



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Uso de caucho reciclado en el comportamiento del concreto con $f'c=$
210 kg/cm², Trujillo 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR(ES):

Rios Villalva, Dilver Maximo (orcid.org/0000-0002-1781-6116)
Villacorta Avalos, Josue Obed (orcid.org/0000-0001-9509-2291)

ASESOR(A):

Dr. Panduro Alvarado, Elka (orcid.org/0000-0003-4866-8707)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

TRUJILLO — PERÚ

2023

DEDICATORIA

La siguiente investigación va dedicada a Dios, mi familia, amistades, que gracias al sustento primordial hicieron que esta investigación sea posible, con la finalidad de acabar adecuadamente esta asignatura e investigación hecha con trabajo y dedicación.

Villacorta Avalos, Josué.

Esta investigación quiero dedicarla principalmente a Dios debido a que es el que me proporciona el ánimo y conocimientos para alcanzar todos mis objetivos. A mi querida madre por el apoyo, consejos y cariño que me brindó desde que inicié mi carrera. A mi querido padre por siempre estar apoyándome y sustentando mis gastos en mi proceso de igual manera a mis hermanos quienes fueron estímulo de entusiasmo en mi vida universitaria.

Rios Villalva, Dilver.

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios por otorgar la inteligencia y el carácter para culminar esta etapa académica, de igual manera a mi familia por su cariño, ayuda y su respaldo a mi formación profesional durante estos años.

Villacorta Avalos, Josué.

Expreso mi gratitud a Dios, que nos creó, nos concede salud y nos permite cumplir nuestros objetivos. Así mismo, doy las gracias a mi familia, que es mi roca y mi fuente de fortaleza. Aprecio todo su amor, trabajo duro y sacrificio a lo largo de los años.

Rios Villalva, Dilver



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, PANDURO ALVARADO ELKA, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "USO DE CAUCHO RECICLADO EN EL COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO CON F'C= 210 KG/CM², TRUJILLO 2022", cuyos autores son VILLACORTA AVALOS JOSUE OBED, RIOS VILLALVA DILVER MAXIMO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 13.00%, 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.

TRUJILLO, 20 de Junio del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
PANDURO ALVARADO ELKA DNI: 18081570 ORCID: 0000-0003-4866-8707	Firmado electrónicamente por: EPANDUROAL el 21- 06-2023 20:35:19

Código documento Trilce: TRI - 0546122



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, VILLACORTA AVALOS JOSUE OBED, RIOS VILLALVA DILVER MAXIMO estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "USO DE CAUCHO RECICLADO EN EL COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO CON F'C= 210 KG/CM2, TRUJILLO 2022", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos 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 asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
DILVER MAXIMO RIOS VILLALVA DNI: 70150839 ORCID: 0000-0002-1781-6116	Firmado electrónicamente por: DMRIOS el 20-06-2023 13:27:45
JOSUE OBED VILLACORTA AVALOS DNI: 75092120 ORCID: 0000-0001-9509-2291	Firmado electrónicamente por: JVILLACORTAO el 20- 06-2023 13:20:06

Código documento Trilce: TRI - 0546132

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGIA.....	26
3.1 Tipo y diseño de investigación	26
3.1.1 Tipo de investigación	26
3.1.2 Diseño de investigación	26
3.2 Variable y operacionalización.....	26
3.3 Población y Muestra.....	29
3.3.1 Población	29
3.3.2 Muestra.....	29
3.3.3 Muestreo.....	29
3.3.4 Unidad de Análisis:	30
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos:.....	30
3.5 Procedimientos	30
3.6 Método de análisis de datos:.....	36
3.7 Aspectos éticos:.....	36
IV. RESULTADOS	37
V. DISCUSIÓN.....	41
VI. CONCLUSIONES.....	46
VII. RECOMENDACIONES	47
REFERENCIAS.....	49
ANEXOS	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición típica de la llanta	18
Tabla 2. Tamices a utilizar para realizar el análisis granulométrico.....	23
Tabla 3. Clasificación de los agregados por su densidad.....	24
Tabla 4. Propiedades físicas de los agregados.	37
Tabla 5. Diseño de mezcla para probetas con adición de caucho reciclado.....	38
Tabla 6. Propiedades físicas del concreto fresco	39
Tabla 7. Resistencia a la compresión.....	39

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1. Partes Principales de un Neumático	17
Figura 2. Diagrama de componentes del concreto hidráulico.....	25
Figura 3. Cemento Pacasmayo Extra Forte (Tipo1).....	30
Figura 4. Grano de Caucho Reciclado	31
Figura 5. Agregado Fino.....	31
Figura 6. Agregado Grueso.....	32
Figura 7. Agua.....	32
Figura 8. Materiales en buggy.....	33
Figura 9. Mezcla de Concreto con Caucho	33
Figura 10. Prueba Slump (Cono de Abrams).....	34
Figura 11. Llenado y Chuseado de Probetas.....	34
Figura 12. Probetas en estado fresco y sólido	35
Figura 14. Rotura de Probetas a Compresión.....	36

RESUMEN

Debido a que la acumulación de llantas usadas es un problema que amenaza nuestro medio ambiente, este estudio examina el uso del grano de caucho extraído de los neumáticos usados para observar el comportamiento del hormigón. El objetivo principal de esta exploración es determinar el efecto que tiene el uso de caucho reciclado en el comportamiento del concreto con $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$, Trujillo 2022, El diseño fue un procedimiento cuantitativo, aplicado y experimental. Los resultados de este estudio fueron comparados con los de estudios anteriores basados en las Normas Técnicas ASTM y peruanas, con el fin de conocer los procedimientos empleados en la colocación de caucho y agregado para la construcción de bloques o probetas de concreto. Se utilizará cemento tipo 1 y las cantidades de caucho sustituidas por el árido fino serán 0%, 6%, 9% y 12%. Estos materiales se someterán a pruebas de rotura a los 7, 14 y 28 días para determinar si su rendimiento es suficiente y si supera las expectativas o no sigue las directrices marcadas por la normativa para el hormigón.

Palabras clave: Concreto, Caucho Reciclado, Resistencia a la Compresión y Agregados.

ABSTRACT

Because the accumulation of used tires is a problem that threatens our environment, this study examines the use of rubber grain extracted from used tires to observe the behavior of concrete. The main objective of this exploration is to determine the effect that the use of recycled rubber has on the behavior of concrete with $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, Trujillo 2022, The design was a quantitative, applied and experimental procedure. The results of this study were compared with those of previous studies based on ASTM and Peruvian Technical Standards, in order to know the procedures used in the placement of rubber and aggregate for the construction of concrete blocks or specimens. Type 1 cement will be used and the quantities of rubber substituted for the fine aggregate will be 0%, 6%, 9% and 12%. These materials will be tested at 7, 14 and 28 days to determine if their performance is sufficient and if it exceeds expectations or does not follow the guidelines set by the regulations for concrete

Keywords: Concrete, Recycled Rubber, Compressive Strength and Aggregates.

I. INTRODUCCIÓN

En el mundo las personas tenemos la gran necesidad de vivir en un entorno cómodo, sin problemas en nuestra salud y medio ambiente. Con el pasar de los tiempos el hombre ha encontrado soluciones a combatir estos percances y lo ha hecho mediante el reciclaje. Los neumáticos o llantas son piezas muy desechadas en el mundo y también uno de los materiales que más contaminación producen por su lenta descomposición. Por esto sería importante asignarle un buen uso a este material con el fin de satisfacer alguna necesidad inmediata o en proyectos innovadores. Existen investigaciones sobre la implementación del caucho en el hormigón.

De Azevedo et al. (2022), actualmente las compañías dedicadas al área de la edificación están en busca de materiales que ayuden a disminuir la contaminación en nuestro planeta y esto es posible lograrlo mediante el método del ACV (Análisis del Ciclo de Vida) siendo esta, un método estudio y cotejo entre productos y servicios similares para extraer la materia prima que hay dentro de ellos con perspectiva medio ambiental. En Brasil se fabricó la cantidad de 68.9 millones de neumáticos donde 440 mil toneladas no se les daba uso, por tal motivo fueron eliminadas sin embargo el problema es que esta acción no fue de manera adecuada en su totalidad debido a que 60 mil toneladas fueron desechadas en vertederos utilizadas poco más o menos de relleno sanitario. Por ello sería necesario utilizar como recurso el caucho en hormigones bituminosos o taludes (p.2).

Ataria y Wang (2022), este estudio se centra en la trabajabilidad, las propiedades espontáneas y el rendimiento de durabilidad del hormigón cuando se sustituye el caucho en cantidades variables. La fase inicial del estudio examina cómo afectan las distintas concentraciones del grano cauchutado a la trabajabilidad y atributos mecánicos del hormigón con áridos reciclados (p.1).

Gerges et al. (2018), debido a su alto grado de resiliencia, el comportamiento dinámico del hormigón de caucho es crucial, debido a que las partículas de esta materia prima tienen un impacto favorable sobre el mismo. Las mezclas de este hormigón modificado suelen tener una solidez inferior a la del hormigón habitual, lo que puede restringir su uso en algunas aplicaciones estructurales, pero tienen otras cualidades deseables, como una menor densidad, una mayor tenacidad y una mayor resistencia al impacto (p.1 - 17).

Agrawal et al. (2023), en la India se ha observado una situación atemorizante sobre la intensa contaminación de los suelos y del aire a consecuencia de la descomposición química de material orgánico. Este componente que generaría estos percances sería el neumático debido a que el país es uno de los más grandes productores de automóviles donde tuvieron un desarrollo notable durante 30 años siendo el 2017 el año donde produjeron la cantidad de 29 millones vehículos. Ahora con la evolución de la ingeniería se ha investigado acerca de las propiedades del caucho que son la tenacidad y flexibilidad que tiene al juntarlo con el hormigón además de aumentar su resistencia (p.792).

Lara et al. (2020), en Ecuador la demanda de materiales de construcción es bastante por esto vieron necesario aprovechar elementos que están a su alrededor y mejor cuando estos son materiales reutilizables. El neumático fue el producto a elegir para darle otro uso después de ser desechadas, en lo cual el Ministerio del Ambiente del Ecuador realizó un plan de gestión integral donde los mercantes de llantas deben recuperar el 30% de su comercio. A consecuencia de ello nace la idea de incluir partículas de caucho triturado en bloques de hormigón para minimizar la contaminación y generar ganancias con la venta de estos modelos (p.135).

Flores y Aguila (2018), en su tesis realizada en Perú se observaron que también existe este mismo percance con el desecho de neumáticos, pero dentro de su investigación dieron con otro tipo de contaminación

ambiental el cual viene a ser la sobreexplotación de canteras debido al alto consumo de productos a base de concreto, donde vieron necesario extraer ciertos porcentajes de grano de caucho de las llantas desechadas y usarlas como árido en la fabricación del hormigón y con esto reducir el impacto ambiental en la explotación minera y las llantas arrojadas por las calles. En lo mencionado anteriormente acerca de los porcentajes que se agregaran es a criterio propio por eso es necesario estudiar las características físicas y espontáneas del caucho para trabajarlo junto al concreto. Por otro lado, puede añadirse en ambos áridos con varios porcentajes de adición y así tener diferentes alternativas en el comportamiento de la mezcla siguiendo los pasos de diseño o preparación de un hormigón usual todo esto sacado de la Norma Técnica Peruana (p.12).

Gómez (2021), en Trujillo no es la excepción sobre este problema es por ello que se pretende minimizar el daño que hace este componente mediante la actividad del reciclado para luego utilizarlo en el hormigón y así nos beneficie en el ámbito de la construcción, el producto más común que se obtiene son los adoquines el cual tiene una variedad de uso y que mayormente es en la elaboración de pavimentos. Por otro lado, para el desarrollo de esta idea es necesario hacer uso de las normas del ASTM y utilizar porcentajes aleatorios de caucho para que no se tenga daños en la peculiaridad de la mezcla con la finalidad de observar las diferencias positivas que trae esta elaboración de una convencional (p.5).

La **justificación** de nuestra investigación se basa en reconocer las propiedades físicas y mecánicas que presenta el uso de caucho reciclado en el comportamiento del concreto con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, Trujillo 2022. Asimilando que en el Perú existe el uso irracional de los neumáticos desechados se vio necesario extraer la materia prima de las llantas para luego implementarla en el concreto para reducir problemas de contaminación, problemas económicos y explotación de canteras con el fin de que nuestra exploración ofrezca una mayor calidad en el entorno de la construcción civil. La **justificación teórica** tendrá como intención

investigar lo que se nombró con anterioridad añadiendo conocimientos acerca del uso de caucho reciclado en el comportamiento del concreto con $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ Trujillo 2022. fundamentada por lo que se menciona en la Norma Técnica Peruana, referente al concreto y sus características. En lo que corresponde al **valor técnico** se ofrecerá resultados del uso de caucho reciclado en el comportamiento del concreto con $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ Trujillo 2022. Por otra parte, en el **valor metodológico** nuestro estudio se apoya en los procedimientos de investigación por medio de la observación técnica, ensayos de laboratorio y usos de herramientas todo esto conforme a los objetivos propuestos. La investigación estará sustentada en relación con otros artículos, tesis, revistas, etc. que tengan similitud con nuestras variables de estudio y ofrezcan varias opciones para enriquecer el conocimiento del tema tratado y en el **valor social** tiene que ver con la aplicación de esta idea innovadora y sustentable para la infraestructura civil teniendo en cuenta la seguridad, funcionalidad y durabilidad de un proyecto.

Después de revisar nuestra investigación nos hacemos **la siguiente pregunta**: ¿De qué manera el uso de caucho reciclado influye en el comportamiento del concreto con $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$, Trujillo 2022?, como **interrogantes específicas** tenemos: ¿Cuáles son las propiedades físicas que presentan los agregados para el diseño de mezcla del uso de caucho reciclado en el comportamiento del concreto con $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$, Trujillo 2022?, ¿Qué diseño de mezcla y propiedades físicas presenta el uso de caucho reciclado en el comportamiento del concreto con $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$?, ¿Qué resistencias a compresión existen en el uso caucho reciclado en el comportamiento del concreto con $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$, Trujillo 2022?, como **Objetivo General** tenemos: Determinar el efecto que tiene el uso de caucho reciclado en el comportamiento del concreto con $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$, Trujillo 2022. De igual manera para los **Objetivos Específicos** tenemos: Determinar las propiedades físicas de los agregados para el diseño de mezcla del uso de caucho reciclado en el comportamiento del concreto con $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$, Trujillo 2022.

Determinar el diseño de mezcla y las propiedades físicas que presenta el uso de caucho reciclado en el comportamiento del concreto con $f'c= 210$ kg/cm², Trujillo 2022 y Determinar las resistencias a compresión al usar caucho reciclado en el comportamiento del concreto con $f'c= 210$ kg/cm², Trujillo 2022. Por otro lado, la **Hipótesis General** planteada es: El uso de caucho reciclado en el comportamiento del concreto con $f'c= 210$ kg/cm², Trujillo 2022, es positivo y como **Hipótesis Específicas** tenemos: Las propiedades físicas que presentan los agregados para el diseño de mezcla en el uso de caucho reciclado en el comportamiento del concreto con $f'c= 210$ kg/cm², Trujillo 2022, son significativas, El diseño de mezcla y las propiedades físicas que presenta el uso de caucho reciclado en el comportamiento del concreto con $f'c= 210$ kg/cm², Trujillo 2022, son significativos y por último, Existen resistencias a compresión favorables al usar caucho reciclado en el comportamiento del concreto con $f'c= 210$ kg/cm², Trujillo 2022

II. MARCO TEÓRICO

A continuación, se describen los antecedentes locales, nacionales e internacionales de nuestra investigación.

Sheng et al. (2023), en el estudio que realizaron en China se investigó la resistencia de un pilote de concreto con caucho donde se empleó 5%, 10%, 15% y 20% reemplazando estas mismas cantidades en las dimensiones de la arena utilizada en la mezcla después se ejecutaron pruebas a compresión y tracción donde hallaron lo siguientes resultados: Aumento en la firmeza del concreto, reducción en el peso de la mezcla, absorberencia de fuerzas de impacto y mejoras en la fragilidad del concreto (p.1).

Qiang Su y Jinming Xu (2023), en su estudio realizado en China puso énfasis en la contaminación del medio ambiente que se da por las llantas desechadas por ello indica que para disminuir esta cuestión sería mejor triturada mecánicamente para obtener caucho e implementarlas para la

sustitución de los agregados finos y elaborar un hormigón amable con nuestro ambiente. Utilizaron un horno para medir la disminución de masa, módulos de elasticidad, propiedades mecánicas y módulos dinámicos relativos todo esto a una temperatura de 20 a 80 °C. Los porcentajes de caucho fueron 0.5%, 1% y 1.5%, siendo el 1% y 1.5% los de mejor rendimiento tras el aumento de temperatura. Finalmente indica que: a mayor temperatura mayor deformación en la estructura de la muestra. (p.1 y 10).

Shao et al. (2020), en su investigación realizada en China, hizo investigaciones sobre el hormigón utilizando trozos finos, medianos y grandes de caucho añadidos al 5%, 10%, 15%, 20% y 25%, 15%, 20% y 25%, respectivamente, para compresión, flexión, vertido, flexión y deformación. Llegaron a la conclusión de que este material en el hormigón apoya en el acrecentamiento de su desproporcionalidad, lo que resulta útil para equilibrar la firmeza del hormigón manteniendo al mismo tiempo su dureza interfacial conveniente como componente de reparo (p.1-12).

Hassan et al. (2021), en su investigación realizada en Pakistán evaluó el comportamiento mecánico de un hormigón implementado con caucho molido el cual fue utilizado para reemplazar el agregado fino en ciertas porciones las cuales fueron 5% 10% 15% y 20%. Por otro lado, este material fue tratado con: cal, detergente normal e hidróxido de sodio para que nuestro concreto tenga mejoras en sus características mecánicas. Luego de hacer el curado durante los 7 y 28 días se realizaron ensayos a compresión y tracción en donde se observó que el tratamiento con cal fue la mejor opción debido a que se recupera la resistencia en ambos comportamientos (p.1 y 12).

