

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



**Evaluación de factibilidad técnica y económica de los residuos de
construcción y demolición para la elaboración de adoquines peatonales en
la ciudad de Cutervo**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR

Jose Santos Becerra Rojas

ASESOR

Luis Quiroz Quiñones

<https://orcid.org/0000-0001-9193-0307>

Chiclayo, 2025

**Evaluación de factibilidad técnica y económica de los residuos de
construcción y demolición para la elaboración de adoquines
peatonales en la ciudad de Cutervo**

PRESENTADA POR
Jose Santos Becerra Rojas

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR

Cesar Cachay Lazo
PRESIDENTE

Justo David Pedraza Franco
SECRETARIO

Luis Quiroz Quiñones
VOCAL

Dedicatoria

Dedicado principalmente a mi familia, que siempre estuvo dándome ánimos cuando la necesité, pero sobre todo para mi abuela, que fue una gran fuente de buenos deseos y motivación mientras estuvo con nosotros, para ti Matilde, gracias por todo, este trabajo está dedicado para ti.

Agradecimientos

A Dios por protegerme, darme fortaleza y sabiduría, para poder salir adelante a pesar de muchos tropiezos que tuve en este proyecto personal.

Un agradecimiento especial para mi asesor, el ing. Luis Quiroz Quiñones, por haber sido un gran guía durante el desarrollo de esta investigación, sus alcances y recomendaciones fueron de gran importancia para realización exitosa de esta tesis.

Agradecido de igual manera para todas las personas que se involucraron en esta investigación y me ayudaron, especialmente para mis compañeros de trabajo, que estuvieron ahí para apoyarme.

TESIS

INFORME DE ORIGINALIDAD

23%

INDICE DE SIMILITUD

24%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	8%
2	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	www.scielo.org.co Fuente de Internet	2%
4	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante	1%
8	1library.co Fuente de Internet	1%
9	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	<1%

Índice

Resumen	10
Abstract	11
Introducción	12
Revisión literaria	15
Antecedentes del problema	15
A nivel internacional	15
Nacionales	16
Locales	18
Bases teóricas	20
Adoquines de concreto	20
Propiedades físicas de los adoquines.	21
Propiedades mecánicas de los adoquines.	21
Residuos de construcción y demolición.	23
Desarrollo sostenible y gestión ambiental.....	25
Terminología	25
Materiales y métodos	27
Tipo de estudio y diseño de contrastación de hipótesis	27
Población, muestra de estudio y muestreo	28
Resultados	35
Zonas de acopio y selección de residuos de construcción y demolición	35
Selección de residuos de construcción y demolición.....	36
Trituración de residuos de construcción y demolición.	36

Zonas de acopio.....	37
Características físicas y mecánicas de los residuos de construcción y demolición	37
Diseño de mezcla de concreto para adoquines.....	48
Propiedades físicas y mecánicas de los adoquines.....	49
Factibilidad económica y técnica del uso de adoquines.....	56
Evaluación económica	60
Discusiones.....	66
Conclusiones	67
Recomendaciones.....	69
Referencias bibliográficas	71
Anexos.....	74

Lista de Tablas

Tabla 1. Tipos de adoquines.....	21
Tabla 2. Clasificación de residuos.....	23
Tabla 3. Beneficios del reciclaje	25
Tabla 4. Muestra de estudio para resistencia a la compresión	29
Tabla 5. Muestra de estudio para absorción de agua.....	29
Tabla 6. Ubicaciones referenciales de botaderos y zona de acopio	35
Tabla 7. Criterios de elección de botadero	36
Tabla 8. Análisis granulométrico de agregado grueso reciclado	38
Tabla 9. Resultados de ensayo de peso unitario de agregado grueso reciclado	39
Tabla 10. Resultados de ensayo de peso específico y absorción de agregado grueso reciclado	40
Tabla 11. Resultados de ensayo de contenido de humedad de agregado grueso reciclado.....	40
Tabla 12. Análisis granulométrico de agregado fino	41
Tabla 13. Resultados de ensayo material fino que pasa el tamiz N° 200.....	42
Tabla 14. Resultados de ensayo de peso unitario de agregado fino	43
Tabla 15. Resultados de ensayo de gravedad específica y absorción de agregado fino	43
Tabla 16. Resultados de ensayo de contenido de humedad de agregado fino	44
Tabla 17. Análisis granulométrico de agregado grueso natural	45
Tabla 18. Resultados de ensayo de peso unitario de agregado grueso reciclado	47
Tabla 19. Resultados de ensayo de gravedad específica y absorción de agregado grueso reciclado	47
Tabla 20. Resultados de ensayo de contenido de humedad de agregado grueso reciclado.....	48
Tabla 21. Dosificación en peso para concreto $f'c=290\text{kg/cm}^2$	48
Tabla 22. Dosificación en volumen para concreto $f'c=290\text{kg/cm}^2$	48
Tabla 23. Tipos de falla en muestras.....	49
Tabla 24. Propiedades mecánicas adoquín $f'c=290\text{kg/cm}^2$ con 0% de material reciclado	49
Tabla 25. Propiedades mecánicas adoquín $f'c=290\text{kg/cm}^2$ con 30% de material reciclado ...	50

Tabla 26. Propiedades mecánicas adoquín $f'c=290\text{kg/cm}^2$ con 50% de material reciclado ...	50
Tabla 27. Propiedades mecánicas adoquín $f'c=290\text{kg/cm}^2$ con 70% de material reciclado ...	51
Tabla 28. Resumen de resistencias obtenidas en ensayo de resistencia a la compresión	52
Tabla 29. Cantidades de materiales, mano de obra, equipos y materiales	56
Tabla 30. Análisis de costo unitario para adoquín con 0% de RCD	57
Tabla 31. Análisis de costo unitario para adoquín con 30% de RCD	58
Tabla 32. Análisis de costo unitario para adoquín con 50% de RCD	58
Tabla 33. Análisis de costo unitario para adoquín con 70% de RCD	59
Tabla 34. Resumen de costo unitario por adoquín	60

Lista de Figuras

Figura 1. Resistencia a la compresión	22
Figura 2. Resistencia a la abrasión	22
Figura 3. Resistencia al congelamiento y deshielo	23
Figura 4. Curva granulométrica de agregado grueso reciclado.....	38
Figura 5. Curva granulométrica de agregado fino.....	41
Figura 6. Curva granulométrica de agregado grueso natural	46
Figura 7. Curva de resistencia a la compresión del adoquín con 0% de material reciclado (patrón).....	52
Figura 8. Curva de resistencia a la compresión del adoquín con 30% de material reciclado ..	53
Figura 9. Curva de resistencia a la compresión del adoquín con 50% de material reciclado ..	54
Figura 10. Curva de resistencia a la compresión del adoquín con 70% de material reciclado	54
Figura 11. Comparación de resistencias a la compresión de muestras en estudio	55

