



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

“Propuesta de concreto eco- sostenible con la adición de caucho para el
diseño del pavimento rígido $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$ en llave, Puno”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE

Ingeniero civil

AUTOR:

Bach. Arela Mayta, Ryder Wadner (ORCID 0000-0001-9137-7513)

ASESOR:

M.Sc. Arevalo Vidal, Samir Augusto (ORCID 0000-0002-6559-0334)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura vial

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

A mi Madre Juana quien me ha dado la vida y todo su amor, sacrificio y esfuerzo que ha realizado para poder sacarme adelante. A mi padre que desde el cielo ilumina y me guía en cada paso que doy. A mis hermanos por ser parte fundamental de mi vida y por su apoyo incondicional.

Agradecimiento

Al finalizar este trabajo de investigación queremos expresar nuestro más grande agradecimiento al M.Sc. Arevalo Vidal, Samir Augusto, por ser guía y compañía a lo largo del desarrollo de nuestra tesis. Asimismo, al Ingeniero Emilio Turpaud Espinoza, agradecer por la enseñanza y los amigos Mario, Francisco, Clenio, Coly, Grody, Any.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	10
II. MARCO TEÓRICO.....	12
III. METODOLOGÍA.....	24
3.1. Tipo y diseño de investigación	24
3.2. Variables y operacionalización.....	24
3.3. Población, muestra y muestreo.....	28
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	29
3.5. Procedimientos	30
3.6. Método de análisis de datos	30
3.7. Aspectos éticos.....	30
IV. RESULTADOS.....	32
V. DISCUSIÓN	68
VI. CONCLUSIONES.....	74
VII. RECOMENDACIONES	75
REFERENCIAS.....	75
ANEXOS	80

Índice de tablas

Tabla 1. Características de las capas estructurales de un pavimento.	15
Tabla 2: Operacionalización de variables.	26
Tabla 3: Muestra de la investigación	28
Tabla 4. Análisis granulométrico del agregado grueso	32
Tabla 5. Análisis granulométrico del agregado fino	34
Tabla 6. Peso unitario suelto del agregado grueso	36
Tabla 7. Peso unitario varillado del agregado grueso	36
Tabla 8. Peso unitario suelto del agregado fino.....	37
Tabla 9. Peso unitario varillado del agregado fino	37
Tabla 10. Gravedad específica y absorción del agregado grueso	38
Tabla 11. Gravedad específica y absorción del agregado fino	39
Tabla 12. Abrasión del agregado grueso	40
Tabla 13. Ensayo de durabilidad entre las muestras de estudio	40
Tabla 14. Inalterabilidad del agregado grueso en soluciones de SO ₄	41
Tabla 15. Dosificación en proporción final del diseño de mezclas	45
Tabla 16. Resistencia a la compresión de muestras de concreto patrón	46
Tabla 17. Resistencia a la compresión de muestras de concreto con 5% caucho ...	48
Tabla 18. Resistencia a la compresión de muestras de concreto con 10% caucho .	50
Tabla 19. Resistencia a la flexión de muestras de concreto patrón	52
Tabla 20. Resistencia a la flexión de muestras de concreto con 5% caucho	54
Tabla 21. Resistencia a la flexión de muestras de concreto con 10% caucho	56
Tabla 22. Resistencia a la compresion de las muestras de estudio	59
Tabla 23: Matriz de consistencia.	74

Índice de figuras

Figura 1. Elementos del pavimento flexible	16
Figura 2. Elementos del pavimento rígido	17
Figura 3. Elementos del pavimento de concreto	18
Figura 4. Mezcla de concreto	18
Figura 5. Composición del concreto	19
Figura 6. Piedra chancada y arena gruesa	20
Figura 7. Asentamiento del concreto	21
Figura 8. Probeta de concreto sometida a compresión axial.	22
Figura 9. Carga en los puntos tercios para resistencia a la flexión del concreto	22
Figura 10. Carga en los puntos medios para resistencia a la flexión del concreto ...	23
Figura 11. Sección de un pavimento rígido	23
Figura 12. Curva granulométrica del agregado grueso	33
Figura 13. Curva granulométrica del agregado fino	35
Figura 14. Realizando la granulometría de la cantera de rio llave	33
Figura 15. Buggie con mezcla de concreto y agregando el caucho	45
Figura 16. Resistencia a la compresión vs día de rotura del concreto patrón	46
Figura 17. Realizando el ensayo a la compresión del concreto patrón	46
Figura 18. Resistencia a la compresión vs día de rotura del concreto +5% caucho .	46
Figura 19. Realizando el ensayo a la compresión del concreto eco-sostenible +5% caucho	50
Figura 20. Resistencia a la compresión vs día de rotura del concreto +10% caucho	51
Figura 21. Realizando el ensayo a la compresión del concreto eco-sostenible +10 caucho	52
Figura 22. Resistencia a la flexión vs día de rotura del concreto patrón	54
Figura 23. Resistencia a la flexión vs día de rotura del concreto +5% caucho	56
Figura 24. Resistencia a la flexión vs día de rotura del concreto +10% caucho	58
Figura 25. Realizando el ensayo a la flexión de vigas concreto eco-sostenible +10, +5, caucho	58
Figura 26. Resistencia a la compresión vs día de rotura de las muestras	60
Figura 27. Resistencia a la flexión vs día de rotura de las muestras	61

Resumen

En los últimos años, se ha evidenciado la falta de infraestructuras viales, la acumulación descontrolada de residuos sólidos generando impactos negativos a nuestro medio ambiente. De esta manera, nace la iniciativa de la presente investigación, que tuvo como objetivo general el elaborar una propuesta de concreto eco-sostenible mediante la incorporación de caucho para pavimento rígido con $f'c=175$ kg/cm² en la provincia de Ilave, considerándose una investigación de tipo aplicada, con un diseño experimental. Obteniendo como resultados, para el concreto ecosostenible con 5% de caucho una resistencia a la compresión promedio de 197.34 kg/cm², concreto eco-sostenible con 10% de caucho una resistencia a la compresión promedio de 194.85 kg/cm² frente al concreto convencional que presentó una resistencia de 180.38 kg/cm². Mientras que, a flexión, se logró obtener un módulo de rotura de 33.83 kg/m² y 32.22 kg/cm² respectivamente para cada muestra ecosostenible frente a la muestra patrón con un módulo de rotura de 29.78 kg/cm². Finalmente, se concluyó que, el porcentaje de adición más óptimo se consideró la muestra con incorporación de 5% de caucho reciclado, evidenciando un crecimiento significativo.

Palabras clave: caucho, concreto eco-sostenible, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión.

Abstract

In recent years, there has been evidence of the lack of road infrastructure, the uncontrolled accumulation of solid waste generating negative impacts on our environment. In this way, the initiative of the present investigation was born, whose general objective was to elaborate an eco-sustainable concrete proposal by incorporating rubber for rigid pavement with $f'c = 175 \text{ kg / cm}^2$ in the province of Ilave, considering an applied research, with an experimental design. Obtaining as results, for eco-sustainable concrete with 5% rubber an average compressive strength of 197.34 kg / cm^2 , eco-sustainable concrete with 10% rubber an average compressive strength of 194.85 kg / cm^2 compared to concrete conventional that presented a resistance of 180.38 kg / cm^2 . While, in flexion, it was possible to obtain a modulus of rupture of 33.83 kg / m^2 and 32.22 kg / cm^2 respectively for each eco-sustainable sample compared to the standard sample with a modulus of rupture of 29.78 kg / cm^2 . Finally, it was concluded that the most optimal addition percentage was considered the sample with incorporation of 5% recycled rubber, showing significant growth.

Keywords: rubber, eco-sustainable concrete, compressive strength, flexural strength.

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú, el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2018) afirma que el país cuenta con 141,557.10 km de red vial no pavimentada, conformada por el 21% no pavimentada en la red nacional, el 87% corresponde a la red departamental y el 98% de la red rural, convirtiéndose con esas cifras, en una gran preocupación de nivel nacional. Mi tema de investigación está ubicado en una red rural. Actualmente, según Wang (2019), uno de los indicadores del crecimiento de un país es su desarrollo en infraestructuras viales, esto se debe a su gran relevancia en generar oportunidades y mejoras en la calidad de vida para una población determinada; por lo que se podría definir que estos factores tienen una relación directa para el progreso de una nación.

Ahora bien, respecto de la eliminación de neumáticos después de su vida útil, indiscutiblemente tal hecho afecta totalmente al medio ambiente y a una escala mundial, ya que éstos no son materiales biodegradables y al ser depositados en botaderos o vertederos sin tratamiento ni control o abandonados en vía pública, genera un problema significativo para una población. En el país, conforme al Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016), se evidenció un incremento del parque automotor con una tasa promedio del 8.84% anual, en consecuencia, un incremento exponencial de desechos de neumáticos. Además, la problemática va de la mano con la falta de conocimiento en temas de gestión de residuos para su reutilización o disposición final de este tipo de residuos (Farfán y Leonardo, 2018). De esta manera planteamos el siguiente **problema general** ¿De qué manera la adición del caucho en un diseño concreto eco-sostenible $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$, mejorada las propiedades físicas y mecánicas, para pavimentos rígido en la provincia de Ilay - Puno?, así mismo tenemos los siguientes **problemas específicos**, i) ¿Cuáles son las diferencias de las propiedades físicas de los agregados para el concreto eco- sostenible con adición de caucho y concreto convencional en la provincia de Ilay?, ii) ¿Cuáles son las diferencias de las propiedades mecánicas del concreto eco- sostenible con adición de caucho y concreto convencional en la provincia de Ilay?, iii) ¿Cuáles son los porcentajes de adición de caucho para la elaboración de concreto eco-sostenible con mejores propiedades en la provincia de Ilay?. La justificación de mis problemas radica en ser una propuesta tecnológica e innovadora con la finalidad de brindar un

aporte técnico, económico y ambiental, influenciando así de manera positiva en el sector de la construcción. En el **aspecto técnico**, al buscar brindar un aporte para la gestión de infraestructuras de la mano con la reutilización de residuos como el caucho, permitiendo este material la mejora de la calidad en un pavimento rígido conformada por una capa de concreto de 175 kg/cm². Por otro lado, en el **aspecto económico**, esta propuesta permitirá la reducción de costos al reducir el empleo de materiales más costosos para la elaboración de un concreto, mediante la sustitución parcial del caucho, brindando propiedades mecánicas buenas que representa su calidad. Y, finalmente, en el **aspecto ambiental**, esta propuesta mediante la reutilización de neumáticos permite la reducción del impacto negativo en nuestra naturaleza, reduciendo el índice de contaminación ambiental que trae consigo este material residuo. Como **objetivo general**, Analizar si la incorporación del caucho en concreto eco-sostenible $f'c=175$ kg/cm² mejora sus propiedades física y mecánicas para un pavimento rígido en la provincia de Ilaye- Puno, y **objetivos específicos**, i) Determinar las propiedades físicas de los agregados para realizar el diseño de mezclas de concreto más óptimo utilizando agregados del Río de Ilaye, ii) Determinar si la incorporación del caucho en un porcentaje 5% y 10% en diseño concreto ecosostenible mejora sus propiedades mecánicas. iii) Obtener los porcentajes más óptimos de adición de caucho para la elaboración de concreto eco-sostenible con mejores propiedades en la provincia de Ilaye. La **hipótesis general**, La incorporación del caucho en concreto eco-sostenible $f'c=175$ kg/cm², mejora las propiedades física y técnicas para un pavimento rígido en la provincia de Ilaye- Puno e **hipótesis específicas**, i) Existe diferencias de las propiedades físicas en los agregados para un concreto eco- sostenible con adición de caucho y concreto convencional en la provincia de Ilaye, ii) Determinar si la incorporación del caucho en un porcentaje en diseño concreto eco-sostenible mejora sus propiedades mecánicas, iii) los porcentajes en un 5% y 10% mejora la adición de caucho para la elaboración de concreto ecosostenible con mejores propiedades en la provincia de Ilaye.

II. MARCO TEÓRICO

Como **antecedentes Internacionales** tenemos a Meza, Sierra, Rodríguez y Romo (2019), en su artículo científico “Design and Tire Strip Device, a Recycling Option”, en la Revista Conciencia tecnológica. Este artículo tuvo como **objetivo** general realizar una revisión del uso de neumáticos reciclados como solución de problemas sociales y ambientales, mediante el empleo de una **metodología** descriptiva. Obteniendo como **resultados**, que la gran cantidad de neumáticos generaba una serie de problemas sociales, ecológicos y ambientales, por ello, al extraer tiras de refuerzo utilizadas en el concreto permitieron solventar su debilidad a la tensión. Esta investigación **concluyó** que el empleo de materiales residuos para un reforzamiento del concreto, brindando mejores propiedades mecánicas, fortaleciendo así en la búsqueda de más materiales para su aplicación en la construcción.

Seguidamente Hu, Papastergiou, Angelakopoulos, Guadagnini y Pilakoutas (2018), en su artículo científico “Mechanical properties of SFRC using blended manufactured and recycled tyre steel fibres” de la Revista Construction and Building Materials. Tuvo como **objetivo** general determinar las propiedades de neumáticos en su incorporación de materiales de construcción, mediante una **metodología** experimental. Logró obtener como **resultados** que, para caracterizar el comportamiento a la flexión de las mezclas, se empleó pruebas de panel redondo con carga centralizada, encontrando un comportamiento bueno del prisma de las muestras con fibras de acero, mientras que las propiedades mecánicas de las mezclas que utiliza neumático reciclado al final de su vida útil varía según las dosis. Se **concluyó** que, son comparables con las mezclas que cuentan con adición de fibras de acero fabricadas, presentando un efecto sinérgico positivo derivado de la mezcla híbrida que contiene 10 kg/m³ de neumáticos reciclados.

Aizpurúa, Moreno y Caballero (2018), en su artículo científico “Study of high strength concrete with the use of organic material ash and polymers”, en la Revista de I+D Tecnológico. Determinó como **objetivo** general evaluar el concreto con la incorporación de caucho reciclado evidenciando una reducción considerable de la resistencia a la compresión y resistencia a la flexión, mediante una **metodología** experimental, siendo causa de esto, la falta de adherencia entre la pasta de cemento y el caucho, al no contar con esta homogenización, no existe un comportamiento en

conjunto, viéndose reflejada en sus propiedades mecánicas del concreto. Logró obtener como **resultados** que, siendo este material como el caucho en proporción de 2.0% de caucho la dosificación más óptima o favorable al reducir su fragilidad del concreto de alta resistencia. Se **concluyó** que, diferencia de otros materiales residuos como cenizas de cáscara de huevo, al ser rica en óxido de calcio (CaO), aquel material fundamental para el desarrollo de la resistencia del cemento.

Como **antecedentes nacionales**, tenemos a: Naranjo, Moyano, Damián y Malán (2020), en su artículo científico “Elaboración y análisis de resistencia mecánica de bloque de cemento-poliuretano-polvo de caucho”, en la Revista Ciencia Digital Tuvo como **objetivo** general realizar un análisis detallado sobre la resistencia mecánica de los bloques con adición de polvo de caucho, realizado mediante una metodología experimental, aplicando una **metodología** experimental. Logró brindar como **resultados** una alternativa de innovar la industria de la construcción mediante una necesidad amigable con nuestro medio ambiente, de esta manera, se determina el caucho como material residuo, fabricándose bloques de resistencia de 52.56%, siendo su primer componente cemento portland, polvo de caucho, poliuretano, con una textura de superficie fina. De esta manera, se **concluyó** que, un análisis de los beneficios que puede presentar la incorporación de polvo de caucho en bloques para construcción, determinando que brinda mejores propiedades físicas, pero no mecánicas.

Asimismo, Farfán y Leonardo (2018), en su artículo científico denominado “Caucho reciclado en la resistencia a la compresión y flexión de concreto modificado con aditivo plastificante” de la Revista Ingeniería de Construcción. Tuvieron como **objetivo** general determinar la dosificación más óptima para adición del caucho reciclado en el concreto con respecto a su resistencia a la compresión y flexión, aplicando una **metodología** experimental. Finalmente, se obtuvo como **resultados** que, el porcentaje más óptimo de adición de caucho reciclado es del 5%, ya que, logra una resistencia máxima a la compresión a los 28 días, mediante una metodología experimental, obteniendo así un valor de 218.452 kg/cm², y una resistencia a la flexión del concreto a los 28 días de 81.861 kg/cm², pero con un porcentaje de adición del 10%. De esta manera, se **concluyó** que el caucho reciclado en combinación con aditivo plastificante puede recuperar su resistencia de manera significativa hasta en un 10%, reduciendo a la vez los efectos negativos que genera este residuo o desecho

en nuestro medio ambiente. La adición del caucho en una sustitución del agregado natural, la resistencia a la compresión se ve afectada, con una reducción del 12% para una proporción de reemplazo de agregados en un 15%.

Mientras que, Flores, Rodríguez, Cárdenas y Guarneros (2018), en su artículo científico “Evaluación mecánica de concreto y de corrosión en mortero con partículas de neumático reciclado” en la Revista de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción. Tuvieron como **objetivo** general evaluar sus propiedades mecánicas del concreto y de corrosión en mortero con partículas de neumático reciclado, realizando una **metodología** descriptiva y experimental, se obtuvo como **resultados** en la densidad del concreto se reduce con la adición de partículas de neumático reciclado, pero a la misma vez, la resistencia se reduce, determinando así los porcentajes de reducción en un 10%, 40% y 44%% para cada muestra de estudio, evidenciando de esta manera, que la reducción es significativa. Sin embargo, se **concluyó** que un 7.5% de partículas de neumático, reducen la velocidad de corrosión de los refuerzos embebidos en mortero, en este caso refuerzo de acero, demostrando así una resistencia a la corrosión por ataque de cloruros.

Bases teóricas

En lo siguiente se da a conocer el sustento teórico de las variables y dimensiones de la investigación, conforme a la revisión literaria abarcada:

García (2018) afirma que, los pavimentos son una estructura de varias materiales, en donde son simples o alternadas en espesores diferentes las cuales reciben las cargas del tránsito, el cual es carpeta de rodadura, que son apoyadas sobre un suelo de base denominado subrasante. El diseño de un pavimento tiene el objetivo soportar las cargas aplicadas por el tránsito que está establecido previamente en un tiempo. Según lo indicado sobre las cargas que transmite los vehículos deterioran con la profundidad, los materiales con mayor capacidad portante deben encontrarse en sus capas superficiales (p. 15).

La estructura del pavimento está formado por varias capas de diferentes materiales teniendo como base la subrasante, en donde la distribución de fuerza son disipadas, que son causados por los vehículos y son transmisible mediante la capa de rodadura,

el cual tiene las condiciones de seguridad y satisfacción para el tránsito vehicular (Dirección de Proyectos de Inversión Pública, 2015). Por lo general, está conformada por una capa de rodadura, base y subbase, como se detalla a continuación:

Tabla 1. *Características de las capas estructurales de un pavimento.*

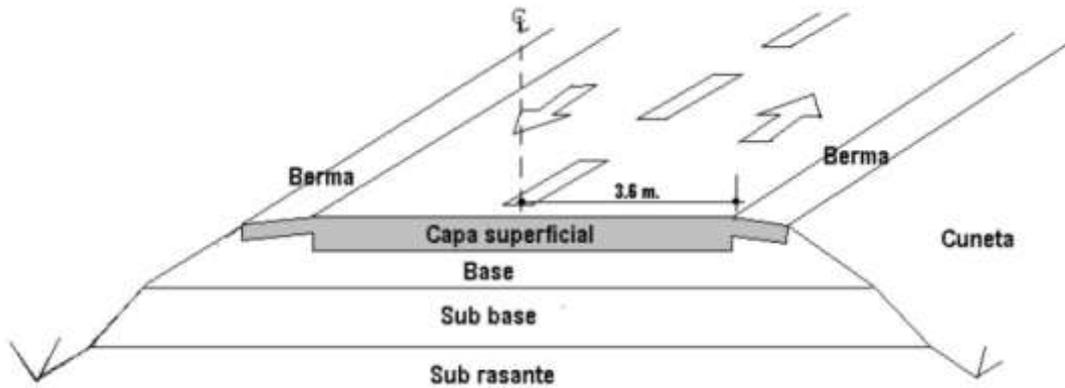
Capa estructural	Descripción
Capa de rodadura	Es la parte superior de un pavimento, que puede ser de tipo bituminoso (flexible) o de concreto de cemento portland (rígido) o de adoquines, cuya función es sostener directamente el tránsito.
Base	Es la capa inferior a la capa de rodadura, que sostiene, distribuye y trasmite las cargas ocasionadas por el tránsito. Esta capa será de material granular drenante (CBR > 80%) o será tratada con asfalto, cal o cemento.
Subbase	Es una capa de material especificado y con un espesor de diseño, el cual soporta a la base y a la carpeta. Además, se utiliza como capa de drenaje y controlador de la capilaridad del agua. Dependiendo del tipo, diseño y dimensionamiento del pavimento, esta capa puede obviarse. Esta capa puede ser de material granular (CBR > 40%) o tratada con asfalto, cal o cemento

Adaptado de Dirección de Proyectos de Inversión Pública, 2015.

Asimismo, estas infraestructuras, se clasifican como pavimentos flexibles, rígidos, compuestos o mixtos.

Según Salas (2017), los pavimentos flexibles, es aquel pavimento que está constituido por concreto de cemento asfáltico y cuenta con una estructura de varios materiales y con una capa de rodadura, tal y como se muestra en la siguiente figura. La transmisión de las cargas es verticalmente desde la parte superior que es la rodadura hasta la capa inferior la subrasante, los pavimentos flexibles demandan de una estructura con varias capas de diferentes materiales entre subrasante y la capa de rodadura. (p.124).

