probetas proporcionada, muestreada e identificada por el solicitante para sus respectivas pruebas. Las muestras fueron ensayadas en máquina de compresión digital ACCUTEK 250, ELE INTERNACIONAL USA.

JOHN TRAYLUS ENY PROYECTO PALMA
INGENIERO CIVIL N° 58
Reg. CIP N° 47285
Muestras en Ingeniería Estructural
Magister en Geotécnica





GEOSTRUCT
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos
Control de calidad en campo
Consultoría en Ingeniería Estructural
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368
RUC N° 10316299652 RNP: C7390 SO386686

Página 1 de 1

ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXION
ASTM C496/C78 - NTP 339.613

PROYECTO: USO DE CAUCHO RECICLADO Y AGREGADO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO, HUARAZ, ANCASH 2023

SOLICITANTE: VENTURA GOMEZ, JAKY INDIRA
LUGAR: HUARAZ-YHUARAZ-ANCASH
FECHA: 22/11/2023
DOSIFICACION:
En Peso: --
En Volumen: --
fc de Diseño: 210

CERT: 23-2406

ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXION

N°	DESCRIPCION	Diseño Kg/cm2	L (cm)	b (cm)	h (cm)	Fecha		Edad Dias	Carga (Kg)	Módulo de rotura	
						Moldeo	Rotura			(Kg/cm2)	(Mpa)
1	MUESTRA PATRON 100%C	210	50.00	15.00	15	25/10/2023	22/11/2023	28	4250	62.96	6.17
2	MUESTRA PATRON 100%C	210	50.00	15.00	15	25/10/2023	22/11/2023	28	4160	61.63	6.04
3	MUESTRA PATRON 100%C	210	50.00	15.00	15	25/10/2023	22/11/2023	28	4080	60.44	5.93
4	5%CR + 10%AR	210	50.00	15.00	15	25/10/2023	22/11/2023	28	4560	67.56	6.62
	5%CR + 10%AR	210	50.00	15.00	15	25/10/2023	22/11/2023	28	4480	66.37	6.51
	5%CR + 10%AR	210	50.00	15.00	15	25/10/2023	22/11/2023	28	4410	65.33	6.41
	10%CR + 10%AR	210	50.00	15.00	15	25/10/2023	22/11/2023	28	5190	76.89	7.54
	10%CR + 10%AR	210	50.00	15.00	15	25/10/2023	22/11/2023	28	5600	82.96	8.14
	10%CR + 10%AR	210	50.00	15.00	15	25/10/2023	22/11/2023	28	5350	79.26	7.77
10	15%CR + 10%AR	210	50.00	15.00	15	25/10/2023	22/11/2023	28	4890	72.44	7.10
11	15%CR + 10%AR	210	50.00	15.00	15	25/10/2023	22/11/2023	28	4500	66.67	6.54
12	15%CR + 10%AR	210	50.00	15.00	15	25/10/2023	22/11/2023	28	4700	68.33	6.83



OBSERVACIONES:
Probetas proporcionada, muestreada e identificada por el solicitante para sus respectivas pruebas



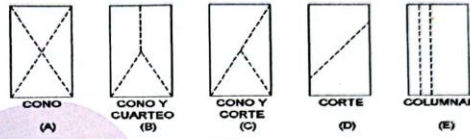


ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL
ASTM C496/C496-M

PROYECTO: USO DE CAUCHO RECICLADO Y AGREGADO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO, HUARAZ, ANCASH 2023

CERT: 22-2407

SOLICITANTE: VENTURA GOMEZ, JAKY INDIRA
LUGAR: HUARAZ-YHUARAZ-ANCASH
FECHA: 23/11/2023
DOSIFICACION:
En Peso: --
En Volumen: --
fc de Diseño: 210

