

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“MANUAL DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL  
USO DEL NEUMÁTICO TRITURADO COMO UN  
MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICO PARA  
EL CONCRETO, CAJAMARCA, 2021”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Marco Antonio Diaz Cotrina

Asesor:

Ing. Anita Elizabet Alva Sarmiento

Cajamarca - Perú

2021



## DEDICATORIA

A mis padres: Marco Antonio Diaz Cruzado y Carmen Cotrina Cerdán, dedico esta investigación con mucho amor y cariño a todas las personas que estuvieron a mi lado en todo este proceso para lograr mis sueños, por la motivación que me brindaban cada día y así ayudarme para seguir adelante, a ustedes siempre todo mi corazón.

A mi hermana, quien me ha apoyado incondicionalmente, me apoyó en todos estos años difíciles durante toda mi vida.

## AGRADECIMIENTO

Para el presente proyecto de investigación, he creído pertinente dar ciertas menciones de agradecimiento a mi familia, padre, madre y hermana, quienes han servido de motivadores para afrontar las diferentes dificultades de la época universitaria, a tal punto, que se podría decir que todos juntos hemos pasado por la etapa del desarrollo de mi tesis. Además, tengo que agradecer a aquellos amigos incondicionales que no han hecho más que robarme una sonrisa en los momentos más complicados. Así como, a mis docentes, quienes me han impartido los conocimientos necesarios para poder afrontar los nuevos retos de la vida.

Así mismo, no queda más que agradecerle a Dios, por permitirme afrontar el reto y por permitirme subir un peldaño más, en mi etapa profesional.

## TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA .....	2
AGRADECIMIENTO .....	3
ÍNDICE DE TABLAS .....	6
ÍNDICES DE FIGURAS .....	8
ÍNDICE DE ANEXOS .....	9
RESUMEN .....	10
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	11
CAPÍTULO 2. MÉTODO .....	21
CAPÍTULO 3. RESULTADOS .....	29
3.1. Revisión bibliográfica del uso del neumático triturado. ....	29
3.2. Identificar los procesos constructivos empleados para la fabricación de concreto...31	
3.3. Caracterizar al caucho triturado para la fabricación de concreto ecológico. ....	36
3.4. Elaboración del Manual de procedimiento constructivo.....	50
3.5. Procedimientos específicos para la utilización del caucho en construcción. ....	50
CAPÍTULO 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	57
4.1. Discusión.....	57
4.2. Conclusiones .....	60
REFERENCIAS.....	62
ANEXOS .....	68
Anexo 1 Formato de Ficha Resumen .....	68

Anexo 2 Formato de Guía de Observación. ....	69
Anexo 3 Formato de Tabla de Selección.....	70
Anexo 4 Fichas de recolección de datos.....	71
Anexo 5 Fichas resúmenes .....	72
Anexo 7 Manual .....	112

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Granulometrías por los proveedores de GCR .....	18
Tabla 2 Selección de Tesis.....	24
Tabla 3 Selección de Artículos .....	25
Tabla 4 Objetivo general de las tesis elegidas .....	29
Tabla 5 Objetivo general de los artículos elegidos .....	30
Tabla 6 Forma de obtención del material adicionante .....	31
Tabla 7 Proceso constructivo para concreto con caucho en la investigación 01 .....	32
Tabla 8 Proceso constructivo para concreto con caucho en la investigación 02 .....	32
Tabla 9 Proceso constructivo para concreto con caucho en la investigación 03 .....	32
Tabla 10 Proceso constructivo para concreto con caucho en la investigación 04 .....	33
Tabla 11 Proceso constructivo para concreto con caucho en la investigación 05 .....	33
Tabla 12 Proceso constructivo para concreto con caucho en la investigación 06 .....	33
Tabla 13 Proceso constructivo para concreto con caucho en la investigación 07 .....	34
Tabla 14 Proceso constructivo para concreto con caucho en la investigación 08 .....	34
Tabla 15 Proceso constructivo para concreto con caucho en la investigación 09 .....	34
Tabla 16 Proceso constructivo para concreto con caucho en la investigación 10 .....	35
Tabla 17 Proceso constructivo para concreto con caucho en la investigación 11 .....	35
Tabla 18 Proceso constructivo para concreto con caucho en la investigación 12 .....	35
Tabla 19 Proceso constructivo para concreto con caucho en la investigación 13 .....	36
Tabla 20 Proceso constructivo para concreto con caucho en la investigación 14 .....	36
Tabla 21 Datos obtenidos del caucho en los diferentes ensayos del análisis bibliográfico. ....	36

Tabla 22 Datos obtenidos de porcentaje de pasa del tamiz en el agregado fino del caucho ...	38
Tabla 23 Datos obtenidos de porcentaje de pasa del tamiz en el agregado grueso. ....	39
Tabla 24 Datos obtenidos de los ensayos de comprensión de las fichas. ....	40
Tabla 25 Datos obtenidos de los ensayos de densidad de las fichas.....	42
Tabla 26 Datos obtenidos de los ensayos de tracción de las fichas. ....	44
Tabla 27 Datos obtenidos de los ensayos de flexión de las fichas.....	46
Tabla 28 Datos obtenidos de los ensayos de permeabilidad de las fichas. ....	48

## ÍNDICES DE FIGURAS

Figura 1 Variación de las Proporciones usadas en una mezcla de concreto .....	17
Figura 2 Granulometrías de neumático triturado. ....	19
Figura 3 Clasificación granulométrica de los agregados .....	20
Figura 4 Comparación de los resultados obtenidos del ensayo de compresión, entre el concreto común y el concreto de caucho con característica más parecida. ....	41
Figura 5 Comparación de los resultados obtenidos del ensayo para medir la densidad, entre el concreto común y el concreto de caucho con característica más parecida. ....	43
Figura 6 Comparación de los resultados obtenidos del ensayo de tracción, entre el concreto común y el concreto de caucho con característica más parecida. ....	45
Figura 7 Comparación de los resultados obtenidos del ensayo de flexión, entre el concreto común y el concreto de caucho con característica más parecida .....	47
Figura 8 Comparación de los resultados obtenidos del ensayo de trabajabilidad y revenimiento, entre el concreto común y el concreto de caucho con característica más parecida. ....	49



## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Formato de Ficha Resumen.....	68
Anexo 2 Formato de Guía de Observación.....	69
Anexo 3 Formato de Tabla de Selección.....	70
Anexo 4 Fichas de recolección de datos.....	71
Anexo 5 Fichas resúmenes.....	72
Anexo 6 Ficha técnica.....	98
Anexo 7 Manual.....	112

## RESUMEN

La presente investigación, titulada “*Manual Del Proceso Constructivo Del Uso Del Neumático Triturado Como Un Material De Construcción Ecológico Para El Concreto, Cajamarca, 2021*” se ha planteado en un contexto, en donde la contaminación ambiental ha contado con una serie de complicaciones a nivel mundial, principalmente en el rubro de la construcción. Mientras que, se ha planteado el siguiente objetivo general: Diseñar un manual del proceso constructivo del uso del neumático triturado como un material de construcción ecológico para el concreto, Cajamarca, 2021. El tipo de metodología ha sido de enfoque cualitativo, con un tipo de investigación descriptiva y con un diseño no experimental. Los resultados han señalado que, el caucho triturado, deberá de contar con un tamaño mínimo de partículas de 0.50 mm y un máximo de 10 mm, reemplazando un promedio del 5% del agregado grueso; así como, la obtención del caucho, por medio de la trituración mecánica. Se ha concluido que, el manual de procedimiento constructivo del uso del neumático triturado brinda grandes aportes técnicos, donde se especifica no solo el procedimiento constructivo sino también las dosificaciones óptimas de la adición de este material en el concreto.

**Palabras clave:** Caucho, triturado, concreto, ecológico, manual

## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

La sociedad moderna, ha señalado la existencia preferente de los diferentes procesos que llegan a conformar a un sin número de problemas ambientales, los cuales conllevan a una evidente capacidad de reducción de las capacidades con las que cuenta el medio ambiente, para poder recuperarse. Ante esta realidad, es que se puede señalar que el tema y el cuidado ambiental, llegan a ser considerados como temas relevantes, dentro del ámbito internacional (Farfán y Leonardo, 2018). En base a lo señalado, se ha podido especificar el hecho de que el cuidado ambiental, no solo deberá de contar con relevancia a nivel internacional, sino que tendrá que ahondar en el desarrollo de diferentes medidas de solución que puedan mitigar y reducir el nivel de contaminación del medio ambiente.

Ha sido de esta forma, en donde las diferentes tecnologías, el manejo de estrategias para reducir el nivel de contaminación en el ambiente y la reducción del consumo de recursos, conlleva a requerir de un sin número de modificaciones, no solo en el procedimiento de construcción y/o elaboración de un material, sino que se puede involucrar una metodología de desarrollo de tecnologías, que permitan mitigar y reducir el impacto ambiental (Valencia et al., 2019). Sin embargo, las diferentes tecnologías, no solo deberán de ser planteadas, sino que tendrán que correlacionar lo planteado, con los usos posibles que se otorguen en el medio actual.

Centrándonos en el nuevo continente, los países sudamericanos se han convertido en foco de preocupación, por la calidad del manejo de los residuos sólidos con respecto al cuidado ambiental. Uno de los ejemplos, es el país vecino de Ecuador, el cual reportó un daño considerable en el sector ecológico y sector salud, a causa de la excesiva generación de residuos de neumáticos y la deficiente administración pública y privada. Por eso, la legislación ambiental sobre la disposición de este tipo de residuos, ha venido aumentando constantemente las exigencias a los fabricantes, comercializadores y usuarios, con el fin de acelerar la búsqueda

de alternativas para el reaprovechamiento de los residuos de Neumático (Peláez et al., 2017, p. 2). A pesar de que esta legislación, ha contado con una aplicación y establecimiento dentro del ámbito nacional mismo, es que no se ha evidenciado una principal importancia, en las principales actividades económicas que son desarrolladas actualmente, tal y como puede ser representada por el sector construcción.

De igual forma, se puede indicar al nivel nacional, el hecho de que la manufactura en el ámbito peruano, respecto al empleo de los neumáticos, ha considerado ser limitado. Mientras que, el empleo de los neumáticos reciclados, en cuanto a los procesos industriales, conlleva a que no solo la industria misma ofrezca soluciones mermadas, dentro del contexto de reducir el impacto ambiental, sino que, se evidencia la limitada elaboración de directrices, para fomentar métodos reciclados de forma sostenible (Bastidas y Viñán, 2017).

Además, las entidades públicas y privadas deben implementar, un sin número de procedimientos que conlleven a reducir el nivel de impacto ambiental que genera el uso indiscriminado de residuos de caucho. Así mismo, cabe señalar que, otro de los grandes problemas con los que se ha contado, ha sido la mala disposición final que se ha llegado a mantener de este tipo de productos (Estrada, 2016).

La reutilización de recursos y residuos sólidos, está asociada a la idea de industria eco amigable, bajo esquemas de transformación productiva relacionada con el caucho o neumáticos fuera de uso, el cual ha sido considerado como un procedimiento que puede llegar a ofrecer solución, al problema de la mala disposición final (Ordóñez et al., 2019).

Al considerar a la localidad de Cajamarca, se puede señalar que el empleo de los materiales de caucho, para la fabricación de concreto, no suele ser una reproducida en toda la región, sino que, por el contrario, es una práctica que no ha alcanzado un nivel de importancia debida, en

miras de la no comprensión del nivel de importancia que se suele alcanzar, en este ámbito de estudio (Nazer et al., 2018). Este desinterés por el uso del caucho en la fabricación del concreto, puede ser considerado como una posibilidad de considerarse una alternativa eficiente, en el ámbito de la construcción.

Además de ello, los neumáticos tienen una aplicación reciclable del 15% en esta localidad. Así mismo, el 85% restante, es destinado a la eliminación mediante el método de cremación, provocando una contaminación abismal. Este tipo de acciones, no solo conllevan a afirmar la mala disposición final con la que se cuenta, sino que corresponde a ser la peor toma de decisión existente, en este ámbito (Vengas, 2016). Ante esta posibilidad, es que no se tendría que evaluar la posibilidad de crear este tipo de elementos, sino que, por el contrario, se puede llegar a alcanzar un sin número de formas, de posibilidades de uso, para la fabricación del concreto.

Por tal razón, surge la idea de evaluar la incorporación neumática triturado en el concreto, sustituyendo parte de los áridos tradicionales. Ya que, además de eliminar parte de los neumáticos fuera de uso, éstos aportan alguna mejora en las propiedades del concreto (Hernández y Sánchez, 2016).

En base a la problemática expuesta, se ha podido plantear el siguiente problema de investigación ¿Es factible la elaboración de un manual del proceso constructivo del uso del neumático triturado como un material de construcción ecológico para el concreto, Cajamarca, 2021? Mientras que, se ha planteado el siguiente objetivo general: Diseñar un manual del proceso constructivo del uso del neumático triturado como un material de construcción ecológico para el concreto, Cajamarca, 2021.

A continuación, se procede a realizar la explicación de los antecedentes internacionales, nacionales y locales que ayudaron a comprender la problemática, las variables y la metodología

necesaria para el desarrollo de este proyecto. Comenzaremos mencionando los antecedentes internacionales, haciendo énfasis en el enfoque del estudio cemento y cuidado ambiental alrededor del mundo, para así pasar a describirlo a nivel nacional, y finalizar centrándonos en la localidad de Cajamarca.

A nivel internacional, los españoles Barra y Royano (2016), en su investigación titulada: “*Estudio de propiedades físico mecánicas y durabilidad del hormigón con caucho*”, publicada por la Universidad Politécnica de Cataluña, determinaron la influencia de la incorporación de diferentes porcentajes de partículas de Concreto (5, 10 y 15% del volumen de los áridos convencionales) en las propiedades físicas y mecánicas del hormigón. De los ensayos realizados se infiere que, la resistencia a tracción del hormigón no se alterada por la incorporación de NFU incluso aumente en los hormigones con 5% de NFU. El módulo de elasticidad y la resistencia a la compresión disminuye a medida que aumenta el contenido de NFU. Se concluyó que el empleo de hormigones con NFU es desaconsejable en elementos estructurales sometidos a solicitaciones de compresión.

Mientras en Colombia, Tapias y Ramírez (2018), en su investigación titulada: “*Evaluación del comportamiento mecánico de un concreto no convencional adicionando caucho reciclado*”, publicado por la Universidad de Ibaque, evaluaron el comportamiento mecánico de un concreto no convencional adicionando caucho reciclado. Los investigadores hicieron uso de una metodología de tipo aplicativa experimental, empleando como instrumentos de medición a los ensayos de laboratorio. Se obtuvo que, las muestras que tienen menos caucho tienden a ser más densas, esto se debe al que haber más presencia de material con más densidad (Grava y arena) como en el caso de las muestras de 10% o 30%, tiende a aumentar porque son materiales más fáciles de compactar. Se concluyó que, el uso del caucho triturado como adición en la mezcla de concreto, es de gran provecho para el medio ambiente, por tal motivo se debe buscar una

mejor dosificación en donde el porcentaje de caucho sea mucho menor al utilizado en este caso para así lograr que cumpla con las propiedades de resistencia necesarias.

Asimismo, Ledezma y Yauri (2018), en su investigación titulada: “*Diseño de mezcla del concreto para elaboración de adoquines con material reciclado de neumáticos en la provincia de Huancavelica*”, publicado por la Universidad Nacional de Huancavelica, determinaron la influencia del material reciclado de neumáticos en la resistencia a la compresión y tensión, en el diseño de mezcla de concreto para la elaboración de adoquines en la Provincia de Huancavelica. Haciendo uso del método aplicado experimental, obtuvieron que, el comportamiento del compuesto de concreto con 25% en peso de Polvo de Neumático muestra las propiedades analizadas, valores similares a los del concreto tradicional y utilizar el 25% en peso de Polvo de Neumático de tamaño aleatorio (al azar), no deteriora las características del concreto, volviéndolo más liviano y silencioso. Por lo que concluyeron que, el descenso en los valores de las propiedades de resistencia a la compresión de los compuestos con Polvo de Neumático se debe a la porosidad que se origina en las muestras.

En Chimbote, Guzmán y Guzmán (2015), en su investigación titulada: *Sustitución de los áridos por fibras de caucho de neumáticos reciclados en la elaboración de concreto estructural en Chimbote-2015* “, publicado por la Universidad Nacional de Santa, estudiaron el comportamiento físico y mecánico de las mezclas de concreto, sustituyendo parcialmente los áridos por fibras de caucho de neumáticos reciclados en la elaboración de concreto, el cual, tiene como metodología elaborar probeta de concreto estructural y ensayarlas a la edad de 28 días. En la elaboración de la mezcla patrón de concreto concluimos que para la elección de la resistencia promedio requerida a una resistencia de diseño a compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup>, debe estar entre un rango de 294 kg/cm<sup>2</sup> (según el método ACI-211), y debido a que no se contaba con una desviación estándar, se obtuvo una dosificación promedio de 282.7 kg/cm<sup>2</sup>, siendo un

diseño bastante aceptable, la segregación, en las mezclas concreto-caucho, hubo una distribución homogénea de las partículas de caucho dentro de la matriz y no se observó segregación, esto implica que el cemento, los agregados y el caucho no tienden a separarse, indicando una buena adherencia de este material reciclado a su matriz.

En el ámbito local, Cabanillas (2017), en su investigación titulada: “*Comportamiento físico mecánico del concreto hidráulico adicionado con caucho reciclado*”, publicado por la Universidad Nacional de Cajamarca, diseñó y evaluó las propiedades físico-mecánicas del concreto elaborado con partículas de caucho reciclado, que reemplaza a un porcentaje de agregado fino, tanto en estado fresco como en estado endurecido, la investigación se realizó en el Laboratorio de Ensayos de Materiales “Carlos Esparza Díaz”, en el edificio 1 C de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca, ubicada en la Av. Atahualpa N° 1050, entre los meses de enero a mayo de 2016, durante cinco meses consecutivos, el cual tuvo como resultados que, la granulometría del agregado fino, no se ajusta a los límites granulométricos según la norma peruana NTP 400,037, por lo cual se concluyó que, para cumplir con los requerimientos de la norma es necesario mejorar la granulometría eliminando el 70% del material retenido en la malla N°4; mediante este proceso se logró ajustar la granulometría. Para el agregado grueso no se tuvo ningún problema, pues éste se encuentra dentro del uso granulométrico 67 de la NTP 400,037.

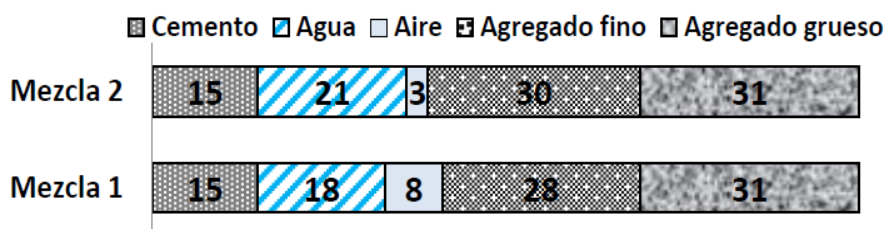
Los estudios realizados a nivel internacional, nacional y local concluyen que, estos residuos sólidos, tienen la versatilidad de la resistencia a la compresión, por lo que pueden volver a ser reutilizados. En la región de Cajamarca, no existen muchos estudios acerca de concretos fabricados a base de caucho reciclado, y con el creciente índice de población del departamento, el uso de este material va ir incrementando, al igual que la inversión en infraestructura. Es por eso que, el objetivo de este proyecto es evaluar el uso de neumático triturado como un material



de construcción ecológico, para dar una solución a los problemas ambientales ocasionados por la acumulación de residuos sólidos, brindar una alternativa económica diferente al concreto convencional en el sector infraestructura, desarrollar la economía de la región Cajamarca mediante la producción de estos concretos, así como servir de apoyo para próximos informes, por la metodología, variables y resultados obtenidos de este trabajo de investigación.

Después de haber detallado cada antecedente, se realiza la contextualización del marco teórico abordando los principales conceptos relacionados a sus variables de estudio.

El concreto es la mezcla de dos componentes, la pasta y los agregados (finos y gruesos) que, al mezclarse forman una masa similar a una roca, debido al proceso de hidratación. Los agregados finos tienen un rango de tamaño de entre 0.074 mm y 4.76 mm, mientras que los agregados gruesos pueden variar desde 4.76 mm hasta 50.8 mm, estos tamaños dependerán del diseño de la mezcla y el uso al que estará destinado el concreto. La pasta está compuesta por un material cementante y agua principalmente, aunque también contiene una cierta cantidad de aire incluido intencionalmente o atrapado durante el proceso de mezcla. La pasta forma del 25 % al 40 % del volumen de la mezcla de concreto, mientras que el aire varía del 4 % al 8 % del volumen para mezclas con aire incluido y del 1 % al 3 % para mezclas sin aire incluido, como se observa en la figura siguiente (Cardobe, 2018).



*Figura 1.* Variación de las Proporciones usadas en una mezcla de concreto

Fuente: Cardobe (2018).

## Neumático triturado

El neumático triturado es un material denominado caucho modificante que se obtiene de un caucho que es molido y proviene de las llantas que no sirven y puedan obtener diversos tamaños por los proveedores (véase Figura N°1 Granulometrías ofrecidas por los proveedores de GCR).

A nivel mundial, se han realizado diferentes estudios sobre el empleo de este material residuo, y su posibilidad para la incorporación del mismo en el sector de la construcción. Muchas de estas investigaciones tratan sobre su uso en mezclas asfálticas en caliente, elaboración de canchas sintéticas, entre otros (Castro, 2018).

Tabla 1

*Granulometrías por los proveedores de GCR*

<b>Tamaños encontrados en el mercado de GCR</b>		
<b>Tipo</b>	<b>Presentación</b>	<b>Tamaño (mm)</b>
<b>1</b>	Polvo	0.6<
<b>2</b>	Granulado	0.6 a 2
<b>3</b>	Granulado	2 a 10 mm

Fuente: Castro (2018).

Nota: En esta tabla se evidencia los tamaños que se han logrado encontrar en el mercado sobre el caucho, en polvo con partículas con un tamaño menor de 0.6mm, granulado con un tamaño de 0.6 a 2mm y con dimensiones de 2 a 10mm.

## Volumen del neumático

El volumen del neumático como grano fino presenta un tamaño mínimo de 1-4mm que es procedente de una trituración de manera manual. Mientras que, el grano grueso es utilizado con una dimensión o tamaño de 10 a 16mm (Rómel, 2018).



*Figura 2.* Granulometrías de neumático triturado.

Fuente: Rómel (2018).

## **Comportamiento mecánico del Concreto**

El concreto es un material de total importancia en la construcción, es semejante a una roca con buena resistencia, obtenida mediante la elaboración de una mezcla de manera proporcionada y diseñada previamente contenida por arena gruesa, piedra chancada, cemento y agua. En algunos casos, se adiciona algún aditivo con el fin de brindar mejoras en su comportamiento físico o mecánico de este material (Vernales, 2018).

### **Granulometría**

La granulometría de los agregados es una propiedad fundamental para realizar un buen diseño de mezcla de concreto. Esta propiedad está relacionada directamente con la trabajabilidad, capacidad de bombeo, porosidad y la durabilidad del concreto.

Para obtener estas dimensiones de las partículas es necesario tener en consideración el ensayo de Granulometría, la cual está normado bajo las Normativa Técnica Peruana, la cual obtiene lo que se necesita con el uso tamices con diferentes diámetros, ensamblados en una columna. En la parte superior, se agrega el material original al tamiz de mayor diámetro (Witoszek, 2018).



*Figura 3.* Clasificación granulométrica de los agregados

Fuente: Witoszek (2018).

Así mismo, cabe señalar que, dentro de la justificación que ha sido planteada, se ha podido señalar el hecho de realizar la investigación ha permitido demostrar la eficacia que ha tenido el empleo del caucho reciclado, en la fabricación de concreto. Mientras que, desde el ámbito económico, el emplear este tipo de elementos, conlleva a la reducción significativa del costo por metro cúbico del concreto. Mientras que, desde el ámbito metodológico y teórico, la presente investigación, ha contado con el potencial de haber podido ser considerado, por demás investigadores, en cuanto a la fabricación del concreto ecológico, contribuyendo de forma ambiental, a la realización de este producto.

## CAPÍTULO 2. MÉTODO

Esta investigación se traza como formulación del problema general a: ¿Es factible la elaboración de un manual del proceso constructivo del uso del neumático triturado como un material de construcción ecológico para el concreto, Cajamarca, 2021?. Y como objetivo general a Diseñar un manual del proceso constructivo del uso del neumático triturado como un material de construcción ecológico para el concreto, Cajamarca, 2021.

Y como objetivos específicos, tenemos a los siguientes:

- Realizar una revisión bibliográfica, respecto a los procesos constructivos del uso del neumático triturado como un material de construcción ecológico para el concreto, Cajamarca, 2021.
- Identificar los procesos constructivos empleados para la fabricación de concreto convencional, Cajamarca, 2021.
- Caracterizar al caucho triturado para la fabricación de concreto ecológico, Cajamarca, 2021.
- Definir los contenidos del Manual de Procedimiento Constructivo del Uso del Neumático Triturado como un Material de Construcción Ecológico para el Concreto, Cajamarca, 2021.
- Determinar los procedimientos específicos para la construcción del concreto, con uso del neumático triturado como un material de construcción ecológico para el concreto, Cajamarca, 2021.

A partir, de lo mencionado anteriormente, se determinar la siguiente hipótesis: Sí es factible, la elaboración de un manual del proceso de construcción del uso del neumático triturado como un material de construcción ecológico para el concreto.

La presente investigación, ha contado con un enfoque cualitativo, debido a que, los datos que han sido expuestos, con la finalidad de responder al objetivo de la investigación, no hayan alcanzado alguna representación numérica. Cohen y Gómez (2019) definen al enfoque cualitativo, como aquella que cuenta con la exposición de características de una variable u objeto de estudio.

Además, esta investigación ha sido de tipo descriptivo, debido a que se ha caracterizado al objeto de estudio; así como, a las variables mismas, con el objetivo de poder establecer el pleno conocimiento que se tiene sobre estas, en miras de proponer un manual para la elaboración del concreto con caucho reciclado. Cohen y Gómez (2019) definen al tipo de investigación descriptiva, como aquella que se ha centrado en describir las características de una variable u objeto de investigación.

El diseño de la investigación ha sido el no experimental, debido a que no se ha contado con la manipulación de la variable de estudio. Cohen y Gómez (2019) han señalado que, este tipo de investigaciones es aquella que evalúa a la variable de estudio, en su contexto natural, sin llegar a modificarla en alguna forma.

Además, el diseño de acuerdo al tiempo, ha sido longitudinal, debido a que se han recolectado estudios de diversos investigadores, que se han desarrollado en un periodo largo de tiempo. Cohen y Gómez (2019) han señalado que, este tipo de investigaciones, ha contado con una validez más duradera, en cuanto a la recolección de datos, evitando la recolección única de los mismos.

**M - O1, O2, O3,....On**

M: Muestra

On: Momentos de observaciones

Como variables de estudio, se consideran a las Propiedades del Neumático triturado y al concreto, por ser objetos de estudio.

Dentro de la población y muestra, esta investigación ha estado conformado por 14 artículos de investigación científica y 10 informes de tesis, mediante los cuales se ha pretendido recolectar la información necesaria, con la finalidad de analizar el objeto de estudio del presente proyecto. En cuanto al tipo de muestreo empleado, corresponderá a un muestreo no probabilístico, en donde el autor se ha basado en la experiencia y la referencia de otras investigaciones del mismo tipo que la presente, para determinar un mínimo de 20 investigaciones de referencia. Cohen y Gómez (2019) definen a este tipo de muestreo, como aquel que no se basa en ninguna formulación estadística para determinar la muestra de estudio, sino que tiene como base los criterios del autor y la experiencia del mismo.

Criterios de inclusión:

Los criterios de inclusión que fueron considerados, estuvieron basados en los siguientes aspectos: la temporalidad, artículos, informe de tesis y las variables de estudio. Con respecto a la temporalidad, las investigaciones seleccionadas no tuvieron un año de publicación mínimo, ya que, todas contienen de gran relevancia y valor en su aporte brindado. Así mismo, las investigaciones de las cuales se pudo recolectar información, solo serán los artículos de investigación y los informes de tesis, proviniendo únicamente de fuentes confiables, tales como: universidades del medio local, nacional e internacional, o bases de datos, como: Redalyc, Dialnet, ScienceDirect o Scielo. Mientras que, las investigaciones sólo serán tomadas, en cuanto han tenido como tema principal o variable de estudio analizada, al concreto y/o al neumático triturado.

Criterios de exclusión:

Los criterios de exclusión, han sido abordados desde la única perspectiva en excluir investigaciones que no sean publicadas en fuentes confiables como bases de datos fidedignas, tales como: Redalyc, Dialnet, ScienceDirect o Scielo, en cuanto a bases de datos de revistas y repositorios de tesis internacionales, nacionales o locales, en cuanto a informes de tesis de investigación.

**Tabla 2**

*Selección de Tesis*

#	Título	Autor(es)
1	Diseño de un Material Ecológico para Construcción Mediante la Adición de Caucho de llanta al Concreto.	Hernández Morelos, Jorge Luis.
2	Estudio de Propiedades Físico Mecánicas y de Durabilidad del Hormigón con Caucho	Estrada Rivera, Juan Carlos
3	Estudio para caracterizar una mezcla de Concreto con Caucho Reciclado en un 5% en peso comparado con una mezcla de Concreto tradicional de 3500 PSI	Pérez Oyola, Juan Carlos. Arrieta Ballén, Yeison Leonardo.
4	Evaluación del Comportamiento del Grano de Caucho de llanta reciclada en la Producción de Concreto para la empresa Argos	Venegas Ramírez Laura Carolina
5	Evaluación del comportamiento mecánico del Concreto no convencional adicionando Caucho Reciclado	Tapias León Johanna Alexandra. Ramírez Morales Sergio Andrés
6	Propuesta Técnica-Económica de Mini planta recicladora de Neumáticos en desuso para minimizar los gases contaminantes en la ciudad de Cajamarca	Cáceres Malaver Lionel
7	Sustitución de los Áridos por fibras de Caucho de Neumáticos reciclados en la elaboración de Concreto Estructural en Chimbote	Guzmán Rojas Yheyson Jhon. Guzmán Rojas Esthefany Lisset.
8	Comportamiento Físico Mecánico del Concreto adicionando Caucho Reciclado	Cabanillas Huachua, Emma Roció.
9	Diseño de Mezcla de Concreto para la elaboración de Adoquines con material Reciclado de Neumáticos en la Provincia de Huancavelica	Ledezma Chumbes, Felipe. Yauri Huiza, Wilder.
10	Valoración de propiedades Mecánicas y de Durabilidad de Concreto Adicionando con residuos de Llantas de Caucho	Torres Ospina Hermes Andrés

Nota: Se han seleccionado 10 investigaciones, las cuales son tesis obtenidas de fuentes confiables, para obtener así un procedimiento del uso del caucho para su aplicación.