Resumen

El principal problema de nuestras ciudades es la falta de tratamiento y disposición final de los residuos de construcción y demolición (RCD), que acompañados de falta de conocimiento se convierten en un problema mayor. Asimismo, en una ciudad al norte del Perú en Cajamarca se ubica la provincia de Cutervo, y no es ajena a la realidad problemática que se vive en el país y a nivel mundial, ya que, la falta de proyectos de gestión de RCD ha generado la formación de botaderos informales. Es por que esta investigación, tiene como objetivo principal determinar la factibilidad técnica y económica de la utilización de RCD para la elaboración de adoquines peatonales, dado que comprende mediciones de las características físicas y mecánicas a analizar. Los resultados obtenidos clasifican al agregado grueso reciclado como un material Grava Pobre (GP), según Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), además las resistencias máximas alcanzadas fueron de 322.10 kg/cm², 319.23 kg/cm², 308.58 kg/cm² y 295.52 kg/cm², para los porcentajes de 0%, 30%, 50% y 70% de residuos de construcción y demolición respectivamente. Esta investigación concluyó que es factible el uso de residuos de construcción y demolición en la elaboración de adoquines, desde el aspecto económico y técnico, dado que se incurre en una disminución del costo y se mantiene la resistencia a la compresión a los 28 días para los adoquines con 30% de agregado reciclado.

Palabras clave: Adoquín, resistencia a la compresión, residuo de construcción y demolición, agregado reciclado, diseño de mezcla, concreto.

Abstract

The main problem of our cities is the lack of treatment and final disposal of construction and demolition waste (CDW), which, accompanied by a lack of knowledge, becomes a major problem. Likewise, the province of Cutervo is located in a city in the north of Peru in Cajamarca, and it is not immune to the problematic reality that exists in the country and worldwide, since the lack of RCD management projects has generated the formation of informal dumps. The main objective of this research is to determine the technical and economic feasibility of using RCD for the production of pedestrian pavers, given that it includes measurements of the physical and mechanical characteristics to be analyzed. The results obtained classify the recycled coarse aggregate as a Poor Gravel (GP) material, according to the Unified Soil Classification System (SUCS), in addition, the maximum resistances achieved were 322.10 kg/cm², 319.23 kg/cm², 308.58 kg/cm² and 295.52 kg/cm², for the percentages of 0%, 30%, 50% and 70% of construction and demolition waste respectively. This research concluded that the use of construction and demolition waste in the production of pavers is feasible, from the economic and technical aspects, given that a reduction in cost is incurred and the compressive strength is maintained at 28 days for the pavers with 30% recycled aggregate.

Keywords: Paver, compressive strength, construction and demolition waste, recycled aggregate, mix design, concrete.

Introducción

A nivel global, la construcción se considera un sector de mayor relevancia e importancia que influye positivamente en el crecimiento social y económico de un país. Sin embargo, también existe un significativo crecimiento demográfico que conlleva a la ejecución acelerada de edificaciones de obras públicas como privadas para satisfacer necesidades. Ante la ejecución de estos proyectos, se presenta la generación de residuos sólidos y residuos de construcción y demolición (RCD) que deben preverse para gestionar de forma adecuada para mitigar estos efectos negativos a la salud humana como al medio ambiente.

Actualmente, se vive una realidad de impacto ambiental negativo ante la sobre explotación de los recursos naturales para llegar a satisfacer diversas necesidades de una población, lo que conlleva a esta acción generar una gran preocupación global, considerando así necesario el impulsar y fomentar actividades de reciclaje, reutilización de materiales y/o residuos para generar impacto positivo a nuestro medio [1].

Hoy en día, la Ley de Residuos tiene como objetivo principal la disminución de los índices de contaminación ambiental, incentivando la reducción de empleo de envases de plástico por envases biodegradables [2]. Asimismo, la Unión Europea constituye un marco legal para el adecuado proceso de residuos, presentando como principal objetivo el preservar nuestro medio ambiente y la sanidad de gestiones apropiadas, restauración y reciclaje de desechos.

A nivel mundial, se vive una problemática ambiental, por lo que, nace la necesidad de interceder en los temas de reciclaje de residuos como plásticos, neumáticos de caucho y otros residuos, al considerarse materia que afecta al entorno. En Bogotá, se considera necesario encontrar soluciones óptimas y adecuadas de suministrar, reutilizar y reciclar materiales y/o productos para lograr el desarrollo sostenible [3].

Asimismo, se puede deducir que, existe un vacío de conocimiento relacionado a la correcta gestión de residuos, al existir una falta de información para el manejo de estos residuos, que se representa mediante el desconocimiento de las personas y falta de información por parte de las autoridades hacia los ciudadanos de realizar buenas prácticas en beneficio de nuestro medio.

Según Diario La República [4] la actividad de la construcción ha evidenciado un incremento de 4.2% interanual en el mes de octubre del año 2022, producto del mayor avance de obras públicas. De esta manera, en lo que va del año, se generó un 2.3% de crecimiento en el rubro.

En Lima, aproximadamente 19 mil toneladas de desmonte es recopilado durante todo el día y el 70% se va directamente hacia ríos y mares, por lo que, solo una porción pequeña va directamente a zonas autorizadas como botaderos formales, el resto termina contaminando suelos y/o ríos [5]. Según la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO) la ciudad de Lima es aquella que produce alrededor de 30,000 m³ de desmonte.

El principal problema de nuestras ciudades es la falta de tratamiento y disposición final de los RCD, que acompañados de falta de conocimiento se convierten en un problema mayor. Además, la mala o nula gestión de estos residuos por parte de las municipalidades traen como consecuencia la propagación de botaderos al aire libre contaminado el medio ambiente convirtiéndose en focos infecciosos que incluso pueden causar daños a la salud.

Asimismo, se considera que la ciudad de Cutervo no es ajena a la realidad problemática que se vive en el país y a nivel mundial, ya que, la falta de proyectos de gestión de residuos sólidos y RCD ha generado la formación de botaderos informales, lo que conlleva a un generar un gran impacto negativo con la contaminación ambiental. Sin embargo, no se ha considerado que, Cutervo es una zona lluviosa, lo que genera el arrastre de residuos hacia los ríos y riachuelos contaminándolos y afectándolos considerablemente.

Esta ciudad presenta un buen impulso de crecimiento y desarrollo en el sector de la construcción civil, generando así el incremento de ejecución de proyectos que conlleva a un incremento paralelo de escombros como RCD. Y para mitigar esta problemática relacionada con nuestro medio ambiente en la localidad, nace la iniciativa de realizar la presente propuesta enfocada en evaluar la factibilidad tanto técnica como económica del empleo de estos RCD en la elaboración de adoquines peatonales de concreto.

