



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

“Evaluación del comportamiento mecánico del concreto en pavimento
rígido incorporado al vidrio reciclado, La Banda de Shilcayo 2022”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Ramirez Vega, Jhor Kenedy (orcid.org/0000-0003-1274-0105)

Vílchez Atencio, Ana Margarita (orcid.org/0000-0002-9660-4348)

ASESOR:

Ing. Cuzco Trigozo, Luis Armando (orcid.org/0000-0003-4255-5402)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño De Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo Económico, Empleo y Emprendimiento

TARAPOTO — PERÚ

2022

Dedicatoria

Con todo mi cariño para mi familia, en especial para mi hijo, nuevo integrante de mi hogar Kenedy Jhosepte, al quien con mucho cariño y amor me motivó a seguir adelante en mi formación profesional.

El autor

A Dios y al esfuerzo de mi Madre Elvita, por brindarme su amor, ejemplo, comprensión y brindarme su apoyo incondicional.
Gracias Madre, por creer y confiar en mí y estar siempre conmigo.

La autora

Agradecimiento

Agradezco a Dios por darme la vida y salud, a mi padre que desde arriba guía mis pasos, a mi familia que me apoyó en toda mi formación académica, asimismo a todos mis compañeros y docentes por compartir sus experiencias laborales y profesionales.

Jhor Kenedy.

A mi Dios agradezco por ser mi guía y acompañarme siempre en mi vida que permitió culminar con éxito mis metas propuestas.

También a mi familia por ser principal apoyo y a mi tía Martha, por su apoyo incondicional.

Gracias a la vida por permitir lograr uno de mis triunfos, a mi profesor asesor de tesis por haberme guiado en este proyecto.

Ana Margarita.

Índice de contenido

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenido	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	11
3.2. Variables y operacionalización	12
3.3. Población, muestra y muestreo	13
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	15
3.5. Procedimientos.....	16
3.6. Métodos de análisis de datos	17
3.7. Aspectos éticos.....	18
IV. RESULTADOS	19
V. DISCUSIÓN	25
VI. CONCLUSIONES	28
VII. RECOMENDACIONES.....	30
REFERENCIAS	32
ANEXOS	39

Índice de tablas

Tabla N°1.-	Diseño no experimental, descriptivo de la investigación.	12
Tabla N°2.-	Cantidad de espécimen para los ensayos del estudio	14
Tabla N°3.-	Cantidad de prismas de forma rectangulares para considerar en los ensayos.....	15
Tabla N°4.-	Propiedades físicas del vidrio reciclado.....	19
Tabla N°5.-	Propiedades químicas del vidrio reciclado.....	19
Tabla N°6.-	Características físicas y mecánicas del AF y AG.	20
Tabla N°7.-	Resultados de la resistencia a la compresión.	21
Tabla N°8.-	Costo por m3 del concreto patrón y concreto optimo 25% con vidrio reciclado.....	22
Tabla N°9.-	Diseño de mezcla por m3 del concreto patrón y con adición de vidrio reciclado al 25%	23

Índice de gráficos y figuras

Figura N°1.-	Diagrama del diseño experimental	11
--------------	--	----

Resumen

La presente investigación fue ejecutada en el distrito de la Banda de Shilcayo 2022, con el objetivo de analizar la incorporación del vidrio reciclado que mejore el comportamiento mecánico del concreto en pavimento rígido incorporado al vidrio reciclado, La Banda de Shilcayo 2022, su dosificación fue conformada por el concreto $F'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ donde se añadirá un porcentaje de vidrio reciclado triturado compuesto por sodio-calcio. En 36 probetas cilíndricas entre 6" x 12" conformado por concreto de elevada resistencia donde nueve son empleados un 0%, para los demás veintisiete se añadió vidrio reutilizado molido en intercambio del agregado entre el 15, 25 y 35%, donde se empezaron a evaluar en base a 7 días, 14 días y 28 días a través del ensayo de su resistencia a la compresión de testigo cilíndrico y ensayo de resistencia a la flexión del concreto. sus instrumentos fueron fichas de observación, y análisis documentario. Se concluyó que la incorporación del vidrio reciclado a partir del 25% su resistencia a la compresión se eleva, resulto un $F'c = 373.45 \text{ kg/cm}^2$ a 28 días en un pavimento rígido en el distrito La Banda de Shilcayo 2022.

Palabras clave: Vidrio reciclado, diseño de concreto, agregado fino, pavimentos.

Abstract

The present investigation was carried out in the district of Banda de Shilcayo 2022, with the objective of analyzing the incorporation of recycled glass that improves the mechanical behavior of concrete in rigid pavement incorporated into recycled glass, La Banda de Shilcayo 2022, its population was conformed for the concrete $F'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ (the $f'c$ in the laboratory specifies 210 kg/cm^2) where a percentage of crushed recycled glass composed of sodium-calcium will be added. In 36 cylindrical specimens between 6" x 12" made up of high-resistance concrete where nine are used at 0%, for the other twenty-seven ground reused glass was added in exchange for the aggregate between 15, 25 and 35%, where they began to Evaluate based on 7 days, 14 days and 28 days through the test of its resistance to compression of cylindrical witness and concrete flexural strength test. its instruments were observation sheets, and documentary analysis. It was concluded that the incorporation of recycled glass from 25% onwards, its compressive strength rises, resulting in an $F'c = 373.45 \text{ kg/cm}^2$ at 28 days on a rigid pavement in the La Banda district of Shilcayo 2022.

Keywords: Recycled glass, concrete design, fine aggregate, pavements.

I. INTRODUCCIÓN

En todos los países que conforman la tierra, el sector construcción **a nivel internacional** es responsable del 36.3% del consumo de energía, materiales y minerales, ocasionando el 40% de emisiones directas e indirectas de CO₂ y el incremento del 45,2% de generación de residuos (Itec, 2021). Como el caso de la India según Vishnu y Singh, (2021) los residuos sólidos obtenidos de diversas fuentes como el vidrio podrían incorporarse efectivamente a los materiales de construcción en forma de agregados, fibras de refuerzo, material de relleno, aditivos, etc., ya que en este país en desarrollo sus desechos orgánicos e inorgánicos contaminan el cielo abierto y los cuerpos de agua donde el potencial de los residuos que se utilizan como material de construcción en el desarrollo de pavimentos puede ser alto. En **Pakistán** de acuerdo a (Ali et al. 2022) los grandes volúmenes de residuos formados en áreas urbanas y semiurbanas pueden reutilizarse de manera óptima como aditivo en la construcción de pavimentos. Donde refleja que diferentes materiales de desecho como llantas de desecho, desechos plásticos, vidrio, desechos de carbón, cenizas volantes, desechos de concreto, desechos de madera, etc. pueden reutilizarse de manera efectiva en la construcción de pavimento bituminoso. En Perú **a nivel nacional** de acuerdo al reporte del Banco Central de Reserva (BCR), en el 2021 se logró una expansión de crecimiento en el sector construcción entre un 17.4% y para este 2022 se sitúa en un crecimiento del 3.8% (De la Vega, 2022). Debido a este comportamiento según Chacón, (2019) el Ministerio del Ambiente presenta problemas en el incremento de la contaminación en las costas y selva del Perú, donde diariamente se producen unas 19 toneladas de desperdicios entre piedra, ladrillo, vidrio, grava, hormigón, restos de cerámica, madera, entre otros. Por estas razones en Huamanga según Ruiz et al. (2020) el uso de la ceniza de bagazo de caña de azúcar empleado como material sustituyente del cemento portland en el concreto donde ayuda como sustituto parcial del agregado fino, mejorando el impacto ambiental producidos por las empresas de este rubro. En el distrito de La Banda de Shilcayo pertenece a la provincia y departamento de San Martín, se ha venido incrementando el vidrio en los botaderos municipales por el aumento de los diseños y acabados de las edificaciones,

además de los envases de vidrio de generándose desechos. Mientras los conflictos políticos, social y economía internacional afecta a los precios de los materiales del sector de construcción, por estas razones se planteó evaluar el comportamiento mecánico del concreto en pavimento rígido incorporado al vidrio reciclado. Es por ello que, se formula el **problema general** ¿Cuál será la incorporación del vidrio reciclado que mejore el comportamiento mecánico del concreto en pavimento rígido incorporado al vidrio reciclado, La Banda de Shilcayo 2022?, mientras sus **problemas específicos** pretenden saber; ¿Cuáles serán las propiedades físicas y químicas del vidrio reciclado para mejorar la compresión del concreto de mayor resistencia?, ¿cuáles son las propiedades físicas y mecánicas de los agregados de la mezcla del concreto de mayor resistencia? ¿Cuáles serán la resistencia a la compresión del concreto de mayor resistencia y del concreto con aplicación de vidrio reciclado al 0,15, 25 y 35% como reemplazo parcial del agregado fino? ¿cuál será el costo de un metro cúbico del concreto de mayor resistencia con porcentaje óptimo de vidrio reciclado? Esta investigación se basa en la **justificación teórica** donde se evaluó estudios de diversas aplicaciones en los residuos sólidos en ingeniería de pavimentos sostenibles, además de investigaciones con respecto a reusar residuos sólidos como material en carreteras, vidrio con sostenibilidad. Mientras, su justificación práctica se fundamenta en la guía de la adopción de materiales estables y ecológicos. Opciones de convertir los desechos en materiales superiores para la construcción de carreteras que no dañen el medio ambiente. Además de ser una carga menor para el medio ambiente, esta práctica proporciona una mejora satisfactoria en la resistencia y durabilidad del pavimento; ayudando a reducir la energía y el costo general, demostrando así ser una opción muy útil y efectiva para todos los trabajos relacionados con el pavimento. Su **justificación social**, contribuirá a promocionar el potencial de los residuos como el vidrio reciclado que puede reutilizarse como material de construcción en el desarrollo de pavimentos en países en desarrollo como Perú, donde el consumo es mayor y la disponibilidad de espacio para la eliminación es menor. Es necesaria su utilización eficaz de la energía y el cambio climático global obligando a reducir la contaminación y aumentar el reciclaje de reutilización. Por lo tanto, para

satisfacer las normas ambientales, tales prácticas deben introducirse en situaciones de ingeniería civil. Como justificación por conveniencia es útil por identificar los principales hallazgos de este estudio porque revelaron que los residuos sólidos obtenidos de diversas fuentes podrían incorporarse efectivamente a los materiales de construcción en forma de agregados, fibras de refuerzo, material de relleno, etc. En la **justificación metodológica** reflejo una investigación tipo aplicada, de diseño experimental, cuasi-experimental representado por el vidrio reciclado y resistencia a la compresión del concreto. Además de incorporar instrumentos debidamente validados para recolectar información, destinadas a futuras construcciones con pavimentos rígidos. Para alcanzar el **objetivo general**: Analizar la incorporación del vidrio reciclado que mejore el comportamiento mecánico del concreto en pavimento rígido incorporado al vidrio reciclado, La Banda de Shilcayo 2022. Mientras, sus **objetivos específicos**: **O1**- Analizar sus propiedades físicas y químicas del vidrio reciclado en mejora de la resistencia a la compresión del concreto de mayor resistencia de 350kg/cm². **O2**- Conocer cuáles son las propiedades físicas y mecánicas de los agregados de la mezcla de concreto de alta resistencia de 350kg/cm². **O3**- Comparar su resistencia a la compresión del concreto de mayor resistencia y del concreto con adición del vidrio reciclado entre un 0, 15, 25 y 35% reemplazo parcialmente el agregado fino, Comparar el costo de un metro cúbico de concreto de mayor resistencia con porcentaje óptimo vidrio reciclado. El estudio plantea **hipótesis general**: la incorporación del vidrio reciclado a partir del 25 hasta 35% si eleva su resistencia a la compresión del concreto de alta resistencia en mejora del comportamiento mecánico del concreto $f'c = 373.45\text{kg/cm}^2$ para pavimento rígido en el distrito de La Banda de Shilcayo 2022, Mientras sus hipótesis específicas refleja **1H**: las propiedades físicas y químicas del vidrio reciclado nos permitirá mejorar la compresión del concreto de mayor resistencia, **2H**: Las propiedades físicas y mecánicas de los agregados de una mezcla del concreto simple, nos permitirá mejorar la resistencia a compresión, **3H**: Comparando el concreto de mayor resistencia y del concreto con adición de vidrio reciclado entre 0, 15, 25 y 35%, como sustituto del agregado fino nos permitirá conocer asertivamente este aditivo, H4: el costo de 1m³ de concreto de resistencia con una adición optima es efectivo.

II. MARCO TEÓRICO

Tenemos como referencia **a nivel internacional** en el lugar de **India** Vishnu y Singh (2021) publicado en la Journal Springer Link descrito “Un estudio sobre la idoneidad de los residuos sólidos en la construcción de pavimentos: Una revisión” su metodología de diseño experimental, muestra fueron vidrio reciclados entre 10 al 35%, instrumento fue análisis del ciclo de vida (ACV) para evaluar el impacto ambiental de los residuos sólidos como material de construcción. Concluyeron que, la adopción de materiales estables y ecológicos tienen opciones de convertir los desechos en materiales superiores para la construcción de carreteras que no dañen el medio ambiente. Además de ser una carga menor para el medio ambiente, esta práctica proporciona una mejora satisfactoria en la resistencia y durabilidad de los pavimentos y también ayuda a reducir la energía y el costo general, demostrando así ser una opción muy útil y efectiva para todos los trabajos relacionados con el pavimento. En **India** Aghayan, Khafajeh y Shamsaei, (2021) publicado en la Journal Springer Link descrito “Evaluación del ciclo de vida, propiedades mecánicas y durabilidad del pavimento de hormigón compactado con rodillo que contiene materiales de desecho reciclados” su metodología de diseño experimental, muestra fueron entre 10, 15, 20 y 25% de vidrios de desecho como sustitutos de los áridos naturales. Además, se utilizó polvo de desecho de carbón en la mezcla a niveles de reemplazo de 4 y 8% por peso de cemento, instrumento fue el ciclo de vida ambiental del pavimento de hormigón compactado con rodillo (RCCP). Concluyeron que el uso de residuos de vidrio como agregados incrementó el tiempo de compactación vibratoria de las mezclas frescas al mismo tiempo que disminuyó su densidad. Además, el polvo de desecho de carbón redujo el tiempo de compactación vibratoria de las mezclas RCCP. Donde el método de evaluación del ciclo de vida mostró que el uso de estos materiales redujo los gases de efecto invernadero, y el 15 % de los residuos de vidrio y el 8 % de los residuos de carbón en polvo redujeron los gases de efecto invernadero en un 10 %. En general, el uso de estos materiales de desecho en RCCP como el vidrio no solo puede reducir las emisiones y los problemas de calentamiento global, sino que también puede mejorar las propiedades mecánicas de RCCP y

reciclar una gran cantidad de materiales de desecho. En la **Unión Europea**, Poulidakos et al. (2017) publicado en la Journal Science Direc descrito “Aprovechar el potencial inexplorado de los materiales de desecho europeos para la construcción de carreteras” su metodología de diseño experimental, muestra fueron vidrio, asfaltado, hormigón, madera y plásticos reciclados entre 10 al 35%, instrumento fue análisis del RAP para evaluar el impacto ambiental de los residuos sólidos en el sector construcción. Concluyeron que, diversos materiales de desecho como vidrio, asfalto, hormigón, madera, plásticos, etc. tienen potencial para su reutilización en carreteras asfaltadas, demostrando un ahorro considerable en costos, CO₂ y energía en comparación con las mezclas asfálticas convencionales que utilizan todos los componentes vírgenes. En **Brasil**, Vivek y Rakesh, (2018) publicado en la Journal IJRET detalla “El efecto del uso de residuos de plástico y vidrio en las propiedades del pavimento asfáltico” su metodología de diseño experimental, muestra fueron vidrio reciclado de 2,5%, 5%, 7,5% y 10% y plásticos reciclado entre 0,2%, 0,4%, 0,6%, 0,8% y 1%, instrumento fue el Test de Estabilidad Marshall. Concluyeron que, en las mezclas con los materiales reciclados reflejan propiedades que se modifican por completo y muestran una buena resistividad variación de la temperatura de la naturaleza y la filtración de agua. La mezcla Glasphalt modificada con HDPE muestra una mayor resistencia a la compresión que la mezcla de Glasphalt sin modificar. Además, los residuos de plástico y residuos de vidrio se pueden utilizar en mezcla bituminosa como solución aglomerante y material fino respectivamente. Es factible utilizar y reciclar residuos de plástico y vidrio en mezcla bituminosa en cuanto a proteger el medio ambiente y desde el punto de vista económico.