Yasser et al. (2023), el objetivo de su análisis en su estudio, realizado en Egipto, era tener en cuenta las particularidades mecánicas y la perdurabilidad del hormigón construido con áridos de caucho locales utilizando una resistencia de verificación objetiva independiente para

cada uno de los dos grupos de hormigón y a un total de ocho mezclas diferentes en las que la miga de caucho sustituyó a los áridos finos en un 0%, 10%, 15% y 20% del volumen, hubo cuatro mezclas diferentes para cada grupo. Por otro lado, se investigaron los efectos del asentamiento, la dureza, la densidad, la aspiración del agua, la penetración rápida del cloruro, el ataque con ácido sulfúrico y la exposición a temperaturas elevadas de 300 C y 600 C. En comparación con las mezclas de control, las mezclas de hormigón con caucho eran más manejables y tenían una densidad menor. Por último, se halló que la resistencia a la rotura baja rápidamente. Fundamentándose en los efectos de los ensayos de durabilidad, es factible determinar que el hormigón cauchutado es increíblemente resistente a situaciones hostiles (p. 1).

Muttashar y Al-Umar (2020), en su estudio realizado en Irak, investigaron el impacto de utilizar caucho de neumáticos usados en lugar de material grueso en función del tamaño de los tamices. Se recomendó sustituir el árido grueso en el hormigón en porcentajes de sustitución del 5%, 10% y 15% en peso. Los resultados mostraron que, sustituyendo todos los tamaños de partícula, la resistencia a su firmeza disminuye del 51% al 15% (p.1-6).

Irmawaty y Md Noor (2020), en su estudio realizado en el Sudeste Asiático, emplearon dos tipos diferentes de porciones de caucho (virutas de neumático y jirones de caucho) en mezcolanzas de hormigón para sustituir parcialmente a los áridos naturales. Los resultados mostraron que cada añadidura de un 10% de neumático triturado + virutas de llantas, provocaba una reducción del 3,5% del peso volumétrico del hormigón y la resistencia de se reducía en un 24%, mientras que la resistencia a la carga de rotura por tracción por división disminuye en un 16% (p.1-7).

Lammia y Yasser (2022), en su investigación desarrollada en Egipto demostró los efectos que trae usar el caucho triturado de llantas en vez de agregado grueso en cemento firme ante los sulfatos y cemento

ordinario que viene a ser el portland. Los porcentajes implementados para el árido grueso fue de 100%, 75% y 50% donde se observó disminuciones de 35% y 60% en la resistencia de cargas por rotura, respectivamente, pero esto depende tanto de la cantidad de caucho que le incorpore, se obtuvo disminuciones de fracturas en el concreto proveniente, del 50% que se añadió hizo que el hormigón aumenta su ductilidad y disminuya su fragilidad finalmente sugiere estudiar el método de evaluación del índice de ductilidad y la derivación de la conexión energía – área (p.1 y 20).

Mushunje y Ballim (2018), en su investigación realizada en Sudáfrica añadieron partículas de caucho de neumático al hormigón, modificando sus propiedades. La capacidad de crear hormigones de alta resistencia con porcentajes que oscilan entre el 0 y el 12,5% es una de las ventajas más significativas del uso de caucho triturado; sin embargo, demasiado caucho podría reducir la resistencia del hormigón, por lo que mayormente los observadores recomiendan una cantidad límite de caucho que no supere el 20% del tamaño absoluto de la arena y su volumen no supere las dimensiones del caucho triturado. Se pensaba que el caucho suave funcionaba como espacios de viento dentro del hormigón, proporcionando poca obstrucción a las tensiones y creando una debilidad en la matriz del hormigón en el lugar de las partículas (p.1-8).

Adeboje et al. (2020), en su investigación realizada en Sudáfrica, examinaron los efectos de la adición de caucho granular al hormigón modificado como cambio parcial de la arena al 1, 2, 3 y 4% en las características mecánicas y el desarrollo microestructural. Relativamente, se produjo una mejoría de la resistencia con 18, 5, 21, 28, 5, 41 y 42,5 MPa y una compactación de la microestructura de las probetas de hormigón con 2330 y 2340 kg/m³ al aumentar el periodo de fraguado de 3 a 7, 28, 90 y 120 días (p.1-7).

Eltayeb et al. (2020), en esta investigación examinaron las propiedades del hormigón que incluía caucho triturado finamente como un

reemplazante de la arena de hormigón en volumen, tanto en estado fresco como endurecido. Los resultados mostraron que empleando un 17% de componente de caucho del volumen total de hormigón, se podía producir hormigón de caucho con una firmeza mayor a 10 MPa y una consistencia menor a 1600 kg/m³ (p.1-13).

Choudhary et al. (2020), sustituyeron las partículas finas por fibras de caucho para crear hormigón de gradación funcional así mismo combinaron diversos componentes conforme a: escorias volátiles, filamentos metálicos, forúnculos de vidrio, áridos de granito molido, etc. Siendo esto en proporciones de 5% y 30% con el fin de disponer hormigones de control y de fibra. El porcentaje de sustitución de la fibra de caucho osciló entre el 0 y el 20%. Según las conclusiones del estudio, la mejora del aguante a la torcedura podría hacer del hormigón a base de caucho un método de construcción más respetuoso con el medio ambiente (p.1-7).

Gupta et al. (2019), examinaron la durabilidad de las fibras y el polvo de caucho. Los resultados demostraron que las barras de refuerzo implantadas en hormigón con caucho eran mucho más susceptibles a la corrosión que las barras de refuerzo en hormigón de control, mientras que presentaban una fuerte resistencia al ataque agresivo y a la expansión de iones de cloruro (p.283-291).

Guo et al. (2017), utilizaron tres enfoques de revestimiento (recubrimiento con conglomerante habitual, mezcla combinado sílice activa y silicato sódico) y dos técnicas de tratamiento superficial (NaOH y agente de acoplamiento silano) para reforzar el enlace caucho-cemento. En común, esta investigación probó que el hormigón de caucho-cemento puede mejorar sus prestaciones mecánicas y su durabilidad a largo plazo mediante técnicas de tratamiento con NaOH (p.681 - 689).

Miller y Tehrani (2017), realizaron un estudio exhaustivo del hormigón de caucho empleando 36 vigas y 38 probetas cilíndricas. Los seis tipos de mezcla del estudio incluían un árido grueso de pizarra expandida ligera con proporciones de sustitución de caucho que oscilaban entre el 0% y el 100% en volumen de sustitución. Los resultados implican que los áridos derivados del caucho disminuyen la resistencia mecánica de las muestras al tiempo que aumentan su ductilidad y tenacidad (p.264-271).

Shahjalal et al. (2021), en su investigación buscaron maneras de reutilizar y los neumáticos usados para promover prácticas de edificaciones sostenibles. Una de ellas es añadir compuesto macizo y caucho fino para garantizar la sostenibilidad en el mercado de la construcción en un futuro. Se ha descubierto que los principios de fuerza y flexibilidad crecen con una cabida de caucho de hasta el 5% antes de empezar a descender con un 10% de caucho triturado (p.1-18).

Eisa et al. (2020), examinaron el impacto de copos de acero y fibras de caucho en vigas de hormigón armado. El caucho aumentó la flexibilidad y la dureza de las mezclas de hormigón en un 10%. El caucho y un 10% de fibras de acero mejoraron el rendimiento de las vigas de hormigón armado. El caucho fino empleado como sustituto parcial de los áridos finos al 5% y al 10% demostró buenas cualidades mecánicas con aumentos de tenacidad, según los resultados de los ensayos. También se observaron aumentos de resistencia en las vigas de hormigón armado con partes de caucho que predominaron en un 10%, incluyendo un 11% en compresión, un 3% en ductilidad y un 3% en módulo elástico (p.1-13).

Mo et al. (2020), en su investigación aumentaron las cualidades amortiguadoras de la emulsión estireno-acrídica del hormigón en un 4,5% añadiendo polvo de caucho. La dureza y la capacidad de amortiguación del hormigón aumentan en torno a un 20,4%, según los datos experimentales, pero la resistencia a la rotura disminuye en torno a un 36%. El polvo de caucho minimiza la capacidad de fractura del hormigón

en torno a un 21,4%, aumenta la pérdida de rigidez dinámica y eleva la capacidad de amortiguamiento en torno a un 20,4%. (p.1-11).

Abbassi y Ahmad (2020), en su estudio sustituyeron los áridos naturales por caucho de neumático usado en distintas proporciones, del 10% al 50% en volumen, para comprender mejor el comportamiento a compresión del hormigón, se puso en marcha una investigación experimental. A medida que aumentaba la cantidad de fragmentos de caucho, el comportamiento del hormigón pasaba de ser débil a manejable, y aumentaba su aptitud para soportar el peso (tenacidad a la compresión) (p.1-12).

Kaewunruen et al. (2018) en su investigación realizada en Reino Unido observó que el entorno ferroviario en su país es hostil y en la infraestructura deben realizarse operaciones de esta área de gran tonelaje o alta velocidad. En consecuencia, el material utilizado para construir la infraestructura ferroviaria debe ser robusto, duradero, elástico y resistente para soportar muchos tipos de daños imprevistos. Debido a su composición química, su incapacidad para biodegradarse y su inflamabilidad, los neumáticos usados son el componente a emplear con el fin de crear traviesas de hormigón que se ajusten a los criterios ferroviarios. De acuerdo con las normas británicas, se formaron once tipos diferentes de hormigón utilizando diversas proporciones de caucho triturado y humo de sílice. En los estudios iniciales se midió su resistencia a fractura de los especímenes de hormigón a los 7 y 28 días porque es la característica más crucial de este material. Se ha llegado a concluir que un incremento del contenido de caucho provoca una disminución en su solidez, lo que coincide con los efectos de investigaciones anteriores. Sin embargo, el hormigón de caucho que contenía un 10% de sílice pirógena y un 5% de migas de caucho mostró resultados notables. Desde una perspectiva medioambiental, la utilización de caucho triturado en el hormigón es una de las alternativas más preferibles para tratar los residuos de caucho, ya que protegerá el medio ambiente y reducirá el coste de las traviesas de ferrocarril (p. 17).

Baoshan Huang et al. (2004), en su investigación realizada en EE.UU. propusieron un modelo compuesto para el hormigón cauchutado incorporado de tres capas. Además, se realizaron ensayos preliminares y se procedió a realizar un estudio paramétrico mediante análisis de elementos finitos. Por otro lado, se examinó cómo afectan las distintas variables de diseño de la mezcla a la resistencia del compuesto. De acuerdo con los resultados calculados, los siguientes métodos para aumentar la resistencia del hormigón con caucho serían estos:

- Reducir la proporción de las virutas de caucho empleando áridos gruesos con mayor rigidez.
- Haciendo uso de una distribución consistente de la dimensión de los áridos gruesos, argamasa más dura cuando la ductilidad es importante y mortero de cemento más blando cuando se requiere resistencia.

la hora de construir hormigón con caucho, pueden tenerse en cuenta las siguientes variables. Pero son menos eficientes:

- La aplicación de virutas de caucho más firmes y la gradación continua de las virutas de caucho. Donde se tendría que limitar la cantidad de virutas a un rango específico para que pueda emplearse en la práctica (p.193).

Alfayez et al. (2019), en su estudio desarrollado en Canadá investigó acerca del comportamiento del concreto donde implementó 10%, 15% y 20% de caucho y 0.5%, 1% y 1.5% de fibras metálicas siendo ambas obtenidas de neumáticos desechados. Con la finalidad de que se ahorre tiempo y costo para la elaboración de pavimentos. Por otro lado, para comprobar que la investigación sea factible emplear en la construcción civil se ensayaron las resistencias a la tracción y a la compresión de las muestras fabricadas con los materiales mencionados. dando como resultados que la resistencia a la compresión se reduce, pero la resistencia a la tensión crece debido a ello indica que este hormigón

sostenible sería viable usarlo en carretera, pavimentos, aceras y muros para infraestructuras críticas (p.14 y 15).

Zarhri et al. (2022), en su investigación desarrollada en México realizó un estudio bibliométrico sobre la implementación del caucho reciclado y ser utilizado como materia prima en proyectos de ingeniería civil y reducir la polución ambiental. Por otra parte, un descenso del 14% en la resistencia a la compresión demostró que el uso de esta sustancia mejora la resistencia mecánica del hormigón (p.140).

Soares et al. (2021), en su estudio realizado en Brasil investigó sobre la implementación de residuos de caucho para realizar un concreto liviano a partir de un árido cerámico el cual es la arcilla expandida y se divide en 2 tipos que es C1506 y C2215, para la investigación se tuvo en cuenta porciones de caucho para añadir al agregado fino y a la vez ser sustituida por estas cantidades, las cantidades de caucho son: 1%, 2.5% y 5%, el agregado grueso fue reemplazado completamente por el árido cerámico. Luego de hallarse el hormigón en un estado sólido fue sometida a ensayos de firmeza dándoles resultados como: mientras más caucho se añadía en el concreto su resistencia disminuye, por tal motivo indica que sería asequible emplear esta técnica de valor sostenible y económico para elementos no estructurales (p.361 y 367).

Silva et al. (2019), en su estudio hecho en Brasil analizó la contribución del adimiento de caucho en las características de la relación de fuerza y movimiento del concreto donde empleó porcentajes de: 7.5%, 15% y 30% en el cual el caucho ocupará el lugar del árido fino en el volumen. Los ensayos llevados a cabo fueron: aspiración de agua, índice de vacíos, densidad específica, coeficiente de estabilidad volumétrico y análisis microscópico, resistencias a la tracción, finalmente indican que el caucho disminuye el aguarde del concreto en cierto rango, es decir que las cantidades de 7.5 % y 15% están dentro de lo permitido y en la resistencia a la tracción no se dio cambios notorios por tal motivo indica que esta sería una opción viable y sostenible (p.110 y 113).

Suárez y Mujica (2016), En su tesis realizada en la ciudad de Cusco, mantiene de acuerdo con su finalidad mostrar que el caucho puede emplearse como reemplazante de una pequeña porción del compuesto sutil en el cual se llevaron a cabo evaluaciones de granulometría, peso unitario, peso específico, absorción y diseño de la mezcla adecuada para la producción de bloques huecos de hormigón. La metodología de esta investigación es de tipo experimental cuantitativo, utilizando la técnica observacional para la recogida de datos y las pruebas de laboratorio descritas anteriormente como instrumento. Finalmente deducen que es asequible emplear el caucho reutilizado de las llantas para la elaboración de los bloques de hormigón modificado por los motivos siguientes: influye en el aislamiento sonoro, termal y vuelve más ligera a la mezcla (p.128).

Quispe y Huamantupa (2022), En su investigación hecha en la ciudad de Juliaca determinaron la contribución al adicionar caucho reciclado en el hormigón constructivo y su reacción sismológica, donde realizó 84 muestras con un diseño de 210 Kgf. /cm². Los porcentajes de caucho fueron los siguientes: 2%, 4% y 6% siendo estos finos y granulados, seguidamente fueron evaluados durante 7, 8 y 24 días del curado para luego ser puesta a pruebas de compresión y tracción teniendo a consecuencia el óptimo porcentaje de 4%. En contraste con el hormigón normal, la resistencia a la compresión de ambos (fino y granulado) se superó en un 3,76% y un 4,14%, así como la resistencia a la tracción indirecta diametral en un 8,98% y un 16,05%. Para las derivas máximas se tuvo mejor respuesta en el mismo porcentaje de 4% de caucho siendo lo valores de 3.44% y 3.87% en el sentido X-X y para el sentido Y-Y 3.47% y 3.96% demostrando que son asequibles (p. 219).

Contreras (2018), el objetivo de este estudio desarrollado en la ciudad de Trujillo es utilizar estos materiales abandonados para ayudar a luchar contra la contaminación medioambiental determinando la cantidad adecuada de caucho triturado de neumáticos que se puede añadir al hormigón estructural sin alterar significativamente sus cualidades. Se

utilizó el método ACI 211 para crear el diseño de mezcla sugerido, que tiene una resistencia respaldada por ASTM de 280 kg/cm². La resistencia a la compresión de la muestra se probó después de 28 y 56 días de curado, y los resultados mostraron que la adición de 0,35% de un aditivo superplastificante la aumentó a 292 kg/cm² al final de la prueba de 28 días. La conclusión que obtiene es que el concreto con caucho no debe ser usado para fines estructurales debido a que disminuye su resistencia y que tiende a deformarse cuando se le aplican cargas (p. 73).

Farfán Y Leonardo (2018), En su investigación realizada en Trujillo, hicieron una caracterización de los áridos finos y gruesos para alcanzar los objetivos especificados. A partir de estos componentes, se empleó el método ACI 2010 para construir mezclas de hormigón con una resistencia a la rotura de 210 kg/cm². Donde se tuvo en cuenta cinco tipos de composiciones siendo estas: Hormigón simple (PC), hormigón simple más aditivo plastificante (PCPA), hormigón simple con 5% de caucho reciclado (PCPA5RR), hormigón simple con 10% de volumen de caucho reciclado (PCPA10RR) y hormigón simple con 15% de caucho reciclado (PCPA15RR). Seguidamente se realizaron pruebas de asentamiento en cada una de las mezclas cuando estaban en estado plástico y a los 7, 14 y 28 días, las mezclas fueron sometidas a pruebas de resistencia a la rotura en cilindros de 150 mm de diámetro y 300 mm de largo. De igual manera, se realizaron ensayos de flexión en vigas con las siguientes dimensiones 150 mm x 150 mm x 500 mm. El caucho reciclado molido se fabricó a partir de neumáticos desechados encontrados en vertederos y talleres mecánicos los cuales tenían un diámetro de 0,5 cm.

Siguiendo la técnica ACI 2010, el proporcionamiento de la mezcla de concreto se creó de acuerdo a la resistencia ya mencionada anteriormente, como datos de entrada el asentamiento fue de 4" para el hormigón liso y de 5,5" para el hormigón con un aditivo plastificante. Las 15 vigas que se fabricaron incluían 6 vigas de concreto armado (con y sin

plastificante) y 9 vigas con porcentajes de caucho reutilizable en 5%, 10% y 15% del volumen.

A los 28 días, el 5% de grano cauchutado es la cantidad ideal para alcanzar la resistencia óptima del hormigón (218.452 kg/cm²). La cantidad ideal de caucho reciclado para alcanzar la resistencia posible a la flexión del hormigón (81.861 kg/cm²) es del 10%. Es posible aumentar drásticamente la resistencia mecánica hasta en un 10% utilizando caucho reciclado junto con un aditivo plastificante. Además, esto disminuye el impacto nocivo que los residuos de caucho tienen sobre nuestro ecosistema. Cuando se sustituye el árido natural por árido de caucho de neumático reciclado, la rigidez del concreto se reduce aproximadamente un 12% para una proporción de sustitución del 15%. El caucho de neumático usado es una gran alternativa a los áridos en la fabricación de hormigón y puede utilizarse en edificios con baja actividad sísmica (p. 242 y 249).