Esta investigación se justifica a nivel práctico, ya que, tuvo como finalidad describir los resultados de manera detallada con el fin de generar una estrategia o alternativa basada en cambiar la realidad del ámbito de estudio. De esta manera, esta propuesta de tesis se considera

de gran relevancia, al estar enfocada en la evaluación del comportamiento mecánico de los adoquines peatonales de concreto mediante la incorporación de residuos de RCD no solo con el fin de brindar una viabilidad económica y técnica sino también una viabilidad ambiental mediante la reutilización de este tipo de residuos. Por lo que, es necesario que, en el Perú se impulsen diferentes decretos, leyes, normas, ordenanzas y reglamentos que regularicen el buen manejo de estos residuos.

Asimismo, bajo un enfoque económico, esta investigación brindará una alternativa viable de bajo costo, al buscar influenciar de manera positiva en el comportamiento de los adoquines de concreto peatonales mediante la incorporación de RCD, evitando así la compra de materiales aditivos que presentan costos elevados para obtener unidades de adoquines más resistentes. Este enfoque fue demostrado mediante un análisis de costos unitario de estos adoquines con residuos y mediante su factibilidad económica como sustento de la alternativa.

Finalmente, esta investigación se justifica a nivel ambiental, ya que, se busca una alternativa óptima que permita el desarrollo sostenible de proyectos mediante la reutilización de residuos de construcción y demolición RCD, mediante la reducción de los volúmenes depositados de este tipo de residuos en botaderos informales que no pasan tratamiento adecuado, para así brindarle un uso innovador con el fin de mejorar las condiciones y propiedades de las unidades de adoquines peatonales de concreto en la ciudad de Cutervo.

De esta manera, esta investigación generó la siguiente **pregunta de investigación**, con la finalidad del desarrollo de esta misma.

¿Cuál será la factibilidad técnica y económica de la utilización de residuos de construcción y demolición para la elaboración de adoquines peatonales de concreto en la ciudad de Cutervo?

A partir de estas consideraciones generales, la investigación tuvo como objetivo general: Determinar la factibilidad técnica y económica de la utilización de residuos de construcción y demolición para la elaboración de adoquines peatonales de concreto en la ciudad de Cutervo.

Objetivos específicos

- Describir zonas de acopio y procesos de selección para la utilización de residuos de construcción y demolición en la ciudad de Cutervo para la elaboración de adoquines.

- Determinar las características técnicas y la selección de los residuos de construcción y demolición para una adecuada segregación, para la elaboración de adoquines peatonales de concreto en la ciudad de Cutervo.
- Elaborar los ensayos a los adoquines para los porcentajes de agregados 0%, 30%, 50% y 70%, según los requerimientos de la NTP 399.611.
- Analizar las características físicas y mecánicas de los adoquines con agregados de residuos de construcción y demolición para su manejo según norma NTP 399.611.
- Determinar el porcentaje ideal de los residuos de construcción y demolición como agregado, para la elaboración de adoquines peatonales de concreto en la ciudad de Cutervo.
- Determinar la influencia del agregado de residuos de construcción y demolición, en las propiedades mecánicas y físicas de los adoquines peatonales en la ciudad de Cutervo.

Revisión literaria

Antecedentes del problema

A nivel internacional

En la investigación de Cuenca y Sepúlveda [6] nos presenta un estudio donde elabora probetas de concreto usando RCD para su aprovechamiento en la creación de adoquines para uso peatonal en el municipio de Girardot. Para esta investigación se empleó una metodología descriptiva, cuantitativa y cualitativa, donde también se usaron probetas con RCD. Se llegó a determinar el asentamiento del concreto, y las pruebas de resistencia a la compresión a los 28 días de edad, logrando así un valor promedio de 130,87 Kg f/c m² en probetas con una falla de Tipo 5, donde se lograron apreciar fracturas las cuales son muy comunes. Finalmente, concluyeron que el reaprovechamiento de RCD se considera una opción muy viable al momento de ser utilizados en la elaboración de adoquines.

Por otro lado, Bermúdez [7] en su investigación tiene como objetivo el evaluar la resistencia a la compresión (RC) de un concreto agregándole RCD como agregado grueso, por lo que se seleccionó los residuos con mejores condiciones, a su vez, se realizaron cinco ensayos con distintas proporciones variando las cantidades de RCD, 25 %, 50 %, 75 % y 100%. También se llegó a realizar pruebas de compresión en un periodo de 7, 14 y 28 días. Finalmente, se concluyó que la mezcla donde intervino el RCD tuvo mayor

resistencia a la compresión, fue aquel que tenía una proporción de 75% a los 28 días de edad, pero no llega a cumplir con la normatividad dada en la NTC 174, por lo cual su utilización puede darse después de realizarse un pretratamiento que permita retirar las impurezas propias de ese material. Asimismo, se logró apreciar que conforme van pasando los días, la concreta mejora su resistencia, y por lo tanto es posible la creación de un concreto con RCD como agregado grueso, el cual se puede utilizar en la construcción de pavimentos y muros de contención.

Asimismo, Piñeros y Herrera [8] en su investigación nos mostraron al bloque de plástico como un material alternativo de construcción de bajo costo, fácil transporte, liviano y el cual no se necesite un mano de obra calificada. Además, al utilizar el plástico reciclado como un material primordial para su elaboración, se estaría aprovechando uno de los productos más desechados y por consiguiente el que más contamina. Por lo cual se estaría promoviendo un nuevo elemento para la construcción, dando una alternativa de construcción totalmente distinta a las tradicionales, también se tendría un análisis del costo de fabricación para un bloque a base de PET y de esa forma se podría determinar la rentabilidad. Finalmente, se llega a la conclusión de que este ladrillo presenta óptimas condiciones debido a su textura y forma. Con respecto a su peso, es mucho más liviano que el ladrillo convencional, ya que se evidencia que, al aumentar el porcentaje de PET, se llega a reducir el peso de las muestras, porque este tiene un peso promedio de 0.784 gr mientras que el ladrillo convencional pesa 1.075 gr aproximadamente. Adicional a esto, la mezcla al 25 % con agregado de PET, llega a cumplir con el estándar requerido a la resistencia en un periodo de 7 días a 14 días de edad.