Como antecedentes **nacionales** en Perú tenemos a **Lima**, según Mendoza y Willcamascco (2021) publicado como tesis de pregrado titulado “Diseño del pavimento rígido empleando vidrio reciclado en la Avenida LM-797, Pachacamac 2021” su metodología fue tipo aplicado, de diseño experimental cuasiexperimental, muestra fue el 15 km de la Avenida LM-797 de Pachacámac y la otra parte prismáticas, instrumento fue ficha de observación y entrevista. Concluyeron con una adición de un 5% de aditivo resultado favorable en cuanto a resistencia, por otro lado, un 10% de aditivo tuvo un

resultado mucho menor. En **Lima** Quintos (2020) publicado como tesis de pregrado titulado “Propiedades mecánicas del concreto adicionando vidrio y PET reciclado en el uso de pavimentos rígidos, Lima 2019” su metodología fue tipo aplicado, diseño no experimental, transversal correlacional, muestra fue la adición del vidrio molido reciclado al 10% y adición de fibra de PET entre 0.03%, al 0.07%, instrumento fue ficha de observación y entrevista. Concluyeron conforme se adiciona el vidrio y PET reutilizado, el asentamiento reacciona desfavorablemente en el ensayo se obtuvo que cuanto mayor sea la adición hay menor asentamiento, mientras que en el ensayo de comprensión y flexión se obtuvo mejores resultados. En **Lima**, Alcas y Maldonado, (2021) publicado como tesis de pregrado titulado Diseño estructural del pavimento rígido implementando vidrio reciclado en la avenida San Francisco – San Juan de Lurigancho 2021” su metodología fue tipo aplicado, de diseño no experimental, transversal correlacional, muestra fue la adición del vidrio molido reciclado entre 5 al 10%, su instrumento fue ficha de observación y entrevista. Concluyeron que, empleando el 10% de adición de vidrio reciclado molido como reemplazo en peso del agregado fino se obtiene mayor resistencia a la compresión en comparación con el concreto convencional y los demás porcentajes de adición estudiados.

Mientras, los antecedentes **locales** se sitúan en **Tarapoto**, Bazán y Rojas, (2018) publicado como tesis de pregrado titulado “Comportamiento mecánico del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para pavimento rígido incorporando vidrio reciclado, distrito de Moyobamba, San Martín – 2018” su metodología fue tipo aplicado, de diseño experimental, muestra fueron 24 probetas la mitad cilíndricas y la otra parte prismáticas, instrumento fue ficha de observación y entrevista. Concluyeron que, el comportamiento mecánico del concreto es mayor con la incorporación del 15 % de vidrio tamizado en reemplazo de la arena gruesa, llegando a tener una resistencia a la compresión de 224.18 kg/cm^2 106.7% y una resistencia a flexión de 35.3 kg/cm^2 110.41% a los 28 días de edad. También en **Tarapoto**, Acuña y Flores, (2021) publicado como tesis de pregrado titulado “Evaluación del concreto de alta resistencia con aplicaciones de vidrio reciclado para mejorar la resistencia a la compresión, Tarapoto – 2021” su metodología fue tipo aplicado, de diseño experimental,

muestra fueron 36 muestras de concreto, instrumento fue ficha de observación y entrevista. Concluyeron efectivamente cuando se llega a un porcentaje óptimo de aditivo (vidrio reutilizado) el concreto mejora su resistencia en comparación con el concreto modelo. Y por último en La **Banda de Shilcayo**, Paredes, (2019) publicado como tesis de pregrado titulado “Análisis de la resistencia a la compresión del hormigón $F'c=210$ kg/cm² con agregado de vidrio reciclado molido” su metodología fue tipo aplicado, de diseño experimental, muestra fue el vidrio reciclado molido entre 15 al 25%, instrumento fue ficha de observación y entrevista. Concluyeron que, empleando un 15% de reducción de vidrio reciclado como sustitución en peso del agregado fino se tendrá mayor resistencia a la compresión en comparación con el concreto convencional y los demás porcentajes de reducción. (Vásquez y Girón, 2019)

Asimismo, se representan las **teorías** relacionadas en la descripción de la variable independiente vidrio reciclado, como definición conceptual, según Kumar et al (2017) es (p.74). Asimismo, está compuesta por sustancia sólida, fundida, amorfa, dura y quebradiza que es un complejo químico de silicatos sólidos y cal. Mientras el silicato de SiO₂ forma el elemento ácido que proviene de la arena de silicio limpia y seca. Denominándose el vidrio reciclado como el proceso mediante el cual se extrae el vidrio de desecho del flujo de desechos para utilizar su potencial de recombinación como materia prima para la producción de nuevos productos. Su definición operacional: Para poder obtener las propiedades fisicoquímicas y mecánicas del vidrio se recicla el vidrio al 100% donde su recolección se realizó en diversas instalaciones de ciudad La Banda de Shilcayo, como el basurero municipal, tiendas vidrierías, etc. Donde se realizó su limpieza para después separarla de la materia orgánica, por consiguiente, se molido y se tamiza en donde en el experimento se aplicó porcentajes de vidrio reutilizado (15,25 y 35%) para luego ser fabricados usando moldes ya diseñados (Balaguera et al. 2018).

Donde, la primera dimensión propiedades químicas, físicas del vidrio y mecánica de la mezcla del concreto de acuerdo a Meyer (2004) están formadas por sílice (SiO₂) la cual es sólida a temperatura ambiente, se forman a partir de la composición inicial de sílice fundida a alta temperatura por

adición de compuestos químicos que supera los 70.000 N/cm², no es buena en conducción térmica y eléctrica por lo que su separación térmica y eléctrica tiene muchas más funciones. Sus elementos más importantes son el óxido de calcio y el óxido de magnesio, de la caliza natural y la dolomita.

Donde está configurada por el indicador humedad, % absorción, peso específico, granulometría, relación agua-cemento según Bolden, Abu-Lebdeh y Fini (2013) incluyen distribuciones en la mezcla de concreto, de acuerdo con las propiedades disponibles de los componentes, se obtienen a través de un sistema de ajuste y reajuste, que se basa en el crecimiento del compuesto de concreto con medidas inicialmente calculadas por diferentes procesos, el desarrollo de esta prueba de la mezcla, se realizan diversas pruebas para asegurar la calidad en cuanto a viabilidad, masa unitaria, estado de fragua y resistencia a la compresión y otras pruebas más, se compara la información expresada con las especificaciones y si son diferentes y por lo tanto no se pueden comprobar. desde el punto de vista de la calidad, se reorganizan en cantidad, creando una nueva mezcla que finalmente debe pasar los mínimos de pruebas de control de calidad.

Para la variable dependiente resistencia a la compresión del concreto, desde su definición conceptual según Ham y Raymond Wells, (2009) la resistencia a compresión se utiliza como indicador de la importancia del hormigón, muestras de hormigón, que son muestras tomadas para realizar diversos ensayos de laboratorio. Se utiliza un molde de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura. Ensayo de resistencia a la compresión, realizado para comprobar si el conjunto de hormigón cumple o no con la resistencia de diseño, se determina rompiendo la muestra de hormigón en un probador de presión, calculado según la carga de rotura, distribución del área de Carga, trabajabilidad del hormigón, detallando la trabajabilidad para mezclar, fraguar y fortaleciendo la mezcla.

Mientras su definición operacional mediante la adición de vidrio reciclado el material, demostrado mejorar sus propiedades mecánicas en compresión indirecta, flexión y tracción frente a un hormigón $f'c = 210\text{kg/cm}^2$, también mejoro su peso, en cuanto a su dimensión vidrio reciclado con incorporación al 0,15,25 y 35% con una determinada resistencia; es la relación entre

deformación estructural durante el sismo y desplazamiento que produce el arranque en las estructuras (Montenegro y Quispe 2019). Donde para soportar terremotos, la estructura debe ser capaz de desarrollar la mayor ductilidad requerida («Glass tissue upgrades laminate flooring» 2008), el indicador según Howary y Mehanny, (2011) el concreto es una mezcla de cierta cantidad de cemento, agregados, agua y posiblemente aditivos, que inicialmente tiene un perfil dúctil, luego alcanza una densidad dura con propiedades aislantes del calor y la solidez, en términos de trabajabilidad, se refiere a la capacidad manejar concreto fácilmente.

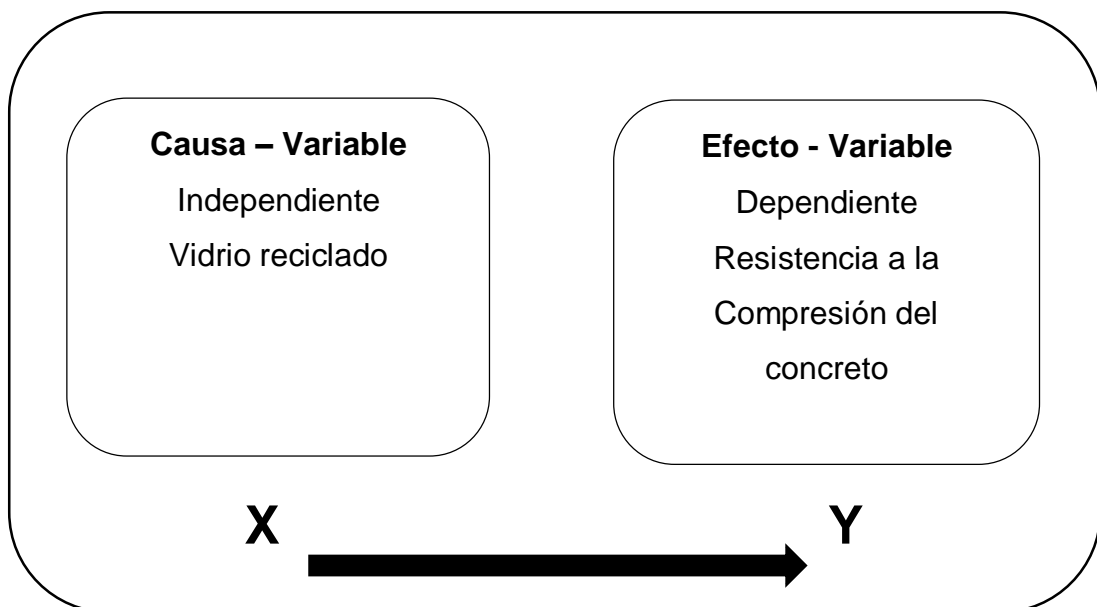
III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

En este componente, la investigación pertenece al tipo **aplicado** debido que “se observó el fenómeno y alteró el comportamiento de la variable vidrio reciclado descrito como independiente, para después caracterizar sus factores determinantes en el comportamiento mecánico del concreto denominado variable dependiente” (Hernández y Mendoza, 2018). Además, de emplearse el enfoque **cuantitativo** porque "se describió los fenómenos generados reacción entre las dos variables, dándole un valor numérico, demostrándose objetivamente su comportamiento dado” (Ferreyro y Longhi, 2014).

Así mismo, el diseño fue experimental, de corte transversal debido que se realizó detalladamente la observación del comportamiento mecánico del concreto para después determinar si su efecto del diseño de mezcla incorporado con vidrio reciclado influye en su resistencia a la compresión y flexión de las especies del concreto” (Hernández y Mendoza, 2018). El diagrama del diseño experimental fue representado de la siguiente forma:

Figura N°1.- Diagrama del diseño experimental



Nota: Elaboración propia de los tesisistas.

Tabla N°1.- *Diseño no experimental, descriptivo de la investigación.*

Grupos de investigación para la experimentación						
GE ₍₁₎	X1 (15%)	Obs 1 _(7d)	X1 (15%)	Obs 2 _(14d)	X1 (15%)	Obs3 _(28d)
GE ₍₂₎	X2 (25%)	Obs 1 _(7d)	X2 (25%)	Obs 2 _(14d)	X2 (25%)	Obs3 _(28d)
GE ₍₃₎	X3 (35%)	Obs 1 _(7d)	X3 (35%)	Obs 2 _(14d)	X3 (35%)	Obs3 _(28d)
GC ₍₄₎	Concreto patrón	Obs 1 _(7d)	Concreto patrón	Obs 2 _(14d)	Concreto patrón	Obs3 _(28d)

Nota: Elaboración propia de los tesisistas.

De esta manera se detalla lo siguiente:

GE: Grupo experimental con adición de vidrio reciclado (botellas, mamparas, ventanas, etc.).

GC: Grupo de control (0% de aditivo)

X1: (15% vidrio reciclado)

X2: (25% vidrio reciclado)

X3: (35% vidrio reciclado)

O1, O2, O3: Observación (7,14 y 28 días)

3.2. Variables y operacionalización

En la descripción de la **variable independiente** vidrio reciclado, para su **definición conceptual** tenemos que según Hassanein et al. (2019) está compuesta por sustancia sólida, fundida, amorfa, dura y quebradiza que es un complejo químico de silicatos sólidos y cal. Mientras el silicato de SiO₂ forma el elemento ácido que proviene de la arena de silicio limpia y seca. Denominándose el vidrio reciclado como el proceso mediante el cual se extrae el vidrio de desecho del flujo de desechos para utilizar su potencial de recombinación como materia prima para la producción de nuevos productos. Así mismo su **definición operacional** refleja que para poder obtener las propiedades fisicoquímicas y mecánicas del vidrio se reciclar el vidrio al 100% donde su recolección se realizó en diversas instalaciones de la ciudad La Banda de Shilcayo, como el basurero municipal, tiendas vidrierías, etc. Donde se realizó su limpieza para después separarla de la materia orgánica, por consiguiente, se molida y se tamiza en donde en el experimento se aplicó incorporando vidrio reciclado en un molde (Balaguera

et al. 2018). Por lo tanto, está compuesta por dos **dimensiones** la primera son las propiedades químicas y físicas del vidrio, donde está configurada por el **indicador** humedad, porcentaje de absorción, peso específico, granulometría, relación agua-cemento (Nguyen et al. 2021), medido a través de una **escala de medición** continuo.

Donde la **variable dependiente** fue la resistencia a la compresión del concreto descrita por su **definición conceptual** según Hemming y Chu, (1991) esta es la respuesta que se alcanza cuando el concreto es sometido a fuerzas de compresión y flexión por los ensayos especificados en la Norma NTP, con referenciación a la Norma ASTM y AASHTO. Así mismo su **definición operacional** que para ejecutar dichos resultados se tuvo que obtener agregados de la cantera del Rio Cumbaza donde fueron sometidos a ensayos acorde al NTP con la finalidad de obtener las proporciones elementales en el diseño de mezcla al incorporar vidrio reciclado molido para analizar su resistencia a la compresión y flexión (Krstic y Davalos 2019). Por lo tanto, está compuesta por tres **dimensiones** como diseño de mezcla del concreto con adición del porcentaje de vidrio reciclado triturado, donde está configurada por el **indicador** procedimientos de comité ACI 211, mientras la segunda **dimensión** resistencia a la compresión como la información cilíndricos, distribuida por el indicador esfuerzo a la compresión, por último, la dimensión resistencia a la flexión del concreto en vigas estrictamente apoyadas con cargas desde los tercios del tramo con solo un indicador módulo de rotura (Ali et al. 2020), medido a través de una **escala de medición** continuo.