**Tabla 3**

*Selección de Artículos*

#	Título	Autor(es)
1	Estudio de Concreto elaborado con caucho Reciclado de diferentes tamaños de Partículas.	Albano, Camacho, Hernández, Bravo y Guevara
2	Propiedades del concreto conteniendo neumático de caucho	Siddique y Naik
3	Análisis de la influencia del uso de caucho reciclado tratado con NaOH usado como adición en concreto normal.	Maldonado, Blanco y Ángel
4	Factores influyentes en la calidad del concreto: una encuesta a los actores relevantes de la industria de hormigón	Orozco, Ávila, Restrepo y Parody
5	Investigadora analiza uso de caucho triturado en construcción	Flores Tejada, Antonio
6	Comportamiento mecánico de una mezcla para concreto usando neumáticos triturados como reemplazo del 15%, 25% y 35% del volumen del agregado fino para un concreto con fines de uso estructural.	Hernández, H. y Sánchez, H.
7	Caucho reciclado en la resistencia a la compresión y flexión de concreto modificado	Farfán y Leonardo
8	Caracterización morfológica de agregados para concreto mediante el análisis de imágenes	León y Ramírez
9	Estudio del concreto de alta resistencia con el uso de cenizas de materiales orgánicos y polímeros	Aizpurús, Moreno y Caballero
10	Evaluación de las propiedades mecánicas de concretos modificados con micro esferas de vidrio y residuos de llantas	Valencia, Gonzáles y Arbeláez
11	Evaluación mecánica de concreto y de corrosión en mortero con partículas de neumático reciclado	Flores, Rodríguez, Cárdenas y Guarneros
12	Influencia de los agregados pétreos en las características del concreto	Chan, Solis y Moreno
13	Aplicaciones de caucho reciclado: una revisión de la literatura	Peláez, Velásquez y Giraldo
14	Hormigón con fibras de caucho de recuperación de neumáticos usados y de polipropileno diseño del firme de hormigón de caucho	Witoszek Schultz, Bernabé

Nota: Se ha procedido a detallar la información general de las revistas científicas seleccionadas para el presente estudio, las cuales han sido obtenidas de fuentes con valor importante para la interpretación de sus resultados obtenidos.

Las técnicas de recolección de datos empleadas, fueron las siguientes:

Revisión documental: Se ha considerado una revisión documental como la técnica de recolección de datos pertinente, debido a que se requirió de una búsqueda de información

exhaustiva, mediante la cual se ha buscado brindar un sentido superficial a lo indagado. Los instrumentos de recolección de datos, fueron: La ficha de selección y la ficha resumen. Cohen y Gómez (2019) la definen como aquella revisión de literatura pertinente y relacionada directamente con el proyecto.

Observación directa: mediante esta técnica de recolección de datos, fue que se analizó la información recolectada con el análisis documental, de forma sistemática y ordenada, la exposición de las diversas problemática, metodologías y resultados, sostenido por diferentes teorías, a los que diferentes autores llegaron, producto de sus respectivas investigaciones, con la finalidad de seleccionar aquellas que han sido de aporte relevante para la presente investigación, sostenido por Cohen y Gómez (2019). El instrumento que corresponde a esta técnica, ha sido la guía de observación.

Mientras, se tiene como instrumentos de recolección de datos a los siguientes:

Ficha Resumen: Instrumento en la que permiten guardar cualquier tipo de datos, siendo lo más importante captar la “idea principal” (Ver Anexo 1)

Guía de Observación: Instrumento de investigación, que permite recolectar y evaluar datos relacionados a un objetivo específico. (Ver Anexo 2)

Ficha de selección: Instrumento mediante el cual se realizó un contraste y selección de investigaciones, con la finalidad de escoger las que han contenido información más relevante, pudiendo ser artículos de investigación científica o informe de tesis. (Ver Anexo 3)

Dentro de las técnicas de análisis de datos, resalta la Estadística Descriptiva, que es una técnica recolecta, analiza y caracteriza un conjunto de datos con el objetivo de describir las características y comportamientos de este conjunto, mediante medidas de resumen, tablas o gráficos y como instrumento a Microsoft Office Excel, programa que ha sido empleado para

organizar la información y realizar la comparación de resultados de las diferentes investigaciones analizadas.

Para el desarrollo de este trabajo de investigación, se ha empleado una metodología de tipo revisión sistemática empleando como técnica e instrumento de medición al análisis bibliográfico, debido a que se procederá a formular un plan de búsqueda de información, con el fin de elaborar un registro de datos para analizarlos y seleccionarlos según su nivel de calidad de estudio.

Comenzó formulando la pregunta de investigación, para orientar la indagación, seleccionamos las variables, que en este caso son “Propiedades den Neumático Triturado y “Concreto”, definiendo así las palabras claves del proyecto. Buscamos la información relacionada a nuestro tema, a través de la base de datos científica como Scielo, Google Académico, Dialnet, Redalyc y repositorios de universidades.

Luego, se analizó la información recopilada mediante evaluaciones de heterogeneidad, sensibilidad y sesgos, para verificar y validar los datos obtenidos. Para eso, se utilizaron los siguientes parámetros: Título de la investigación, editorial, año de publicación, objetivos planteados, resultados obtenidos, conclusiones y aporte a la investigación.; cuidadosamente seleccionados para segmentar la búsqueda y elegir la mejor calidad de documentos científicos.

Finalmente, se procedió a clasificar y llenar los parámetros de cada revisión bibliográfica en un formato visual denominado “florest plot”, el cual, sirvió para comparar y estudiar los documentos bibliográficos escogidos cuidadosamente por el análisis anterior, con el fin de sintetizar la información seleccionada, y así, lograr los objetivos planteados al inicio de la investigación.

Mediante este estudio se logró obtener un registro de documentos clasificados entre tesis y artículos, precisamente 14 artículos científicos seleccionados de Scielo, Science Direct, Redalyc, Google Académico y otras revistas, y 10 tesis de las cuales 6 son de carácter internacional, 2 nacionales y 2 locales, del departamento de Cajamarca. Se procede a calificar los estudios en el siguiente capítulo de resultados.

Además de lo dicho, se ha desarrollado una idea de propuesta que pudo haber sido aplicada por diferentes organismos o personas naturales, que deseen probar los beneficios que conlleva el aplicar el caucho, para la elaboración de concretos y que estos puedan ser empleados en elementos estructurales, o elementos de menor valor de importancia, dentro de una edificación.

Cabe señalar que, la elaboración de un manual del proceso constructivo, se ha basado principalmente en la indagación que se ha procedido, en cuanto a la recolección de los datos suficientes, que han permitido el desarrollar un manual para la fabricación de concreto ecológico, a base de neumático reciclado, con la finalidad de que se haya podido evidenciar una consecución de pasos que se han tenido que seguir, para la elaboración del mismo.

Los aspectos éticos del presente informe recaen en el grado de respeto hacia el trabajo de investigación de los diversos autores, de los cuales se ha hecho mención. Para eso, se ha citado a cada autor en los respectivos párrafos, gráficos y tablas correspondientes. Asimismo, se han presentado los resultados de dichas investigaciones, sin alterar los datos originales, con el objetivo académico del estudio del caucho como material sustituto para la construcción del caucho. De la misma forma, el informe se desarrolló en la rigurosidad de la metodología científica empleada, como es la revisión sistemática y el análisis bibliográfico. Además, se cumplió con las políticas antiplagio de los trabajos de investigación, de modo que, el trabajo es legible, académicamente aceptable y rigurosamente científico.

## CAPÍTULO 3. RESULTADOS

### 3.1. Revisión bibliográfica del uso del neumático triturado.

Se realizó la revisión bibliográfica de 14 artículos científicos y de 10 tesis de investigación elegidas para el presente estudio, de las cuales, es importante mencionar su objetivo trazado, ya que, este permite la selección de estas investigaciones de gran importancia para identificar al neumático triturado como material de construcción ecológico para el concreto.

**Tabla 4**

*Objetivo general de las tesis elegidas*

#	Autor(es)	Objetivo General
1	Hernández Morelos, Jorge Luis.	Estudio, preparación y análisis de un compuesto creado con caucho de desperdicio de llanta y concreto dopado.
2	Estrada Rivera, Juan Carlos	Estudiar el impacto generado de sustituir el árido fino de la estructura del hormigón por polvo de neumático reciclado.
3	Pérez Oyola, Juan Carlos. Arrieta Ballén, Yeison Leonardo.	Comparar la mezcla de hormigón tradicional con un concreto a base de grano de caucho al 5% con composición particularmente fina y gruesa en varias proporciones.
4	Venegas Ramírez Laura Carolina	Estudiar la reacción físico-química del grano de caucho reciclado en la elaboración de concreto en la línea de producción de la empresa Argos.
5	Tapias León Johanna Alexandra. Ramírez Morales Sergio Andres	Estudiar la influencia del caucho reciclado como ingrediente en la elaboración de concreto y las propiedades mecánicas del producto.
6	Cáceres Malaver Lionel	Elaborar una propuesta de apoyo al medio ambiente en la localidad de Cajamarca, mediante la implementación de una mini fábrica recicladora de neumáticos.
7	Guzmán Rojas Yheyson Jhon. Guzmán Rojas Esthefany Lisset.	Medir el impacto estructural y químico de un concreto al sustituir los áridos tradicionales por fibras de caucho.
8	Cabanillas Huachua, Emma Roció.	Estudiar la variación de las propiedades físicas y mecánicas de un concreto, luego de remplazar agregado fino por caucho reciclado.
9	Ledezma Chumbes, Felipe. Yauri Huiza, Wilder.	Evaluar la resistencia de comprensión y tensión de los concretos elaborados a base de materiales reciclados, en la provincia de Huanta.
10	Torres Ospina Hermes Andrés	Estudiar las ventajas de las propiedades mecánicas y resistencia de los concretos elaborados parcialmente con residuos de llantas.

**Tabla 5**
*Objetivo general de los artículos elegidos*

#	Autor(es)	Objetivo General
1	Albano, Camacho, Hernández, Bravo y Guevara	Analizar la afectación que tiene la adición de raspadura de bandas de neumáticos, en compuestos de concreto.
2	Siddique y Naik	Determinar las propiedades del concreto, mediante la contención de caucho de neumático.
3	Maldonado, Blanco y Ángel	Analizar el efecto que tiene el caucho triturado, producto del raspado de llantas, que ha pasado por un proceso de tratamiento en solución de NaOH.
4	Orozco, Ávila, Restrepo y Parody	Determinar los factores que influyen en obtener un concreto con alta calidad.
5	Flores Tejada, Antonio	Analizar el uso del caucho triturado en la construcción de obras civiles.
6	Hernández, H. y Sánchez, H.	Observar el comportamiento de una mezcla de granos de caucho reciclado, en sustitución del agregado fino, en porcentajes del 15%, 25% y 35%.
7	Farfán y Leonardo	Análisis de la resistencia a la compresión y resistencia a la flexión que desarrolla el concreto, ante la incorporación de caucho reciclado.
8	León y Ramírez	Caracterizar de manera morfológica a los agregados empleados en el concreto, mediante el empleo del método del análisis de imágenes.
9	Aizpurús, Moreno y Caballero	Estudiar las propiedades del concreto de alta resistencia, haciendo uso de aditivos orgánicos y polímeros.
10	Valencia, Gonzáles y Arbeláez	Evaluar las propiedades mecánicas de los concretos fabricados con residuos de llantas y micro esferas de vidrio reciclado.
11	Flores, Rodríguez, Cárdenas y Guarneros	Evaluar la resistencia mecánica del concreto y la capacidad de retener la corrosión por la el mortero empleado, mediante la incorporación de partículas de neumático reciclado.
12	Chan, Solis y Moreno	Estudiar la influencia que tienen los agregados pétreos en las características del concreto.
13	Peláez, Velásquez y Giraldo	Determinar el uso que se le puede dar al caucho reciclado, con la finalidad de reducir el volumen de contaminación que este genera, anualmente.
14	Witoszek Schultz, Bernabé	Describir los resultados obtenidos por ensayos de flexión, de probetas hechas a base de concreto y fibras de caucho y polipropileno.

Esta tabla 05 ha considerado más resaltante mencionar su objetivo principal de cada una. De esta manera, se puede identificar a grandes rasgos el procedimiento que realizará en cada artículo, las cuales comprende que ha considerado de mayor importancia el estudio del comportamiento mecánico del concreto convencional (sin adición) y concreto con adición de caucho.

### 3.2. Identificar los procesos constructivos empleados para la fabricación de concreto.

Dentro de las 24 investigaciones con diferentes formas de brindar un aporte, se seleccionaron 14 de estas, para realizar un estudio más detallado y profundo específicamente de estas investigaciones elegidas indicadas a continuación:

**Tabla 6**

*Forma de obtención del material adicinante*

#	Autor(es)	Forma de obtención de caucho
1	Hernández Morelos, Jorge Luis.	Fibras en polvo de pedazos de llanta
2	Estrada Rivera, Juan Carlos	Trituración mecánica, con tamaño de 0.5 mm – 2.5 mm
3	Pérez Oyola, Juan . Arrieta Ballén, Yeison	Caucho triturado en polvo
4	Venegas Ramírez Laura Carolina	Se tritura el caucho, hasta obtener granos de 2.0 mm a 6.0 mm
5	Tapias León Johanna Alexandra.	Se tritura el caucho con tamaños de 2.0 mm – 5.0 mm
6	Cáceres Malaver Lionel.	Fibras de caucho granulado reciclado 3.0 mm – 7.0 mm
7	Guzmán Rojas Yheyson jhon,Guzmán Rojas Esthefany lisset	Se tritura el caucho 3.0 mm – 7.0 mm
8	Cabanillas Huachua, Emma Roció	Polvo de caucho triturado
9	Ledezma Chumbes,Felipe, Yauri Huiza, Wilder	Polvo de caucho triturado
10	Torres Ospina Hermes Andrés	Raspadura de las bandas de rodamiento con tamaño promedio de las mayor o igual a 1.19 mm (AG), menor a 1.19 mm (AF) y uno al azar entregado por la empresa.
11	Albano, Camacho, Hernández, Bravo y Guevara	Caucho de llantas usadas procesados por la empresa Automundial de Bogotá 0.5 mm – 4.0 mm
12	Guevara Siddique y Naik	Grano triturado de caucho de llanta 0.70 mm-4.0 mm
13	Maldonado, Blanco y Ángel	Triturado de neumáticos desechados tamizado a un diámetro de 0.5 cm.
14	Witoszek Schultz, Bernabé	Triturado mecánico de neumáticos lavado en remplazo de Agregad6o Fino 0.6 mm – 4.0 mm

Nota: Se ha detallado el título de la investigación y la forma de obtención del caucho como adición en la mezcla de concreto.

En la tabla 06, se detalla la forma de obtención del material adicinante, en este caso del caucho, resaltando de estas, la adición de caucho en fibras, polvo mediante la trituración de este material, raspaduras, granos.

**Tabla 7**

*Proceso constructivo para concreto con caucho en la investigación 01*

#	Procedimiento constructivo
	Esta investigación realizó seis diseños de mezclas, conformada por los materiales comunes para la elaboración de concreto (cemento, agregado grueso y fino, agua y caucho en porcentajes). Los porcentajes de estudio fueron los siguientes: Mezcla I: 0% caucho.
1	Mezcla II: 5% caucho en polvo/caucho en fibras/caucho en fibras cilíndricas. Mezcla III: 10% caucho en polvo/caucho en fibras/caucho en fibras cilíndricas. Mezcla IV: 15% caucho en polvo/caucho en fibras/caucho en fibras cilíndricas. Mezcla V: 20% caucho en polvo/caucho en fibras/caucho en fibras cilíndricas. Mezcla VI: 25% caucho en polvo/caucho en fibras/caucho en fibras cilíndricas.

Nota: Tomado de la investigación de Hernández Morelos, Jorge Luis (2008).

**Tabla 8**

*Proceso constructivo para concreto con caucho en la investigación 02*

#	Procedimiento constructivo
	Esta investigación realizó siete diseños de mezclas, conformada por los materiales comunes para la elaboración de concreto (cemento, agregado grueso y fino, agua y caucho en porcentajes). Los porcentajes de estudio fueron los siguientes: Mezcla I: 0% caucho.
2	Mezcla II: 5% caucho en reemplazo del agregado fino. Mezcla III: 10% caucho en reemplazo del agregado fino. Mezcla IV: 15% caucho en reemplazo del agregado fino. Mezcla V: 5% caucho en reemplazo del agregado grueso. Mezcla VI: 10% caucho en reemplazo del agregado grueso. Mezcla VII: 15% caucho en reemplazo del agregado grueso.

Nota: Tomado de la investigación de Estrada Rivera, Juan Carlos (2008).

**Tabla 9**

*Proceso constructivo para concreto con caucho en la investigación 03*

#	Procedimiento constructivo
	Esta investigación realizó cuatro diseños de mezclas, conformada por los materiales comunes para la elaboración de concreto (cemento, agregado grueso y fino, agua y caucho en porcentajes). Los porcentajes de estudio fueron los siguientes:
3	Mezcla I: 0% caucho. Mezcla II: 112.16 gr/m <sup>3</sup> de caucho. Mezcla III: 67.29 gr/m <sup>3</sup> de caucho. Mezcla IV: 157.02 gr/m <sup>3</sup> de caucho.

Nota: Tomado de la investigación de Pérez Oyola, Juan Carlos y Arrieta Ballén, Yeison (2018).



**Tabla 10**

*Proceso constructivo para concreto con caucho en la investigación 04*

#	Procedimiento constructivo
4	<p>Esta investigación realizó nueve diseños de mezclas, conformada por los materiales comunes para la elaboración de concreto (cemento, agregado grueso y fino, agua y caucho en porcentajes). Los porcentajes de estudio fueron los siguientes: Mezcla I: 0% caucho. Mezcla II: 5% caucho en reemplazo del agregado fino. Mezcla III: 10% caucho en reemplazo del agregado fino. Mezcla IV: 15% caucho en reemplazo del agregado fino. Mezcla V: 20% caucho en reemplazo del agregado fino. Mezcla VI: 5% caucho en reemplazo del agregado grueso. Mezcla VII: 10% caucho en reemplazo del agregado grueso. Mezcla VIII: 15% caucho en reemplazo del agregado grueso. Mezcla IX: 20% caucho en reemplazo del agregado grueso.</p>

Nota: Tomado de la investigación de Venegas Ramírez Laura Carolina (2018).

**Tabla 11**

*Proceso constructivo para concreto con caucho en la investigación 05*

#	Procedimiento constructivo
5	<p>Esta investigación realizó cinco diseños de mezclas, conformada por los materiales comunes para la elaboración de concreto (cemento, agregado grueso y fino, agua y caucho en porcentajes). Los porcentajes de estudio fueron los siguientes: Mezcla I: 0% caucho en reemplazo del agregado fino. Mezcla II: 10% caucho en reemplazo del agregado fino. Mezcla III: 30% caucho en reemplazo del agregado fino. Mezcla IV: 50% caucho en reemplazo del agregado fino. Mezcla V: 70% caucho en reemplazo del agregado fino.</p>

Nota: Tomado de la investigación de Tapias León Johanna Alexandra(2017).

**Tabla 12**

*Proceso constructivo para concreto con caucho en la investigación 06*

#	Procedimiento constructivo
6	<p>Esta investigación realizó siete diseños de mezclas, conformada por los materiales comunes para la elaboración de concreto (cemento, agregado grueso y fino, agua y caucho en porcentajes). Los porcentajes de estudio fueron los siguientes: Mezcla I: 0% caucho. Mezcla II: 5% caucho en reemplazo del agregado fino. Mezcla III: 15% caucho en reemplazo del agregado fino. Mezcla IV: 25% caucho en reemplazo del agregado fino. Mezcla V: 5% caucho en reemplazo del agregado grueso. Mezcla VI: 15% caucho en reemplazo del agregado grueso. Mezcla VII: 25% caucho en reemplazo del agregado grueso.</p>

Nota: Tomado de la investigación de Ramírez Morales Sergio y Cáceres Malaver Lionel (2016).

**Tabla 13**

*Proceso constructivo para concreto con caucho en la investigación 07*

#	Procedimiento constructivo
	Esta investigación realizó cuatro diseños de mezclas, conformada por los materiales comunes para la elaboración de concreto (cemento, agregado grueso y fino, agua y caucho en porcentajes). Los porcentajes de estudio fueron los siguientes:
7	Mezcla I: 0% caucho. Mezcla II: 10% caucho en reemplazo del agregado fino. Mezcla III: 15% caucho en reemplazo del agregado fino. Mezcla IV: 20% caucho en reemplazo del agregado fino.

Nota: Tomado de la investigación de Guzman Rojas Yheyson Jhon y Guzman Rojas Esthefany (2017).

**Tabla 14**

*Proceso constructivo para concreto con caucho en la investigación 08*

#	Procedimiento constructivo
	Esta investigación realizó cuatro diseños de mezclas, conformada por los materiales comunes para la elaboración de concreto (cemento, agregado grueso y fino, agua y caucho en porcentajes). Los porcentajes de estudio fueron los siguientes:
8	Mezcla I: 0% caucho. Mezcla II: 25% caucho. Mezcla III: 35% caucho. Mezcla IV: 45% caucho.

Nota: Tomado de la investigación de Cabanillas Huachua,Enma (2016).

**Tabla 15**

*Proceso constructivo para concreto con caucho en la investigación 09*

#	Procedimiento constructivo
	Esta investigación realizó cuatro diseños de mezclas, conformada por los materiales comunes para la elaboración de concreto (cemento, agregado grueso y fino, agua y caucho en porcentajes). Los porcentajes de estudio fueron los siguientes:
9	Mezcla I: 0% caucho. Mezcla II: 10% caucho. Mezcla III: 20% caucho. Mezcla IV: 30% caucho.

Nota: Tomado de la investigación de Ledezma Chumbes Felipe y Yauri Huiza Wilder (2018).

**Tabla 16**

*Proceso constructivo para concreto con caucho en la investigación 10*

#	Procedimiento constructivo
	Esta investigación realizó cuatro diseños de mezclas, conformada por los materiales comunes para la elaboración de concreto (cemento, agregado grueso y fino, agua y caucho en porcentajes). Los porcentajes de estudio fueron los siguientes:
10	Mezcla I: 0% caucho. Mezcla II: 5% caucho en reemplazo del agregado al azar. Mezcla III: 5% caucho en reemplazo del agregado fino. Mezcla IV: 5% caucho en reemplazo del agregado grueso.

Nota: Tomado de la investigación de Torres Ospina Hermes Andrés (2019).

**Tabla 17**

*Proceso constructivo para concreto con caucho en la investigación 11*

#	Procedimiento constructivo
	Esta investigación realizó tres diseños de mezclas, conformada por los materiales comunes para la elaboración de concreto (cemento, agregado grueso y fino, agua y caucho en porcentajes). Los porcentajes de estudio fueron los siguientes:
11	Mezcla I: 0% caucho. Mezcla II: 15% sin NaOH. Mezcla III: 15% tratado con NaOH.

Nota: Tomado de la investigación de Albano Camacho Hernández, Bravo y Guevara (2013).

**Tabla 18**

*Proceso constructivo para concreto con caucho en la investigación 12*

#	Procedimiento constructivo
	Esta investigación realizó cuatro diseños de mezclas, conformada por los materiales comunes para la elaboración de concreto (cemento, agregado grueso y fino, agua y caucho en porcentajes). Los porcentajes de estudio fueron los siguientes:
12	Mezcla I: 0% de neumático triturado en reemplazo del agregado fino. Mezcla II: 15% de neumático triturado en reemplazo del agregado fino. Mezcla III: 25% de neumático triturado en reemplazo del agregado fino. Mezcla IV: 35% de neumático triturado en reemplazo del agregado fino.

Nota: Tomado de la investigación de Guevara Siddique y Naik (2003).

Tabla 19

Proceso constructivo para concreto con caucho en la investigación 13

#	Procedimiento constructivo
	Esta investigación realizó cuatro diseños de mezclas, conformada por los materiales comunes para la elaboración de concreto (cemento, agregado grueso y fino, agua y caucho en porcentajes). Los porcentajes de estudio fueron los siguientes:
13	Mezcla I: 0% de caucho reciclado. Mezcla II: 5% de caucho reciclado. Mezcla III: 10% de caucho reciclado. Mezcla IV: 15% de caucho reciclado.

Nota: Tomado de la investigación de Maldonado, Blanco y Ángel (2017).

Tabla 20

Proceso constructivo para concreto con caucho en la investigación 14

#	Procedimiento constructivo
	Esta investigación realizó cuatro diseños de mezclas, conformada por los materiales comunes para la elaboración de concreto (cemento, agregado grueso y fino, agua y caucho en porcentajes). Los porcentajes de estudio fueron los siguientes:
14	Mezcla I: 0% de caucho triturado en reemplazo del agregado fino. Mezcla II: 5% de caucho triturado en reemplazo del agregado fino. Mezcla III: 10% de caucho triturado en reemplazo del agregado fino. Mezcla IV: 15% de caucho triturado en reemplazo del agregado fino.

Nota: Tomado de la investigación de Orozco, Ávila y Parody (2018).

En este caso del caucho, resaltando de estas, la adición de caucho en fibras, polvo mediante la trituración de este material, raspaduras, granos.

### 3.3. Caracterizar al caucho triturado para la fabricación de concreto ecológico.

#### Propiedades del concreto con neumático triturado

Se procede a mostrar los resultados obtenidos de la investigación, respecto a evaluar el concreto hecho con grano de caucho como agregado y comparar las propiedades físico-mecánicas con el concreto tradicional. De manera siguiente, se procede a interpretar los siguientes resultados:

Tabla 21

*Datos obtenidos del caucho en los diferentes ensayos del análisis bibliográfico.*

Como se muestra en la tabla 21, en la primera columna se indica el número de ficha organizados

<b>CAUCHO EMPLEADO PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO</b>		
Ficha N°1		
Ficha N°2	0.5 mm - 2.5 mm	Triturado mecánicamente
Ficha N°3		Caucho triturado en polvo
Ficha N°4	8 mm - 10 mm	Trituración de caucho
Ficha N°5		Trituración de caucho
Ficha N°6		
Ficha N°7		Trituración de caucho
Ficha N°8		Polvo de caucho triturado
Ficha N°9		Polvo de caucho triturado
Ficha N°10	AG > 1.19 mm y AF < 1.19 mm	Raspadura de las bandas de rodamientos
Ficha N°11		Caucho de llanta procesado por la empresa Automundial
Ficha N°12		Grano triturado de caucho de llanta
Ficha N°13	0.5 cm	Triturado de neumáticos desechados
Ficha N°14		Triturado de neumáticos lavados con NaOH

de manera ordinal de los 14 informes con registro de ensayos de materiales; en la segunda columna, el diámetro del caucho usado en la elaboración del concreto; y en la tercera columna, el procedimiento de obtención del caucho, los cuales pueden ser: trituración y procesado por industria. Además, se observa que solamente las fichas N°2, N°4, N°10 y N°13 indicaron el diámetro del caucho, siendo 0.5 mm a 0.25 mm, 8 mm a 10 mm, alrededor de 1.19 mm y 0.5 mm, respectivamente.

En la tabla 22, se indica los porcentajes de pasa de cada tamiz empleados como reemplazo del agregado fino para los ensayos de las investigaciones específicamente aquellas que representan las fichas N°2, N°4, N°5, N°7, N°8, N°9 y N°11, las cuales evidenciaron los siguientes porcentajes que pasa en la malla 0.5mm, obteniendo un 70% en la ficha N° 02, en el resto de fichas, en la malla N°16, un porcentaje que pasa 99.96%, 66.07%, 55%, 65% y 26.41% respectivamente

**Tabla 22**

*Datos obtenidos de porcentaje de pasa del tamiz en el agregado fino del caucho*

AGREGADO FINO													
F2		F4		F5		F7		F8		F9		F11	
Tamiz (mm)	%Pasa	Tamiz (mm)	%Pasa	Tamiz (mm)	%Pasa	Tamiz (mm)	%Pasa	Tamiz (mm)	%Pasa	Tamiz (mm)	%Pasa	Tamiz (mm)	%Pasa
<b>0.063</b>	2	<b>3</b>	100	$\frac{3}{4}$	100	<b>3</b>	100	$\frac{1}{2}$	100	$\frac{1}{2}$	100	<b>1 ½</b>	100
<b>0.125</b>	4	<b>4</b>	100	<b>3</b>	99.92	<b>4</b>	94.6	<b>3</b>	100	<b>3</b>	100	<b>1</b>	100
<b>0.25</b>	20	<b>8</b>	100	<b>4</b>	98.72	<b>8</b>	85.35	$\frac{1}{4}$	98	$\frac{1}{4}$	100	$\frac{3}{4}$	99.36
<b>0.5</b>	70	<b>16</b>	99.96	<b>8</b>	90.07	<b>16</b>	66.07	<b>4</b>	94	<b>4</b>	100	$\frac{1}{2}$	64.29
<b>1</b>	95	<b>30</b>	46.45	<b>10</b>	84.57	<b>30</b>	49.87	<b>8</b>	85	<b>8</b>	85	<b>3</b>	55.53
<b>2</b>	100	<b>50</b>	14.97	<b>16</b>	70.81	<b>50</b>	29.31	<b>10</b>	78	<b>10</b>	70	<b>4</b>	43.24
<b>4</b>	100	<b>100</b>	2.92	<b>30</b>	51.62	<b>100</b>	9	<b>16</b>	55	<b>16</b>	65	<b>8</b>	34.91
<b>6</b>	100	<b>200</b>	0.22	<b>50</b>	27.16	<b>200</b>	3.6	<b>20</b>	45	<b>20</b>	60	<b>16</b>	26.41
<b>8</b>	100	<b>Fondos</b>	0	<b>100</b>	9.86			<b>30</b>	32	<b>30</b>	55	<b>30</b>	16.73
				<b>200</b>	1.5			<b>40</b>	25	<b>40</b>	50	<b>50</b>	7.48
				<b>Fondo</b>	0			<b>50</b>	18	<b>50</b>	40	<b>100</b>	2.38
								<b>60</b>	15	<b>60</b>	30	<b>200</b>	0.67
								<b>100</b>	10	<b>80</b>	21	<b>Fondo</b>	0
										<b>100</b>	10		

**Tabla 23**

*Datos obtenidos de porcentaje de pasa del tamiz en el agregado grueso del caucho.*

Agregado Grueso													
F2		F4		F5		F7		F8		F9		F11	
Tamiz (mm)	%Pasa	Tamiz (mm)	%Pasa	Tamiz (mm)	%Pasa	Tamiz (mm)	%Pasa	Tamiz (mm)	%Pasa	Tamiz (mm)	%Pasa	Tamiz (mm)	%Pasa
0.063	0	3	100	¾	100	2	100	1	100	1	100	1 ½	100
1	1	4	45.59	½	56.18	1 ½	100	¾	100	¾	85	1	100
2	1	8	20.69	3	28.85	1	100	½	75	½	60	¾	100
6	8	16	5.57	4	5.92	¾	100	3	55	3	40	½	100
8	60	30	0.2	8	3.93	½	55.96	¼	30	¼	25	3	100
9	52	50	0.16	200	0.37	3	13.03	4	10	4	12	4	82
10	68	100	0.12	Fondo	0	4	0.23	8	5	8	10	8	66
13	100	200	0			Fondo	0					16	50
16	100	Fondos	0									30	32
18												50	14
20												100	5
25												200	1
												Fondo	0

En la tabla 23 mostrada representa a los porcentajes que pasan por cada tamiz de estudio del agregado grueso en caucho, representando así de las fichas elegidas de estudio N°2, N°4, N°5, N°8, N°9 y N°11, obteniendo en la malla N° 8, un porcentaje de pasa de 60%, 20.69%, 3.93%, 5%, 10% y 66% respectivamente.