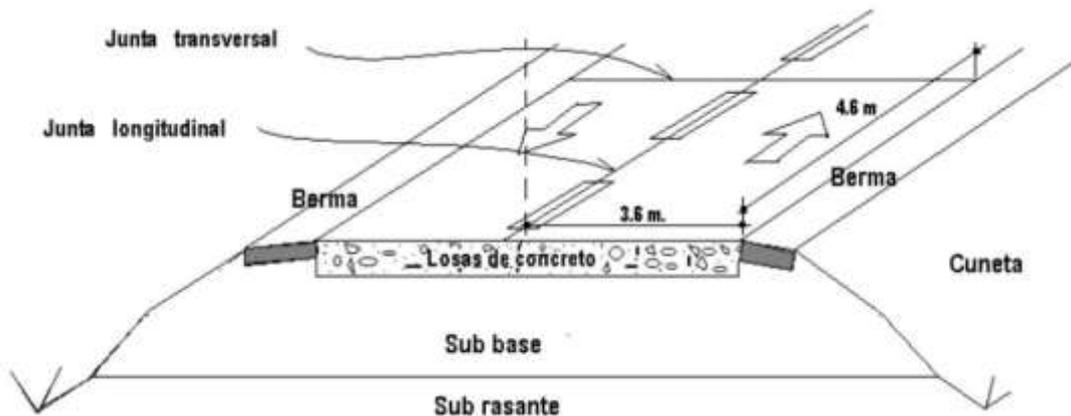
Figura 1. Elementos del pavimento flexible



Adaptado de "Pavimentos de concreto" por Mario Becerra, 2017.

Según Salas (2017), los pavimentos rígidos, está conformado por una losa de concreto de cemento hidráulico al cual se denomina la capa de rodadura tal como se muestra en la siguiente figura y en algunas ocasiones presentan un refuerzo de acero. Debido a su mayor rigidez las cargas que transmiten los vehículos se distribuyen hacia las capas inferiores por medio de toda la superficie de la losa. Por lo general, reclaman entre la capa de rodadura y subrasante cuente con una estructura un menor número de capas granulares (p. 78)

Figura 2. Elementos del pavimento rígido



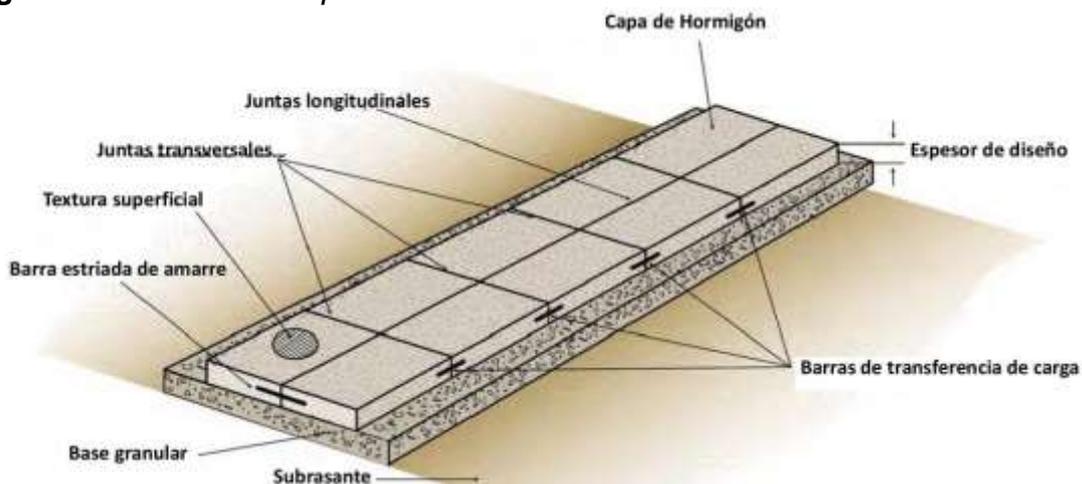
Adaptado de "Pavimentos de concreto" por Mario Becerra, 2017

Según Salas (2017), los pavimentos rígidos a fines del siglo XIX, se constituyen una alternativa de solución al transporte con un pavimento de concreto hidráulico, que todavía se emplea. La capa de concreto en su mantenimiento es mucho menor que los pavimentos de asfalto y es reconocido por su larga resistencia y durabilidad, debido no solo que es bajo la frecuencia del mantenimiento de las vías y no requiere

de mucho tiempo, son impactan que no afecta a la sociedad, sino también, por los trabajos implicados son a menor tiempo, con gran eficiencia en el pavimento rígido. Además, por su naturaleza rígida, en la copa de concreto es una estructura de material granular como sub-base, el tiempo de trabajo y el costo de material en la opinión deberá ser un ahorros adicionales (p. 11).

Según Camacho (2018), los pavimentos de concreto se diseña junta ha propuesto es validad mediante la teoría de elementos finitos mediante el método habituales como las AASHTO 93; mostrar a continuación, en detalle los principales elementos que conforman el pavimento de concreto con juntas JPCP (p. 60).

Figura 3. *Elementos del pavimento de concreto*



Adaptado de "Pavimentos de concreto" por Mario Becerra, 2017.

Según (García, 2018), El concreto es un material conformado por cemento, agregados (agregado fino y grueso) y agua, teniendo en cuenta que el cemento es un aglomerante en una mezcla de concreto que por lo general es uno de los materiales que brinda una gran resistencia al concreto, y a la misma vez un mayor costo unitario (pag. 39)

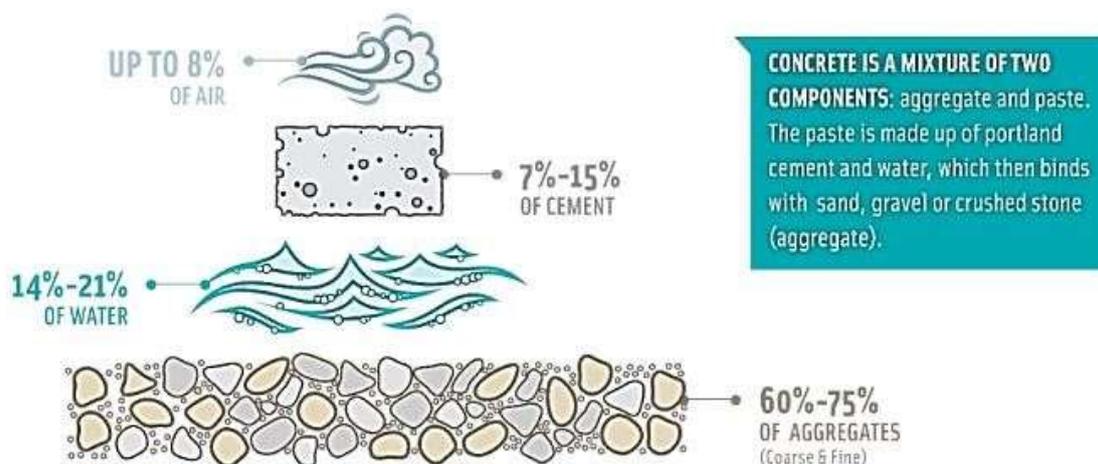
Figura 4. Mezcla de concreto



Adaptado de “Propuesta de concreto eco-sostenible con la adición de caucho reciclado para la construcción de pavimentos urbanos en la ciudad de Lima” por Chávarri y Falen, 2020.

Otra definición indica que el concreto es un material que está conformado por material cementante en un 7% a 15%, material agregado en un 60% al 75% del volumen total, aire atrapado entre un 1% y 3%, agua y si es necesario aditivo para mejorar algunas características o propiedades de esta mezcla (Chavarry, 2018).

Figura 5. Composición del concreto



Según la Norma E.060 (2009), dentro de los tipos de concreto se pueden identificar al Adaptado de “Propuesta de concreto eco-sostenible con la adición de caucho reciclado para la construcción de pavimentos urbanos en la ciudad de Lima” por Chávarri y Falen, 2020.

concreto estructural, el cual es aquel concreto elaborado con fines estructurales, y puede incluirse el concreto armado o reforzado y el concreto sin refuerzo denominado

también simple; también el *concreto simple*, un concreto estructural sin refuerzo o con menor cantidad de armadura que el mínimo especificado para el concreto armado; y el *concreto armado o reforzado*, un tipo de concreto estructural que presenta igual o mayor cantidad de la mínima cantidad de acero (p. 54)

En el caso de los agregados, el agregado fino conocido como arena gruesa, es aquel que se compone por la mezcla de arena manufactura o natural o mezcla de ambas. Sus partículas están libres de impurezas con características específicas como perfiles duros, angulares, resistentes y compactas. Mientras que, Llamo y Rodríguez (2018) afirma que, el agregado grueso está conformada por grava natural o triturada y sus partículas deben estar libre de impurezas, con perfiles angulares o semi- angulares, resistentes, compactas, duras y con una buena textura rugosa.

Figura 6. *Piedra chancada y arena gruesa*



Adaptado de “Propuesta de concreto eco-sostenible con la adición de caucho reciclado para la construcción de pavimentos urbanos en la ciudad de Lima” por Chávarri y Falen, 2020.

Finalmente, según Garay y Quispe (2016), el agua es de suma importancia en la hidratación del cemento, proporcionando una estructura de vacíos en la pasta, para contribuir con la trabajabilidad de la mezcla.

Según (Cabanillas, 2017). El Comité 211 del ACI ha desarrollado un procedimiento de diseño de mezclas de manera sencilla basada en tablas elaboradas mediante ensayos de los agregados. Estas características están en función de la relación agua cemento

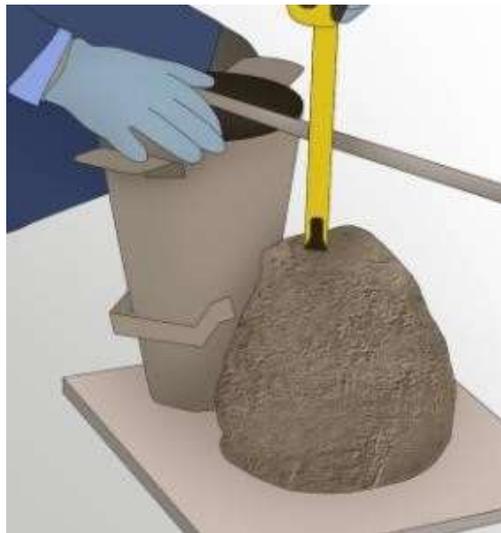
(a/c), contenido de cemento, contenido máximo de aire, tamaño máximo de agregado grueso, asentamiento, resistencia a la compresión (pag.85)

El concreto es un material que presenta propiedades físicas y mecánicas, las cuales se mencionarán a continuación de manera detallada. Dentro de sus propiedades físicas se puede determinar:

Según Nuñez y Villanueva (2018) El peso unitario, una propiedad física del concreto, representando al peso que tiene el concreto en su estado fresco, relacionando al peso fresco compactado y su volumen (pp. 20-21)

Asentamiento, propiedad que mide la facilidad o dificultad de la manipulación o trabajo con el concreto en cada una de sus etapas en estado fresco (Cabanillas, 2017).

Figura 7. *Asentamiento del concreto*



Adaptado de “El concreto en la práctica, CIP 16- Resistencia a Flexión del concreto” por National Ready Mixed Concrete Association, 2017.

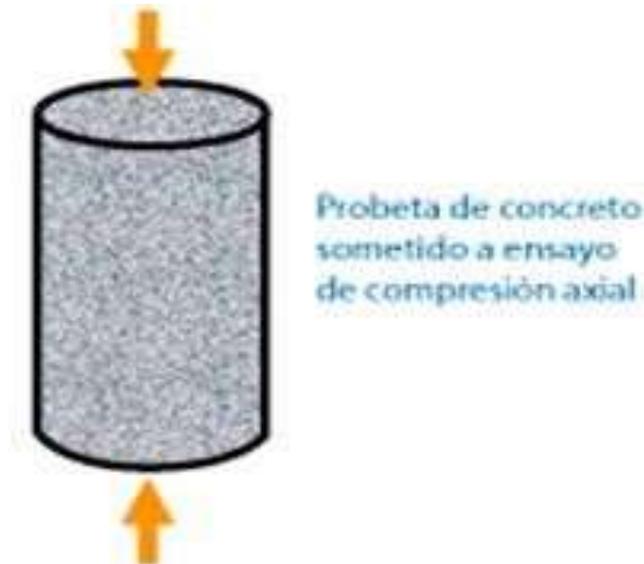
Según (Nuñez y Villanueva, 2018), Contenido de aire, que tiene como fin determinar la cantidad de aire total en una mezcla del concreto fresco (pag.124).

Temperatura, aquella propiedad física que no debe ser menor de 10° ni mayor a 32° (NTP 339.184, 2002).

Dentro de sus propiedades mecánicas podemos determinar, resistencia a la compresión y flexión. La resistencia a la compresión representa al comportamiento mecánico del concreto, la cual se determina en su estado endurecido, la cual mide la

capacidad mecánica del este material a soportar una fuerza externa de compresión, siendo una de las propiedades más importantes del concreto (Rodríguez, 2018).

Figura 8.
compresión

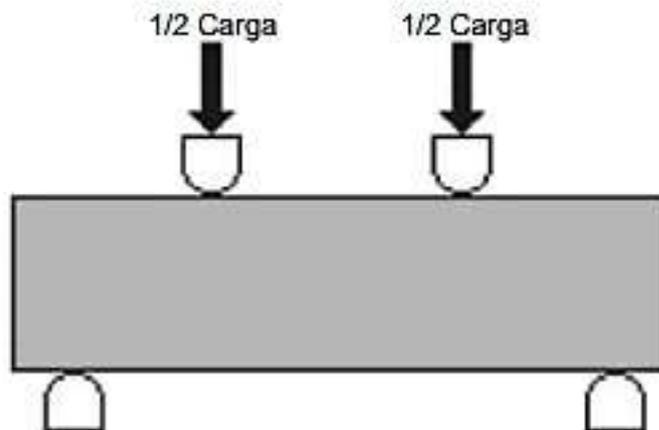


Probeta de concreto sometida a axial.

Adaptado de “El concreto en la práctica, CIP 16- Resistencia a Flexión del concreto” por National Ready Mixed Concrete Association, 2017.

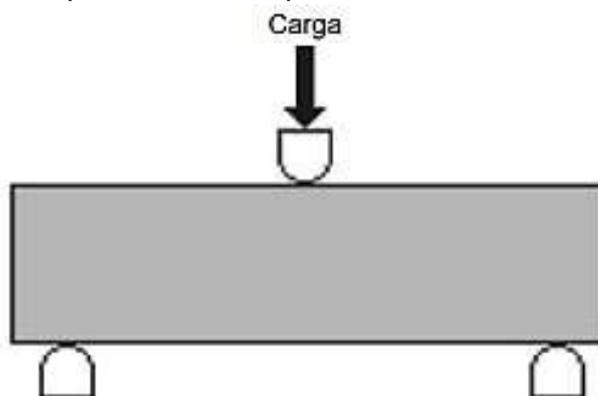
Mientras que, la resistencia a la flexión, según Chavarri y Falén (2020), es aquella medida que representa la resistencia a la tracción del concreto, la cual representa entre el 10% al 20% de la resistencia a la compresión.

Figura 9. *Carga en los puntos tercios para resistencia a la flexión del concreto*



Adaptado de “El concreto en la práctica, CIP 16- Resistencia a Flexión del concreto” por National Ready Mixed Concrete Association, 2017.

Figura 10. Carga en los puntos medios para resistencia a la flexión del concreto

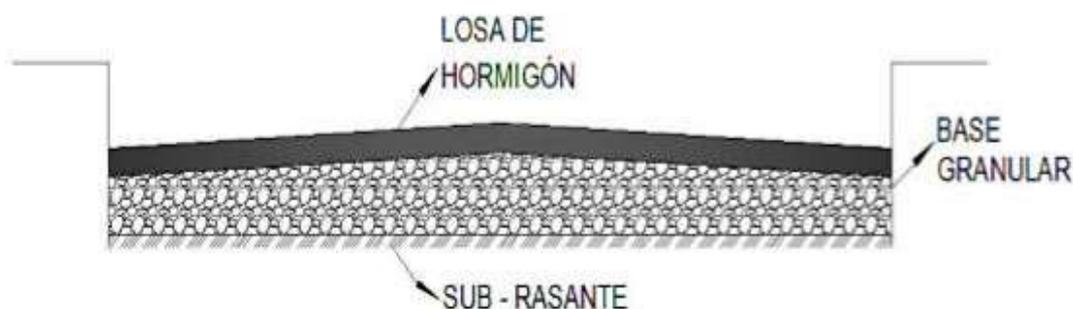


Adaptado de “El concreto en la práctica, CIP 16- Resistencia a Flexión del concreto” por National Ready Mixed Concrete Association, 2017.

Choque y Ccana (2016), afirma que que concreto se considera como un material de mayor importancia en el sector de la construcción, presentando propiedades mecánicas, que representan su claidad final de este material, la cual está en función al conocimiento de las personas quienes lo elaboren.

Asenjo (2017) afirma que el pavimento rígido es aquel pavimento que está constituido por una losa de concreto hidráulico que es apoyada en la subrasante o sobre una capa de un material seleccionado. En este tipo de pavimentos, el concreto se considera un material de mayor importancia, por ser capaz de resistir esfuerzos a tensión, siendo así, este tipo de pavimentos suficientemente satisfactorio pese a existir zonas débiles en su subrasante.

Figura 11. Sección de un pavimento rígido



Adaptado de “Evaluación del estado del pavimento rígido en la Avenida Mariscal Castilla, mediante la metodología del PCI- Jaén” por Asenjo, 2017.

Definición de términos básicos

Asentamiento: Es una propiedad que mide la facilidad o dificultad de la manipulación o trabajo con el concreto en cada una de sus etapas en estado fresco (Cabanillas, 2017)

Concreto: según García (2017) define al concreto como un material conformado por cemento, agregados específicamente por agregado fino y grueso y agua (García , 2017). (pag.12)

Contenido de aire, que tiene como fin determinar la cantidad de aire total en una mezcla del concreto fresco (Nuñez y Villanueva, 2018).

Temperatura, aquella propiedad física que no debe ser menor de 10° ni mayor a 32° (NTP 339.184, 2002).

Pavimento rígido: Es aquel pavimento que está constituido por una losa de concreto hidráulico que es apoyada en la subrasante o sobre una capa de un material seleccionado (Asenjo, 2017).

Resistencia a la compresión: Es aquella propiedad que se determina en su estado endurecido, la cual mide la capacidad mecánica del este material a soportar una fuerza externa de compresión (Rodríguez, 2018).

Resistencia a la flexión: Es aquella medida que representa la resistencia a la tracción del concreto, la cual representa entre el 10% al 20% de la resistencia a la compresión (Chávarri y Falén, 2020).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Esta investigación se considera de tipo Aplicada, ya que se centra en el resolver un problema específico enfocándose en la consolidación y búsqueda del conocimiento para así aplicarlo en la sociedad (Hernández, Fernández y Baptista, 2017). De esta manera, este estudio se centrará en llevar a cabo los ensayos necesarios para obtener el comportamiento del concreto con la incorporación de caucho, y así validar las hipótesis planteadas. ***Diseño de investigación***

Se considera Experimental, ya que, es una investigación que se encargará de la manipulación de sus variables con el fin de demostrar relaciones directas entre las variables para comprobar o descubrir un nuevo aporte o conocimiento (Borja, 2012).

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente

Esta investigación consideró como variable independiente al caucho.

Variable dependiente

Esta investigación consideró como variable dependiente al concreto eco-sostenible.

Concreto eco-sostenible es un material que toma **Variable Dependiente** de gran importancia la **(VD): Concreto eco-sostenible.** economía, medio ambiente y sociedad (Silva, 2021).

El concreto eco-sostenible se realiza mediante la determinación de sus propiedades físicas y propiedades mecánicas de este material, con el fin de obtener los siguientes indicadores (temperatura, asentamiento, contenido de aire, resistencia a la compresión y a la flexión.

Propiedades físicas del concreto

Propiedades mecánicas del concreto

Peso unitario

Asentamiento

Contenido de aire

Temperatura

Resistencia a la compresión ($f'c$)

Resistencia a la flexión (Mr)

De Intervalo

De razón

Elaboración propia.

3.3. Población, muestra y muestreo

La población se denomina al conjunto de elementos que son motivo de estudio en general, siendo esta en total extensa y costosa para un estudio (Borja, 2012). La investigación presentó como población a los especímenes de concreto obtenidos con el fin de llevar un control de calidad en obras de construcción en la provincia de Ilave.

La muestra se define como la unidad del objeto de estudio en una investigación o subgrupo representativo de la población que presentan características exactamente iguales (Borja, 2012) y muestras de estudio con agregación de caucho reciclado en dos tamaños de 3.0 mm con símbolo asignado CR-3.0 mm respectivamente. Por ello, la presente investigación presentó las siguientes muestras de estudio.

Tabla 3: *Muestra de la investigación*

	Especímenes de concreto								
	7 días		14 días		21 días		28 días		
	P	V	P	V	P	V	P	V	
Concreto convencional.	3	3	3	3	3	3	3	3	
Concreto eco- sostenible con adición 5% caucho.	3	3	3	3	3	3	3	3	
Concreto eco- sostenible con adición 10% caucho.	3	3	3	3	3	3	3	3	
Sub- total de muestras	9	9	9	9	9	9	9	9	
Total de muestras								72	

Elaboración propia.

Como se puede evidenciar en la tabla anterior, se tiene 3 muestras por cada día de rotura, tanto en especímenes de probetas de concreto para el ensayo de resistencia a la compresión y vigas para el ensayo de resistencia a la flexión. De esta manera, en su totalidad, se tiene 9 probetas de concreto convencional, 9 vigas de concreto convencional, 9 probetas de concreto eco-sostenible con 5% caucho, 9 vigas de concreto eco-sostenible con 5% caucho, 9 probetas de concreto eco-sostenible con

10% caucho y 9 vigas de concreto eco- sostenible con 10%. En resumen, un total de 36 probetas para compresión y 36 vigas para flexión.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Dentro de las técnicas para la recolección de datos de mayor importancia y consideradas para la presente investigación, son las siguientes:

- *Observación:* Para poder registrar las diversas características y/o propiedades de elementos de estudio que son de suma importancia considerar para la investigación.
- *Ensayos de laboratorio:* Los ensayos de laboratorio permitirán la obtención de las propiedades físicas y mecánicas del concreto convencional y concreto eco-sostenible con adición de caucho.
- *Análisis de contenido:* Permitirá el estudio detallado de diversas consideraciones importantes de otras investigaciones similares.

Dentro de los instrumentos o herramientas para la recolección de datos de mayor relevancia, son las siguientes:

- *Ficha de observación:* Permitirá la recolección de datos que fueron obtenidos en laboratorio, las cuales se registrarán como guía para la interpretación de los resultados.
- *Formatos de laboratorio:* Estos formatos o fichas serán llenadas con los datos obtenidos en laboratorio, con el fin de realizar los cálculos necesarios bajo las especificaciones de las Normas Técnicas Peruanas vigentes.
- *Guía bibliográfica:* Comprenderá toda la información de las fuentes importantes y tomadas en consideración para el desarrollo de la presente investigación.