3.3. Población, muestra y muestreo

En la determinación de su población a estudiar estuvo conformado por el concreto $F'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ donde se añadirá un porcentaje de vidrio reciclado triturado compuesto por sodio-calcio. Mientras la muestra fue representada por 36 probetas cilíndricas entre 6" x 12" conformado por concreto de elevada resistencia donde 9 son al 0% y 27 distribuido equitativamente con aditivo al 15, 25 y 35%, donde se empezaron a evaluar en base a 7 días, 14 días y 28 días a través del ensayo de su resistencia a

la comprensión de testigo cilíndrico y ensayo de resistencia a la flexión del concreto en vigas de apoyo simple cargadas a un tercio de tramo, por su parte, Baena, (2014) menciona que “la población a estudiar se puede subdividir en otros muestreos para poder elegir y no sesgar la muestra seleccionada” (p.104).

Tabla N°2.- Cantidad de espécimen para los ensayos del estudio

Resistencia a la compresión		Edad				TOTAL
Edades	Patrón %	0%	15%	25%	35%	
7 días	3 probetas	3	3	3	3	12
14 días	3 probetas	3	3	3	3	12
28 días	3 probetas	3	3	3	3	12
Total						36

Nota: Elaboración propia de los tesisistas.

También, el mismo autor Baena, (2014) describe que el muestreo se desarrolla en la identificación de una determinada población como representación del tal, pueden ser considerados probabilístico y no probabilístico. En donde el tipo de muestreo empleado para aclarar la participación del estudio fue el **no probabilístico**, debido que, equipo investigador eligieron unas veinticuatro probetas como cantidad exacta de su muestra, efectuando su selección a propio criterio y necesidad.

Tabla N°3.- Cantidad de prismas de forma rectangulares para considerar en los ensayos

Técnica	Instrumentos	Fuente
Ensayo de granulometría	Ficha de registro	NTP 400.012 ASTM C 136
Ensayo del contenido de humedad	Ficha de registro	NTP 339.185 ASTM C-566
Ensayo del peso específico y absorción (A.F)	Ficha de registro	NTP 400.022 ASTM C-128
Ensayo del peso específico y absorción (A.G)	Ficha de registro	NTP 400.017 ASTM C-29
Ensayo del peso unitario (A.F) Y (A.G)	Ficha de registro	NTP 339.034 ASTM C-39
Ensayo de resistencia a compresión (probetas de concreto).	Ficha de registro	

Nota: Elaboración propia de los tesisistas.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

En referencia de la **técnica** empleada en recolectar información sobre la variable vidrio reciclado triturado y comportamiento mecánico del concreto se aplicó la técnica de observación ya que se seleccionó, clasifico y registro sus propiedades físicas y sus datos en los ensayos de la compresión y flexión. Así mismo de anotar las cargas máximas que soportan las probetas elegidas, cuyos datos evaluados sirvieron en el cálculo de su resistencia. También se empleó el **análisis documentario** en el cual se tomó como base las Normas Internacionales y Normatividad de la República del Perú como ACI, NTP y ASTM que rigen el sector construcción y ensayos con materiales que componen en la elaboración del hormigón.

De acuerdo a Sánchez, (2012) las técnicas e instrumentos son formas para resguardar la recolección, acumulación y preservación de fallas en los datos obtenidos en cuestionarios y observaciones relacionadas con la recolección de información. Por su parte el **instrumento de recolección** aplicado fue la ficha de observación registrándose las cargas máximas en cada ensayo a la compresión, además de aplicar la guía de análisis documentario en base a lo estipulado por Norma ASTM y ASM, así como se describen en la tabla 3. La importancia de la **validez** de los instrumentos empleados como fichas de

registro y fichas para las pruebas de laboratorio recayó en la técnica del juicio de expertos, donde se empleó tres especialistas en ingeniería civil con grado de maestro para validarlos, obteniendo un promedio de 4,7 siendo confiables, en base a la normatividad de ASTM, a pesar que las fichas empleadas están validadas por normas técnicas NTP peruanas fue necesario de emplear el juicio de expertos.

Por su parte, el índice de confiabilidad obtenido por los instrumentos aplicados fueron estándares técnicos basado a la normatividad del ASTM (C33, C127, C39 y C293) y del MTC (E70, E711, E108, E203), por tal motivo no se necesitaron demostrar la fiabilidad de los instrumentos, ya que dichos estándares muestran una alta confiabilidad en su aplicación.

3.5. Procedimientos

La evaluación del estudio se realizó en la ciudad de La Banda de Shilcayo, en primer lugar, se tuvo que reciclar vidrios procedentes de mamparas, botellas de bebidas, vidrios de ventana etc. compuestas por sodio-calcio de lugares como tiendas comerciales, vidrieras, discotecas, botaderos entre otros. Después de recolectarlos se depositaron en sacos cubiertos con forro de cartón, trasladándolos al laboratorio contratado en donde se los lavo cuidadosamente para despojar de cualquier impureza y posteriormente de triturarlos con morteros, pasando luego selección por su forma y tamaño, para utilizar tamices entre 3/8", # 4, # 8, # 16, # 30, # 50, #100, empleándose el tamiz #4 y retenido por #50 el cual el vidrio triturado en sustituto del agregado fino para obtener concreto.

En primer lugar, el cemento portland tipo I – Pacasmayo - piedra chancada fue de 1/2", 3/4" de la cantera del río más cercano fue de Cumbaza donde se sustrajo el agregado fino en donde se realizó los ensayos de áridos gruesos y finos; además humedad, peso, absorción entre otros. Posteriormente se determinó el diseño del concreto para su resistencia entre 350 Kg / cm². Dado los porcentajes de tales materiales para su correcta dosificación, se contemplaron las probetas y las vigas donde se realizaron aplicando el procedimiento ASTM C-31, en tal elaboración se emplearon probetas cilíndricas de 15 cm diámetro y 30 cm altura. Su encofrado fue

frecuentemente limpiado evitando residuos y contaminación del hormigón, además se empleó el encofrado de vigas con longitud 50 cm y 15 cm altura, para posteriormente ser pesados de acuerdo a su dosificación del concreto. Por su parte se prepararon moldes, tomando en cuenta el componente del vidrio procesado entre el 15, 25 y 35% en remplazó del agregado fino para su procedimiento. Mientras el hormigón será depositado en prismas rectangulares y tubos de ensayos en 3 capas, donde se fricciónará veinticinco veces con una barra de acero que sirve para separar las burbujas de aire, con pequeños golpes con martillo para que se asiente por último se colocan las muestras reposando un tiempo de 24 horas en la cura de los tubos de ensayo y 48 horas en curar los prismas rectangulares.

Finalizando los días, se despojaron y trasladaron a recipientes lleno de agua para curar entre los 7, 14 y 28 días, al culminar la curación se finalizará con las pruebas de resistencia a la compresión en las probetas y pruebas de rotura de su resistencia a la flexión de acuerdo a la normatividad (MTC E704) y (MTC E-711) respectivamente en los prismas rectangulares. Asumiendo los datos obtenidos se procesaron con programa Microsoft Excel analizadas en tablas, gráficos, mostrando el porcentaje adecuado sustituyendo la arena por vidrio reciclado molido.

3.6. Métodos de análisis de datos

Para analizar los datos se tuvo que adoptar formatos predefinidos de acuerdo a los estándares, mientras los datos recolectados fueron transferidos a Microsoft Excel, con el fin de facilitar la sistematización de la información, organizar y visualizar las estadísticas descriptivas de los resultados distribuidos en las tablas. Se empleó las pruebas de contenido húmedo, el peso específico y la granulometría donde serán respaldadas por el NTP y el manual de pruebas de materiales. Teniendo en cuenta la dosis mixta que especificó y se utilizará los formatos respectivos empleándose la NTP 339.03 ASTM C39 como base para registrar los datos sobre la resistencia a la compresión de las muestras.

3.7. Aspectos éticos

Para escribir todos los estudios empleados para reforzar el marco teórico, introducción y contrastarlo con las discusiones, se utilizó el manual de estilo ISO 6902, referenciado por Barbosa et al. (2014) establece claramente que “Por razones éticas, de remuneración del autor y de respeto a los lectores, se han descrito características de cada autor como sus tipos de publicación”. Además, los procesamientos y análisis del comportamiento de las variables estudiadas cumplieron estrictamente las directivas de las normas MTC (E70, E711, E108, E203), NTP 339.03 y ASTM C39 exigidas por el Estado Peruano. contribuyendo con la exactitud y precisión de los resultados obtenidos con el fin de no malversar y alterarlos. A sí mismo, no se infringió en alterar el trabajo del laboratorio que requirió las normas de bioseguridad para prevenir riesgos durante el período de ejecución del estudio, ni se alteró dichos resultados de las pruebas declaradas, pues se realizaron en cumplimiento de las normas y directivas del UCV como el Lineamientos para la construcción del informe.

IV. RESULTADOS

Para la presentación de los datos de resultados se describieron de acuerdo a los planteamientos, se determinó sus propiedades físicas del vidrio reciclado, representadas en la siguiente tabla 4, y sus propiedades químicas del vidrio reciclado, representadas en la siguiente tabla 5.

Tabla N°4.- *Propiedades físicas del vidrio reciclado*

Propiedad	Unidad	Valor
Densidad	g/cm ³	2.04
Diámetro	Mm	2.79
Peso Específico	g/cm ³	2.46-2.51
Resistencia a la Tensión	Mpa	324.90
Lajas	%	1
Permeabilidad	cm/seg	~6.11 ⁻²

Nota: Elaboración propia de los tesisistas.

Podemos observar en la tabla 4, que la composición de sus propiedades físicas del vidrio reciclado reflejó que fue un aditivo con densidad de 2.04 g/cm³, con diámetro de 2.79 mm, con peso específico entre 2.46 - 2.51 g/cm³, de resistencia a la tensión con 324.90 Mpa, lajas con 1% y su permeabilidad entre ~6.11⁻² cm/seg.

Tabla N°5.- *Propiedades químicas del vidrio reciclado*

Propiedad	SiO₂Al₂O₃	Fe₂O₃	CaO	MgO	
Peso molecular	60,04101,93	159,67	56,04	40,31	
Dilatación	0,2661,665	1,334	1,666	0,032	
Tensión superficial	326	597	501	493	576
Densidad a1	0,453	0,38	0,16	0,176	0,26
Densidad a2				0,002	0,004
Índice de refracción	1,457	1,52	1,876	1,786	1,6
Módulo elasticidad	6,7	11,3	5,22	11,16	9,3
Resistencia mecánica	900	500	900	2000	100
Viscosidad	1860,86	695,72	-382,3	-1100,60	-594,7

Nota: Elaboración propia de los tesisistas.

Podemos observar en la tabla 5, que la composición de sus propiedades químicas del vidrio reciclado reflejó en porcentajes un peso molecular de

60,04 con SiO₂, además con un 101,93 de Al₂O₃; un 159,67 su Fe₂O₃; obtuvo 56,04 de CaO y un 40,32 de MgO. Por su parte en la dilatación mostro un 0,266 del SiO₂; además con un 1,665 de Al₂O₃; su Fe₂O₃ obtuvo 1,334, un 1,666 de CaO y un 0,032 de MgO. Así mismo su tensión superficial mostro un 326 del SiO₂; además con un 597 de Al₂O₃; su Fe₂O₃ obtuvo 501, un 493 de CaO y un 576 de MgO.

Por su parte, la densidad a1 mostro un 0,453 del SiO₂; además con un 0,38 de Al₂O₃; su Fe₂O₃ obtuvo 0,16, un 0,176 de CaO y un 0,26 de MgO. También su densidad a2 mostro un 0,002 de CaO y un 0,004 de MgO. Así mismo su Índice de refracción mostro un 1,457 del SiO₂; además con un 1,52 de Al₂O₃; su Fe₂O₃ obtuvo 1,876, un 1,786 de CaO y un 1,6 de MgO. Así mismo su módulo elasticidad mostro un 6,7 del SiO₂; además con un 11,3 de Al₂O₃; su Fe₂O₃ obtuvo 5,22, un 11,16 de CaO y un 9,3 de MgO. Resistencia mecánica mostro un 900 del SiO₂; además con un 500 de Al₂O₃; su Fe₂O₃ obtuvo 900, un 2000 de CaO y un 100 de MgO. Viscosidad mostro un 1860,86 del SiO₂; además con un 695,72 de Al₂O₃; su Fe₂O₃ obtuvo -382,3, un -1100,60 de CaO y un -594,7 de MgO.

Por lo tanto, el resultado del segundo objetivo específico representada por la tabla 6.

Tabla N°6.- Características físicas y mecánicas del AF y AG.

Características Físicas del agregado	Agregado grueso	Agregado fino
Diámetro nominal máximo	3/4"	4.75"
Humedad natural (%)	0.74	1.01
Peso Específico (gr/cc)	2.66	2.61
Absorción (%)	0.66	0.81
Módulo de Fineza	-	2.11
Peso unitario suelto (Kg/m ³)	1555.3	1660.2
peso unitario compactado (kg/m ³)	1589.2	1752.3

Nota: Elaboración propia de los tesisistas.

Puede observar en la tabla 6, que el resultado del agregado fino derivado del rio Cumbaza obtuvo un diámetro nominal máximo entre 4,75", compuesta de

humedad natural al 1.01%, de un peso especificado entre 2.61 gr/cc, con absorción del 0.81%, con módulo de fineza entre un 2.11, mientras su peso unitario suelto fue de 1660.2 kg/m³, aproximadamente entre el peso unitario compactado de solo un 1752.3 kg/m³. Por lo tanto, el agregado grueso que fue compuesto por la cantera del río Huallaga, reflejo un diámetro nominal máximo entre 3/4" precisamente, mientras presento una humedad natural entre 0.74 %, donde su peso específico fue de 2.66 gr/cc, obteniendo una propiedad de absorción entre 0.66%, con peso unitario suelto entre 1555.3 kg/m³, y solo una variación del peso unitario compactado entre 1589.2 kg/m³, esto quiere decir, que la composición de sus propiedades físicas de ambos agregados pueden ser empleados en un concreto. Tal como lo demanda el estudio, donde se respetó la norma por cada ensayo como ASTM D-2216 ASTM C33 – 83, C – 127, C – 128, C – 29.

Así mismo, el resultado del objetivo tercero mostro se detalla en la siguiente tabla 7.

Tabla N°7.- Resultados de la resistencia a la compresión.

% vidrio reciclado	Resistencia entre 7 días (kg/cm²)	Resistencia entre 14 días (kg/cm²)	Resistencia entre 28 días (kg/cm²)
0%	258.32	297.93	350.27
	258.37	298.06	350.12
	258.26	298.06	350.33
15%	255.74	294.63	354.71
	255.91	294.33	354.46
	255.71	294.27	354.59
25%	282.08	318.87	373.36
	281.97	318.66	373.53
	282.16	318.94	373.44
35%	257.09	296.82	346.33
	256.96	296.93	346.56
	257.13	296.85	346.61

Nota: Elaboración propia de los tesisistas.

Donde se pudo observar en la tabla 7, se puede constatar que el concreto patrón endurece los 7, 14 y 28 días donde su resistencia siempre está muy

por encima de los valores aceptables, reflejando un comportamiento ideal en un concreto a la hora de trabajar sobre cualquier estructura. Mientras tanto se obtuvo el concreto con aditivo al 15%, donde conforme aumenta el tiempo (7, 14 y 28 días) la resistencia aumentó siendo el de 28 días el valor más alto; sin embargo, a un 25%, en los tiempos (7, 14 y 28 días) de igual manera se va incrementando, mientras por arriba del concreto con adición entre el 15% de vidrio reciclado, puede observar de igual forma se superando al concreto patrón. El último ensayo refleja que a un 35% de aditivo, su resistencia a la compresión disminuye y es menor que el concreto con la adición de un 25% de vidrio reciclado y por lo tanto menor que el concreto patrón, mostrándose que al pasar del 25% a la adición, la resistencia tiende a disminuir, donde todos los ensayos se tuvieron que realizar su respectiva ruptura de probetas.