**Tabla 24**

*Datos obtenidos de los ensayos de comprensión de las fichas.*

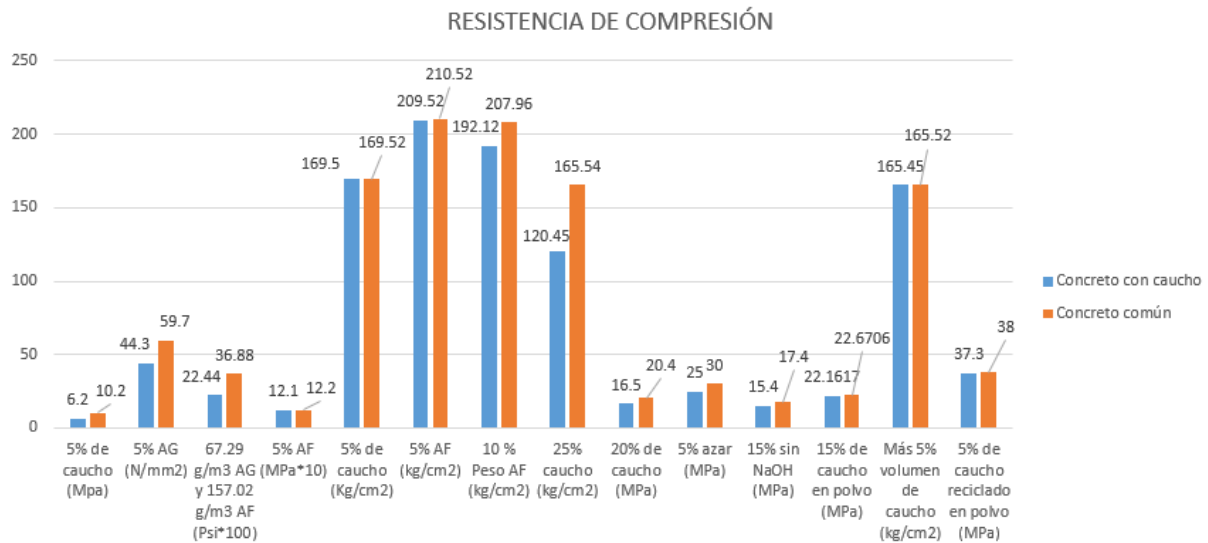
N°	Resistencia a la compresión de muestra convencional	Dosificación óptima de adición	Resistencia a la compresión de muestra modificada
Ficha N°1	10.2	5% de caucho (MPa)	9.8
Ficha N°2	59.7	5% AG (N/mm <sup>2</sup> )	44.3
Ficha N°3	36.88	67.29 g/m <sup>3</sup> AG y 157.02 g/m <sup>3</sup> AF (Psi*100)	22.44
Ficha N°4	12.2	5% AF (MPa*10)	12.1
Ficha N°5	169.52	5% de caucho (Kg/cm <sup>2</sup> )	169.50
Ficha N°6	210.52	5% AF (kg/cm <sup>2</sup> )	209.52
Ficha N°7	207.96	10 % Peso AF (kg/cm <sup>2</sup> )	192.12
Ficha N°8	165.54	25% caucho (kg/cm <sup>2</sup> )	120.45
Ficha N°9	20.4	20% de caucho (MPa)	16.5
Ficha N°10	30	5% azar (MPa)	25
Ficha N°11	17.4	15% sin NaOH (MPa)	15.4
Ficha N°12	22.6706	15% de caucho en polvo (MPa)	22.1617
Ficha N°13	165.52	Más 5% volumen de caucho (kg/cm <sup>2</sup> )	165.45
Ficha N°14	38	5% de caucho reciclado en polvo (MPa)	37.3

Nota: Se especificaron la resistencia de compresión obtenida por las muestras con dosificación más óptimas, las cuales resaltaron en cada investigación elegida.

De esta manera, se terminó que en 8 investigaciones evaluadas se obtuvo que el porcentaje de adición más óptimo fue el 5% de caucho, las cuales comprenden la ficha N° 1, 2, 4, 5, 6, 10,



13 y 14. Mientras, que el resto de fichas, resaltó más óptimo su adición del 10%, 15%, 20% y 25% de caucho.



*Figura 4.* Comparación de los resultados obtenidos del ensayo de compresión, entre el concreto común y el concreto de caucho con característica más parecida.

En la figura, se muestran los resultados obtenidos por el ensayo de compresión de los informes y artículos seleccionados para la investigación. Se muestra los resultados de la ficha N°1 hasta la N°14. Para su correcto estudio, se redondearon los valores hasta las decenas, de modo que los desniveles no influyan demasiado en la forma de la gráfica. Se encontró que, es el tipo de ensayo fundamental para el estudio de concreto, que el 5% de adición de caucho fino o reciclado en polvo da los indicadores más cercanos al concreto tradicional.

**Tabla 25**

*Datos obtenidos de los ensayos de densidad de las fichas.*

N°	Densidad de muestra convencional	Dosificación óptima de adición	Densidad de muestra modificada
Ficha N°1 (0%)	2.283	Caucho en fibras cilíndricas (g/cm <sup>3</sup> )	2.15
Ficha N°2 (0%)	2.593	5 % del AF (g/cm <sup>3</sup> )	2.598
Ficha N°3 (0%)		Sin Ensayo	
Ficha N°4 (0%)	2.347	5% AG (g/cm <sup>3</sup> )	2.36
Ficha N°5 (0%)		Sin Ensayo	
Ficha N°6 (0%)		Sin Ensayo	
Ficha N°7 (0%)		Sin Ensayo	
Ficha N°8 (0%)		Sin Ensayo	
Ficha N°9 (0%)		Sin Ensayo	
Ficha N°10 (0%)		Sin Ensayo	
Ficha N°11 (0%)		Sin Ensayo	
Ficha N°12 (0%)	2.5	15% de caucho en polvo (g/cm <sup>3</sup> )	2.4
Ficha N°13 (0%)		Sin Ensayo	
Ficha N°14 (0%)	2.35	5% de caucho reciclado en polvo (g/cm <sup>3</sup> )	2.3

Nota: Se ha procedido a comparar la densidad de las investigaciones analizadas.

La tabla 25 muestra los datos obtenidos por el ensayo de densidad de las fichas N°1 a la N°14, separándola en los datos obtenidos por el ensayo al concreto tradicional y el concreto con caucho añadido, comparándolas y escogiendo al que menor margen de error posee. Como podemos observar, el valor obtenido por los ensayos de la ficha N°1, N°2, N°4, N°12 y N°14 al concreto tradicional fueron 2.283g/cm<sup>3</sup>, 2.593 g/cm<sup>3</sup>, 2.347 g/cm<sup>3</sup>, 2.5 g/cm<sup>3</sup> y 2.35 g/cm<sup>3</sup>, respectivamente. Mientras que, los valores obtenidos por el concreto con caucho como aditivo fueron 2.15 g/cm<sup>3</sup>, 2.598 g/cm<sup>3</sup>, 2.36 g/cm<sup>3</sup>, 2.4 g/cm<sup>3</sup> y 2.3 g/cm<sup>3</sup>, respectivamente.

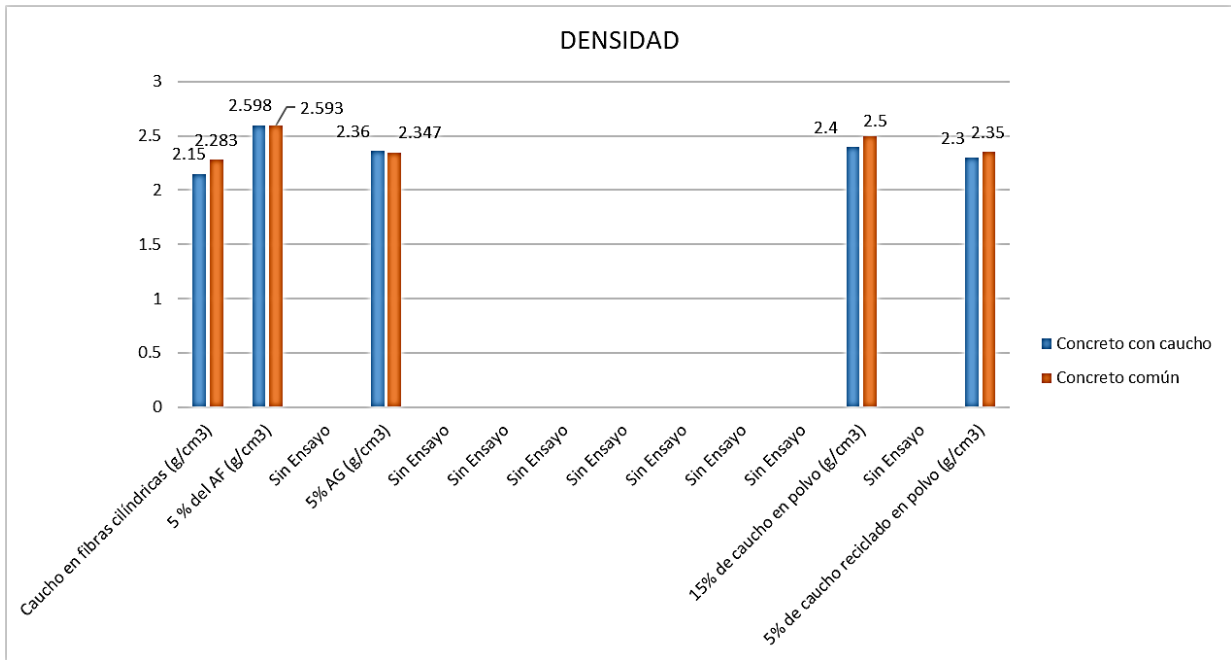


Figura 5. Comparación de los resultados obtenidos del ensayo para medir la densidad, entre el concreto común y el concreto de caucho con característica más parecida.

En la figura, se muestran los resultados obtenidos por el ensayo para medir la densidad de los informes y artículos seleccionados para la investigación. Se muestra los resultados de la ficha N°1 hasta la N°14. Solo las fichas N°1, N°2, N°4, N°12 y N°14 evaluaron la densidad del concreto. Se encontró que, el 5% de adición de caucho da los resultados más parecidos al concreto común.

**Tabla 26**
*Datos obtenidos de los ensayos de tracción de las fichas.*

N°	Resistencia a la tracción de muestra convencional	Dosificación óptima de adición	Resistencia a la tracción de muestra modificada
Ficha N°1 (0%)		Sin Ensayo	
Ficha N°2 (0%)		Sin Ensayo	
Ficha N°3 (0%)	41.7	67.29 g/m <sup>3</sup> AF y 157.02 g/m <sup>3</sup> AG (Psi*10)	25.2
Ficha N°4 (0%)		Sin Ensayo	
Ficha N°5 (0%)		Sin Ensayo	
Ficha N°6 (0%)	276.5	5% - PESO AF (kg/cm <sup>2</sup> )	278.2
Ficha N°7 (0%)		Sin Ensayo	
Ficha N°8 (0%)		Sin Ensayo	
Ficha N°9 (0%)		Sin Ensayo	
Ficha N°10 (0%)	25	5% Azar (MPa)	24
Ficha N°11 (0%)	17	15% tratado con NaOH (KPa)	12
Ficha N°12 (0%)		Sin Ensayo	
Ficha N°13 (0%)		Sin Ensayo	
Ficha N°14 (0%)		Sin Ensayo	

Nota: Se brinda una comparativa, con respecto a la resistencia a la tracción que han sido obtenidas, por las investigaciones analizadas.

La tabla 26 muestra los datos obtenidos por el ensayo de tracción de las fichas N°1 a la N°14, separándola en los datos obtenidos por el ensayo al concreto tradicional y el concreto con caucho añadido, comparándolas y escogiendo al que menor margen de error posee. Como podemos observar, el valor obtenido por los ensayos de la ficha N°3, N°6, N°10 y N°11 al concreto tradicional fueron 417 psi, 27.6 kg/cm<sup>3</sup>, 25 MPa y 17 KPa, respectivamente. Mientras que, los valores obtenidos por el concreto con caucho como aditivo fueron 252 psi, 27.8 kg/cm<sup>3</sup>, 24 MPa y 12 KPa, respectivamente.

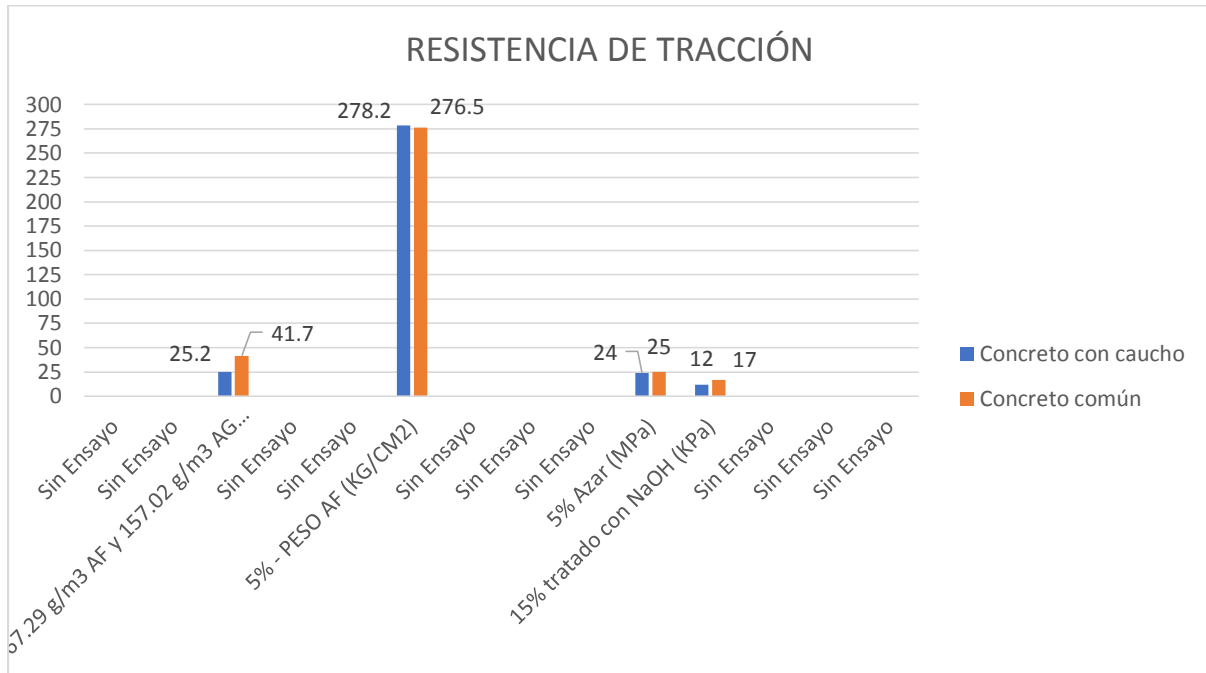


Figura 6. Comparación de los resultados obtenidos del ensayo de tracción, entre el concreto común y el concreto de caucho con característica más parecida.

En la figura, se muestran los resultados obtenidos por el ensayo de tracción en los informes y artículos seleccionados para la investigación. Se muestra los resultados de la ficha N°1 hasta la N°14. Solo las fichas N°3, N°6, N°10 y N°11 evaluaron la resistencia de tracción del concreto estructural. Se encontró que, el 5% de adición de caucho da los resultados más parecidos al estudio del concreto sin aditivos.

**Tabla 27**
*Datos obtenidos de los ensayos de flexión de las fichas.*

N°	Resistencia a la flexión de muestra convencional	Dosificación óptima de adición	Resistencia a la flexión de muestra modificada
Ficha N°1 (0%)		Sin Ensayo	
Ficha N°2 (0%)	5.79	5 % del AF (N/mm2)	4.9
Ficha N°3 (0%)		Sin Ensayo	
Ficha N°4 (0%)		Sin Ensayo	
Ficha N°5 (0%)		Sin Ensayo	
Ficha N°6 (0%)		Sin Ensayo	
Ficha N°7 (0%)		Sin Ensayo	
Ficha N°8 (0%)		Sin Ensayo	
Ficha N°9 (0%)	3.32	20% de caucho (MPa)	3.2
Ficha N°10 (0%)		Sin Ensayo	
Ficha N°11 (0%)	8.37	15% sin NaOH (KPa*100)	7.73
Ficha N°12 (0%)		Sin Ensayo	
Ficha N°13 (0%)	8.358	CS más 10% de volumen de caucho reciclado (CS10CR) (Kg/cm2*10)	8.1861
Ficha N°14 (0%)		Sin Ensayo	

Nota: Se brinda la resistencia a flexión de las investigaciones que hayan realizado este ensayo.

La tabla 27 muestra los datos obtenidos por el ensayo de flexión de las fichas N°1 a la N°14, separándola en los datos obtenidos por el ensayo al concreto tradicional y el concreto con caucho añadido, comparándolas y escogiendo al que menor margen de error posee. Como podemos observar, el valor obtenido por los ensayos de la ficha N°2, N°9, N°11 y N°13 al concreto tradicional fueron 5.79 N/mm<sup>2</sup>, 3.32 MPa, 837 KPa y 83.58 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. Mientras que, los valores obtenidos por el concreto con caucho como aditivo fueron 4.9 N/mm<sup>2</sup>, 3.2 MPa, 773 KPa y 81.861 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente.

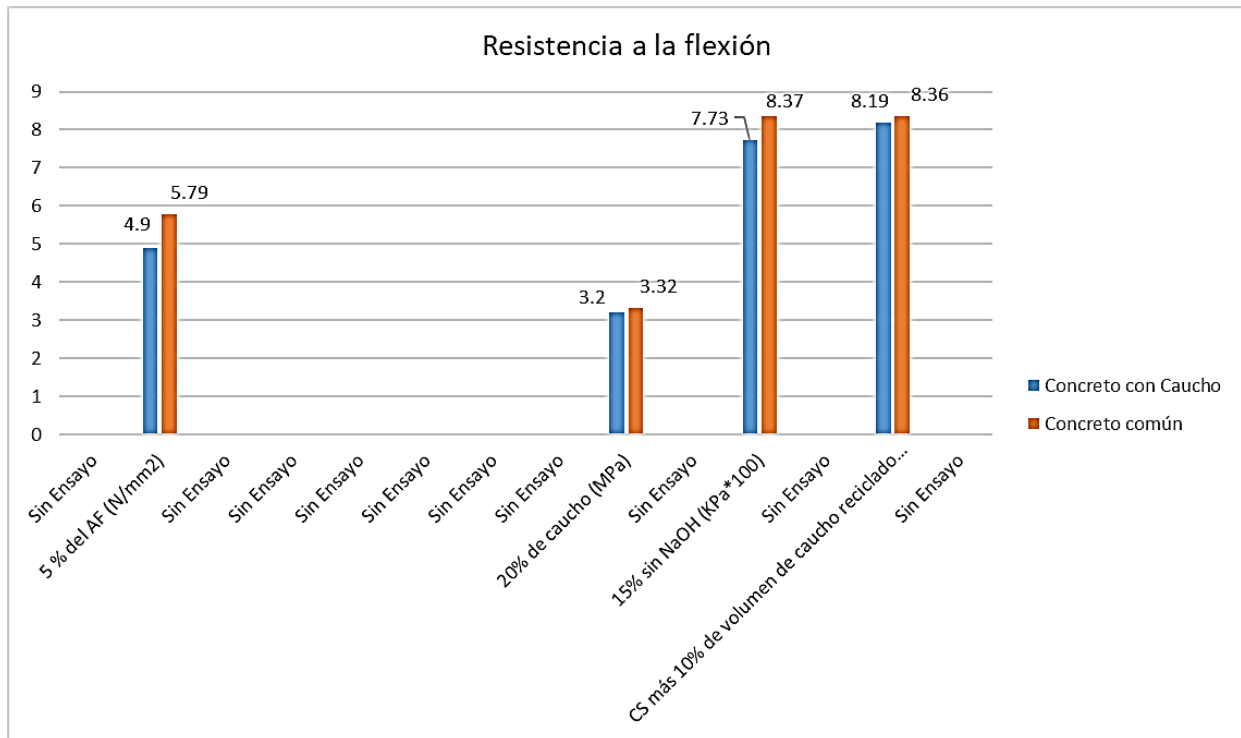


Figura 7. Comparación de los resultados obtenidos del ensayo de flexión, entre el concreto común y el concreto de caucho con característica más parecida

En la figura, se muestran los resultados obtenidos por el ensayo de flexión en los informes y artículos seleccionados para la investigación. Se muestra los resultados de la ficha N°1 hasta la N°14. Únicamente, las fichas N°2, N°9, N°11 y N°13 evaluaron la resistencia de flexión del concreto armado. Los valores varían mucho entre los cuatro experimentos, encontrándose que la adición con 20% de caucho tiene el menor margen de diferencia con respecto al valor de resistencia de flexión del concreto tradicional.

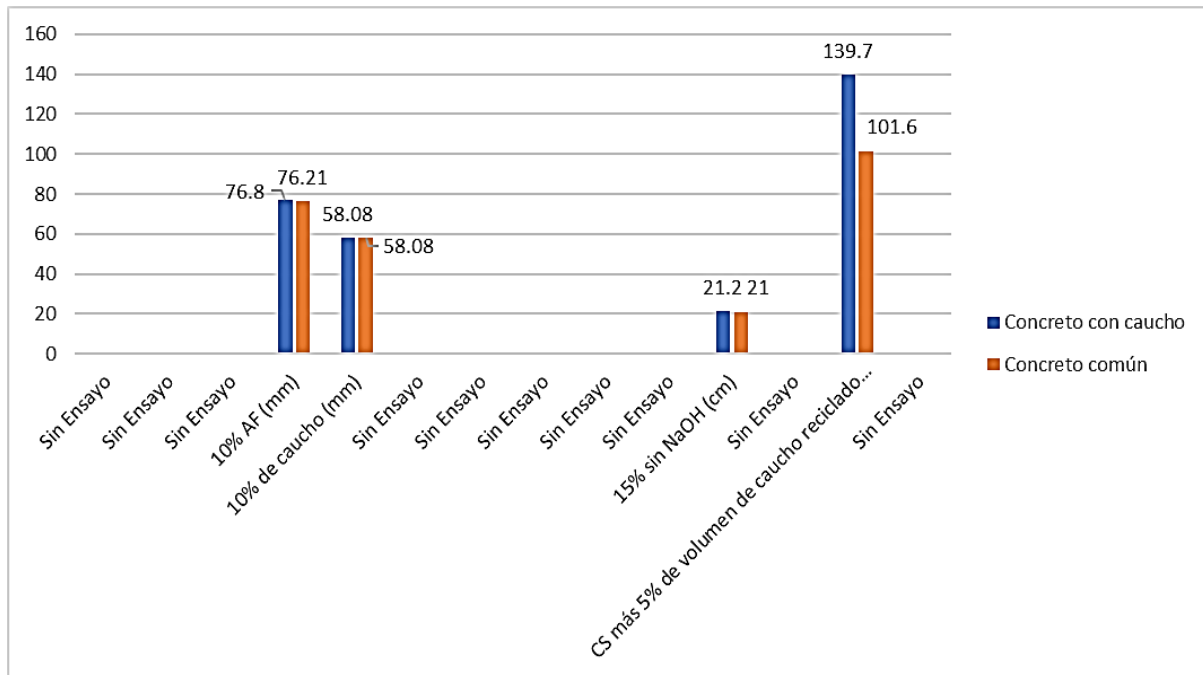
**Tabla 28**
*Datos obtenidos de los ensayos de permeabilidad de las fichas.*

N°	Permeabilidad de muestra convencional	Dosificación óptima de adición	Permeabilidad de muestra modificada
Ficha N°1 (0%)		Sin Ensayo	
Ficha N°2 (0%)		Sin Ensayo	
Ficha N°3 (0%)		Sin Ensayo	
Ficha N°4 (0%)	76.21	10% AF (mm)	76.8
Ficha N°5 (0%)	58.08	10% de caucho (mm)	58.08
Ficha N°6 (0%)		Sin Ensayo	
Ficha N°7 (0%)		Sin Ensayo	
Ficha N°8 (0%)		Sin Ensayo	
Ficha N°9 (0%)		Sin Ensayo	
Ficha N°10 (0%)		Sin Ensayo	
Ficha N°11 (0%)	21	15% sin NaOH (cm)	21.2
Ficha N°12 (0%)		Sin Ensayo	
Ficha N°13 (0%)	101.6	CS más 5% de volumen de caucho reciclado (CS5CR) (mm)	139.7
Ficha N°14 (0%)		Sin Ensayo	

Nota: Se brinda valores de permeabilidad de las fichas que han realizado dicho ensayo, específicamente de la ficha 4, 5, 11 y 13 .

La tabla 28 muestra los datos obtenidos por el ensayo de trabajabilidad y revenimiento de las fichas N°1 a la N°14, separándola en los datos obtenidos por el ensayo al concreto tradicional y el concreto con caucho añadido, comparándolas y escogiendo al que menor margen de error posee. Como podemos observar, el valor obtenido por los ensayos de la ficha N°4, N°5, N°11 y N°13 al concreto tradicional fueron 76.21 mm, 58.08 mm, 21 cm y 101.6 mm, respectivamente. Mientras que, los valores obtenidos por el concreto con caucho como aditivo fueron 76.8 mm, 58.08 mm, 21.2 cm y 139.7 mm, respectivamente.





*Figura 8.* Comparación de los resultados obtenidos del ensayo de trabajabilidad y revenimiento, entre el concreto común y el concreto de caucho con característica más parecida.

En la figura, se muestran los resultados obtenidos por el ensayo de permeabilidad en los informes y artículos seleccionados para la investigación. Se muestra los resultados de la ficha N°1 hasta la N°14. Únicamente, las fichas N°4, N°5, N°11 y N°13 evaluaron el grado de permeabilidad de agua, encontrándose que la adición con 15% de caucho sin NaOH tiene el menor margen de diferencia con respecto al valor de permeabilidad del concreto tradicional.

### **3.4. Elaboración del Manual de procedimiento constructivo.**

El Manual del procedimiento constructivo del uso del neumático triturado como material ecológico alternativo para elaboración de concreto se puede evidenciar en el Anexo 07, en la cual se detalla el entregable brindado como un aporte de gran importancia, ya que, realiza un resumen de las consideraciones básicas para la elaboración de un concreto ecológico con neumático triturado como alternativa ecológica en la construcción.

### **3.5. Procedimientos específicos para la utilización del caucho en construcción.**

El procedimiento que tendrá que ser seguido para el uso del neumático triturado, será el siguiente:

1. Se tendrá que seleccionar de forma previa, la cantidad de llantas necesaria para poder ser evaluadas y empleadas en el procedimiento de trituración.
2. De las llantas con las que se cuente, tendrán que ser seleccionadas, aquellas que no cuenten con un nivel de deterioro significativo, si es que se cuentan con llantas rasgadas o que cuentan con niveles irregulares, tendrán que ser eliminadas esas partes, con la finalidad de contar con un insumo lo más regular posible.
3. Las llantas seleccionadas, tendrán que pasar por un proceso de lavado, en donde se usará agua y algún compuesto detergente; así como, un raspado entre los bordes de las llantas, con la finalidad de eliminar cualquier tipo de residuos o piedras, ubicadas entre las hendiduras de las mismas llantas.
4. Posterior al lavado, se tendrá que pasar por el proceso de triturado mecánico, escogiendo el tamaño de las partículas de caucho.
5. Después de este procedimiento, se pasará por un segundo lavado y posterior secado, para que el uso de este, pueda conllevar a la incorporación en el concreto.

6. Cabe señalar que se tendrán que realizar los siguientes ensayos físicos: peso unitario suelo, peso unitario compactado, peso específico, humedad, absorción, granulometría y módulo de finura.

## CAPÍTULO 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusión

Esta investigación, mediante esta recopilación de diversas investigaciones con el fin de ampliar más el conocimiento sobre el empleo del caucho de neumáticos como material ecológico, en este caso, como material adicinante en el concreto, permite resaltar que en la investigación de Hernández (2018), la adición de fibras de pedazos de neumáticos en un 5%, es el porcentaje más óptimo, las cuales evidencia una mejora en su resistencia a la compresión. En el caso de la investigación de Barra y Royano (2016), resultó ser más eficiente la adición también del 5% pero como sustitución o en reemplazo del agregado grueso. Venegas (2016), mediante la incorporación de caucho triturado como reemplazo del agregado fino en un 5% hasta la obtención de granos de 8 a 10mm, al igual de la investigación de Tapia y Ramírez (2018), quienes trituraron el caucho para obtener mejoras en su mezcla de concreto. A diferencia de, Guzmán y Guzmán (2015), quienes agregaron en un 5% de caucho en reemplazo de agregado fino, se determinó que también fue su porcentaje de adición más óptimo con respecto a los otros porcentajes evaluados.