3.5. Procedimientos

El procedimiento de esta investigación, comprende las siguientes etapas que, con el desarrollo secuencial de las mismas, permitirá la obtención de todos los resultados deseados.

1. Recopilación de información y antecedentes.
2. Obtención de los materiales para el concreto y caucho.
3. Evaluación de las propiedades físicas de los agregados.
4. Diseño de mezcla del concreto 175 kg/cm².
5. Elaboración de las muestras patrón para verificación del diseño de mezcla.
6. Elaboración de las muestras de concreto convencional y concreto eco-sostenible con 5% y 10% caucho.
7. Evaluación de las propiedades físicas del concreto.
8. Curado de las muestras de estudio.
9. Obtención de las propiedades mecánicas del concreto convencional y concreto eco-sostenible con 5% y 10% caucho.
10. Elaboración de gráficas y tablas dinámicas.
11. Interpretación de los resultados.

3.6. Método de análisis de datos

El análisis de datos es una de las fases más importantes en una investigación, puesto que permitirá la interpretación y análisis de los resultados obtenidos durante la recopilación de datos. Para ello, se ha considerado que el método descriptivo de análisis de datos se basa en detallar y caracterizar todos lo referente de manera clara a la evaluación de un concreto convencional con $f'c=175$ kg/cm² frente a un concreto eco-sostenible con adición de caucho en porcentajes de 5% y 10%.

3.7. Aspectos éticos

El investigador garantizará el cumplimiento de las Normas Técnicas Peruanas vigentes a la fecha de cada ensayo planteado a realizar para el estudio de los agregados, del concreto fresco y del concreto endurecido, con la única finalidad de obtener información real de estos materiales de estudio con total confiabilidad y veracidad, sin alterar ningún resultado o información obtenida. De esta manera, bajo

la responsabilidad, honradez, respeto del investigador, se logrará determinar que la información obtenida en laboratorio y en el procesamiento de los resultados, serán válidos.

IV. RESULTADOS

Tomando como base los objetivos específicos planteados se realizó la descripción de los resultados

OE1. Determinar las propiedades físicas de los agregados para realizar el diseño de mezclas de concreto más óptimo utilizando agregados del Río de llave.

Dentro de las propiedades físicas de los agregados, se ha creído conveniente realizar los siguientes ensayos para el agregado fino y agregado grueso: granulometría, contenido de humedad, límites de Atterberg, pesos unitarios, pesos específicos y absorción.

El **análisis granulométrico** por tamizado ha sido realizado bajo el cumplimiento de la Norma ASTM D-422 a las dos muestras de estudio, tanto del agregado grueso como del agregado fino.

El **agregado grueso** en su análisis granulométrico por tamizado llegó a obtener los pesos retenidos (gr) en los tamices de 1", 3/4", 1/2", 3/8", N°04, N°08, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200 y menor a 200, con un total de 2,061.00 gr. De esta manera, se proyectó los porcentajes retenidos parcial, porcentajes retenidos acumulados y los porcentajes que pasa de cada tamiz. Asimismo, presentó un módulo de fineza de 7.718 gr y un contenido de humedad de 2.360%.

Tabla 4. *Análisis granulométrico del agregado grueso*

Tamiz ASTM pasa	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	Porcentaje		
			Porcentaje retenido parcial (%)	retenido acumulado (%)	% que retenido
3"	75.000				
2 1/2"	63.000				
2"	50.000				
1 1/2"	37.500				100.00
1"	25.000	148.00	7.18	7.18	100.00
3/4"	19.000	302.00	14.65	21.83	78.17
1/2"	12.500	472.00	22.90	44.73	55.27
3/8"	9.500	306.00	14.85	59.58	40.42

1/4"	6.300				
No.04	4.750	698.00	33.87	93.45	6.55
No.08	2.360	72.00	3.49	96.94	3.06
No.16	1.180	26.00	1.26	98.20	1.80
No.30	0.600	15.00	0.73	98.93	1.07
No.50	0.300	8.00	0.39	99.32	0.68
No.100	0.150	6.00	0.29	99.61	0.39
No.200	0.075	4.00	0.19	99.80	0.20
<No.200		4.00	0.20	100.00	
TOTAL		2,061.00	100.00	771.8	

Elaboración propia.

Asimismo, se evidencia en la siguiente figura la curva granulométrica obtenida del porcentaje que pasa en peso del agregado grueso vs el tamaño de cada tamiz, la cual se encuentra dentro de los parámetros mínimos de los husos del agregado grueso según normativa del ensayo realizado. De esta manera, se considera un agregado en óptimas condiciones para su uso en la mezcla de concreto.

Figura 12. Curva granulométrica del agregado grueso



Elaboración propia, 2021.

El **agregado fino** en su análisis granulométrico por tamizado llegó a obtener los pesos retenidos (gr) en los tamices de N°04, N°08, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200 y menor a 200, con un total de 1,163.00 gr. De esta manera, se proyectó los porcentajes

retenidos parcial, porcentajes retenidos acumulados y los porcentajes que pasa de cada tamiz. Asimismo, presentó un módulo de fineza de 3.145 gr y un contenido de humedad de 3.620%.

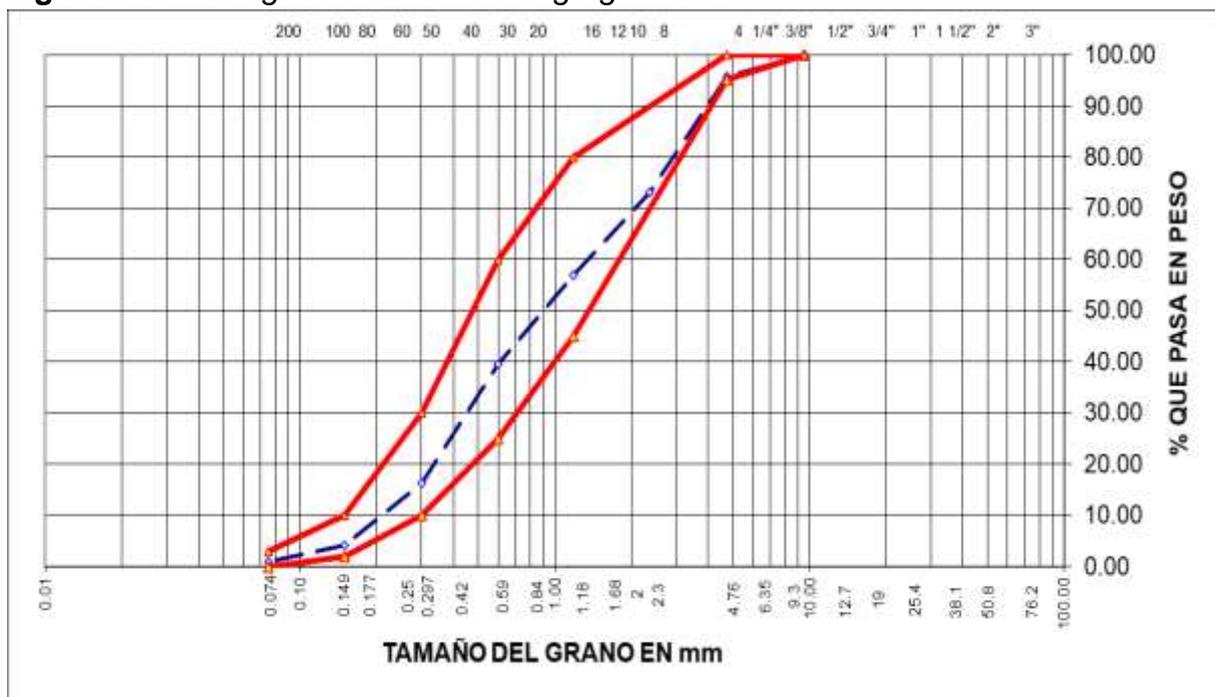
Tabla 5. Análisis granulométrico del agregado fino

Tamiz ASTM	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	Porcentaje retenido parcial (%)	Porcentaje retenido acumulado (%)	% que pasa
3"	75.000				
2 1/2"	63.000				
2"	50.000				
1 1/2"	37.500				
1"	25.000				
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500				100.00
1/4"	6.300				
No.04	4.750	51.00	4.39	4.39	95.61
No.08	2.360	263.00	22.61	27.00	73.00
No.16	1.180	187.00	16.08	43.08	56.92
No.30	0.600	202.00	17.37	60.45	39.55
No.50	0.300	271.00	23.30	83.75	16.25
No.100	0.150	141.00	12.12	95.87	4.13
No.200	0.075	38.00	3.27	99.14	0.86
<No.200		10.00	0.86	100.00	
TOTAL		1,163.00	100.00	314.50	

Elaboración propia.

Es importante mencionar que, la curva granulométrica del agregado fino se encuentra dentro de los parámetros mínimos establecidos por normativa, la cual se evidencia al encontrarse dentro de esos dos husos del agregado fino. Para ello, se determina que este agregado del Río llave es apto para utilizarse en la mezcla del concreto.

Figura 13. Curva granulométrica del agregado fino



Elaboración propia, 2021.

Figura 14.

Realizando la granulometría de la cantera de rio llave



Los **pesos unitarios** son ensayos que se basan en el cumplimiento de la normativa ASTM C-128, con el fin de brindar el peso unitario suelto y el peso unitario varillado

tanto del agregado fino como del agregado grueso. A continuación, se mostrará los resultados obtenidos del **peso unitario suelto** obtenido del **agregado grueso**, la cual presenta de tres muestras de este material, un peso de 1.565 g/cm³, 1.660 g/cm³ y 1.559 g/cm³ respectivamente, obteniendo así un peso unitario suelto promedio de 1.595 g/cm³.

Tabla 6. *Peso unitario suelto del agregado grueso*

Número de muestras		1	2	3
A. Peso de material + molde	g	9,241.0	9,438.0	9,228.0
B. Peso del molde	g	5990.0	5990.0	5990.0
C. Peso del material	g	3251.0	3448.0	3238.0
D. Volumen del molde	cm ³	2,077.3	2,077.3	2,077.3
E. Peso unitario	g/cm ³	1.565	1.660	1.559
F. Promedio	g/cm ³		1.595	

Elaboración propia.

Asimismo, se realizó la obtención del **peso unitario varillado** de las tres muestras de **agregado grueso**, obteniendo así, los siguientes valores 1.706 g/cm³, 1.709 g/cm³ y 1.708 g/cm³ respectivamente, obteniendo así un peso unitario varillado promedio de 1.708 g/cm³.

Tabla 7. *Peso unitario varillado del agregado grueso*

Número de muestras		1	2	3
A. Peso de material + molde	g	9,534.0	9,540.0	9,538.0
B. Peso del molde	g	5990.0	5990.0	5990.0
C. Peso del material	g	3544.0	3550.0	3548.0
D. Volumen del molde	cm ³	2,077.3	2,077.3	2,077.3

E. Peso unitario g/cm³ 1.706 1.709 1.708

F. Promedio g/cm³ 1.708

Elaboración propia.

En la obtención del **peso unitario suelto** obtenido del **agregado fino**, la cual presenta de tres muestras de este material, un peso de 1.551 g/cm³, 1.558 g/cm³ y 1.552 g/cm³ respectivamente, obteniendo así un peso unitario suelto promedio de 1.554g/cm³.

Tabla 8. *Peso unitario suelto del agregado fino*

Número de muestras		1	2	3
A. Peso de material + molde	g	9,211.0	9,227.0	9,215.0
B. Peso del molde	g	5990.0	5990.0	5990.0
C. Peso del material	g	3221.0	3237.0	3225.0
D. Volumen del molde	cm ³	2,077.3	2,077.3	2,077.3
E. Peso unitario	g/cm ³	1.551	1.558	1.552
F. Promedio	g/cm ³		1.554	

Elaboración propia.

En la siguiente tabla, se muestra el **peso unitario varillado** de las tres muestras de **agregado fino**, obteniendo así, los siguientes valores 1.683 g/cm³, 1.679 g/cm³ y 1.682 g/cm³ respectivamente, obteniendo así un peso unitario varillado promedio de 1.681 g/cm³.

Tabla 9. *Peso unitario varillado del agregado fino*

Número de muestras		1	2	3
A. Peso de material + molde	g	9,487.0	9,478.0	9,483.0
B. Peso del molde	g	5990.0	5990.0	5990.0

C. Peso del material	g	3497.0	3488.0	3493.0
D. Volumen del molde	cm ³	2,077.3	2,077.3	2,077.3
E. Peso unitario	g/cm ³	1.683	1.679	1.682
F. Promedio	g/cm ³	1.681		

Elaboración propia.

El ensayo de **gravedad específica y absorción** es aquel, que está normado bajo especificaciones de la ASTM C-128, y ha sido realizado tanto para el agregado grueso como para el agregado fino en esta investigación.

En los **agregados gruesos**, se eligieron tres muestras de estudio, obteniendo un peso específico aparente de 3.304 g/cm³, 3.274 g/cm³ y 3.293 g/cm³ respectivamente a cada muestra de estudio, mientras que el porcentaje de absorción obtenido fue de 2.32%, 2.06% y 2.19% respectivamente.

Tabla 10. Gravedad específica y absorción del agregado grueso

DISCRIMINACION	N° DE MUESTRA		
	1	2	3
A. Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	g1,324.0	1,435.0	1,354.0
B. Peso material saturado superficialmente seca (en agua)	g 902.4	976.5	922.6
C. Volúmen de masa + volúmen de vacíos	cm ³ 421.6	458.5	431.4
D. Peso material seco	g1,294.0	1,406.0	1,325.0
E. Volúmen de masa	cm ³ 391.6	429.5	402.4
F. Peso Específico Bulk (base seca)	g/cm ³ 3.069	3.067	3.071
G. Peso Específico Bulk (base saturada)	g/cm ³ 3.14	3.13	3.139
H. Peso Específico Aparente (base seca)	g/cm ³ 3.304	3.274	3.293
I. Absorción	% 2.32	2.06	2.19

Elaboración propia.

En los **agregados finos**, se eligieron tres muestras de estudio, obteniendo un peso específico aparente de 3.04 g/cm³, 3.049 g/cm³ y 3.009 g/cm³ respectivamente a cada muestra de estudio, mientras que el porcentaje de absorción obtenido fue de 2.61%, 2.75% y 2.71% respectivamente.

Tabla 11. Gravedad específica y absorción del agregado fino

DISCRIMINACION		N° DE MUESTRA		
		1	2	3
A. Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	g	500.0	500.0	500.0
B. Peso frasco + H ₂ O	g	1408.0	1409.0	1410.0
C. Peso frasco + H ₂ O + (A)	g	1908.0	1909.0	1910.0
D. Peso material + H ₂ O en el frasco	g	1735	1736	1735
E. Volumen de masa + volumen de vacíos	cm ³	173.0	173.0	175.0
F. Peso material seco	g	487.3	486.6	486.8
G. Volumen de masa	cm ³	160.3	159.6	161.8
H. Peso Específico Bulk (base seca)	g/cm ³	2.817	2.813	2.782
I. Peso Específico Bulk (base saturada)	g/cm ³	2.89	2.89	2.857
J. Peso Específico Aparente (base seca)	g/cm ³	3.04	3.049	3.009
K. Absorción	%	2.61	2.75	2.71

Elaboración propia.

Asimismo, también se ha realizado el **ensayo de abrasión** según la Normativa vigente y existente ASTM C-131 (Gradación "A") realizado al **agregado grueso**, determinando así el peso total de las muestras 5,009 gr., con un porcentaje de 25.81% de desgaste por abrasión.

Tabla 12. Abrasión del agregado grueso

TAMAÑO DE MALLAS	MASA	MASA	MASA PERDIDA	% DE DESGASTE
------------------	------	------	--------------	---------------

PASA	RETIENE	ORIGINAL (GRAMOS)	FINAL (GRAMOS)	DESPUES DE 500 REVOLUCIONES	POR ABRASION
38.1mm (1 1/2")	25.4mm (1")	1,254.0	.....	.....	.....
25.4mm (1")	19.0mm (3/4")	1,252.0	.....	.....	.....
19.0mm (3/4")	12.7mm (1/2")	1,252.0	.....	.....	.....
12.7mm (1/2")	9.5mm (3/8")	1,251.0	.....	.....	.....
PESO TOTAL DE LA MUESTRA		5,009.0	3,716.00	1,293.00	25.81%

Elaboración propia.

Finalmente, el **ensayo de durabilidad**, según la Normativa vigente y existente ASTM C-88, establece los parámetros generales y de importancia para el desarrollo del ensayo de durabilidad para el **agregado grueso**. Obteniendo de esta manera, la siguiente tabla que especifica las horas tomadas en consideración, las cuales comprende horas de inmersión, horas de escurrido y horas de secado por 5 ciclos, obteniendo así densidades y temperaturas.

Tabla 13. *Ensayo de durabilidad entre las muestras de estudio*

Nº	HORA INICIO	FECHA INICIO	FECHA FINAL	HORAS DE IN- MERSION	HORA ESCU- RRIDO	HORA SECADO	CICLOS	SOLUCIONES DE SULFATO DE MAGNESIO DENSIDAD	TEMP. °C
1	2.00 pm	26/05/2021	27/05/21	18	8.00 am	10.00 am	0	1.29	29
2	2.00 pm	27/05/21	28/05/21	18	8.00 am	10.00 am	1	1.29	28
3	2.00 pm	28/05/21	29/05/21	18	8.00 am	10.00 am	2	1.30	29
4	2.00 pm	29/05/21	30/05/21	18	8.00 am	10.00 am	3	1.30	28

5	2.00 pm	30/05/21	31/05/21	18	8.00 am 10.00 am	4	1.30	28
6	2.00 pm	31/05/21	01/06/21	18	8.00 am 10.00 am	5	1.29	28

Elaboración propia.

Asimismo, se muestra la siguiente tabla que evidencia la inalterabilidad del agregado grueso en soluciones de SO₄, determinando así un porcentaje de pérdidas corregidas de 7.42%.

Tabla 14. *Inalterabilidad del agregado grueso en soluciones de SO₄.*

PASANTE DE MALLAS	RETENIDO EN MALLAS	ESCALONADO LA MUESTRA ORIGINAL	PESO DE LAS FRACCIONES ANTES DEL ENSAYO	% DE PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDAS CORREGIDAS
11/2"	1"	36.80	962.80	6.34	2.33
1"	3/4"				
3/4"	1/2"	39.60	764.60	7.56	2.99
1/2"	3/8"				
3/8"	Nº 4	23.60	768.40	8.89	2.10
TOTALES:		100.00			7.42

Elaboración propia.

OE2. Determinar si la incorporación del caucho en un porcentaje 5% y 10% en diseño concreto eco-sostenible mejora sus propiedades mecánicas.

Para determinar si la incorporación de caucho en una mezcla de concreto, es importante realizar previamente el diseño de concreto patrón, ya que, es necesario tener la dosificación general.

Para el diseño de la mezcla de concreto, se ha utilizado método ACI-211 para concretos con una resistencia de 175 kg/cm², teniendo en consideración las propiedades físicas obtenidas de los agregados de estudio, las cuales se encuentran en condiciones aptas para ser utilizados en una mezcla, las cuales provienen del Río

llave. Asimismo, se consideró el empleo del cemento Yura Tipo IP, la cual presenta un peso específico de 2.90 Tn/m³.

CARACTERISTICAS DEL CEMENTO:

CEMENTO YURA TIPO IP

Peso Específico	:	2.90 Tn/m ³
Peso de Material Suelto	:	1.50 Tn/m ³

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS:

	Und.	Arena	Piedra
Peso Unit. Seco Compactado	: Kg/m ³	1.681	1.708
Peso Unitario Seco Suelto	: Kg/m ³	1.554	1.595
Peso Especifico de la masa	: gr/cc	2.88	3.136
Contenido de Humedad	: %	3.62%	2.36%
Porcentaje de Absorción	: %	2.690%	2.190%
Módulo de Fineza	:	3.145	7.718
Tamaño Máximo	: pulg.	--	1"

DATOS DE DISEÑO

Clima	:	Frío
Slump	:	3" a 4"
Agua /m ³	:	195.00
Contenido de Aire	:	1.5%
Relación agua – cemento teórico	:	0.75
Factor de Seguridad	:	1.3
Relación agua – cemento	:	0.577
Factor de Cemento	:	338.00 Kg/m ³ 7.95 Bls/M ³

% Agregado Grueso : 60%

% Agregado Fino : 40%

Procedimiento del diseño de la mezcla de concreto de 175 kg/cm².

1. VOLUMEN ABSOLUTO DE LOS MATERIALES POR m³ DE CONCRETO:

Cemento : 338.00 / 2.90 = 0.1166

Agua : 191.39 / 1000 = 0.1950

Aire : 1 / 100 = 0.0100

Incorporador de aire
(0.20 cm³/Kg) : 0.0707 / 1000 = 0.0001

Acelerante (10
cm³/Kg) : 3.536 / 1000 = 0.0035

Agregado Grueso : 60% x 0.6748 = 0.4049

Agregado Fino : 40% x 0.6748 = 0.2699

2. PESO SECO DE LOS MATERIALES POR m³ DE CONCRETO:

Cemento = 338.0 kg/m³

Agregado Grueso 0.4049 x 3.136 = 1269.9 kg/m³

Agregado Fino 0.2699 x 2.88 = 777.0 kg/m³

Agua Diseño = 195.0 Lts/m³

3. CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN:

	1.83-				
Agregado Grueso	3.14/100	x	1269.9	=	2.159 Lts.
	4.82-				
Agregado Fino	4.41/100	x	777.0	=	7.226 Lts.
Agua Efectiva	195.0	+	7.226	2.16	= 185.62 Lts.