Bases Teóricas

Los Neumáticos Usados

Sánchez (2012), Los neumáticos usados figuran entre los desperdicios que más definen a las civilizaciones desarrolladas contemporáneas, tan dependientes de los vehículos. En teoría este componente no supone un riesgo inmediato pero su eliminación incorrecta o su fabricación en masa pueden dañar gravemente el medio ambiente o dificultar su eliminación (p.25).

Cano et al. (2008), afirman que: El neumático tiene una forma toroidal muy compleja con más de 200 partes básicamente de: caucho natural, sintético, cargas de refuerzo (negro de carbón y sílice), antioxidantes, materiales metálicos, fibras y otros. Dependiendo del fabricante y del modelo de neumático, las proporciones de estos elementos pueden variar (p.9).

Figura 1. Partes Principales de un Neumático.



Fuente: Segunda vida de los neumáticos usados.

Propiedades de los Neumáticos:

Para Saltos et al. (2017), las propiedades que tiene un neumático son las siguientes

- La Amortiguación, es la capacidad de adaptarse a las peculiaridades del terreno y de absorber choques causados por pequeños impedimentos.
- La flexibilidad, por su propia naturaleza, cuando se les aplican fuerzas externas se deforman y regresa al estado inicial.
- La capacidad de carga, es el mayor valor que puede aguantar un neumático, en función a su estructura, la presión, la celeridad del auto y el carácter de terreno (p.19).

Tabla 1. Composición típica de la llanta.

Material	Composición (%)	
	Automóviles	Camiones
Caucho natural	14	27
Caucho sintético	27	14
Acero	14	15
Antioxidantes y Rellenos	17	16

Fuente: Guía para el Manejo de Llantas Usadas.

Trituración Mecánica de los Neumáticos:

Tirel (2017), infiere que: En este método, el neumático se tritura hasta convertirlo en polvo o gránulos que pueden aplicarse de diversas formas. Hay dos opciones para esta situación: Trituración mecánica a temperatura ambiente o trituración en un entorno criogénico.

- Trituración mecánica a temperatura ambiente, es el método más popular por su sencillez de instalación. El neumático pasa primero por un molino de gran tamaño donde se tritura en copos de unos 150 mm

de grosor. Luego, los copos se procesan en un granulador para producir copos de un tamaño típico de 10 mm. Tras la fase de granulación, el acero se recupera magnéticamente y se filtra la fibra.

- Trituración en un entorno criogénico, esto implica en reducir el neumático o los gránulos por abajo del temple de transición vítrea del caucho y emplear martillos para reducir su tamaño. En realidad, el caucho se vuelve quebradizo a bajas temperaturas, lo que requiere mucha menos energía para triturar el neumático en gránulos. A menudo se trabaja a 173K, o el equivalente a -100°C (p.10 y 12).

Grano de Caucho Reciclado

Díaz y Castro (2017), indican que: este material es un producto fabricado de neumáticos de automóvil viejos que con frecuencia acaban en lugares con menor gestión medioambiental, como vertederos a cielo abierto, que causan graves daños al medio ambiente. Este material, cuyo tamaño se ha reducido mediante operaciones de trituración, se utiliza en diversos diseños de ingeniería civil, como en el relleno de terraplenes, componentes de retención, pavimentos de plazas, como ajuste en las mezclas asfálticas, etc. (p.21).

Cemento Portland

Cardona (2017), afirma que: La mayoría de las autoridades del concreto, incluido el Instituto Americano del Hormigón, utilizan el cemento Portland como cemento estándar para la investigación sobre el desarrollo de esta calcina. El cemento Portland ha sido y sigue siendo el cemento más aprovechado en la industria de la edificación. Para la fabricación de este aglutinante la piedra caliza debe estar a una temperatura de 1450 grados Celsius. Este cemento se establece en el ASTM C150M-12 "Especificación Estándar para el Cemento Portland" (p.46 y 47).

Propiedades del Cemento Portland

Cabanillas (2017), en su tesis afirma que: las propiedades del cemento son las siguientes:

- **Fineza y superficie específica:** El grado de molienda y el valor hidráulico de un cemento determinan su finura, y viceversa. Dado que los granos de cemento se generan desde la superficie hacia el interior, toda la superficie de las migas de cemento constituye el material húmedo. A medida que los cementos se hacen más finos, fraguan más rápidamente y se rompen con más facilidad. La exudación se reduce al mismo tiempo que aumenta el grosor del grano, pero la absorción aumenta a la vez que crece la finura del grano y es importante mencionar que mientras mejora la finura del cemento, la resistencia a la compresión aumenta más que la resistencia a la tracción.
- **La resistencia a la flexión y la resistencia a la compresión** están conectadas por la raíz cuadrada de la superficie particular. Normalmente, los cementos que ganan firmeza aceleradamente son los que se exponen a resquebrajarse. La contracción parece ser una función lineal de la superficie específica, y el cuarteamiento puede atribuirse al grado de crecimiento de la resistencia del hormigón. Cualquier cemento que haya sido más fino adquirirá su resistencia más rápidamente, aumentando indirectamente la probabilidad de agrietamiento por retracción.
- **Peso específico:** Para los cementos portland típicos, la gravedad específica suele oscilar entre 3,00 gr/cm³ y 3,20 gr/cm³. El valor medio según las normas americanas es de 3,15 gr/cm³, mientras que la media según las normativas alemanas e inglesas es de 3,12 gr/cm³, su decisión es especialmente importante en lo que respecta al control y diseño de mezclas.
- **Contenido de aire:** La resistencia del hormigón creado con él puede verse afectada por el excesivo contenido de aire del cemento, que también puede contribuir a disminuir la resistencia del hormigón. La

prueba del contenido de aire proporciona una indicación oblicua de la finura y molturabilidad del cemento.

- **Fraguado:** Aunque la noción de endurecimiento de la mezcla puede valorarse bastante aleatoria, esta expresión se utiliza para definir la rigidez de la mezcla. El fraguado, en general, describe una transición de un estado fluido a un estado rígido. Aunque la mezcla coja cierta resistencia durante el fraguado, es correspondiente distinguir la rigidez del fraguado por razones prácticas, ya que este último término apunta un crecimiento de la resistencia de una pasta de cemento fraguada. La capacidad de las pastas de cemento para resistir el peso de una varilla o aguja específica sirve para calibrar el tiempo que tardarán en fraguar después de darles una consistencia regular. Para ellos son necesario las siguientes normas: Fraguado Vicat, de acuerdo a la NTP 334.006-2003 y Fraguado Gilmore, de acuerdo a la NTP 334.056-2002
- **Resistencia mecánica:** La característica material del cemento en estado sólido que quizás sea la más notable en términos de necesidades para fines estructurales es su resistencia mecánica. la más clara en términos de especificaciones para fines estructurales. Por lo tanto, no debería sorprender que todas las especificaciones del cemento incluyen un requisito de pruebas de resistencia. especificaciones para el cemento. Se considera que la resistencia del cemento se mide a los 28 días.
- **Estabilidad de volumen:** Una vez asentado, éste tiene la capacidad de mantener un volumen constante. Cuando un cemento muestra una propensión a la expansión gradual durante un periodo de tiempo prolongado, se considera que es inestable. Aunque es posible que los efectos de un cemento inestable no se noten hasta pasados varios meses, tienen el potencial de provocar grietas catastróficas con el paso del tiempo. meses, pero con el paso del tiempo, puede provocar grietas graves y la desintegración final del hormigón.
- **Calor de hidratación:** Dado que el calor de hidratación de un cemento típico oscila entre 85 y 100 cal/g, resulta muy práctico proteger el

cemento del entorno hasta que se combina con el agua. Junto con la reacción que tiene lugar cuando el agua y el cemento entran en contacto, se emite esta energía (p. 40 – 42).

Usos y Aplicaciones Principales del Cemento

Montalván et al. (2010), afirman que: Actualmente, el término "cemento" se refiere a cualquier tipo de adhesivo en el sentido más amplio. Se refiere a un material que se puede utilizar en la construcción y la ingeniería civil para combinar arena, roca triturada u otras formas de áridos y formar una masa sólida que tenga más resistencia mecánica y dureza que los áridos de los que procede. Aunque desde un punto de vista químico el cemento suele ser una mezcla de silicatos y aluminatos de calcio, también puede ser un único compuesto químico. El cemento se fabrica cociendo roca caliza, arcilla y arena para producir distintos tipos de cementos que se distinguen por su formación, sus características de resistencia, durabilidad y, en consecuencia, sus usos previstos (p. 85).

Agregados

Ferreira y Torres (2014), afirman que: Cuando el cemento, el agua y otros aditivos se combinan con materiales de origen natural o sintético para crear la roca artificial conocida como "hormigón" u "hormigón", se denominan agregados y la calidad de los áridos es muy importante porque constituyen casi tres cuartas partes del volumen del hormigón (p.16).

Clasificación de los Agregados:

NTP (2008), Según la Norma Técnica Peruana define la clasificación de los agregados de la siguiente manera:

- Por su composición granulométrica, las especificaciones de granulometría de los áridos deben coincidir con las de las normas

técnicas peruanas aplicables. Para establecer la composición granulométrica utilizar los tamices indicados en la siguiente tabla.

Tabla 2. Tamices a utilizar para realizar el análisis granulométrico.

Agregado	Tamices normalizados
FINO	150 μm (Nº 100)
	300 μm (Nº 50)
	600 μm (Nº 30)
	1,18 mm (Nº 16)
	2,36 mm (Nº 8)
	4,75 mm (Nº 4)
GRUESO	9,50 mm (3/8)
	12,5 mm (1/2)
	19,0 mm (3/4)
	25,0 mm (1)
	37,5 mm (1 1/2)
	50,0 mm (2)
	63,0 mm (2 1/2)
	75,0 mm (3)
	90,0 mm (3 1/2)
	100,0 mm (4)

Fuente: NORMA TÉCNICA NTP 400.011 PERUANA

- Por su densidad, los áridos para hormigón se dividen en ligeros y pesados. Las normas ASTM enumeradas en la tabla describen los requisitos que deben cumplir tanto los compuestos ligeros como los pesados.

Tabla 3. Clasificación de los agregados por su densidad.

Agregados	Clasificación
AGREGADO LIVIANO	<p>Uso en hormigón (concreto) aislante térmico.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grupo I: Agregados resultantes de productos expandidos, tales como perlitas o vermiculitas. • Grupo II: agregados resultantes de productos expandidos, calcinados o sinterizados, tales como: escoria de altos hornos, arcillas, diatomitas, esquistos o pizarras y agregados preparados del procesamiento de materiales naturales, tales como pumitas, escorias o tufos
AGREGADO PESADO (hormigones para protección radiactiva)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Agregados minerales naturales de alta densidad o alto contenido de agua: Barita, magnetita, hematina, ilmanita y serpentina. 2. Agregados sintéticos: acero, hierro, ferros fosforosos, fritas de boro y otros compuestos de boro. 3. Agregados finos consistentes de arena natural o manufacturada incluyendo minerales de alta densidad. El agregado grueso puede consistir de mineral triturado, piedra chancada, productos sintéticos y combinaciones o mezclas de éstos.

Fuente: NORMA TÉCNICA NTP 400.011 PERUANA.

Concreto Hidráulico

Rojas (2021), afirma que: Según la Asociación de Cemento Portland, el hormigón hidráulico es una combinación de pasta y áridos. Las dos categorías de áridos son los gruesos y los finos. La pasta utilizada en el hormigón hidráulico, por su parte, se elabora combinando material cementante y agua. Según INTECO, el cemento hidráulico es una sustancia inorgánica finamente molida creada mediante la combinación de materiales calcáreos y arcillosos, además tiene propiedades aglutinantes. Durante la creación de esta pasta se forman enlaces químicos que dan como resultado una combinación endurecida con resistencia y durabilidad (p.15).

Figura 2. Diagrama de componentes del concreto hidráulico



Fuente: Tecnología en Marcha.

Propiedades del Concreto:

Sánchez (2001), afirma que: Las cualidades del concreto y del mortero se investigan en gran medida para determinar el diseño de la mezcla, que se describe como el transcurso de elección de los materiales adecuados y la evaluación de sus cualidades relativas para fabricar un hormigón o mortero con un mínimo de atributos específicos de la forma más económica posible. Por lo tanto, el coste, la facilidad de colocación y

consolidación, la velocidad de la pérdida de plasticidad del hormigón, la solidez, la perdurabilidad, la hermeticidad, la unidad de peso, la estabilidad del volumen y el aspecto adecuado son los criterios fundamentales a la hora de diseñar una mezcla de hormigón o mortero (p.24).

III. METODOLOGIA

3.1 Tipo y diseño de investigación:

Las variables de estudio son 2: La variable dependiente es el comportamiento del concreto y la variable independiente es el caucho reciclado, finalmente la categoría sería cuantitativa para ambas variables.

3.1.1 Tipo de investigación:

Arias y Covinos. (2021), En esta parte nos referimos a un entorno global debido a que se caracteriza, tipifica y se manifiesta una gran variedad de conocimientos, donde el tipo de investigación será aplicada debido a que este carácter radica en hallazgos, resultados y en resolver problemas pragmáticos, además que es muy usada en el campo de la medicina e ingeniería (p.67).

3.1.2 Diseño de investigación

El diseño de investigación será experimental porque se tendrá que evaluar resultados para posteriormente tener conclusiones sobre nuestro proyecto además reduciría el tiempo y esfuerzo al aplicar el diseño en la muestra.

3.2 Variable y operacionalización:

Las variables son 2, donde la variable dependiente es el comportamiento del concreto y la variable independiente es el caucho reciclado, finalmente la categoría sería cuantitativa para ambas variables.

- Definición conceptual del Comportamiento del Concreto:

Peñaloza. (2015), El concreto es lo que resulta de las mezclas de agregados, pasta de cemento y agua. Donde en su primera fase se encuentra el nivel plástico, en la segunda fase se encuentra la dureza que se da por la reacción química del cemento y agua. Finalmente, en su estado sólido se caracteriza por su buena oposición a la rotura la cual es la más importante (p. 49 y 50).

- Definición conceptual del Caucho Reciclado:

Angulo y Duarte. (2005), El caucho reciclado es un componente sacado de las llantas que han sido desechados, generalmente el destino de esta es que sean votadas por las calles haciendo que suceda contaminación en nuestro ecosistema y a la salud de la gente a causa de su composición (p. 8).

- Definición operacional del Comportamiento del Concreto:

Mehta y Monteiro (2014), Hay muchas microfisuras en la zona de transición (es decir, el área entre la matriz de pasta de cemento y el árido grueso) antes de que se aplique cualquier carga. El comportamiento del material en los distintos estados de tensión considerados se ve influido significativamente por esta característica de la estructura del hormigón (p.45 y 46).

- Definición operacional del Caucho Reciclado:

González (2015), Los neumáticos se utilizan en procesos mecánicos sencillos, produciendo productos de gran calidad libres de toda impureza, lo cual esto posibilita la reutilización de estos materiales para su uso en nuevos procedimientos y aplicaciones. utilizando instrumentos mecánicos para triturar.

Por otro lado, los neumáticos que ya no se utilizan tienen las siguientes características de composición: 65% de caucho, 15-25% de acero y 10-15% de fibras textiles.

Las industrias que trabajan con estos materiales se dividen en diferentes áreas de tratamiento y son:

1. La zona de acopio: que se dedica a recoger y limpiar las impurezas de los neumáticos
 2. La zona de selección: en donde se clasifica a las llantas por su procedencia es decir si son de camiones, automóviles, carros agrícolas, etc.
 3. La planta de proceso: aquí se encuentra la maquinaria donde se trituran los neumáticos hasta un tamaño requerido para su utilización.
 4. Almacén de productos: aquí se tiene el producto resultante donde se almacenará en depósitos para luego ser entregado a los clientes (p.24-26).
- Indicadores del comportamiento del concreto.
 1. Concreto fresco: Trabajabilidad, Segregación, Exudación, Contracción.
 2. Concreto endurecido: Resistencia a la rotura
 - Indicadores del Caucho Reciclado:
 1. Propiedades: Aislamiento Acústico, Aislamiento Térmico, Aislamiento eólico, Aislamiento hidráulico, Aislamiento eléctrico y Absorción de vibraciones.
 2. Procesos: Transporte, Eliminación de elementos de cubierta, Ahorro de peso en cubierta, Absorción de reservaciones y Resistencias mecánicas y químicas.
 - Escala de medición:

La escala de medición en nuestra investigación es ordinal.

3.3 Población y Muestra:

3.3.1 Población:

Arias et al. (2016), La población, llega a ser un grupo de casos concretos, cortos y alcanzables que sirve para elegir el modelo, cumpliendo criterios preestablecidos. Este término puede ser usado para cualquier ser vivo, objetos, grupos, empresas, etc. (p.202). La población de estudio estará conformada por 72 patrones siendo la cantidad total de bloques con implementación de caucho y de concreto sin caucho, se trabajará el cemento tipo I, debido a que es el más usado. El patrón cilíndrico tendrá un radio de 15 cm y un alto de 30 cm, de igual manera debe tener un $f'c=210$ kg/cm² para el análisis de nuestra investigación en la ciudad de Trujillo.

3.3.2 Muestra

En nuestra investigación el tamaño de la muestra será de 36 bloques es decir el mismo tamaño de la población debido a que es una cantidad con la que se puede trabajar normalmente.

3.3.3 Muestreo:

Para nuestra investigación se tomó como una muestra no probabilística debido a que nos basamos en criterios de investigaciones similares a nuestro estudio y a normas que ayudarán para el desarrollo de nuestro proyecto. Por otro lado, dentro del muestreo no probabilístico, se ha indicado que sea un muestreo por cuotas debido a que la población será dividida en grupos los cuales son por cada porcentaje de caucho que se agregara siendo: 0%, 6%, 9% y 12% para reemplazar el mismo volumen al agregado fino.

3.3.4 Unidad de Análisis:

Las muestras en su totalidad son 36 que están conformadas por hormigones comunes y hormigones con adición de caucho, con más detalle se puede observar en el anexo 7.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

Para nuestro proyecto, la técnica o el método para la recolección de datos será la observación y su instrumento será la guía de observación que se validará mediante la Norma técnica peruana.