Nacionales

En una investigación semejante a la nuestra, Ramírez [9] planteó como objetivo el determinar la influencia que tiene la ceniza de semilla de aguaje como una alternativa de material aglomerante en las propiedades mecánicas en adoquines de. La metodología empleada fue no experimental y cuantitativo. Para los ensayos se usaron 15 prototipos, donde se usó 3 tipos diferentes de mezcla. Donde se determinó que las cenizas de semilla de aguaje como material aglomerante llega a influenciar según el diseño de la mezcla, para la mezcla 1 se colocó la cantidad de 300g de ceniza, agua el 250g, 825g de arena y 425g de cemento. Para la mezcla 2 se utilizó 200g. de ceniza, agua 250g, 900g de arena y 450g de cemento. Por último, para la mezcla 3 se usó 100g de ceniza, 250g de agua,

975g de arena y 475g de cemento, donde todas las mezclas hacen un total de 1800g. Finalmente, en base a los resultados de las resistencia a la compresión, al módulo de corte, y a la absorción en un periodo de tiempo de 7, 14,21 y 28 días, se concluyó que la mezcla 3 tiene resultados favorables, donde se aprecia una pérdida de 2.3 mm con respecto al volumen, en el tema de longitud, la mezcla 3 presenta 15 mm a diferencia de la mezcla 1 que tiene 23 mm y la mezcla 2 con 19 mm. Lo cual hace que la mezcla 3 sea la más adecuada en base a lo detallado en la Norma Técnica Peruana 399.624.

Asimismo, en la investigación de Consamollo [5] se tuvo como objetivo el determinar la influencia que llegan a tener los residuos del concreto (RC) para la fabricación de adoquines para la utilización de pavimentos. Esta investigación fue de tipo descriptiva explicativa y con un diseño experimental. Se analizaron ensayos donde se utilizaron 45 adoquines del tipo I, las muestras fueron de tipo pirobalística, donde 20 de los adoquines fueron sometidos a pruebas de compresión axial y de absorción. Finalmente, se llegó a la conclusión que los RC llegan a tener una gran influencia en la fabricación de adoquines, asimismo con respecto a las propiedades físicas, cumplen con los parámetros establecidos en la NTP 399.611. Mientras que resistencia, con la RC axial, los adoquines lograron tener una resistencia de compresión 505 kgf/cm² en una edad de 28 días, además con el tema de absorción, los resultados fueron de 6.1 % en base a los estándares dados en la NTP 399.611.

Por otro lado, Kelly y Esteban [10] tuvieron como objetivo el presentar el porcentaje ideal del agregado reciclado proveniente de RCD. Para esta investigación se elaboraron adoquines de manera artesanal, donde se usó agregado reciclado en diferentes porcentajes los cuales fueron de 30 %, 50 %, 80 %. Después se analizaron las propiedades físicas de los adoquines a los cuales se les incorporó distintas porciones de agregado. Se demostró que hay muchas posibilidades de aprovechar los RCD para la creación de adoquín, de esa forma se estaría contribuyendo a preservar el medio ambiente. Finalmente, se llegó a la conclusión de que cumple con los requerimientos dados en la NTP 399.611. y la NTP 400.012. Asimismo, nos dan a conocer que el porcentaje adecuado para la creación de los adoquines es el 50%, ya que esta muestra los resultados favorables. En la resistencia a la compresión llega a tener un 41 %, mientras que en la absorción muestra un porcentaje de 6.42 %, lo cual demuestra que se llega a tener una similitud con los adoquines elaborados de forma convencional.

Asimismo, Vásquez [11] en su investigación realizó ensayos respecto al concreto reciclado mediante los escombros de construcción, donde nos muestran a este material como una alternativa de solución al mejoramiento de vías de manera rentable, aquí se plantea el uso de adoquines creados con escombros de construcción obtenidos de las demoliciones y aditivos; de esta forma se contribuye al cuidado del medio ambiente, ante esto se busca proponer un nuevo diseño de mezcla para la creación de adoquines de concreto con escombros de construcción. Finalmente, se llegó a la conclusión de que el adoquín que lleva el aditivo en lugar de agregado grueso en un 25 % tiene una variación en la resistencia a la compresión, donde disminuye 1.21% a la edad de 7 días, un 0.31 % a los 14 días de edad y un 8.83% en 28 días de edad. Mientras que al reemplazarlo en un 50 %, disminuyó 11.10 % transcurridos los 7 días, un 8.33 % a los 14 días y un 21.54 % a la edad de 28 días.

De la misma manera, Chavez y Nakayo [12] nos muestra la influencia del material de concreto reciclado resultado de la demolición de aceras, donde esté fue reutilizado para reemplazar gran parte del agregado grueso para la fabricación de ladrillos de concreto. El RCD se obtuvo mediante el proceso de trituración, posteriormente este se mezcló con el agregado grueso en proporciones del 5%, 10%, 20%, 30%, hasta el 75%, con la finalidad de llegar a tener una mezcla semi seca con un asentamiento del 0 al 2". Finalmente, en base a los resultados se mostró que el RCD en cantidades de 5% y 10% no llegó a influir en la mezcla habitual, donde tuvo un diseño de $F' c = 100 \text{ kg/cm}^2$ con respecto resistencia a la compresión, asimismo, el porcentaje de succión para estas cantidades fue totalmente inferior a $20 \text{ g}/200 \text{ cm}^2/\text{min}$. Lo que quiere decir que estas muestras estuvieron dentro del rango de 116 kg/cm^2 , 125 kg/cm^2 y 127 kg/cm^2 , posicionando a los ladrillos de concreto en el tipo III según lo establecido en la norma E. 070. Además, se pudo apreciar que conforme se aumentaba las cantidades de RCD, la dispersión aumentaba mientras que la resistencia descendía considerablemente.

Locales

En esta investigación, Chapia [13] tuvo como finalidad el determinar los aportes que dan la incorporación de agregado obtenido de los RCD, todo esto para ser agregados en adoquines de concreto durante los años 2014 - 2020, debido a que en la actualidad hay un aumento considerable de RCD que no suelen ser aprovechados. Durante los últimos siete años, hay algunos países que, sí aprovechan el RCD, tales como Perú, Bolivia,

México y Colombia. Finalmente, se llegó a la conclusión de que la resistencia a la compresión que tiene el adoquín siempre dependerá de la cantidad de agregado reciclado que se le agregue a la mezcla. A lo que se llegó a la conclusión de que el porcentaje ideal es de 10 %, ya que si se incrementa esta cantidad no se llegaría a cumplir con los parámetros dados en las normativas de cada país.

Asimismo, [14] en su investigación busca el utilizar el concreto triturado reciclado utilizado como una opción para agregado grueso en la creación de concreto, ya que de esta forma se crea una alternativa para su uso y por consiguiente se genera un valor económico a los residuos de concreto (RC) y esto daría como resultado una menor explotación de canteras naturales. En esta investigación se estudió el módulo de rotura, la resistencia a la abrasión y a la compresión. Finalmente, con los resultados obtenidos donde se realizaron ensayos de mezcla para un $f'c = 110$, con una cantidad de 120 y 130 Kg/cm² respectivamente, se tomó como referencia la primera cantidad ya que este tiene un comportamiento más cercano con respecto a la resistencia según ACI 311, Asimismo, la resistencia a la compresión a los 28 días de edad llega a cumplir con la resistencia nominal de 320 kg/cm², también se obtiene una mayor resistencia a la flexión por tracción. Y con respecto al ensayo de abrasión, se puede llegar a decir que al usar concreto triturado se genera un mayor volumen de erosión a diferencia de la mezcla habitual de concreto. A su vez, los costos de concreto usando el agregado grueso habitual y el concreto triturado para la cantidad de 1 millar de adoquines no tiene mucha diferencia, este llega a variar de 7.91, 15.81 y 25.51 soles, para distintos reemplazos de 25%, 50% y 100%, por lo que no económicamente viable, pero también es bueno recalcar que se estaría minimizando el impacto que este llega a tener en el medio ambiente.