4. PESO DE MATERIALES CORREGIDOS POR m3 DE CONCRETO:

Cemento				=	338.00 kg/m3
Agregado Grueso	1269.9	+	2.159	=	1267.74 kg/m3
Agregado Fino	777.0	+	7.226	=	769.77 kg/m3
Agua				=	185.62 Lts/m3
					<hr/> 2561.13 Kg/m3

5. LAS PROPORCIONES EN PESO DE OBRA SERAN:

Cemento	:	338.00	/	338.00	=	1
Agregado Grueso	:	1267.74	/	338.00	=	3.751
Agregado Fino	:	769.77	/	338.00	=	2.277
Agua	:	185.62	/	338.00	=	0.549

6. PESO DE MATERIALES POR SACO:

Cemento	:	1	x	42.5	=	42.50 kg/saco
Agregado Grueso	:	3.751	x	42.5	=	159.42 kg/saco
Agregado Fino	:	2.277	x	42.5	=	96.77 kg/saco
Agua	:	0.549	x	42.5	=	23.33 Lts/saco

7. VOLUMEN APARENTE DE LOS MATERIALES:

Cemento	:	338.0	/	1.5000 =	0.2253
Agregado Grueso	:	1,267.7	/	1.5945 =	0.7951
Agregado Fino	:	769.8	/	1.5538 =	0.4954
Agua efectiva	:	185.6	/	1,000 =	0.1856

8. LAS PROPORCIONES EN VOLUMEN EN OBRA SERAN:

Cemento	:	0.2253	/	0.2253 =	1.00	pie ³
Agregado Grueso	:	0.7951	/	0.2253 =	3.53	pie ³
Agregado Fino	:	0.4954	/	0.2253 =	2.20	pie ³
Agua efectiva	:	185.62	/	7.9529 =	23.33	Lt

De esta manera, se puede obtener el siguiente cuadro resumen, que brinda a proporción final del diseño de mezclas elaborado con los agregado fino y grueso del Río llave, cemento Yura Tipo IP y agua potable de la zona.

Tabla 15. *Dosificación en proporción final del diseño de mezclas*

Componentes	Cemento	Grava	Arena	Agua
Proporción	1.00	3.53	2.20	23.33

Elaboración propia.

Figura 15. Buggie con mezcla de concreto y agregando el caucho



Así es como que, se procede a elaborar los especímenes de concreto para realizar los ensayos mecánicos a las muestras de concreto patrón y concreto eco-sostenible con adición de caucho en 5% y 10%. La **resistencia a la compresión** realizada a las muestras de estudio, es importante considerar que han sido ensayadas a los 7, 14, 21 y 28 días de edad, con un proceso de curado cumpliendo el mínimo según normativa de +7 días. Obteniendo así, los siguientes resultados a compresión tanto para la muestra de concreto patrón, concreto eco-sostenible con 5% de caucho y concreto eco-sostenible con 10% caucho.

En el ensayo a compresión de las muestras de **concreto patrón**, como se evidencia en la siguiente tabla, presentaron una resistencia promedio de 128.11 kg/cm² a los 7 días, 153.05 kg/cm² a los 14 días, 170.25 kg/cm² a los 21 días y 28 días, una resistencia a la compresión promedio de 180.38 kg/cm².

Tabla 16. Resistencia a la compresión de muestras de concreto patrón

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ESPECIFICACIONES	EDAD	AREA	CARGA	ROTURA	RESISTENCIA
		(Kg/cm ²)	(Días)	(cm ²)	(Kg)	(Kg/cm ²)	PROMEDIO
							%

1	CONCRETO PATRÓN	175	7	176.7	22470	127	72.7%
2	CONCRETO PATRÓN 73.8%	175	7	176.7	22810	129	128.11
3	CONCRETO PATRÓN	175	7	176.7	22630	128	73.2%
4	CONCRETO PATRÓN	175	14	176.7	26840	152	86.8%
5	CONCRETO PATRÓN 88.4%	175	14	176.7	27350	155	153.05
6	CONCRETO PATRÓN	175	14	176.7	26940	152	87.1%
7	CONCRETO PATRÓN	175	21	176.7	30270	171	97.9%
8	CONCRETO PATRÓN 96.2%	175	21	176.7	29740	168	170.25
9	CONCRETO PATRÓN	175	21	176.7	30240	171	97.8%
10	CONCRETO PATRÓN	175	28	176.7	31240	177	101.0%
11	CONCRETO PATRÓN 103.9%	175	28	176.7	32120	182	180.38
12	CONCRETO PATRÓN	175	28	176.7	32260	183	104.3%

Elaboración propia.

Como se puede evidenciar en la siguiente figura, el crecimiento de su resistencia es proporcional a mayores días de edad, por lo que, se llega a obtener una resistencia final de 180.38 kg/cm² cumpliendo con la resistencia de diseño que es de 175 kg/cm².

Figura 16. Resistencia a la compresión vs día de rotura del concreto patrón



Elaboración propia, 2021.

Figura 17. Realizando el ensayo a la compresión del concreto patrón



En el ensayo a compresión de las muestras de **concreto con adición del 5% de caucho**, como se evidencia en la siguiente tabla, presentaron una resistencia promedio de 145.44 kg/cm² a los 7 días, 167.72 kg/cm² a los 14 días, 187.91 kg/cm² a los 21 días y 197.34 kg/cm² a los 28 días, una resistencia a la compresión promedio de 197.34 kg/cm².

Tabla 17. Resistencia a la compresión de muestras de concreto con 5% caucho

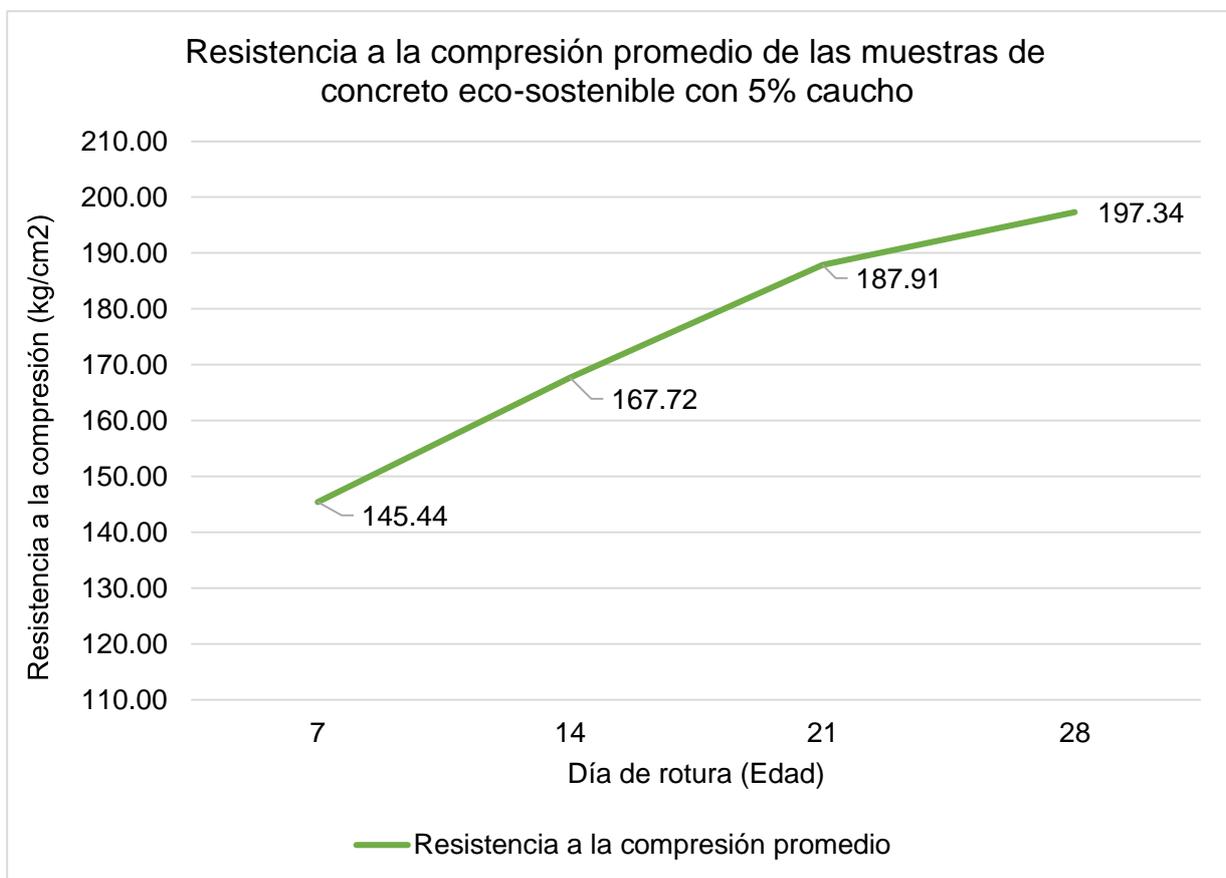
Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ESPECIFICACIONES	EDAD	AREA	CARGA	ROTURA	RESISTENCIA	%
		(Kg/cm ²)	(Días)	(cm ²)	(Kg)	(Kg/cm ²)	PROMEDIO	
1	CONCRETO +5% CAUCHO	175	7	176.7	25320	143		81.9%
2	CONCRETO +5% CAUCHO	175	7	176.7	25360	144	145.44	82.0%
3	CONCRETO +5% CAUCHO	175	7	176.7	26420	150		85.4%
4	CONCRETO +5% CAUCHO	175	14	176.7	29340	166		94.9%
5	CONCRETO +5% CAUCHO	175	14	176.7	30150	171	167.72	97.5%
6	CONCRETO +5% CAUCHO	175	14	176.7	29420	166		95.1%
7	CONCRETO +5% CAUCHO	175	21	176.7	33140	188		107.2%
8	CONCRETO +5% CAUCHO	175	21	176.7	32720	185	187.91	105.8%
9	CONCRETO +5% CAUCHO	175	21	176.7	33750	191		109.1%
10	CONCRETO +5% CAUCHO	175	28	176.7	35120	199		113.6%
11	CONCRETO +5% CAUCHO	175	28	176.7	35260	200	197.34	114.0%

	CONCRETO						
12	+5% CAUCHO	175	28	176.7	34230	194	110.7%

Elaboración propia.

Como se puede visualizar en la siguiente figura, la resistencia final del concreto con adición del 5% de caucho es de 197.34 kg/cm², se convierte en una opción ecosostenible, ya que, mediante la adición de un residuo, permite el incremento de su resistencia frente a la resistencia de diseño como la resistencia obtenida de las muestras patrón.

Figura 18. Resistencia a la compresión vs día de rotura del concreto +5% caucho



Elaboración propia, 2021.

Figura

19.

Realizando el ensayo a la compresión del concreto eco-sostenible +5% caucho



En el ensayo a compresión de las muestras de **concreto con adición del 10% de caucho**, como se evidencia en la siguiente tabla, presentaron una resistencia promedio de 140.67 kg/cm² a los 7 días, 164.23 kg/cm² a los 14 días, 182.61 kg/cm² a los 21 días y 28 días, una resistencia a la compresión promedio de 194.85 kg/cm².

Tabla 18. Resistencia a la compresión de muestras de concreto con 10% caucho

Nº	DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA		EDAD (Días)	ÁREA (cm ²)	CARGA (Kg)	ROTURA (Kg/cm ²)	RESISTENCIA	
	DE LA MUESTRA	IONES (Kg/cm ²)					ÁREA	PROMEDIO
1	CONCRETO	PATRÓN	175	7	176.7	24510	139	79.3%
2	CONCRETO	PATRÓN	175	7	176.7	24940	141	140.67 80.7%
3	CONCRETO	PATRÓN	175	7	176.7	25120	142	81.2%

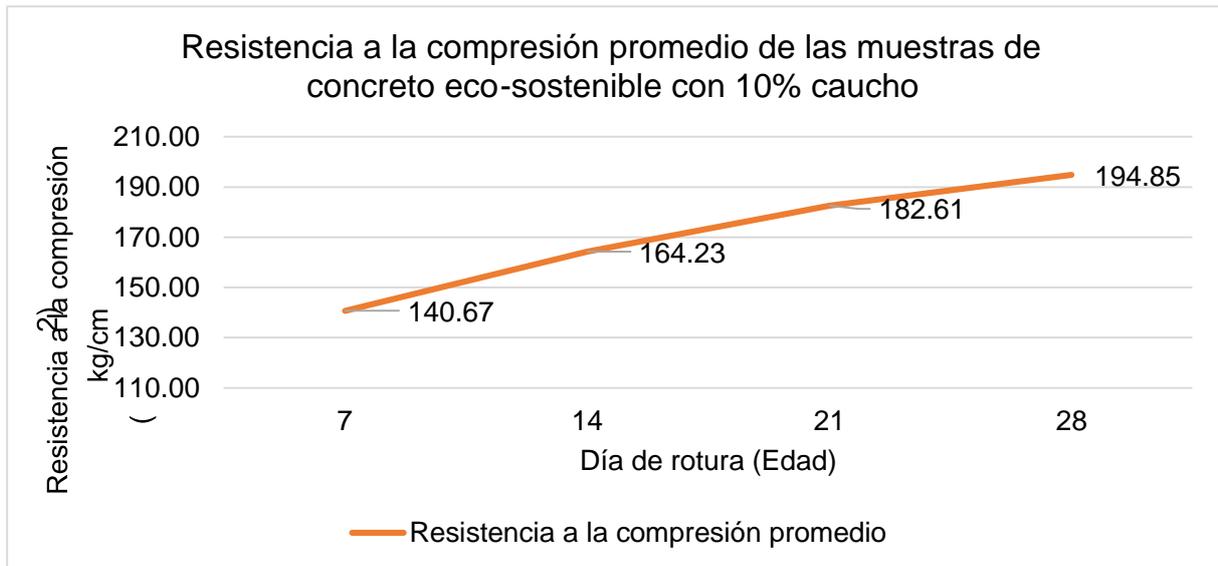
4	CONCRETO PATRÓN	175	14	176.7	28620	162	92.6%
						164.23	
5	CONCRETO PATRÓN	175	14	176.7	29620	168	95.8%
6	CONCRETO PATRÓN	175	14	176.7	28820	163	93.2%
7	CONCRETO PATRÓN	175	21	176.7	32620	185	105.5%
8	CONCRETO PATRÓN	175	21	176.7	31360	177	182.61
							101.4%
9	CONCRETO PATRÓN	175	21	176.7	32820	186	106.1%
10	CONCRETO PATRÓN	175	28	176.7	34720	196	112.3%
11	CONCRETO PATRÓN	175	28	176.7	34420	195	194.85
							111.3%
12	CONCRETO PATRÓN	175	28	176.7	34150	193	110.4%

Elaboración propia.

Como se puede visualizar en la siguiente figura, el crecimiento de su resistencia a la compresión es ascendente, presentando así una resistencia final del concreto ecosostenible con adición del 10% de caucho es de 194.85 kg/cm², ya que, mediante la adición de un residuo, permite el incremento de su resistencia frente a la resistencia de diseño como la resistencia obtenida de las muestras patrón.

Figura

Figura 20. Resistencia a la compresión vs día de rotura del concreto +10% caucho



Elaboración propia, 2021.

21.

Realizando el ensayo a la compresión del concreto eco-sostenible +10 caucho



Finalmente, dentro de los ensayos mecánicos realizados al concreto, tenemos al **ensayo a flexión**, para obtener su resistencia del concreto ante estos esfuerzos de flexión o módulo de rotura.

En el ensayo a flexión de las muestras de **concreto convencional o patrón**, como se evidencia en la siguiente tabla, presentaron una resistencia promedio de 16.74 kg/cm²

a los 7 días, 20.79 kg/cm² a los 14 días, 25.04 kg/cm² a los 21 días y 28 días, una resistencia a la compresión promedio de 29.78 kg/cm².

Tabla 19. Resistencia a la flexión de muestras de concreto patrón

Nº	DESCRIPCION DE LA	EDAD	ANCHO	ALTURA	CARGA	ROTURA	RESISTENCIA A FLEXIÓN
	MUESTRA	(Días)	(cm)	(cm)	(Kg)	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)
1	CONCRETO PATRÓN	7	10	10	2032	16	16.74
2	CONCRETO 7 PATRÓN	10	10	2212	18		

Figura

3	CONCRETO PATRÓN	7	10	2034	16		
4	CONCRETPATRÓN O	14	10	2642	21		
5	CONCRETO PATRÓN	14	10	2572	21	20.79	
6	CONCRETO PATRÓN	14	10	10	2584	21	
7	CONCRETO PATRÓN	21	10	10	3142	25	
8	CONCRETO PATRÓN	21	10	10	3121	25	25.04
9	CONCRETO PATRÓN	21	10	10	3128	25	
10	CONCRETO PATRÓN	28	10	10	3724	30	
11	CONCRETO PATRÓN	28	10	10	3751	30	29.78
12	CONCRETO PATRÓN	28	10	10	3692	30	

Elaboración propia.

Como se puede visualizar en la siguiente figura, el crecimiento de su resistencia a la flexión es ascendente, presentando así una resistencia final del concreto patrón es de 29.78 kg/cm².

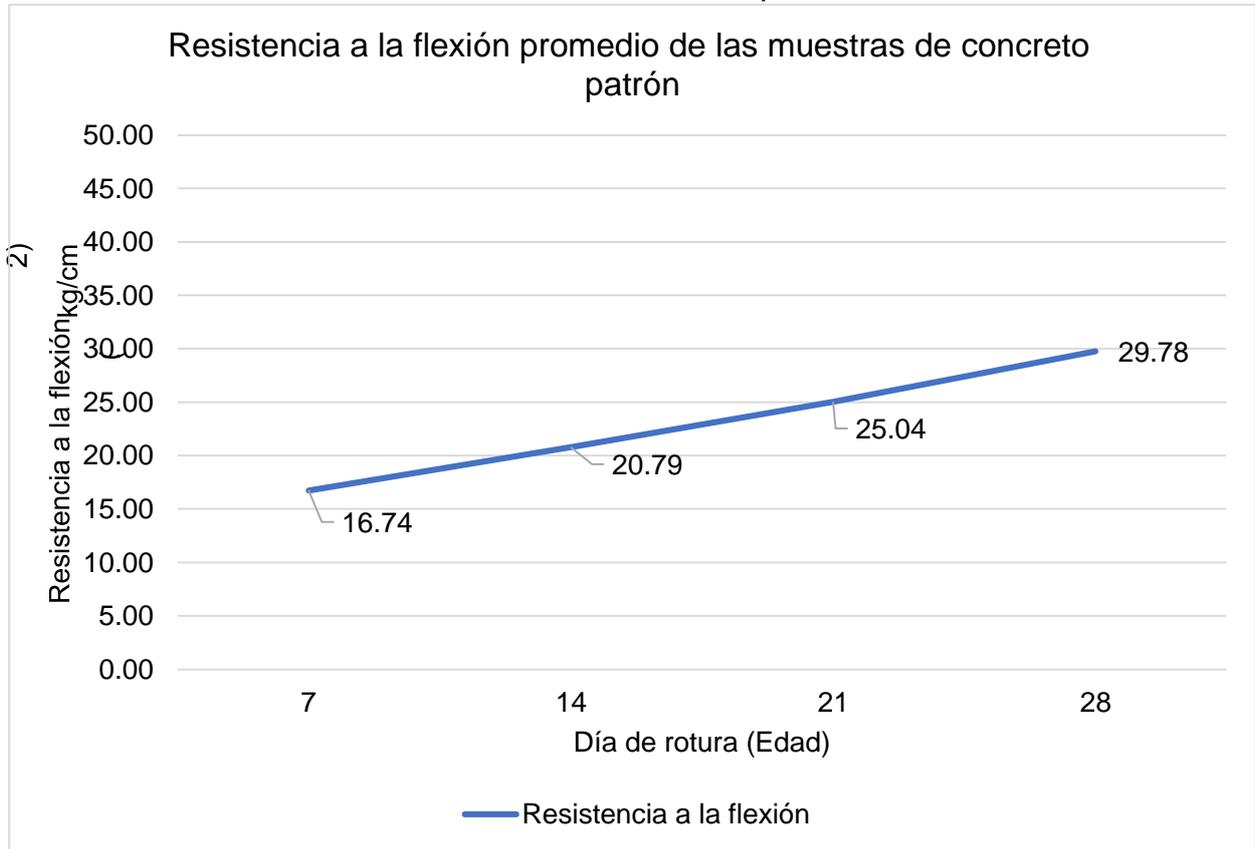
22.

10

10

10

Resistencia a la flexión vs día de rotura del concreto patrón



Elaboración propia, 2021.

En el ensayo a flexión de las muestras de **concreto eco-sostenible con 5% de caucho**, como se evidencia en la siguiente tabla, presentaron una resistencia promedio de 19.39 kg/cm² a los 7 días, 25.15 kg/cm² a los 14 días, 29.06 kg/cm² a los 21 días y 28 días, una resistencia a la compresión promedio de 33.83 kg/cm².