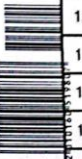


DIMENSIONES DE LA MUESTRA

Altura: 30.0 cm 176.7 cm²
Diámetro : 15.0 cm



N°	DESCRIPCION	Diseño Kg/cm2	Tipo de falla	Fecha		Edad Dias	Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm2)
				Moldeo	Rotura			
1	MUETSRA PATRON 100 %C	210	Diametral	26/10/2023	2/11/2023	7	6185	35.000
2	MUETSRA PATRON 100 %C	210	Diametral	26/10/2023	2/11/2023	7	5920	33.500
3	MUETSRA PATRON 100 %C	210	Diametral	26/10/2023	2/11/2023	7	5978	33.830
6	MUETSRA PATRON 100 %C	210	Diametral	26/10/2023	9/11/2023	14	6895	39.020
	MUETSRA PATRON 100 %C	210	Diametral	26/10/2023	9/11/2023	14	7024	39.750
	MUETSRA PATRON 100 %C	210	Diametral	26/10/2023	9/11/2023	14	7125	40.320
	MUETSRA PATRON 100 %C	210	Diametral	26/10/2023	23/11/2023	28	8120	45.950
7	MUETSRA PATRON 100 %C	210	Diametral	26/10/2023	23/11/2023	28	8025	45.410
	MUETSRA PATRON 100 %C	210	Diametral	26/10/2023	23/11/2023	28	8426	47.680
	MUETSRA PATRON 100 %C	210	Diametral	26/10/2023	23/11/2023	28	8605	48.690
10	5%CR+10%AR	210	Diametral	26/10/2023	2/11/2023	7	6585	37.260
11	5%CR+10%AR	210	Diametral	26/10/2023	2/11/2023	7	5982	33.850
12	5%CR+10%AR	210	Diametral	26/10/2023	2/11/2023	7	5856	33.140
13	5%CR+10%AR	210	Diametral	26/10/2023	9/11/2023	14	6895	39.020
14	5%CR+10%AR	210	Diametral	26/10/2023	9/11/2023	14	6895	39.020
15	5%CR+10%AR	210	Diametral	26/10/2023	9/11/2023	14	6895	39.020
16	5%CR+10%AR	210	Diametral	26/10/2023	23/11/2023	28	8120	45.950
17	5%CR+10%AR	210	Diametral	26/10/2023	23/11/2023	28	8904	50.380
18	5%CR+10%AR	210	Diametral	26/10/2023	23/11/2023	28	8605	48.690



OBSERVACIONES:

Probetas proporcionada, muestreada e identificada por el solicitante para sus respectivas pruebas. Las pruebas se han ensayado con máquina de compresión digital ACCUTEK 250, ELE INTERNACIONAL USA.

Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776
Email: geoestructura@gmail.com - jbarretop@gmail.com - informes@geostruct.com.pe
www.geostruct.com.pe

JOHN FRAJLIS BARRETO PALMA
 INGENIERO CIVIL
 RUC: SUP Y 4726
 Maestro en Ingeniería Estructural
 Especialista en Geotecnia



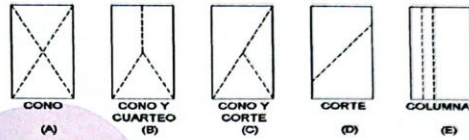
00078368



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL
ASTM C496/C496-M

PROYECTO: USO DE CAUCHO RECICLADO Y AGREGADO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO, HUARAZ, ANCASH 2023

SOLICITANTE: VENTURA GOMEZ, JAKY INDIRA
LUGAR: HUARAZ-YHUARAZ-ANCASH
FECHA: 23/11/2023
DOSIFICACION:
En Peso: --
En Volumen: --
fc de Diseño: 210