Por otro lado, Díaz [15] en su investigación analizó cómo la incorporación de desechos de concretos adoquines podría mejorar el comportamiento físico y mecánico en la elaboración de adoquines para ser usados como tránsito peatonal. El diseño que se empleó fue experimental de tipo aplicada. Asimismo, se utilizaron 72 adoquines a base de RCD con porcentajes de 0% hasta 60% con y sin RCD, estos fueron sometidos a pruebas de flexión, compresión, y absorción. Finalmente, se llegó a la conclusión de que los adoquines con RCD cumplieron con las propiedades físicas y mecánicas especificadas en la NTP 399.611. A su vez, al usar adoquines con cantidades de 0%, 25%, 45%, y 60% de RCD, que las características físicas y mecánicas son las apropiadas, esto quiere decir

que los RCD son los indicados para reemplazar a los agregados. Especialmente los que tienen un 25%, ya que mejora las propiedades físicas a diferencia de las muestras habituales. Además, con las propiedades mecánicas, se muestra que al agregar un 0% de RDC a los 7 días de edad da como resultado un $f_c = 229 \text{ Kg/cm}^2$, con 25 % de RDC, da un $f_c = 291 \text{ Kg/cm}^2$ en 14 días de edad, a los 21 días de edad se obtuvo el $f_c = 303 \text{ Kg/cm}^2$, y al llegar a los 28 días de edad se tuvo como resultado un $f_c = 338 \text{ Kg/cm}^2$. Para finalizar, en los ensayos de resistencia a la flexión, se tuvo como resultado que al agregar un 60 % de RCD se genera una resistencia a la flexión de 35.73 kg/cm^2 .

Bases teóricas

Como **bases teóricas** relacionada con la presente investigación, es necesario mencionar definiciones, generalidades y características de los estudios previos o básicos en la ingeniería, las cuales sirven como base en el desarrollo de proyectos de evaluación de las condiciones de adoquines de concreto con la incorporación de residuos de construcción y demolición.

Adoquines de concreto.

Definición.

Estos son bloques elaborados de distintas formas y tamaños, el material que más se ha utilizado para su elaboración ha sido el granito, esto debido que aporta gran resistencia, aunque en la actualidad se están fabricando con diferentes materiales [16]. Este tiene una enorme ventaja sobre otros materiales, gracias a su facilidad para transportar y colocar, se llega a utilizar en avenidas, estacionamientos, jardines, entre otras obras de urbanización. Para su colocación se tiene que hacer una zanja en base al espesor del adoquín, después se debe agregar una capa de grava (piedras de tamaño pequeño) con un espesor de 10 a 15 centímetros y posteriormente una capa de arena fina con un espesor de 2 centímetros.

Clasificación de adoquines.

Los adoquines se llegan a clasificar según el uso que se requiera, ya sea para uso peatonal o vehicular y estos pueden ser de tres tipos [17].

Tabla 1. Tipos de adoquines

Tipo	Uso	Espesor(mm)
I	Peatonal	40
		60
II	Vehículos ligeros	60
		80
III	Vehículos pesados	≥ 80
		100

Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [17].

Propiedades físicas de los adoquines.

Dimensiones.

Estas pueden variar, especialmente por el espesor del adoquín, también influye el uso y la capacidad de carga vehicular que pueda soportar. Según [17], la NTP 399.611 establece tres tipos de adoquines, el de tipo uno para uso de tránsito peatonal, el tipo 2 para uso de tránsito vehicular ligero y el tipo 3 para uso de tránsito vehicular pesado.

Peso

El peso siempre estará condicionado a las distintas dimensiones y materiales con la que está compuesto el adoquín [17].

Textura

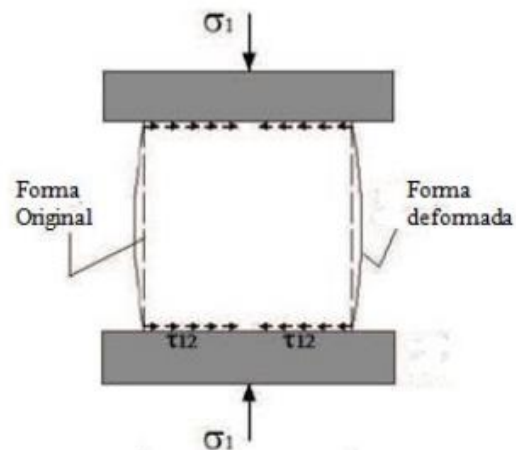
El adoquín tiene múltiples maneras de colocarse en el pavimento, ya que cuenta con diferentes texturas, entre ellas está el liso, flameado, abujardado, árido, entre otros [17].

Propiedades mecánicas de los adoquines.

Resistencia a la compresión.

Es aquel procedimiento donde se realizan ensayos en base a la NTP 339.611, donde se pone a prueba la capacidad de soportar una carga de peso [18].

Figura 1. Resistencia a la compresión

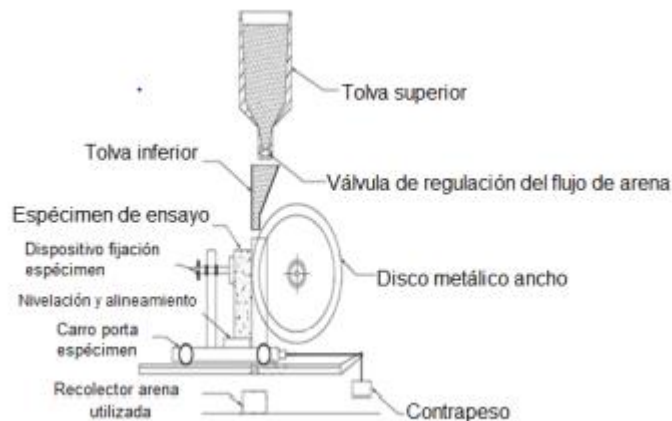


Fuente: Vila, Pereyra y Gutiérrez [16]

Resistencia a la abrasión.

Es aquella prueba donde se mide la resistencia al desgaste a causa del constante tráfico peatonal, está muy relacionada con la resistencia a la compresión [18].