3.5 Procedimientos

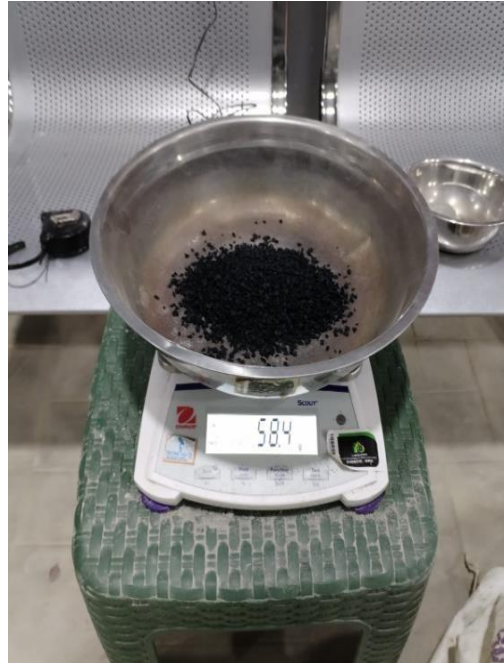
Primeramente, se obtuvo los siguientes materiales: cemento tipo 1, el agua, el caucho reciclado y los agregados sutiles y grandes los cuales fueron adquiridos de la Cantera Bauner S.A., ubicada en la ciudad de Trujillo.

Figura 3. Cemento Pacasmayo Extra Forte (Tipo1).



Fuente: Elaboración propia

Figura 4. Grano de Caucho Reciclado.



Fuente: Elaboración propia

Figura 5. Agregado Fino.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6. Agregado Grueso.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 7. Agua.



Fuente: Elaboración propia.

Después se realizaron ensayos a los áridos para obtener su diseño de mezcla, siendo estas para la cantidad de 36 patrones con un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Luego de obtener el cálculo de uso de los insumos necesarios se procedió a realizar la mezcla de los agregados junto con el caucho, seguidamente se hizo la prueba slump o Cono de

Abrams, para calcular la estabilidad del concreto el cual tuvo un asentamiento de 3 a 3.5 pulgadas. Luego se llenó el concreto en moldes cilíndricos para la cantidad de 36 muestras.

Figura 8. Materiales en buggy.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 9. Mezcla de Concreto con Caucho.



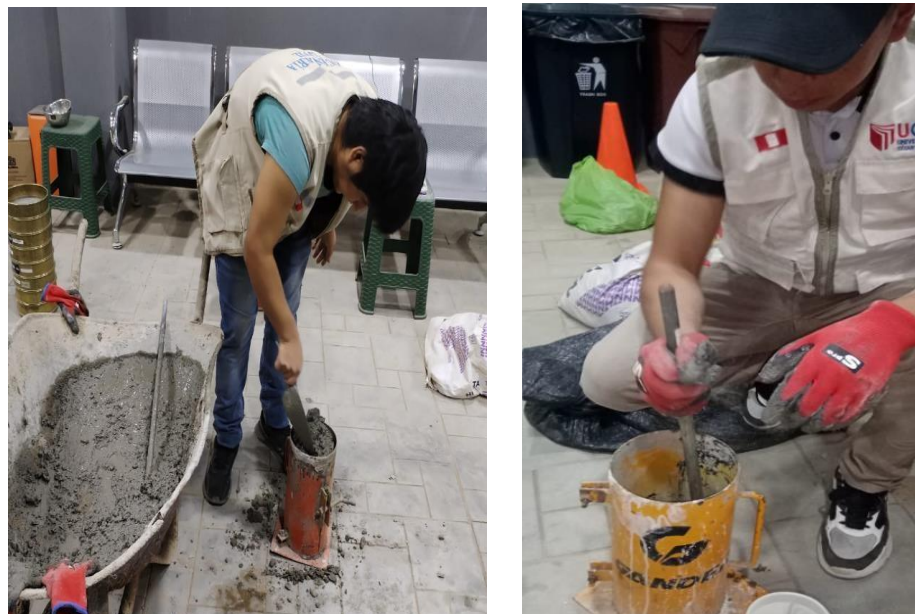
Fuente: Elaboración propia.

Figura 10. Prueba Slump (Cono de Abrams).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 11. Llenado y Chuseado de Probetas.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 12. Probetas en estado fresco y sólido.



Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, se llevarán a cabo ensayos a compresión durante cada edad de las muestras, siendo estas a los: 7, 14 y 28 días de curado, con la finalidad de observar y comparar cómo es el comportamiento de un concreto con porciones de granos de caucho a un concreto sin esta materia prima.

Figura 13. Curado de Probetas.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 14. Rotura de Probetas a Compresión.



Fuente: Elaboración propia.

3.6 Método de análisis de datos:

Para el desarrollo de nuestro estudio se realizaron varios ensayos para obtener datos con los cuales se puedan trabajar, verificar y analizar el comportamiento que tiene el hormigón al ser fabricado con porcentajes de caucho reciclado, también será necesario utilizar el programa Excel para facilitar el trabajo. Por otro lado, las pruebas que se tendrán en cuenta son las siguientes: Ensayos de peso unitarios, Diseño de mezcla, Prueba de consistencia, Curado de los especímenes y Ensayos de resistencia (Compresión).

3.7 Aspectos éticos:

El presente estudio tiene como propósito informar de manera sencilla y verídica acerca de la aplicación del caucho en la mezcla de un concreto sustentada con la ayuda en otras fuentes como: artículos, libros, revistas, etc. y así lograr resultados óptimos en el desarrollo de los objetivos planteados y que la información sea de gran ayuda para las generaciones futuras que estén interesadas en el tema tratado.

IV. RESULTADOS

4.1 Determinación de las propiedades físicas de los agregados.

Tabla 4. Propiedades físicas de los agregados.

Características de los agregados			
Definición	Agregado	Agregado	Cemento
	Fino	Grueso	
Peso Específico kg/m ³	2412	2690	3100
Peso Unitario Sin compactar	1703	1581	1500
Peso Unitario Compactado	1846	1688	
Módulo de fineza	2.83		
% Humedad Natural	1.81	0.08	
% Absorción	3.53	0.33	
Tamaño Máximo Nominal		3/4"	

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

Conforme a la tabla 10 para realizar nuestro diseño de mezcla, primero tuvimos que determinar las características de los áridos extraídos de la explotación minera Bauner de acuerdo con el tipo de material y árido que se iba a utilizar, como evaluar su peso específico y llegar a 2412 kg/m³ en el árido fino, 2690 kg/m³ en el árido grueso y 3100 kg/m³ para el cemento. Además, el peso de la unidad no compactada se calculó utilizando 1703 kg/m³ de árido fino.

1581 kg/m³ del compuesto grande y 1500 kg/m³ de cemento, asimismo la unidad de peso compactado del agregado fino fue de 1846 kg/m³, 1688/m³ kg para el agregado grueso y ningún valor para el cemento porque es un material el cual no puede ser compactado, por otro lado, el módulo de fineza solamente tuvo valor el agregado fino con 2.83, el porcentaje natural del agregado fino fue de 1.83 % y 0.08 % árido grande, el tanto por ciento de impregnación del agregado fino fue de 3.53 % y

0.33 % del agregado grueso, por último, el menor tamiz por el que pasó la muestra fue de 3/4" del agregado grueso.

4.2. Elaboración del diseño de mezcla 210 kg/cm² para ensayo a compresión con caucho reciclado de 6%, 9% y 12 %.

Tabla 5. Diseño de mezcla para probetas con adición de caucho reciclado.

Material	Und.	Patrón	06% de adición de caucho reciclado	09% de adición de caucho reciclado	12% de adición de caucho reciclado
Cemento	kg	2.10	2.10	2.10	2.10
Agregado fino	kg	3.10	2.90	2.80	2.70
Agregado grueso	kg	5.50	5.50	5.50	5.50
Agua	kg	1.20	1.20	1.20	1.20
caucho reciclado	cm ³	-	186.00	279.00	372.00

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

Tras completar el diseño de la mezcla y analizar los datos, se descubrió que se necesitan 2,1 kg de cemento portland, 3,1 kg de árido fino, 5,5 kg de árido grueso y 1,2 kg de agua para un patrón típico sin la inclusión de granos cauchutados. Por consiguiente, los efectos en los materiales se mantienen de la misma manera, excepto el agregado fino el cual varía debido a que se le resta los porcentajes y se le agrega caucho reciclado obteniendo así; 2.9 kg de agregado fino y 186 cm³ de caucho reciclado para un 6% de adición de caucho reciclado, también se obtuvo 2.8 kg de agregado fino y 279 cm³ de caucho reciclado para un 9% de adición así como para el 12% de caucho se reciclado se calculó 2.7 kg de agregado fino y 372 cm³ de caucho reciclado.

4.3. Determinación de las propiedades físicas del concreto fresco.

Tabla 6. Propiedades físicas del concreto fresco.

Característica	Valor	und.
Trabajabilidad sin caucho reciclado incorporado	Slum 3"	in
Trabajabilidad con 12% de caucho reciclado incorporado	Slum 3.5"	in

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

Dado los datos obtenidos en la tabla y al haber realizado el procedimiento en la elaboración de del mortero de acuerdo al diseño de mezcla que se muestra en el Anexo 15, se obtuvo una trabajabilidad aceptable por nuestro diseño de mezcla donde el slump fue de 3" cuando el concreto no presentó caucho de por medio y un 3.5" cuando se le incorporó 12% de caucho.

4.4. Realización y determinación de la resistencia a la compresión del concreto al adicionar 6, 9, 12 % de caucho reciclado.

Tabla 7. Resistencia a la compresión.

RESISTENCIA ALCANZADA					
DIAS DE CURADO	RESISTENCIA REQUERIDA	PATRON SIN CAUCHO	PATRON CON 6% DE CAUCHO RECICLADO	PATRON CON 9% DE CAUCHO RECICLADO	PATRON CON 12% DE CAUCHO RECICLADO
7 DIAS	210 kg/cm ²	188.95 kg/cm ²	176.47 kg/cm ²	152.02 kg/cm ²	146.19 kg/cm ²
14 DIAS	210 kg/cm ²	208.19 kg/cm ²	195.54 kg/cm ²	183.51 kg/cm ²	168.22 kg/cm ²
28 DIAS	210 kg/cm ²	222.46 kg/cm ²	215.01 kg/cm ²	204.82 kg/cm ²	192.3 kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

Tras realizar evaluar las pruebas de rotura del hormigón, pudimos recoger los datos y porcentajes de las muestras de acuerdo con el tiempo de curado y los porcentajes de caucho reciclado añadidos, tal como se indica en la N.T.P. 339.034 - A.S.T.M. - C 39. Dando, así como resultado que a los 7 días de curado el patrón sin caucho llegó a obtener 188.95 kg/cm² de resistencia, 176.47 kg/cm se obtuvo del patrón con 6% de caucho, 152.02 kg/com² se obtuvo del patrón con 9% de caucho y 146.19 kg/com² se obtuvo del patrón con 12% de caucho reciclado. Por otra parte, a los 14 días de curado se consiguió 208.19 kg/com² del patrón sin caucho, 195.54 kg/com² cuando tiene 6% de caucho, 183.51 kg/com² cuando tiene 9% de caucho y 168.22 kg/com² cuando tiene 12% de caucho incorporado. Por último, cuando los patrones llegaron a los 28 días de curado sus porcentajes fueron de 222.46 kg/com² cuando el patrón no tiene caucho incorporado, 215.01 kg/com² cuando tienes 6% de caucho, 204.82 kg/com² cuando tiene 9% de caucho y 192.30 kg/com² cuando tienes 12% de caucho incorporado.

V. DISCUSIÓN

Los principales ensayos se realizaron sobre los materiales a usar en el diseño y proyecto; en relación a los resultados obtenidos en el laboratorio cuando se hizo el diseño de mezcla en base al Método ACI 211. Se estableció el peso específico del árido fino y del árido grueso, aportando como datos 2,412 gr/cm³ y 2,690 gr/cm³ correspondientemente.

Realizar este ensayo nos permite determinar que los materiales utilizados sean de buena calidad y cumplan con los parámetros establecidos por la N.T.P. Cabanillas (2017) menciona que el peso específico de los materiales sirve como guía mostrando la calidad de los materiales y también menciona que para concretos ligeros el peso específico de los materiales debe estar entre 2.3 a 2.9 gr/cm³. Por otro lado, se pudo calcular la unidad de peso no comprimido y el peso unitario compactado de los áridos, con valores de 1703 kg/m³ para el árido fino y 1846 kg/m³ para este último. El peso unitario no compactado del árido grueso era de 1581 kg/m³, mientras que su peso unitario compactado era de 1688 kg/m³. Estos pesos unitarios no compactados afectan o cambian los pesos en volúmenes, interfiriendo en el manejo, acopio y transporte de los áridos. Por el contrario, como indica Contreras (2018), el peso unitario compactado afecta directamente al diseño de la mezcla porque determina la densidad de los ingredientes cuando se someten a un proceso de compactación durante el vertido del hormigón.

El módulo de finura determinado de los áridos fue del 2,83% del árido fino, lo que corresponde a una zona que representa el tamaño medio del árido y puede soportar más agua al mezclar el hormigón. En la Norma ASTM C136 encontramos los rangos en los cuales deben estar los porcentajes del módulo de fineza para que puedan cumplir o ser aceptados por lo tanto deben estar entre 2.3 y 3.1%. Contreras (2018) nos menciona también en su investigación que cuando las arenas o agregados finos tienen su módulo de fineza entre 2.3 a 2.8 estos producen una mejor trabajabilidad a la mezcla de concreto.

La medida de agua a usar en el diseño de la mezcla viene determinada por el porcentaje natural o contenido de humedad de los áridos. Por lo que Contreras (2018) en su investigación menciona que existen materiales que se encuentran muy secos los cuales absorben mayor cantidad de agua y restan la trabajabilidad del concreto. Por otra parte, algunos áridos tienen un alto contenido de humedad o contienen mucha agua, lo que repercute en la resistencia del hormigón. En este caso, el porcentaje de humedad del árido fino para el proyecto era del 1,83%, mientras que el del árido grueso era del 0,08%.

Puesto que la permeabilidad de las partículas de los áridos depende de la variedad de huecos presentes en la mezcla, el porcentaje de absorción es la relación entre los áridos y el agua para rellenar los huecos que existen en la estructura o muestra cuando se somete al agua, en este caso se alcanzaron 3,53 y 0,53 de árido fino y árido grueso, respectivamente, para el diseño actual de la mezcla. Del mismo modo, fue posible determinar el diseño de la mezcla y la proporción de materiales y agregados a utilizar por probeta después de conocer las cualidades físicas de los agregados y hacer el diseño de la mezcla en relación con los cálculos y datos obtenidos, añadiéndole un porcentaje de desperdicio del 10%, que se especifica en la NTP 399.602 30 y en la NTP 339.604 al considerar los agregados de acuerdo con un diseño de mezcla adecuado.

Tal como menciona Yasser et al. (2022), en su investigación es de mucha consideración realizar un diseño de mezcla adecuado, para preparar las mezclas que se van a utilizar de acuerdo a los porcentajes de caucho a considerar y también para saber la cantidad de agregados a utilizar y de esta forma evitar desperdiciar. Por otro lado, comparando la misma idea Rojas (2021), en su investigación describe que para realizar el diseño de mezcla específico y verás la dosificación deben ser tomados por medio del ACI 211, con el fin de comprobar que nuestro diseño de mezcla está bien elaborado y especificado para poder hacer las mezclas de concreto utilizando los agregados adecuados de acuerdo a la cantidad que vamos

a utilizar y no desperdiciar. Asimismo, con relación a los resultados obtenidos del diseño de mezcla considera que el asentamiento del concreto debe ser entre 3 a 4", por lo que una vez realizado el ensayo de la mezcla se obtuvo el Slump de 3" para la mezcla que no contenía caucho reciclado y 3.5" para la mezcla con 12% de caucho reciclado, con lo cual decimo que cumple con el diseño de mezcla establecido. También, Yasser et al. (2023) en su investigación menciona que cuando realizó sus ensayos la mezcla que contenía caucho reciclado obtuvo una mejor trabajabilidad y una densidad menor, pero también resalta que disminuye su resistencia.

Por consiguiente, pasamos a realizar las evaluaciones a compresión de las muestras realizadas y ensayadas con lo cual en nuestros resultados obtuvimos diferentes valores y porcentajes que varían de acuerdo a los porcentajes de caucho incorporado, en el ensayo a compresión encontramos que de acuerdo a la N.T.P. 339.034 - A.S.T.M. - C 39 cuando la muestra llega a los 28 días de curado su resistencia máxima obtenida es de 222.46 kg/cm² de resistencia cuando la mezcla tiene 0% de caucho incorporado y su resistencia va variando de acuerdo a los porcentajes que se le va añadiendo, ya que para un 6% de caucho incorporado su resistencia bajo a 215.01 kg/cm², seguidamente cuando la mezcla tiene 9% de caucho incorporado su resistencia bajo a 204.82 kg/cm² donde no obedece los parámetros instituidos por la NTP y ASTM, por último cuando la mezcla tiene un porcentaje del 12% de caucho incorporado a los 28 días de curado solamente llega al 192.30 kg/cm², es decir no cumple con los parámetros que debe cumplir según la N.T.P. 339.034 - A.S.T.M. - C 39, es por ello que determinamos que la mejor opción en este caso o para este ensayo a compresión sería considerar 6% de caucho reciclado dentro de las mezclas de concreto esto debido a que su resistencia sobrepasa los límites más allá que añadiendo 9% de caucho reciclado y si consideramos 9% a lo largo en la práctica no llegaría a cumplir con la norma y es por ello que se sugiere mejor utilizar 6% de caucho reciclado.

Asimismo, en comparación con Soares et al. (2021) en su investigación realizada en Brasil menciona que, al hacer sus pruebas para delimitar la resistencia a la compresión, los resultados que obtuvo fueron variando ya que mientras más caucho incorporaba a su preparación de mezcla menor era su resistencia. Por otro lado, en la misma línea Alfayez et al. (2019) en su investigación realizada también recalca y hace referencia que la resistencia de aguante baja mientras más se le agregue caucho reciclado, por lo que sugiere que este tipo de mezclas se utilicen en proyectos donde no haya mucha resistencia o soporte cargas a compresión.

Asimismo, siguiendo la misma línea de investigación Kaewunruen et al. (2018) en su investigación realizada en reino unido indica que en los estudios que realizó a las mezclas de concreto añadiendo porcentajes de caucho y dejándole curar los 28 días, obtuvo como resultado que la añadir 10% de caucho no llegó a cumplir con la resistencia requerida, por lo que determina utilizar menos caucho en las mezclas de concreto. Miller y Tehrani (2017) también mencionan que cuando realizaron sus estudios para determinar la resistencia a compresión del con concreto con caucho incorporado se dieron cuenta que mientras más caucho utilizaban la resistencia disminuye.