Tabla 20. Resistencia a la flexión de muestras de concreto con 5% caucho

Nº	DESCRIPCION DE LA	EDAD	ANCHO	ALTUR A	CARGA	ROTUR A	RESISTENCIA A FLEXIÓN
----	-------------------	------	-------	---------	-------	---------	-----------------------

Figura

	MUESTRA	(Días)	(cm)	(cm)	(Kg)	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)
1	CONCRETO + 5% CAUCHO	7	10	10	2361	19	19.39
2	CONCRETO + 5% CAUCHO	7	10	2542	20		
3	CONCRETO + 5% CAUCHO	7	10		2369	19	
4	CONCRETO + 5% CAUCHO	14	10	3052	24		
5	CONCRETO + 5% CAUCHO	14	10	10	3125	25	25.15
6	CONCRETO + 5% CAUCHO	14	10	10	3254	26	
7	CONCRETO + 5% CAUCHO	21	10	10	3562	28	
8	CONCRETO + 5% CAUCHO	21	10	10	3642	29	29.06
9	CONCRETO + 5% CAUCHO	21	10	10	3692	30	
10	CONCRETO + 5% CAUCHO	28	10	10	4232	34	
11	CONCRETO + 5% CAUCHO	28	10	10	4165	33	33.83

				10		
				10		
				10		
12 CONCRETO + 5% CAUCHO	28	10	10	4291	34	

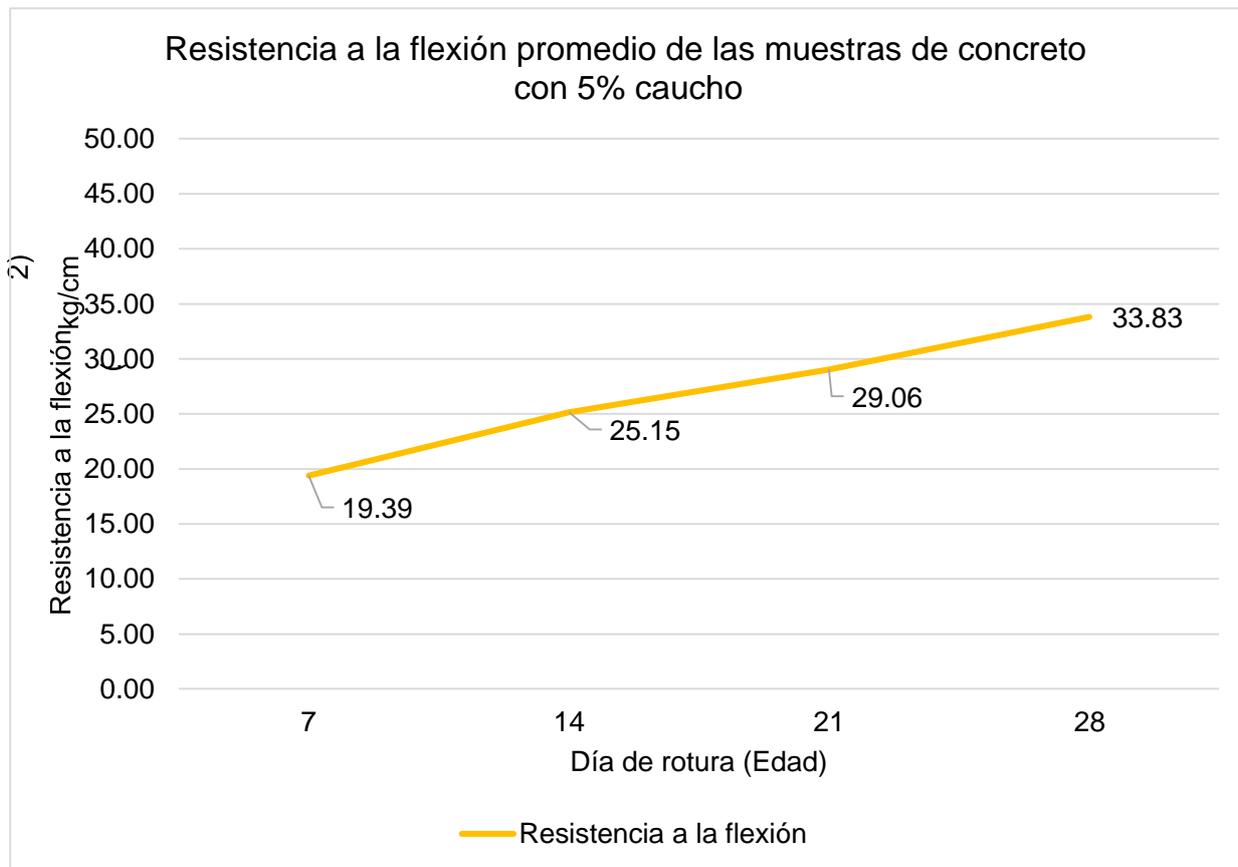
Elaboración propia.

Como se puede visualizar en la siguiente figura, el crecimiento de su resistencia a la flexión es ascendente, presentando así una resistencia final del concreto ecosostenible con adición del 5% de caucho fue de 33.83 kg/cm², ya que, mediante la adición de un residuo, permite el incremento de su resistencia frente a la resistencia de diseño como la resistencia obtenida de las muestras patrón.

23.

Figura

Resistencia a la flexión vs día de rotura del concreto +5% caucho



Elaboración propia, 2021.

En el ensayo a flexión de las muestras de **concreto eco-sostenible con 10% de caucho**, como se evidencia en la siguiente tabla, presentaron una resistencia promedio de 17.76 kg/cm² a los 7 días, 23.42 kg/cm² a los 14 días, 27.46 kg/cm² a los 21 días y 28 días, una resistencia a la compresión promedio de 32.22 kg/cm².

Tabla 21. *Resistencia a la flexión de muestras de concreto con 10% caucho*

DE LA EDAD ROTURA	ANCH ALTUR CARG RESISTENCI N° DESCRIPCION					
	O	A	A	A	A	A FLEXIÓN
MUESTRA	(Días)	(cm)	(cm)	(Kg)	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)

					10		
					10		
					10		
1	CONCRETO + 10% CAUCHO	7	10	2151	17.21		
2	CONCRETO + 10% CAUCHO	7	10	2326	18.61	17.76	
3	CONCRETO + 10% CAUCHO	7	10		2182	17.46	
4	CONCRETO + 10% CAUCHO	14	10	10	2815	22.52	
5	CONCRETO + 10% CAUCHO	14	10	10	2925	23.40	23.42
6	CONCRETO + 10% CAUCHO	14	10	10	3042	24.34	
7	COCAUCHONCRETO + 10%	21	10	10	3361	26.89	
8	CONCRETO + 10% CAUCHO	21	10	10	3451	27.61	27.46
9	CONCRETO + 10% CAUCHO	21	10	10	3487	27.90	
10	CONCRETO + 10% CAUCHO	28	10	10	4051	32.41	
11	CONCRETO + 10% CAUCHO	28	10	10	3972	31.78	32.22

Figura

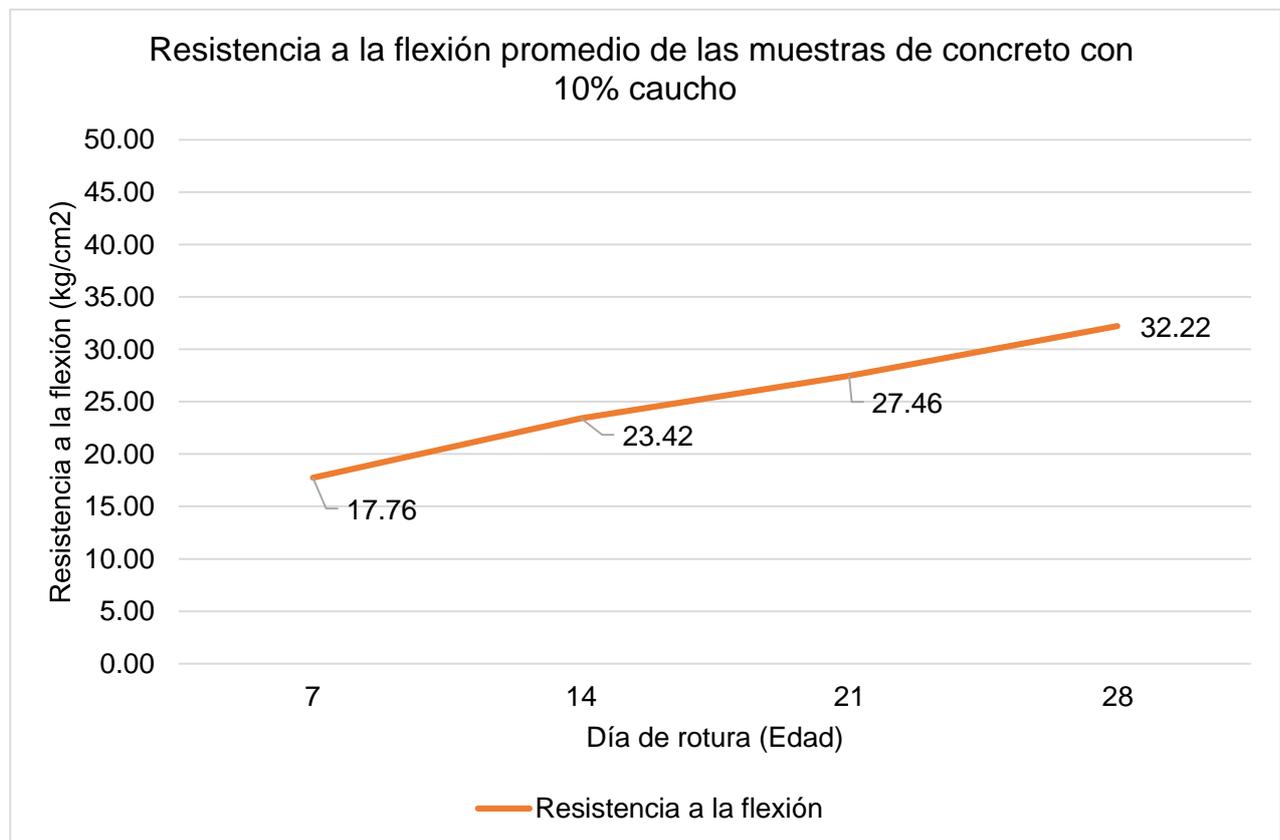
12 CONCRETO + 10% CAUCHO 28 10 10 4058 32.46

Elaboración propia.

Como se puede visualizar en la siguiente figura, el crecimiento de su resistencia a la flexión es ascendente, presentando así una resistencia final del concreto ecosostenible con adición del 10% de caucho fue de 32.22 kg/cm², ya que, mediante la adición de un residuo, permite el incremento de su resistencia frente a la resistencia de diseño como la resistencia obtenida de las muestras patrón.

24.

Resistencia a la flexión vs día de rotura del concreto +10% caucho



Elaboración propia, 2021.

Figura 25.

10

10

10

Realizando el ensayo a la flexión de vigas concreto eco-sostenible +10, +5, caucho



OE3. Obtener los porcentajes más óptimos de adición de caucho para la elaboración de concreto eco-sostenible con mejores propiedades en la provincia de Ilave.

Para la obtención de resultados que puedan brindar los porcentajes óptimos de adición de caucho en sus propiedades, es necesario realizar una comparación de sus resultados tanto a compresión como a flexión.

En la siguiente tabla, se muestra las diferentes resistencias promedio obtenidas a los 7, 14, 21 y 28 días tanto de la muestra de concreto patrón, como de la muestra de concreto eco-sostenible con 5% y 10% de adición de caucho, para así permitir su respectiva comparación y determinación de la influencia en su resistencia de un concreto convencional.

Tabla 22.

Resistencia a la compresión de las muestras de estudio

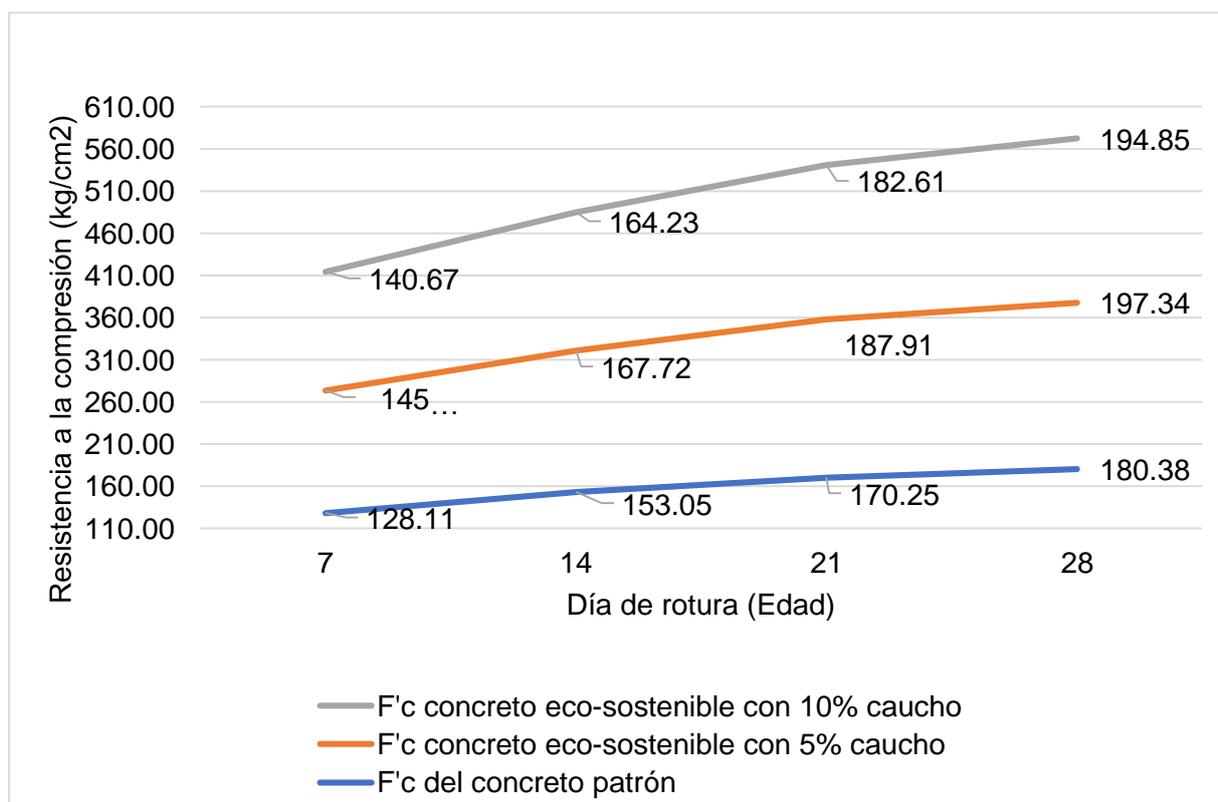
Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIFICACIONES			RESISTENCIA A
		NES (Kg/cm ²)	EDAD (Días)	AREA (cm ²)	LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)

CONCRETO PATRÓN	175	7	176.7	128.11
CONCRETO PATRÓN	175	14	176.7	153.05
CONCRETO PATRÓN	175	21	176.7	170.25
CONCRETO PATRÓN	175	28	176.7	180.38
CONCRETO + 5% CAUCHO	175	7	176.7	145.44
CONCRETO + 5% 6 CAUCHO	175	14	176.7	167.72
CONCRETO + 5% 7 CAUCHO	175	21	176.7	187.91
CONCRETO + 5% 8 CAUCHO	175	28	176.7	197.34
CONCRETO + 10% 9 CAUCHO	175	7	176.7	140.67
CONCRETO + CAUCHO 10%	175	14	176.7	164.23
CONCRETO + 10% CAUCHO	175	21	176.7	182.61
12 CONCRCAUCHOETO + 194.85	10%	175	28	176.7

Elaboración propia.

En la siguiente figura, se logra visualizar las resistencias de manera didáctica de cada muestra de estudio a diferentes días de rotura, las cuales se puede determinar que las tres presentan un crecimiento ascendente en su resistencia. Sin embargo, la resistencia del concreto patrón cumple con su resistencia requerida, pero las muestras con adición presentan una resistencia mayor frente a la resistencia obtenida del concreto patrón. Obteniendo así para el concreto eco-sostenible con 5% de caucho una resistencia a la compresión promedio de 197.34 kg/cm², concreto eco-sostenible con 10% de caucho una resistencia a la compresión promedio de 194.85 kg/cm² frente al concreto convencional que presentó una resistencia de 180.38 kg/cm². De esta manera, se logra determinar a compresión, la resistencia óptima es la dosificación de concreto eco-sostenible con adición del 5% de caucho.

Figura 26. Resistencia a la compresión vs día de rotura de las muestras



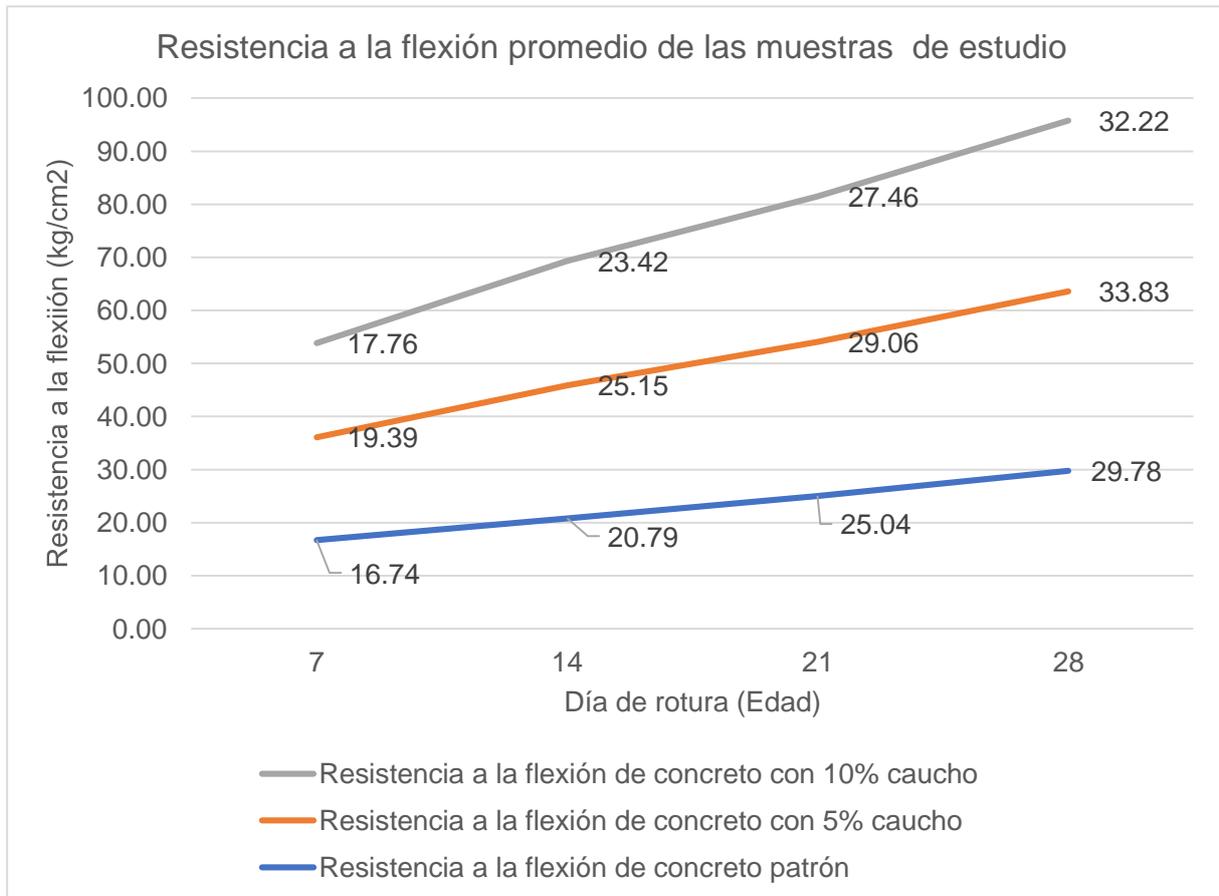
Resistencia a la compresión de las muestras

Elaboración propia, 2021.

Finalmente, para determinar el porcentaje de adición más óptimo a esfuerzos de flexión, se realiza un análisis comparativo mediante la siguiente gráfica, con el fin de visualizar todas las resistencias de las muestras estudiadas o evaluadas a flexión, tanto a sus 7, 14, 21 y 28 días, seleccionando sus resistencias promedio de cada día de rotura.

Como se visualiza a continuación, la muestra con adición del 5% de caucho, al ser la dosificación óptima logra alcanzar una resistencia a la flexión final a los 28 días más alta con un valor de 33.83 kg/m², seguidamente la muestra con adición del 10% de adición de caucho con un valor de un módulo de rotura de 32.22 kg/cm². Finalmente, la muestra convencional no presenta mejores resistencias, sin embargo, cumple con la resistencia de diseño para pavimentos de 175 kg/cm².

Figura 27. Resistencia a la flexión vs día de rotura de las muestras



Elaboración propia, 2021.

V. DISCUSIÓN

Tomando como base los objetivos planteados se realizó la siguiente discusión en base a los antecedentes.

OG. Analizar si la incorporación del caucho en concreto eco-sostenible $f'c=175$ kg/cm² mejora sus propiedades mecánicas para un pavimento rígido en la provincia de Ilave- Puno.

La incorporación del caucho en un concreto de 175 kg/cm² mejora significativamente sus propiedades mecánicas, a esfuerzos a compresión y flexión. En cuanto a su resistencia a la compresión, el concreto con 5% y 10% de caucho, mejoró en un 1.080% y 1.094% respectivamente frente a la resistencia a la compresión de la muestra de concreto patrón. Mientras que, a esfuerzos de flexión se evidenció una mejora en un 1.082% y 1.136% frente a la muestra patrón.

Naranjo et al (2020), en su investigación, determinaron que la resistencia a la compresión en bloques de concreto no ha sido mejora alguna con la adición de polvo de caucho, sino manifiestan que existe una alternativa negativa en sus especímenes con 10%, 20%, 30%, 40%, 50% y 60%, al presentar resistencias de 10.25 kg/cm², 12.37 kg/cm², 13.55 kg/cm², 21.23 kg/cm², 18.76 kg/cm² y 16.73 kg/cm² respectivamente, las cuales son menores a la resistencia del concreto sin adición con 0% con un valor de 36.53 kg/cm².

En la investigación de **Farfán y Leonardo** (2018), se obtuvo que el caucho mejora en mezcla de concreto en sus propiedades mecánicas, las cuales consideraron al ensayo a compresión de los especímenes de estudio, dentro de las cuales, el concreto simple alcanzó el 104% de la resistencia de diseño 210 kg/cm², al igual que la muestra de concreto con adición de caucho en un 5%, por lo que se puede determinar que el reemplazo del caucho puede ser una alternativa económica y ambiental, ya que, cumple con las características necesarias para determinar un concreto de buena calidad.

Naranjo et al (2020), no ha evidenciado mejora alguna en la resistencia a la compresión ante la incorporación de polvo de caucho en estos bloques de concreto, al presentar resistencias menores de la muestra patrón sin adición, las cuales tienen una diferencia de resistencia menor entre 20.16 kg/cm² a 26.28 kg/cm² menos a la resistencia patrón.

OE1. Determinar las propiedades físicas de los agregados para realizar el diseño de mezclas de concreto más óptimo utilizando agregados del Río de Ilave. La presente investigación realiza la caracterización de los agregados para la elaboración del concreto, estos agregados provienen del Río Ilave, las cuales, presentan en su granulometría, tanto para el agregado grueso como el agregado fino, que se encuentran dentro de los husos granulométricos, por lo que, ambos tipos de agregados se consideran aptos para ser utilizados en la construcción. Asimismo, cada una, determinó un módulo de fineza de 7.718 gr. y 3.145 gr. respectivamente, con un contenido de humedad de 2.360% y 3.620% para cada una. Mientras que, en sus pesos unitarios, el agregado grueso obtuvo un peso unitario suelto promedio de 1.595 g/cm³ y un peso unitario varillado promedio de 1.708 g/cm³; y para el agregado fino, obtuvo pesos promedios tanto suelto como varillado de 1.554g/cm³ y 1.681 g/cm³ respectivamente. Finalmente, el agregado grueso obtuvo un valor de peso específico aparente promedio de 3.29 gr/cm³ y una absorción de 2.19%, mientras que, el agregado fino obtuvo un valor de peso específico aparente promedio de 3.033 gr/cm³ y una absorción de 2.69%.