De esta manera, se logró determinar que, ocho investigaciones lograron alcanzar dosificaciones más óptimas con la adición del 5% de adición de caucho, como sustitución del agregado grueso o agregado fino, o en reemplazo al azar, determinando de esta manera, que este porcentaje de adición es aquel que permite adoptar al concreto un mejor comportamiento mecánico, específicamente en su resistencia a la compresión.

En el caso de otras investigaciones,

Farfán y Leonardo (2018) han señalado que las características del caucho triturado para la fabricación del concreto ecológico debe contar con un diámetro de las partículas, de máximo

10 mm y mínimo de 0.50 mm, dependiendo principalmente, en reemplazo que se quiera ofrecer, en cuanto al agregado grueso. Así mismo, es que se puede especificar que el tipo de obtención del caucho reciclado, es por medio de la trituración y por medio de la pulverización. Mientras que, Bastidas y Viñán (2017), recomiendan el uso de la trituración, para obtener resistencias a la compresión más óptimas, por ello, es necesario contar con un caucho en formas angulares en porcentaje de reemplazo más eficiente del 5% de adición.

Los principales contenidos que deberán de estar considerados en el manual de procedimiento constructivo del uso del neumático triturado, son los siguientes: glosario de términos importantes, normativa técnica vigente, características de los agregados, procedimientos de fabricación del concreto ecológico y recomendaciones importantes. Dentro de estos contenidos, es que se puede evidenciar la presencia de procedimientos importantes y con un nivel de especificidad, en cuanto a las formas, que tiene que ser complementado con los principales requisitos de calidad emitidos por la normativa vigente, en cuanto a nivel de limpieza, forma, criterios de diseño, entre otros. Peláez et al. (2017) han señalado que, un manual de procedimiento constructivo, no solo se basa en explicar una determinada serie de pasos que tendrán que ser realizados de forma consecutiva, para poder alcanzar al diseño de un elemento determinado, sino que exponer sus afirmaciones, mediante pruebas técnicas y determinadas recomendaciones que tendrán que ser tomadas en cuenta, para la correcta elaboración de un concreto ecológico.

Para finalizar, el procedimiento que tendrá que ser seguido para la elaboración de neumático triturado, deberá de contar con un adecuado procedimiento de pre selección, limpieza y triturado; así como, la realización de los ensayos físicos, con el objetivo final, de que se pueda alcanzar a caracterizar al agregado reciclado, para el posterior diseño de mezcla. Ha sido de esta forma, en la que, Ordóñez et al. (2019), han señalado que ha sido de suma importancia

para la investigación, el contar con la caracterización del agregado, con la finalidad de que se pueda realizar el diseño de mezclas adecuado, en donde se permita alcanzar la resistencia de diseño máxima.

Después de haber revisado y comparado diversas investigaciones, con diferentes aportes innovadores de la utilización del caucho en el concreto, esta investigación deja como **implicancia**, un manual que contiene toda la información necesaria para aquellas personas interesadas en contar una alternativa de gran importancia técnica, económica y ambiental como el concreto con adición de caucho reciclado. Este documento brinda de manera específica la normativa, materiales, procedimiento constructivo y formas de obtención del residuo de estudio.

Además de ello, la **implicancia** de estudiar la influencia de este material residuo en la mezcla de concreto ha permitido obtener el porcentaje óptimo de adición, brindando así un aporte de gran relevancia para la sociedad, bajo un estudio comparativo y detallado del comportamiento mecánico del concreto convencional sin adición y concreto ecológico como propuesta sostenible mediante la obtención de un material innovador mediante la reutilización de estos residuos.

En base a lo señalado, esta investigación ha permitido brindar grandes aportes en el área de la ingeniería civil. Sin embargo, se ha evidenciado grandes **limitaciones** durante el desarrollo de esta misma, ya que, gran parte de las investigaciones elegidas de estudio, se han centrado en realizar un buen procedimiento constructivo en la elaboración del concreto ecológico con la adición del caucho, más no de recopilación de las propiedades que cuenta este material residuo como tal, tomando como centro de estudio la evaluación de su resistencia a la compresión, dejando de lado otras propiedades como densidad, resistencia a la flexión, resistencia a la tracción, entre otros.

Otra de las **limitaciones** que se ha evidenciado de manera considerable durante el desarrollo de esta tesis, ha sido la poca variación de porcentajes de estudio, coincidiendo en la mayoría de estudios porcentajes iguales o cercanos a 5%, 10%, 15% y 20%, lo que no permite tener mayor información de porcentajes diferentes, y así determinar el comportamiento también con porcentajes lejanos a los más comunes.

#### 4.2. Conclusiones

Se concluye, que la hipótesis planteada, es correcta, al considerarse que sí es factible la elaboración de un manual del proceso de construcción del uso del neumático triturado como un material de construcción ecológico para el concreto, ya que, se convierte en un guía de total importancia para la sociedad, permitiendo determinar no solo el procedimiento detallado sino también dosificaciones que brinda como alternativas para obtener en el concreto ecológico un buen comportamiento mecánico.

- Se realizó una revisión bibliográfica detallada de 10 tesis y 14 artículos científicos que comprendió gran información respecto a los procesos constructivos en el uso de neumático triturado como un material de construcción ecológico y su implicancia que presenta este material en su comportamiento mecánico. De esta manera, se determinó que fueron ocho investigaciones que obtuvieron dosificaciones más óptimas de adición, brindando así el concreto ecológico una buena resistencia a la compresión. Sin embargo, no se han logrado evidenciar mayor información al proceso constructivo de la elaboración del concreto con adición de caucho reciclado, teniendo como **limitación**, la falta de información técnica del producto residuo, y así analizar con mayor sustento la influencia de los componentes del caucho en su comportamiento del concreto.
- El proceso constructivo identificado para la fabricación del concreto se puede dividir en las siguientes etapas: selección previa de los agregados, el diseño de mezcla, la fabricación de

concreto y la conformación del concreto en estado fresco, para su posterior vibrado, curado y endurecimiento. Sin embargo, se consideró como **limitación**, la falta de variación en porcentajes elegidos de adición de caucho reciclado, coincidiendo en la mayoría de investigaciones, porcentajes similares a 5%, 10%, 15% y 20%, no contando con mayor información de porcentajes mayores a los mencionados.

- La **implicancia** de la incorporación de caucho triturado, está comprendido con el tamaño mínimo de partículas de 0.50 mm y un máximo de 10 mm, reemplazando un promedio del 5% del agregado grueso; así como, la obtención del caucho, por medio de la trituración mecánica. Además, es importante considerar su nivel de limpieza elevado, evitando de esta forma, la contaminación de la mezcla de concreto.
- El producto de una recopilación detallada de información, interpretación y comparación de las investigaciones elegidas de estudio, ha logrado una **implicancia** de gran importancia, en la elaboración de un manual que cuenta con su objetivo general, normativa legal peruana vigente, glosario de términos básicos, descripción general, procedimientos especificados, dosificaciones óptimas, conclusión y las recomendaciones necesarias, no solo para alcanzar buenos resultados, en cuanto al diseño de mezcla y/o resistencia a la compresión, sino para poder garantizar la conformación del concreto in situ, de forma adecuada.
- Los procedimientos con la incorporación del caucho en el concreto, se encuentra en la preselección, el lavado del caucho, el triturado mecánico y el re lavado del objeto de estudio; así como, la determinación de las propiedades físicas, en cuanto a la posibilidad de realización del diseño de mezcla.



## REFERENCIAS

- Aizpurúa, L.; Moreno, G. y Caballero, K. (2018). Estudio del concreto de alta resistencia con el uso de cenizas de materiales orgánicos y polímeros. *Revista de Tecnológico*, 14 (2); 29 – 37. Recuperado de <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/id-tecnologico/article/view/2071/3026>
- Albano, C.; Camacho, N.; Hernández, M.; Bravo, A. y Guevara, H. (2008). Estudio de concreto elaborado con caucho de reciclado de diferentes tamanos de particulas. *Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela*, 23 (1), 24 – 26. Recuperado de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-40652008000100005](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-40652008000100005)
- Barra, M., y Royano, V. (2016). *Estudio de propiedades físico mecánicas y durabilidad del hormigón con caucho* (Informe de pregrado). Universidad Politécnica de Cataluña: Cataluña.
- Bastidas, P. y Viñán, M. (2017). *Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del hormigón elaborado con partículas de caucho de neumáticos reciclados* (Informe de pregrado). Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito: Quito. Recuperado de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14667/1/UPS%20-%20ST003269.pdf>
- Cabanillas, E. (2017). *Comportamiento físico mecánico del concreto hidráulico adicionado con caucho reciclado* (Informe de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca: Cajamarca.
- Cardobe, S. (2018). *El Concreto y su Resistencia en la Construcción* (Informe de pregrado). Universidad Nacional de Colombia: Colombia.
- Castro, G. (2018). *Reutilización, reciclado y disposición final de neumáticos* (Informe de pregrado). Universidad Nacional de Colombia: Colombia.

- Chan, J.; Solís, R. y Morena, E. (2003). Influencia de los agregados pétreos en las características del concreto. *Revista Ingeniería*, 1 (2), 39 – 46. Recuperado de [https://www.researchgate.net/profile/Romel\\_Solis/publication/294582073\\_Influencia\\_de\\_los\\_agregados\\_petros\\_en\\_las\\_caracteristicas\\_del\\_concreto\\_Romel\\_Solis/links/56c39b2808aee3dcd416673e/Influencia-de-los-agregados-petros-en-las-caracteristicas-del-concreto-Romel-Solis.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Romel_Solis/publication/294582073_Influencia_de_los_agregados_petros_en_las_caracteristicas_del_concreto_Romel_Solis/links/56c39b2808aee3dcd416673e/Influencia-de-los-agregados-petros-en-las-caracteristicas-del-concreto-Romel-Solis.pdf)
- Estrada, J. (2016). *Estudio De Propiedades Físico Mecánicas Y De Durabilidad Del Hormigón Con Caucho* (Informe de posgrado). Universidad Politécnica de Catalunya: España. Recuperado de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/85500/TESIS%20DE%20MASTERR.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Farfán, M. y Leonardo, E. (2018). Caracterización morfológica de agregados para concreto mediante el análisis de imágenes. *Revista de ingeniería de construcción*, 33 (3), 12 – 19. Recuperado de [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-50732018000300241](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732018000300241)
- Farfán, M. y Leonardo, E. (2018). Caucho reciclado en la resistencia a la compresión y flexión de concreto modificado con aditivo plastificante. *Revista de Ingeniería de Construcción*, 33 (3), 241 – 250. Recuperado de [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0718-50732018000300241&lng=es&nrm=iso](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0718-50732018000300241&lng=es&nrm=iso)
- Flores, C.; Rodríguez, S. Cárdenas, A. y Guarneros, O. (2013). Evaluación mecánica de concreto y de corrosión en mortero con partículas de neumático reciclado. *Revista de*

Archives, 3 (3), 1 – 34. Recuperado de  
<https://revistaalconpat.org/index.php/RA/article/view/54>

Guzmán, E., y Guzmán, E. (2015). *Sustitución de los áridos por fibras de caucho de neumáticos reciclados en la elaboración de concreto estructural en Chimbote-2015* (Informe de pregrado). Universidad Nacional de Santa: Huancavelica.

Hernández, H. y Sánchez, H. (2015). *Comportamiento Mecánico De Una Mezcla Para Concreto Usando Neumáticos Triturados Como Reemplazo Del 15%, 25% Y 35% Del Volumen Del Agregado Fino Para Un Concreto Con Fines De Uso Estructural* (Informe de pregrado). Universidad Católica de Colombia: Colombia. Recuperado de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2937/4/TRABAJO%20DE%20GRADO%20COMPORTAMIENTO%20MEC%C3%81NICO%20DE%20UNA%20MEZCLA%20PARA%20CONCRETO%20.pdf>

Hernández, H. y Sánchez, H. (2016). *Comportamiento Mecánico De Una Mezcla Para Concreto Usando Neumáticos Triturados Como Reemplazo Del 15%, 25% Y 35% Del Volumen Del Agregado Fino Para Un Concreto Con Fines De Uso Estructural*. *Revista de la Universidad Católica de Colombia*, 1 (1), 1 – 4. Recuperado de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2937/6/ARTICULO%20COMPORTAMIENTO%20MEC%C3%81NICO%20DE%20UNA%20MEZCLA%20PARA%20CONCRETO.pdf>

Ledezma, F., y Yauri, W. (2018). *Diseño de mezcla del concreto para elaboración de adoquines con material reciclado de neumáticos en la provincia de Huancavelica* (Informe de pregrado). Universidad Nacional de Huancavelica: Huancavelica.

- Maldonado, M.; Blanco, J. y Ángel, S. (2018). Análisis de la influencia del uso de caucho reciclado tratado con NaOH usado como adición en concreto normal. *Revista de la Pontificia Universidad Javeriana*, 1 (1), 12 – 18. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/303485821\\_Analisis\\_de\\_la\\_influencia\\_del\\_uso\\_de\\_caucho\\_reciclado\\_tratado\\_con\\_NaOH\\_usado\\_como\\_adicion\\_en\\_concreto\\_normal](https://www.researchgate.net/publication/303485821_Analisis_de_la_influencia_del_uso_de_caucho_reciclado_tratado_con_NaOH_usado_como_adicion_en_concreto_normal) Analysis of the influence of the use of recycled rubber treated with NaOH as an admixture i
- Nazer, A.; Honores, A.; Chulak, P. y Pavez, O. (2018). Hormigón Sustentable Basado En Fibras De Neumáticos Fuera De Uso. *Revista de Int. Contam. Ambien.*, K35 (3), 723 – 729. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/334869123\\_HORMIGON\\_SUSTENTABLE\\_BASADO\\_EN\\_FIBRAS\\_DE\\_NEUMATICOS\\_FUERA\\_DE\\_USO](https://www.researchgate.net/publication/334869123_HORMIGON_SUSTENTABLE_BASADO_EN_FIBRAS_DE_NEUMATICOS_FUERA_DE_USO)
- Ordóñez, M.; Loor, F. y Salvatierra, A. (2019). Análisis comparativo del comportamiento mecánico del hormigón tradicional vs. hormigón con inclusión de caucho reciclado. *Revista de Anales de Edificación*, 5 (2), 9 – 13. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/338060317\\_Analisis\\_comparativo\\_del\\_comportamiento\\_mecanico\\_del\\_hormigon\\_tradicional\\_vs\\_hormigon\\_con\\_inclusion\\_de\\_caucho\\_reciclado](https://www.researchgate.net/publication/338060317_Analisis_comparativo_del_comportamiento_mecanico_del_hormigon_tradicional_vs_hormigon_con_inclusion_de_caucho_reciclado) Comparative analysis of the mechanical behavior of traditional concrete vs concr
- Orozco, M.; Avila, Y.; Restrepo, S. y Parody, A. (2018). Factores influyentes en la calidad del concreto: una encuesta a los actores relevantes de la industria del hormigón. *Revista ingeniería de construcción*, 33 (2), 1 – 24. Recuperado de [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-50732018000200161](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732018000200161)

- Pelaez, G.; Velásquez, S. y Giraldo, D. (2017). Aplicaciones De Caucho Reciclado: Una Revisión De La Literatura. *Revista de Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 27 (2), 27 – 50. Recuperado de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0124-81702017000200027&script=sci\\_abstract&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0124-81702017000200027&script=sci_abstract&tlng=es)
- Rómel, S. (2018). *Influencia de los agregados pétreos en las características del concreto* (Informe de pregrado). Universidad Nacional de Colombia: Colombia.
- Siddique, R. y Naik, T. (2008). Propiedades del concreto conteniendo neumático de caucho. *Revista de SciencDirect*, 1 (1), 1 – 10. Recuperado de [https://portal.uah.es/portal/page/portal/GP\\_EPD/PG-MA-ASIG/PG-ASIG-200637/TAB42359/Hormigon%20con%20caucho%20\(debora%20vieira\).pdf](https://portal.uah.es/portal/page/portal/GP_EPD/PG-MA-ASIG/PG-ASIG-200637/TAB42359/Hormigon%20con%20caucho%20(debora%20vieira).pdf)
- Suárez, I., y Mujica, E. (2016). *Bloques de concreto con material reciclable de caucho para obras de edificación* (Informe de pregrado). Universidad Nacional de San Antonio Abad de Cusco: Cusco.
- Tapias, J., y Ramírez, S. (2018). *Evaluación del comportamiento mecánico de un concreto no convencional adicionando caucho reciclado* (Informe de pregrado). Universidad de Ibagué: Ibagué.
- Valencia, J.; González, A. y Arbelaez, O. (2019). Evaluación de las propiedades mecánicas de concretos modificados con micro esferas de vidrio y residuos de llantas. *Revista de Lámparos*, 1 (1), 12 – 19. Recuperado de <https://www.funlam.edu.co/revistas/index.php/lampsakos/article/view/3283>
- Valencia, J.; González, A. y Arbeláez, O. (2019). Evaluation of the mechanical properties of modified concretes with glass microspheres and tire debris. *Revista de Lámpakos*, 22 (1), 16 – 26. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/268187878.pdf>

Venegas, L. (2016). *Evaluación Del Comportamiento Del Grano De Caucho De Llanta Reciclada En La Producción De Concreto Para La Empresa Argos* (Informe de pregrado). Fundación Universidad De América: Bogotá. Recuperado de <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/432/1/6112739-2016-2-IQ.pdf>




Vernales, F. (2018). *Estudio del caucho en la construcción* (Informe de pregrado). Universidad Nacional de Colombia: Colombia.

Witoszek, B. (2018). *Hormigón con fibras de caucho de recuperación de neumáticos usados y de polipropileno diseño del firme de hormigón de caucho* (Informe de pregrado). Universidad Nacional de Colombia: Colombia.




Witoszek, B.; Hernández, F.; Alonso, M.; Bollati, M.; Parga, B.; Barluenga, G. y Benito, C. (2004). Hormigón con fibras de caucho de recuperación de neumáticos usados y de polipropileno diseño del firme de hormigón de caucho. *Revista de Congreso Nacional de Firmes*, 1 (1), 1 – 15. Recuperado de <https://www.aecarretera.com/congresos/CL26.pdf>

## ANEXOS

### Anexo 1 Formato de Ficha Resumen

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	Tesis: “EVALUACIÓN DE USO DEL NEUMÁTICO TRITURADO COMO UN MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN ECOLOGICO PARA EL CONCRETO, CAJAMARCA 2020”	
	Ficha Resumen	
Título de la investigación:	Número de ficha N°:	
Editorial	Tesisista : Marco Antonio Diaz Cotrina	
Autor	Asesor :Anita Elizabet Alva Sarmiento	
Año		
Objetivos:		
Procedimiento :		
Resultados		
Conclusiones		
Aporte		
Observaciones:		
Responsable de La ficha		Asesor
		
Nombre: Marco Antonio Diaz Cotrina		Nombre: Anita Elizabet Alva Sarmiento
Fecha: 20/11/2020		Fecha: 20/11/2020

## Anexo 2 Formato de Guía de Observación.



 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	Tesis: "EVALUACIÓN DE USO DEL NEUMÁTICO TRITURADO COMO UN MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICO PARA EL CONCRETO, CAJAMARCA 2020"			
	Guía de Observación			
	Número de Guía N°:			
	Tesisista : Marco Antonio Diaz Cotrina			
	Asesor: Anita Elizabet Alva Sarmiento			
Título :				
Autor:				
Año:	Fecha:	Fuente:		
Tipo :	País:	Ciudad:		
Editorial:				
<b>Descripción</b>				
	<b>SI</b>	<b>DUDOSO</b>	<b>NO</b>	
La revisión es relevante para el problema de estudio.				
La revisión refleja información sobre antecedentes del problema, necesaria para apoyar la justificación del estudio.				
Las referencias citadas en el texto a articulo están documentadas y son actuales.				
La relación del problema de investigación es directa y clara.				
La revisión presenta una gama de experiencias, teorías y opiniones con puntos de vista diversos y complementarios sobre el problema.				
La revisión identifica, desde la literatura, importantes vacíos de información sobre el problema.				
La organización de la revisión es lógica, según categorías y fecha de publicación.				
La revisión es mucho más que una manera lista ordenada de citas, cada referencia tiene una justificación, su lugar es determinante y en ningún caso arbitrario.				
Las referencias son actualizadas				
Observaciones:				
Responsable de La ficha			Asesor	
				
Nombre: Marco Antonio Diaz Cotrina			Nombre: Anita Elizabet Alva Sarmiento	
Fecha: 20/11/2020			Fecha: 20/11/2020	




**Anexo 3 Formato de Tabla de Selección.**


Tesis: “EVALUACIÓN DE USO DEL NEUMÁTICO TRITURADO COMO UN MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICO PARA EL CONCRETO, CAJAMARCA 2020”				
Tabla de Selección				
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	Número de Tabla N°:			
	Tesisista : Marco Antonio Díaz Cotrina			
	Asesor: Anita Elizabet Alva Sarmiento			
	Título :			
	Autor:			
Año:		Fecha:		Fuente:
Tipo :		País:		Ciudad:
Editorial:				
#	TITULO	AUTOR	AÑO	FUENTE
Observaciones:				
Responsable de La ficha		Asesor		
				
Nombre: Marco Antonio Diaz Cotrina		Nombre: Anita Elizabet Alva Sarmiento		
Fecha: 20/11/2020		Fecha: 20/11/2020		


### Anexo 4 Fichas de recolección de datos


Tesis: "EVALUACIÓN DE USO DEL NEUMÁTICO TRITURADO COMO UN MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICO PARA EL CONCRETO, CAJAMARCA 2020"							
Ficha Técnica							
Tesista: Marco Antonio Diaz Cotrina							
Asesor: Anita Elizabet Alva Sarmiento							
<b>Nº Ficha</b>							
<b>Título</b>							
<b>Autor(es)</b>							
<b>Institución</b>							
<b>Curva granulométrica - AF</b>				<b>Curva granulométrica - AG</b>			
<b>Tamiz (mm)</b>	<b>% Pasa</b>			<b>Tamiz (mm)</b>	<b>% Pasa</b>		
0.063				0.063			
0.125				1			
0.25				2			
0.5				6			
1				8			
2				9			
4				10			
6				13			
8				16			
				18			
				20			
				25			
<b>Cemento</b>							
<b>Forma de obtención el caucho</b>							
<b>Diseño de mezcla</b>							
Material	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV	Mezcla V	Mezcla VI	Mezcla VII
Cemento							
Agregado grueso							
Agregado fino							
Agua							
Caucho							
<b>Resistencia a la compresión</b>							
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV	Mezcla V	Mezcla VI	Mezcla VII
Resultados							
<b>Resistencia a la flexión</b>							
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV	Mezcla V	Mezcla VI	Mezcla VII
Resultados							
<b>Densidad</b>							
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV	Mezcla V	Mezcla VI	Mezcla VII
Resultados							
<b>Absorción</b>							
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV	Mezcla V	Mezcla VI	Mezcla VII
Resultados							
<b>Porosidad</b>							
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV	Mezcla V	Mezcla VI	Mezcla VII
Resultados							
<b>Absorción por capilaridad</b>							
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV	Mezcla V	Mezcla VI	Mezcla VII
Resultados							
Observaciones:							
<b>Responsable de La ficha</b>				<b>Asesor</b>			
							
Nombre: Marco Antonio Diaz Cotrina				Nombre: Anita Elizabet Alva Sarmiento			
Fecha: 20/11/2020				Fecha: 20/11/2020			


## Anexo 5 Fichas resúmenes


 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	<p>“EVALUACIÓN DE USO DEL NEUMÁTICO TRITURADO COMO UN MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICO PARA EL CONCRETO, CAJAMARCA 2020”</p>
	Ficha Resumen
Número de ficha N°: 1	
Nombre del Tesis: Marco Antonio Díaz Cotrina	
Título de la investigación:	Estudio de concreto elaborado con caucho de reciclado de diferentes tamaños de partícula
Editorial	Scielo
Autor	C. Albano N. Camacho M. Hernández
Año	2008
Objetivos:	Analizar la afectación que tiene la adición de raspadura de bandas de neumáticos, en compuestos de concreto
Procedimiento	Se han elaborado probetas de concreto tradicional, mediante el uso de arena sílice como agregado fino, piedra de 2.54 cm, como agregado grueso y cemento Portland Tipo 1. Además, se elaboró mezcla de concreto con adiciones de caucho, con una relación a/c de 0.45, haciendo uso de caucho al 5% de reemplazo en peso, de la arena fina y 5% de reemplazo en peso de la piedra chancada. Los ensayos fueron realizados a cuatro muestras de concreto, a los 28 días de curado. Los ensayos realizados fueron la resistencia a la compresión del concreto, la resistencia a la tracción del concreto, porosidad del concreto, comportamiento de losa al ser fracturada, velocidad de pulso ultrasónica, módulo dinámico e impedancia acústica.
Resultados	Los resultados indicaron que la muestra que obtuvo una mayor resistencia a la compresión fue el concreto tradicional en primer lugar (30 MPa), siendo seguida por la muestra con 5% de caucho colocado al aza (27 MPa). Con respecto a la resistencia a la tracción, el concreto normal obtuvo una resistencia de 2.50 Mpa y el concreto al azar al 5%, una resistencia de 2.30 MPa. Al adicionar caucho a la mezcla, no se ha producido una segregación de los resultados. La losa fracturada de concreto tradicional, ha tenido una fractura diagonal; mientras que la muestra con 5% de caucho, ha tenido una fractura de tipo longitudinal. La velocidad de pulso ultrasónico, ha demostrado mejores resultados en la mezcla con caucho al azar, alcanzando un valor de 4250 m/s, en comparación a los 4150 m/s del concreto normal. Lo mismo ha sucedido con el módulo dinámico, en donde el concreto normal y el concreto con 5% de caucho, obtuvo un valor de 43000 MPa, así como el valor de impedancia acústica, alcanzando un 10000000 kg/m <sup>2</sup> s en ambos casos.
Conclusiones	La resistencia que ha demostrado el caucho con tamaños distintos al 5%, en cuanto a la resistencia a la compresión y tracción, ha sido superior que aquella desarrollada por el reemplazo del caucho con tamaño similares, en la arena y en la piedra chancada. Esto se debe a los huecos que han quedado por la variación de tamaños en las partículas de caucho agregados. En base a lo mencionado, la investigación ha demostrado que sí es factible emplear caucho al 5%, con tamaños variables, debido a que no se llega a deteriorar la resistencia del concreto, de manera significativa.
Aportes	La investigación ha demostrado que la afectación que tiene el caucho en las mezclas de concreto, no varía significativamente la resistencia y las propiedades generales del material, por ende, es posible que se puedan reducir los costos de producción y generar ahorros en cuanto a los agregados empleados, corroborando la finalidad ecológica que se le puede dar a este elemento.

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	<b>MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICO PARA EL CONCRETO, CAJAMARCA 2020”</b>
	Ficha Resumen
	Número de ficha N°: 2
	Nombre del Tesis: Marco Antonio Diaz Cotrina
Título de la investigación:	Propiedades del concreto conteniendo neumático de caucho
Editorial	Science Direct
Autor	R. Siddique T. R. Naik
Año	2009
Objetivos:	Determinar las propiedades del concreto, mediante la contención de caucho de neumático
Procedimiento	En base a la eliminación de más de 270 millones de neumáticos, el autor ha pretendido emplear caucho reciclado de las llantas de los diferentes vehículos en desuso, con la finalidad de que sea usado como agregado fino para la fabricación del asfalto. Así mismo, se ha planteado la idea de emplear caucho granulado como un aglomerante asfáltico.
Resultados	Los resultados han demostrado que el aplicar partículas de caucho en la fabricación de mortero, se permitió la generación de mejores propiedades que un mortero convencional; además de un mayor contenido de aire, que trae como consecuencia un menor peso de la mezcla. Con respecto a la dureza de esta, cabe señalar que el tamaño, la proporción y la textura superficial de los elementos mezclados, ha tenido una afectación directa en la resistencia a la compresión, llegando a reducirla en gran medida. Además, el encogimiento de la mezcla se ve mermado por la colocación de caucho trozado, generando de manera complementaria, una mejor resistencia al impacto. Sin embargo, no se ha visto ninguna mejora en la resistencia al congelamiento, en mezclas de 10%, 20% y 30% de caucho cribado.
Conclusiones	Los resultados han demostrado que el caucho en trozos generó una afectación negativa a la resistencia a la compresión del concreto; sin embargo, existen muchas propiedades adicionales que se han visto mejoradas, tales como: una densidad menor, un mejor aislamiento acústico, una mayor ductilidad y una mejor dureza. Así mismo, sus mejores propiedades se han visto reflejadas en la fabricación de mortero.
Aportes	Los resultados han demostrado que el uso del concreto mezclado con asfalto, podría ser usado para la fabricación de un mortero con mejores propiedades; así mismo, se debe de rescatar la posibilidad de que sea empleado en edificios, como un buen aislante acústico y/o como barreras Jersey, por su alta durabilidad y mejoras en cuanto al impacto, mediante una reducción del agrietamiento.