Dado todo lo mencionado Suárez y Mujica (2016) en su investigación para su tesis sugiere que estas mezclas de concreto pueden ser utilizables en la creación de bloques huecos de hormigón, esto es debido a que los bloques no resisten mucha resistencia a la compresión y otro aspecto fundamental es que la adición de caucho influye en el aislamiento sonoro y hace que su peso sea menor. De la misma manera Alfayez et al. (2019) sugiere que este tipo de mezclas sean utilizadas a flexión, en proyectos donde la carga sea menor y a la vez traiga beneficios ya que con este material aparte de disminuir su peso también absorbe los sonidos. Por último, una vez realizado y obtenido nuestro diseño de mezcla y todos los ensayos, podemos decir que el uso de caucho reciclado tiene un impacto significativo para proyecto donde sus

cargas son mínimas ya que tiene menor impacto a las fuerzas a compresión, debido que en nuestros resultados obtuvimos que con 6% de caucho reciclado llega a cumplir sin ningún tipo de problemas y puede ser trabajado.

VI. CONCLUSIONES

Se logró determinar las peculiaridades físicas de los compuestos finos y gruesos para poder realizar el diseño de mezcla, obteniendo su densidad, unidad de peso compactado y sin compactar, módulo de fineza, humedad común y porcentaje de absorción de los áridos mencionados anteriormente.

Se realizó el diseño de mezcla para el ensayo a la rotura del concreto con distintos porcentajes de caucho (6%, 9% y 12%), asimismo, se obtuvo la cantidad exacta de los materiales a utilizar por cada ensayo.

Se logró determinar sus propiedades físicas del concreto fresco del diseño de mezcla, obteniendo como resultado en el ensayo Slump un asentamiento de 3" y 3.5", presentando una buena resistencia y una trabajabilidad conforme se agregó los distintos porcentajes de caucho reciclado (6%, 9%, 12%).

Por último, se logró determinar las resistencias requeridas del ensayo de compresión del diseño de mezcla $f'c=210$ kg/cm² agregando porcentajes de caucho reciclado, consiguiendo como resultado más favorable utilizar 6% de caucho reciclado cuando el concreto va a ser expuesto a fuerzas a compresión.

VII. RECOMENDACIONES

Recomendamos que para realizar un proyecto y posteriormente un diseño de mezcla es muy importante que conozcamos el Reglamento Nacional de Edificaciones y la NTP, donde encontramos todos los parámetros que debemos cumplir para el desarrollo de un proyecto y que este sea aceptable.

Recomendamos que antes de realizar un diseño de mezcla es primordial calcular las características físicas de los áridos, tales como su peso específico, peso unitario compactado y sin compactar, su porcentaje de absorción, su humedecimiento habitual y su módulo de fineza, para verificar que los materiales obtenidos de una cantera cumplan con los factores mandados por la NTP y ACI.

Dado nuestros resultados obtenidos a compresión, recomendamos que cuando se realice un proyecto con mezclas de concreto que tengan porcentajes de caucho y sean sometidas a cargas a compresión, considerar un 5 o 6% de caucho debido a que de esta manera el concreto no va a ser muy afectado y cumplirá con su resistencia requerida.

Se recomienda que, para un mejor trabajabilidad y resistencia del concreto con porcentajes de caucho, se trabaje en proyectos donde no resista fuerzas a compresión. De esta manera podrían ser utilizados en placas de concreto, ladrillo de concreto, cercos, pavimentos, entre otros. Puesto que estos proyectos no conllevan consigo harta presencia de fuerzas a compresión, por lo cual cumplirían con la resistencia requerida por el RNE y NTP.

Se recomienda efectuar una investigación más profunda donde se pueda realizar otros ensayos químicos al concreto con caucho y encontrar quizás algunos productos químicos que puedan ayudar al caucho a mejorar su resistencia a compresión y pueda ser añadido más porcentajes de este y no tenga problemas con los parámetros de la NTP.

Por último, se recomienda reciclar el caucho de los neumáticos y utilizarlo para disminuir la contaminación, puesto que este componente al ser

altamente químico afecta fuertemente a nuestro planeta con lo cual, si nosotros planteamos ideas y reutilizamos el caucho dentro de la construcción estaremos haciendo que esta técnica eco amigable sea más usada.

REFERENCIAS

Abbassi y Ahmad (2020). Behavior analysis of concrete with recycled tire rubber as aggregate using 3D-digital image correlation. Journal of Cleaner Production, 274, 1-12.

doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123074>

Adeboje et al. (2020). Characterization of Modified Crumb Rubber Concrete. International Journal of Sustainable Development and Planning, 15 (3), 377-383.

doi: <https://doi.org/10.18280/ijstdp.150315>

Agrawal et al. (2023). Experimental effect of pre-treatment of rubber fibers on mechanical properties of rubberized concrete. Journal of Cleaner Production, 23, 792.

doi: <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2023.01.027>

Alfayez et al. (2019). Eco-Efficient Fiber-Reinforced Preplaced Recycled Aggregate Concrete under Impact Loading. Materials, 4 (2), 14 y 15.

doi: <https://doi.org/10.3390/infrastructures4020037>

ANGULO y DUARTE, José. Modificación de un asfalto con caucho reciclado de llanta para su aplicación en pavimentos. Tesis (Título de Ingeniero Químico). Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ciencias Fisicoquímicas, 2005. (p.8-9).

ARIAS et al. El protocolo de investigación III: la población de estudio, Revista Alergia México, (2): 202, 2016. ISSN: 0002-515.

ARIAS Y COVINOS. Diseño y metodología de la investigación. 1.^a ed. ENFOQUES CONSULTING EIRL, 2021. 67p. ISBN: 978-612-48444-2-3.

Ataria y Wang (2022). Mechanical Properties and Durability Performance of Recycled Aggregate Concrete Containing Crumb Rubber. Materials, 1

,1.

doi: <https://doi.org/10.3390/ma15051776>

Baoshan Huang et al. (2004). Investigation into Waste Tire Rubber-Filled Concrete. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 16 (3), 193. doi: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0899-1561\(2004\)16:3\(187\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0899-1561(2004)16:3(187))

CABANILLAS. COMPORTAMIENTO FÍSICO MECÁNICO DEL CONCRETO HIDRÁULICO ADICIONADO CON CAUCHO RECICLADO. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Cajamarca: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, FACULTAD DE INGENIERÍA, 2017. (p.40 - 42).

Cano et al. (2008). VALORIZACIÓN MATERIAL Y ENERGÉTICA DE NEUMÁTICOS FUERA DE USO ACTUALIZACIÓN, Dirección General de Universidades e Investigación de la Comunidad de Madrid y la Universidad Carlos III de Madrid y El Parque Científico de Leganés, Tecnología Aeroespacial y Nanotecnología (p. 9).

Cardona. Propiedades Mecánicas y de filtración en hormigones permeables con cemento portland e hidráulicos. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Quito: UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ COLEGIO DE CIENCIAS E INGENIERÍA, 2017. (p.46 - 47).

Choudhary et al. (2020). Assessment of effect of rubber tyre fiber on functionally graded concrete. *Materials Today: Proceedings*, 28, 1496-1502.

doi: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.04.830>

Contreras. Influencia del tamaño y porcentaje de caucho reciclado en un concreto estructural sobre su compresión, asentamiento, peso unitario y deformación, Trujillo - 2018. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, 2018. (p. 73).

De Azevedo et al. (2022). Avaliação do ciclo de vida de lajes pré-moldadas treliçadas com adição de resíduos de borracha de pneu.

Revista Materia,27 (2), 2.

doi: <https://doi.org/10.1590/S1517-707620220002.1313>

Díaz y Castro. Implementación del grano de caucho reciclado (GCR) proveniente de llantas usadas para mejorar las mezclas asfálticas y garantizar pavimentos sostenibles en Bogotá. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Bogotá: UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS, FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, 2017. (p. 21).

Eisa et al. (2020). Experimental investigation on the effect of using crumb rubber and steel fibers on the structural behavior of reinforced concrete beams. Construction and Building Materials, 252 , 1-13. doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.119078>

Eltayeb et al. (2020). Influence of rubber particles on the properties of foam concrete. Journal of Building Engineering, 30, 1-13. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2020.101217>

Farfán Y Leonardo (2018). Recycled rubber in the compressive strength and bending of modified concrete with plasticizing admixture. Revista de Ingeniería de Construcción, 33 (3), 242 249. doi: <https://doi.org/10.4067/S0718-50732018000300241>

Ferreira y Torres. CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE AGREGADOS PÉTREOS PARA CONCRETOS CASO: CANTERA DROMOS (MOSQUERA) Y MINA CEMEX (APULO) . (Título de Ingeniero Civil). Bogotá: UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA, FACULTAD DE INGENIERÍA, 2014. (p. 16).

FLORES y AGUILA. Análisis de resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm² adicionando caucho reciclado para estructuras de albañilería confinada, Lima 2018. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2018. (p. 8).

Gerges et al. (2018). Rubber concrete: Mechanical and dynamical properties. *Case Studies in Construction Materials*, 9, 1-17. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2018.e00184>

Gómez. Efecto del caucho reciclado en las propiedades físico – mecánicas del asfalto en caliente, Trujillo, La libertad, Perú - 2018, TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (Bachiller en Ingeniería Civil). Trujillo: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería Civil, 2021. (p.5).

GONZÁLEZ. Aplicación del caucho reciclado como solución constructiva ecológica. Tesis (Grado en Arquitectura). Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de Construcciones Arquitectónicas, 2015 (p. 24-26).

Guo et al. (2017). Evaluation of properties and performance of rubber-modified concrete for recycling of waste scrap tire. *Journal of Cleaner Production*, 148, 681-689. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.02.046>

Hassan et al. (2021). Experimental Evaluation of Untreated and Pretreated Crumb Rubber Used in Concrete. *Crystals*, 11, 1 y 12. doi: <https://doi.org/10.3390/cryst11050558>

Irmawaty y Md Noor (2020). Experimental study of rubber particles from recycle tires as concrete. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 473, 1-7. doi: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/473/1/012130>

Kaewunruen et al. (2018). Enhancement of Dynamic Damping in Eco-Friendly Railway Concrete Sleepers Using Waste-Tyre Crumb Rubber. *Materials*, 11 (7), 17. doi: <https://doi.org/10.3390/ma11071169>

Lammia y Yasser (2022). Properties of Rubberized Concrete Prepared from Different Cement Types. *recycling*, 7 (3), 1 y 20. doi: <https://doi.org/10.3390/recycling7030039>

Lara et al. (2020). Influence of rubber particles on the compressive strength of concrete blocks. *Revista técnica de la facultad de ingeniería*, 43 (3), 135. doi: <https://doi.org/10.22209/rt.v43n3a03>

MEHTA Y MONTEIRO, Paulo JM. *Concreto. Microestructura, propiedades e materiais*, 2014, vol. 2.

Miller y Tehrani. (2017). Mechanical properties of rubberized lightweight aggregate concrete. *Construction and Building Materials*, 147, 264 - 271. doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.04.155>

Mo et al. (2020). Experimental study on damping properties of rubber powder modified styrene-acrylic emulsion concrete beam. *Journal of Building Engineering*, 32, 1-11. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2020.101728>

Montalván et al. *Estudio y Aplicación Normativa en la fabricación del cemento. Tesis (Título de Ingeniero Industrial)*. Ciudad de México: Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas, 2010. (p. 85).

Mushunje y Ballim (2018). A review of Waste Tyre Rubber as an Alternative Concrete Constituent Material. *MATEC Web of Conferences*, 199, 1-8. doi: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201819911003>

Muttashar y Al-Umar, M. (2020). Influence of Waste Rubbers Particle Size as Partial Substitution with Coarse Aggregate on Compressive property and water absorption ratio of Concrete. *IOP Conference Series: Materials*

Science and Engineering, 870, 1-6.
doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/870/1/012104>

Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias - INDECOPI. (2008). AGREGADOS. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concretos) (NTP 400.011).
<https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-agraria-la-molina/resistencia-de-materiales/ntp-400011-agregados-definicion-y-clasificacion/8804956>

Qiang Su y Jinming Xu (2023). Durability and mechanical properties of rubber concrete incorporating basalt and polypropylene fibers: Experimental evaluation at elevated temperatures. Construction and Building Materials, 368, 1 y 10.
doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.130445>

Quispe y Huamantupa (2022). Influencia de la incorporación de caucho reciclado en el concreto estructural y su respuesta sísmica hipotética, Juliaca 2021: Revista Campus de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de San Martín de Porres, 27, 219.
doi: <https://doi.org/10.24265/campus.2022.v27n34.05>

Rojas (2021). Vidrio molido como tecnología sostenible en el concreto hidráulico: Tecnología en Marcha, 34, 15.
doi: <https://doi.org/10.18845/tm.v34i5.5907>

Sánchez. Tecnología del concreto y del mortero. 5ta ed. Bandhar Editores LTDA, 2001. 24p.
ISBN: 958-9247-04-0.

Sánchez (2012). Segunda vida de los neumáticos usados: Química Viva, 11 (1), 25.
doi: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86323612003>

Saltos et al. (2017). Utilización de neumáticos usados como agregado en el hormigón: caso provincia de Santa Elena, Ecuador: Revista Científica y Tecnológica UPSE, 4 (1), 19.
doi: <https://doi.org/10.26423/rctu.v4i1.235>

Shahjalal et al. (2021). Flexural response of fiber reinforced concrete beams with waste tires rubber and recycled aggregate: Journal of Cleaner Production, 278, 1-18.
doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123842>

Shao et al. (2020). Effect of waste rubber particles on the mechanical performance and deformation properties of epoxy concrete for repair. Construction and Building Materials, 241, 1-12.
doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.118008>

Sheng et al. (2023). Dynamic compressive and splitting tensile characteristics of rubber-modified non-autoclaved concrete pipe piles: Journal of Building Engineering, 69, 1.
doi: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2023.106292>

Silva et al. (2019). The use of tire rubber in the production of high-performance concrete : Cerámica, 65 (1), 110 y 113.
doi: <https://doi.org/10.1590/0366-6913201965S12598>

Soares et al. (2021). DEVELOPMENT OF LIGHTWEIGHT CONCRETE FROM EXPANDED CLAY MODIFIED WITH TIRE RUBBER WASTE: Revista ingeniería de Construcción, 36 (3), 361 y 367.
doi: <http://dx.doi.org/10.7764/ric.00008.21>

SUAREZ y MUJICA. Bloques de concreto con material reciclable de caucho para obras de edificación. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Facultad de arquitectura e ingeniería civil, 2016 (p.128).

Tirel. Ingeniería de perfil de modernas plantas para reciclaje de neumáticos fuera de uso (NFU). Tesis (Título de Ingeniero Civil). Santiago de Chile: UNIVERSIDAD DE CHILE FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS, DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, 2017 (p.10 y 12).

Yasser et al. (2023). Experimental investigation of durability properties of rubberized concrete: Ain Shams Engineering Journal, 11 (5), 1. doi:<https://doi.org/10.1016/j.asej.2022.102111>

Zarhri et al. (2022). 30 años de investigaciones sobre concreto con caucho (1990-2020): Revista ALCONPAT, 12 (1), 140. doi: <https://doi.org/10.21041/ra.v12i1.554>

ANEXOS

ANEXO 1. Tabla de operacionalización de variables.

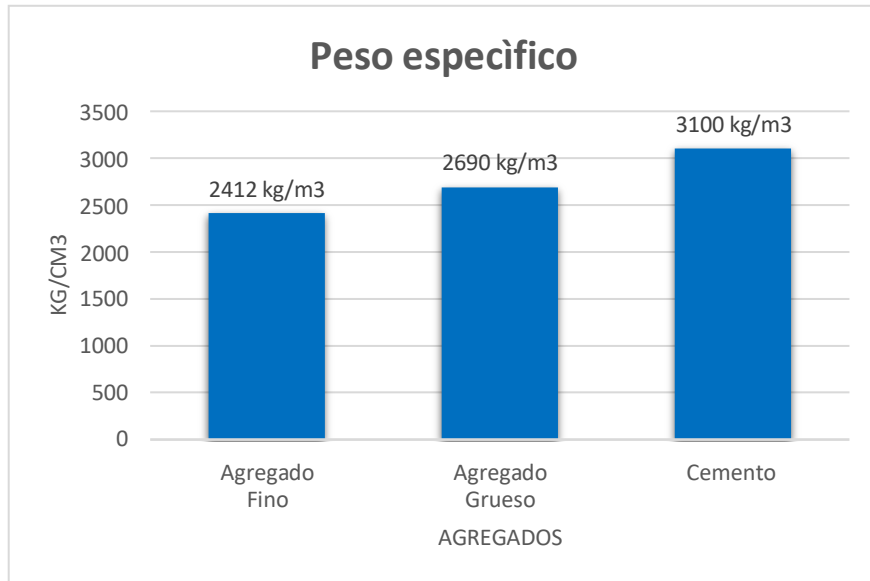
VARIABLES		DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
DEPENDIENTE (CUANTITATIVA)	Comportamiento del Concreto	<p>Peñaloza. (2015), El concreto es lo que resulta de las mezclas de agregados, pasta de cemento y agua. Donde en su primera fase se encuentra el nivel plástico, en la segunda fase se encuentra la dureza que se da por la reacción química del cemento y agua. Finalmente, en su estado sólido se caracteriza por su buena oposición a la rotura la cual es la más importante (p. 49 y 50).</p>	<p>Mehta y Monteiro (2014), Hay muchas microfisuras en la zona de transición (es decir, el área entre la matriz de pasta de cemento y el árido grueso) antes de que se aplique cualquier carga. El comportamiento del material en los distintos estados de tensión considerados se ve influido significativamente por esta característica de la estructura del hormigón (p.45 y 46).</p>	<p>1.Concreto fresco: Trabajabilidad, Segregación, Exudación, Contracción. 2.Concreto endurecido: Resistencia a la rotura</p>	<p>ORDINAL</p> <ul style="list-style-type: none"> • BUENO • REGULAR • MALO
IND					

	Caucho Reciclado	<p>Angulo y Duarte. (2005), El caucho reciclado es un componente sacado de las llantas que han sido desechados, generalmente el destino de esta es que sean votadas por las calles haciendo que suceda contaminación en nuestro ecosistema y a la salud de la gente a causa de su composición (p. 8).</p>	<p>González (2015), Los neumáticos se utilizan en procesos mecánicos sencillos, produciendo productos de gran calidad libres de toda impureza, lo cual esto posibilita la reutilización de estos materiales para su uso en nuevos procedimientos y aplicaciones. utilizando instrumentos mecánicos para triturar. Por otro lado, los neumáticos que ya no se utilizan tienen las siguientes características de composición: 65% de caucho, 15-25% de acero y 10-15% de fibras textiles. Las industrias que trabajan con estos materiales se dividen en diferentes áreas de tratamiento y son:</p> <p>1. La zona de acopio: que se dedica a recoger y limpiar las</p>	<p>1. Propiedades: Aislamiento Acústico, Aislamiento Térmico, Aislamiento eólico, Aislamiento hidráulico, Aislamiento eléctrico y Absorción de vibraciones.</p> <p>2. Procesos: Transporte, Eliminación de elementos de cubierta, Ahorro de peso en cubierta, Absorción de reservaciones y Resistencias mecánicas y químicas.</p>	<p>ORDINAL • BUENO • REGULAR • MALO</p>
--	------------------	--	--	---	---