Según Farfán y Leonardo (2018), en su investigación realizó la caracterización de sus agregados esencialmente, para determinar que se encuentren dentro de los parámetros permitidos para ser utilizados en la elaboración de concreto, comprobando así en la granulometría tanto de su agregado fino como grueso, que se encuentran dentro de los husos granulométricos, encontrándose su curva de porcentaje acumulado que pasa en un lugar menor al límite superior y en mayor de su límite inferior, determinándose así unos agregados en óptimas condiciones. En cuanto a su diseño de mezcla, su proporción para el concreto patrón consideró una proporción en peso de C:A:A.G:A.F para 1m³ de concreto, de 1:0.60:2.25:2.51.

Asimismo, en la investigación de Naranjo et al. (2020), fue necesario realizar la caracterización de agregados a nivel general para el diseño de mezclas de las muestras de estudio del concreto con adición de caucho, esta mezcla conformado por agregados como grava y arena proveniente de Riobamba, las cuales cumplieron con las normativas existentes que garantizan su calidad y así autorizan la utilización de estos mismos para el sector de la construcción, así como el agua y cemento a utilizar,

determinando así una dosificación de cemento arena y piedra de 1: 5: 2 + agua según en una proporción de 9%, obtenido del peso de los materiales bajo la normativa ASTM.

OE2. Determinar si la incorporación del caucho en un porcentaje 5% y 10% en diseño concreto eco-sostenible mejora sus propiedades mecánicas.

La resistencia a la compresión de cada muestra de estudio a diferentes edades se ha logrado determinar que las tres presentan un crecimiento ascendente en su resistencia. Sin embargo, la resistencia del concreto patrón cumple con su resistencia requerida, pero las muestras con adición de caucho reciclado presentan una resistencia mayor frente a la resistencia obtenida del concreto patrón. Obteniendo así para el concreto eco-sostenible con 5% de caucho una resistencia a la compresión promedio de 197.34 kg/cm², concreto eco-sostenible con 10% de caucho una resistencia a la compresión promedio de 194.85 kg/cm² frente al concreto convencional que presentó una resistencia de 180.38 kg/cm². De esta manera, se logra determinar a compresión, la resistencia óptima es la dosificación de concreto eco-sostenible con adición del 5% de caucho. Mientras que, a esfuerzos de flexión, la muestra con adición del 5% de caucho, al ser la dosificación óptima logra alcanzar una resistencia a la flexión final a los 28 días más alta con un valor de 33.83 kg/m², seguidamente la muestra con adición del 10% de adición de caucho con un valor de un módulo de rotura de 32.22 kg/cm². Finalmente, la muestra convencional que no presenta un estado óptimo, sin embargo, cumple con la resistencia de diseño que fue para pavimentos de 175 kg/cm².

Asimismo, es importante resaltar con importancia, la investigación de Farfán y Leonardo (2018), quienes realizaron el estudio de la reutilización de caucho reciclado con una composición del 5%, 10% y 15% de adición con respecto a su volumen del concreto 210kg/cm² a los 7, 14 y 28 días. El caucho utilizado como material aditivo tuvo un diámetro de 0.50cm de diámetro. Ante el estudio de sus propiedades físicas del concreto, que obtuvo un asentamiento o slump de 4", 5.5", 5.5", 5.7" y 5.8" respectivamente para cada muestra de estudio con relación a/c de 0.6 y 0.48 para las demás con adición denominadas CSAP, SCAP5CR, CSAP10CR y CSAP15CR, se realizó sus ensayos mecánicos a compresión, obteniendo para cada muestra de estudio una resistencia a compresión de 219.06 kg/cm², 295.73 kg/cm², 218.452

kg/cm², 212.337 kg/cm² y 198.875 kg/cm² respectivamente. Mientras que, en su resistencia a flexión, alcanzaron cada muestra un módulo de rotura de 83.580 kg/cm², 102.092 kg/cm², 71.219 kg/cm², 81.861 kg/cm² y 77.768 kg/cm² respectivamente.

Entre otras investigaciones como Aizpurúa et al. (2018), con el mismo enfoque y finalidad que la presente tesis, pero con la única diferencia de realizar el estudio de la adición del caucho y otros materiales aditivos, realizó el mismo procedimiento detallado para evaluar la influencia de la adición de cenizas con proporciones de 0.50% y 2.0% presentando evidentes mejoras en su resistencia a compresión frente al concreto normal, evidenciando un incremento hasta en un 20% a 25% mayor. Sin embargo, a partir de estas dosificaciones, se establece que ante la adición de caucho reciclado de neumáticos a las mezclas de concreto existe una eficiencia de sus propiedades mecánicas y en su trabajabilidad, determinando así que las adiciones de estudio fueron de cuatro porcentajes distintos: 0.5%, 1.0%, 1.5% y 2.0% del peso del concreto. Esta investigación, se busca resaltar los resultados obtenidos con el mismo material de estudio central como es el caucho molido. Para ello, se determinó que en el comportamiento de la resistencia a compresión a medida que se adiciona caucho al concreto. El resultado más favorable se obtiene al agregar 1.0% de caucho, con una reducción en resistencia a compresión de 19.3% con respecto a la mezcla base. Y así a cada incremento de adición de caucho, se logra evidenciar que se reduce mayormente su resistencia.

Naranjo et al (2020), en su investigación, determinaron que la resistencia a la compresión en bloques de concreto no ha evidenciado mejora alguna con la adición de polvo de caucho, al haber estudiado bloques de concreto con 10%, 20%, 30%, 40%, 50% y 60% polvo de caucho, las cuales obtuvieron resistencias de 10.25 kg/cm², 12.37 kg/cm², 13.55 kg/cm², 21.23 kg/cm², 18.76 kg/cm² y 16.73 kg/cm² respectivamente, las cuales son menores a la resistencia del concreto sin adición con un valor de 36.53 kg/cm².

Para la utilización de caucho de manera óptima, fue necesario el estudio de la investigación de Meza et al. (2019), quien se encargó de detallar la elaboración y diseño de tiras de caucho para ser reutilizadas como material aditivo en cualquier otro, evaluando así las propiedades del material elegido, obteniendo así para el caucho del

neumático, un módulo de elasticidad de 1.7 MPa, y una relación de Poisson de 0.5, mientras que, para el acero neumático, se obtuvo un 200GPa y 0.30 respectivamente. Finalmente, el acero del cortador alcanzó un módulo de elasticidad de 211 GPa y una relación de Poisson de 0.20. En cuanto al procedimiento, este dispositivo extrajo flancos, siendo el primer proceso de corte de los neumáticos mediante un dispositivo separados de flancos y banda de rodadura, obteniendo así, el corte de estos elementos extraídos, la generación de tiras de refuerzo, que son ideales para emplearlo en el concreto.

OE3. Obtener los porcentajes más óptimos de adición de caucho para la elaboración de concreto eco-sostenible con mejores propiedades en la provincia de llave.

En esta investigación, se consideró el porcentaje más óptimo de adición de caucho el 5% en una mezcla de concreto, al poder evidenciar un crecimiento significativo con respecto a sus propiedades mecánicas, tanto a compresión como a flexión, alcanzando así una resistencia máxima de 197.34 kg/cm² y 33.83 kg/cm², las cuales son mayores a las demás muestras de estudio.

Mientras que, Farfán y Leonardo (2018), concluyeron que, el porcentaje óptimo de adición de caucho reciclado fue del 5%, al obtener una resistencia a la compresión mayor a los 28 días con un valor de 218.452 kg/cm², mientras que, a flexión, la dosificación óptima fue aquella con adición del 10% de caucho reciclado al obtener una resistencia a la flexión del concreto de 81.861 kg/cm². De esta manera, se determina que el caucho reciclado obtenido de neumáticos como desecho o residuo puede considerarse como alternativa eco-sostenible como agregado en la elaboración de concreto.

Naranjo et al. (2020) en su revista científica tuvo como finalidad innovar alternativas sostenibles para la industria de la construcción civil, las cuales, no solo deben generar un impacto positivo en el aspecto social, económico, sino también amigable con nuestro medio ambiente. Es por ello, que se determinó que el caucho como material aditivo, brindaría adecuadas características en materiales como concreto o suelos. Para ello, se realizó la reutilización de este material mediante la fabricación de bloques de resistencia en un 52.56%, como principal componente, el cemento portland, polvo

de caucho, poliuretano. De esta manera, se determinó que, la dosificación con factibilidad para la construcción, fueron 3 tipos de mezclado con un 25% de cemento, 25% de poliuretano y 50 % de polvo de caucho.

Aizpurúa et al. (2018), que los porcentajes de adición de caucho más óptimos fueron aquellos que se adicionaron en menor proporción de adición en el concreto llega adquirir un mejor comportamiento mecánico, resaltando así la adición de 0.5% y 1%.

VI. CONCLUSIONES

Esta investigación concluyó que, para realizar el diseño de mezcla de concreto con agregados del Río de llave y cemento Yura tipo IP, fue necesario realizar un estudio de las propiedades de esos materiales, en el caso de la arena y la piedra, obtuvieron un peso unitario seco compactado de 1.681 kg/m³ y 1.708 kg/m³ respectivamente, mientras que, en su peso unitario seco suelto de 1.554 kg/m³ y 1.595 kg/m³ para cada una. En su peso específico, lograron alcanzar un peso de 2.88 gr/cc y 3.136 gr/cc respectivamente. En cuanto a los porcentajes de humedad y absorción, la arena obtuvo 3.62% y 2.69% y la piedra obtuvo valores de 2.36% y 2.19% respectivamente. De esta manera, se logró realizar el diseño de mezclas según ACI 211, obteniendo la siguiente dosificación en proporción final del diseño en cemento: grava: arena: agua, con una proporción de 1.00: 3.53: 2.20: 23.33.

Asimismo, evaluó que la diferencia de las propiedades mecánicas del concreto eco - sostenible con adición de caucho en 5% y 10% frente al concreto convencional en la provincia de llave es significativa. Por lo que, existe una diferencia de la resistencia a la compresión de la muestra con adición del 5% de caucho de 16.96 kg/cm², mientras que la muestra con adición del 10% caucho, presentó una diferencia de 14.47 kg/cm² frente a la resistencia del concreto patrón. Mientras que, estas mismas muestra a flexión, obtuvieron las siguientes resistencias o módulo de rotura a los 28 días, con valores de 29.78 kg/cm², 33.83 kg/cm² y 32.22 kg/cm², para la muestra patrón, muestra con 5% caucho y muestra con 10% caucho respectivamente, evidenciando así una diferencia de un incremento de 2.44 kg/cm² y 4.05 kg/cm² para cada muestra de adición.

Finalmente, se concluyó que el porcentaje más óptimo de adición de caucho es del 5% para la elaboración de concreto eco-sostenible haciendo empleo de agregados del Río de llave y cemento Yura tipo IP, al presentar las resistencias tanto a compresión como a flexión más altas entre las muestras de estudio. El concreto con adición del 5% de caucho logró alcanzar una resistencia a compresión de 197.34 kg/cm² y una resistencia a flexión de 33.83 kg/cm².

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda a futuras investigaciones, elaborar dosificaciones con diferentes tipos de agregados provenientes de diversas canteras, con la finalidad de lograr obtener más de una alternativa sobre el empleo de los agregados para obtener la mezcla óptima de concreto eco-sostenible.

Es importante mencionar también que, se sugiere realizar dosificaciones de caucho con mezcla de otros residuos, para así identificar y brindar sus propiedades mecánicas de un concreto eco-sostenible ante la posibilidad de realizar la reutilización de otros materiales para así reducir el impacto ambiental negativo en nuestro medio ambiente, recomendando así a futuras investigaciones realizar el estudio comparativo que no solo influya en el aspecto técnico y ambiental, sino también económico de elaboración de un concreto eco-sostenible.

Se sugiere realizar el estudio de mayores porcentajes de adición de caucho para la elaboración de una curva de eficiencia, que tenga como finalidad, brindar diferentes alternativas de dosificación óptima para lograr la elaboración de concreto ecosostenible con la adición de este residuo. Asimismo, también plantear métodos y/o formas de adición de este material, para evidenciar alguna influencia existente entre las muestras de estudio.

REFERENCIAS

- Aizpurúa, L., Moreno, G., & Caballero, K. (2018). Study of high strength concrete with the use of organic material ash and polymers. *Revista de I+D Tecnológico*, 14(2), 29-37.
- Asenjo, D. (2017). *Evaluación del estado del pavimento rígido en la Avenida Mariscal Castilla, mediante la metodología del PCI- Jaén 2016*. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca. Cajamarca: UNC. Obtenido de <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1514>
- Blessen, T., & Ramesh, C. (Febrero de 2016). A comprehensive review on the applications of waste tire rubber in cement concrete. *Renewable and*

Sustainable Energy Reviews, 54, 1323- 1333.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.10.092>

- Borja, M. (2012). *Metodología de la investigación científica para ingenieros*. Chiclayo.
- Cabanillas, E. (2017). *Comportamiento físico mecánica del concreto hidráulico adicionado con caucho reciclado*. Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca: UNC.
- Chai, L., Guo, L., Chen, B., Xu, Y., & Ding, C. (2018). Mechanical properties of ecological high ductility cementitious composites produced with recycled crumb rubber and recycled asphalt concrete. *The Journal of Material Cycles and Waste Management*, 1-15. doi:<http://dx.doi.org/10.1007/s10163-018-0813-7>
- Chávarri, L., & Falén, J. (2020). *Propuesta de concreto eco-sostenible con la adición de caucho reciclado para la construcción de pavimentos urbanos en la ciudad de Lima*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima: UPC.
- Chavarry, G. (2018). *Elaboración de concreto de alta resistencia incorporando partículas residuales del chancado de piedra de la Cantera Talambo, Chepén*. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Lambayeque. Chiclayo: USAT. Obtenido de http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/1340/1/TL_ChavarryBoyGuido.pdf.pdf
- Choque, H., & Ccana, J. (2016). *Evaluación de la resistencia a compresión y permeabilidad del concreto poroso elaborado con agregado de las canteras Vicho y Zurite, adicionando aditivo super plastificante de densidad 1.2 kg/l para una resistencia 210 kg/cm²*. Universidad Andina del Cusco. Cusco: UAC. Obtenido de http://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/UAC/710/3/Juan_Hubert_Tesis_bachiller_2016_P_1.pdf
- Farfán, M., & Leonardo, E. (29 de Mayo de 2018). Caucho reciclado en la resistencia a la compresión y flexión de concreto modificado con aditivo plastificante. *Revista Ingeniería de Construcción RIC*, 33(doi3), 241-250. Obtenido de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ric/v33n3/0718-5073-ric-33-03-241.pdf>

- Flores, C., Rodríguez, S., Cárdenas, A., & Guarneros, O. (Diciembre de 2018). Evaluación mecánica de concreto y de corrosión en mortero con partículas de neumático reciclado. *Revista de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción*, 3(3), 192-203. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/4276/427639593005.pdf>
- Garay, L., & Quispe, C. (2016). *Estudio del concreto elaborado en los vaciados de techos de vivienda en Lima y evaluación de alternativa de mejora mediante el empleo de aditivo superplastificante (reductor de agua de alto rango)*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima. Lima: PUCP. Obtenido de http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/7625/GARAY_LISANDRA_CONCRETO_VACIADOS_TECHEO_SUPERPLASTIFICANTE.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2017). *Metodología de la investigación*. México: McGrawHill Education. Obtenido de <https://www.uca.ac.cr/wpcontent/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Hu, H., Papastergiou, P., Angelakopoulos, H., Guadagnini, M., & Pilakoutas, K. (28 de Febrero de 2018). Mechanical properties of SFRC using blended manufactured and recycled tyre steel fibres. *Construction and Building Materials*, 163, 376-389. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.12.116>
- Llamo, L., & Rodríguez, S. (2018). *Evaluación de la eficiencia de los aditivos Sikament TM- 140 y Chemament 440 en la elaboración de concreto para zonas de clima cálido- desértico en Chiclayo- Lambayeque*. Universidad Señor de Sipán, Lambayeque. Primentel, Chiclayo: USS. Obtenido de <http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/uss/4914/Rodriguez%20Picon%20-%20Llamo%20Fustamante.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Meza, A., Sierra, R., Rodríguez, J., & Romo, L. (26 de Junio de 2019). Design and Tire Strip Device, a Recycling Option. *Conciencia tecnológica*(58). Obtenido de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/944/94461547004/html/index.html>

- Ministerio de Economía y Finanzas. (2019). *Plan Nacional de Infraestructura para la competitividad*. Obtenido de https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_privada/planes/PNIC_2019.pdf
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (21 de Abril de 2016). Resolución Ministerial N° 246-2016 MTC/01.02 de Proyecto de decreto supremo que modifica el Reglamento Nacional de Inspecciones Técnicas Vehiculares y el Texto Único Ordenado del Reglamento Nacional de Tránsito. *El Peruano*, pág. 48. Obtenido de <https://busquedas.elperuano.pe/download/url/proyecto-dedecreto-supremo-que-modifica-el-reglamento-nacio-resolucion-ministerial-no246-2016-mtc0102-1369742-1>
- Naranjo, E., Moyano, J., Damián, C., & Malán, J. (04 de Enero de 2020). Elaboración y análisis de resistencia mecánica de bloque de cemento-poliuretano-polvo de caucho. *Ciencia Digital*, 4(1). doi:<https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i1.1099>
- National Ready Mixed Concrete Association. (2017). *El concreto en la práctica, CIP 16- Resistencia a Flexión del concreto*. Federación Iberoamericana del Hormigón Premezclado. NRMCA. Obtenido de <https://concretesupplyco.com/wp-content/uploads/2017/01/16pes.pdf>
- Norma E.060, N. (2009). *Norma E.060: Concreto Armado*. Servicio Nacional de Capacitación para la industria de la construcción, Lima. Lima: SENCICO.
- NTP 339.184, N. T. (2002). *Metodo de ensayo normalizado para determinar la temperaturas de mezclas*. Norma Técnica Peruana. Lima: NTP.
- Nuñez, O., & Villanueva, J. (2018). *Evaluación de la mejora en las propiedades físicas y mecánicas del concreto de resistencia acelerada incorporando el aditivo Sikaplast 700*. Universidad San Martín de Porres. Lima: USMP.
- Pelaéz, G., Velásquez, S., & Giraldo, D. (14 de Febrero de 2017). Applications of recycled rubber: A literature review. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 27(2), 1-19. Obtenido de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/911/91150559002/91150559002.pdf>

- Rodríguez, A. (2018). *Beneficios al incorporar aditivo plastificante e incorporador de aire en el concreto en la ejecución de proyectos de pistas y veredas del distrito de Vicco- Pasco*. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Cerro de Pasco: UNDAC. Obtenido de http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/770/1/T026_44883374_T.pdf
- Silva, O. (2021). El concreto como material sostenibl. *360 en Concreto*. Obtenido de <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/el-concreto-como-materialsostenible>
- Wang, S. (26 de Junio de 2019). Generalidades y aplicaciones de la instrumentación de pavimentos en condiciones de campo en Costa Rica. *Revista Universidad de Costa Rica*, 20(36). doi:10.15517/IV.V20I36.37728

ANEXOS

ANEXO 01. MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla 23: *Matriz de consistencia.*

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACION
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL				Experimento aplicado el	Modelo: (Científico), Tipo: (Aplicada), Diseño: (Causi Experimental), Enfoque: (Cuantitativo)
¿De qué manera la adición del caucho en un diseño concreto eco-sostenible $f'c=175$ kg/cm ² , mejorada las propiedades físicas y mecánicas, para pavimentos rígido en la provincia de Ilave -Puno?	Analizar si la incorporación del caucho en concreto eco-sostenible $f'c=175$ kg/cm ² mejora las propiedades física y técnicas para un pavimento rígido en la provincia de Ilave-Puno.	La incorporación del caucho en concreto eco-sostenible $f'c=175$ kg/cm ² , mejora las propiedades física y técnicas para un pavimento rígido en la provincia de Ilave-Puno	Variable Independiente (VI): Caucho	Dosificación del caucho	I1: Porcentaje de adición	centaje 5% y %, de caucho al concreto convencional Ensayo de analisis granulometrico	
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS					
¿Cuáles son las diferencias de las propiedades físicas de los agregados para el concreto eco-sostenible con adición de caucho y concreto convencional en la provincia de Ilave?	Determinar las propiedades físicas de los agregados para realizar el diseño de mezclas de concreto más óptimo utilizando agregados del Río de Ilave	Existe diferencias de las propiedades físicas en los agregados para un concreto eco-sostenible con adición de caucho y concreto convencional en la provincia de Ilave.	Variable Dependiente (VD): Concreto eco- sostenible.	Propiedades físicas del concreto	I1: Peso unitario I2: Asentamiento	Ensayo de analisis granulometrico (tamizado STM D-422)	Muestra: 72 especímenes de concreto de 175 kg/cm ² convencional y concreto ecosostenible con adición de caucho con fines de

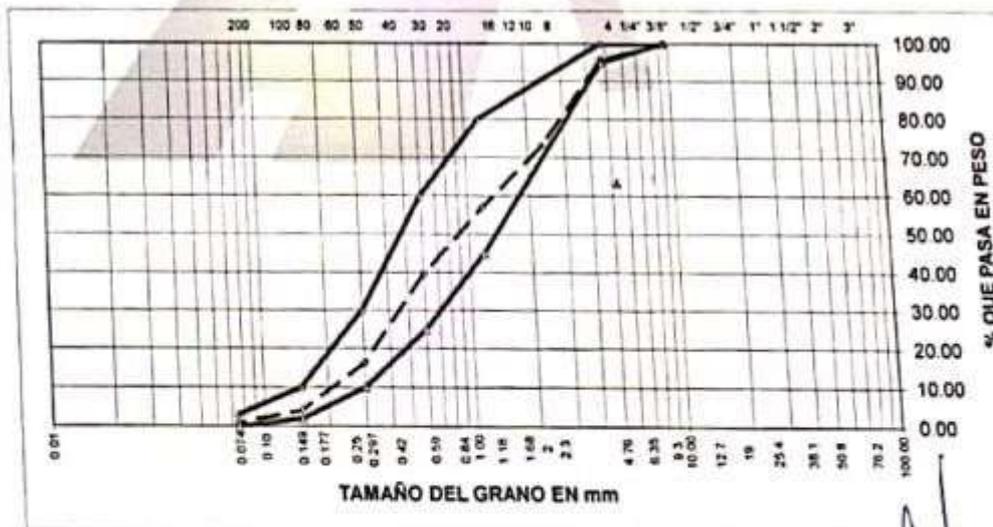
					I3: Peso Unitario		pavimentación en la provincia de llave.
¿Cuáles son las diferencias de las propiedades mecánicas del concreto eco-sostenible con adición de caucho y concreto convencional en la provincia de llave?	Determinar si la incorporación del caucho en un porcentaje 5% y 10% en diseño concreto eco-sostenible mejorada sus propiedades mecánicas	Determinar si la incorporación del caucho en un porcentaje en diseño concreto eco-sostenible mejora sus propiedades mecánicas.			I4: Temperatura		
					I4: Contenido de aire		
¿Cuáles son los porcentajes de adición de caucho para la elaboración de concreto ecosostenible con mejores propiedades en la provincia de llave?	Obtener los porcentajes más óptimos de adición de caucho para la elaboración de concreto ecosostenible con mejores propiedades en la provincia de llave .	Los porcentajes en un 5% y 10% mejora la adición de caucho para la elaboración de concreto ecosostenible con mejores propiedades en la provincia de llave.		Propiedades mecánicas del concreto	I1: Resistencia a la compresión (f'c)	Ensayo resistencia a compresion (STM C-39)	
					I2: Resistencia a la flexión (Mr)	Ensayo resistencia a kion (ASTM C-	Tecnica: Observacion Experimental, Instrumentos: Fichas tecnicas de los ensayos realizados

Fuente: Elaboración propia.