Así mismo, su cuarto objetivo específico sobre el costo por m³ detallado en la tabla 8.

Tabla N°8.- Costo por m³ del concreto patrón y concreto optimo 25% con vidrio reciclado.

Material	Und.	Patrón f'c=350kg/cm ²		25% vidrio reciclado		
		P.u.	Cantidad	Costo S/.	Cantidad S/.	Costo
Cemento	Bolsa/m ³	27.00	11.98	323.46	11.98	323.46
Vidrio reciclado	kg	1.00	0	0	0.150	0.15
Agregado grueso	m ³	100.00	1.065	106.50	1.065	106.50
Agregado fino	m ³	60.00	0.599	35.94	0.499	26.94
Agua	l	1.00	193.00	193.00	193.00	193.00
Costo total por m ³				658.90		650.05

Nota: Elaboración propia de los tesisistas.

Para la tabla 8, se observa una comparación entre el hormigón estándar y la mezcla de diseño, siendo este optimo por sus mejores resultados, esta diferencia de costos se aprecia a un 0% y 25% de adición donde se distingue una leve reducción en comparación con el concreto estándar (F'c = 350

kg/cm²), los costos de S/650.05 y S/658.90 consta de una diferencia de S/8.85 por motivo del costo del vidrio reciclado que es económico. Concluyendo que con el uso de un 25% de vidrio reciclado hay un ahorro, si consideramos que en una estructura promedio hay varios metros cúbicos extra de concreto; por lo tanto, solo se analiza en pruebas que resulta en una mayor resistencia a la compresión.

Por lo tanto, el resultado del objetivo principal mostro que la incorporación del vidrio reciclado que mejore el comportamiento mecánico del concreto en pavimento rígido incorporado al vidrio reciclado, La Banda de Shilcayo 2022 reflejo los siguientes comportamientos en la tabla 9.

Tabla N°9.- *Diseño de mezcla por m³ del concreto patrón y con adición de vidrio reciclado al 25%*

MATERIAL	Unidad	Patrón (f'c=350kg/cm²)	25% vidrio reciclado
Cemento	Bolsas/m ³	11.98	11.98
Vidrio reciclado	m ³	0.00	0.150
Agregado grueso	m ³	1.068	1.066
Agregado fino	m ³	0.598	0.448
Agua	l	193	193

Nota: elaboración propia de los tesisistas.

Podemos describir en la tabla 9, que tal estudio estuvo conformado, donde el 1er conjunto se consideró el valor de la dosificación del agregado para un hormigón con resistencia a compresión entre 350 kg/cm². Mientras los 3 conjuntos fueron fabricados con 15, 25 y 35% de vidrio reciclado. Gracias al ensayo de resistencia a la compresión de las probetas, se concluyó que el diseño óptimo de la mezcla con la adición de vidrio reciclado en comparación con el concreto f'c = 350 kg/cm² es el que se incluye un 25% mezclas, lograron un promedio de resistencia entre F'c = 373, 5 kg/cm² a 28 días, donde la dosificación para un m³ de hormigón se muestra 193 litros de agua, 11,98 sacos/m³, 0,448 m³ de árido fino y entre 1.066 m³ de AG.

Mientras tanto, con adición a un 25% de vidrio reciclado siendo este un diseño óptimo, esto ocurrió porque puede comprobarse que cuando se añade un 15% de vidrio reciclado, la resistencia tiende a bajar a medida que envejece el concreto, por otro lado, tenemos cuando se agrega vidrio reciclado entre 35% al estándar de concreto objetivo (patrón), mientras su resistencia sería mayor que cuando se agrega vidrio reciclado del 15% solo en 7 y 14 días de edad, pero menos que a los 28 días de edad. Por lo tanto, se concluye que entre los 3 grupos que se ha experimentado con adición de vidrio reciclado, la adición de 25% es el concreto óptimo. También es importante indicar que, si lo comparamos con el concreto modelo, la resistencia a la compresión del concreto óptimo es superior, esta diferencia se puede observar entre los 7, 14 y 28 días respectivamente.

Por estas razones se confirma la hipótesis de dicho estudio, dada que se ha planteado inicialmente que al incorporar un 25% de aditivo, se tendrá un mejor resultado a la compresión, es decir se tendrá un mejor comportamiento mecánico, se tiene un $f'c = 373.45\text{kg/cm}^2$ a la edad de 28 días en uso de pavimento rígido en el distrito de La Banda de Shilcayo 2022.

V. DISCUSIÓN

La investigación fue ejecutada en el distrito de la Banda de Shilcayo 2022, para evaluar la conducta mecánica del concreto en un posible diseño de pavimento rígido incorporado al vidrio reciclado, su población a estudiar fue conformada por el concreto $F'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ donde se añadirá un porcentaje de vidrio reciclado triturado compuesto por sodio-calcio. En 36 probetas cilíndricas entre 6" x 12" conformado por concreto de elevada resistencia donde nueve son empleados con 0% de vidrio reciclado, el resto se añadió vidrio reciclado molido en intercambio del agregado entre el 15, 25 y 35%, donde se empezaron a evaluar en base a 7 días, 14 días y 28 días a través del ensayo de su resistencia a la compresión de testigo cilíndrico y ensayo de resistencia a la flexión del concreto, donde se obtuvo los siguientes discusiones de cada resultado planteado en el objetivo: En resultado del objetivo principal muestra que la incorporación del vidrio reciclado a partir del 25 hasta 35% lo cual se vio una notable mejoría en cuanto a su resistencia se tiene un $f'c = 373.45 \text{ kg/cm}^2$ a la edad de 28 días para uso en pavimento rígido en La Banda de Shilcayo 2022, mientras afirma dicho resultado los autores Vishnu y Singh (2021) donde la adopción de materiales estables y ecológicos tienen opciones de convertir los desechos en materiales superiores para la construcción de carreteras que no dañen el medio ambiente. Además, en ambos resultados refleja una carga menor para el medio ambiente, esta práctica proporciona una mejora satisfactoria en la resistencia y durabilidad de los pavimentos y también ayuda a reducir la energía y el costo general, demostrando así ser una opción muy útil y efectiva para todos los trabajos relacionados con el pavimento. Por su parte, Aghayan, Khafajeh y (Shamsaei 2021) afirma que el uso de residuos de vidrio como agregados incrementa el tiempo de compactación vibratoria de las mezclas frescas al mismo tiempo que disminuyó su densidad. Además, el 15 % de los residuos de vidrio y el 8 % de los residuos de carbón en polvo redujeron los gases de efecto invernadero en un 10 %. Concediendo que efectivamente mejora el impacto ambiental al emplear estos desechos reciclados. En el resultado del objetivo primero se reflejó que la composición de sus propiedades físicas del vidrio reciclado reflejó características como la densidad de 2.04 g/cm^3 , con diámetro

de 2.79 mm, con peso específico entre 2.46 - 2.51 g/cm³, de resistencia a la tensión con 324.9 Mpa, lajas con 1% y su permeabilidad entre $\sim 6.11 \cdot 10^{-2}$ cm/seg. Mientras sus propiedades químicas de peso molecular, dilatación, tensión superficial, índice de refracción y viscosidad del SiO₂ (%) fueron entre 60.06, 0.267, 325, 1458 y 1860.85. Consecuentemente el autor (Poulikakos et al. 2017) afirma los datos encontrados donde indica que las características físicas y químicas del vidrio presentan potencial para su reutilización en carreteras asfaltadas, demostrando un ahorro considerable en costos, CO₂ y energía en comparación con las mezclas asfálticas convencionales que utilizan todos los componentes vírgenes. Mientras, los resultados siguiente objetivo específico mostro que las características del agregado fino derivado del rio Cumbaza obtuvo un diámetro nominal máximo entre 4,75", compuesta de humedad natural al 1.01%, de un peso especificado entre 2.61 gr/cc, con absorción del 0.81%, con módulo de fineza entre un 2.11, mientras su peso unitario suelto fue de 1660.2 kg/m³, aproximadamente entre el peso unitario compactado de solo un 1752.3 kg/m³. Por lo tanto, el agregado grueso que fue compuesto por la cantera del rio Huallaga, reflejo un diámetro nominal máximo entre 3/4" precisamente, mientras presento una humedad natural entre 0.74 %, donde su peso específico fue de 2.66 gr/cc, obteniendo una propiedad de absorción entre 0.66%, con peso unitario suelto entre 1555.3 kg/m³, y solo una variación del peso unitario compactado entre 1589.2 kg/m³, esto quiere decir, que la composición de sus propiedades físicas de ambos agregados reflejan que poseen todo lo que requiere para un diseño de mezcla aplicando el aditivo. Este resultado de acuerdo (Vivek Singh y Rakesh Sakale 2018) podemos corroborar que propiedad del agregado fino con adición del vidrio reciclado demuestran que las mezclas con este tipo de materiales reciclados reflejan propiedades que se modifican por completo y muestran una buena resistividad variación de la temperatura de la naturaleza y la filtración de agua. Además, es factible utilizar y reciclar residuos de plástico y vidrio en mezcla bituminosa en cuanto a proteger el medio ambiente y desde el punto de vista económico. Así mismo el resultado del tercer objetivo específico reflejo que al agregar el aditivo se incrementa la resistencia de las probetas que se han realizado y luego se ha comparado lo que se ha determinado es

que el concreto patrón con un $f'c$ 350kg/cm² a 28 días demostró una resistencia promedio al estándar de 350.24 kg/cm², del mismo modo un 15% de adición se obtuvo 354.58 kg/cm², con un 25% se obtuvo 373.45 kg/cm², y a un 35% se obtuvo 346.49 kg/cm². Por su parte los investigadores Bazán y Casique (2018) también corroboraron los resultados encontrados donde afirma que el comportamiento mecánico del concreto es mayor con la incorporación del 15 % de vidrio tamizado en reemplazo de la arena gruesa, llegando a tener una resistencia a la compresión de 224.18 kg/cm² 106.7% y una resistencia a flexión de 35.3 kg/cm² 110.41% a los 28 días de edad. El cuarto resultado del último objetivo específico mostró que en comparación entre el hormigón estándar y el diseño óptimo por m³ de S/650.05 y S/658.90 respectivamente, se puede observar que existe variación en su costo siendo S/8.85 la diferencia entre ambos, asimismo en cuanto al valor monetario de ambas mezclas la diferencia recae en el costo del vidrio reciclado es un aditivo bajo en costo, en específico el 25%, donde se distingue una leve reducción en comparación con el concreto estándar ($F'c = 350$ kg/cm²). Concluyendo que con el uso de un 25% de vidrio reciclado se evidencia un ahorro, si consideramos que en una estructura promedio hay varios metros cúbicos extra de concreto; por lo tanto, solo se analiza en pruebas que se realizaron en laboratorio, las rupturas determinaron la resistencia a la compresión. Por su parte, los autores Acuña y Flores (2021) en su estudio determina que un concreto que contiene vidrio reciclado, si eleva su resistencia en comparación con un concreto normal, además de una regular disminución en su economía generada por la elaboración de estos desperdicios reciclados, aunque se tendría que almacenar toneladas de materiales de vidrio reciclado para poder compensar la necesidad en un diseño de pavimento rígido.

VI. CONCLUSIONES

- 6.1. Se concluye que la resistencia de un concreto con incorporación de 25% de vidrio reciclado si eleva su resistencia a la comprensión mejorando su comportamiento mecánico, se obtuvo un $f_c = 373.45 \text{ kg/cm}^2$ a la edad de 28 días, para pavimento rígido en el distrito de La Banda de Shilcayo 2022.
- 6.2. Se concluye la composición de sus propiedades físicas del vidrio reciclado reflejó que fue un aditivo con densidad de 2.04 g/cm^3 , con diámetro de 2.79 mm, con peso específico entre $2.46 - 2.51 \text{ g/cm}^3$, de resistencia a la tensión con 324.9 Mpa, lajas con 1% y su permeabilidad entre $\sim 6.11 \cdot 10^{-2} \text{ cm/seg}$. Mientras sus propiedades químicas de peso molecular, dilatación, tensión superficial, índice de refracción y viscosidad del SiO_2 (%) fueron entre 60.06, 0.267, 325, 1458 y 1860.86 respectivamente.
- 6.3. Se concluye que la composición de sus propiedades físicas y mecánicas de ambos agregados reflejan que poseen cualidades que efectivamente se puede emplear en un diseño de concreto aplicando vidrio reciclado. Donde el agregado fino derivado del río Cumbaza obtuvo un diámetro nominal máximo entre 4,75", compuesta de humedad natural al 1.01%, de un peso especificado entre 2.61 gr/cc , con absorción del 0.81%, con módulo de fineza entre un 2.11, mientras su peso unitario suelto fue de 1660.2 kg/m^3 , aproximadamente entre el peso unitario compactado de solo un 1752.3 kg/m^3 . Por lo tanto, el agregado grueso que fue compuesto por la cantera del río Huallaga, reflejo un diámetro nominal máximo entre 3/4" precisamente, mientras presento una humedad natural entre 0.74 %, donde su peso específico fue de 2.66 gr/cc , obteniendo una propiedad de absorción entre 0.66%, con peso unitario suelto entre 1555.3 kg/m^3 , y solo una variación del peso unitario compactado entre 1589.2 kg/m^3 .

- 6.4.** Se concluye que agregando vidrio reciclado se incrementa la resistencia a la compresión en comparación con un concreto patrón de un $f'c$ 350kg/cm², se obtiene a un tiempo de 28 días de curado un 350.24 kg/cm² a un 0%, medido en un mismo tiempo se refleja una resistencia de 354.58 kg/cm² con incorporación de un 15% de aditivo, así mismo tenemos un promedio de 373.45 kg/cm² con un 25%, y finalmente a un 35% se tiene una resistencia de 346.49 kg/cm².
- 6.5.** Se concluyó que el uso de un 25% de vidrio reciclado se evidencia un ahorro, si consideramos que en una estructura promedio hay varios metros cúbicos extra de concreto; por lo tanto, solo se analiza en pruebas donde las probetas pasan por una rotura para establecer si el aditivo hace que la resistencia incremente; fue comparado el hormigón normal (estándar) con el hormigón óptimo en la medida de m³, se estableció la diferencia de costos de ambos, dado que con una incorporación de 25% de vidrio reciclado su costo es S/650.05 por m³ frente a S/658.90 para el hormigón estándar, hay una diferencia de S/8.85 por cada m³ esto se debe al bajo costo del aditivo (vidrio reciclado).

VII. RECOMENDACIONES

- 7.1.** Para moler el vidrio, se sugiere utilizar equipos de protección personal y en un área apropiada donde existan procedimientos de seguridad, ya que se trata de un material muy peligroso.
- 7.2.** Se recomienda fomentar el uso a gran escala de vidrio reciclado en obras públicas, esto ayudara a minimizar los efectos negativos que trae la contaminación ambiental en un 10%. Dado que en realidad mejora el impacto ambiental al utilizar estos residuos reciclados.
- 7.3.** Se recomienda utilizar el vidrio reciclado de diferentes procedencias ya que cuenta con características físicas y químicas que se puede ser utilizados en el diseño de mezclas de concreto porque cumplen con normas como MTC, ASTM o ACI respectivamente.
- 7.4.** Se alienta a los estudiantes a realizar investigaciones con características diferentes para un diseño de mezclas distintas con el fin de elegir la dosis requerida y mejorar su resistencia.
- 7.5.** El próximo investigador interesado en esta área deben tener prever que, si se aumentan las proporciones de vidrio, entonces el concreto puede no ser factible, ya que la impermeabilidad del vidrio provoca la absorción de agua por parte de los objetos u otros. Por lo tanto, se deben combinar diferentes porcentajes para encontrar mejorar una mezcla de hormigón dando mejores resultados en los ensayos de laboratorio.
- 7.6.** Se recomienda fomentar la reutilización de otros materiales reciclables como residuos de hormigón en obras públicas y privadas, polvo de carbón, fibra de vidrio que pueden incorporarse como componente del hormigón y pueden mejorar sus propiedades mecánicas, para uso de pavimentos flexible, adoquines, drenaje vertical y edificaciones con el fin de conservar nuestros recursos naturaleza reutilizándolos.