			<p>impurezas de los neumáticos</p> <p>2. La zona de selección: en donde se clasifica a las llantas por su procedencia es decir si son de camiones, automóviles, carros agrícolas, etc.</p> <p>3. La planta de proceso: aquí se encuentra la maquinaria donde se trituran los neumáticos hasta un tamaño requerido para su utilización.</p> <p>4. Almacén de productos: aquí se tiene el producto resultante donde se almacenará en depósitos para luego ser entregado a los clientes (p.24-26).</p>		
--	--	--	---	--	--

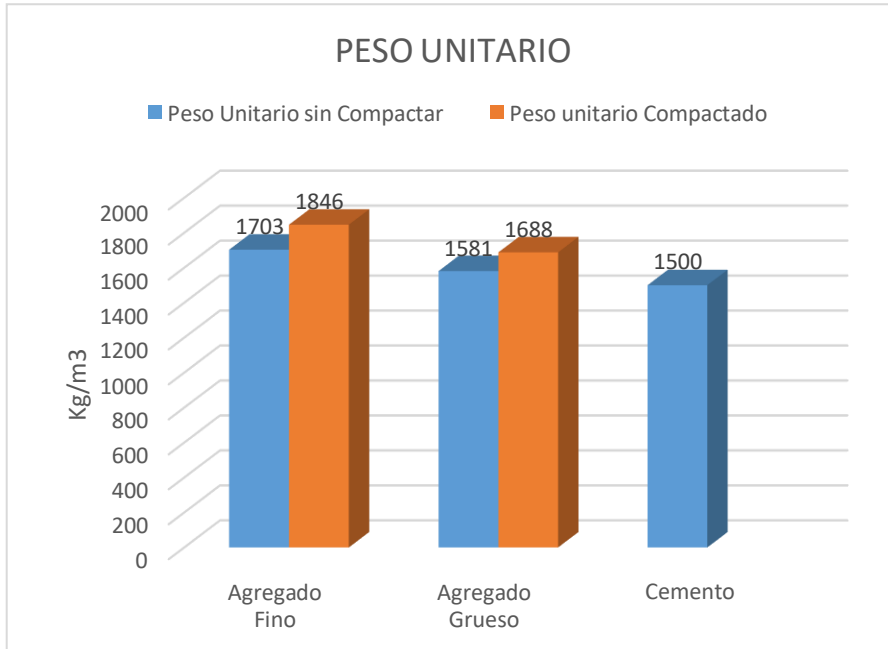
Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO 2. Peso específico de los agregados y cemento. (Instrumento de recolección de datos).



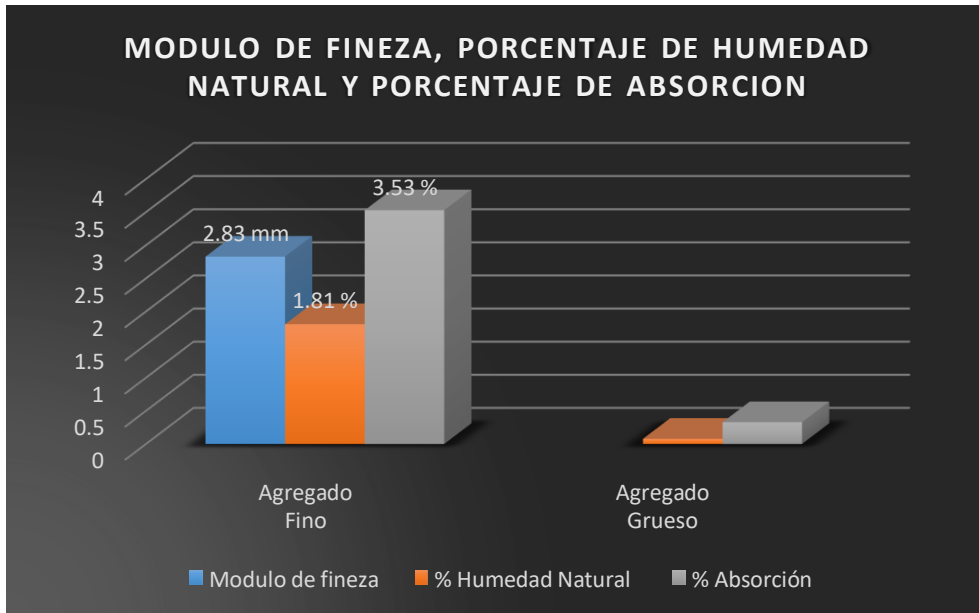
Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 3. Peso unitario sin compactar y compactado de los agregados. (Instrumento de recolección de datos).



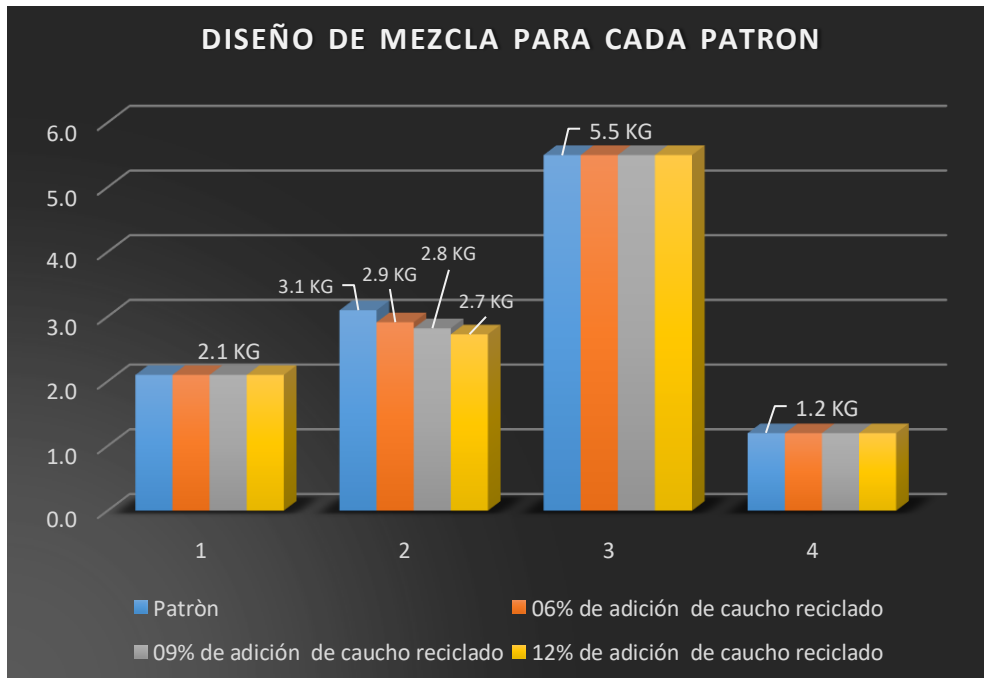
Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 4. Módulo de fineza, porcentaje humedad natural y porcentaje de absorción. (Instrumento de recolección de datos).



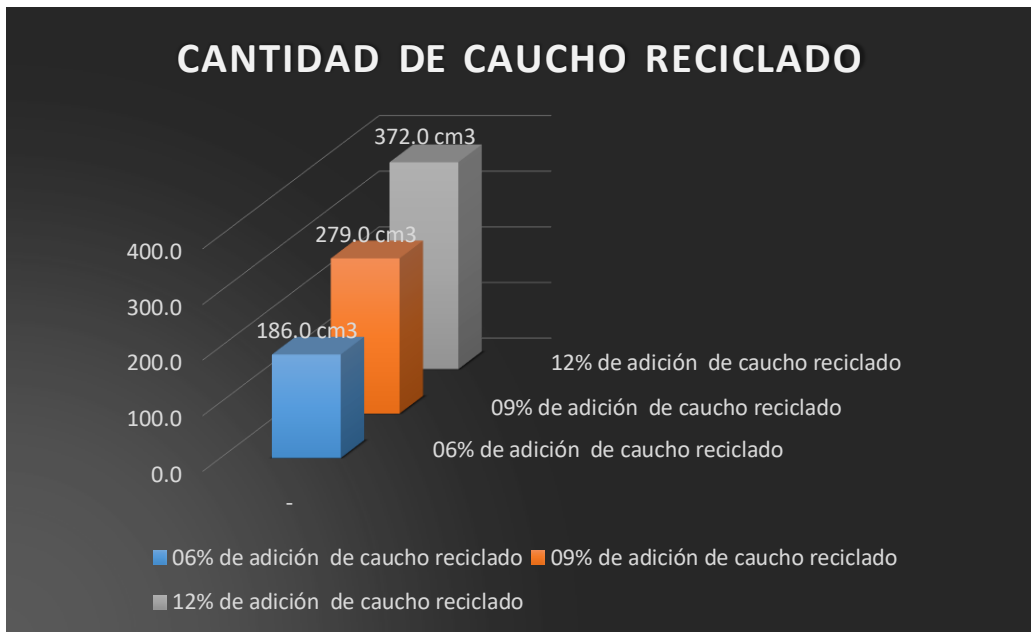
Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 5. Diseño de mezcla para cada patrón de acuerdo al porcentaje de caucho a incorporar. (Instrumento de recolección de datos).



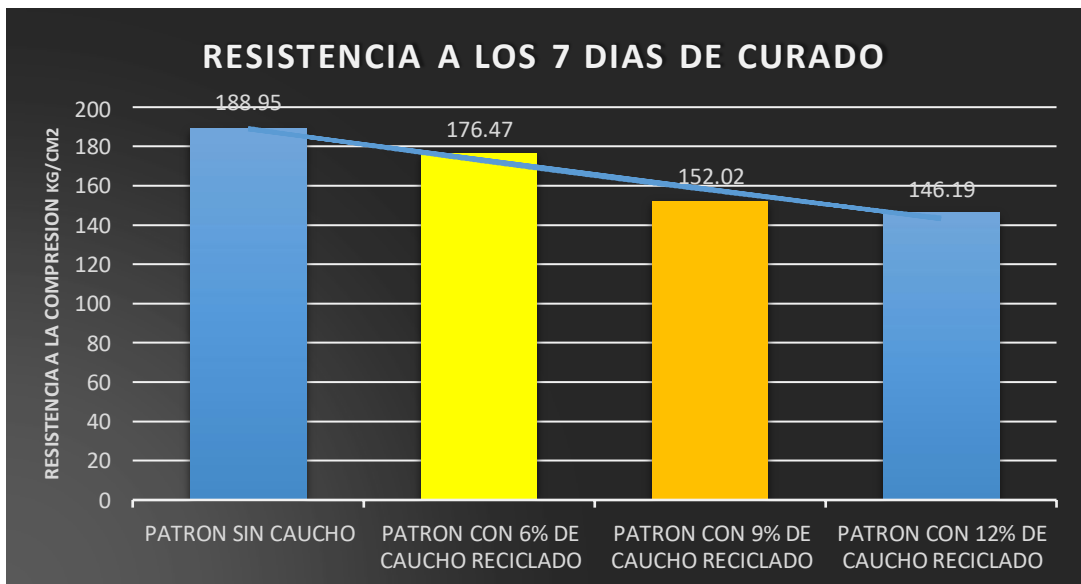
Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 6. Cantidad de caucho reciclado a incorporar de acuerdo a sus porcentajes. (Instrumento de recolección de datos).



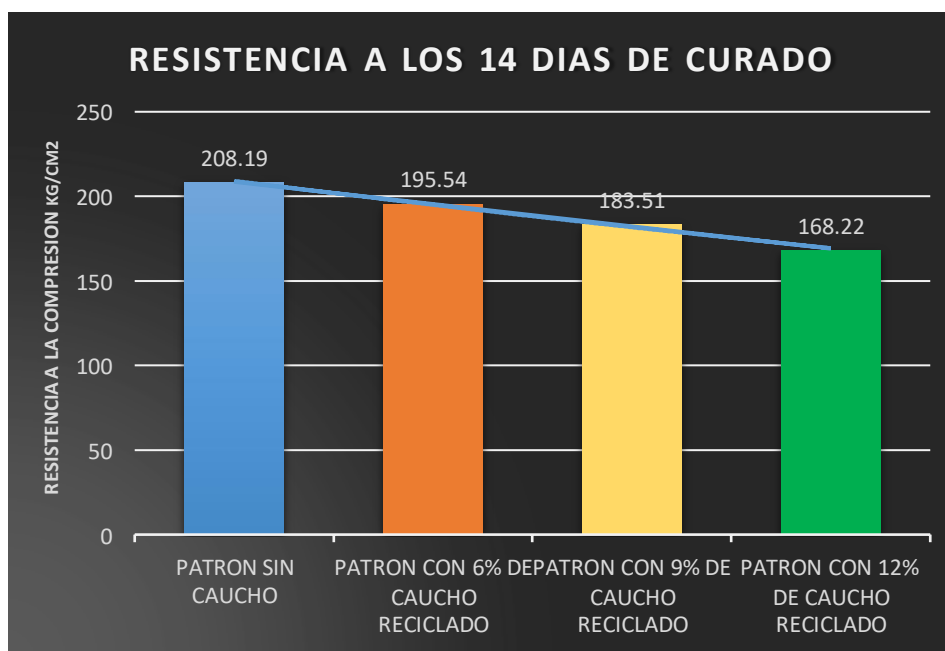
Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 7. Resistencia a la compresión cuando tiene 7 días de curado. (Instrumento de recolección de datos).



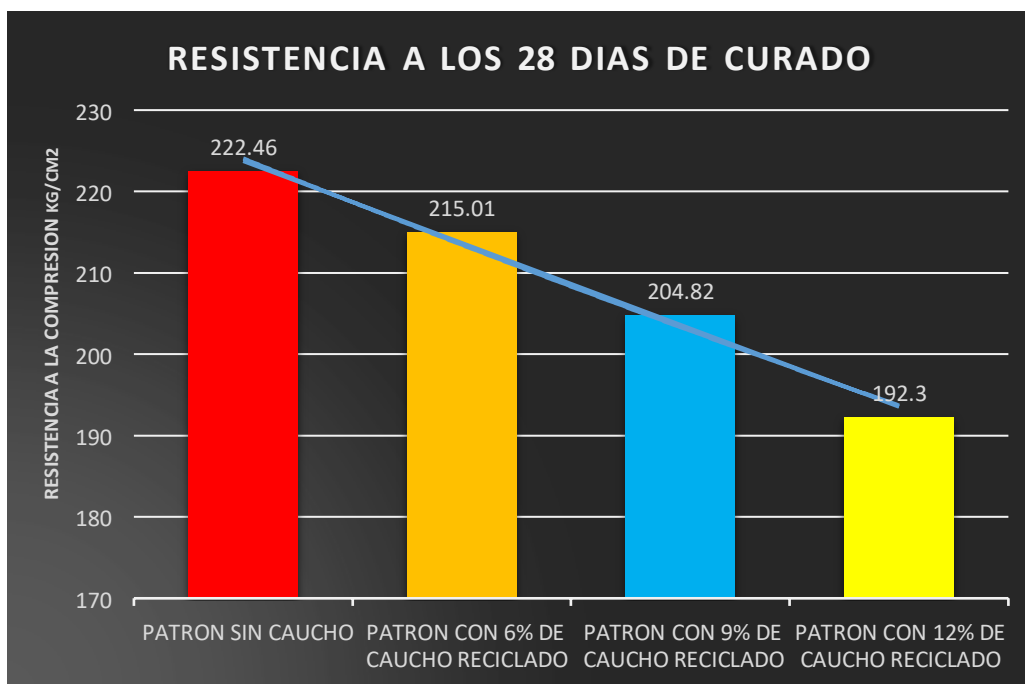
Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 8. Resistencia a la compresión cuando tiene 14 días de curado.
(Instrumento de recolección de datos).



Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 9. Resistencia a la compresión cuando tiene 14 días de curado.
(Instrumento de recolección de datos).



Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 10. Modelo de consentimiento.

Consentimiento Informado

Título de la investigación:

.....

Investigador (a) (es):

.....

Propósito del estudio

Le invitamos a participar en la investigación titulada “.....”,
cuyo objetivo es.....Esta investigación
es desarrollada por estudiantes (colocar: pre o posgrado) de la carrera profesional
..... o programa, de la Universidad César Vallejo del
campus, aprobado por la autoridad correspondiente de la
Universidad y con el permiso de la institución

.....

Describir el impacto del problema de la investigación.

.....

.....

Procedimiento

Si usted decide participar en la investigación se realizará lo siguiente (enumerar los
procedimientos del estudio): 1. Se realizará una encuesta o entrevista donde se
recogerán datos personales y algunas preguntas sobre la investigación
titulada”.....

.....”.

2.

Esta encuesta o entrevista tendrá un tiempo aproximado de minutos y se
realizará en el ambiente de de la institución

Las respuestas al cuestionario o guía de entrevista serán codificadas usando un
número de identificación y, por lo tanto, serán anónimas.

Participación voluntaria (principio de autonomía): Puede hacer todas las
preguntas para aclarar sus dudas antes de decidir si desea participar o no, y su
decisión será respetada. Posterior a la aceptación no desea continuar puede
hacerlo sin ningún problema.

Riesgo (principio de No maleficencia): Indicar al participante la existencia que NO existe riesgo o daño al participar en la investigación. Sin embargo, en el caso que existan preguntas que le puedan generar incomodidad. Usted tiene la libertad de responderlas o no.

Beneficios (principio de beneficencia): Se le informará que los resultados de la investigación se le alcanzará a la institución al término de la investigación. No recibirá ningún beneficio económico ni de ninguna otra índole. El estudio no va a aportar a la salud individual de la persona, sin embargo, los resultados del estudio podrán convertirse en beneficio de la salud pública.

Confidencialidad (principio de justicia): Los datos recolectados deben ser anónimos y no tener ninguna forma de identificar al participante. Garantizamos que la información que usted nos brinde es totalmente Confidencial y no será usada para ningún otro propósito fuera de la investigación. Los datos permanecerán bajo custodia del investigador principal y pasado un tiempo determinado serán eliminados convenientemente.

Problemas o preguntas:

Si tiene preguntas sobre la investigación puede contactar con el Investigador (a) (es) (Apellidos y Nombres) email:
y Docente asesor (Apellidos y Nombres)..... email:

Consentimiento

Después de haber leído los propósitos de la investigación autorizo participar en la investigación antes mencionada.