DIMENSIONES DE LA MUESTRA

Altura: 30.0 cm 176.7 cm2
Diámetro : 15.0 cm



N°	DESCRIPCION	Diseño Kg/cm2	Tipo de falla	Fecha		Edad Dias	Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm2)
				Moldeo	Rotura			
1	10%CR+10%AR	210	Diametral	26/10/2023	2/11/2023	7	6687	37.840
2	10%CR+10%AR	210	Diametral	26/10/2023	2/11/2023	7	6679	37.790
3	10%CR+10%AR	210	Diametral	26/10/2023	2/11/2023	7	5956	33.700
6	10%CR+10%AR	210	Diametral	26/10/2023	9/11/2023	14	7395	41.850
	10%CR+10%AR	210	Diametral	26/10/2023	9/11/2023	14	7575	42.860
9	10%CR+10%AR	210	Diametral	26/10/2023	9/11/2023	14	7108	40.220
	10%CR+10%AR	210	Diametral	26/10/2023	23/11/2023	28	8972	50.770
10	10%CR+10%AR	210	Diametral	26/10/2023	23/11/2023	28	8904	50.380
	10%CR+10%AR	210	Diametral	26/10/2023	23/11/2023	28	8995	50.900
10	15%CR+10%AR	210	Diametral	26/10/2023	2/11/2023	7	5656	32.010
11	15%CR+10%AR	210	Diametral	26/10/2023	2/11/2023	7	5378	30.430
12	15%CR+10%AR	210	Diametral	26/10/2023	2/11/2023	7	5028	28.450
13	15%CR+10%AR	210	Diametral	26/10/2023	9/11/2023	14	5225	29.570
14	15%CR+10%AR	210	Diametral	26/10/2023	9/11/2023	14	5225	29.570
15	15%CR+10%AR	210	Diametral	26/10/2023	9/11/2023	14	5225	29.570
16	15%CR+10%AR	210	Diametral	26/10/2023	23/11/2023	28	40660	36.090
17	15%CR+10%AR	210	Diametral	26/10/2023	23/11/2023	28	7245	41.000
18	15%CR+10%AR	210	Diametral	26/10/2023	23/11/2023	28	7058	39.940



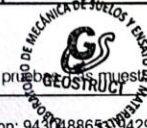
OBSERVACIONES:

Probetas proporcionada, muestreada e identificada por el solicitante para sus respectivas pruebas, las mismas se han ensayado con máquina de compresión digital ACCUTEK 250, ELE INTERNACIONAL USA.

Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776
Email: geostructura@gmail.com - jbarretop@gmail.com - informes@geostruct.com.pe

www.geostruct.com.pe

JOHN FRANKLIN BARRIETO PALMA
INGENIERO CIVIL
Reg. Nº 17285
Magister en Ingeniería Estructural
Magister en Geotecnia



BARRIETO PALMA JOHN FRANKLIN

Anexo 7. Certificados de calibración de máquinas de laboratorio

 Laboratorio PP	Punto de Precisión SAC LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033	 Registro N° LC - 033
---	--	---

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-402-2022

Página: 1 de 3

Expediente	: T 390-2022	La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.
Fecha de Emisión	: 2022-07-06	
1. Solicitante	: BARRETO PALMA JOHN FRAYLUIS - "GEOSTRUCT-LAB. MECANICA SUELOS"	Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
Dirección	: JR. HUALCAN NRO. 240 - HUARAZ - ANCASH	
2. Instrumento de Medición	: BALANZA	Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.
Marca	: VALTOX	
Modelo	: LDC30N	
Número de Serie	: NO INDICA	
Alcance de Indicación	: 30 kg	
División de Escala de Verificación (e)	: 5 g	
División de Escala Real (d)	: 5 g	
Procedencia	: NO INDICA	
Identificación	: NO INDICA	
Tipo	: ELECTRÓNICA	
Ubicación	: LABORATORIO	
Fecha de Calibración	: 2022-07-04	PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Método de Calibración
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.

4. Lugar de Calibración
LABORATORIO de BARRETO PALMA JOHN FRAYLUIS - "GEOSTRUCT-LAB. MECANICA SUELOS"
JR. HUALCAN NRO. 240 - HUARAZ - ANCASH

 PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02	 Jefe de Laboratorio Ing. Luis Loayza Capcha Reg. CIP N° 152631	
--	---	---

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 476 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : T 390-2022
Fecha de emisión : 2022-07-04

1. Solicitante : BARRETO PALMA JOHN FRAYLUIS - "GEOSTRUCT-LAB. MECANICA SUELOS"
Dirección : JR. HUALCAN NRO. 240 - HUARAZ - ANCASH