REFERENCIAS

- ACUÑA CÁRDENAS, J.C. y FLORES REÁTEGUI, E., 2021. Evaluación del concreto de alta resistencia con aplicaciones de vidrio reciclado para mejorar la resistencia a la compresión, Tarapoto – 2021. En: Accepted: 2021-08-26T20:38:52Z Company: Universidad César Vallejo Distributor: Universidad César Vallejo Institution: Universidad César Vallejo Label: Universidad César Vallejo publisher: Universidad César Vallejo, Repositorio Institucional - UCV [en línea], [Consulta: 11 diciembre 2021]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/66752>
- AGHAYAN, I., KHAFAJEH, R. y SHAMSAEI, M., 2021. Life cycle assessment, mechanical properties, and durability of roller compacted concrete pavement containing recycled waste materials. *International Journal of Pavement Research and Technology* [en línea], vol. 14, no. 5, pp. 595-606. [Consulta: 5 mayo 2022]. ISSN 1997-1400. DOI 10.1007/s42947-020-0217-7. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s42947-020-0217-7>
- ALCAS RIOFRIO, M.C. y MALDONADO HUARCAYA, J.J., 2021. Diseño estructural del pavimento rígido implementando vidrio reciclado en la avenida San Francisco – San Juan de Lurigancho 2021. En: Accepted: 2022-01-26T12:48:35Z, Repositorio Institucional - UCV [en línea], [Consulta: 1 marzo 2022], Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/77507>
- ALI, B., AHMED, H., HAFEZ, H., BRAHMIA, A., OUNI, M.H.E. y RAZA, A., 2022. Life Cycle Impact Assessment (Cradle-to-Gate) of Fiber-Reinforced Concrete Application for Pavement Use: A Case Study of Islamabad City. *International Journal of Pavement Research and Technology* [en línea], [Consulta: 5 mayo 2022]. ISSN 1997-1400. DOI 10.1007/s42947-021-00129-8. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s42947-021-00129-8>
- ALI, S., SHEIKH, M.N., SARGEANT, M. y HADI, M.N.S., 2020. Influence of Polypropylene and Glass Fibers on Alkali-Activated Slag/Fly Ash Concrete. *ACI Structural Journal* [en línea], vol. 117, no. 4, pp. 183-192. [Consulta: 20 septiembre 2021]. ISSN 08893241. DOI 10.14359/51723509. Disponible en: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=iih&AN=144396367&lang=es&site=eds-live>

BAENA PAZ, G.M.E., 2014. Metodología de la Investigación [en línea]. Primera edición. México: Grupo Editorial Patria. ISBN 978-607-744-003-1. Disponible en:

<https://books.google.com.pe/books?id=6aCEBgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=m%C3%A9todo+de+investigaci%C3%B3n&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwiyrLr25bz2AhUMlmoFHeuOBDcQ6AF6BAgFEAI#v=onepage&q&f=false>

BALAGUERA, A., CARVAJAL, G.I., ALBERTÍ, J. y FULLANA-I-PALMER, P., 2018. Life cycle assessment of road construction alternative materials: A literature review. Resources, Conservation and Recycling [en línea], vol. 132, pp. 37-48. [Consulta: 17 mayo 2022]. ISSN 0921-3449. DOI 10.1016/j.resconrec.2018.01.003. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092134491830003X>

BARBOSA MORENO, A., MAR OROZCO, CARLOS, E. y MOLAR OROZCO, J., 2014. Metodología de la investigación. Métodos y técnicas [en línea]. Primera. España: Grupo Editorial Patria. ISBN 978-607-550-622-7. Disponible en:

https://books.google.com.pe/books?id=e5otEAAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=m%C3%A9todo+de+investigaci%C3%B3n&hl=es-419&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=confiabilidad&f=false

BAZÁN ALCÁNTARA, L. y ROJAS CASIQUE, R., 2018. Comportamiento mecánico del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para pavimento rígido incorporando vidrio reciclado, distrito de Moyobamba, San Martín – 2018. En: Accepted: 2019-04-17T22:25:40Z, Universidad César vallejo [en línea], [Consulta: 31 octubre 2021]. Disponible en:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/31624>

BOLDEN, J., ABU-LEBDEH, T. y FINI, E., 2013. Utilization of Recycled and Waste Materials in Various Construction Applications. American Journal of Environmental Sciences [en línea], vol. 9, no. 1, pp. 14-24. [Consulta: 17 mayo 2022]. ISSN 1558-3910. DOI 10.3844/ajessp.2013.14.24. Disponible en: <https://thescipub.com/abstract/ajessp.2013.14.24>

CHACÓN CARRERA, E.J., 2019. Sistema de gestión ambiental aplicando norma ISO 14001/2015 para disminuir la contaminación de residuos de construcción en Huacrachuco - Huánuco. En: Accepted: 2020-08-31T16:19:43Z, Universidad San Pedro [en línea], [Consulta: 17 mayo 2022]. Disponible en:
<http://repositorio.usanpedro.edu.pe//handle/USANPEDRO/12435>

DE LA VEGA, M., 2022. Perú puede tener un boom en la construcción. Diario el Peruano [en línea]. [Consulta: 17 mayo 2022]. Disponible en: <https://elperuano.pe/noticia/119555-peru-puede-tener-un-boom-en-la-construccion>

EL HOWARY, H.A. y MEHANNY, S.S.F., 2011. Seismic vulnerability evaluation of RC moment frame buildings in moderate seismic zones. Earthquake Engineering & Structural Dynamics [en línea], vol. 40, no. 2, pp. 215-235. [Consulta: 12 marzo 2022]. ISSN 1096-9845. DOI 10.1002/eqe.1016. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/eqe.1016>

FERREYRO, A. y LONGHI, A.L.D., 2014. Metodología de la investigación [en línea]. Córdoba, Argentina: Encuentro Grupo Editor. [Consulta: 24 junio 2021]. Metodología de la investigación. ISBN 978-987-1432-66-0. Disponible en: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=847674&lang=es&site=eds-live>

Glass tissue upgrades laminate flooring. Reinforced Plastics [en línea], 2008. vol. 52, no. 5, pp. 21. [Consulta: 17 mayo 2022]. ISSN 0034-3617. DOI 10.1016/S0034-3617(08)70164-4. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034361708701644>

HAM, J.E. y RAYMOND WELLS, J., 2009. Surface chemistry of dihydromyrcenol (2,6-dimethyl-7-octen-2-ol) with ozone on silanized glass, glass, and vinyl flooring tiles. Atmospheric Environment [en línea], vol. 43, no. 26, pp. 4023-4032. [Consulta: 17 mayo 2022]. ISSN 1352-2310. DOI

- 10.1016/j.atmosenv.2009.05.007. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231009004270>
- HANAMPA MAMANI, J.M., 2020. Evaluación de la vulnerabilidad sísmica a través del método Hirosawa. En: Accepted: 2020-10-28T20:34:01Z [en línea], [Consulta: 10 marzo 2022]. Disponible en:
<https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/3421>
- HASSANEIN, A., MOHAMED, N., FARGHALY, A.S. y BENMOKRANE, B., 2019. Modeling of Hysteretic Response for Concrete Shear Walls Reinforced with Glass Fiber-Reinforced Polymer Bars. ACI Structural Journal [en línea], vol. 116, no. 6, pp. 17-29. [Consulta: 20 septiembre 2021]. ISSN 08893241. DOI 10.14359/51716798. Disponible en:
<https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=iih&AN=139776524&lang=es&site=eds-live>
- HEMMING, R. y CHU, K., 1991. Public Expenditure Handbook : A Guide to Public Expenditure Policy Issues in Developing Countries [en línea]. Washington, D.C.: International Monetary Fund. [Consulta: 22 octubre 2021]. ISBN 978-1-55775-222-2. Disponible en:
<https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=449387&lang=es&site=eds-live>
- HERNÁNDEZ, R. y MENDOZA, C., 2018. Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta [en línea]. 2. México: RUDICS. [Consulta: 26 octubre 2020]. Disponible en:
<http://virtual.cuautitlan.unam.mx/rudics/?p=2612>
- ITEC, 2021. Sostenibilidad - ITeC - Instituto de Tecnología de la Construcción. [en línea]. [Consulta: 5 mayo 2022]. Disponible en:
<https://itec.es/servicios/productos-sostenibles/>
- KRSTIC, M. y DAVALOS, J.F., 2019. Field Application of Recycled Glass Pozzolan for Concrete. ACI Materials Journal [en línea], vol. 116, no. 4, pp. 123-131. [Consulta: 20 septiembre 2021]. ISSN 0889325X. DOI 10.14359/51716716. Disponible en:
<https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=iih&AN=137901180&lang=es&site=eds-live>

- KUMAR, S., SMITH, S.R., FOWLER, G., VELIS, C., KUMAR, S.J., ARYA, S., RENA, null, KUMAR, R. y CHEESEMAN, C., 2017. Challenges and opportunities associated with waste management in India. Royal Society Open Science [en línea], vol. 4, no. 3, pp. 160764. [Consulta: 17 mayo 2022]. DOI 10.1098/rsos.160764. Disponible en <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsos.160764>
- MENDOZA IPARRAGUIRRE, B.M. y WILLCAMASCCO ESPEJO, J.P., 2021. Diseño del pavimento rígido empleando vidrio reciclado en la Avenida LM-797, Pachacamac 2021. En: Accepted: 2021-11-18T23:03:40Z, Repositorio Institucional - UCV [en línea], [Consulta: 1 marzo 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/73737>
- MEYER, C., 2004. Concrete Materials and Sustainable Development in the USA. Structural Engineering International [en línea], vol. 14, no. 3, pp. 203-207. [Consulta: 17 mayo 2022]. ISSN 1016-8664. DOI 10.2749/101686604777963757. Disponible en: <https://doi.org/10.2749/101686604777963757>
- MONTENEGRO CORONEL, H.M. y QUISPE AYALA, A.R., 2019. Diseño de pavimento rígido reforzado con fibra de vidrio en la avenida Quinta Avenida, Lurigancho, Lima, 2019. En: Accepted: 2021-09-28T21:52:49Z, Repositorio Institucional - UCV [en línea], [Consulta: 6 mayo 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/69977>
- NGUYEN, C.T., DO, T.A., HOANG, T.T., TRAN, T.D., NGUYEN, C.T., DO, T.A., HOANG, T.T. y TRAN, T.D., 2021. Evaluación del riesgo de fisuración temprana en zapatas de hormigón de masa de concreto bajo diferentes condiciones de colocación. Revista ingeniería de construcción [en línea], vol. 36, no. 1, pp. 5-13. [Consulta: 21 octubre 2021]. ISSN 0718-5073. DOI 10.4067/S0718-50732021000100005. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0718-50732021000100005&lng=es&nrm=iso&tlneg=en
- PAREDES BENDEZÚ, A., 2019. Análisis de la resistencia a la compresión del concreto $F'c=210$ kg/cm² con adición de vidrio reciclado molido. En: Accepted: 2019-07-03T14:44:22Z, Universidad Nacional de San Martín-

Tarapoto [en línea], [Consulta: 21 septiembre 2021]. Disponible en: <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/3339>

POULIKAKOS, L.D., PAPADASKALOPOULOU, C., HOFKO, B., GSCHÖSSER, F., CANNONE FALCHETTO, A., BUENO, M., ARRAIGADA, M., SOUSA, J., RUIZ, R., PETIT, C., LOIZIDOU, M. y PARTL, M.N., 2017. Harvesting the unexplored potential of European waste materials for road construction. *Resources, Conservation and Recycling* [en línea], vol. 116, pp. 32-44. [Consulta: 6 mayo 2022]. ISSN 0921-3449. DOI 10.1016/j.resconrec.2016.09.008. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344916302415>

QUINTOS CALLUCHI, A.D., 2020. Propiedades mecánicas del concreto adicionando vidrio y PET reciclado en el uso de pavimentos rígidos, Lima 2019. En: Accepted: 2020-12-29T17:17:11Z, Repositorio Institucional - UCV [en línea], [Consulta: 6 mayo 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/50881>

RASHIDIAN-DEZFOULI, H., AFSHINNIA, K. y RANGARAJU, P.R., 2018. Efficiency of Ground Glass Fiber as a cementitious material, in mitigation of alkali-silica reaction of glass aggregates in mortars and concrete. *Journal of Building Engineering* [en línea], vol. 15, pp. 171-180. [Consulta: 30 septiembre 2021]. ISSN 2352-7102. DOI 10.1016/j.jobbe.2017.11.018. Disponible en: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edselp&AN=S2352710217303674&lang=es&site=eds-live>

RUIZ, A.F., PEÑARANDA, C.J., FUENTES, G. y SEMPRUN, M.D., 2020. Análisis comparativo de resultados en el uso de la ceniza de bagazo de caña de azúcar como material sustituyente del cemento portland en el concreto. *Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo* [en línea], vol. 11, no. 2, pp. 8-17. [Consulta: 17 mayo 2022]. ISSN 2216-1872. DOI 10.25213/2216-1872.51. Disponible en: <http://revistas.unitecnar.edu.co/index.php/sth/article/view/51>

SÁNCHEZ, J.C., 2012. Los métodos de investigación [en línea]. Segunda. México: Ediciones Díaz de Santos. ISBN 978-84-9969-391-0. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=YROO_q6-

wzgC&printsec=frontcover&dq=m%C3%A9todo+de+investigaci%C3%B3n&
hl=es-419&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=Validez&f=false

- VASQUEZ SILVA, Y.F. y GIRÓN GAVIDIA, Y.C., 2019. Análisis de la Resistencia del Concreto con Adición de Vidrio Pulverizado. En: Accepted: 2021-11-24T22:53:53Z, Universidad Nacional de Jaén [en línea], [Consulta: 17 mayo 2022]. Disponible en: <http://localhost/jspui/handle/UNJ/244>
- VISHNU, T.B. y SINGH, Kh.L., 2021. A study on the suitability of solid waste materials in pavement construction: A review. International Journal of Pavement Research and Technology [en línea], vol. 14, no. 5, pp. 625-637. [Consulta: 5 mayo 2022]. ISSN 1997-1400. DOI 10.1007/s42947-020-0273-z. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s42947-020-0273-z>
- VIVEK SINGH y RAKESH SAKALE, 2018. The effect of using waste plastic and waste glass on the asphalt pavement properties. IJRET: International Journal of Research in Engineering and Technology, vol. 18, pp. 9. ISSN 2321-7308. Disponible en: <https://doi.org/10.15623/ijret.2018.0702005>