Nombre y apellidos:

Fecha y hora:

ANEXO 11. Matriz de evaluación por juicio de expertos, formatos UCV.

ANEXO 12. Cantera Bauner S.A.

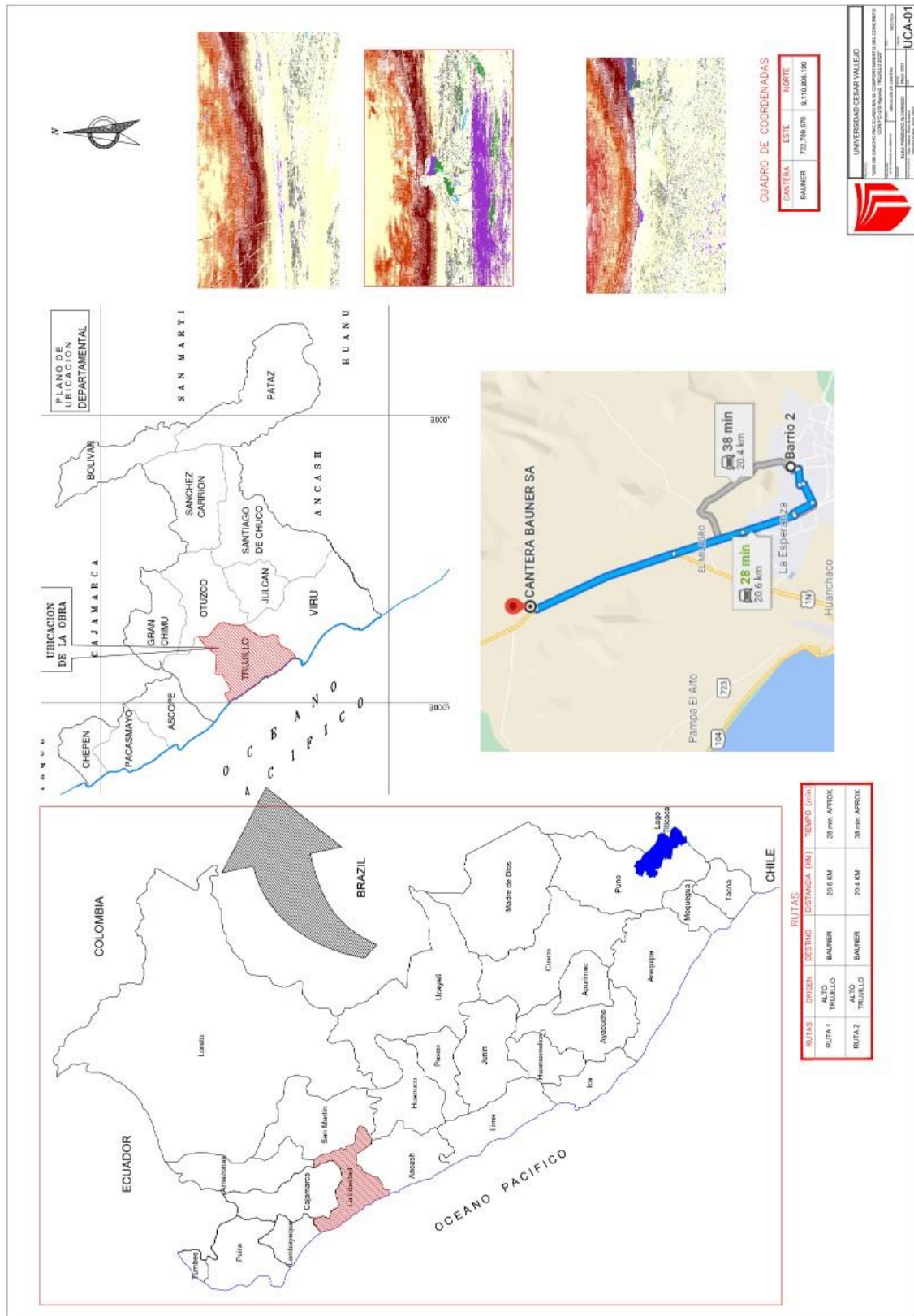


Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 13. Plano de Ubicación y Localización de la Cantera Bauner S.A.



Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 14. Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (cemento tipo 1).



INGEOFALTop PERÚ
ING & ECO ASOCIADOS S.A.C
ESPECIALISTA EN ELABORACION DE EXPEDIENTES TECNICOS Y PROYECTOS EN GENERAL
INGENIERIA, LABORATORIO, TOPOGRAFIA, ARQUITECTURA Y CONSTRUCCION

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO
METODO ACI

PROYECTO:

“USO DE CAUCHO RECICLADO EN EL COMPORTAMIENTO DEL
CONCRETO CON $F'C = 210 \text{ KG/CM}^2$, TRUJILLO 2023”.

SOLICITANTE:

RIOS VILLALVA DILVER MAXIMO
VILLACORTA AVALOS JOSUE OBED.

UBICACIÓN:

DISTRITO : TRUJILLO.
PROVINCIA : TRUJILLO.
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD.

ABRIL 2023

Página Web : www.ingeofaltop.com.pe
Correos de contacto : gerencia@ingeofaltop.com.pe
administrador@ingeofaltop.com.pe
coordinador@ingeofaltop.com.pe
Teléfonos de contacto : 963806949 / 948404284 / 956243475
RUC : 20602382312

Oficina Principal: Avenida Tres Mz. 14 Lote 9 C.P. Alto Trujillo – Barrio
2B (Paradero de salavery a dos cuadras $\frac{1}{2}$) El
Porvenir - Trujillo - La Libertad.
Oficina de Laboratorio: Sector Pedro Ordoñez Lindo Mz. A Lotes 9,
AA.HH. Alto Trujillo - El Porvenir - Trujillo - La
Libertad.



INGEOFALTop PERÚ

ING & ECO ASOCIADOS S.A.C

ESPECIALISTA EN ELABORACION DE EXPEDIENTES TECNICOS Y PROYECTOS EN GENERAL
INGENIERIA, LABORATORIO, TOPOGRAFIA, ARQUITECTURA Y CONSTRUCCION

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - METODO ACI

Las proporciones de los materiales integrantes de la mezcla de concreto a ser empleada en la obra: **“USO DE CAUCHO RECICLADO EN EL COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO CON F'C= 210 KG/CM2, TRUJILLO 2023”**. Se presentan a continuación:

- En el diseño de la mezcla se existe limitaciones en cuanto a procesos de congelación, presencia de ión cloruro o ataques por sulfato.
- La resistencia en compresión especificada es a los 28 días.
- Las condiciones de colocación del concreto exigen el empleo de mezclas de consistencia plástica.
- El tamaño máximo nominal del agregado grueso es de ¾”.

I. MATERIALES

A. CEMENTO.

Se empleará CEMENTO PORTLAND TIPO I ASTM C150

B. AGUA

Debe cumplir con las condiciones requeridas para la elaboración del concreto.

II. PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS

A. AGREGADO FINO (ARENA GRUESA)

Peso específico	2412 kg/m ³
Peso Unitario Suelto	1703 kg/m ³
Peso Unitario Compactado	1846 kg/m ³
Modulo de fineza	2.83
Humedad natural	1.81%
Absorción	3.53%

B. AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA ¾”)

Peso específico	2690 kg/m ³
Peso Unitario Suelto	1581 kg/m ³
Peso Unitario Compactado	1688 kg/m ³
Humedad natural	0.08%
Absorción	0.33%
T.M.N.	¾”

Página Web : www.ingeofaltop.com.pe
Correos de contacto : gerencia@ingeofaltop.com.pe
administrador@ingeofaltop.com.pe
coordinador@ingeofaltop.com.pe
Teléfonos de contacto : 963806949 / 948404284 / 956243475
RUC : 20602382312

Oficina Principal: Avenida Tres Mz. 14 Lote 9 C.P. Alto Trujillo – Barrio 2B (Paradero de salavery a dos cuadras ½) El Parvenir - Trujillo - La Libertad.
Oficina de Laboratorio: Sector Pedro Ordoñez Lindo Mz. A Lotes 9, AA.HH. Alto Trujillo - El Parvenir - Trujillo - La Libertad.



INGEOFALTop PERÚ

ING & ECO ASOCIADOS S.A.C

ESPECIALISTA EN ELABORACION DE EXPEDIENTES TECNICOS Y PROYECTOS EN GENERAL
INGENIERIA, LABORATORIO, TOPOGRAFIA, ARQUITECTURA Y CONSTRUCCION

Diseño de Mezcla de Concreto

METODO ACI : F' C = 210 Kg/cm²

ELEMENTOS

Cemento : CEMENTO PORTLAND TIPO I

Ag. Fino : Arena Gruesa - BAUNER

Ag. Grueso : Grava 3/4" - BAUNER

Agua : Debe cumplir con las condiciones requeridas para la elaboración del concreto

FECHA

Abr-23

Aditivo 1 : -

Dosis

P. Especif. _____ kg/lt

HECHO POR :

Asentamiento : 3" - 4"

Ing. RESPONSABLE: Ing. Franco A. L. T.

Concreto : **sín** aire incorporado

Características de los agregados			
Definición	Agregado Fino	Agregado Grueso	Cemento
Peso Específico kg/m ³	2412	2690	3100
Peso Unitario Sin compactar	1703	1581	1500
Peso Unitario Compactado	1846	1688	
Módulo de finza	2.83	-	
% Humedad Natural	1.81	0.08	
% Absorción	3.53	0.33	
Tamaño Máximo Nominal		3/4"	

Valores de diseño			
Agua	R a/c (*)	Cemento	Aire atrapado
216.0	0.552	391.3	2.5%

Volumen absolutos m ³ /m ³ de mezcla				
Agua	Cemento	Aire	Pasta	Agregados
0.216	0.126	0.0250	0.367	0.633
Relacion agregados en mezcla ag. 0 ag. gr.			38.52%	61.48%

Volumen absoluto de agregados	
0.633	m ³

Fino 39% 0.244 m³ 588 kg/m³

Grueso 61% 0.389 m³ 1047 kg/m³

Pesos de los elementos kg/m³ de mezcla

	Secos	Corregidos
Cemento	391	391.30
Agr. fino	588	577.73
Agr. grueso	1047	1043.94
Agua	216.0	228.73
Aditivo	0.00	0.00
Colada kg/m ³	2242	2241.71

Aporte de agua en los agregados

Ag. fino	10.11
Ag. grueso	2.62
Agua libre	12.73
Agua efectiva	228.7

Total de bolsas de cemento/M3
9.21

Volumenes aparentes con humedad natural de acopio

	Cemento	Fino	Grueso	Agua (lt)	Aditivo (lt)
En m ³	0.261	0.339	0.660	228.7	0.0
En pie ³	9.21	11.98	23.32	228.7	0.0

Dosificación en Planta/Obra con humedad de acopio

En peso por kg de cemento	Cemento (kg)	Ag. Fino (kg)	Ag. Grueso (kg)	Agua (lt)	Aditivo 1 (gr)	Aditivo 2 (gr)
1	1.476	2.668	0.585	0.0	0.0	0.0
En volumen por bolsa de cemento	Cemento (bolsa)	Ag. Fino (pie ³)	Ag. Grueso (pie ³)	Agua (lt)	Aditivo 1 (ml)	Aditivo 2 (ml)
1	1.30	2.53	24.8	0.0	0.0	0.0

Observaciones

*Se empleó : CEMENTO PORTLAND TIPO I ASTM C150

Página Web : www.ingeofaltop.com.pe
 Correos de contacto : gerencia@ingeofaltop.com.pe
administrador@ingeofaltop.com.pe
coordinador@ingeofaltop.com.pe
 Teléfonos de contacto : 963806949 / 948404284 / 956243475
 RUC : 20602382312

Oficina Principal: Avenida Tres Mz. 14 Lote 9 C.P. Alto Trujillo - Barrio 2B (Paradero de salavery a dos cadras 1/2) El Porvenir - Trujillo - La Libertad.
 Oficina de Laboratorio: Sector Pedro Ordoñez Lindo Mz. A Lotes 9, AA.HH. Alto Trujillo - El Porvenir - Trujillo - La Libertad.



INGEOFALTop PERÚ

ING & ECO ASOCIADOS S.A.C

ESPECIALISTA EN ELABORACION DE EXPEDIENTES TECNICOS Y PROYECTOS EN GENERAL
INGENIERIA, LABORATORIO, TOPOGRAFIA, ARQUITECTURA Y CONSTRUCCION



AGREGADOS

Página Web : www.ingeofaltop.com.pe
Correos de contacto : gerencia@ingeofaltop.com.pe
administrador@ingeofaltop.com.pe
coordinador@ingeofaltop.com.pe
Teléfonos de contacto : 963806949 / 948404284 / 956243475
RUC : 20602382312

Oficina Principal: Avenida Tres Mz. 14 Lote 9 C.P. Alto Trujillo – Barrio 28 (Paradero de salavery a dos cuadras ½) El Porvenir - Trujillo - La Libertad.
Oficina de Laboratorio: Sector Pedro Ordoñez Lindo Mz. A Lotes 9, AA.HH. Alto Trujillo - El Porvenir - Trujillo - La Libertad.



INGEOFALTop PERÚ

ING & ECO ASOCIADOS S.A.C

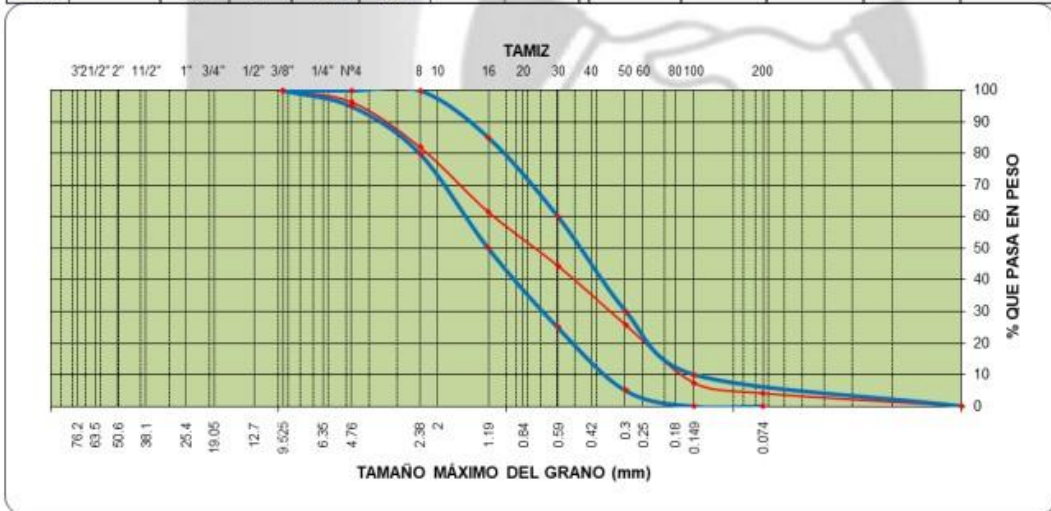
ESPECIALISTA EN ELABORACION DE EXPEDIENTES TECNICOS Y PROYECTOS EN GENERAL
INGENIERIA, LABORATORIO, TOPOGRAFIA, ARQUITECTURA Y CONSTRUCCION

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

REALIZADO POR: F.A.L.T.	MUESTRA: M - 001
FECHA ENSAYO: Abr-23	MATERIAL: ARENA GRUESA PARA EL CONCRETO
UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD	CANTERA: BAUNER
SOLICITANTE: RIOS VILLALVA DILVER MAXIMO VILLACORTA AVALOS JOSUE OBED	RESPONSABLE: ING & ECO ASOCIADOS SAC

Malla Tamiz	Abert. mm.	Peso (gr)	% Ret Parcial	% Ret Acum.	% Que Pasa	Especificación	Descripción de la Muestra	
3"	76.200							
2 1/2"	63.500						Peso Inicial (gr):	560
2"	50.800							
1 1/2"	38.100							
1"	25.400						Peso Especifico	= 2412 kg/m ³
3/4"	19.050						Peso Unitario, Suelto	= 1703 kg/m ³
1/2"	12.700						Peso Unitario, Varillado	= 1846 kg/m ³
3/8"	9.525				100.0	100	Modulo de fineza	= 2.83
1/4"	6.350						Humedad (%)	= 1.81 %
4	4.760	20.3	3.6	3.6	96.4	95	Absorción	= 3.53 %
8	2.380	80.2	14.3	17.9	82.1	80		
10	2.000							
16	1.190	115.3	20.6	38.5	61.5	50		
20	0.840							
30	0.590	95.3	17.0	55.6	44.4	25		
40	0.420						OBSERVACIONES:	
50	0.297	105.2	18.8	74.3	25.7	5		
100	0.149	102.5	18.3	92.6	7.4	0		
200	0.074	18.3	3.3	95.9	4.1			
< 200		22.9	4.1	100.0	0.0			



Página Web	:	www.ingefaltop.com.pe	Oficina Principal: Avenida Tres Mz. 14 Lote 9 C.P. Alto Trujillo – Barrio 2B (Paradero de salavery a dos cadras ½) El Porvenir - Trujillo - La Libertad.
Correos de contacto	:	gerencia@ingefaltop.com.pe administrador@ingefaltop.com.pe coordinador@ingefaltop.com.pe	Oficina de Laboratorio: Sector Pedro Ordoñez Lindo Mz. A Lotes 9, AA.HH. Alto Trujillo - El Porvenir - Trujillo - La Libertad.
Teléfonos de contacto	:	963806949 / 948404284 / 956243475	
RUC	:	20602382312	



INGEOFALTop PERÚ

ING & ECO ASOCIADOS S.A.C

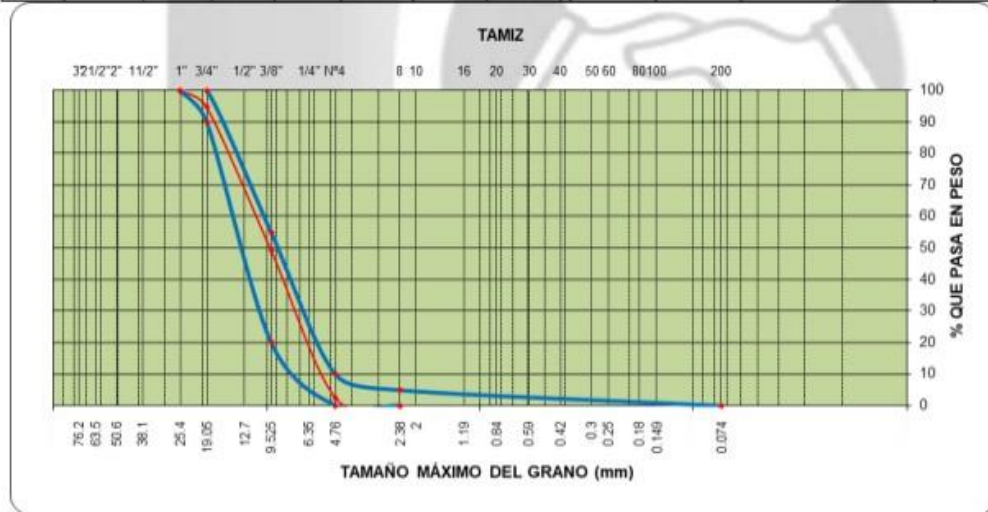
ESPECIALISTA EN ELABORACION DE EXPEDIENTES TECNICOS Y PROYECTOS EN GENERAL
INGENIERIA, LABORATORIO, TOPOGRAFIA, ARQUITECTURA Y CONSTRUCCION