<b>MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICO PARA EL CONCRETO, CAJAMARCA 2020”</b>	
<b>Ficha Resumen</b>	
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	Número de ficha N°: 3
	Nombre del Tesis: Marco Antonio Diaz Cotrina
Título de la investigación:	Análisis de la influencia del uso de caucho reciclado tratado con NaOH usado como adición en concreto normal (SciELO)
Editorial	SciELO
Autor	M. Maldonado J. Blanco S. Ángel
Año	2016
Objetivos:	Analizar el efecto que tiene el caucho triturado, producto del raspado de llantas, que ha pasado por un proceso de tratamiento en solución de NaOH
Procedimiento	Se han evaluado probetas con una edad de 14 días, analizando tres ensayos específicos: resistencia a la compresión, resistencia a la tracción indirecta y resistencia a la flexión. Además de ello, se ha analizado el módulo de elasticidad de tres muestras, una muestra normal, una muestra con 15% de caucho y otra con 15% de caucho tratado con NaOH.
Resultados	Los resultados han demostrado que la resistencia de la muestra de concreto fue de 16.44 MPa, la del caucho al 15%, de 9.106 MPa y la del caucho con NaOH, fue de 10.923 MPa. Así mismo, se debe señalar que la resistencia a la flexión tuvo resultados similares, concreto normal (0.837 MPa), concreto con caucho al 15% (0.773 MPa) y concreto con caucho y NaOH (0.754 MPa). Mientras que el módulo de elasticidad que ha desarrollado el concreto normal, ha sido de 28 766.372 MPa, el módulo desarrollado por el caucho al 15% y NaOH, fue de 20 216.520 MPa y el módulo de elasticidad desarrollado por el concreto con caucho al 15%, fue de 19 278.313 MPa. Además, la resistencia a la tracción ha demostrado valores similares, en donde el concreto normal (0.017 MPa) superó al concreto con caucho y NaOH (0.012 MPa) y este al concreto con caucho al 15% (0.011 MPa).
Conclusiones	Los resultados indicaron que el adicionar caucho a una mezcla de concreto, se perjudicó su resistencia en menos del 50%, generando de esta forma la no recomendación de la mezcla de caucho en cantidades del 15%. Así mismo, se ha podido demostrar que el tratamiento que se ha dado con NaOH, ha generado una mejora en cuanto a su resistencia a la compresión y tracción.
Aportes	La investigación ha demostrado efectos adversos de la resistencia del concreto, en cuanto se ha adicionado caucho triturado al 15%. Esto se debe a que tiende a ser mucho porcentaje de reemplazo, en comparación con los añadidos por otras investigaciones, que suelen ser del 5%. Así mismo, se rescata la idea de tratar a los trozos de caucho con NaOH, con la finalidad de mejorar sus propiedades de resistencia a la compresión y tracción.


 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	<b>MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICO PARA EL CONCRETO, CAJAMARCA 2020”</b>
	Ficha Resumen
	Número de ficha N°: 4
	Nombre del Tesis: Marco Antonio Diaz Cotrina
Título de la investigación:	Factores influyentes en la calidad del concreto: una encuesta a los actores relevantes de la industria de hormigón
Editorial	Scielo
Autor	M. Orozco Y. Ávila S. Restrepo
Año	2018
Objetivos:	Determinar los factores que influyen en obtener un concreto con alta calidad
Procedimiento	Con la finalidad de demostrar y analizar cuáles son los factores que determinan la calidad del concreto, fue que se aplicó una encuesta por ponderación, dirigida hacia los principales actores en la fabricación de concreto, teniendo la característica de tener una cantidad amplia de años de experiencia, mediante los cuales se ha hecho uso del método jerárquico, para determinar el orden de prelación de cada factor.
Resultados	Los resultados indicaron que los factores que más afectaron a la calidad del concreto, han sido, ordenados en orden de prelación: el medio ambiente, los métodos de fabricación, los materiales, la maquinaria y la mano de obra. El medio ambiente tiene una gran influencia, debido a que un mal clima, puede llegar a generar pérdidas o ganancias en la humedad de los agregados, así mismo la temperatura puede hacer retardar el secado del concreto, entre otras consideraciones. Así mismo, los métodos de fabricación, suelen tener una afectación clara en la calidad del concreto, debido a que el fabricar un metro cúbico de concreto pre mezclado y concreto con mano de obra in situ, suele tener una calidad totalmente distinta. Con respecto a los materiales, estos cumplen una importancia preponderante, debido a que influyen en el diseño de mezcla y en la calidad final del concreto, así como en las propiedades del mismo. Se ha considerado de menor importancia a la mano de obra y la maquinaria, porque son factores externos que no dependen del concreto mismo, ni de los materiales de fabricación, sino de la capacidad técnica del personal.
Conclusiones	Se ha llegado a la conclusión que la mano de obra, se ve afectada de forma primordial, por los siguientes factores: la experiencia, las capacitaciones, la hora de desempeño, el ruido, la edad del trabajador y los ingresos de estos. Con respecto a la maquinaria: iluminación, disponibilidad de los equipos, antigüedad y fuente de energía. Así mismo, los materiales se ven influenciados por: diseño de mezcla, curado, fuente de material, distancia a la obra y costos. Los métodos dependen de su afectación, a lo siguiente: supervisión, ensayos, organización, sistema de gestión y muestras. Mientras que el medio ambiente, depende de la temperatura, el viento y la agresividad ambiental.
Aportes	La investigación brinda una importante información con respecto a los factores que más influyen en los materiales, siendo principalmente el diseño de mezcla y el curado. Con esta información, se podrá hacer hincapié a mantener la adecuada calidad en estas dimensiones, con la finalidad que no afecte en los resultados finales de la mezcla concreto y caucho.


 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	<b>MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN ECOLOGICO PARA EL CONCRETO, CAJAMARCA 2020”</b>
	<b>Ficha Resumen</b>
	Número de ficha N°: 5
	Nombre del Tesis: Marco Antonio Diaz Cotrina
Título de la investigación:	Investigadora analiza uso de caucho triturado en construcción
Editorial	Google Académico
Autor	A Flores
Año	2015
Objetivos:	Analizar el uso del caucho triturado en la construcción de obras civiles
Procedimiento	Se han analizado muestras, haciendo el reemplazo del agregado fino, con el 15%, 20% y 25% de caucho. Sólo ha sido considerado el reemplazo en el agregado fino, debido a que se ha tomado como referencia otras investigaciones que han tenido resultados adversos, la hacer este reemplazo en los agregados gruesos, cabe indicar que la forma de aplicación, fue en combinación con la mezcla y caucho triturado en polvo.
Resultados	Se ha demostrado que el empleo de caucho en reemplazo del agregado grueso, ha generado afectaciones en la resistencia del concreto; mientras que, si se realiza el reemplazo por agregado fino, existe la posibilidad de alcanzar mejoras en este. El empleo de esta mezcla ha sido utilizado en elementos no estructurales, siendo la principal recomendación del investigador. Los porcentajes empleados, han sido: 15%, 20% y 25% de reemplazo de arena, por caucho pulverizado, alcanzando resistencias mínimas, señaladas por la normativa mexicana, en cuanto a la resistencia.
Conclusiones	Se ha llegado a la conclusión que el reemplazo de caucho, deberá de ser por arena y no por agregado grueso, debido a que se ha demostrado que la resistencia del concreto, se ve afectada. Mientras que, el reemplazo por un máximo del 25% de arena, por caucho triturado, generó resistencias que aún son aceptadas por la normativa mexicana.
Aportes	La investigación ha demostrado que, para la fabricación de mortero, se puede llegar a un reemplazo del 25% de arena, lo cual, en términos de ahorro, es un valor representativo, pues el agregado fino es uno de los que más se utiliza en obra, llegando a ser empleado tanto en la fabricación de mortero, como en la fabricación del concreto en sí mismo.


<b>MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICO PARA EL CONCRETO, CAJAMARCA 2020”</b>	
<b>Ficha Resumen</b>	
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	Número de ficha N°: 6
	Nombre del Tesis: Marco Antonio Diaz Cotrina
Título de la investigación:	Comportamiento mecánico de una mezcla para concreto usando neumáticos triturados como reemplazo del 15%, 25% y 35% del volumen del agregado fino para un concreto con fines de uso estructural.
Editorial	Scielo
Autor	H. Hernández H. Sánchez
Año	2015
Objetivos:	Observar el comportamiento de una mezcla de granos de caucho reciclado, en sustitución del agregado fino, en porcentajes del 15%, 25% y 35%.
Procedimiento	Se han elaborado dos probetas por cada edad en la que se ha buscado determinar sus propiedades, mediante lo cual, después de fabricar las muestras, se han curado por un lapso de 20 horas, haciendo los siguientes ensayos, para la determinación de sus propiedades: peso volumétrico, resistencia a la compresión y módulo de elasticidad.
Resultados	Los resultados han demostrado que las mezclas del 25% y del 35%, estuvieron muy por debajo de la resistencia mínima necesaria que debería de desarrollar el concreto, alcanzando únicamente 5.86 MPa, en comparación con las 21.03 MPa, que desarrolló el concreto normal y las 9.59 MPa que desarrolló una mezcla con un reemplazo del 15% de agregado fino. Así mismo, cabe indicar que, a mayor porcentaje de reemplazo del agregado, se ha generado una reducción del peso volumétrico de la muestra. Además, lo mismo ha sucedido con la elasticidad, en donde el concreto normal ha desarrollado una elasticidad de 21 555.25 MPa, en comparación a la elasticidad que ha desarrollado la muestra con un porcentaje de reemplazo del 15%, siendo su módulo de 14 545.39 MPa.
Conclusiones	Se ha llegado a la conclusión que las mejoras que generó el reemplazo del agregado fino por caucho, no son significativas y han tenido mucho que ver con la densidad de la muestra. Así mismo, se debe de indicar que las principales causas del fallo de esta investigación, han sido: densidad del caucho, incompatibilidad con los materiales, carencia en las propiedades mecánicas del caucho empleado y el porcentaje de reemplazo ha sido muy alto.
Aportes	Esta investigación ha demostrado que no se debería de reemplazar porcentajes mayores al 15% de agregado fino, por caucho, debido a que no genera ningún aporte a las propiedades del concreto. Por este motivo, es que se descarta la idea de superar o considerar siquiera el 15% de reemplazo del caucho, así como el tomar en cuenta la selección de los elementos de caucho reciclado, con mayor selectividad y tomando en cuenta, la calidad del mismo.





 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	<p><b>MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICO PARA EL CONCRETO, CAJAMARCA 2020”</b></p>
	<p><b>Ficha Resumen</b></p>
	<p>Número de ficha N°: 7</p>
	<p>Nombre del Tesis: Marco Antonio Diaz Cotrina</p>
<p>Título de la investigación:</p>	<p>Caucho reciclado en la resistencia a la compresión y flexión de concreto modificado.</p>
<p>Editorial</p>	<p>SciELO</p>
<p>Autor</p>	<p>M. Farfán E. Leonardo</p>
<p>Año</p>	<p>2018</p>
<p>Objetivos:</p>	<p>Análisis de la resistencia a la compresión y resistencia a la flexión que desarrolla el concreto, ante la incorporación de caucho reciclado.</p>
<p>Procedimiento</p>	<p>Se han ensayado mezclas de concreto, con adiciones del 5%, 10% y 15% de caucho reciclado. La mezcla de concreto ha sido diseñada para una resistencia a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Además, los ensayos a los que fueron expuestas las muestras, han sido los ensayos a la flexión y el ensayo a la compresión.</p>
<p>Resultados</p>	<p>Los resultados han demostrado que, a los 28 días, una muestra de concreto con relación agua cemento de 0.48, ha desarrollado una resistencia a la compresión de 295.73 kg/cm<sup>2</sup>, así mismo, la mezcla con 5% de caucho, ha obtenido una resistencia de 218.452 kg/cm<sup>2</sup>, una muestra con 10%, 212.337 kg/m<sup>2</sup> y una muestra con 15% de caucho, una resistencia de 198.87m kg/cm<sup>2</sup>. Como se puede apreciar, se notó que, a mayor incorporación de caucho, menor fue la resistencia a la compresión que se llegó a desarrollar por las mezclas de concreto, habiendo una relación directa en esta acotación. Sin embargo, este comportamiento no fue el suscitado para la resistencia a la flexión, debido a que la muestra que ha obtenido una mayor resistencia, en comparación a la muestra de control, ha sido el caucho reciclado al 10%, alcanzando valores de 81.86 kg/cm<sup>2</sup>; mientras que la muestra de control, desarrolló 102.09 kg/cm<sup>2</sup>. Así mismo, se debe de señalar que la muestra al 15% ha desarrollado una resistencia de 77.77 kg/cm<sup>2</sup> y al 5% de caucho, una resistencia de 71.22 kg/cm<sup>2</sup>.</p>
<p>Conclusiones</p>	<p>Se ha llegado a la conclusión que el porcentaje de diseño óptimo para alcanzar una elevada resistencia a la compresión, es del caucho reciclado al 5%; mientras que el porcentaje óptimo para desarrollar una resistencia a la flexión, es del 10%.</p>
<p>Aportes</p>	<p>Se ha demostrado que una de las medidas que puede ser usada para el empleo de caucho reciclado en estructuras de suma importancia, es la reducción de la relación agua cemento, la incorporación de caucho en porcentajes inferiores al 10% y la colocación de un aditivo plastificante. Con la combinación de estas consideraciones, se ha podido demostrar que la resistencia a la compresión de la mezcla, a los 28 días, supera los 210 kg/cm<sup>2</sup>, ampliando la gama de posibilidades del uso de este tipo de material.</p>


 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	<p>“EVALUACIÓN DE USO DEL NEUMÁTICO TRITURADO COMO UN MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICO PARA EL CONCRETO, CAJAMARCA 2020”</p>
	<p>Ficha Resumen</p>
	<p>Número de ficha N°: 8</p>
	<p>Nombre del Tesis: Marco Antonio Diaz Cotrina</p>
<p>Título de la investigación:</p>	<p>Caracterización morfológica de agregados para concreto mediante el análisis de imágenes</p>
<p>Editorial</p>	<p>Scielo</p>
<p>Autor</p>	<p>M. León F. Ramírez</p>
<p>Año</p>	<p>2010</p>
<p>Objetivos:</p>	<p>Caracterizar de manera morfológica a los agregados empleados en el concreto, mediante el empleo del método del análisis de imágenes</p>
<p>Procedimiento</p>	<p>Debido a que se ha detectado la no consideración de los parámetros de forma en los agregados, para el diseño y caracterización del concreto, es que se ha planteado una metodología objetiva, en base a las formas que tienen las partículas, demostrando de esta forma que ciertas propiedades, se ven afectadas por las mismas. El método empleado, fue el método de Fourier, el cual ha sido comparado por los métodos comparativos, tradicionales.</p>
<p>Resultados</p>	<p>Los resultados han indicado que, en cuanto al alargamiento de los agregados, el método manual ha demostrado más deficiencias, en comparación con la precisión con la que cuenta el método de Fourier. Además, se ha demostrado que las partículas alargadas generan la reducción del asentamiento del concreto, generando de esta forma, una reducción en su trabajabilidad. Así mismo, este alargamiento no ha afectado para nada a la resistencia a la compresión y la elasticidad de la mezcla. Al igual que lo mencionado, esta característica de los agregados, genera una variación del volumen de mezcla, en 5.90%.</p>
<p>Conclusiones</p>	<p>Se ha llegado a la conclusión que el método de Fourier y el método tradicional, en base a imágenes, tienden a arrojar datos similares, útiles para la predicción del comportamiento del concreto. La elongación de estos, tiene afectaciones, en estas propiedades: variación volumétrica y asentamiento. Con respecto a las propiedades mecánicas, no se ha demostrado, afectación alguna.</p>
<p>Aportes</p>	<p>Los resultados obtenidos, permitirán predecir el comportamiento que tendrá un concreto, con tan sólo ver la imagen de alguno de sus agregados pétreos, debido a que los materiales han sido considerados como el tercer factor influyente en la calidad del concreto, es que este trabajo adicional es necesario, con la finalidad de brindar las condiciones óptimas al concreto elaborado con partículas de caucho.</p>

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	<p>“EVALUACIÓN DE USO DEL NEUMÁTICO TRITURADO COMO UN MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICO PARA EL CONCRETO, CAJAMARCA 2020”</p>
	Ficha Resumen
	Número de ficha N°: 9
	Nombre del Tesis: Marco Antonio Diaz Cotrina
Título de la investigación:	Estudio del concreto de alta resistencia con el uso de cenizas de materiales orgánicos y polímeros
Editorial	Universidad Tecnológica de Panamá
Autor	L. Aizpurúa G. Moreno K. Caballero
Año	2017
Objetivos:	Estudiar las propiedades del concreto de alta resistencia, haciendo uso de aditivos orgánicos y polímeros
Procedimiento	El proyecto se basó en dos fases, en la primera de ellas se ha empleado proporciones de ceniza de cáscara de huevo al 1.50% y 2.0%; así como proporciones de ceniza de cascarilla de arroz al 1.50% y 2.0%. Mientras que, en la segunda fase, se ha hecho uso de caucho molido en proporciones del 0%, 0.5%, 1.0%, 1.50% y 2%. Los ensayos realizados han sido, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y deformaciones.
Resultados	Los resultados han demostrado que la resistencia máxima a la compresión a la que se llegó, ha sido de 69.70 MPa, obtenida por la incorporación de 1.5% de ceniza de huevo, superando a la muestra base (64.17 MPa). Esto mismo ha sido logrado en la resistencia a los cubos de mortero, alcanzando resistencias similares a los de la muestra base, a los 28 días. Sin embargo, en los 7 primeros días, la muestra base desarrolló una mayor resistencia a la compresión del mortero. Con respecto a la adición de caucho, la incorporación de este material en conjunto con cenizas de cáscara de huevo, ha generado una reducción en la resistencia a la compresión del concreto, llegando a reducir sus valores de 71.63 MPa, hasta 47.73 MPa. Con respecto al tipo de falla, se ha demostrado que las fallas que caracterizan a estos materiales ha sido la desviada. Cabe indicar que el mismo comportamiento se ha tenido con la resistencia a la flexión, no llegando a superar los 2100 kg, en comparación con los 2900 kg que ha podido soportar el concreto, únicamente. A pesar de esto, las mejoras, en cuanto a la deformación de las viguetas, han mostrado avances en la investigación y ha superado por mucho a lo soportado por el concreto base, siendo el 2% de caucho, el generador de un desplazamiento de 2.66 cm, en comparación a los 1.75 cm que generó el primero.
Conclusiones	Los resultados han demostrado que las cenizas de cáscara de huevo, generaron una mejora en la resistencia a la compresión del concreto, debido al óxido de calcio con el que cuentan, siendo el porcentaje óptimo, el 1.50%. Todo lo contrario, a lo expresado ha sido generado por la incorporación de ceniza de cascarilla de arroz. Mientras que, la incorporación de caucho en distintos porcentajes, genera una pérdida en la resistencia mecánica de la mezcla, a excepción de la fragilidad de esta, pues contribuye enormemente, en el aumento de la capacidad de deformación.
Aportes	La investigación ha demostrado que las propiedades que mejora el caucho, están relacionadas con la reducción de la fragilidad del concreto; sin embargo, existe la posibilidad de que se compense esta pérdida de resistencia con otros materiales orgánicos y que pueden ser reciclados, como la cascarilla de huevo en ceniza o que se modifique la relación agua cemento.


 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	<p>“EVALUACIÓN DE USO DEL NEUMÁTICO TRITURADO COMO UN MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICO PARA EL CONCRETO, CAJAMARCA 2020”</p>
	Ficha Resumen
	Número de ficha N°: 10
	Nombre del Tesis: Marco Antonio Diaz Cotrina
Título de la investigación:	Evaluación de las propiedades mecánicas de concretos modificados con micro esferas de vidrio y residuos de llantas.
Editorial	Dialnet
Autor	J. Valencia A. González O. Arbeláez
Año	2019
Objetivos:	Evaluar las propiedades mecánicas de los concretos fabricados con residuos de llantas y micro esferas de vidrio reciclado
Procedimiento	Se ha sustituido el 15% de la masa del agregado fino, por micro esferas de vidrio, en las siguientes relaciones: 0/1, 1/1, 1/3, 3/1 y 1/0. En base a esto, fue que se elaboraron probetas de concreto para determinar sus propiedades mecánicas y físicas. Así mismo, se han añadido residuos de llantas al 10%, 20% y 30%, con la finalidad de mejorar sus propiedades.
Resultados	El asentamiento que se ha obtenido por la mezcla del concreto con micro esferas de vidrio al 0:1, ha obtenido asentamiento de 200 mm; mientras que la mezcla de concreto normal, ha sido de 72 mm. En relación a la resistencia a la compresión, se ha obtenido un valor de 25.1 MPa; mientras que la muestra más cercana ha sido la M2 (con relación entre micropartículas de vidrio y agregados al 0:1). Con respecto a la densidad que han desarrollado las muestras, se ha demostrado que la M1 (con relación entre micro partículas de vidrio y agregados al 1:0) generó una densidad de 2272.97 Kg/m <sup>2</sup> ; mientras que la muestra de concreto ha generado una densidad de 2499.32 kg/m <sup>2</sup> . Cabe indicar que la incorporación de llantas ha generado una mejora en la reducción de la fragilidad de las muestras de concreto, permitiendo el incremento de los asentamientos de los mismo.
Conclusiones	Se ha llegado a la conclusión que las micro partículas de vidrio, han conseguido alcanzar casi al 100% la resistencia que caracteriza al concreto 210 kg/cm <sup>2</sup> , principalmente la muestra M2; mientras que el mejor desarrollo que se ha tenido con esta, ha sido en la reducción de la densidad y aumento del asentamiento, pudiendo decirse que es la relación que brinda mejores resultados. Cabe indicar que las propiedades de densidad y asentamiento, fueron brindadas por el caucho incorporado.
Aportes	La investigación ha demostrado que el caucho puede ser usado como un suplemento para mejorar dos propiedades específicas en una mezcla de concreto, la reducción de la densidad, pudiendo generar un concreto ligero y disminuir la fragilidad del mismo. Sin embargo, se tendrá que tener en cuenta que a medida que se incrementa la incorporación de partículas de caucho, se contribuirá con una disminución de la capacidad resistente del elemento.

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	<p>“EVALUACIÓN DE USO DEL NEUMÁTICO TRITURADO COMO UN MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICO PARA EL CONCRETO, CAJAMARCA 2020”</p>
	Ficha Resumen
	Número de ficha N°: 11
	Nombre del Tesis: Marco Antonio Diaz Cotrina
Título de la investigación:	Evaluación mecánica de concreto y de corrosión en mortero con partículas de neumático reciclado.
Editorial	Redalyc
Autor	C. Flores S. Rodríguez A. Cárdenas
Año	2013
Objetivos:	Evaluar la resistencia mecánica del concreto y la capacidad de retener la corrosión por la el mortero empleado, mediante la incorporación de partículas de neumático reciclado.
Procedimiento	Se ha determinado la resistencia mecánica de los elementos mejorados con 5%, 7.5% y 10% de caucho reciclado, dosificado en volumen y reemplazado por agregado fino. Además de ello, se ha determinado la mejora en la trabajabilidad del mismo, así como en la elasticidad que este ha desarrollado.
Resultados	Los resultados de trabajabilidad han demostrado que la muestra con 5% de caucho, ha brindado un revenimiento de 6mm, en comparación a los 5.5 mm generados por la muestra base. Así mismo, se ha generado una menor densidad, en la muestra con 10% de caucho, alcanzando 2.24 g/cm <sup>3</sup> , en comparación a los 2.35 g/cm <sup>3</sup> , generadas por la muestra base. La resistencia a la compresión, ha demostrado que la muestra al 5% de caucho, ha generado un valor similar al de la muestra base, difiriendo sólo en 5 GPa. Mientras que el potencial de corrosión desarrollado por las muestras, han demostrado que el 7.5% de caucho, generado una corrosión activa en el acero de refuerzo.
Conclusiones	Los resultados han demostrado que la trabajabilidad no fue modificada en gran medida por los porcentajes empleados de caucho; sin embargo, existió una pérdida de la capacidad resistente, en más del 44%, ante el incremento de este material complementación. Además, se debe de destacar que la incorporación de neumático reciclado, ha generado la generación de microgrietas en el elemento de concreto, debido al movimiento de las partículas de caucho, dirigiéndose hacia la matriz del mismo,
Aportes	Esta investigación ha mencionado un gran aporte, acerca de la afectación que puede tener la incorporación de caucho en la mezcla, estando relacionada con la generación de micro grietas. Esto quiere decir que ante más tiempo la mezcla esté en estado fresco, mayor generación de microgrietas, se generará, teniendo como medida de solución, el uso de un aditivo acelerante.


 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	<p>“EVALUACIÓN DE USO DEL NEUMÁTICO TRITURADO COMO UN MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICO PARA EL CONCRETO, CAJAMARCA 2020”</p>
	Ficha Resumen
	Número de ficha N°: 12
	Nombre del Tesis: Marco Antonio Diaz Cotrina
Título de la investigación:	Influencia de los agregados pétreos en las características del concreto
Editorial	Universidad Autónoma de Yucatán
Autor	J. Chan R. Solis E. Moreno
Año	2003
Objetivos:	Estudiar la influencia que tienen los agregados pétreos en las características del concreto
Procedimiento	Para la presente investigación, se han analizado distintas familias de rocas, tales como: plutónicas, volcánicas, clásticas, no clásticas, foliadas y no foliadas. De estas se ha realizado una evaluación exhaustiva, en cuanto a la capacidad de resistencia que le aportan al concreto, así como en la afectación de su durabilidad.
Resultados	Los resultados han indicado que las piedras Gabro, pertenecientes a la familia de las rocas plutónicas, le brindó un peso específico elevado al concreto, debido a su naturales y consistencia. Si es que se requiere aumentar la resistencia a la compresión de este, es posible utilizar Basalto, el cual ha demostrado no sólo mejorar la resistencia a la compresión del mismo, sino brindar una resistencia a la abrasión considerable, teniendo la característica de ser porosa; es decir, se necesitará mayor cantidad de agua para producirlo. Con respecto a algunos elementos perjudiciales para el concreto, se ha podido hallar a la dolomita, la que podría generar una reacción entre los componentes mineralógicos de esta y los álcalis. Además, cabe indicar que el uso de Lutita ha generado el desarrollo de una reducción a la compresión, pero cuenta con la capacidad para ser hidrata en base a suelo arcilloso.
Conclusiones	Las propiedades del concreto se han visto afectadas significativamente por el tipo de roca que se ha empleado. Las propiedades que más se han modificado, han sido: resistencia, porosidad y peso. Las características que más han destacado o que tienen que ser tomadas en cuenta para seleccionar un agregado específico, son: grado de absorción, forma de las partículas, granulometría y la textura de la superficie.
Aportes	El conocer qué beneficio o desventaja trae al concreto, el empleo de algún tipo de agregado, tendrá que ser tomado en cuenta, al momento de fabricar un concreto mezclado con caucho, debido a que se requerirá de compensar las deficiencias que este le pueda traer al concreto, siendo una de las mejores formas para poder hacerlo, mediante la incorporación o selección de agregados péteros.


 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	<p>“EVALUACIÓN DE USO DEL NEUMÁTICO TRITURADO COMO UN MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICO PARA EL CONCRETO, CAJAMARCA 2020”</p>
	Ficha Resumen
	Número de ficha N°: 13
	Nombre del Tesis: Marco Antonio Díaz Cotrina
Título de la investigación:	Aplicaciones de caucho reciclado: una revisión de la literatura
Editorial	Scielo
Autor	G. Peláez S. Velásquez D. Giraldo
Año	2017
Objetivos:	Determinar el uso que se le puede dar al caucho reciclado, con la finalidad de reducir el volumen de contaminación que este genera, anualmente.
Procedimiento	Mediante una revisión sistemática, se han evaluado los modelos de regulación del caucho, en base a una buena gestión de residuos sólidos; así como, la generación de un listado que brinda ciertas recomendaciones, con respecto al uso que se le puede dar a este material. Cabe indicar que las recomendaciones que los autores brindan, no están limitadas al ámbito de la construcción, sino que involucran distintas actividades económicas.
Resultados	Se ha demostrado que existen ciertas regulaciones a nivel mundial que buscan promover el uso del caucho, como un material reciclado, con la finalidad de reducir el alto grado de contaminación que por este se genera y evitar una disposición final inadecuada. En base a esto, se pudo expresar que existen tres regulaciones a nivel mundial, sumamente importantes en la promoción del reciclaje de caucho, siendo las siguientes: sistema de mercado libre, cobro de multas y responsabilidad extendida. La responsabilidad extendida, hace referencia a que los productores de caucho, tienen el deber de encargarse de las medidas de recolección y disposición final de estos elementos. El cobro de multas ha generado direccionar la inversión del área municipal, hacia organizaciones que se dediquen únicamente a la recolección y recuperación de este material. Así mismo, se ha intentado fomentar la generación del ingreso económico por la reutilización de este material. La aplicación que puede tener el caucho reciclado, centrándose en la infraestructura y construcción, es la siguiente: elaboración de pavimentos y concretos, construcción de aisladores sísmicos y acústicos, y la construcción de losas deportivas y pisos de piscina.
Conclusiones	Se ha llegado a la conclusión que el campo que tienen un mayor énfasis de uso del caucho reciclado es el de la fabricación de concreto y pavimento, debido a que se ha demostrado en otras investigaciones que se mejoran las condiciones de ductilidad y liviandad del material, así como sus capacidades aislantes; aunque existan pérdidas de resistencia, que tienen que ser compensadas o tomadas en cuenta para el empleo, en estructuras de menor importancia o relevancia.
Aportes	El conocer la gama de usos que se le puede dar al caucho, así como las diferentes medidas de promoción del reciclaje, no hace más que reafirmar el empleo activo que se está haciendo de este, pudiendo generar una mayor motivación, para las empresas actuales, dedicadas al rubro de la construcción, de poder emplear esta adición, no sólo para generar ahorros en la fabricación del concreto mismo, sino para generar reducción de gastos externos administrativos, por parte de incentivos.





 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	<p>“EVALUACIÓN DE USO DEL NEUMÁTICO TRITURADO COMO UN MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN ECOLOGICO PARA EL CONCRETO, CAJAMARCA 2020”</p>
	Ficha Resumen
Número de ficha N°: 14	
Nombre del Tesis: Marco Antonio Diaz Cotrina	
Título de la investigación:	Hormigón con fibras de caucho de recuperación de neumáticos usados y de polipropileno diseño del firme de hormigón de caucho
Editorial	Google Académico
Autor	B. Witoszeck F. Hernández M. Fernández
Año	2004
Objetivos:	Describir los resultados obtenidos por ensayos de flexión, de probetas hechas a base de concreto y fibras de caucho y polipropileno
Procedimiento	Se han elaborado probetas de concreto hechas a base del material base, caucho al 3.50% en volumen, caucho al 5% en volumen, así mismo, a todas las muestras de concreto, tanto sólo, como combinado con caucho, se les ha añadido 21.13 gramos de polipropileno. Los ensayos que se emplearon, fueron: resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y tracción indirecta.
Resultados	Se ha demostrado que el adicionar un porcentaje del 3.50% de caucho, con pequeñas adiciones de polipropileno, ha generado que el resultado del ensayo a la compresión, no difiera mucho de lo obtenido en el concreto normal, obteniendo en el primero, un valor de 25.97MPa y en el concreto normal, un valor de 36.34 MPa. Así mismo, se debe indicar que, en cuanto a la resistencia a la flexión, el adicionar un porcentaje mayor de caucho, ha generado un aumento en la capacidad de resistir de las probetas, con respecto a fuerzas que generen la flexión en dicha muestra, llegando a las siguientes menciones: concreto normal (6.10 MPa), concreto con caucho al 3.50% (4.40 MPa) y concreto con caucho al 5.00% (5.38 MPa). Con respecto a los resultados obtenidos en la prueba de tracción indirecta, se dirá que la resistencia que se ha obtenido con el caucho al 3.50%, ha generado una resistencia de 2.67 MPa, en comparación a los 3.11 MPa que ha sido obtenida en la muestra sin adiciones.
Conclusiones	El caucho que ha sido empleado en la muestra, proviene de camiones, lo que lo convierte en una muestra altamente resistente y rígida. Se ha demostrado que adicionar porcentajes de caucho en 3.50% y 5.00% en volumen, es viable, generando tres efectos positivos: reducción del nivel sonoro, disipación de la energía y reducción de las fisuraciones por retracción. Esto se ha visto complementado por la reducción que se genera, en temas de resistencia, aunque suelen no ser considerable, como para poder ser usado en elementos estructurales de menor importancia.
Aportes	La investigación brinca los resultados del empleo de caucho diferentes porcentajes, permitiendo demostrar que esta combinación no sólo es compatible, sino que es viable; así mismo, su uso puede ser muy sustentado para la fabricación de pavimento rígido, mediante el cual se reducirían las fisuras por retracción y se reduciría el nivel sonoro del tránsito de vehículos; así como, el ahorro que podría significar en realizar este reemplazo en volumen.