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(ASTM D-422)**

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75 000						
2 1/2"	63 000						Peso inicial : 1163 gr
2"	50 000						
1 1/2"	37 500						CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA
1"	25 000						
3/4"	19 000						Módulo de fineza : 3.145
1/2"	12 500						Peso específico : 2.879 g/cm ³
3/8"	9 500				100.00	100.00	Peso Unit. Sueto : 1.554 tn/m ³
1/4"	6 300						Peso Unit. Vanillado : 1.651 tn/m ³
No 04	4 750	51.00	4.39	4.39	95.61	95 - 100	Humedad Natural : 3.620 %
No 08	2 360	263.00	22.61	27.00	73.00		Absorción : 2.840 %
No 16	1 180	167.00	16.08	43.08	56.92	45 - 80	
No 30	0 600	202.00	17.37	60.45	39.55	25 - 60	
No 50	0 300	271.00	23.30	83.75	16.25	10 - 30	
No 100	0 150	141.00	12.12	95.87	4.13	2 - 10	
No 200	0 075	38.00	3.27	99.14	0.86	0 - 3	
«No 200		10.00	0.86	100.00			
TOTAL		1.163.00	100.00	314.5			

**REPRESENTACION GRAFICA
TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD**



 Fecha: _____

Documento 2. Análisis granulométrico del agregado fino.



PROYECTO : PROPUESTA DE CONCRETO ECO- SOSTENIBLE CON LA ADICIÓN DE CAUCHO PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO F'C= 175 KG/CM² EN ILAVE, PUNO
CANTERA : RIO ILAVE **TECN. RESPN :** RYDER WADNER ARE
MUESTRA : AGREGADO GRUESO Y FINO **ING. RESPN. :** ALFREDO ALARCON #
UBICACIÓN : ILAVE **FECHA :** 26/05/2021

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION
(ASTM C-128)

AGREGADO GRUESO				
DISCRIMINACION		N° DE MUESTRA		
		1	2	3
A. Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	g	1.324.0	1.435.0	1.354.0
B. Peso material saturado superficialmente seca (en agua)	g	902.4	976.5	922.6
C. Volúmen de masa + volúmen de vacíos	cm ³	421.6	458.5	431.4
D. Peso material seco	g	1.294.0	1.406.0	1.325.0
E. Volúmen de masa	cm ³	391.6	429.5	402.4
F. Peso Especifico Bulk (base seca)	g/cm ³	3.069	3.067	3.071
G. Peso Especifico Bulk (base saturada)	g/cm ³	3.14	3.13	3.139
H. Peso Especifico Aparente (base seca)	g/cm ³	3.304	3.274	3.293
I. Absorción	%	2.32	2.06	2.19

AGREGADO FINO				
DISCRIMINACION		N° DE MUESTRA		
		1	2	3
A. Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	g	500.0	500.0	500.0
B. Peso frasco + H ₂ O	g	1408.0	1409.0	1410.0
C. Peso frasco + H ₂ O + (A)	g	1908.0	1909.0	1910.0
D. Peso material + H ₂ O en el frasco	g	1735	1736	1735
E. Volúmen de masa + volúmen de vacíos	cm ³	173.0	173.0	175.0
F. Peso material seco	g	487.3	486.6	486.8
G. Volúmen de masa	cm ³	160.3	159.6	161.8
H. Peso Especifico Bulk (base seca)	g/cm ³	2.817	2.813	2.782
I. Peso Especifico Bulk (base saturada)	g/cm ³	2.89	2.89	2.857
J. Peso Especifico Aparente (base seca)	g/cm ³	3.04	3.049	3.009
K. Absorción	%	2.61	2.75	2.71

Observación:


GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
 Ingiero Civil
ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 81732

Documento 3. Gravedad específica y absorción de los agregados.



PROYECTO : PROPUESTA DE CONCRETO ECO- SOSTENIBLE CON LA ADICIÓN DE CAUCHO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO F'c= 175 KG/CM2 EN ILAVE, PUNO
CANTERA : RIO ILAVE **TECN. RESP.** RYDER WADNER ARELA MA
MUESTRA : AGREGADO GRUESO Y FINO **ING. RESP.** ALFREDO ALARCON A.
UBICACIÓN : ILAVE **FECHA** 26/05/2021

PESOS UNITARIOS
(ASTM C-128) ^A

AGREGADO GRUESO				
PESO UNITARIO SUELTO				
Número de muestras		1	2	3
A. Peso de material + molde	g	9.241 0	9.435 0	9.228 0
B. Peso del molde	g	5990 0	5990 0	5990 0
C. Peso del material	g	3251 0	3448 0	3238 0
D. Volumen del molde	cm ³	2.077 3	2.077 3	2.077 3
E. Peso unitario	g/cm ³	1.565	1.660	1.559
F. Promedio	g/cm ³	1.595		
PESO UNITARIO VARILLADO				
Número de muestras		1	2	3
A. Peso de material + molde	g	9.534 0	9.540 0	9.538 0
B. Peso del molde	g	5990 0	5990 0	5990 0
C. Peso del material	g	3544 0	3550 0	3548 0
D. Volumen del molde	cm ³	2.077 3	2.077 3	2.077 3
E. Peso unitario	g/cm ³	1.706	1.709	1.708
F. Promedio	g/cm ³	1.706		

AGREGADO FINO				
PESO UNITARIO SUELTO				
Número de muestras		1	2	3
A. Peso de material + molde	g	9.211 0	9.227 0	9.215 0
B. Peso del molde	g	5990 0	5990 0	5990 0
C. Peso del material	g	3221 0	3237 0	3225 0
D. Volumen del molde	cm ³	2.077 3	2.077 3	2.077 3
E. Peso unitario	g/cm ³	1.551	1.558	1.552
F. Promedio	g/cm ³	1.554		
PESO UNITARIO VARILLADO				
Número de muestras		1	2	3
A. Peso de material + molde	g	9.487 0	9.478 0	9.483 0
B. Peso del molde	g	5990 0	5990 0	5990 0
C. Peso del material	g	3497 0	3488 0	3493 0
D. Volumen del molde	cm ³	2.077 3	2.077 3	2.077 3
E. Peso unitario	g/cm ³	1.683	1.679	1.682
F. Promedio	g/cm ³	1.681		

ALFREDO ALARCON A.
Ingeniero Civil

ALFREDO ALARCON A.
Ingeniero Civil

ALFREDO ALARCON A.
Ingeniero Civil

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744

Documento 4. Pesos unitarios de los agregados.



PROYECTO : PROPUESTA DE CONCRETO ECO- SOSTENIBLE CON LA ADICIÓN DE CAUCHO PARA EL DISEÑO PAVIMENTO RÍGIDO FC= 175 KG/CM2 EN ILAVE, PUNO
CANTERA : RIO ILAVE **TECN. RESP. :** RYDER WADNER ARELA MAY
MUESTRA : AGREGADO GRUESO Y FINO **ING. RESP. :** ALFREDO ALARCON A.
UBICACIÓN : JULIACA **FECHA :** 26/05/2021

ENSAYO DE DURABILIDAD
(ASTM C-88)

N°	HORA INICIO	FECHA INICIO	FECHA FINAL	HORAS DE IN-MERSION	HORA ESCU-RRIDO	HORA SECADO	CICLOS	SOLUCIONES DE SULFATO DE MAGNESIO	
								DENSIDAD	TEMP. °C
1	2.00 pm	26/05/21	27/05/21	18	8.00 am	10.00 am	0	1.29	29
2	2.00 pm	27/05/21	28/05/21	18	8.00 am	10.00 am	1	1.29	28
3	2.00 pm	28/05/21	29/05/21	18	8.00 am	10.00 am	2	1.30	29
4	2.00 pm	29/05/21	30/05/21	18	8.00 am	10.00 am	3	1.30	28
5	2.00 pm	30/05/21	31/05/21	18	8.00 am	10.00 am	4	1.30	28
6	2.00 pm	31/05/21	01/06/21	18	8.00 am	10.00 am	5	1.29	28

AGREGADO GRUESO

INALTERABILIDAD DEL AGREGADO GRUESO EN SOLUCIONES DE SO4. Mg (5 CICLOS)					
PASANTE DE MALLAS	RETENIDO EN MALLAS	ESCALONADO LA MUESTRA ORIGINAL	PESO DE LAS FRACCIONES AN- TES DEL ENSAYO	% DE PERD DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDAS CORREGIDAS
1 1/2"	1"	36.80	962.80	6.34	2.33
1"	3/4"	39.60	764.80	7.56	2.99
3/4"	1/2"	23.60	768.40	8.89	2.10
1/2"	3/8"				
3/8"	N° 4				
TOTALES:		100.00	768.40	8.89	7.42

JR. TIAHUANACO

GEOTECNIA PUNO EIRL.
 Agencia de Ingeniería, Laboratorio y Construcción
 ALFREDO ALARCON ATAHUALPA
 INGENIERO

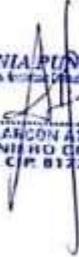
Documento 5. Ensayo de durabilidad del agregado grueso.

PROYECTO : PROPUESTA DE CONCRETO ECO- SOSTENIBLE CON LA ADICIÓN DE CAUCHO PARA EL DISEÑO DEL
 PAVIMENTO RÍGIDO F'C= 175 KG/CM2 EN ILAVE, RUNO
CANTERA : RIO ILAVE **TECN. RESP.** : RYDER WADNER AREL
MUESTRA : AGREGADO GRUESO Y FINO **ING. RESP.** : ALFREDO ALARCON A.
UBICACIÓN : ILAVE **FECHA** : 26/05/2021

DESGASTE DE ABRASION
 ASTM C131 (Gradación "A")

TAMAÑO DE MALLAS		MASA ORIGINAL	MASA FINAL	MASA PERDIDA	% DE DESGASTE
PASA	RETIENE	(GRAMOS)	(GRAMOS)	DESPUES DE 500 REVOLUCIONES	POR ABRASION
38.1mm(1 1/2")	25.4mm(1")	1,254.0	.....	.....	.....
25.4mm(1")	19.0mm(3/4")	1,252.0	.....	.....	.....
19.0mm(3/4")	12.7mm(1/2")	1,252.0	.....	.....	.....
12.7mm(1/2")	9.5mm(3/8")	1,251.0	.....	.....	.....
PESO TOTAL DE LA MUESTRA		5,009.0	3,716.00	1,293.00	25.81%

OBSERVACIONES:


GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería, Construcción, Mantenimiento y Laboratorio
ALFREDO ALARCON ATAMUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. C.P. 81732

Documento 6. Ensayo de abrasión del agregado grueso.

2. PESO SECO DE LOS MATERIALES POR m3 DE CONCRETO:

Cemento				=	338.0	kg/m3
Agregado Grueso	0.4049	x	3.136	=	1269.9	kg/m3
Agregado Fino	0.2699	x	2.68	=	777.0	kg/m3
Agua Diseño				=	195.0	Lts/m3
				=	<u>2579.9</u>	Kg/m3

3. CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN:

Agregado Grueso	1.83-3.14/100	x	1269.9	=	2.159	Lts
Agregado Fino	4.82-4.41/100	x	777.0	=	7.226	Lts
Agua Efectiva	195.0	+	7.226	=	2.16	Lts
				=	<u>185.62</u>	Lts

4. PESO DE MATERIALES CORREGIDOS POR m3 DE CONCRETO:

Cemento				=	338.00	kg/m3
Agregado Grueso	1269.9	+	2.159	=	1267.74	kg/m3
Agregado Fino	777.0	+	7.226	=	769.77	kg/m3
Agua				=	185.62	Lts/m3
				=	<u>2561.13</u>	Kg/m3

5. LAS PROPORCIONES EN PESO DE OBRA SERAN:

Cemento	:	338.00	/	338.00	=	1
Agregado Grueso	:	1267.74	/	338.00	=	3.751
Agregado Fino	:	769.77	/	338.00	=	2.277
Agua	:	185.62	/	338.00	=	0.549

6. PESO DE MATERIALES POR SACO:

Cemento	:	1	x	42.5	=	42.50	kg/saco
Agregado Grueso	:	3.751	x	42.5	=	159.42	kg/saco
Agregado Fino	:	2.277	x	42.5	=	96.77	kg/saco
Agua	:	0.549	x	42.5	=	23.33	Lts/saco

7. VOLUMEN APARENTE DE LOS MATERIALES:

Cemento	:	338.0	/	1.5000	=	0.2253
Agregado Grueso	:	1,267.7	/	1.5945	=	0.7951
Agregado Fino	:	769.8	/	1.5538	=	0.4954
Agua efectiva	:	185.6	/	1,000	=	0.1856

8. LAS PROPORCIONES EN VOLUMEN EN OBRA SERAN:

Cemento	:	0.2253	/	0.2253	=	1.00	pie3
Agregado Grueso	:	0.7951	/	0.2253	=	3.53	pie3
Agregado Fino	:	0.4954	/	0.2253	=	2.20	pie3
Agua efectiva	:	185.62	/	7.9529	=	23.33	Lt

GEOTECNIA JINJO EIRL
 Ing. Pedro Alarcón Atahualpa

AL PEDRO ALARCÓN ATAHUALPA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 81732

Componentes	Cemento	Grava	Arena	Agua
Proporción	1.00	3.53	2.20	23.33

Documento 8. Diseño de mezcla concreto 175 kg/cm2 (Parte II).



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



2. PESO SECO DE LOS MATERIALES POR m3 DE CONCRETO:

Cemento				=	338.0	kg/m3
Agregado Grueso	0.4049	x	3.136	=	1269.9	kg/m3
Agregado Fino	0.2699	x	2.88	=	777.0	kg/m3
Agua Diseño				=	195.0	Lts/m3
				=	<u>2579.9</u>	Kg/m3

3. CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN:

Agregado Grueso	1.83-3.14/100	x	1269.9	=	2.159	Lts.	
Agregado Fino	4.82-4.41/100	x	777.0	=	7.226	Lts.	
Agua Efectiva	195.0	+	7.226	2.16	=	185.62	Lts.

4. PESO DE MATERIALES CORREGIDOS POR m3 DE CONCRETO:

Cemento				=	338.00	kg/m3
Agregado Grueso	1269.9	+	2.159	=	1267.74	kg/m3
Agregado Fino	777.0	+	7.226	=	769.77	kg/m3
Agua				=	185.62	Lts/m3
				=	<u>2561.13</u>	Kg/m3

5. LAS PROPORCIONES EN PESO DE OBRA SERAN:

Cemento	:	338.00	/	338.00	=	1
Agregado Grueso	:	1267.74	/	338.00	=	3.751
Agregado Fino	:	769.77	/	338.00	=	2.277
Agua	:	185.62	/	338.00	=	0.549

6. PESO DE MATERIALES POR SACO:

Cemento	:	1	x	42.5	=	42.50	kg/saco
Agregado Grueso	:	3.751	x	42.5	=	159.42	kg/saco
Agregado Fino	:	2.277	x	42.5	=	96.77	kg/saco
Agua	:	0.549	x	42.5	=	23.33	Lts/saco

7. VOLUMEN APARENTE DE LOS MATERIALES:

Cemento	:	338.0	/	1.5000	=	0.2253
Agregado Grueso	:	1,267.7	/	1.5945	=	0.7951
Agregado Fino	:	769.8	/	1.5538	=	0.4954
Agua efectiva	:	185.6	/	1.000	=	0.1856

8. LAS PROPORCIONES EN VOLUMEN EN OBRA SERAN:

Cemento	:	0.2253	/	0.2253	=	1.00	pie3
Agregado Grueso	:	0.7951	/	0.2253	=	3.53	pie3
Agregado Fino	:	0.4954	/	0.2253	=	2.20	pie3
Agua efectiva	:	185.62	/	7.9529	=	23.33	LI


GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.
 Ingenieros de Suelos, Geotecnia, Pavimentos y Construcción
ALFREDO MONTAÑA ATAHUACH
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 81732

Componentes	Cemento	Grava	Arena	Agua	Caucho 5%
Proporción	1.00	3.53	2.20	23.33	2.13

Documento 9. Diseño de mezcla concreto 175 kg/cm2 (Parte III).



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO : PROPUESTA DE CONCRETO ECO- SOSTENIBLE CON LA ADICIÓN DE CAUCHO PARA EL DISEÑO PAVIMENTO RÍGIDO F'c = 175 KG/CM2 EN ILAVE, PUNO
 CANTERA : RIO ILAVE TECN. RESP. : RYDER WADNER ARELA M
 MUESTRA : CONCRETO ING. RESP. : ALFREDO ALARCON A.
 UBICACIÓN : ILAVE FECHA : 26/05/2021

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO f'c = 175 Kg/cm2 + 5% caucho

CARACTERÍSTICAS DEL CEMENTO:

CEMENTO YURA TIPO IP

Peso Especifico : 2.90 Tn/m3
 Peso de Material Suelto : 1.50 Tn/m3

CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS:

	Und.	Arena	Piedra
Peso Unit. Seco Compactado	Kg/m3	1.681	1.708
Peso Unitario Seco Suelto	Kg/m3	1.554	1.595
Peso Especifico de la masa	gr/cc	2.88	3.136
Contenido de Humedad	%	3.62%	2.36%
Porcentaje de Absorción	%	2.690%	2.190%
Módulo de Fineza		3.145	7.718
Tamaño Máximo	pułg.	--	1"

DATOS DE DISEÑO

Clima : Frio
 Slump : 3" a 4"
 Agua /m3 : 195.00
 Contenido de Aire : 1.5%
 Relación agua - cemento teóric : 0.75
 Factor de Seguridad : 1.3
 Relación agua - cemento : 0.577

Factor de Cemento : 338.00 Kg/m3 7.95 Bls/M3

% Agregado Grueso : 60%
 % Agregado Fino : 40%

1. VOLUMEN ABSOLUTO DE LOS MATERIALES POR m3 DE CONCRETO:

Cemento	338.00	/	2.90	=	0.1166
Agua	191.39	/	1000	=	0.1950
Aire	1	/	100	=	0.0100
Incorporador de aire (0.20 cm3/)	0.0707	/	1000	=	0.0001
Acelerante (10 cm3/Kg)	3.536	/	1000	=	0.0035
Agregado Grueso	60%	x	0.6748	=	0.4049
Agregado Fino	40%		0.6748	=	0.2699
					1.0000

GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
 Ingenieros de Consultoría, Análisis y Laboratorio

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 81737

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
 alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 978000744



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



2. PESO SECO DE LOS MATERIALES POR m³ DE CONCRETO:

Cemento				=	338.0	kg/m ³
Agregado Grueso	0.4049	x	3.136	=	1269.9	kg/m ³
Agregado Fino	0.2699	x	2.88	=	777.0	kg/m ³
Agua Diseño				=	195.0	Lts/m ³
				=	2579.9	Kg/m ³

3. CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN:

Agregado Grueso	1.83-3.14/100	x	1269.9	=	2.159	Lts.
Agregado Fino	4.82-4.41/100	x	777.0	=	7.226	Lts.
Agua Efectiva	195.0	+	7.226	=	185.62	Lts.

4. PESO DE MATERIALES CORREGIDOS POR m³ DE CONCRETO:

Cemento				=	338.00	kg/m ³
Agregado Grueso	1269.9	+	2.159	=	1267.74	kg/m ³
Agregado Fino	777.0	+	7.226	=	769.77	kg/m ³
Agua				=	185.62	Lts/m ³
				=	2561.13	Kg/m ³

5. LAS PROPORCIONES EN PESO DE OBRA SERAN:

Cemento	:	338.00	/	338.00	=	1
Agregado Grueso	:	1267.74	/	338.00	=	3.751
Agregado Fino	:	769.77	/	338.00	=	2.277
Agua	:	185.62	/	338.00	=	0.549

6. PESO DE MATERIALES POR SACO:

Cemento	:	1	x	42.5	=	42.50	kg/saco
Agregado Grueso	:	3.751	x	42.5	=	159.42	kg/saco
Agregado Fino	:	2.277	x	42.5	=	96.77	kg/saco
Agua	:	0.549	x	42.5	=	23.33	Lts/saco

7. VOLUMEN APARENTE DE LOS MATERIALES:

Cemento	:	338.0	/	1.5000	=	0.2253
Agregado Grueso	:	1,267.7	/	1.5945	=	0.7951
Agregado Fino	:	769.8	/	1.5538	=	0.4954
Agua efectiva	:	185.6	/	1,000	=	0.1856

GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN
 ALFREDO ALARCON ATAHUALPA
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.O.E. 01732

8. LAS PROPORCIONES EN VOLUMEN EN OBRA SERAN:

Cemento	:	0.2253	/	0.2253	=	1.00	pie ³
Agregado Grueso	:	0.7951	/	0.2253	=	3.53	pie ³
Agregado Fino	:	0.4954	/	0.2253	=	2.20	pie ³
Agua efectiva	:	185.62	/	7.9529	=	23.33	Ll

Componentes	Cemento	Grava	Arena	Agua	Caucho 10%
Proporción	1.00	3.53	2.20	23.33	4.25

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
 alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744

Documento 12. Diseño de mezcla concreto con 10% caucho (Parte II).