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

REALIZADO POR: F.A.L.T.	MUESTRA: M - 001
FECHA ENSAYO: Abr-23	MATERIAL: PIEDRA CHANCADA
UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD	CANTERA: BAUNER
SOLICITANTE: RIOS VILLALVA DILVER MAXIMO VILLACORTA AVALOS JOSUE OBED	RESPONSABLE: ING & ECO ASOCIADOS SAC

Malla Tamiz	Abert. mm.	Peso (gr)	% Ret Parcial	% Ret Acum.	% Que Pasa	Especificación		Descripción de la Muestra	
3"	76.200								
2 1/2"	63.500								
2"	50.800								
1 1/2"	38.100								
1"	25.400				100.00	100	100		
3/4"	19.050	120.2	5.3	5.3	94.67	90	100		
1/2"	12.700								
3/8"	9.525	1025.0	45.5	50.8	49.22	20	55	Peso Especifico	= 2690 kg/m ³
1/4"	6.350							Peso Unitario. Suelto	= 1581 kg/m ³
4	4.760	1054.5	46.8	97.5	2.46	0	10	Peso Unitario. Varillado	= 1688 kg/m ³
8	2.380	55.4	2.5	100.0	0.00	0	5		-
10	2.000							Humedad	= 0.08 %
16	1.190							Absorción	= 0.33 %
20	0.840							OBSERVACIONES:	
30	0.590								
40	0.420								
50	0.297								
100	0.149								
200	0.074								
< 200									



Página Web : www.ingeofaltop.com.pe
 Correos de contacto : gerencia@ingeofaltop.com.pe
administrador@ingeofaltop.com.pe
coordinador@ingeofaltop.com.pe
 Teléfonos de contacto : 963806949 / 948404284 / 956243475
 RUC : 20602382312

Oficina Principal: Avenida Tres Mz. 14 Lote 9 C.P. Alto Trujillo – Barrio 28 (Paradero de salaverry a dos cuadras 1/2) El Porvenir - Trujillo - La Libertad.
 Oficina de Laboratorio: Sector Pedro Ordoñez Lindo Mz. A Lotes 9, A.A.HH. Alto Trujillo - El Porvenir - Trujillo - La Libertad.

ANEXO 15. Tabla del cálculo de probetas a utilizar.

CANTIDAD DE PROBETAS					
PORCENTAJE CAUCHO (%)	DE	DIAS			FUERZA
		7	14	24	A COMPRESION
0		3	3	3	1
6		3	3	3	1
9		3	3	3	1
12		3	3	3	1
TOTAL					36

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 17. Ensayo de determinación física de los agregados.



Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 16. Elaboración de la mezcla de concreto.



Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 17. Ensayo de consistencia del concreto en estado fresco.



Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 18. Ensamblaje y llenado de probetas.



Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 19. Curado y resultado de las probetas.



Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 20. Ensayo a la rotura de las probetas.



Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 21. Resultados a compresión del concreto.



INGEOFALTop PERÚ

ING & ECO ASOCIADOS S.A.C

ESPECIALISTA EN ELABORACION DE EXPEDIENTES TECNICOS Y PROYECTOS EN GENERAL.
INGENIERIA, LABORATORIO, TOPOGRAFIA, ARQUITECTURA Y CONSTRUCCION

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO

(N.T.P. 339.034 - A.S.T.M. - C 39)

PROYECTO:

“USO DE CAUCHO RECICLADO EN EL COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO CON F'C= 210 KG/CM², TRUJILLO 2022”.

SOLICITANTE:

RIOS VILLALVA DILVER MAXIMO

VILLACORTA AVALOS JOSUE OBED

UBICACIÓN:

DISTRITO : TRUJILLO.

PROVINCIA : TRUJILLO.

DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD.

JUNIO 2023


LABORATORIO - CONSULTORIA & CONSTRUCCIÓN
INGEOFALTOP PERÚ
FRANCO A. LORENZO TUCTO
JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL CIP. N.º 318487
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO




LABORATORIO - CONSULTORIA & CONSTRUCCIÓN
INGEOFALTOP PERÚ
ALEXANDER V. CENTURION MOSTACERO
TEC. EN LABORATORIO
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Página Web : www.ingeofaltop.com.pe
Correos de contacto : gerencia@ingeofaltop.com.pe
administrador@ingeofaltop.com.pe
coordinador@ingeofaltop.com.pe
Teléfonos de contacto : 963806949 / 948404284 / 956243475
RUC : 20602382312

Oficina Principal: Avenida Tres Mz. 14 Lote 9 C.P. Alto Trujillo – Barrio 2B (Paradero de salaverry a dos cadras ½) El Porvenir - Trujillo - La Libertad.
Oficina de Laboratorio: Sector Pedro Ordoñez Lindo Mz. A Lotes 9, AA.HH. Alto Trujillo - El Porvenir - Trujillo - La Libertad.



INGEOFALTop PERÚ

ING & ECO ASOCIADOS S.A.C

ESPECIALISTA EN ELABORACION DE EXPEDIENTES TECNICOS Y PROYECTOS EN GENERAL. INGENIERIA, LABORATORIO, TOPOGRAFIA, ARQUITECTURA Y CONSTRUCCION

Proyecto:
" USO DE CAUCHO RECICLADO EN EL COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO F'C=210 kg/cm²"

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO

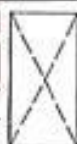
N.T.P. 339.034 - A.S.T.M. - C 39

RESPONSABLE: Ing. Franco Antonio Lorenzo Tucto MATERIAL: Concreto
 FECHA MUESTREO: 06/05/2023 MUESTRA: -
 SOLICITANTE: RIOS VILLALVA DELVER MAXIMO
VILLACORTA AVALOS JOSUE OBED ESTRUCTURA: CONCRETO SIN ADICION DE CAUCHO
 UBICACION: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

SERIE	FECHA DE ENSAYO		ESTRUCTURA	EDAD	F'c	CARGA	TESTIGO		RESISTENCIA ALCANZADA		RESIST. REF.
	MOLDEO	ROTURA					DIAM.	ÁREA	RESIST.	RESIST.	
N°	(día)	(día)		(días)	(kg/cm ²)	(Kg.)	(cm)	(cm ²)	(Kg/cm ²)	(%)	(%)
001	06-May-23	13-May-23	CONCRETO SIN ADICION DE CAUCHO	7	210	33480	15.02	177.186	188.95	89.98%	65.0%
002	06-May-23	20-May-23	CONCRETO SIN ADICION DE CAUCHO	14	210	36790	15.00	176.715	208.19	99.14%	80.0%
003	06-May-23	03-Jun-23	CONCRETO SIN ADICION DE CAUCHO	28	210	39365	15.01	176.950	222.46	105.93%	100.0%

OBSERVACION: El muestreo y curado fue realizado por el solicitante.

REQUERIMIENTOS MINIMOS	
EDAD (DIAS)	RESISTENCIA (%)
07	65.00
14	80.00
21	90.00
28	100.00



Cono (a)



Cono y hendidura (b)



Cono y corte (c)



Corte (d)



Columnar (e)

TIPOS DE FALLAS



Página Web : www.ingeofaltop.com.pe
 Correos de contacto : gerencia@ingeofaltop.com.pe
 : administrador@ingeofaltop.com.pe
 : coordinador@ingeofaltop.com.pe
 Teléfonos de contacto : 963806949 / 948404284 / 956243475
 RUC : 20602382312

Oficina Principal: Avenida Tres Mz. 14 Lote 9 C.P. Alto Trujillo - Barrio 2B (Paradero de salovera a dos cuadras 1/2) El Porvenir - Trujillo - La Libertad.

Oficina de Laboratorio: Sector Pedro Ordoñez Lindo Mz. A Lotes 9, AA.HH. Alto Trujillo - El Porvenir - Trujillo - La Libertad.



INGEOFALTOP PERÚ

ING & ECO ASOCIADOS S.A.C

ESPECIALISTA EN ELABORACION DE EXPEDIENTES TECNICOS Y PROYECTOS EN GENERAL.
INGENIERIA, LABORATORIO, TOPOGRAFIA, ARQUITECTURA Y CONSTRUCCION

Proyecto:
" USO DE CAUCHO RECICLADO EN EL COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO F'C=210 kg/cm²"

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO

N.T.P. 339.034 - A.S.T.M. - C 39

RESPONSABLE: Ing. Franco Antonio Lorenzo Tucto MATERIAL: Concreto
 FECHA MUESTREO: 06/05/2023 MUESTRA: -
 SOLICITANTE: RIOS VILLALVA DIVER MAXIMO
VILLACORTA AVALOS JOSUE OBED ESTRUCTURA: CONCRETO CON 6% DE CAUCHO
 UBICACIÓN: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

SERIE	FECHA DE ENSAYO		ESTRUCTURA	EDAD	F'c	CARGA	TESTIGO		RESISTENCIA ALCANZADA		RESIST. REF.
	MOLDEO	ROTURA					DIAM.	ÁREA	RESIST.	RESIST.	
N°	(día)	(día)		(días)	(kg/cm ²)	(Kg.)	(cm)	(cm ²)	(Kg/cm ²)	(%)	(%)
001	05-May-23	13-May-23	CONCRETO CON 6% DE CAUCHO	7	210	13860	10.00	78.540	176.47	84.03%	65.0%
002	05-May-23	20-May-23	CONCRETO CON 6% DE CAUCHO	14	210	15358	10.00	78.540	195.54	93.11%	80.0%
003	05-May-23	03-Jun-23	CONCRETO CON 6% DE CAUCHO	28	210	37995	15.00	176.715	215.01	102.39%	100.0%

OBSERVACION: *El ensayo y curado fue realizado por el solicitante*

REQUERIMIENTOS MINIMOS	
EDAD (DIAS)	RESISTENCIA (%)
07	65.00
14	80.00
21	90.00
28	100.00



Cono (a)



Cono y hendidura (b)



Cono y corte (c)



Corte (d)



Columnar (e)

TIPOS DE FALLAS

LABORATORIO - CONSULTORIA & CONSTRUCCION
INGEOFALTOP PERU
FRANCO A. LORENZO TUCTO
JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL C.P. N° 316487
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

LABORATORIO - CONSULTORIA & CONSTRUCCION
INGEOFALTOP PERU
ALEXANDER V. CENTURION MOSTACERO
TEC. EN LABORATORIO
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO



Página Web : www.ingeofaltop.com.pe
 Correos de contacto : gerencia@ingeofaltop.com.pe
administrador@ingeofaltop.com.pe
coordinador@ingeofaltop.com.pe
 Teléfonos de contacto : 963806949 / 948404284 / 956243475
 RUC : 20602382312

Oficina Principal: Avenida Tres Mz. 14 Lote 9 C.P. Alto Trujillo - Barrio 2B (Paradera de salaverry a dos cuadras 1/2) El Porvenir - Trujillo - La Libertad.
 Oficina de Laboratorio: Sector Pedro Ordoñez Lindo Mz. A Lotes 9, AA.HH. Alto Trujillo - El Porvenir - Trujillo - La Libertad.



INGEOFALTOP PERÚ

ING & ECO ASOCIADOS S.A.C

ESPECIALISTA EN ELABORACION DE EXPEDIENTES TECNICOS Y PROYECTOS EN GENERAL.
INGENIERIA, LABORATORIO, TOPOGRAFIA, ARQUITECTURA Y CONSTRUCCION

Proyecto:
" USO DE CAUCHO RECICLADO EN EL COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO F'C=210 kg/cm²"

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO

N.T.P. 339.034 - A.S.T.M. - C 39

RESPONSABLE: Ing. Franco Antonio Lorenzo Tucto MATERIAL: Concreto
 FECHA MUESTREO: 06/05/2023 MUESTRA: -
 SOLICITANTE: RIOS VILLALVA DILVER MAXIMO
VILLACORTA AVALOS JOSUE OBED ESTRUCTURA: CONCRETO CON 9% DE CAUCHO
 UBICACION: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

SERIE	FECHA DE ENSAYO		ESTRUCTURA	EDAD	F'c Requer.	CARGA	TESTIGO		RESISTENCIA ALCANZADA		RESIST. REF.
	MOLDEO	ROTURA					DIAM.	ÁREA	RESIST.	RESIST.	
N°	(día)	(día)		(días)	(kg/cm ²)	(Kg.)	(cm)	(cm ²)	(Kg/cm ²)	(%)	(%)
001	06-May-23	13-May-23	CONCRETO CON 9% DE CAUCHO	7	210	11940	10.00	78.540	162.02	72.39%	65.8%
002	06-May-23	20-May-23	CONCRETO CON 9% DE CAUCHO	14	210	32472	15.01	176.950	183.51	87.39%	80.8%
003	06-May-23	03-Jun-23	CONCRETO CON 9% DE CAUCHO	28	210	36194	15.00	176.715	204.82	97.53%	100.0%
OBSERVACION: <i>El muestreo y ensayo fue realizado por el solicitante.</i>											

REQUERIMIENTOS MINIMOS	
EDAD (DIAS)	RESISTENCIA (%)
07	65.00
14	80.00
21	90.00
28	100.00



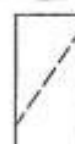
Cono (a)



Cono y hendidura (b)



Cono y corte (c)



Corte (d)



Columnar (e)

TIPOS DE FALLAS

LABORATORIO - CONSULTORIA & CONSTRUCCION
INGEOFALTOP PERÚ
 FRANCO A. LORENZO TUCTO
 INGENIERO CIVIL C.P. N° 31848
 SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

LABORATORIO - CONSULTORIA & CONSTRUCCION
INGEOFALTOP PERÚ
 ALEXANDER V. CENTURION MOSTACERO
 TEC. EN LABORATORIO
 SUELOS - CONCRETO - ASFALTO



Página Web : www.ingeofaltop.com.pe
 Correos de contacto : gerencia@ingeofaltop.com.pe
 : administrador@ingeofaltop.com.pe
 : coordinador@ingeofaltop.com.pe
 Teléfonos de contacto : 963806949 / 948404284 / 956243475
 RUC : 20602382312

Oficina Principal: Avenida Tres Mz. 14 Lote 9 C.P. Alto Trujillo - Barrio 2B (Paradera de salaverry a dos cuadras 1/2) El Parvenir - Trujillo - La Libertad.
 Oficina de Laboratorio: Sector Pedro Ordoñez Lindo Mz. A Lotes 9, AA.HH. Alto Trujillo - El Parvenir - Trujillo - La Libertad.



INGEOFALTop PERÚ

ING & ECO ASOCIADOS S.A.C

ESPECIALISTA EN ELABORACION DE EXPEDIENTES TECNICOS Y PROYECTOS EN GENERAL.
INGENIERIA, LABORATORIO, TOPOGRAFIA, ARQUITECTURA Y CONSTRUCCION

Proyecto:

" USO DE CAUCHO RECICLADO EN EL COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO F'C=210 kg/cm²"

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO

N.T.P. 339.034 - A.S.T.M. - C 39

RESPONSABLE: Ing. Franco Antonio Lorenzo Tucto MATERIAL: Concreto
 FECHA MUESTREO: 06/05/2023 MUESTRA: -
 SOLICITANTE: RIOS VILLALVA DILVER MAXIMO
VILLACORTA AVALOS JOSUE OBED ESTRUCTURA: CONCRETO CON 12% DE CAUCHO
 UBICACIÓN: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

SERIE	FECHA DE ENSAYO		ESTRUCTURA	EDAD	F'c	CARGA	TESTIGO		RESISTENCIA ALCANZADA		RESIST. REF.
	MOLDEO	ROTURA					DIAM.	ÁREA	RESIST.	RESIST.	
N°	(día)	(día)		(días)	(kg/cm ²)	(Kg.)	(cm)	(cm ²)	(Kg/cm ²)	(%)	(%)
001	06-May-23	13-May-23	CONCRETO CON 12% DE CAUCHO	7	210	25508	15.03	177.422	146.19	69.61%	65.0%
002	06-May-23	20-May-23	CONCRETO CON 12% DE CAUCHO	14	210	29806	15.02	177.186	168.22	80.10%	80.0%
003	06-May-23	03-Jun-23	CONCRETO CON 12% DE CAUCHO	28	210	33583	15.00	176.715	192.30	91.57%	100.0%
OBSERVACION <i>El muestreo y ensayo fue realizado por el solicitante.</i>											

REQUERIMIENTOS MINIMOS	
EDAD (DIAS)	RESISTENCIA (%)
07	65.00
14	80.00
21	90.00
28	100.00



Cono (a)



Cono y hendidura (b)



Cono y corte (c)



Corte (d)



Columnar (e)

TIPOS DE FALLAS

LABORATORIO - CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN
INGEOFALTop PERÚ
 FRANCO A. LORENZO TUCTO
 (RPE DE LAS CAYAS 810)
 INGENIERO CIVIL (C.P. N° 31848)
 SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

LABORATORIO - CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN
INGEOFALTop PERÚ
 ALEXANDER V. CENTURION MOSTACERO
 TEC. EN LABORATORIO
 SUELOS - CONCRETO - ASFALTO



Página Web : www.ingeofaltop.com.pe Oficina Principal: Avenida Tires Mz. 14 Lote 9 C.P. Alto Trujillo - Barrio 2B (Paradero de salaverry a dos cuadras 1/2) El Porvenir - Trujillo - La Libertad.
 Correos de contacto : gerencia@ingeofaltop.com.pe
administrador@ingeofaltop.com.pe
coordinador@ingeofaltop.com.pe Oficina de Laboratorio: Sector Pedro Ordoñez Lindo Mz. A Lotes 9, AA.HH. Alto Trujillo - El Porvenir - Trujillo - La Libertad.
 Teléfonos de contacto : 963806949 / 948404284 / 956243475
 RUC : 20602382312