ANEXOS

ANEXO N°1- Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Diseño de concreto con adición de vidrio reciclado	según Hassanein et al. (2019) está compuesta por sustancia sólida, fundida, amorfa, dura y quebradiza que es un complejo químico de silicatos sólidos y cal. Mientras el silicato de SiO ₂ forma el elemento ácido que proviene de la arena de silicio limpia y seca. Denominándose el vidrio reciclado como el proceso mediante el cual se extrae el vidrio de desecho del flujo de desechos para utilizar su potencial de recombinación como materia prima para la producción de nuevos productos.	Para poder obtener las propiedades fisicoquímicas y mecánicas del vidrio se reciclará el vidrio al 100% donde su recolección se realizó en diversas instalaciones de ciudad La Banda de Shilcayo, como el basurero municipal, tiendas vidrierías, etc. Donde se realizó su limpieza para después separarla de la materia orgánica, por consiguiente, se molido y se tamiza en donde en el experimento se aplicó el 15%, 25%, y 35% de vidrio reciclado para posteriormente proceder a su fabricación en un determinado molde (Balaguera et al. 2018)	Propiedades físicas y químicas del vidrio reciclado.	Contenido de humedad Peso específico y absorción Granulometría	Razón
			Características físicas y mecánicas de los agregados de la mezcla de concreto de alta resistencia.	Densidad Masa molar Solubilidad en el agua	
			Proporción del diseño de la mezcla del concreto de alta resistencia	Relación entre agua y cemento Cantidad de vidrio reciclado a emplear 0%, 15%, 25% y 35%	
Resistencia a la compresión del concreto	Según Hemming y Chu (1991) esta es la respuesta que se alcanza cuando el concreto es sometido a fuerzas de compresión y flexión por los ensayos especificados en la Norma NTP, con referenciación a la Norma ASTM y AASHTO.	Para ejecutar dichos resultados se tuvo que obtener agregados de la cantera del Río Cumbaza donde fueron sometidos a ensayos acordes al NTP con la finalidad de obtener las proporciones elementales en el diseño de mezcla al incorporar vidrio reciclado molido para analizar su resistencia a la compresión y flexión (Krstic y Davalos 2019).	Resistencia a la compresión con aplicación de vidrio	reciclado al 0%, 15%, 25% y 35%. Rotura de los especímenes de concreto a los 7,14 y 28 días	
			Estudio económico	Análisis de metrados y costos unitarios nivel de daño	

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Técnica e Instrumentos						
<p>Problema general</p> <p>¿Cuál será la incorporación del vidrio reciclado que mejore el comportamiento mecánico del concreto en pavimento rígido incorporado al vidrio reciclado, La Banda de Shilcayo 2022?</p> <p>Problemas específicos:</p> <p>¿Cuáles serán las propiedades físicas y químicas del vidrio reciclado para mejorar la compresión del concreto de mayor resistencia?,</p> <p>¿cuáles son las propiedades físicas y mecánicas de los agregados de la mezcla del concreto de mayor resistencia?</p> <p>¿Cuáles serán la resistencia a la compresión del concreto de mayor resistencia y del concreto con aplicación de vidrio reciclado al 0,15, 25 y 35% como reemplazo parcial del agregado fino? ¿cuál será el costo de un metro cúbico del concreto de mayor resistencia con porcentaje óptimo de vidrio reciclado?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Analizar la incorporación del vidrio reciclado que mejore el comportamiento mecánico del concreto en pavimento rígido incorporado al vidrio reciclado, La Banda de Shilcayo 2022.</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>Analizar sus propiedades físicas y químicas del vidrio reciclado en mejora de la resistencia a la compresión del concreto de mayor resistencia de 350kg/cm2.</p> <p>Conocer cuáles son las propiedades físicas y mecánicas de los agregados de la mezcla de concreto de alta resistencia de 350kg/cm2. Comparar su resistencia a la compresión del concreto de mayor resistencia y del concreto con adición del vidrio reciclado entre un 0, 15, 25 y 35% reemplazo parcialmente el agregado fino, Comparar el costo de un metro cúbico de concreto de mayor resistencia con porcentaje óptimo vidrio reciclado.</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>Hi: La incorporación del vidrio reciclado a partir del 25 hasta 35% si eleva su resistencia a la compresión del concreto de alta resistencia en mejora del comportamiento mecánico del concreto $f_c = 373.45\text{kg/cm}^2$ para pavimento rígido en el distrito de La Banda de Shilcayo 2022.</p> <p>Hipótesis específicas</p> <p>H1: Las propiedades físicas y químicas del vidrio reciclado nos permitirá mejorar la compresión del concreto de mayor resistencia,</p> <p>H2: Las propiedades físicas y mecánicas de los agregados de una mezcla del concreto simple, nos permitirá mejorar la resistencia a compresión.</p> <p>H3: Comparando el concreto de mayor resistencia y del concreto con adición de vidrio reciclado entre 0, 15, 25 y 35%, en reemplazo del agregado fino nos permite conocer asertivamente al comportamiento de este aditivo</p> <p>H4: El costo de un metro cúbico de concreto de alta resistencia con porcentaje óptimo de vidrio reciclado es efectivo.</p>	<p>Técnica</p> <p>Observación:</p> <p>Consiste en prestar atención a los sucesos con el objeto de registrarlos para posteriormente someterlos a un procedimiento de análisis.</p> <p>Instrumentos</p> <p>Ficha técnica:</p> <p>Instrumento para la recopilación de datos.</p>						
Diseño de investigación	Población y muestra	Variables y dimensiones							
<p>Enfoque cuantitativo, Tipo de investigación aplicado, Diseño experimental, pre experimental, de corte longitudinal.</p> <p>Causa – Variable - Independiente - Vidrio reciclado</p> <p>Efecto - Variable Dependiente - Resistencia a la</p> <p>GE: Grupo experimental con adición de vidrio reciclado (botellas, mamparas, ventanas, etc.).</p> <p>GC: Grupo de control (mezcla de concreto simple sin adición de vidrio reciclado)</p> <p>X1: (mezcla de concreto simple con adición al 15% vidrio reciclado) - X2: (mezcla de concreto simple con adición al 25% vidrio reciclado) - X3: (mezcla de concreto simple con adición al 35% vidrio reciclado)</p> <p>O1, O2, O3: Observación (7 días, 14 días y 28 días)</p>	<p>Población - En la determinación de su población a estudiar estuvo conformado por el concreto $F_c = 350\text{ kg/cm}^2$ donde se añadirá un porcentaje de vidrio reciclado triturado compuesto por sodio-calcio</p> <p>La muestra fue representada por 36 probetas cilíndricas entre 6" x 12" conformado por concreto de elevada resistencia donde nueve son empleados con 0% de vidrio reciclado, para los restante veintisiete se añadió vidrio reciclado molido en intercambio del agregado entre el 15, 25 y 35%, donde se empezaron a evaluar en base a 7 días, 14 días y 28 días a través del ensayo de su resistencia a la compresión de testigo cilíndrico y ensayo de resistencia a la flexión del concreto en vigas de apoyo simple cargadas a un tercio de tramo</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="1368 906 1576 943">Variables</th> <th data-bbox="1576 906 2018 943">Dimensiones</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1368 943 1576 1182">Diseño de concreto con adición de vidrio reciclado</td> <td data-bbox="1576 943 2018 1182"> Propiedades físicas y químicas Del vidrio reciclado. Características físicas y mecánicas de los agregados de la mezcla de concreto de alta resistencia. Proporción del diseño de la mezcla del concreto de alta resistencia </td> </tr> <tr> <td data-bbox="1368 1182 1576 1321">Resistencia a la compresión del concreto</td> <td data-bbox="1576 1182 2018 1321"> Resistencia a la compresión con aplicación de vidrio reciclado al 0%, 15%, 25% y 35%. Estudio económico </td> </tr> </tbody> </table>	Variables	Dimensiones	Diseño de concreto con adición de vidrio reciclado	Propiedades físicas y químicas Del vidrio reciclado. Características físicas y mecánicas de los agregados de la mezcla de concreto de alta resistencia. Proporción del diseño de la mezcla del concreto de alta resistencia	Resistencia a la compresión del concreto	Resistencia a la compresión con aplicación de vidrio reciclado al 0%, 15%, 25% y 35%. Estudio económico	
Variables	Dimensiones								
Diseño de concreto con adición de vidrio reciclado	Propiedades físicas y químicas Del vidrio reciclado. Características físicas y mecánicas de los agregados de la mezcla de concreto de alta resistencia. Proporción del diseño de la mezcla del concreto de alta resistencia								
Resistencia a la compresión del concreto	Resistencia a la compresión con aplicación de vidrio reciclado al 0%, 15%, 25% y 35%. Estudio económico								

Instrumentos de recolección de datos

Técnica	Instrumentos	Fuente
Ensayo de granulometría	Ficha de registro	NTP 400.012 ASTM C 136
Ensayo del contenido de humedad	Ficha de registro	NTP 339.185 ASTM C- 566
Ensayo del peso específico y absorción (A.F)	Ficha de registro	NTP 400.022 ASTM C- 128
Ensayo del peso específico y absorción (A.G)	Ficha de registro	NTP 400.017 ASTM C- 29
Ensayo del peso unitario (A.F) Y (A.G)	Ficha de registro	NTP 339.034 ASTM C- 39
Ensayo de resistencia a compresión (probetas de concreto).	Ficha de registro	

INFORME TECNICO

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO



PROYECTO

"EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO EN PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORADO AL VIDRIO RECICLADO, LA BANDA DE SHILCAYO 2022"

SOLICITANTE

RAMIREZ VEGA, JHOR KENEDY, VILCHEZ ATENCIO, ANA MARGARITA

JUNIO 2022

INFORME DE LABORATORIO

PROYECTO : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO EN PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORADO AL VIDRIO RECICLADO, LA BANDA DE SHILCAYO 2022"

UBICACIÓN : **DISTRITO :** Tarapoto
PROVINCIA : San Martín
REGION : San Martín

ASUNTO : Diseño del concreto simples, con sustitución del agregado fino por vidrio reciclado

FECHA : Tarapoto – 14 de JUNIO del 2022

1. GENERALIDADES

El ensayo de la compresión del concreto es un método utilizado, con frecuencia para verificar si el concreto utilizado en obras civiles, logra los requerimientos y especificaciones de acuerdo a las proporciones determinadas en el diseño de mezcla, este ensayo se considera un método destructivo, debido a la rotura de probetas para determinar su resistencia a la compresión entre otros ensayos.

2. OBJETIVO DE LOS TRABAJOS

El objetivo del presente trabajo es mostrar los resultados de laboratorio la base de la resistencia de soluciones de las proporciones de concreto con calicatas de $f=350 \text{ kg/cm}^2$ y proporciones de concreto con calidades de $f_c= 350 \text{ kg/cm}^2$ incorporado vidrio reciclado en remplazo parcial a la arena gruesa en los 7, 14 y 28 días.

3. SIGNIFICADO Y USO

CEMENTO

El cemento empleado para la preparación del concreto deberá cumplir con los requisitos de las especificaciones ITINTEC para cementos.

El cemento utilizado para los diseños de mezcla del proyecto es del tipo Cemento Portland Tipo I. Se puede utilizar en obras de concreto simple, concreto armado en general, pavimentos y cimentaciones, mortero, especialmente para tarrajeo y asentado de unidades de albañilería.

Tabla N° 01 ENSAYOS DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO

ENSAYO	NORMA	NTP
PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADOS	ASTM C 127-128	400.022
ANALISIS GRANLOMETRICO	ASTM C 33-83	400.012
PESO UNITARIOS DE AGREGADOS	ASTM C 29	400.017
DISEÑO DE MEZCLAS	ACI 211	-
PRUEBA DE COMPRESION	C-39	339.034

AGUA DE MEZCLA

El agua que será empleada en la preparación del concreto deberá cumplir con los requisitos de la Norma NTP 339.088 y ser, de **preferencia potable**.

La Norma Peruana NTP 339.088 considera aptas para la preparación y curado del concreto, aquellas aguas cuyas propiedades y contenidos de sustancias disueltas están comprendidos dentro de los siguientes límites:

DESCRIPCIÓN	LIMITE PERMISIBLE
Sólidos en suspensión (residuo)	5,000 ppm Máximo
Materia Orgánica	3 ppm Máximo
Alcalinidad (NaHCO ₃)	1,000 ppm Máximo
Sulfatos (ión SO ₄)	600 ppm Máximo
Cloruros (ión Cl ⁻)	1,000 ppm Máximo
pH	5 a 8 Máximo

Límites permisibles para el agua de mezcla y curado según la norma NTP 339.088

El agua a utilizarse en la preparación de los concretos proviene de las fuentes de agua potable del mismo distrito.

AGREGADOS PARA EL CONCRETO

Los agregados finos y grueso según la norma ASTM C-33, Y NTP 400.037 deberán cumplir con las *GRADACIONES* establecidas en la NTP 400.012, respectivamente.

Agregado fino (Arena)

Tamiz	% Pasa por los tamices normalizados
	C
9.5 mm (3/8")	100
4.75 mm (N°4)	95 – 100
2.38 mm (N°8)	80 – 100
1.20 mm (N° 16)	50 – 85
0.60 mm (N° 30)	25 – 60
0.30 mm (N° 50)	10 – 30
0.15 mm (N° 100)	2 – 10

Agregado grueso (Piedra)

Para obtener un buen agregado grueso y que cumplan con las características físicas y el uso granulométrico se realizó, la mezcla de 100% de Agregado Grueso de tamaño máximo nominal 1".

Tamaño Nominal	% Pasa por los tamices normalizados												
	100mm (4")	90mm (3 5/8")	75mm (3")	63mm (2 1/2")	50mm (2")	37.5mm (1 1/2")	25mm (1")	19mm (3/4")	12.5mm (1/2")	9.5mm (3/8")	4.75mm (N°4)	2.36mm (N°8)	1.18mm (N°16)
90 mm a 37.5 mm (3 1/2" a 1 1/2")	100	90 a 100	—	25 a 60	—	0 a 15	—	0 a 5	—	—	—	—	—
63 mm a 37.5 mm (2 1/2" a 1 1/2")	—	—	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	—	0 a 5	—	—	—	—	—
50 mm a 25 mm (2" a 1")	—	—	—	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	—	0 a 5	—	—	—	—
50 mm a 4.75 mm (2" a N°4)	—	—	—	100	95 a 100	—	35 a 70	—	10 a 30	—	0 a 5	—	—
37.5 mm a 19 mm (1 1/2" a 3/4")	—	—	—	—	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	—	0 a 5	—	—	—
37.5 mm a 4.75 mm (1 1/2" a N°4)	—	—	—	—	100	95 a 100	—	35 a 70	—	10 a 30	0 a 5	—	—
25 mm a 12.5 mm (1" a 1/2")	—	—	—	—	—	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	—	—	—
25 mm a 9.5 mm (1" a 3/8")	—	—	—	—	—	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	—	—
25 mm a 4.75 mm (1" a N°4)	—	—	—	—	—	100	95 a 100	—	25 a 65	—	0 a 10	0 a 5	—
19 mm a 9.5 mm (3/4" a 3/8")	—	—	—	—	—	—	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	—	—
19 mm a 4.75 mm (3/4" a N°4)	—	—	—	—	—	—	100	90 a 100	—	20 a 55	0 a 10	0 a 5	—
12.5 mm a 4.75 mm (1/2" a N°4)	—	—	—	—	—	—	—	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	—
9.5 mm a 2.36 mm (3/8" a N°8)	—	—	—	—	—	—	—	—	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5

Nota: Se permite el uso de agregados que no cumplan con las gradaciones especificadas, siempre y cuando existan estudios calificados a satisfacción de las partes, que aseguren que el material producirá concretos con la calidad requerida.

4. CANTERAS

El material dispuesto para la elaboración de concretos será Agregado grueso proveniente del río Huallaga y arena gruesa del río Cumbaza.

5. PROCEDIMIENTO

La evaluación del estudio se realizó en la ciudad de La Banda de Shilcayo, en primer lugar, se tuvo que reciclar vidrios procedentes de mamparas, botellas de bebidas, ventadas etc. compuestas por sodio-calcio de lugares como tiendas comerciales, vidrieras, discotecas, botaderos entre otros. Después de recolectarlos se depositaron en sacos cubiertos con forro de cartón, trasladándolos al laboratorio contratado en donde se los lavo cuidadosamente para despojar de cualquier impureza y posteriormente de trituro con morteros, pasando luego selección por su forma y tamaño, para utilizar tamices entre 3/8", # 4, # 8, # 16, # 30, # 50, #100, empleándose el tamiz #4 y retenido por #50 el cual el vidrio triturado reemplazará el agregado fino en la elaboración del concreto.