PROYECTO : PROPUESTA DE CONCRETO ECO- SOSTENIBLE CON LA ADICIÓN DE CAUCHO PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO FC= 175 KG/CM2 EN ILAVE, PUNO
CANERA : RIO ILAVE **TECN. RESP.** : RYDER WADNER AREU
MUESTRA : AGREGADO GRUESO Y FINO **ING. RESP.** : ALFREDO ALARCON A.
UBICACIÓN : ILAVE **FECHA** : 26/05/2021

DETERMINACION DE SLUMP

TIPO DE CONCRETO	MUESTRA 01 PLG	MUESTRA 01 PLG	MUESTRA 01 PLG	PROMEDIO PLG
CONCRETO CONVENCIONAL	3.5	3.4	3.4	3.4
CONCRETO CON 5% CAUCHO	3.2	3.1	3.2	3.2
CONCRETO CON 10% CAUCHO	3.1	3.0	3.1	3.1

OBSERVACIONES:

GEOTECNIA PUNO EIRL.
 ALFREDO ALARCON ZAHUACHI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 81722

Documento 13. Asentamiento o slump de las muestras de estudio.

TITULO TESIS : PROPUESTA DE CONCRETO ECO- SOSTENIBLE CON LA ADICIÓN DE CAUCHO PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO F'c= 175 KG/CM2 EN ILAVE, PUNO
 MUESTRA : TESTIGOS DE CONCRETO MUESTRA : CONCRETO CON CAUCHO
 EJECUTOR : RYDER WADNER ARELA MAYTA ADITIVO : CON ADICION DE CAUCHO MOLIDO
 CANTERA : RIO ILAVE Fc : 175 KG/CM2
 UBICACIÓN : DISTRITO DE ILAVE, PROVINCIA DE EL COLLAO, REGION DE PUNO

**ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE
 (ASTM D-422)**

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIFICACIONES (Kg/cm2)	FECHA DE:		EDAD (Días)	AREA (cm2)	CARGA (Kg)	ROTURA (Kg/cm2)	%
			MOLDEO	ROTURA					
1	CONCRETO CONVENCIONAL	175	26/05/21	2/06/21	7	176.7	22470	127	72.7%
2	CONCRETO CONVENCIONAL	175	26/05/21	2/06/21	7	176.7	22810	129	73.8%
3	CONCRETO CONVENCIONAL	175	26/05/21	2/06/21	7	176.7	22630	128	73.2%
4	CONCRETO CONVENCIONAL	175	26/05/21	9/06/21	14	176.7	26840	152	86.8%
5	CONCRETO CONVENCIONAL	175	26/05/21	9/06/21	14	176.7	27350	155	88.4%
6	CONCRETO CONVENCIONAL	175	26/05/21	9/06/21	14	176.7	26940	152	87.1%
7	CONCRETO CONVENCIONAL	175	26/05/21	16/06/21	21	176.7	30270	171	97.9%
8	CONCRETO CONVENCIONAL	175	26/05/21	16/06/21	21	176.7	29740	168	96.2%
9	CONCRETO CONVENCIONAL	175	26/05/21	16/06/21	21	176.7	30240	171	97.8%
10	CONCRETO CONVENCIONAL	175	26/05/21	23/06/21	28	176.7	31240	177	101.0%
11	CONCRETO CONVENCIONAL	175	26/05/21	23/06/21	28	176.7	32120	182	103.9%
12	CONCRETO CONVENCIONAL	175	26/05/21	23/06/21	28	176.7	32260	183	104.3%

GEOTECNIA PUNO EIRL.
 Ing. Alfredo Alarcón Ahuachi
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 81232

Documento 14. Ensayo a compresión de muestra de concreto convencional.



TITULO TESIS : PROPUESTA DE CONCRETO ECO- SOSTENIBLE CON LA ADICIÓN DE CAUCHO PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO F'c= 175 KG/CM2 EN ILAVE, PUNO
 MUESTRA : TESTIGOS DE CONCRETO MUESTRA : CONCRETO CON CAUCHO
 EJECUTOR : RYDER WADNER ARELA MAYTA ADITIVO : CON ADICION DE CAUCHO MOLIDO
 CANTERA : RIO ILAVE Fe : 175 KG/CM2
 UBICACIÓN : DISTRITO DE ILAVE, PROVINCIA DE EL COLLAO, REGION DE PUNO

**ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE
(ASTM D-422)**

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIFICA CONES (Kg/cm2)	FECHA DE:		EDAD (Días)	AREA (cm2)	CARGA (Kg)	ROTURA (Kg/cm2)	%
			MOLDEO	ROTURA					
1	CONCRETO CON 5% CAUCHO	175	27/05/21	3/06/21	7	176.7	25320	143	81.9%
2	CONCRETO CON 5% CAUCHO	175	27/05/21	3/06/21	7	176.7	25360	144	82.0%
3	CONCRETO CON 5% CAUCHO	175	27/05/21	3/06/21	7	176.7	26420	150	85.4%
4	CONCRETO CON 5% CAUCHO	175	27/05/21	10/06/21	14	176.7	29340	166	94.9%
5	CONCRETO CON 5% CAUCHO	175	27/05/21	10/06/21	14	176.7	30150	171	97.5%
6	CONCRETO CON 5% CAUCHO	175	27/05/21	10/06/21	14	176.7	29420	166	95.1%
7	CONCRETO CON 5% CAUCHO	175	27/05/21	17/06/21	21	176.7	33140	188	107.2%
8	CONCRETO CON 5% CAUCHO	175	27/05/21	17/06/21	21	176.7	32720	185	105.8%
9	CONCRETO CON 5% CAUCHO	175	27/05/21	17/06/21	21	176.7	33750	191	109.1%
10	CONCRETO CON 5% CAUCHO	175	27/05/21	24/06/21	28	176.7	35120	199	113.6%
11	CONCRETO CON 5% CAUCHO	175	27/05/21	24/06/21	28	176.7	35260	200	114.0%
12	CONCRETO CON 5% CAUCHO	175	27/05/21	24/06/21	28	176.7	34230	194	110.7%

GEOTECNIA PUNO EIRL.
 ALFREDO ALFONSO TIAHUACHI
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP 01722

ENSAYO TRACCION INDIRECTA

OBRA : PROPUESTA DE CONCRETO ECO- SOSTENIBLE CON LA ADICIÓN DE CAUCHO
 PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO FC= 175 KG/CM2 EN ILAVE, PUNO

MUESTRA : TESTIGOS DE CONCRETO

SOLICITANT : TESISISTA RYDER WADNER ARELA MAYTA

ESTRUCTUR : CONCRETO CON CAUCHO

FECHA VAGI : 30/05/2021

EDAD : 7

FECHA ROTI : 06/06/2021

**RESISTENCIA A FLEXION DEL CONCRETO CON CAUCHO
 VIGAS RECTANGULARES**

NUMERO DE BRIQUETA		M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
1	Peso del caucho	0%	0%	0%	
2	Luz libre entre apoyos en cm (L)	30.00	30.00	30.00	
3	Carga maxima de aplicación en Kg (P)	2032	2212	2034	
4	Altura de la viga en cm (d)	10.00	10.00	10.00	
5	Ancho de la viga en cm (b)	10.00	10.00	10.00	
6	Modulo de rotura del concreto en Kg/cm2 (MR)				
7	$MR = (PL / (bd^2))$	16.26	17.70	16.27	16.74

GEOTECNIA PUNO EIRL.
 Ing. Alfredo Alarcón Atanhuachi

ALFREDO ALARCÓN ATANHUACHI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C. 81732

ENSAYO TRACCION INDIRECTA

OBRA : PROPUESTA DE CONCRETO ECO- SOSTENIBLE CON LA ADICIÓN DE CAUCHO
 PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO F'C= 175 KG/CM2 EN ILAVE, PUNO
MUESTRA : TESTIGOS DE CONCRETO
SOLICITANT : TESISISTA RYDER WADNER ARELA MAYTA
ESTRUCTUF : CONCRETO CON CAUCHO
FECHA VACI : 30/05/2021
EDAD : 14
FECHA ROTI : 13/06/2021

RESISTENCIA A FLEXION DEL CONCRETO CON CAUCHO VIGAS RECTANGULARES

NUMERO DE BRIQUETA		M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
1	Peso del caucho	0%	0%	0%	
2	Luz libre entre apoyos en cm (L)	30.00	30.00	30.00	
3	Carga maxima de aplicación en Kg (P)	2642	2572	2584	
4	Altura de la viga en cm (d)	10.00	10.00	10.00	
5	Ancho de la viga en cm (b)	10.00	10.00	10.00	
6	Modulo de rotura del concreto en Kg/cm2 (MR)				
7	$MR = (PL / (bd^2))$	21.14	20.58	20.67	20.79

GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ing. y Arq. de Construcción, Urbanismo y Obras Públicas

ALFREDO FILARCON ATANJACHI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 01738

Documento 18. Ensayo a tracción a los 14 días de muestra de concreto convencional.

ENSAYO TRACCION INDIRECTA

OBRA : PROPUESTA DE CONCRETO ECO- SOSTENIBLE CON LA ADICIÓN DE CAUCHO PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO F'c= 175 KG/CM2 EN ILAVE, PUNO
MUESTRA : TESTIGOS DE CONCRETO
SOLICITANT : TESISISTA RYDER WADNER ARELA MAYTA
ESTRUCTUF : CONCRETO CON CAUCHO
FECHA VACI : 30/05/2021
EDAD : 21
FECHA ROTI : 20/06/2021

**RESISTENIA A FLEXION DEL CONCRETO CON CAUCHO
 VIGAS RECTANGULARES**

NUMERO DE BRIQUETA		M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
1	Peso del caucho	0%	0%	0%	
2	Luz libre entre apoyos en cm (L)	30.00	30.00	30.00	
3	Carga maxima de aplicación en Kg (P)	3142	3121	3128	
4	Altura de la viga en cm (d)	10.00	10.00	10.00	
5	Ancho de la viga en cm (b)	10.00	10.00	10.00	
6	Modulo de rotura del concreto en Kg/cm2 (MR)				
7	$MR = (PL / (bd^2))$	25.14	24.97	25.02	25.04

GEOTECNIA PUNO EIRL.
 Ingeniería de Suelos, Pavimentos y Construcción
 ALFREDO ALARCÓN ATAHUACHI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. EIR 01732

Documento 19. Ensayo a tracción a los 21 días de muestra de concreto convencional.

ENSAYO TRACCION INDIRECTA

OBRA : PROPUESTA DE CONCRETO ECO- SOSTENIBLE CON LA ADICIÓN DE CAUCHO PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO F'c= 175 KG/CM2 EN ILAVE, PUNO
 MUESTRA : TESTIGOS DE CONCRETO
 SOLICITANT : TESISTA RYDER WADNER ARELA MAYTA
 ESTRUCTURF : CONCRETO CON CAUCHO
 FECHA VACI : 30/05/2021
 EDAD : 28
 FECHA ROTI : 27/06/2021

RESISTENCIA A FLEXION DEL CONCRETO CON CAUCHO VIGAS RECTANGULARES

NUMERO DE BRIQUETA		M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
1	Peso del caucho	0%	0%	0%	
2	Luz libre entre apoyos en cm (L)	30.00	30.00	30.00	
3	Carga maxima de aplicación en Kg (P)	3724	3751	3692	
4	Altura de la viga en cm (d)	10.00	10.00	10.00	
5	Ancho de la viga en cm (b)	10.00	10.00	10.00	
6	Modulo de rotura del concreto en Kg/cm2 (MR)				
7	$MR = (PL / (bd^2))$	29.79	30.01	29.54	29.78

GEOTECNIA PUNO EIRL.
 Empresa de Ingeniería, Construcción y Mantenimiento
 ALFREDO ALFARO ATARUACHIN
 INGENIERO CIVIL
 RUC: 8111732

Documento 20. Ensayo a tracción a los 28 días de muestra de concreto convencional.

ENSAYO TRACCION INDIRECTA

OBRA : PROPUESTA DE CONCRETO ECO- SOSTENIBLE CON LA ADICIÓN DE CAUCHO PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO F'c= 175 KG/CM2 EN ILAVE, PUNO
MUESTRA : TESTIGOS DE CONCRETO
SOLICITANT : TESISTA RYDER WADNER ARELA MAYTA
ESTRUCTUR : CONCRETO CON CAUCHO
FECHA VACI : 30/05/2021
EDAD : 7
FECHA ROTI : 06/06/2021

**RESISTENCIA A FLEXION DEL CONCRETO CON CAUCHO
 VIGAS RECTANGULARES**

NUMERO DE BRIQUETA		M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
1	Peso del caucho	5%	5%	5%	
2	Luz libre entre apoyos en cm (L)	30.00	30.00	30.00	
3	Carga maxima de aplicación en Kg (P)	2361	2542	2369	
4	Altura de la viga en cm (d)	10.00	10.00	10.00	
5	Ancho de la viga en cm (b)	10.00	10.00	10.00	
6	Modulo de rotura del concreto en Kg/cm2 (MR)				
7	MR = (PL / (bd ²))	18.89	20.34	18.95	19.39

GEOTECNIA PUNO EIRL.
 ALFREDO ALFARO STANUACHI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. 1016732

ENSAYO TRACCION INDIRECTA

OBRA : PROPUESTA DE CONCRETO ECO- SOSTENIBLE CON LA ADICIÓN DE CAUCHO PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO F' C= 175 KG/CM2 EN ILAVE, PUNO
MUESTRA : TESTIGOS DE CONCRETO
SOLICITANT : TESISTA RYDER WADNER ARELA MAYTA
ESTRUCTUF : CONCRETO CON CAUCHO
FECHA VACI : 30/05/2021
EDAD : 21
FECHA ROTI : 20/06/2021

RESISTENIA A FLEXION DEL CONCRETO CON CAUCHO VIGAS RECTANGULARES

NUMERO DE BRIQUETA		M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
1	Peso del caucho	5%	5%	5%	
2	Luz libre entre apoyos en cm (L)	30.00	30.00	30.00	
3	Carga maxima de aplicación en Kg (P)	3562	3642	3692	
4	Altura de la viga en cm (d)	10.00	10.00	10.00	
5	Áncho de la viga en cm (b)	10.00	10.00	10.00	
6	Modulo de rotura del concreto en Kg/cm2 (MR)				
7	$MR = (PL / (bd^2))$	28.50	29.14	29.54	29.06

GEOTECNIA PUNO EIRL.
 Ing. ALBERTO ATANUACHI
 INGENIERO CIVIL
 N.º PROF. 01732

Documento 22. Ensayo a tracción a los 21 días de muestra de concreto con 5% caucho.

ENSAYO TRACCION INDIRECTA

OBRA : PROPUESTA DE CONCRETO ECO- SOSTENIBLE CON LA ADICIÓN DE CAUCHO
 PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO F'C= 175 KG/CM2 EN ILAVE, PUNO
MUESTRA : TESTIGOS DE CONCRETO
SOLICITANT : TESISISTA RYDER WADNER ARELA MAYTA
ESTRUCTUF : CONCRETO CON CAUCHO
FECHA VACI : 30/05/2021
EDAD : 28
FECHA ROTI : 27/06/2021

**RESISTENCIA A FLEXION DEL CONCRETO CON CAUCHO
 VIGAS RECTANGULARES**

NUMERO DE BRIQUETA		M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
1	Peso del caucho	5%	5%	5%	
2	Luz libre entre apoyos en cm (L)	30.00	30.00	30.00	
3	Carga maxima de aplicación en Kg (P)	4232	4165	4291	
4	Altura de la viga en cm (d)	10.00	10.00	10.00	
5	Ancho de la viga en cm (b)	10.00	10.00	10.00	
6	Modulo de rotura del concreto en Kg/cm2 (MR)				
7	MR = (PL / (bd ²))	33.86	33.32	34.33	33.83

GEOTECNIA PUNO EIRL.
 AL-REDD ALANCHO TANJACHI
 INGENIERO CIVIL
 N.º C. P. 01732

Documento 23. Ensayo a tracción a los 28 días de muestra de concreto con 5% caucho.

ENSAYO TRACCION INDIRECTA

OBRA : PROPUESTA DE CONCRETO ECO- SOSTENIBLE CON LA ADICIÓN DE CAUCHO
PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO $F'c = 175 \text{ KG/CM}^2$ EN ILAVE, PUNO

MUESTRA : TESTIGOS DE CONCRETO

SOLICITANT : TESISISTA RYDER WADNER ARELA MAYTA

ESTRUCTUR : CONCRETO CON CAUCHO

FECHA VACI : 30/05/2021

EDAD : 7

FECHA ROTI : 06/06/2021

RESISTENCIA A FLEXION DEL CONCRETO CON CAUCHO VIGAS RECTANGULARES

NUMERO DE BRIQUETA		M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
1	Peso del caucho	10%	10%	10%	
2	Luz libre entre apoyos en cm (L)	30.00	30.00	30.00	
3	Carga maxima de aplicación en Kg (P)	2151	2326	2182	
4	Altura de la viga en cm (d)	10.00	10.00	10.00	
5	Ancho de la viga en cm (b)	10.00	10.00	10.00	
6	Modulo de rotura del concreto en Kg/cm^2 (MR)				
7	$MR = (PL /bd^2)$	17.21	18.61	17.46	17.76

GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería de Obras Civiles y Geotecnia

ALFONSO ALVARO ATANUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. C.O.C. 01732

Documento 24. Ensayo a tracción a los 7 días de muestra de concreto con 10% caucho.

ENSAYO TRACCION INDIRECTA

OBRA : PROPUESTA DE CONCRETO ECO- SOSTENIBLE CON LA ADICIÓN DE CAUCHO PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO F'c= 175 KG/CM2 EN ILAVE, PUNO
MUESTRA : TESTIGOS DE CONCRETO
SOLICITANT : TESISTA RYDER WADNER ARELA MAYTA
ESTRUCTUR : CONCRETO CON CAUCHO
FECHA VACI : 30/05/2021
EDAD : 21
FECHA ROTI : 20/06/2021

RESISTENIA A FLEXION DEL CONCRETO CON CAUCHO VIGAS RECTANGULARES

NUMERO DE BRIQUETA		M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
1	Peso del caucho	10%	10%	10%	
2	Luz libre entre apoyos en cm (L)	30.00	30.00	30.00	
3	Carga maxima de aplicación en Kg (P)	3361	3451	3487	
4	Altura de la viga en cm (d)	10.00	10.00	10.00	
5	Ancho de la viga en cm (b)	10.00	10.00	10.00	
6	Modulo de rotura del concreto en Kg/cm2 (MR)				
7	MR = (PL / (bd ²))	26.89	27.61	27.90	27.46

GEOTECNIA PUNO EIRL.
 Ingenieros en Fundaciones, Estructuras, Pavimentos y Construcción
 ALFREDO ALVARO ATANUACHI
 INGENIERO CIVIL
 N° de Colegiado: 11722

Documento 26. Ensayo a tracción a los 21 días de muestra de concreto con 10% caucho.



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



ENSAYO TRACCION INDIRECTA

OBRA : PROPUESTA DE CONCRETO ECO- SOSTENIBLE CON LA ADICIÓN DE CAUCHO
PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO F'c= 175 KG/CM2 EN ILAVE, PUNO
MUESTRA : TESTIGOS DE CONCRETO
SOLICITANT : TESISTA RYDER WADNER ARELA MAYTA
ESTRUCTURF : CONCRETO CON CAUCHO
FECHA VACI : 30/05/2021
EDAD : 28
FECHA ROTI : 27/06/2021

RESISTENCIA A FLEXION DEL CONCRETO CON CAUCHO VIGAS RECTANGULARES

NUMERO DE BRIQUETA	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
1 Peso del caucho	10%	10%	10%	
2 Luz libre entre apoyos en cm (L)	30.00	30.00	30.00	
3 Carga maxima de aplicación en Kg (P)	4051	3972	4058	
4 Altura de la viga en cm (d)	10.00	10.00	10.00	
5 Ancho de la viga en cm (b)	10.00	10.00	10.00	
6 Modulo de rotura del concreto en Kg/cm2 (MR)				
7 $MR = (PL / (bd^2))$	32.41	31.78	32.46	32.22

GEOTECNIA PUNO EIRL.

ALP. O AL JIMON AYAHUACHI
INGENIERO CIVIL

Documento 27. Ensayo a tracción a los 28 días de muestra de concreto con 10% caucho.

ANEXO 03: PANEL FOTOGRÁFICO



Fotografía 1. Cantera del Agregado del Rio llave.



Fotografía 2. Realizando la Granulometría.



Fotografía 3. Realizando la Granulometría y Resultados del mismo.



Fotografía 4. Realizando la mezcla patrón.



Fotografía 5. Realizando el incremento del caucho a la mezcla patrón..



Fotografía 6. Realizando en ensayo de slump.



Fotografía 7. Medición del slump



Fotografía 8. Realizando el curado de las vigas y probetas.



Fotografía 11. Ensayos de la resistencia a flexión del concreto – vigas.



Fotografía 12. Realizando ensayos de la resistencia a flexión del concreto – vigas.

**ANEXO 04: REPORTE DE LA INVESTIGACIÓN, ORIGINALIDAD DEL PROGRAMA
TURNITIN**

DPI-MAYTA-UCV-2021

por Ryder Wadner Arela Mayta

Fecha de entrega: 24-jul-2021 02:00p.m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 1562683189
Nombre del archivo: DPI-MAYTA-UCV-2021.docx (6,71M)
Total de palabras: 12428
Total de caracteres: 64244

DPI-MAYTA-UCV-2021

INFORME DE ORIGINALIDAD

21 %

INDICE DE SIMILITUD

19 %

FUENTES DE INTERNET

2 %

PUBLICACIONES

10 %

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	3 %
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2 %
3	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	2 %
4	repositorio.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	2 %
5	hdl.handle.net Fuente de Internet	2 %
6	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	1 %
7	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	1 %
8	docplayer.es Fuente de Internet	1 %
9	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	1 %