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

Marca de Prensa : ELE INTERNATIONAL
Modelo de Prensa : 36-0650/06
Serie de Prensa : 1009000036
Capacidad de Prensa : 100 t

Marca de indicador : ELE INTERNATIONAL
Modelo de Indicador : 1886B0033
Serie de Indicador : 1886-1-3696

Marca de Transductor : ELE INTERNATIONAL
Modelo de Transductor : PA-21R/700bar/80096.14C
Serie de Transductor : 13017

Bomba Hidráulica : ELÉCTRICA

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

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

3. Lugar y fecha de Calibración
JR. HUALCAN NRO. 240 - HUARAZ - ANCASH
04 - JULIO - 2022

4. Método de Calibración
La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 106-2021	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	15,2	15,1
Humedad %	41	41

7. Resultados de la Medición

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 477 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : T 390-2022
Fecha de emisión : 2022-07-05

1. Solicitante : BARRETO PALMA JOHN FRAYLUIS - "GEOSTRUCT-LAB. MECANICA SUELOS"
Dirección : JR. HUALCAN NRO. 240 - HUARAZ - ANCASH

2. Instrumento de Medición : ESCLERÓMETRO

Marca : ELE INTERNATIONAL

Modelo : NO INDICA

Serie : 1N0325

Alcance de Escala : 10 - 100 Rockwell

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

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

3. Lugar y fecha de Calibración
JR. HUALCAN NRO. 240 - HUARAZ - ANCASH
04 - JULIO - 2022

4. Método de Calibración
La calibración se realizó por comparación con yunque patrón

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
TERMOHIGRÓMETRO	RADIO SHACK	1AT-0102-2022	INACAL - DM
YUNQUE PATRÓN		EFP-11	

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	15,2	15,2
Humedad %	42	42

7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.
Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO"



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 478 - 2022

Página : 1 de 3

Expediente : T 390-2022
Fecha de emisión : 2022-07-05

1. Solicitante : BARRETO PALMA JOHN FRAYLUIS - "GEOSTRUCT-LAB. MECANICA SUELOS"
Dirección : JR. HUALCAN NRO. 240 - HUARAZ - ANCASH

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Descripción del Equipo : CELDA DE CARGA Y PESAS PARA CORTE DIRECTO

Marca de Corte Directo : ORION
Modelo de Corte Directo : CD 02
Serie de Corte Directo : 13011010

Marca de Celda : AEP TRANSDUCERS
Modelo de Celda : TS
Serie de Celda : 518652
Capacidad de Celda : 500 kgf

Marca de Indicador : TOSHIBA
Modelo de Indicador : NB515-SP0202LL
Serie de Indicador : 9C029005Q

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

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

3. Lugar y fecha de Calibración
JR. HUALCAN NRO. 240 - HUARAZ - ANCASH
04 - JULIO - 2022

4. Método de Calibración
La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	MAVIN	CCP - 0994 - 001 - 2021	SISTEMA INTERNACIONAL
INDICADOR	MCC		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	15,2	15,2
Humedad %	41	41

7. Resultados de la Medición

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-348-2022

Página 1 de 5

Expediente : T 390-2022
Fecha de emisión : 2022-07-05

1. Solicitante : **BARRETO PALMA JOHN FRAYLUIS -**
"GEOSTRUCT-LAB. MECANICA SUELOS"
Dirección : JR. HUALCAN NRO. 240 - HUARAZ - ANCASH

2. Instrumento de medición : ESTUFA

Alcance de medición : **NO INDICA**

Resolución del indicador : **0,1 °C**

Alcance del selector : **NO INDICA**

Punto de calibración : **110 °C ± 5 °C**

Marca : **ORION**

Modelo : **HL 01**

Procedencia : **NO INDICA**

Numero de serie : **13050102**

Código de identificación : **NO INDICA**

Fecha de calibración : **2022-07-04**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

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


3. Método de calibración

La calibración se realizó según la PC-018 "Procedimiento de calibración para medios isotermicos usando aire como medio conductor".

4. Lugar de calibración

JR. HUALCAN NRO. 240 - HUARAZ - ANCASH




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.