	<p>“EVALUACIÓN DE USO DEL NEUMÁTICO TRITURADO COMO UN MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICO PARA EL CONCRETO, CAJAMARCA 2020”</p>
	<p>Ficha Resumen</p>
<p>Número de ficha N°: 15</p>	
<p>Nombre del Tesis: Marco Antonio Diaz Cotrina</p>	
<p>Título de la investigación:</p>	<p>Diseño de un material ecológico para construcción mediante la adición de caucho de llanta al concreto.</p>
<p>Editorial</p>	<p>Universidad Autónoma del Estado de Morelos</p>
<p>Autor</p>	<p>J. Hernández</p>
<p>Año</p>	<p>2018</p>
<p>Objetivos:</p>	<p>Estudio, preparación y análisis de un compuesto creado con caucho de desperdicio de llanta y concreto dopado.</p>
<p>Procedimiento</p>	<p>Se han elaborado probetas de concreto, mediante el uso de 50 kg de cemento portland, 0.24 m<sup>3</sup> de agua, 0.54 m<sup>3</sup> de arena y 0.072 m<sup>3</sup> gravilla. Además, se elaboraron mezcla de concreto con adiciones de caucho al 5, 10, 15, 20 y 25% en cada probeta. Los ensayos fueron realizados a seis muestras de concreto, a los 28 días de curado. Los ensayos realizados fueron: la prueba de compresión, la difracción por rayos x y el estudio por densidad del concreto con caucho.</p>
<p>Resultados</p>	<p>Los resultados obtenidos por la prueba de difracción de los rayos X mediante el difracto grama indicaron que, el cemento mostró cuatro fases cristalinas y silicato tricálcico, clasificándolo en categoría R; la arena presentó un pico de cristobalita, la grava tuvo un pico de calcita y el caucho presentó picos de acuerdo al número de óxido de zinc. Por otra parte, el ensayo de compresión indicó un decrecimiento en la resistencia del material cuando aumenta el porcentaje de caucho a la estructura del concreto. Además, el estudio de densidad indicó un incremento de porosidad del concreto cuando se le adiciona caucho.</p>
<p>Conclusiones</p>	<p>En base a los resultados mostrados, llegó a la conclusión de que la resistencia, la densidad disminuye con la adición de caucho al polvo, pero aumenta con la incorporación del caucho en fibras.</p>
<p>Aportes</p>	<p>La presente investigación aportará por la metodología empleada para obtener la composición de la probeta, para su respectivo análisis y uso, así como los datos y dimensiones de las probetas para el respectivo análisis en el laboratorio</p>


 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	<p>“EVALUACIÓN DE USO DEL NEUMÁTICO TRITURADO COMO UN MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICO PARA EL CONCRETO, CAJAMARCA 2020”</p>
	Ficha Resumen
	Número de ficha N°: 16
	Nombre del Tesis: Marco Antonio Diaz Cotrina
Título de la investigación:	Estudio de propiedades físico mecánicas y durabilidad del hormigón con caucho.
Editorial	Universidad Politécnica de Catalunya
Autor	M. Barra V. Royano
Año	2016
Objetivos:	Estudiar el impacto generado de sustituir el árido fino de la estructura del hormigón por polvo de neumático reciclado.
Procedimiento	Se han elaborado probetas de concreto, mediante el uso de arena con absorción del 0.2%, gravilla al 0.7%, agua, cemento, un filler y un aditivo. Además, se elaboraron mezclas de concreto con adiciones de caucho al 5, 10, 15% del volumen de hormigón fino de 0.6 mm y grupo a 2.5 mm, a cada probeta. Los ensayos fueron realizados a tres muestras de concreto, a los 28 días de curado, por cada porcentaje en cada ensayo. Los ensayos realizados fueron la prueba de compresión, la resistencia de flexión, el análisis de la densidad-absorción y porosidad, absorción del agua por capilaridad en el hormigón.
Resultados	Los resultados obtenidos por la prueba de compresión del material aplicadas a tres muestras indican, que el hormigón con 5% de adición presentó una disminución de rotura del 61% y el hormigón a 15%, presentó una disminución de la resistencia de 78%. Mientras que, en el ensayo de flexión mostró que al 5% de adición de caucho, se pierde la resistencia de flexión, pero al 15% aumenta inesperadamente. Por otro lado, el ensayo de densidad, absorción y porosidad, indicó una proporción inversa entre la densidad y la absorción del material con respecto al grado de adición de caucho, y una proporción directa en el indicador porosidad. Al final, el ensayo de absorción por capilaridad demostró que, mientras más caucho se agregue a la mezcla para la elaboración de concreto, más porosidad y capilaridad tendrá.
Conclusiones	En base a los resultados mostrados, llegaron a la conclusión de que la sustitución del agregado fino por partículas de caucho reciclado (NFU) al 5%, 10% y 15% de adición, provocó una disminución de las propiedades mecánicas y físicas del concreto como la resistencia a compresión y tensión, pero aumentó la densidad, absorción capilar y grado de porosidad.
Aportes	La presente investigación es de importancia por los ensayos seleccionados para evaluar el grado de capacidad física y mecánica del concreto a un porcentaje de dosificación, los cuales son: pruebas de resistencia de compresión-flexión y densidad-porosidad-absorción capilar.

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	<p align="center"><b>“EVALUACIÓN DE USO DEL NEUMÁTICO TRITURADO COMO UN MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICO PARA EL CONCRETO, CAJAMARCA 2020”</b></p>
	<p><b>Ficha Resumen</b></p>
	<p>Número de ficha N°: 17</p>
	<p>Nombre del Tesis: Marco Antonio Diaz Cotrina</p>
<p><b>Título de la investigación:</b></p>	<p>Estudio para caracterizar una mezcla de concreto con caucho reciclado en un 5% en peso comparado con una mezcla de concreto tradicional de 3500 PSI.</p>
<p><b>Editorial</b></p>	<p>Universidad Católica de Colombia</p>
<p><b>Autor</b></p>	<p>J. Pérez Y. Arrieta</p>
<p><b>Año</b></p>	<p>2017</p>
<p><b>Objetivos:</b></p>	<p>Comparar la mezcla de hormigón tradicional con un concreto a base de grano de caucho al 5% con composición particularmente fina y gruesa en varias proporciones.</p>
<p><b>Procedimiento</b></p>	<p>Se han elaborado probetas de concreto con cemento Portland Tipo I Argos, agua, arena y agregado grueso de las fichas técnicas de Concrecol. Además, se elaboraron mezcla de concreto con adiciones de caucho de acuerdo al peso y al volumen al 5%, obteniendo tres ensayos: 50% fino y 50% grueso, 70% grueso y 30% fino; 30% grueso y 70% fino.</p> <p>Los ensayos fueron realizados a tres muestras de concreto en estado fresco y a los 28 días de curado, por cada porcentaje en cada ensayo. Los ensayos realizados fueron: ensayos del concreto en estado fresco y ensayos del concreto en estado endurecido. Los ensayos del concreto en estado fresco son: medida de manejabilidad, método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto NTC 396 y la elaboración de especímenes de concreto y curado NTC 550. Los ensayos del concreto endurecido son: prueba de resistencia a la compresión de cilindro de concreto NTC 673 y ensayo de resistencia a la tensión indirecta de cilindros de concreto NTC 722</p>
<p><b>Resultados</b></p>	<p>Los resultados obtenidos por la prueba de compresión del material indicaron que, la resistencia a la compresión en los tres ensayos es inferior al del concreto estándar, esto debido a la adición de caucho por ser un material más ligero, además nos mostró que la composición 30% de caucho grueso y 70% caucho fino al 5% en peso presenta el mejor resultado. El ensayo a la tracción indirecta también nos mostró una disminución del nivel de tracción con respecto al concreto estándar, debido a la disminución de densidad generada por la adición de caucho a la mezcla, a diferencia de la anterior, la probeta de 70% caucho grueso y 30% caucho fino al 5% peso presentó mejores resultados de tracción.</p>
<p><b>Conclusiones</b></p>	<p>En base a los resultados mostrados, llegaron a la conclusión de que, la resistencia a compresión y tracción de los concretos elaborados es mucho menor a la del concreto tradicional, además, indicó que la adición de caucho fino da mejores propiedades de tracción y el grueso de compresión.</p>
<p><b>Aportes</b></p>	<p>Esta investigación es de importancia por la metodología de ensayos realizados en el concreto en estado fresco y el uso de normativas para regular los valores y procedimientos de acuerdo a la NTC., como es el caso de norma 396, 550, 673 y 722.</p>


 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	<p align="center"><b>“EVALUACIÓN DE USO DEL NEUMÁTICO TRITURADO COMO UN MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICO PARA EL CONCRETO, CAJAMARCA 2020”</b></p>
	<p><b>Ficha Resumen</b></p>
	Número de ficha N°: 18
	Nombre del Tesis: Marco Antonio Diaz Cotrina
Título de la investigación:	Evaluación del comportamiento del grano de caucho de llanta reciclada en la producción de concreto para la empresa ARGOS.
Editorial	Fundación Universidad de América
Autor	L. Venegas
Año	2016
Objetivos:	Estudiar la reacción físico-química del grano de caucho reciclado en la elaboración de concreto en la línea de producción de la empresa Argos.
Procedimiento	Se han elaborado probetas de concreto con cemento, agua, arena. Además, se elaboraron mezclas de concreto con adiciones de caucho al 0,5,10,15 y 20% de grano fino y grano grueso. Los ensayos fueron realizados a 9 evaluaciones, las cinco primeras realizadas en estado fresco y las cuatro restantes en estado endurecido. Los ensayos realizados fueron: ensayos del concreto fresco y ensayos del concreto endurecido. Los ensayos para el concreto en estado fresco fueron: asentamiento según norma NTC 396, temperatura NTC 3357, contenido de aire NTC 1032, densidad NTC 1926, rendimiento volumétrico NTC 1926. Los ensayos para el estado endurecido fueron: resistencia a la compresión NTC 673, módulo elástico estático NTC 4025, penetración de cloruros ASTM C1201, permeabilidad del agua NTC 4483
Resultados	Los resultados obtenidos demostraron que, el nivel de asentamiento disminuye de acuerdo al grado de dosificación tanto para agregado fino como grueso, yendo de 7.25 a 3 en la primera tanda a 3000 PSI y reduciéndose casi a la mitad en todos los casos. La densidad o peso unitario tuvieron un comportamiento similar al asentamiento mostrando 2321 kg/m <sup>3</sup> al 0% hasta 2213 kg/m <sup>3</sup> al 20% en la primera tanda a la misma presión de 3000 PSI. En el caso del contenido de aire, fue directamente proporcional al grado de dosificación, mostrando en el experimento un aumento de 1.6 al 0% a 3.2 al 20% en la primera tanda de pruebas. El ensayo de rendimiento volumétrico no mostró cambios relevantes, por lo que se mantiene constante en todo el proceso. En el ensayo para encontrar el módulo elástico estático, se identificó dos comportamientos diferentes de acuerdo al grano seleccionado, donde el agregado fino y grueso indicaron un comportamiento fluctuante sin una tendencia fija a 3000 PSI, en cambio, mostraron una tendencia decreciente a 4000 PSI. Para el ensayo de penetración de cloruros se señaló un decrecimiento en los valores de acuerdo al grado de dosificación, yendo de 3854 c a 0% hasta 2910.5 c a 20% en la primera tanda. Por último, los resultados de permeabilidad al agua indicaron que el concreto de 3000 PSI es de alta permeabilidad mientras que el 4000 PSI es de baja permeabilidad.
Conclusiones	En base a los resultados mostrados, llegó a la conclusión de que, la variación de propiedades en estado fresco no presenta mayores inconvenientes cumpliendo las normas establecidas en los procedimientos, pero el menor asentamiento hace que tenga un a menor fluidez y el frado de contenido de aire origina que se formen poros en estado endurecido. En el estado endurecido sucede lo mismo, teniendo una <u>tendencia decreciente en la mayoría de indicadores de ensayo, aun cumpliendo con</u>
Aportes	Esta investigación es de importancia por la metodología de ensayos realizados en el concreto en estado fresco, así como las metodologías empleadas para el análisis del estado endurecido, también el análisis para determinar y fundamentar al caucho como sustituyente de la arena en la elaboración del concreto y el uso de normativas para regular los valores y procedimientos de acuerdo a ASTM C1201 y NTC.77 456, 396, 3557, 1926, 673,448.

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	<p>“EVALUACIÓN DE USO DEL NEUMÁTICO TRITURADO COMO UN MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICO PARA EL CONCRETO, CAJAMARCA 2020”</p>
	<p>Ficha Resumen</p>
	<p>Número de ficha N°: 19</p>
	<p>Nombre del Tesis: Marco Antonio Diaz Cotrina</p>
<p>Título de la investigación:</p>	<p>Evaluación del comportamiento mecánico de un concreto no convencional adicionando caucho reciclado.</p>
<p>Editorial</p>	<p>Universidad de Ibague</p>
<p>Autor</p>	<p>J. Tapias S. Ramírez</p>
<p>Año</p>	<p>2018</p>
<p>Objetivos:</p>	<p>Estudiar la influencia del caucho reciclado como ingrediente en la elaboración de concreto y las propiedades mecánicas del producto.</p>
<p>Procedimiento</p>	<p>Se han elaborado probetas de concreto no convencional a base de la mezcla de cemento, agua, arena y agregando una dosificación de caucho triturado mediante la metodología de Abrams, de acuerdo a las características físicas y mecánicas de los componentes utilizados. Los ensayos fueron: prueba de resistencia de compresión con 8 muestras de concreto convencional y 15 no convencional con dosificación de 10, 30, 50 y 70% al 7, 14, 28 y 56 día de curado a 3500 psi; y el ensayo de permeabilidad.</p>
<p>Resultados</p>	<p>Los resultados obtenidos demostraron que, las propiedades físicas del concreto con adición de caucho no varían en diámetro, la variación del promedio de altura, área y volumen varia levemente y el peso de la probeta a 0% es mayor a la de 70% en línea decreciente con respecto a la dosificación y creciente al día de curado de la muestra. Mientras que las propiedades mecánicas señalaron una tendencia marcada inversa entre el grado de dosificación y los indicadores de promedio de fuerza, promedio de densidad y promedio de fuerza. Además, el ensayo de permeabilidad indicó que el coeficiente de permeabilidad aumenta de acuerdo al grado, teniendo 0.076 cm/s para 10% de caucho, 0.11 cm/s para el 30%, 0.54 para 50% y 1.22 para 70% caucho.</p>
<p>Conclusiones</p>	<p>En base a los resultados mostrados, llegaron a la conclusión de que, utilizar el caucho triturado como adición en la mezcla de concreto, disminuyó el peso de la probeta, las propiedades físicas y mecánicas, así como la adherencia con el cemento, por lo que, es necesario encontrar nuevas tecnologías para desarrollar mejor el proceso de dosificación y lograr que el producto cumpla con los estándares comerciales y estructurales.</p>
<p>Aportes</p>	<p>Esta investigación será de aporte por la metodología empleada usando el método de Abrams, utilizando hasta 56 días y 70% de dosificación, de acuerdo a las características físico-mecánica de los materiales.</p>


 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	<p>“EVALUACIÓN DE USO DEL NEUMÁTICO TRITURADO COMO UN MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICO PARA EL CONCRETO, CAJAMARCA 2020”</p>
	<p>Ficha Resumen</p>
	<p>Número de ficha N°: 20</p>
	<p>Nombre del Tesis: Marco Antonio Diaz Cotrina</p>
<p>Título de la investigación:</p>	<p>Propuesta técnica-económica de mini planta recicladora de neumáticos en desuso para minimizar los gases contaminantes en la ciudad de Cajamarca,</p>
<p>Editorial</p>	<p>Universidad César Vallejo</p>
<p>Autor</p>	<p>L. Cáceres</p>
<p>Año</p>	<p>2016</p>
<p>Objetivos:</p>	<p>Elaborar una propuesta de apoyo al medio ambiente en la localidad de Cajamarca, mediante la implementación de una mini fabrica recicladora de neumáticos.</p>
<p>Procedimiento</p>	<p>Se ha elaborado un estudio acerca del impacto ambiental generado por los residuos sólidos de neumáticos de llantas en la ciudad de Cajamarca, empleando como instrumentos de recolección de datos a la encuesta, con el fin de sustentar la implementación de una planta recicladora de neumático. Determinaron el tipo de maquinaria necesaria para el proceso industrial como: trituradora, separadores magnéticos, faja transportadora y haciendo un análisis de contaminación ambiental.</p>
<p>Resultados</p>	<p>Los resultados obtenidos demostraron que, la cantidad de neumáticos que se desechan en la ciudad de Cajamarca es 19013.34 unidades en una razón de 9504 unidades anuales, existe un promedio de 121 neumáticos cambiados diariamente y 60% son desechados, se necesita una capacidad de 0.19 Toneladas al día para abastecer la producción, una trituradora de la marca Tongsheng modelo PC-400 y separador magnético de la marca SJYY. Calcularon un VAN positivo de S/. 20,454.63 y TIR de 30% superior al costo de oportunidad de Perú. Además, se determinó una reducción del 66% de contaminación de residuos sólidos en ese rubro.</p>
<p>Conclusiones</p>	<p>En base a los resultados mostrados, llegó a la conclusión de que, el proyecto es viable en la región de Cajamarca ayudando mitigar el impacto ambiental y promover el desarrollo económico del departamento.</p>
<p>Aportes</p>	<p>Esta investigación será de aporte por el estudio de mercado realizado en torno a la contaminación producida por el desecho de llantas en una región en específico, en este caso en el departamento de Cajamarca que es el lugar de la investigación planteada por el autor.</p>


 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	<p>“EVALUACIÓN DE USO DEL NEUMÁTICO TRITURADO COMO UN MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICO PARA EL CONCRETO, CAJAMARCA 2020”</p>
	Ficha Resumen
Número de ficha N°: 21	
Nombre del Tesis: Marco Antonio Diaz Cotrina	
Título de la investigación:	Sustitución de los áridos por fibras de caucho de neumáticos reciclados en la elaboración de concreto estructural en Chimbote-2015.
Editorial	Universidad Nacional de Santa
Autor	E. Guzmán E. Guzmán
Año	2015
Objetivos:	Medir el impacto estructural y químico de un concreto al sustituir los áridos tradicionales por fibras de caucho.
Procedimiento	Se han elaborado probetas de concreto no convencional a base de la mezcla de cemento Portland, agua, arena y agregando una dosificación de caucho reciclado de 5, 15, 25% en seis grupos clasificados en FCR-F (arena gruesa sustituida) y FCR-G (grava sustituida) después de curar el concreto. Los ensayos fueron: la práctica estándar para reducción de las muestras de agregado al tamaño de prueba (ASTM C-702), método de ensayo estándar para contenido de humedad total de agregado por secado (ASTM C-566), método de ensayo estándar para análisis granulométrico del agregados grueso y fino (NTP:400.012), método de prueba normal para la resistencia al desgaste de agregado grueso por abrasión e impacto en la máquina de los Ángeles (ASTM C-131), método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado (NTP 400.017), método de ensayo para determinar la densidad relativa y absorción del agregado grueso (NTP 400.021), método de ensayo para determinar la densidad relativa y absorción del agregado fino (NTP 400.022).
Resultados	Los resultados obtenidos demostraron que, las consistencias de las probetas de acuerdo a su mezcla son: 7.8 cm de asentamiento del CP-S/C, 8.1 cm del C5%-FCR-F, 8.7 cm del C15%-FCR-F, 10.6 cm del C25%-FCR-F, .8.3 cm del C5%-FCR-G, 9.2 cm del C15%-FCR-G, 11.9 cm del C25%-FCR-G. De acuerdo al ensayo de densidad y porosidad obtuvieron que, de las probetas A, las densidades son: 2.385 gr/cm <sup>3</sup> de CP-S/C, 2.347 gr/cm <sup>3</sup> de C5%-FCR-G, 2.271 gr/cm <sup>3</sup> del C15%-FCR-G, 2.185 gr/cm <sup>3</sup> de C25%-FCR-G, 2.341 gr/cm <sup>3</sup> de C5%-FCR-F, 2.289 gr/cm <sup>3</sup> de C15%-FCR-F, 2.14 gr/cm <sup>3</sup> de C25%-FCR-F. Además, los resultados en torno a la resistencia de compresión y de tracción indirecta mostraron una reducción en la constante del material con respecto al incremento de la dosificación, aunque con una cierta excepción en la dosificación correspondiente al 5% de sustitución de arena gruesa y grava en la probeta A y B, donde el valor de la constante de tracción es mayor que la del concreto tradicional.
Conclusiones	En base a los resultados mostrados, llegaron a la conclusión de que, los parámetros obtenidos en base a las reglas ASTM y NTP cumplieron con los indicadores estimados para su comercialización, también se corroboró que la situación parcial de los áridos C5%-FCR-G y C5%-FCR-F mejoraron algunas propiedades del concreto, por lo que se recomienda seguir con su estudio. También se concluyó que la mayoría de propiedades siguen una tendencia negativa con respecto al incremento de la dosificación.
Aportes	Esta investigación será de aporte por la metodología empleada para el estudio del material, los ensayos para calcular su permeabilidad y los coeficientes de compresión y tracción, así como los parámetros establecidos por las normas ASTM C-702, ASTM C-566, ASTM C-131, NTP 400.012, NTP 400.017, NTP 400.021, NTP 400.022.




 <p>“EVALUACIÓN DE USO DEL NEUMÁTICO TRITURADO COMO UN MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICO PARA EL CONCRETO, CAJAMARCA 2020”</p>	
<p>Ficha Resumen</p>	
<p>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>	<p>Número de ficha N°: 22</p>
	<p>Nombre del Tesis: Marco Antonio Diaz Cotrina</p>
<p>Título de la investigación:</p>	<p>Comportamiento físico mecánico del concreto hidráulico adicionado con caucho reciclado.</p>
<p>Editorial</p>	<p>Universidad Nacional de Cajamarca</p>
<p>Autor</p>	<p>E. Cabanillas</p>
<p>Año</p>	<p>2017</p>
<p>Objetivos:</p>	<p>Estudiar la variación de las propiedades físicas y mecánicas de un concreto, luego de remplazar agregado fino por caucho reciclado.</p>
<p>Procedimiento</p>	<p>Se han elaborado probetas de concreto con cemento, agua, arena. Además, se elaboró una mezcla agregando una dosificación de caucho reciclado de 0, 10, 15, 20% en tres dosis y 6 repeticiones en el 7, 14 y 28 día de endurecimiento, siguiente el NTP 339. Los ensayos para el estudio de las propiedades del concreto fueron: prueba de peso unitario (NTP 339.046), prueba de ensayo para la compresión (NTP 339.034) y el análisis de la variación del módulo de elasticidad</p>
<p>Resultados</p>	<p>Los resultados obtenidos indicaron que el peso unitario cuando el concreto está en estado fresco decrece a medida que la dosificación aumenta en un porcentaje del 10% aproximadamente. Además, por medio del ensayo de ensayo para la compresión, se logró obtener que la mezcla de 28 días al 10% de dosificación ha reducido su resistencia al 8.74%, mientras que la de 15% tuvo una reducción de 38.32% y la dosificación de 20% obtuvo 46.29% menos.</p>
<p>Conclusiones</p>	<p>En base a los resultados mostrados, llegó a la conclusión de que, añadir caucho reciclado como sustituyente del agregado fino, origina que las propiedades mecánicas del concreto sufran variaciones como la disminución de su resistencia y módulo de elasticidad, aún así, se encontró que el porcentaje óptimo de las probetas es el caucho reciclado a una dosificación del 10%, debido a que obtuvo el mayor índice de resistencia mecánica de todas las probetas de mezcla, con un 191.65 kg/cm<sup>2</sup>.</p>
<p>Aportes</p>	<p>Esta investigación será de importancia por los resultados obtenidos, al contrastar con los demás en sugerir que la mejor dosificación es del 10%, además del análisis granulométrico de los agregados gruesos y fino para elegir el caucho reciclado.</p>





 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	<p>“EVALUACIÓN DE USO DEL NEUMÁTICO TRITURADO COMO UN MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICO PARA EL CONCRETO, CAJAMARCA 2020”</p>
	Ficha Resumen
	Número de ficha N°: 23
	Nombre del Tesis: Marco Antonio Diaz Cotrina
Título de la investigación:	Diseño de mezcla del concreto para elaboración de adoquines con material reciclado de neumáticos en la provincia de Huancavelica.
Editorial	Universidad Nacional de Huancavelica
Autor	F. Ledezma W. Yauri
Año	2018
Objetivos:	Evaluar la resistencia de compresión y tensión de los concretos elaborados a base de materiales reciclados, en la provincia de Huanta.
Procedimiento	Se han elaborado probetas de concreto con cemento, agua, arena. Además, se elaboró una mezcla agregando una dosificación de caucho en forma de polvo de llanta al 0; 25, 35 y 40% al día 28 de curación de la mezcla, haciendo la cantidad de probetas necesarias para cada prueba. Los ensayos para el estudio de las propiedades del concreto fueron: ensayo de compresión, ensayo de flexión, ensayos de laboratorio prueba normalizada para determinar el revenimiento para pruebas de concreto ASTM C-143, ensayos de laboratorio prueba normalizada para la medición de temperatura del concreto recién mezclado ASTM C-1064, ensayos de laboratorio prueba normalizada para determinar el peso unitario de un concreto ASTM C-138, ensayos de laboratorio prueba normalizada para determinar el contenido de aire del concreto recién mezclado por método de presión ASTM C-231.
Resultados	Los resultados obtenidos señalaron que, el módulo de rotura es de 59 kg/cm <sup>2</sup> al 0% de dosificación, 21 kg/cm <sup>2</sup> al 25% de dosificación, 4 kg/cm <sup>2</sup> al 35% y 2 kg/cm <sup>2</sup> al 40% de dosificación. Mientras que, la resistencia de compresión indicó 313, 27, 9 y 8 kg/cm <sup>2</sup> para la dosificación de 0, 25, 35 y 40% respectivamente. Además, la resistencia de compresión y flexión aumentó con el paso del tiempo, siendo más elevado con cada prueba de los días 7, 14 y 28. Eligiendo a la dosificación de 25% indicaron que su temperatura final es de 21.5°C, tiene un peso volumétrico de 1535.4 kg/m <sup>3</sup> y su contenido de aire varía de 9% inicial a un 33% final.
Conclusiones	En base a los resultados mostrados, llegaron a la conclusión de que, la tendencia de los valores a disminuir con el aumento del grado de dosificación se debe al aumento de la porosidad y el cambio de densidad del concreto. Por otra parte, se obtuvo que la mezcla al 25% de polvo de neumático al 28 día de purificación, tiene propiedades semejantes a los del concreto tradicional.
Aportes	Esta investigación será de importancia por los resultados obtenidos, al contrastar con los demás en sugerir que la mejor dosificación es del 25%, además del análisis granulométrico de los agregados gruesos y fino para elegir el caucho reciclado, el análisis de la temperatura y los métodos elegidos de acuerdo a la normativa ASTM C-143, ASMT C-1064, ASTM C-138 y ASTM C-231.

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	<p>“EVALUACIÓN DE USO DEL NEUMÁTICO TRITURADO COMO UN MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICO PARA EL CONCRETO, CAJAMARCA 2020”</p>
	Ficha Resumen
	Número de ficha N°: 24
	Nombre del Tesis: Marco Antonio Diaz Cotrina
Título de la investigación:	Valoración de propiedades mecánicas y de durabilidad de concreto adicionado con residuos de llantas de caucho.
Editorial	Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito
Autor	H. Torres
Año	2014
Objetivos:	Estudiar las ventajas de las propiedades mecánicas y resistencia de los concretos elaborados parcialmente con residuos de llantas.
Procedimiento	Se han elaborado probetas de concreto no tradicional con cemento, agua, arena. y una mezcla de grano de caucho en desuso agregando una dosificación del 0, 10; 20 y 30% y la relación A/C de 0.6, realizando ensayos a 3, 7, 28 y 90 días de curado del espécimen. Los ensayos para el estudio de las propiedades del concreto fueron: la prueba de módulo de elasticidad (NTC 4025), prueba de resistencia de compresión, (NTC 673), prueba de resistencia de flexión (NTC 2871), prueba de absorción superficial (BS 1881 parte 5) y penetración de cloruros RCPT (ASSHTO T277).
Resultados	Los resultados obtenidos señalaron que, la resistencia a la compresión es de 28.1 MPa a 0% de dosificación, 21.5 MPa a 10%, 21 MPa a 20% y 12.2 MPa a 30% de dosificación. Además, el módulo de elasticidad indicó la misma tendencia bajista de 24900, 21800, 21500 y 1650 MPa con respecto al incremento de dosificación de 0, 10, 20 y 30% respectivamente. En cambio, la resistencia de flexión mostró un comportamiento fluctuante, obteniendo un valor cercado al máximo en una dosificación del 20% al día 28. Con respecto al análisis del ensayo de absorción, se mostró que la diferencia entre la muestra de referencia 0 % y las muestras con porcentajes de sustitución de 10, 20 y 30 % son de 52, 37, y 69 % respectivamente, presentando un mejor comportamiento la muestra con el 20% de sustitución de caucho, respecto a las muestras con 10 y 30% de sustitución de caucho.
Conclusiones	En base a los resultados mostrados, llegó a la conclusión de que, las propiedades y características físico-mecánicas del concreto disminuyen con respecto al incremento de la dosificación de caucho reciclado, la absorción superficial aumentó un 69% comparando las mezclas de concreto tradicional y al 30% de dosificación. Sin embargo, el concreto elaborado cumplió con las normativas de las normas y por lo tanto es comerciable.
Aportes	Esta investigación será de importancia por la implementación de nuevos estudios y relaciones como: la prueba de penetración de cloruros por el método NT BUILD-492, prueba de carbonatación, estudio de propiedades eléctricas, correlación entre la resistencia de flexión, esfuerzo crítico, absorción superficial, resistividad, impedancia, estudio ISAT y estudio de penetración.