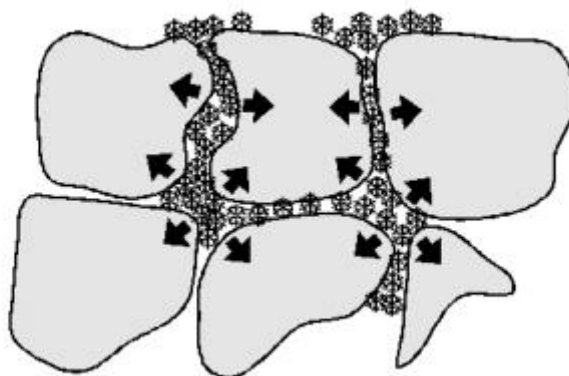
Figura 2. Resistencia a la abrasión



Fuente: Espinoza y Urdaneta [19].

Resistencia al congelamiento y deshielo.

Según [18], es un fenómeno de congelamiento y descongelamiento del agua que se encuentra en los poros del concreto, este suele ser uno de los agentes más destructivos del concreto, ya que involucra y afecta tanto a la mezcla y los agregados.

Figura 3. Resistencia al congelamiento y deshielo

Fuente: [20]

Residuos de construcción y demolición.

Definición.

Los residuos de construcción y demolición o también conocido por sus siglas RCD, es aquel residuo proveniente de construcciones, reparaciones o demoliciones, ya sean de edificaciones o infraestructuras [21]. A estos los podemos clasificar en base a la procedencia ya que se puede encontrar varios tipos de residuos.

Tabla 2. Clasificación de residuos

Procedencia	
Excavación	Arena, grava, tierra, etc.
Construcción y mantenimiento de obras	Asfalto, metales, etc.
Demolición	Bloques de concreto, yeso, ladrillos ,etc.

Fuente: Yachachi [21].

Características.

La característica de los RCD suele variar según la procedencia de este mismo, entre ellos están los residuos de construcción (RC), residuos de demolición (RD) y los de extracción de tierra [22]. La gran mayoría de estos son inertes, específicamente un

75%, los que son denominados como escombros, mientras que el restante, ósea el 25%, es una mezcla heterogénea de múltiples residuos, los cuales algunos pueden llegar a ser tóxicos.

Composición.

Estos están conformados por varios componentes, entre los principales está el concreto y cerámicos, además se tiene que tener en cuenta de donde provienen, en base a eso se puede saber la composición de cada residuo [21]. Tenemos tres tipos de residuos los cuales están conformados de maneras diferentes: Los residuos de construcción están conformados en un 75% por escombros y cerámicos los cuales son procedentes de recortes y materiales rotos, mientras que en los residuos de demolición se encuentran varios materiales como fibras sintéticas, metales, plásticos, cerámicos, yesos, etc. Estos suelen estar más contaminados a diferencia de los RC. Por otro lado, los de extracción de tierra son residuos limpios, de origen pétreo y de naturaleza variable.

Beneficios del reciclaje de RCD

Al no tomar conciencia sobre los RCD, se estaría llegando a contribuir de una forma negativa con la actual problemática que presentan todos los países con respecto a la contaminación. Ante esto, Cevallos et al. [23] nos menciona que el reciclaje de estos residuos llega a mostrarse como una increíble opción para disminuir el impacto que estos tienen en el ambiente, es por eso que se están presentando nuevas alternativas de aprovechamiento de los RCD. Es por esto que el reciclaje podría traer los siguientes beneficios:

Tabla 3. Beneficios del reciclaje

Beneficios del reciclaje
<ul style="list-style-type: none"> • Reducción en los costos de manejo y en los gastos asociados a la limpieza por el vertimiento inapropiado de estos residuos alrededor de toda la ciudad.
<ul style="list-style-type: none"> • Bajo índice en la extracción de materias primas naturales (grava y arena.
<ul style="list-style-type: none"> • Reducción en la contaminación, especialmente en el suelo y el aire.

Fuente: Cevallos [23].

Reutilización de RCD

La reutilización es un método en el cual se usan los RCD para la creación de nuevos materiales que serán utilizados para la construcción [24]. Estos serán usados en la elaboración de elementos no estructurales, con esto se garantiza el ahorro de materia prima, debido a que al ser reutilizados ya no será necesario el adquirir nuevos materiales, de esta forma de contribuir a la conservación de los recursos naturales.

Desarrollo sostenible y gestión ambiental.

Se entiende por desarrollo sostenible a aquel que satisface necesidades sin llegar a comprometer los recursos naturales, mientras que la gestión ambiental es el manejo de actividades que influyen en el medio ambiente [25]. En el sector construcción hay que tener siempre presente a los antes mencionados, debido a que se debe generar una construcción sostenible donde se priorice el cuidado del medio ambiente. Además, esto también ayuda a tener un equilibrio entre lo ambiental, social y económico, ya que gracias a eso se reducen costos para la obra y el cliente.

Terminología

Como *definición de términos*, consideramos a la descripción de los siguientes términos relacionados y utilizados en la presente investigación.

▪ **ABSORCIÓN**

Es la capacidad para sustraer líquidos, en este caso el agua, todo esto sucede mediante los poros del material [26].

- **ADOQUÍN**

Es aquel resultado de concreto pre mezclado y compactado en forma prismática, ya que gracias a este diseño permite su colocación de manera continua y con una excelente simetría [27].

- **CONCRETO**

Es aquel material que es conocido por su durabilidad y resistencia, el cual es resultado de la combinación de cemento, agua, agregado fino y grueso [28].

- **CONTENIDO DE HUMEDAD**

El contenido de humedad se convierte en una cantidad que indica la cantidad de agua en un material sólido y puede expresarse en términos de masa húmeda o masa seca. [26].

- **CONSTRUCCIÓN**

Es el acto o acción de crear una estructura nueva utilizando diferentes materiales, esto se da principalmente en una obra [22].

- **DEMOLICIÓN**

La demolición llega a ser el arrasamiento, desmantelamiento, destrucción parcial o completa de una estructura o edificios [23].

- **DESGASTE POR ABRASIÓN**

Es aquel fenómeno donde llega a ocurrir una pérdida de un material, a causa del contacto frecuente de dos o más superficies [29].

- **RESIDUOS**

Es aquel material que pierde valor o utilidad después de haber finalizado con su misión de hacer un determinado trabajo [23].

- **RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN**

Los RCD son residuos principalmente de construcciones nuevas, obras de excavación, remodelaciones, demoliciones, entre otros [24].

- **RESISTENCIA**

Es aquella propiedad que tienen los materiales para resistir a la acción de las fuerzas, los cuales suelen ser compresión y flexión [30].

▪ **RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

Esto indica la condición de trabajo en la que un bloque de concreto es capaz de resistir tensiones, es por eso que los componentes básicos se basan pensando en esta propiedad [31].