Después de adquirir el cemento Portland Tipo I de marca Pacasmayo, luego para la piedra chancada fue de 1/2 "3/4" de la cantera del río más cercano fue de Cumbaza donde se sustrajo el agregado fino en donde se realizó los ensayos de áridos gruesos y finos; además humedad, peso, absorción entre otros. Posteriormente se determinó el diseño del concreto para su resistencia entre 210 Kg / cm². Dado los porcentajes de tales materiales para su correcta dosificación, se contemplaron las probetas y las vigas donde se realizaron aplicando el procedimiento ASTM C-31, en tal elaboración se emplearon probetas cilíndricas de 15 cm diámetro y 30 cm altura. Su encofrado fue frecuentemente limpiado evitando residuos y contaminación del hormigón, además se empleó el encofrado de vigas con longitud 50 cm y 15 cm altura, para posteriormente ser pesados de acuerdo a su dosificación del concreto.

Por su parte se prepararon moldes, tomando en cuenta el componente del vidrio procesado entre el 15, 25 y 35% en remplazó del agregado fino para su procedimiento. Mientras el hormigón será depositado en prismas rectangulares y tubos de ensayos en 3 capas, donde se friccionará veinticinco veces con una barra de acero que sirve para separar las burbujas de aire, con pequeños golpes con martillo para que se asiente por último se colocan las muestras reposando un tiempo de 24 horas en la cura de los tubos de ensayo y 48 horas en curar los prismas rectangulares.

Finalizando los días, se despojaron y trasladaron a recipientes llenos de agua para curar entre los 7, 14 y 28 días, al culminar la curación se finalizará con las pruebas de resistencia a la compresión en las probetas y pruebas de rotura de su resistencia a la flexión de acuerdo a la normatividad (MTC E704) y (MTC E-711) respectivamente en los prismas rectangulares. Asumiendo los datos obtenidos se procesaron con programa

Microsoft Excel analizadas en tablas, gráficos, mostrando el porcentaje adecuado sustituyendo la arena por vidrio reciclado molido.

Tabla 1 Propiedades físicas del vidrio reciclado

Propiedad	Unidad	Valor
Densidad	g/cm ³	2.04
Diámetro	mm	2.79
Peso específico	g/cm ³	2.46 - 2.51
Resistencia a la tensión	Mpa	324.90
Lajas	%	1
Permeabilidad	cm/seg	~6.11 ⁻²

La composición de sus propiedades físicas del vidrio reciclado reflejó que fue un aditivo con densidad de 2.04 g/cm³, con diámetro de 2.79 mm, con peso específico entre 2.46 - 2.51 g/cm³, de resistencia a la tensión con 324.90 Mpa, lajas con 1% y su permeabilidad entre ~6.11⁻² cm/seg.

Tabla 2 Propiedades químicas del vidrio reciclado

Propiedad	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
Peso molecular	60,04	101,93	159,67	56,04	40,31
Dilatación	0,266	1,665	1,334	1,666	0,032
Tensión superficial	326	597	501	493	576
Densidad a1	0,453	0,38	0,16	0,176	0,26
Densidad a2				0,002	0,004
Índice de refracción	1,457	1,52	1,876	1,786	1,6
Módulo elasticidad	6,7	11,3	5,22	11,16	9,3
Resistencia mecánica	900	500	900	2000	100
Viscosidad	1860,86	695,72	-382,3	-1100,60	-594,7

La composición de sus propiedades químicas del vidrio reciclado reflejó en porcentajes un peso molecular de 60,04 con SiO₂, además con un 101,93 de Al₂O₃; un 159,67 su Fe₂O₃; obtuvo 56,04 de CaO y un 40,32 de MgO. Por su parte en la dilatación mostro un 0,266 del SiO₂; además con un 1,665 de Al₂O₃; su Fe₂O₃ obtuvo 1,334, un 1,666 de CaO y un 0,032 de MgO. Así mismo su tensión superficial mostro un 326 del SiO₂; además con un 597 de Al₂O₃; su Fe₂O₃ obtuvo 501, un 493 de CaO y un 576 de MgO.

Por su parte, la densidad a1 mostro un 0,453 del SiO₂; además con un 0,38 de Al₂O₃; su Fe₂O₃ obtuvo 0,16, un 0,176 de CaO y un 0,26 de MgO. También su densidad a2 mostro un 0,002 de CaO y un 0,004 de MgO. Así mismo su Índice de refracción mostro un 1,457 del SiO₂; además con un 1,52 de Al₂O₃; su Fe₂O₃ obtuvo 1,876, un 1,786 de CaO y un 1,6 de MgO. Así mismo su modulo elasticidad mostro un 6,7 del SiO₂; además con un 11,3 de Al₂O₃; su Fe₂O₃ obtuvo 5,22, un 11,16 de CaO y un 9,3 de MgO. Resistencia mecánica mostro un 900 del SiO₂; además con un 500 de Al₂O₃; su Fe₂O₃ obtuvo 900, un 2000 de CaO y un 100 de MgO. Viscosidad mostro un 1860,86 del SiO₂; además con un 695,72 de Al₂O₃; su Fe₂O₃ obtuvo -382,3, un -1100,60 de CaO y un -594,7 de MgO.

Tabla 3: Categoría según volumen de tránsito

CATEGORIA	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE
BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO	De 150001	A 300000	TP1
DE 150,001 A 1'000,000 EE	De 300001	A 500000	TP2
CAMINOS QUE TIENEN UN TRAFICO	De 500001	A 750000	TP3
	De 750001	A 1000000	TP4
	De 1000001	A 1500000	TP5
COMPREDIDO ENTRE	De 1500001	A 3000000	TP6
	De 3000001	A 5000000	TP7
	De 5000001	A 7500000	TP8
1'000,000 Y 30'000,000 EE	De 7500001	A 10000000	TP9
	De 10000001	A 12500000	TP10
	De 12500001	A 15000000	TP11
	De 15000001	A 20000000	TP12
	De 20000001	A 25000000	TP13
	De 25000001	A 30000000	TP14

Fuente: AASTHO

Tabla 4: Desviación Estándar (S0)

CONDICION DE DISEÑO	DESVIACIÓN ESTANDAR	
	PAV. RÍGIDO	PAV. FLEXIBLE
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores en el tránsito.	0.30	0.40
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento con errores en el tránsito.	0.40	0.50

Fuente: AASTHO

Tabla 5: Factor de Confiabilidad (R)

TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		NIVEL DE CONFIABILIDAD
TP1	De 150001	A 300000	70%
TP2	De 300001	A 500000	75%
TP3	De 500001	A 750000	80%
TP4	De 750001	A 1000000	80%
TP5	De 1000001	A 1500000	85%
TP6	De 1500001	A 3000000	85%
TP7	De 3000001	A 5000000	85%
TP8	De 5000001	A 7500000	90%
TP9	De 7500001	A 10000000	90%
TP10	De 10000001	A 12500000	90%
TP11	De 12500001	A 15000000	90%
TP12	De 15000001	A 20000000	90%
TP13	De 20000001	A 25000000	90%
TP14	De 25000001	A 30000000	90%

Fuente: AASTHO

Tabla 6: Índice de serviciabilidad inicial (P0)

TIPO DE TRAFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EE		INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (P0)
TP1	De 150001	A 300000	4.1
TP2	De 300001	A 500000	4.1
TP3	De 500001	A 750000	4.1
TP4	De 750001	A 1000000	4.1
TP5	De 1000001	A 1500000	4.3
TP6	De 1500001	A 3000000	4.3
TP7	De 3000001	A 5000000	4.3
TP8	De 5000001	A 7500000	4.3
TP9	De 7500001	A 10000000	4.3
TP10	De 10000001	A 12500000	4.3
TP11	De 12500001	A 15000000	4.3
TP12	De 15000001	A 20000000	4.5
TP13	De 20000001	A 25000000	4.5
TP14	De 25000001	A 30000000	4.5

Fuente: AASTHO

Tabla 7: Índice de serviciabilidad final (Pt)

TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (PF)
TP1	De 150001	A 300000	2.0
TP2	De 300001	A 500000	2.0
TP3	De 500001	A 750000	2.0
TP4	De 750001	A 1000000	2.0
TP5	De 1000001	A 1500000	2.5
TP6	De 1500001	A 3000000	2.5
TP7	De 3000001	A 5000000	2.5
TP8	De 5000001	A 7500000	2.5
TP9	De 7500001	A 10000000	2.5
TP10	De 10000001	A 12500000	2.5
TP11	De 12500001	A 15000000	2.5
TP12	De 15000001	A 20000000	3.0
TP13	De 20000001	A 25000000	3.0
TP14	De 25000001	A 30000000	3.0

Fuente: AASTHO

Tabla 8: Modulo de Transferencia de Carga (J)

TIPO DE BERMA	MODULO DE TRANSFERENCIA DE CARGA			
	GRANUAR O A	SFALTICA	CONCRETO HIDRÁULICO	
VALORES J	CON PASADORES	SIN PASADORES	CON PASADORES	SIN PASADORES
	2.7	3.8-4.4	2.8	3.8

Fuente: AASTHO

Tabla 9: Coeficiente de Drenaje (Cd)

Cd CALIFICACIÓN	Tiempo transcurrido para que el suelo libere el de su agua libre	Porcentaje de tiempo en que la estructura del pavimento esta expuesto a niveles de humedad cercanas a la saturación			
		< 1%	1 - 5%	5 - 25%	>25%
EXCELENTE	2 horas	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
BUENO	1 día	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
REGULAR	1 semana	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
POBRE	1 mes	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
MUY POBRE	Nunca	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70



geogreen
tec
Ing. Augusto Sanchez Ramirez
CIP. 11000
GERENTE DE OPERACIONES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO

Material: Agregado fino

Peso inicial húmedo (g): 792.6

Peso inicial seco (g); 780.6

Cantera: Trapiche

% W= 1.5

MF= 2.93

Tabla 10: Análisis granulométrico de agregado fino

Mallas	Abertura (mm)	Material Retenido		% Acumulados		Especificaciones	
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	ASTM C 33	
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.50	0.00		0.00	100.00	100	
Nº4	4.76	6.8	0.9	0.9	99.1	95	- 100
Nº8	2.38	115.8	14.8	15.7	84.3	80	- 100
Nº 16	1.19	186.9	23.9	39.6	60.4	50	- 85
Nº 30	0.60	192.5	24.7	64.3	35.7	25	- 60
Nº 50	0.30	128.5	16.5	80.8	19.2	05	- 30
Nº 100	0.15	86.9	11.1	91.9	8.1	0 - 10	
FONDO		63.2	8.1	100.0	0.0	0 - 0	

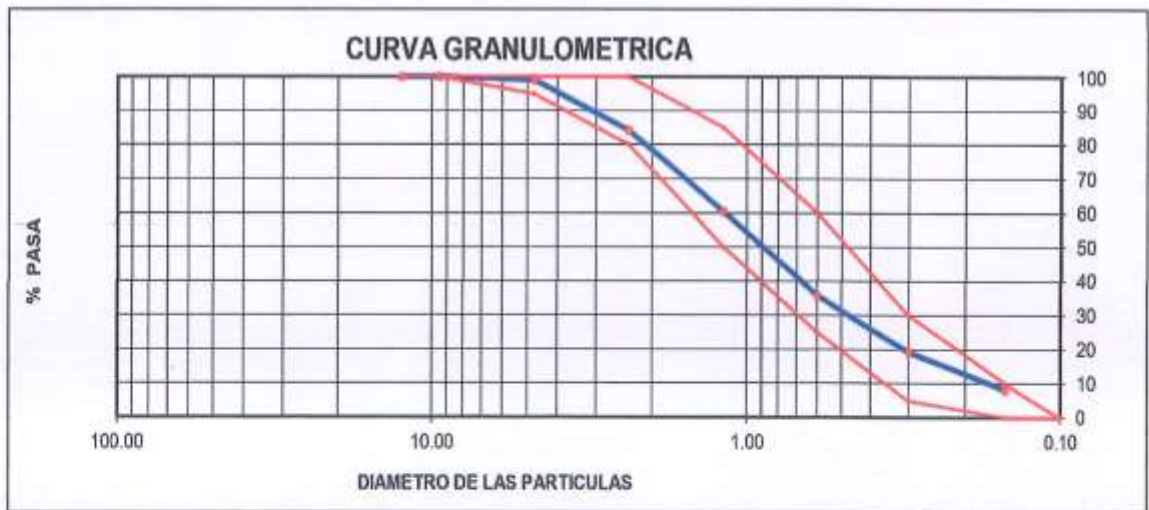


Figura N° 1: Curva Granulométrica del agregado fino

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO

Material: Agregado grueso

Peso inicial húmedo (g): 1832.00

Peso inicial seco (g): 1830.00

Cantera: Trapiche

% W= 0.1

MF= 6.83

Tabla 11: Análisis granulométrico de agregado grueso

Mallas	Abertura (mm)	Material Retenido		% Acumulados Retenido	Pasa	Especificaciones HUSO # 67
		(g)	(%)			
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	24.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100
3/4"	19.05	85.0	4.6	4.6	95.4	90 - 100
1/2"	12.50	896.0	49.0	53.6	46.4	---
3/8"	9.53	458.0	25.0	78.6	21.4	20 - 55
Nº 4	4.76	390.0	21.3	99.9	0.1	0 - 10
Nº 8	2.38	1.0	0.1	100.0	0.0	0 - 5
Nº 16	1.18	0.0	0.0	100.0	0.0	
FONDO		0.0	0.0			

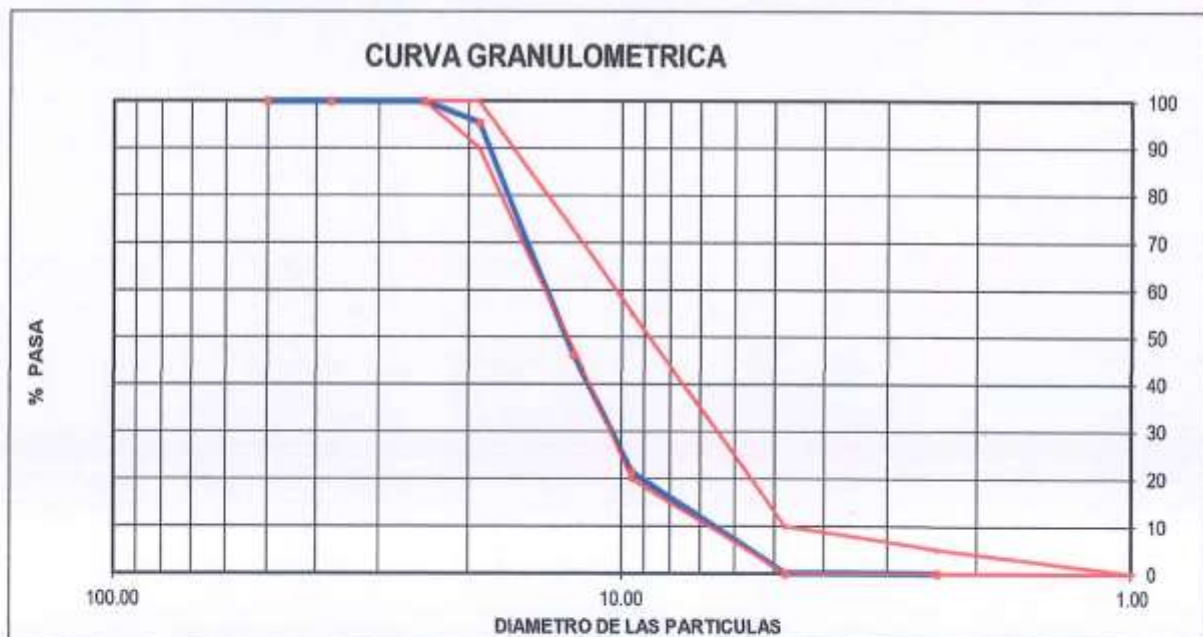


Figura N° 2: Curva Granulométrica del agregado grueso

ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO – PATRON

Tabla 12: Ensayo a compresión de concreto (patrón)