**Anexo 6 Ficha técnica**


 Tesis: “EVALUACIÓN DE USO DEL NEUMÁTICO TRITURADO COMO UN MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICO PARA EL CONCRETO, CAJAMARCA 2020” Ficha Técnica						
Tesista: Marco Antonio Diaz Cotrina						
Asesor:						
<b>N° Ficha</b>	1					
<b>Título</b>	Diseño de un material ecológico para construcción mediante la adición de caucho de llanta al concreto.					
<b>Autor(es)</b>	J. Hernández					
<b>Institución</b>	Universidad Autónoma del Estado de Morelos					
	<b>Curva granulométrica - AF</b>				<b>Curva granulométrica - AG</b>	
<b>Tamiz (mm)</b>	<b>% Pasa</b>			<b>Tamiz (mm)</b>	<b>% Pasa</b>	
<b>Cemento</b>						
<b>Forma de obtención el caucho</b>						
<b>Diseño de mezcla</b>						
Material	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV	Mezcla V	Mezcla VI
Cemento	9.56%	9.09%	8.61%	8.13%	7.65%	7.17%
Agregado grueso	43.40%	41.23%	39.06%	36.89%	34.72%	32.55%
Agregado fino	32.55%	30.92%	29.30%	27.67%	26.04%	24.41%
Agua	14.46%	13.74%	13.02%	12.29%	11.57%	10.85%
Caucho	0%	5%	10%	15%	20%	25%
<b>Resistencia a la compresión</b>						
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV	Mezcla V	Mezcla VI
<b>Caucho en polvo</b>	10.2 MPa	5 MPa	4 MPa	1 MPa	0.1 MPa	0
<b>Caucho en fibra</b>	10.2 MPa	6 MPa	5 MPa	2.2 MPa	1.8 MPa	1.5 MPa
<b>Caucho en fibras cilíndricas</b>	10.2 MPa	6.2 MPa	5.4 MPa	3 MPa	2.9 MPa	2.0 MPa
<b>Densidad del concreto con caucho / caucho en polvo</b>						
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV	Mezcla V	Mezcla VI
<b>Caucho en polvo</b>	2.283 g/cm <sup>3</sup>	2.078 g/cm <sup>3</sup>	1.849 g/cm <sup>3</sup>	1.806 g/cm <sup>3</sup>	1.770 g/cm <sup>3</sup>	1.719 g/cm <sup>3</sup>
<b>Caucho en fibra</b>	2.283 g/cm <sup>3</sup>	2.050 g/cm <sup>3</sup>	1.971 g/cm <sup>3</sup>	1.913 g/cm <sup>3</sup>	1.895 g/cm <sup>3</sup>	1.798 g/cm <sup>3</sup>
<b>Caucho en fibras cilíndricas</b>	2.283 g/cm <sup>3</sup>	2.150 g/cm <sup>3</sup>	2.108 g/cm <sup>3</sup>	2.068 g/cm <sup>3</sup>	1.927 g/cm <sup>3</sup>	1.866 g/cm <sup>3</sup>

 Tesis: "EVALUACIÓN DE USO DEL NEUMÁTICO TRITURADO COMO UN MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN ECOLOGICO PARA EL CONCRETO, CAJAMARCA 2020" Ficha Técnica							
Tesisista: Marco Antonio Diaz Cotrina							
Asesor:							
N° Ficha	2						
Título	Estudio de propiedades físico mecánicas y durabilidad del hormigón con caucho						
Autor(es)	M. Barra / V. Royano						
Institución	Universidad Politécnica de Catalunya						
	Curva granulométrica - AF				Curva granulométrica - AG		
Tamiz (mm)	% Pasa			Tamiz (mm)	% Pasa		
0.063	2			0.063	0		
0.125	4			1	1		
0.25	20			2	1		
0.5	70			6	8		
1	95			8	60		
2	100			9	52		
4	100			10	68		
6	100			13	100		
<b>Cemento</b>							
Tipo V							
<b>Forma de obtención el caucho</b>							
Trituración mecánica, con tamaño de 0.5 mm – 2.5 mm							
<b>Diseño de mezcla</b>							
Material	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV	Mezcla V	Mezcla VI	Mezcla VII
Cemento	3.30 kg/m <sup>3</sup>	3.30 kg/m <sup>3</sup>	3.30 kg/m <sup>3</sup>	3.30 kg/m <sup>3</sup>	3.30 kg/m <sup>3</sup>	3.30 kg/m <sup>3</sup>	3.30 kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso	1132 3.30 kg/m <sup>3</sup>	1132 3.30 kg/m <sup>3</sup>	1132 3.30 kg/m <sup>3</sup>	1132 3.30 kg/m <sup>3</sup>	1132 3.30 kg/m <sup>3</sup>	1132 3.30 kg/m <sup>3</sup>	1132 3.30 kg/m <sup>3</sup>
Agregado fino	802 kg/m <sup>3</sup>	802 kg/m <sup>3</sup>	802 kg/m <sup>3</sup>	802 kg/m <sup>3</sup>	802 kg/m <sup>3</sup>	802 kg/m <sup>3</sup>	802 kg/m <sup>3</sup>
Agua	1.32 kg/m <sup>3</sup>	1.32 kg/m <sup>3</sup>	1.32 kg/m <sup>3</sup>	1.32 kg/m <sup>3</sup>	1.32 kg/m <sup>3</sup>	1.32 kg/m <sup>3</sup>	1.32 kg/m <sup>3</sup>
Caucho	0%	5 % del AF	10% del AF	15% del AF	5% del AG	10% del AG	15% del AG
<b>Resistencia a la compresión</b>							
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV	Mezcla V	Mezcla VI	Mezcla VII
Resultados	59.70 N/mm <sup>2</sup>	23.7 N/mm <sup>2</sup>	13.10 N/mm <sup>2</sup>	11.0 N/mm <sup>2</sup>	44.3 N/mm <sup>2</sup>	41.4 N/mm <sup>2</sup>	33.1 N/mm <sup>2</sup>
<b>Resistencia a la flexión</b>							
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV	Mezcla V	Mezcla VI	Mezcla VII
Resultados	5.79 N/mm <sup>2</sup>	2.80 N/mm <sup>2</sup>	2.01 N/mm <sup>2</sup>	1.83 N/mm <sup>2</sup>	4.00 N/mm <sup>2</sup>	3.96 N/mm <sup>2</sup>	4.90 N/mm <sup>2</sup>
<b>Densidad</b>							
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV	Mezcla V	Mezcla VI	Mezcla VII
Resultados	2593 gr/cm <sup>3</sup>	2598 gr/cm <sup>3</sup>	2569 gr/cm <sup>3</sup>	2545 gr/cm <sup>3</sup>	2593 gr/cm <sup>3</sup>	2547 gr/cm <sup>3</sup>	2402 gr/cm <sup>3</sup>
<b>Absorción</b>							
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV	Mezcla V	Mezcla VI	Mezcla VII
Resultados	12.26%	11.04%	10.97%	10.83%	12.26%	12.50%	11.40%
<b>Porosidad</b>							
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV	Mezcla V	Mezcla VI	Mezcla VII
Resultados	9.29%	22.08%	27.49%	28.41%	9.29%	13.10%	11.20%
<b>Absorción por capilaridad</b>							
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV	Mezcla V	Mezcla VI	Mezcla VII
Resultados	0.0054 kg/m <sup>2</sup> min <sup>0.5</sup>	0.0070 kg/m <sup>2</sup> min <sup>0.5</sup>	0.0062 kg/m <sup>2</sup> min <sup>0.5</sup>	0.0059 kg/m <sup>2</sup> min <sup>0.5</sup>	0.0069 kg/m <sup>2</sup> min <sup>0.5</sup>		0.0037 kg/m <sup>2</sup> min <sup>0.5</sup>


 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	Tesis: “EVALUACIÓN DE USO DEL NEUMÁTICO TRITURADO COMO UN MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICO PARA EL CONCRETO, CAJAMARCA 2020”			
	Ficha Técnica			
	Tesis: Marco Antonio Diaz Cotrina			
	Asesor:			
<b>N° Ficha</b>	3			
<b>Título</b>	Estudio para caracterizar una mezcla de concreto con caucho reciclado en un 5% en peso comparado con una mezcla de concreto tradicional de 3500 PSI.			
<b>Autor(es)</b>	J. Pérez / Y. Arrieta			
<b>Institución</b>	Universidad Católica de Colombia			
	<b>Curva granulométrica - AF</b>		<b>Curva granulométrica - AG</b>	
<b>Tamiz (mm)</b>	<b>% Pasa</b>	<b>Tamiz (mm)</b>	<b>% Pasa</b>	
<b>Cemento</b>				
Cemento Portland Tipo I				
<b>Forma de obtención el caucho</b>				
Caucho triturado en polvo				
<b>Diseño de mezcla</b>				
Material	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla IV	Mezcla V
Cemento	647.955 gr/m <sup>3</sup>	647.955 gr/m <sup>3</sup>	647.955 gr/m <sup>3</sup>	647.955 gr/m <sup>3</sup>
Agregado grueso	1921.36 955 gr/m <sup>3</sup>	1809.20 gr/m <sup>3</sup>	1764.34 gr/m <sup>3</sup>	1854.07 gr/m <sup>3</sup>
Agregado fino	1572.02 955 gr/m <sup>3</sup>	1459.86 gr/m <sup>3</sup>	1504.73 gr/m <sup>3</sup>	1415.00 gr/m <sup>3</sup>
Agua	344.94 955 gr/m <sup>3</sup>	344.94 gr/m <sup>3</sup>	344.94 gr/m <sup>3</sup>	344.94 gr/m <sup>3</sup>
Caucho AG reciclado	0%	112.16 gr/m <sup>3</sup>	157.02 gr/m <sup>3</sup>	67.29 gr/m <sup>3</sup>
Caucho AF reciclado	0%	112.16 gr/m <sup>3</sup>	67.29 gr/m <sup>3</sup>	157.02 gr/m <sup>3</sup>
<b>Resistencia a la compresión</b>				
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla IV	Mezcla V
Resultados	3688 Psi	1995 Psi	1933 Psi	2244 Psi
<b>Resistencia a la tracción</b>				
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla IV	Mezcla V
Resultados	417 Psi	251 Psi	252 Psi	226 Psi



Tesis: "EVALUACIÓN DE USO DEL NEUMÁTICO TRITURADO COMO UN MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICO PARA EL CONCRETO, CAJAMARCA 2020"									
Ficha Técnica									
Tesisista: Marco Antonio Diaz Cotrina									
Asesor:									
Nº Ficha	4								
Título	Evaluación del comportamiento del grano de caucho de llanta reciclada en la producción de concreto para la empresa ARGOS.								
Autor(es)	L. Venegas								
Institución	Fundación Universidad de América								
Curva granulométrica - AF					Curva granulométrica - AG				
Tamiz (mm)	% Pasa				Tamiz (mm)	% Pasa			
03-Ago	100				03-Ago	100			
4	100				4	45.59			
8	100				8	20.69			
16	99.96				16	5.57			
30	46.45				30	0.2			
50	14.97				50	0.16			
100	2.92				100	0.12			
200	0.22				200	0			
Fondos	0				Fondos	0			
<b>Cemento</b>									
Cemento Portland Tipo 1									
<b>Forma de obtención el caucho</b>									
Se tritura el caucho, hasta obtener granos de 10 a 8 mm									
<b>Diseño de mezcla</b>									
Material	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV	Mezcla V	Mezcla VI	Mezcla VII	Mezcla VIII	Mezcla IX
Cemento	244 Kg	244 Kg	244 Kg	244 Kg	244 Kg	244 Kg	244 Kg	244 Kg	244 Kg
Agregado grueso	925 kg	925 kg	925 kg	925 kg	925 kg	925 kg	925 kg	925 kg	925 kg
Agregado fino	702 kg	702 kg	702 kg	702 kg	702 kg	702 kg	702 kg	702 kg	702 kg
Agua	122 lt	122 lt	122 lt	122 lt	122 lt	122 lt	122 lt	122 lt	122 lt
Caucho	0%	5% AF	10% AF	15% AF	20% AF	5% AG	10% AG	15% AG	20% AG
<b>Asentamiento</b>									
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV	Mezcla V	Mezcla VI	Mezcla VII	Mezcla VIII	Mezcla IX
Resultados	7 in	7in	6.25in	3.75in	2in	7.75 in	6.50 in	6.50 in	6.25 in
<b>Densidad (kg/m3)</b>									
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV	Mezcla V	Mezcla VI	Mezcla VII	Mezcla VIII	Mezcla IX
Resultados	2347	2299	2285	2242	2228	2360	2321	2274	2241
<b>Contenido de aire (%)</b>									
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV	Mezcla V	Mezcla VI	Mezcla VII	Mezcla VIII	Mezcla IX
Resultados	1.9	2.2	2.5	3.5	3	1.9	2	2.2	2.6
<b>Rendimiento volumétrico (psi)</b>									
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV	Mezcla V	Mezcla VI	Mezcla VII	Mezcla VIII	Mezcla IX
Resultados	1	1	1	1	1	1.02	1.01	1.03	1.01
<b>Módulo elástico (MPa)</b>									
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV	Mezcla V	Mezcla VI	Mezcla VII	Mezcla VIII	Mezcla IX
Resultados	2651	2436	2546	2559	2559	3026	2965	2745	2158
<b>Penetración de cloruros (psi)</b>									
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV	Mezcla V	Mezcla VI	Mezcla VII	Mezcla VIII	Mezcla IX
Resultados	3854	3559	3135.5	2496.5	2910.5	2393	1954	2058	1869
<b>Permeabilidad al agua (mm)</b>									
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV	Mezcla V	Mezcla VI	Mezcla VII	Mezcla VIII	Mezcla IX
Resultados	76.21	81.8	78.6	81.2	78.3	45.3	48.2	49.6	51.2
<b>Resistencia a la compresión (MPa)</b>									
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV	Mezcla V	Mezcla VI	Mezcla VII	Mezcla VIII	Mezcla IX
Resultados	122	121	115	111	108	111	103	92	84


 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	Tesis: “EVALUACIÓN DE USO DEL NEUMÁTICO TRITURADO COMO UN MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICO PARA EL CONCRETO, CAJAMARCA 2020”				
	Ficha Técnica				
	Tesisista: Marco Antonio Díaz Cotrina				
Asesor:					
<b>N° Ficha</b>	5				
<b>Título</b>	Evaluación del comportamiento mecánico de un concreto no convencional adicionando caucho reciclado.				
<b>Autor(es)</b>	J. Tapias / S. Ramírez				
<b>Institución</b>	Universidad de Ibagué				
	<b>Curva granulométrica - AF</b>			<b>Curva granulométrica - AG</b>	
<b>Tamiz (mm)</b>	<b>% Pasa</b>		<b>Tamiz (mm)</b>	<b>% Pasa</b>	
¾	100		¾	100	
<b>03-Ago</b>	99.92		½	56.18	
<b>4</b>	98.72		<b>03-Ago</b>	28.85	
<b>8</b>	90.07		<b>4</b>	5.92	
<b>10</b>	84.57		<b>8</b>	3.93	
<b>16</b>	70.81		<b>200</b>	0.37	
<b>30</b>	51.62		<b>Fondo</b>	0	
<b>50</b>	27.16				
<b>100</b>	9.86				
<b>200</b>	1.5				
<b>Fondo</b>	0				
<b>Cemento</b>					
Cemento Portland Tipo I					
<b>Forma de obtención el caucho</b>					
Se tritura el caucho					
<b>Diseño de mezcla</b>					
Material	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV	Mezcla V
Cemento	377.358 kg/m <sup>3</sup>	377.358 kg/m <sup>3</sup>	377.358 kg/m <sup>3</sup>	377.358 kg/m <sup>3</sup>	377.358 kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso	880.130 kg/m <sup>3</sup>	880.130 kg/m <sup>3</sup>	880.130 kg/m <sup>3</sup>	880.130 kg/m <sup>3</sup>	880.130 kg/m <sup>3</sup>
Agregado fino	834.398 kg/m <sup>3</sup>	834.398 kg/m <sup>3</sup>	834.398 kg/m <sup>3</sup>	834.398 kg/m <sup>3</sup>	834.398 kg/m <sup>3</sup>
Agua	200 kg/m <sup>3</sup>	200 kg/m <sup>3</sup>	200 kg/m <sup>3</sup>	200 kg/m <sup>3</sup>	200 kg/m <sup>3</sup>
Caucho	0%	10%	30%	50%	70%
<b>Peso de la probeta (kg)</b>					
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV	Mezcla V
Resultados	3.795	3.341	3.564	2.741	2.353
<b>Resistencia a la compresión (KN)</b>					
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV	Mezcla V
Resultados	23.45	12.53	7.03	1.64	0.82
<b>Ensayo de permeabilidad (seg) – altura 15 cm</b>					
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV	Mezcla V
Resultados	58.08	58.08	71.95	16.74	5.52


 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	Tesis: “EVALUACIÓN DE USO DEL NEUMÁTICO TRITURADO COMO UN MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICO PARA EL CONCRETO, CAJAMARCA 2020”						
	Ficha Técnica						
	Tesisista: Marco Antonio Diaz Cotrina						
Asesor:							
<b>Nº Ficha</b>	6						
<b>Título</b>	Sustitución de los áridos por fibras de caucho de neumáticos reciclados en la elaboración de concreto estructural en Chimbote-2015						
<b>Autor(es)</b>	E. Guzmán / E. Guzmán						
<b>Institución</b>	Universidad Nacional de Santa						
	<b>Curva granulométrica - AF</b>				<b>Curva granulométrica - AG</b>		
<b>Tamiz (mm)</b>	<b>% Pasa</b>			<b>Tamiz (mm)</b>	<b>% Pasa</b>		
<b>Cemento</b>							
<b>Forma de obtención el caucho</b>							
<b>Diseño de mezcla</b>							
Material	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV	Mezcla V	Mezcla VI	Mezcla VII
Cemento	42.50 kg/saco	42.50 kg/saco	42.50 kg/saco	42.50 kg/saco	42.50 kg/saco	42.50 kg/saco	42.50 kg/saco
Agregado grueso	116.93 kg/saco	116.93 kg/saco	116.93 kg/saco	116.93 kg/saco	116.93 kg/saco	116.93 kg/saco	116.93 kg/saco
Agregado fino	98.52 kg/saco	98.52 kg/saco	98.52 kg/saco	98.52 kg/saco	98.52 kg/saco	98.52 kg/saco	98.52 kg/saco
Agua	25.29 lt/saco	25.29 lt/saco	25.29 lt/saco	25.29 lt/saco	25.29 lt/saco	25.29 lt/saco	25.29 lt/saco
Caucho	0%	5% - PESO AF	15% - PESO AF	25% - PESO AF	5% - PESO AG	15% - PESO AG	25% - PESO AG
<b>Resistencia a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>)</b>							
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV	Mezcla V	Mezcla VI	Mezcla VII
Resultados	284.9	261.5	191.2	158.5	240.8	172.3	125
<b>Módulo de elasticidad estático</b>							
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV	Mezcla V	Mezcla VI	Mezcla VII
Resultados carga (kg-f)	20800	20700	14300	11700	18200	13000	10400
Deformación (mm)	0.132	0.13	0.092	0.094	0.112	0.097	0.086
Ec (kg/cm <sup>2</sup> )	271063	271509	264731	212618	274870	249940	211602
<b>Ensayo de tracción indirecta diametral (kg/cm<sup>2</sup>)</b>							
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV	Mezcla V	Mezcla VI	Mezcla VII
Resultados	27.6	27.8	26.8	22.2	26.8	22.3	19.6





 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	Tesis: “EVALUACIÓN DE USO DEL NEUMÁTICO TRITURADO COMO UN MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICO PARA EL CONCRETO, CAJAMARCA 2020”			
	Ficha Técnica			
	Tesisista: Marco Antonio Diaz Cotrina			
	Asesor:			
<b>N° Ficha</b>	7			
<b>Título</b>	Comportamiento físico mecánico del concreto hidráulico adicionado con caucho reciclado.			
<b>Autor(es)</b>	E. Cabanillas			
<b>Institución</b>	Universidad Nacional de Cajamarca			
	<b>Curva granulométrica - AF</b>			<b>Curva granulométrica - AC</b>
<b>Tamiz (mm)</b>	<b>% Pasa</b>	<b>Tamiz (mm)</b>	<b>% Pasa</b>	
<b>03-Ago</b>	100	<b>2</b>	100	
<b>4</b>	94.6	<b>1 ½</b>	100	
<b>8</b>	85.35	<b>1</b>	100	
<b>16</b>	66.07	<b>¾</b>	100	
<b>30</b>	49.87	<b>½</b>	55.96	
<b>50</b>	29.31	<b>03-Ago</b>	13.03	
<b>100</b>	9	<b>4</b>	0.23	
<b>200</b>	3.6	<b>Fondo</b>	0	
<b>Cemento</b>				
Cemento Portland Tipo 1				
<b>Forma de obtención el caucho</b>				
Se tritura el caucho				
<b>Diseño de mezcla</b>				
Material	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV
Cemento	332.15 kg/m <sup>3</sup>	332.00 kg/m <sup>3</sup>	332.00 kg/m <sup>3</sup>	332.00 kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso	954.00 kg/m <sup>3</sup>	954.00 kg/m <sup>3</sup>	954.00 kg/m <sup>3</sup>	954.00 kg/m <sup>3</sup>
Agregado fino	790.50 kg/m <sup>3</sup>	711.00 kg/m <sup>3</sup>	672.00 kg/m <sup>3</sup>	632.00 kg/m <sup>3</sup>
Agua	205.00 lt/m <sup>3</sup>	205.00 lt/m <sup>3</sup>	205.00 lt/m <sup>3</sup>	205.00 lt/m <sup>3</sup>
Caucho reciclado	0%	10% PESO AF	15% PESO AF	20% PESO AF
<b>Peso unitario concreto fresco (kg/m<sup>3</sup>)</b>				
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV
Resultados	2294.06	2237.04	2207.37	2166.01
<b>Ensayo a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>)</b>				
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV
Resultados	207.96	192.12	126.17	114.7
<b>Módulo de elasticidad (kg/cm<sup>2</sup>)</b>				
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV
Resultados	217764.06	207626.61	170686.05	217764.06



 Tesis: “EVALUACIÓN DE USO DEL NEUMÁTICO TRITURADO COMO UN MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICO PARA EL CONCRETO, CAJAMARCA 2020”				
 Ficha Técnica				
Tesisista: Marco Antonio Diaz Cotrina				
Asesor:				
<b>N° Ficha</b>	8			
<b>Título</b>	Diseño de mezcla del concreto para elaboración de adoquines con material reciclado de neumáticos en la provincia de Huancavelica.			
<b>Autor(es)</b>	F. Ledezma / W. Yauri			
<b>Institución</b>	Universidad Nacional de Huancavelica			
	<b>Curva granulométrica - AF</b>		<b>Curva granulométrica - AG</b>	
<b>Tamiz (mm)</b>	<b>% Pasa</b>	<b>Tamiz (mm)</b>	<b>% Pasa</b>	
½	100	<b>1</b>	100	
<b>03-Ago</b>	100	¾	100	
¼	98	½	75	
<b>4</b>	94	<b>03-Ago</b>	55	
<b>8</b>	85	¼	30	
<b>10</b>	78	<b>4</b>	10	
<b>16</b>	55	<b>8</b>	5	
<b>20</b>	45			
<b>30</b>	32			
<b>40</b>	25			
<b>50</b>	18			
<b>60</b>	15			
<b>100</b>	10			
<b>Cemento</b>				
Cemento Portland Tipo 1				
<b>Forma de obtención el caucho</b>				
Polvo de caucho triturado				
<b>Diseño de mezcla</b>				
Material	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV
Cemento	1 bolsa/m3 de concreto	1 bolsa/m3 de concreto	1 bolsa/m3 de concreto	1 bolsa/m3 de concreto
Agregado grueso	1.75 kg/m3 de concreto	1.75 kg/m3 de concreto	1.75 kg/m3 de concreto	1.75 kg/m3 de concreto
Agregado fino	1.19 kg/m3 de concreto	1.19 kg/m3 de concreto	1.19 kg/m3 de concreto	1.19 kg/m3 de concreto
Agua	1 Lt/m3 de concreto	1 Lt/m3 de concreto	1 Lt/m3 de concreto	1 Lt/m3 de concreto
Caucho reciclado en	0%	25%	35%	45%
<b>Módulo de rotura a la flexión (kg/cm2)</b>				
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV
Resultados	59	21	4	2
<b>Ensayo a la compresión (kg/cm2)</b>				
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV
Resultados	313	27	9	8


 Tesis: “EVALUACIÓN DE USO DEL NEUMÁTICO TRITURADO COMO UN MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICO PARA EL CONCRETO, CAJAMARCA 2020” Ficha Técnica				
Tesisista: Marco Antonio Diaz Cotrina				
Asesor:				
<b>N° Ficha</b>	9			
<b>Título</b>	Valoración de propiedades mecánicas y de durabilidad de concreto adicionado con residuos de llantas de caucho			
<b>Autor(es)</b>	H. Torres			
<b>Institución</b>	Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito			
	<b>Curva granulométrica - AF</b>		<b>Curva granulométrica - AG</b>	
<b>Tamiz (mm)</b>	<b>% Pasa</b>	<b>Tamiz (mm)</b>	<b>% Pasa</b>	
1/2	100	1	100	
03-Ago	100	3/4	85	
3/4	100	1/2	60	
4	100	03-Ago	40	
8	85	1/4	25	
10	70	4	12	
16	65	8	10	
20	60			
30	55			
40	50			
50	40			
60	30			
80	21			
100	10			
<b>Cemento</b>				
Cemento Portland Tipo I				
<b>Forma de obtención el caucho</b>				
Polvo de caucho triturado				
<b>Diseño de mezcla</b>				
Material	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV
Cemento (kg/m <sup>3</sup> )	350	350	350	350
Agregado grueso (kg/m <sup>3</sup> )	911	911	911	911
Agregado fino (kg/m <sup>3</sup> )	729.4	604.7	531.7	458.8
Agua (lt/m <sup>3</sup> )	210	210	210	210
Caucho reciclado en	0%	10%	20%	30%
<b>Resistencia a la compresión Mpa</b>				
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV
Resultados	20.4	15.4	16.5	9.5
<b>Módulo de elasticidad MPa</b>				
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV
Resultados	21200	18500	19000	14500
<b>Resistencia a flexión (MPa)</b>				
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV
Resultados	3.32	2.74	3.2	2.42
<b>Absorción superficial ml/(m<sup>2</sup>*s)</b>				
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV
Resultados	0.048	0.034	0.03	0.029
<b>Penetración de cloruros RCPT (Colulombs)</b>				
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV
Resultados	6500	5500	5600	3500
<b>Penetración de cloruros método NT BUILD - 492 (Colulombs)</b>				
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV
Resultados	4000	4500	4800	5800
<b>Resistividad (Ω*m)</b>				
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV
Resultados	50	60	40	42

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	Tesis: “EVALUACIÓN DE USO DEL NEUMÁTICO TRITURADO COMO UN MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICO PARA EL CONCRETO, CAJAMARCA 2020”			
	Ficha Técnica			
	Tesista: Marco Antonio Diaz Cotrina			
Asesor:				
<b>N° Ficha</b>	10			
<b>Título</b>	Estudio de concreto elaborado con caucho de reciclado de diferentes tamaños de partículas.			
<b>Autor(es)</b>	C. Albano / N. Camacho / M. Hernández / A. Bravo / H. Guevara			
<b>Institución</b>	Scielo			
	<b>Curva granulométrica - AF</b>			<b>Curva granulométrica - AG</b>
<b>Tamiz (mm)</b>	<b>% Pasa</b>		<b>Tamiz (mm)</b>	<b>% Pasa</b>
<b>Cemento</b>				
Cemento Portland Tipo 1				
<b>Forma de obtención el caucho</b>				
Raspadura de las bandas de rodamiento con tamaño promedio de las mayor o igual a 1.19 mm (AG), menor a				
<b>Diseño de mezcla</b>				
Material	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV
Cemento, AG, AF, Agua	No indica	No indica	No indica	No indica
Caucho reciclado en polvo	0%	5% Azar	5% AF	5% AG
<b>Resistencia a la compresión Mpa</b>				
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV
Resultados	30	25	20	17.5
<b>Resistencia a la tracción Mpa</b>				
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV
Resultados	2.5	2.4	1.6	1.75
<b>Velocidad de pulso ultrasónico (m/s)</b>				
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV
Resultados	4250	4248	3750	3900
<b>Módulo Dinámico (MPa)</b>				
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV
Resultados	4350	4250	3200	2500
<b>Impedancia Acústica (Kg/m2*s)</b>				
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV
Resultados	10000000	9500000	8000000	7000000