▪ **RESISTENCIA A LA FLEXIÓN**

Es aquella que sirve para medir la resistencia a la deficiencia, esta es una prueba primordial en el momento de utilizar concretos cualquier tipo de construcción [31].

▪ **TRÁNSITO VEHICULAR LIGERO**

Este es aquel que cuenta con una cantidad de vehículos acumulados con un diseño menor de 5 x105, el cual equivale a ejes de 8,2 toneladas [17].

▪ **TRÁNSITO VEHICULAR MEDIO**

Este tiene un número de vehículos acumulados con un diseño de 5 x 105 y 5 x 106, todo esto correspondiente a ejes de 8,2 T [17].

▪ **TRÁNSITO VEHICULAR PESADO**

Acá se tiene un porcentaje de vehículos acumulados con un diseño superior a 5 x 106, los cuales cuentan con ejes de 8,2 T [17].

Materiales y métodos

Tipo de estudio y diseño de contrastación de hipótesis

Una investigación de tipo aplicada es aquella encargada en la aplicación de teorías y conocimientos existentes con el fin de obtener una posible solución ante una problemática [32].

De esta manera, esta investigación se considerada de tipo aplicada, ya que, se realizó la aplicación de diversas normativas técnicas peruanas y aportes teóricos relacionados a los adoquines y su factibilidad mediante la incorporación de residuos de construcción y demolición (RCD) para generar un efecto positivo en su comportamiento como material y así convertirse en una alternativa viable en diversos proyectos futuros.

Asimismo, una investigación con enfoque cuantitativo es aquella que se encarga de la recopilación de información medible y cuantificable, es decir, está en función a su validación de su hipótesis bajo una escala numérica [33].

Por lo que, esta investigación se consideró con un enfoque cuantitativo, ya que, realizó una evaluación cuantitativa de las características y propiedades de las muestras de estudio, en este caso, los adoquines con incorporación de residuos de construcción y demolición (RCD),

con el fin de representar sus propiedades mecánicas, costos, entre otros indicadores de importancia bajo un sustento numérico.

El nivel explicativo es un nivel de investigación que se encarga de la medición de dos a más variables de estudio, las cuales son detalladas y caracterizadas para determinar su condición o fin de estudio [34].

Ante lo mencionado, esta investigación se considera una propuesta con nivel explicativo, por estar enfocado en brindar una caracterización detallada del comportamiento de los adoquines con la incorporación de un material residuo.

Finalmente, en cuanto al diseño, un diseño experimental es aquel tipo de investigación enfocado en manipular su variable independiente para generar una relación causa- efecto sobre la variable dependiente [35].

De esta manera, esta investigación de tesis se consideró con un diseño experimental, al estar encargado de manipular los residuos de construcción y demolición (RCD) en porcentajes o dosificaciones específicas con la finalidad de generar una variación en el comportamiento de los adoquines de concreto, obteniendo así su causa- efecto de este material de construcción ante la incorporación de un material residuo.

Población, muestra de estudio y muestreo

Una población es aquel conjunto de elementos u objetos que presentan características similares, sin embargo, debido a su gran tamaño y extensión no puede ser considerado para un estudio en su totalidad [36].

De esta manera, esta investigación considera como población de estudio a residuos de construcción y demolición de diversos rellenos sanitarios informales fuera de la ciudad de Cutervo.

Mientras que, la muestra de estudio se considera aquel subconjunto de elementos u objetos con características específicas y deseadas para un estudio con la finalidad de representar a una población en general [32].

Esta investigación consideró como muestra de estudio a residuos de construcción y demolición de 02 vertederos específicamente en la ciudad de Cutervo ubicados en la carretera Cutervo- Sócota y Cutervo- Jaén. En cuanto a la muestra de estudio considerada para la evaluación del comportamiento mecánico (resistencia a la compresión) de los adoquines, es necesario detallar las cantidades de especímenes utilizados para este estudio.

Tabla 4. *Muestra de estudio para resistencia a la compresión*

Muestras	Edad		
	7 días	14 días	28 días
Muestra patrón	3	3	3
Muestra con 30% RCD	3	3	3
Muestra con 50% RCD	3	3	3
Muestra con 70% RCD	3	3	3
Sub- total de muestras	12	12	12
Total, muestras	36 unidades		

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Mientras que, para la evaluación del comportamiento físico, específicamente para el ensayo de absorción de agua, fue considerada la siguiente muestra de estudio.

Tabla 5. *Muestra de estudio para absorción de agua*

Muestras	Cantidad
Muestra de adoquín patrón	3
Muestra de adoquín con 30% RCD	3
Muestra de adoquín con 50% RCD	3
Muestra de adoquín con 70% RCD	3
Total, muestras	12

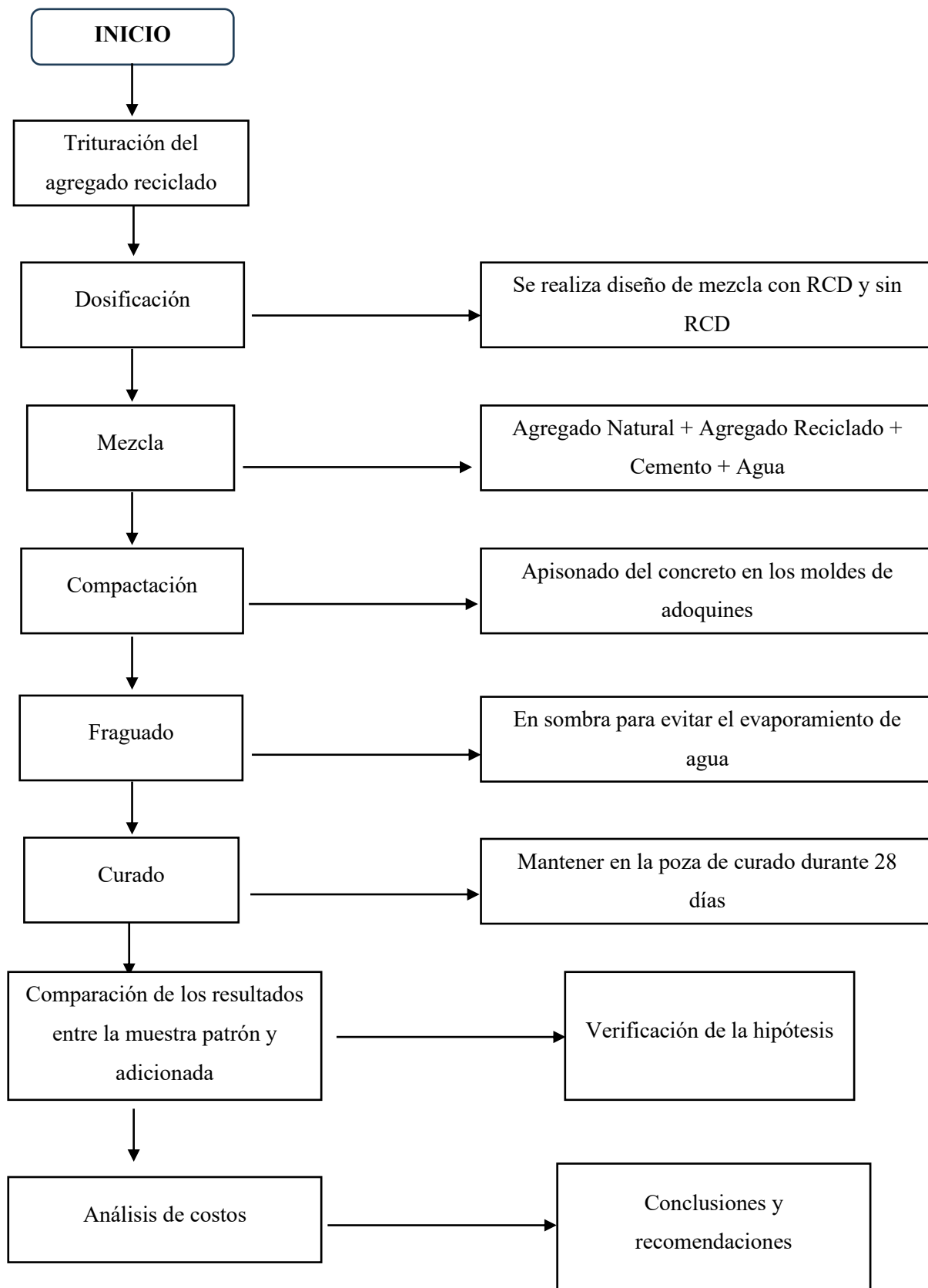
Fuente: Elaboración propia, 2023.