Identificación de espécimen	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad en días	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F'c Diseño kg/cm ²	% F'c
Patrón	04/06/2022	11/06/2022	7	15781.0	78.5	350.9	350.00	95.7
Patrón	04/06/2022	11/06/2022	7	15968.0	78.5	353.3	350.00	96.8
Patrón	04/06/2022	11/06/2022	7	16586.0	78.5	311.2	350.00	100.6
Patrón	04/06/2022	18/06/2022	14	20984.0	78.5	367.2	350.00	127.2
Patrón	04/06/2022	18/06/2022	14	20780.0	78.5	364.6	350.00	126.0
Patrón	04/06/2022	18/06/2022	14	20561.0	78.5	361.8	350.00	124.7
Patrón	04/06/2022	02/07/2022	28	21362.0	78.5	372.0	350.00	129.5
Patrón	04/06/2022	02/07/2022	28	21325.0	78.5	371.5	350.00	129.3
Patrón	04/06/2022	02/07/2022	28	21621.0	78.5	375.3	350.00	131.1

ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO – 15% VIDRIO REICLADO

Tabla 13: Ensayo a compresión de concreto del 15% del vidrio reciclado

Identificación de espécimen	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad en días	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F'c Diseño kg/cm ²	% F'c
15% vidrio reciclado	04/06/2022	11/06/2022	7	15781.0	78.5	300.9	350.00	95.7
15% vidrio reciclado	04/06/2022	11/06/2022	7	18029.0	78.5	329.6	350.00	109.3
15% vidrio reciclado	04/06/2022	11/06/2022	7	17914.0	78.5	328.1	350.00	108.6
15% vidrio reciclado	04/06/2022	18/06/2022	14	21453.0	78.5	373.1	350.00	130.1
15% vidrio reciclado	04/06/2022	18/06/2022	14	21873.0	78.5	378.5	350.00	132.6
15% vidrio reciclado	04/06/2022	18/06/2022	14	21185.0	78.5	369.7	350.00	128.4
15% vidrio reciclado	04/06/2022	02/07/2022	28	22361.0	78.5	384.7	350.00	135.6
15% vidrio reciclado	04/06/2022	02/07/2022	28	22469.0	78.5	386.1	350.00	136.2
15% vidrio reciclado	04/06/2022	02/07/2022	28	22315.0	78.5	384.1	350.00	135.3

ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO – 25% VIDRIO RECICLADO

Tabla 14: Ensayo a compresión de concreto del 25% del vidrio reciclado

Identificación de espécimen	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad en días	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F'c Diseño kg/cm ²	% F'c
25% de vidrio reciclado	04/06/2022	11/06/2022	7	15781.0	78.5	300.9	350.00	95.7
25% de vidrio reciclado	04/06/2022	11/06/2022	7	18029.0	78.5	329.6	350.00	109.3
25% de vidrio reciclado	04/06/2022	11/06/2022	7	17914.0	78.5	328.1	350.00	108.6
25% de vidrio reciclado	04/06/2022	18/06/2022	14	21453.0	78.5	373.1	350.00	130.1
25% de vidrio reciclado	04/06/2022	18/06/2022	14	21873.0	78.5	378.5	350.00	132.6
25% de vidrio reciclado	04/06/2022	18/06/2022	14	21185.0	78.5	369.7	350.00	128.4
25% de vidrio reciclado	04/06/2022	02/07/2022	28	22361.0	78.5	384.7	350.00	135.6
25% de vidrio reciclado	04/06/2022	02/07/2022	28	22469.0	78.5	386.1	350.00	136.2
25% de vidrio reciclado	04/06/2022	02/07/2022	28	22315.0	78.5	384.1	350.00	135.3

ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO – 35 % VIDRIO RECICLADO

Tabla 15: Ensayo a compresión de concreto del 35% del vidrio reciclado

Identificación de espécimen	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad en días	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F'c Diseño kg/cm ²	% F'c
35% vidrio reciclado	04/06/2022	11/06/2022	7	15433.0	78.5	396.5	350.00	93.6
35% vidrio reciclado	04/06/2022	11/06/2022	7	15486.0	78.5	397.2	350.00	93.9
35% vidrio reciclado	04/06/2022	11/06/2022	7	15312.0	78.5	395.0	350.00	92.8
35% vidrio reciclado	04/06/2022	18/06/2022	14	18168.0	78.5	331.3	350.00	110.2
35% vidrio reciclado	04/06/2022	18/06/2022	14	18497.0	78.5	335.5	350.00	112.1
35% vidrio reciclado	04/06/2022	18/06/2022	14	18494.0	78.5	335.5	350.00	112.1
35% vidrio reciclado	04/06/2022	02/07/2022	28	20125.0	78.5	356.2	350.00	122.0
35% vidrio reciclado	04/06/2022	02/07/2022	28	20384.0	78.5	359.5	350.00	123.6
35% vidrio reciclado	04/06/2022	02/07/2022	28	20179.0	78.5	356.9	350.00	122.3

La resistencia a la compresión del concreto de alta resistencia y del concreto con aplicación de vidrio reciclado entre 0, 15, 25 y 35% respectivamente donde se detalla en la siguiente tabla 7.

Tabla 16 Resultados de la resistencia a la compresión.

% vidrio reciclado	Resistencia entre 7 días (kg/cm ²)	Resistencia entre 14 días (kg/cm ²)	Resistencia entre 28 días (kg/cm ²)
0%	258.32	297.93	350.27
	258.37	298.06	350.12
	258.26	298.06	350.33
15%	255.74	294.63	354.71
	255.91	294.33	354.46
	255.71	294.27	354.59
25%	282.08	318.87	373.36
	281.97	318.66	373.53
	282.16	318.94	373.44
35%	257.09	296.82	346.33
	256.96	296.93	346.56
	257.13	296.85	346.61

El concreto patrón endurece los 7, 14 y 28 días donde su resistencia siempre está muy por encima de los valores aceptables, reflejando un comportamiento ideal en un concreto a la hora de trabajar sobre cualquier estructura. Mientras tanto se obtuvo el concreto con adición de vidrio reciclado en un 15%, donde su resistencia a la compresión entre 7, 14 y 28 días fue aumento pero se pudo resaltar que, por debajo del concreto patrón solo entre los 7 y 14 días, al adicionar fibra de vidrio entre un 25%, su resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días de igual manera se va incrementando, mientras por arriba del concreto con adición entre el 15% de vidrio reciclado, puede observar de igual forma se superando al concreto patrón. El último ensayo reflejo que al agregar vidrio reciclado al 35%, su resistencia a la compresión entre los 7, 14 y 28 días, disminuye y es menor que el concreto con la adición de un 25% de vidrio reciclado y por lo tanto menor que el concreto patrón, mostrándose que al pasar del 25% a la adición de vidrio reciclado, la resistencia a la compresión del concreto tiende a disminuir, donde todos los ensayos se tuvieron que realizar su respectiva ruptura de probetas.

Tabla 17 Comparación económica del concreto patrón y del concreto óptimo 25% de vidrio reciclado.

Material	Und.	P.u.	Patrón f'c=350kg/cm ²		25% vidrio reciclado	
			Cantidad	Costo S/.	Cantidad	Costo S/.
Cemento	Bolsa/m ³	27.00	11.98	323.46	11.98	323.46
Vidrio reciclado	kg	1.00	0	0	0.150	0.15
Agregado grueso	m ³	100.00	1.065	106.50	1.065	106.50
Agregado fino	m ³	60.00	0.599	35.94	0.499	26.94
Agua	l	1.00	193.00	193.00	193	193.00
Costo total por m ³				658.90		650.05

El hormigón estándar (patrón) y el concreto óptimo por metro cúbico. Como se puede observar, se muestra la diferencia de costos del diseño óptimo con la adición de vidrio reciclado de 25%, donde se distingue una leve reducción en comparación con el concreto estándar (F'c = 350 kg/cm²), arrojando costos de S/650.05 y S/658.90 para el concreto estándar, con una diferencia de S/8.85 debido al precio unitario relativamente bajo del vidrio reciclado. Concluyendo que con el uso de un 25% de vidrio reciclado hay un ahorro, si consideramos que en una estructura promedio hay varios metros cúbicos extra de concreto; por lo tanto, solo se analiza en pruebas de ruptura de muestra para determinar si este aditivo aumenta la resistencia a la compresión, lo que resulta en una mayor resistencia a la compresión.

Incorporación del vidrio reciclado que mejore el comportamiento mecánico del concreto en pavimento rígido incorporado al vidrio reciclado, La Banda de Shilcayo 2022 reflejo los siguientes comportamientos en la tabla 9.

Tabla 18 Diseño de mezcla del concreto patrón por metro cúbico de concreto óptimo con el 25% de adición de vidrio reciclado

MATERIAL	Unidad	Patrón ($f'c=350\text{kg/cm}^2$)	25% vidrio reciclado
Cemento	Bolsas/m ³	11.98	11.98
Vidrio reciclado	m ³	0.00	0.150
Agregado grueso	m ³	1.068	1.066
Agregado fino	m ³	0.598	0.448
Agua	l	193	193

RECOMENDACIONES

- la incorporación del vidrio reciclado a partir del 25% si eleva su resistencia a la compresión del concreto de alta resistencia en mejora del comportamiento mecánico del concreto $f'c = 373.45\text{kg/cm}^2$ a la edad de 28 días para pavimento rígido en el distrito de La Banda de Shilcayo 2022.
- Se concluye la composición de sus propiedades físicas del vidrio reciclado reflejó que fue un aditivo con densidad de 2.04 g/cm^3 , con diámetro de 2.79 mm , con peso específico entre $2.46 - 2.51\text{ g/cm}^3$, de resistencia a la tensión con 324.9 Mpa , lajas con 1% y su permeabilidad entre $\sim 6.11 \cdot 10^{-2}\text{ cm/seg}$. Mientras sus propiedades químicas de peso molecular, dilatación, tensión superficial, índice de refracción y viscosidad del SiO_2 (%) fueron entre 60.06 , 0.267 , 325 , 1458 y 1860.86 respectivamente.
- La composición de sus propiedades físicas y mecánicas de ambos agregados reflejan que poseen propiedades óptimas para ser empleados en el diseño de mezcla aplicando vidrio reciclado. Donde el agregado fino derivado del río Cumbaza obtuvo un diámetro nominal máximo entre $4,75''$, compuesta de humedad natural al 1.01% , de un peso especificado entre 2.61 gr/cc , con absorción del 0.81% , con módulo de fineza entre un 2.11 , mientras su peso unitario suelto fue de 1660.2 kg/m^3 , aproximadamente entre el peso unitario compactado de solo un 1752.3 kg/m^3 . Por lo tanto, el agregado grueso que fue compuesto por la cantera del río Huallaga, reflejo un diámetro nominal máximo entre $3/4''$ precisamente, mientras presento una humedad natural entre 0.74% , donde su peso específico fue de 2.66 gr/cc , obteniendo una propiedad de absorción entre 0.66% , con peso unitario suelto entre 1555.3 kg/m^3 , y solo una variación del peso unitario compactado entre 1589.2 kg/m^3 .

- Al agregar vidrio reciclado se incrementa la resistencia a la compresión de concreto por encima del estándar de concreto patrón, donde al comprar el concreto patrón $f'c$ 350kg/cm² después de 28 días de ser curado, refleja una resistencia a la compresión promedio entre un 350.24 kg/cm², donde el concreto con adición del 15% del vidrio reciclado, genera una resistencia a la compresión promedio de 354.58 kg/cm², donde el concreto con incorporación al 25% de vidrio reciclado, resulta una resistencia a la compresión media entre un 373.45 kg/cm², y por último el concreto con adición al 35% de vidrio reciclado muestra una resistencia a la compresión promedio de 346.49 kg/cm².
- El uso de un 25% de vidrio reciclado se evidencia un ahorro, si consideramos que en una estructura promedio hay varios metros cúbicos extra de concreto; por lo tanto, solo se analiza en pruebas de ruptura de muestra para determinar si este aditivo aumenta la resistencia a la compresión, lo que resulta en una mayor resistencia a la compresión. Donde fue comparado entre el hormigón estándar (patrón) y el concreto óptimo por metro cúbico. además, muestra la diferencia de costos del diseño óptimo con la adición de vidrio reciclado de 25%, donde se distingue una leve reducción en comparación con el concreto estándar $F'c = 350$ kg/cm², arrojando costos de S/650.05 y S/658.90 para el concreto estándar, con una diferencia de S/8.85 debido al precio unitario relativamente bajo del vidrio reciclado.

6. BIBLIOGRAFIA REVISADA

NORMA TECNICA DE EDIFICACION. N.T.E. E-060 Concreto Armado

NORMA TECNICA DE EDIFICACION. N.T.E. E-050 Suelos y Cimentaciones

TÓPICOS DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO. Enrique Pasquel Carvajal Sep. 1996

TECNOLOGÍA DEL CONCRETO. *A. M. Neville y J.J. Brooks. 1998.*

Santillan Vega, I., & Vela Vela, L. M. (2019). Determinación de las propiedades del bloque de concreto con incorporación de vidrio reciclado en la resistencia a la compresión, Rioja 2019. Repositorio Institucional - UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/51613>.

Serudin, A. M., Othuman, M. A. M., Abdul Ghani, A. N., Serudin, A. M., Othuman, M. A. M., & Abdul Ghani, A. N. (2022). Efecto del Confinamiento del Hormigón Ligeró Espumado con Malla de Fibra de Vidrio Tejida Sobre su

Contracción de Secado. Revista ingeniería de construcción, 36(1), 21-28.
<https://doi.org/10.4067/S0718-50732022000100021>.

Acuña Cárdenas, J. y Flores Reátegui, E. (2022). Evaluación del concreto de alta resistencia con aplicaciones de vidrio reciclado para mejorar la resistencia a la compresión, Tarapoto – 2022. Repositorio Institucional - UCV.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/66752>-

Ali, S., et al. (2020). Influence of Polypropylene and Glass Fibers on Alkali-Activated Slag/Fly Ash Concrete. ACI Structural Journal, 117(4), 183-192.
<https://doi.org/10.14359/51723509>

Bazán Alcántara, L., y Rojas Casique, R. (2018). Comportamiento mecánico del concreto $f'c = 210$ kg/cm² para pavimento rígido incorporando vidrio reciclado, distrito de Moyobamba, San Martín – 2018. Universidad César vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/31624>

Bueno, E. T., Paris, J. M., Clavier, K. A., Spreadbury, C., Ferraro, C. C., & Townsend, T. G. (2020). A review of ground waste glass as a supplementary cementitious material: A focus on alkali-silica reaction. Journal of Cleaner Production, 257. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120180>

ENSAYOS DE MATERIAL AGREGADO

DISEÑOS DE MEZCLA DE CONCRETO

PANEL FOTOGRAFICO











UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, LUIS ARMANDO CUZCO TRIGOZO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TARAPOTO, asesor de Tesis titulada: "Evaluación del comportamiento mecánico del concreto en pavimento rígido incorporado al vidrio reciclado, La Banda de Shilcayo 2022", cuyos autores son RAMIREZ VEGA JHOR KENEDY, VILCHEZ ATENCIO ANA MARGARITA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

TARAPOTO, 12 de Octubre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
LUIS ARMANDO CUZCO TRIGOZO DNI: 01127359 ORCID: 0000-0003-4255-5402	Firmado electrónicamente por: LCUZCOTR el 27-10- 2022 12:51:21

Código documento Trilce: TRI - 0434066