					
Tesis: "EVALUACIÓN DE USO DEL NEUMÁTICO TRITURADO COMO UN MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN ECOLOGICO PARA EL CONCRETO, CAJAMARCA 2020"					
Ficha Técnica					
Tesista: Marco Antonio Diaz Cotrina					
Asesor:					
<b>Nº Ficha</b>	11				
<b>Título</b>	Análisis de la influencia del uso de caucho reciclado tratado con NaOH usado como adición en concreto normal.				
<b>Autor(es)</b>	M. Maldonado / J. Blanco / S. Ángel				
<b>Institución</b>	Scielo				
	<b>Curva granulométrica - AF</b>				<b>Curva granulométrica - AG</b>
	<b>Curva granulométrica Combinada</b>		<b>Curva granulométrica Fuller</b>		<b>Curva granulométrica Arena</b>
<b>Tamiz</b>	<b>% Pasa</b>	<b>Tamiz</b>	<b>%Pasa</b>	<b>Tamiz</b>	<b>%Pasa</b>
1 ½	100	1 ½	100	1 ½	100
1	100	1	100	1	100
¾	99.36	¾	86.72	¾	100
½	64.29	½	70.71	½	100
<b>03-Ago</b>	53.53	<b>03-Ago</b>	61.22	<b>03-Ago</b>	100
<b>4</b>	43.24	<b>4</b>	43.24	<b>4</b>	82
<b>8</b>	34.91	<b>8</b>	30.61	<b>8</b>	66
<b>16</b>	26.41	<b>16</b>	21.55	<b>16</b>	50
<b>30</b>	16.73	<b>30</b>	15.37	<b>30</b>	32
<b>50</b>	7.48	<b>50</b>	10.87	<b>50</b>	14
<b>100</b>	2.38	<b>100</b>	7.68	<b>100</b>	5
<b>200</b>	0.67	<b>200</b>	5.4	<b>200</b>	1
<b>Fondo</b>	0	<b>Fondo</b>	0	<b>Fondo</b>	0
<b>Cemento</b>					
Cemento gris Tipo 1 marca Argos					
<b>Forma de obtención el caucho</b>					
Caucho de llantas usadas procesados por la empresa Automundial de Bogotá					
<b>Diseño de mezcla</b>					
Material	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III		
Cemento	1.732 kg		2970 kg/m <sup>3</sup>		
Agregado grueso	2559 kg/m <sup>3</sup>	911 kg/m <sup>3</sup>	2559 kg/m <sup>3</sup>		
Agregado fino	2464 kg/m <sup>3</sup>	604.70 kg/m <sup>3</sup>	2464 kg/m <sup>3</sup>		
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>	1000 kg/m <sup>3</sup>	1000 kg/m <sup>3</sup>		
Caucho reciclado en polvo	0%	15% sin NaOH	15% tratado con NaOH		
<b>Resistencia a la compresión Mpa</b>					
Material	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III		
Cemento	17.4	15.4	9.5		
<b>Asentamiento real (mm)</b>					
Material	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III		
Cemento	210	212	215		
<b>Relación A/C</b>					
Material	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III		
Cemento	0.6	0.55	0.55		
<b>Resistencia a la compresión (MPa)</b>					
Material	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III		
Cemento	16.44	9.106	10.923		
<b>Resistencia a la flexión (MPa)</b>					
Material	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III		
Cemento	0.837	0.773	0.754		
<b>Módulo de Elasticidad (MPa)</b>					
Material	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III		
Cemento	28766.32	19278.313	20216.52		
<b>Resistencia a la Tracción (MPa)</b>					
Material	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III		
Cemento	0.017	0.011	0.012		

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	Tesis: “EVALUACIÓN DE USO DEL NEUMÁTICO TRITURADO COMO UN MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICO PARA EL CONCRETO, CAJAMARCA 2020”			
	Ficha Técnica			
	Tesista: Marco Antonio Diaz Cotrina			
Asesor:				
<b>Nº Ficha</b>	12			
<b>Título</b>	Comportamiento mecánico de una mezcla para concreto usando neumáticos triturados como reemplazo del 15%, 25% y 35% del volumen del agregado fino para un concreto con fines de uso estructural.			
<b>Autor(es)</b>	H. Hernández / H. Sánchez			
<b>Institución</b>	SciELO			
	<b>Curva granulométrica - AF</b>			<b>Curva granulométrica - AG</b>
<b>Tamiz (mm)</b>	<b>% Pasa</b>		<b>Tamiz (mm)</b>	<b>% Pasa</b>
<b>Cemento</b>				
Cemento Gris de Uso Estructural producido por Cementos Cemex S.A.				
<b>Forma de obtención el caucho</b>				
Grano triturado de caucho de llanta				
<b>Diseño de mezcla</b>				
Material	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV
Material	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV
Cemento	1.732 kg	1.732 kg	1.732 kg	1.732 kg
AG	5.676 kg	5.676 kg	5.676 kg	5.676 kg
AF	3.799 kg	3.229 kg	2.849 kg	2.469 kg
Agua	0.970 Lt	0.970 Lt	0.970 Lt	0.970 Lt
Caucho reciclado en	0%	15%	25%	35%
<b>Resistencia a la compresión Mpa</b>				
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV
Resultados	2267.06	2216.17	2180.83	2094.45
<b>Densidad (kg/m3)</b>				
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV
Resultados	2.5	2.4	1.6	1.75
<b>Módulo de Elasticidad (MPa)</b>				
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV
Resultados	21555.25	14545.39	11380.74	10812.7

 Tesis: “EVALUACIÓN DE USO DEL NEUMÁTICO TRITURADO COMO UN MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICO PARA EL CONCRETO, CAJAMARCA 2020”				
Ficha Técnica				
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE Tesista: Marco Antonio Diaz Cotrina Asesor:				
<b>N° Ficha</b>	13			
<b>Título</b>	Caucho reciclado en la resistencia a la compresión y flexión de concreto modificado.			
<b>Autor(es)</b>	M. Farfán / E. Leonardo			
<b>Institución</b>	Scielo			
	<b>Curva granulométrica - AF</b>			<b>Curva granulométrica - AG</b>
<b>Tamiz (mm)</b>	<b>% Pasa</b>		<b>Tamiz (mm)</b>	<b>% Pasa</b>
<b>Cemento</b>				
Cemento Pacasmayo Extraforte Tipo I.				
<b>Forma de obtención el caucho</b>				
Triturado de neumáticos desechados tamizado a un diámetro de 0.5 cm.				
<b>Diseño de mezcla</b>				
Material	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV
Material	Mezcla I	Mezcla III	Mezcla IV	Mezcla V
Cemento	377.358 kg/m <sup>3</sup>	377.358 kg/m <sup>3</sup>	377.358 kg/m <sup>3</sup>	377.358 kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso	880.130 kg/m <sup>3</sup>	880.130 kg/m <sup>3</sup>	880.130 kg/m <sup>3</sup>	880.130 kg/m <sup>3</sup>
Agregado fino	834.398 kg/m <sup>3</sup>	834.398 kg/m <sup>3</sup>	834.398 kg/m <sup>3</sup>	834.398 kg/m <sup>3</sup>
Agua	200 kg/m <sup>3</sup>	200 kg/m <sup>3</sup>	200 kg/m <sup>3</sup>	200 kg/m <sup>3</sup>
Caucho reciclado	Concreto siempre (CS)	CS más 5% de volumen de caucho reciclado	CS más 10% de volumen de caucho	CS más 15% de volumen de caucho reciclado (CS15CR)
<b>Relación A/C</b>				
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV
Resultados	0.6	0.48	0.48	0.48
<b>Ensayo de Trabajabilidad (pulg)</b>				
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV
Resultados	4	5.5	5.7	5.8
<b>Resistencia a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>)</b>				
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV
Resultados	218.06	218.452	212.337	198.875
<b>Deformación máxima (mm/1000)</b>				
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV
Resultados	4571.72	6808.53	6934.77	7451.99
<b>Resistencia a la flexión (kg/cm<sup>2</sup>)</b>				
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV
Resultados	83.58	71.219	81.861	77.768
<b>Deformación flexión (mm/1000)</b>				
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV
Resultados	3577.94	2454.95	3578.18	3814.69

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	Tesis: “EVALUACIÓN DE USO DEL NEUMÁTICO TRITURADO COMO UN MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICO PARA EL CONCRETO, CAJAMARCA 2020”			
	Ficha Técnica			
	Tesisista: Marco Antonio Diaz Cotrina			
	Asesor:			
<b>N° Ficha</b>	14			
<b>Título</b>	Evaluación mecánica de concreto y de corrosión en mortero con partículas de neumático reciclado.			
<b>Autor(es)</b>	C. Flores / S. Rodríguez // A. Cárdenas / O. Guarmeros			
<b>Institución</b>	Redalyc			
	<b>Curva granulométrica - AF</b>			<b>Curva granulométrica - AG</b>
<b>Tamiz (mm)</b>	<b>% Pasa</b>	<b>Tamiz (mm)</b>	<b>% Pasa</b>	
<b>Cemento</b>				
Cemento Portland compuesto 40 R. (CPC40R)				
<b>Forma de obtención el caucho</b>				
Triturado mecánico de neumáticos lavado con hidróxido de sodio (NaOH)				
<b>Diseño de mezcla</b>				
Material	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV
Cemento	500 kg/m <sup>3</sup>	500 kg/m <sup>3</sup>	500 kg/m <sup>3</sup>	500 kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso	1024 kg/m <sup>3</sup>	1024 kg/m <sup>3</sup>	1024 kg/m <sup>3</sup>	1024 kg/m <sup>3</sup>
Agregado fino	616 kg/m <sup>3</sup>	585.2 kg/m <sup>3</sup>	569.8 kg/m <sup>3</sup>	554.4 kg/m <sup>3</sup>
Agua	215 kg/m <sup>3</sup>	215 kg/m <sup>3</sup>	215 kg/m <sup>3</sup>	0 kg/m <sup>3</sup>
Caucho reciclado en	0% (CR)	5% (CN5)	10% (CN10)	15% (CN15)
<b>Revenimiento (mm)</b>				
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV
Resultados	5.5	6	2.5	5
<b>Densidad (g/cm<sup>3</sup>)</b>				
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV
Resultados	2.35	2.3	2.26	2.24
<b>Velocidad de Corrosión (uA/cm<sup>2</sup>)</b>				
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV
Resultados	2	3	4	6
<b>Resistencia a la compresión (MPa)</b>				
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV
Resultados	38	37.3	29.6	29.1
<b>Módulo de Elasticidad (GPa)</b>				
	Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III	Mezcla IV
Resultados	27	26.5	21	20.7



**Anexo 7 Manual**

**MANUAL DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL USO DEL NEUMÁTICO  
TRITURADO COMO UN MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICO  
PARA EL CONCRETO, CAJAMARCA, 2021**

**AUTOR: MARCO ANTONIO DÍAZ COTRINA**

**CAJAMARCA**

**2021**

## Resumen

El manual de procedimiento constructivo para el uso de neumático triturado en la elaboración de un concreto ecológico con neumático triturado, con el fin de brindar una alternativa en no solo brindar un nuevo material sostenible sino también una opción eficiente para el sector de la construcción. Este manual comprende su objetivo general, un glosario de términos importantes, normativa técnica peruana vigente, características de los componentes que conforma el concreto, el procedimiento de fabricación de concreto ecológico con neumático reciclado, sus conclusiones y recomendaciones más resaltantes. Todas estas partes que conforma este manual, son aquellos que corresponderán a especificar una serie de puntos relevantes, no solo para la conformación de forma técnica de estructuras de concreto con adiciones de neumático triturado, sino para garantizar la adquisición de resistencia estructural.

## Tabla de contenido

Resumen .....	2
Índice .....	3
1. Objetivo General .....	4
2. Normativa vigente .....	4
3. Glosario de Términos .....	6
4. Descripción del objeto de estudio .....	7
5. Componentes del concreto ecológico .....	9
5.1. Cemento .....	9
5.2. Agregados .....	9
5.3. Água .....	10
5.4. Neumático triturado.....	11
6. Procedimiento para fabricación de concreto ecológico .....	12
7. Mezclas óptimas para elaboración de concreto ecológico .....	20
8. Conclusiones .....	21
9. Recomendaciones.....	21

## 1. Objetivo General

Elaborar un manual que se convierta como guía en el procedimiento de la fabricación de concreto ecológico mediante la incorporación de neumático triturado.

## 2. Normativa peruana vigente

Dentro de la normativa peruana vigente, es importante mencionar que, para la elaboración de un concreto de calidad, es necesario tener en consideración las características que presentan los agregados, en cuanto a sus propiedades físicas de este material, para así, poder realizar un correcto diseño de mezclas de concreto.

**Tabla 1**

*Normativa para determinar propiedades físicas de agregados*

Descripción	Ensayo	Norma Técnica Peruana
Propiedades físicas de los agregados	Granulometría para los agregados	N.T.P. 400.012
	Contenido de humedad de los agregados	N.T.P. 399.185
	Pesos unitarios de los agregados	N.T.P. 400.017
	Peso específico y absorción del agregado fino	N.T.P. 400.022
	Peso específico y absorción del agregado grueso	N.T.P. 400.021

Además de ello, para el control de calidad del concreto, es necesario mencionar, la siguiente normativa vigente para determinar las propiedades físicas y mecánicas del concreto.

**Tabla 2**

*Normativa para determinar propiedades del concreto*

Descripción	Ensayo	Norma Técnica Peruana
<b>Concreto en estado fresco</b>	Pesos unitarios	N.T.P. 339.046
	Asentamiento	N.T.P. 339.035
	Contenido de aire	N.T.P. 339.083 o
		N.T.P. 339.081
<b>Concreto en estado endurecido</b>	Temperatura	N.T.P. 399.184
	Resistencia a la compresión	N.T.P. 339 934
	Resistencia a la flexión	N.T.P. 339 078

Ahondando en la normativa vigente, se puede señalar la presencia de los siguientes apartados, en cuanto a la configuración de un concreto de alta calidad:

**NTP 334.009 2013:** Cementos Portland: La presente normativa señala especificaciones que deberán de ser tomadas en cuenta, en relación a los diferentes requisitos con los se cuenta, en cuanto a la posibilidad de poder establecer una serie de condiciones que permitan obtener un producto de alta calidad.

**NTP 334.090 2013:** Cementos Portland Adicionados: La presente normativa ofrece información relacionada directamente con las diferentes adiciones que deberán de ser implementadas, en cuanto a la configuración de un cemento portland de alta calidad; así como, las diferentes incorporaciones que pueden ser tomadas en cuenta, para la mejora de sus propiedades.

**NTP 334.082 2011:** Cementos Portland: La normativa señalada brinda información relevante, en cuanto a las especificaciones técnicas que tendrán que ser tomadas en cuenta, para la producción de un cemento de alta calidad.

E060 Concreto Armado: La normativa técnica de concreto armado, ofrece información relevante, en cuanto a las características mínimas que tendrán que ser mantenidas por una estructura de concreto armado; así como, las características de los principales componentes del concreto, con la finalidad de que se pueda diseñar un elemento de alta resistencia y calidad.

### 3. Glosario de términos

**Aditivo:** Es un material que es indistinto al agua, a los agregados o al cemento hidráulico, que ofrece determinadas propiedades adicionales al elemento de concreto (Barra y Royano, 2016).

**Agregado fino:** Es aquel agregado que cuenta con la característica necesaria, en relación a su granulometría, para poder pasar por el tamiz 9.50 mm (Barrado et al., 2009).

**Agregado grueso:** Es aquel agregado que es retenido en el tamiz 4.75 mm (N° 04), el cual ha provenido de la desintegración de forma natural o artificial de las rocas (Flores et al., 2017).

**Agregado:** Es aquel material granular que tiende a ser de origen natural o artificial, el cual ofrece determinadas propiedades resistentes, a las estructuras de concreto armado (Flores et al., 2017).

**Cemento:** Es aquel material que ha sido pulverizado de forma previa, para que este pueda ser adicionado en la fabricación del concreto, contando con la capacidad de adquirir un determinado endurecimiento (Flores et al., 2017).

**Concreto ecológico:** Se le denomina de esta forma, a todo aquel concreto que tiene la característica de emplear insumos reciclados, en reemplazo de alguno de sus componentes principales (Tapias y Ramirez, 2018).

**Concreto:** Se le denomina de esta forma, a toda aquella mezcla, entre el agua, cemento, agregado grueso o agregado fino, que tiende a adquirir resistencia, con el pasar de los días y mediante un adecuado curado (Barra y Royano, 2016).

**Neumático triturado:** Es aquel proceso por el que tiene que pasar una llanta, con la finalidad de poder alcanzar un determinado diámetro, seleccionado por el propio empleador del insumo (Farfán y Leonardo, 2017).

#### **4. Descripción del objeto de estudio**

El concreto es definido como una mezcla de cemento, agregado fino, agregado grueso y agua, en donde la cantidad de cada uno de estos materiales, es influencia sobre la resistencia que el elemento vaciado, pueda llegar a desarrollar. Así mismo, es que la preparación del concreto elaborada in situ, corresponde a que este tipo de concreto, corresponde a una mezcla de concreto húmero, el cual es depositado en cimbras, en un determinado lugar (Farfán y Leonardo, 2018).

Los tipos de concreto que se pueden encontrar en el mercado nacional, son los siguientes: el concreto ciclópeo, el concreto simple y el concreto armado. El concreto ciclópeo, se caracteriza por haber sido empleado en la construcción de zanjas de cimentación y en la fabricación de sobrecimientos. Además de ello, cabe señalar que, cuando se usan zanjas de cimentación, la proporción que suele ser recomendable, es de 1 volumen de cemento, con 10 volúmenes de hormigón (Farfán y Leonardo, 2018).

Mientras que, si es que se hace referencia al concreto simple se puede señalar que este es aquella mezcla de cemento, con agregado grueso, agregado fino y agua, con adiciones de aditivo, si es que así se desea. Cabe señalar que, puede corresponder a la existencia del concreto

armado, en donde se adiciona al concreto simple, barras de acero corrugada, para mejorar sus capacidades de resistencia (Venegas, 2016).

Dentro del procedimiento que se puede tener en cuenta, se señala la existencia de dos tipos de vaciado, el amasado a mano y amasado mecánico, en referencia al amasado a mano, se señala que este tiene que hacerse en una superficie uniforme, en donde el cemento y el agregado fino, tiene que ser mezclado, hasta que pueda corresponder a formar, una mezcla uniforme, en donde de forma posterior, se tiene que agregar agua, hasta llegar a conformar una masa. Mientras que, se deberá de agregar agregado grueso, de forma posterior, con la finalidad de obtener una masa homogénea (Valencia et al., 2019).

Posterior a que la mezcla ha sido colocada, el proceso de vibrado del concreto es de total importancia, en donde el encofrado mismo, tiene que compensar la cantidad de espacios vacíos que se encuentran dentro del interior del concreto, llegando a reducir de esta forma, el porcentaje de aire atrapado. Cabe destacar el hecho de que no se tienen que concentrar la vibración en un solo lugar, por más de 10 segundos, en donde la aguja de vibración está introducida verticalmente. Mientras que, si es que no se cuenta con un equipo de vibrado, se puede realizar el procedimiento de chuceo, en donde se utiliza un fierro liso, con punta redondeada, con un diámetro de media pulgada (Flores et al., 2013).

Para finalizar, con la finalidad de que se pueda mantener un ambiente húmedo en el concreto, en el proceso de curado durante días posteriores de su elaboración de la mezcla. Esto es realizado con el propósito de que se llegue a adquirir la totalidad de la resistencia de diseño, reduciendo de esta forma, las rajaduras superficiales. Las formas de procedimiento que se pueden tener en cuenta, son: curado continuo o directo, con la aplicación de agua; se emplean alfombras empapadas o arrocetas (Flores et al., 2013).



## **5. Componentes del concreto ecológico**

### **5.1. Cemento**

Los cementos empleados, sea cual sea su clase cumplen con lo establecido en la NTP que rige en el ámbito de estudio. Así mismo, al ser considerado en el diseño de mezcla, cumple un rol de total importancia dentro de la mezcla. Cuando se habla del cemento, se puede señalar que este es un material conformado por minerales en polvo, en donde las propiedades del mismo, corresponden a los diferentes tipos de cemento existentes en el mercado nacional, pudiendo ser los siguientes: Tipo I, Tipo II, Tipo III, Tipo IV y Tipo V, siendo el más empleado, el cemento Tipo I (Aizpurúa et al., 2018).

### **5.2. Agregados**

Los agregados que han sido considerados en la fabricación del concreto cumplen con la normativa técnica peruana, en donde el tamaño máximo nominal de los mismos no es superior a  $1/5$  de la menor separación entre los lados del encofrado,  $1/3$  de la altura de la losa armada o un  $3/4$  del espaciamiento mínimo entre las barras. Mientras que, estos tienen que estar libre de cualquier tipo de elemento contaminante, lo que conlleve a que se genere un sin número de afectaciones al concreto en sí mismo. Mientras que, la granulometría con la que cuenten los agregados pétreos garantiza la obtención de la máxima densidad del concreto, ofreciendo de forma consiguiente con una adecuada trabajabilidad en el concreto. Además de ello, cabe señalar la existencia de los agregados, en donde se puede señalar que, el concreto está conformado normalmente por entre un 70% y un 80% de agregado (agregado fino y agregado grueso).



**Figura 1.** Agregado grueso

Fuente: (Barra y Royano 2016).

### **5.3. Agua**

El agua empleada en la fabricación del concreto es limpia y libre de cualquier cantidad perjudicial, tanto de aceites, como de sales, materia orgánica, o de cualquier otro tipo de sustancia que afecte la calidad del mismo. Mientras que, se puede realizar un ensayo preliminar con cubos de concreto, mediante el ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días y finalmente a los 28 días, para la verificación del mismo concreto (Cabanillas, 2017).



**Figura 2.** Agua

Fuente: (Barra y Royano 2016).

#### **5.4. Neumático triturado**

El caucho empleado para la fabricación del concreto, tiene que estar libre de cualquier tipo de impurezas, con el único fin de garantizar una mínima afectación, en cuanto a la fabricación del concreto mismo. Además de ello, cabe señalar el caucho seleccionado tiene que haber pasado por un proceso de limpieza previo, con el fin de eliminar cualquier partícula contaminante. Mientras que, el proceso de trituración mecánico garantiza la obtención del mismo diámetro de partícula, sin haber variabilidad en las mismas, ya que, se puede llegar a afectar el nivel de influencia positiva que tiene el neumático triturado, en la construcción de un concreto ecológico (Farfán y Leonardo, 2017).



**Figura 3.** Caucho triturado

Fuente: (Ledezma y Yauri, 2018).

## 6. Procedimiento para fabricación de concreto ecológico

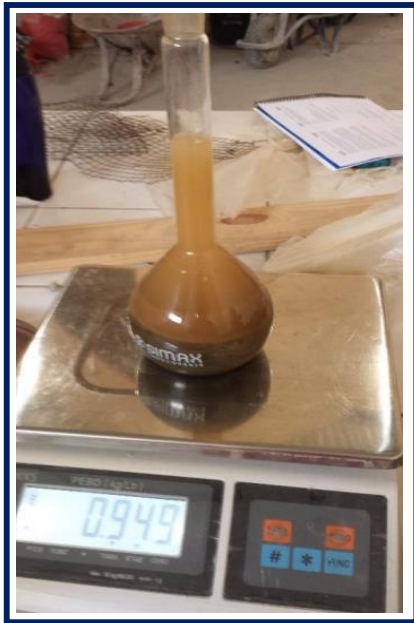
**PASO 01:** Determinación de las características y propiedades físicas de los agregados.

- a. Se determina las características de los agregados a emplear en la fabricación del concreto, con la finalidad que se pueda alcanzar a conocer las propiedades que presentan estos mismos en su diseño de mezcla.



**Figura 4.** Tamizaje en agregado

Fuente: (Hernández, 2018).



**Figura 5.** Densidad relativa en agregado fino

Fuente: (Ledezma y Yauri, 2018).



**Figura 6.** Peso unitario del agregado grueso

Fuente: (Ledezma y Yauri, 2018).



- b. Selección del tipo de cemento que se pretende emplear, con la finalidad que se realice el diseño de mezcla, considerando como base a las características de los mismos materiales.



**Figura 7.** Elección de cemento

Fuente: (Pacasmayo, 2018).

- c. Dividir en partes iguales al neumático en desuso, con la finalidad de contar con cierta regularidad en las partículas de caucho triturado y proceder con la caracterización de las mismas, tanto en peso unitario, peso específico, humedad, absorción, entre otros.



**Figura 8.** Caucho triturado

Fuente: (Ledezma y Yauri, 2018).

- d. Se comprueba el diseño de mezcla, mediante la realización de probetas de concreto, para determinar sus condiciones reales que presenta un concreto con caucho triturado.

**PASO 02:** En campo, se realiza la adquisición de materiales de total importancia, para la identificación de las características en las mezclas

- a. Almacenamiento de caucho triturado para la protección contra la intemperie y del resto de materiales para su cuidado.
- b. El agua se almacena en un depósito con el fin de garantizar la carente contaminación de la misma.
- c. El cemento se almacena en un ambiente controlado, en el que gocen de protección ante la intemperie, sin ser apilados en columnas de más de 10 bolsas de cemento en vertical, evitando la humedad en el ambiente.

**PASO 03:** Limpiar de manera adecuada en el caucho triturado, antes de su almacenamiento, tal y como se ha mencionado anteriormente, con el fin de mantener la regularidad en buen estado entre las partículas de caucho para la obtención de una mezcla homogénea en todo el concreto.

**PASO 04:** Para proceder con la fabricación del concreto elaborada in situ, cumplir con lo siguiente:

- a. Emplear alguna máquina de mezclado de concreto; así como, las herramientas complementarias para poder realizar todas las acciones referentes a la fabricación de este material. Dentro de las máquinas de mezclado resalta el trompo para la elaboración del concreto.
- b. Preparar el agregado fino, con el agregado grueso, que son utilizados en la fabricación de la mezcla en estado seco.

- c. Después de haber agregado los agregados principales en la mezcla, se adiciona las partículas de caucho reciclado, durante el mismo proceso de mezclado, con la finalidad de que se pueda reducir todo el concreto en su estado fresco de esta mezcla homogénea.
- d. Todo se añade en conjunto, en la mezcladora de concreto, en donde el agua tiene que añadirse en forma paulatina, con el único fin de realiza una mezcla buena y uniforme.



**Figura 9.** Elaboración del concreto en mezcladora

Fuente: (Hernández, 2018).

**PASO 05:** Cabe señalar que la estructura que requiere vaciarse tiene que estar adecuadamente encofrada, con el fin de ofrecer las condiciones necesarias para el vaciado.





**Figura 10.** Encofrado de probetas de concreto

Fuente: (Hernández, 2018).

**PASO 06:** El transporte del concreto, tiene que realizarse en carretilla, evitando de forma consiguiente, la manipulación excesiva del mismo, con el fin de minimizar o reducir la separación de las partículas del mismo o el bien denominado.

**PASO 07:** La colocación del concreto se realiza considerando una altura de caída máxima de 0.50 metros, con el fin que se reduzca la posibilidad de segregación.

**PASO 08:** El concreto se vibra de forma adecuada, y en periodos de máximo 3 segundos, con la finalidad de que se reduzca la posibilidad de segregación. Además, este procedimiento deberá de ser distribuido de forma regular, en toda el área, con la finalidad de que no sean afectadas ciertas zonas del concreto.

**PASO 09:** El curado se realiza por cualquiera de los métodos conocidos, sin llegar a dejar que la estructura se seque por completo y reduciendo de esta forma, la posibilidad de que se alcance la resistencia de diseño.



*Figura 11.* Curado de probetas de concreto

Fuente: (Hernández, 2018).

**PASO 10:** Esperar a los días de rotura y realizar por cada probeta el ensayo de resistencia a la compresión para la obtención de la carga.



*Figura 12.* Resistencia a la compresión

Fuente: (Hernández, 2018).

## 7. Mezclas óptimas para elaboración de concreto ecológico.

**Tabla 3**

*Dosificaciones óptimas de neumático reciclado y forma de obtención*

#	Forma de obtención de caucho	Dosificación óptima (%)	Resistencia Comprensión	Óptima a
1	Fibras en polvo de pedazos de llanta (Hernández, 2018).	5% caucho.	9.8 (MPa)	
2	Trituración mecánica, con tamaño de 4.0 mm – 10.0 mm (Barra y Royano, 2016).	5% caucho en reemplazo de agregado grueso.	44.3 (N/mm <sup>2</sup> )	
3	Se tritura el caucho, hasta obtener granos de 2.0 mm a 6.0 mm (Venegas, 2016).	5% caucho en reemplazo de agregado fino.	12.1 (MPa)	
4	Se tritura el caucho con tamaños de 2.0 mm-5.0 mm (Tapias y Ramírez, 2018).	5% caucho.	169.52 (Kg/cm <sup>2</sup> )	
5	Fibras de caucho granulado reciclado 3.0mm-7.0mm(Guzmán y Guzmán, 2015).	5% de caucho en reemplazo de agregado fino.	209.52 (Kg/cm <sup>2</sup> )	
6	Raspadura de las bandas de rodamiento con tamaño promedio de las mayor o igual a 1.19 mm (AG), menor a 1.19 mm (AF) y uno al azar entregado por la empresa (Albano et. al, 2018).	5% al azar.	25 (MPa)	
7	Triturado de neumáticos desechados tamizado a un diámetro de 0.5 cm (Farfán y Leonardo, 2017).	Más del 5% en volumen de caucho.	165.45 (Kg/cm <sup>2</sup> )	
8	Triturado mecánico de neumáticos lavado de 4.0mm – 6.0mm (Flores, Cárdenas y Guarneros, 2017).	5% de caucho reciclado en polvo.	37.3 (MPa)	

Nota: Se especificaron las dosificaciones más óptimas y la forma de obtención del material adicionante, en este caso, del caucho reciclado.

## **8. Conclusiones.**

Se realizó la elaboración del presente manual como guía, la cual comprende definición de términos básicos para una mejor comprensión, también descripción general y el procedimiento que se realiza para la elaboración del concreto ecológico con neumático triturado. Adicional a ello, se especifica las mezclas óptimas obtenidas para su elección de manera opcional.

## **9. Recomendaciones.**

Dentro de las recomendaciones que pueden ser mantenidas en la fabricación de un concreto ecológico, son las siguientes:

- Se recomienda realizar el diseño de mezcla y probar el diseño en las correspondientes probetas, con la finalidad de poder evaluar el desarrollo de la resistencia del concreto.
- Se sugiere obtener las partículas de caucho con un mismo diámetro, contar con una forma angular, con el fin de facilitar el área de mezclado y de contacto con la pasta de concreto.
- Se recomienda realizar el proceso de triturado, por el contrario, del proceso de pulverizado del neumático triturado, debido a que se ha evidenciado un mejor comportamiento, en cuanto a la resistencia adquirida.
- Se sugiere que los tamaños de las partículas de caucho se encuentren entre 0.50 – 10 mm, dependiendo del diámetro de agregado grueso que se espere reemplazar.

- Se recomienda que el porcentaje de reemplazo recomendada para alcanzar una máxima resistencia a la compresión en el concreto, es del 5% del agregado grueso.