Finalmente, en cuanto a su tipo de muestreo, se consideró muestreo por conveniencia o también denominado no probabilístico, al haber seleccionado la muestra de estudio a propio juicio y bajo criterios propios del investigador.

Hipótesis:

“La utilización de residuos de construcción y demolición permite elaborar adoquines peatonales de concreto de forma técnica y económicamente factible en la ciudad de Cutervo.”

A continuación, se mostrará el proceso para demostrar la hipótesis.



Proceso para demostrar la hipótesis

VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN

VARIABLES

a) Variable independiente: Residuos de construcción y demolición.

b) Variable dependiente: Adoquines peatonales.

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Cuadro N° 01: Cuadro de operacionalización de la variable independiente.					
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Residuos de construcción y demolición	El Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento menciona que los RCD son aquellos residuos generados en las actividades y procesos de construcción, rehabilitación, restauración, remodelación, y demolición de edificaciones e infraestructura	Los residuos de construcción y demolición dependen de su tipología y de su clasificación relacionada con las características físicas - mecánicas que cuenta al momento de entrar a un proceso de reutilización.	CLASIFICACIÓN	Aprovechables	Nominal
				No Aprovechables	
			PROPIEDADES FÍSICAS	Granulometría	Nominal
				Peso específico	
Contenido de Humedad					
				Peso específico y absorción	

Cuadro N° 02: Cuadro de operacionalización de la variable dependiente.					
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Adoquines peatonales	Según la NTP: 399.611: "Son comúnmente para uso de pavimentación peatonal, de medida: 4 cm (altura) x 10 cm (ancho) x 20 cm (largo), cuentan con una resistencia a la compresión de 290 KG/cm ² y caben tener rendimiento de 50 unid/m ² con un diseño rectangular.	El adoquín peatonal cuenta con una composición ideal de agregado, agua y cemento para cumplir con la NTP en función del uso, en este caso para uso peatonal y debe cumplir las características técnicas requeridas por la misma, de tal manera que debe tener una resistencia a la compresión de 290 kg/cm ² .	COMPOSICIÓN	Agregado	Nominal
				Cemento	
				Agua	
			CARÁCTERÍSTICAS TÉCNICAS	Absorción	Nominal
				Resistencia a la compresión	
	Abrasión y flexión				

Fuente: Elaboración propia

Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos

Métodos de recolección de datos

Dentro de los métodos necesarios para la recolección de los datos para la presente investigación se consideraron a las Normas Técnicas Peruanas, las cuales permitirá la recopilación de las propiedades de estas unidades de adoquines de concreto.

Norma Técnica Peruana NTP 399.611

Esta normativa permite determinar las dimensiones de los adoquines, su resistencia a la compresión, rendimiento y diseño óptimo o ideal para un desempeño adecuado con fines de obtención de adoquín de uso peatonal tipo I.

Norma Técnica Peruana NTP 334.009/ NTP 334.082/ NTP 334.090

Esta normativa permite la descripción de requisitos que es necesario cumplir por parte del cemento para su uso en el concreto, asimismo brinda apoyo de los estándares y lineamientos aceptables establecidos para las diferentes pruebas a realizar.

Norma Técnica Peruana NTP 339.088

Esta normativa está enfocada en la calidad del agua que se plantea utilizar para el concreto, en donde se brindan los rangos y requisitos principales que debe garantizar el tipo de agua utilizado. Se recomienda el empleo de agua potable que es libre de sustancias, sin embargo, en caso de no ser agua de este tipo, se requiere de un sustento de especialista para garantizar su calidad.

Norma Técnica Peruana NTP 400.037

Esta normativa toma en cuenta todo lo relacionado con la calidad de los agregados y establecen los parámetros necesarios a ser considerados en el diseño de la mezcla, como las zonas permitidas para pruebas apropiadas con agregados gruesos, agregados finos y agregados duros mediante cribado.

Técnicas de recolección de datos

Dentro de las técnicas de recolección de datos se considera a las siguientes:

- Observación.
- Análisis de contenido.

Instrumentos de recolección de datos

Dentro de los instrumentos de recolección de datos se considera a las siguientes:

- Ficha de observación- laboratorio.
- Guía del análisis de contenido.

Asimismo, es importante recalcar que, para el desarrollo de la presente investigación fue necesario también instrumentos y herramientas de laboratorio, que serán detallados a continuación:

- Máquina a compresión.
- Máquina trituradora.
- Tamices.
- Horno.
- Balanza.
- Trompo mezclador.

Métodos de análisis de datos

El método de análisis de datos fue considerado el método descriptivo, ya que, se enfoca en la descripción, caracterización y representación de las propiedades de los agregados y de los adoquines peatonales de concreto.

Asimismo, se consideró necesario realizar ensayos a los agregados y a las unidades de adoquín de concreto para lograr obtener los resultados de cada objetivo específico, considerándose de carácter especializado, ya que, dichos resultados obtenidos a través de las pruebas de laboratorio fueron evaluados y representados en gráficos y tablas respectivas.

- ✓ Ensayo de granulometría a los agregados.
- ✓ Ensayo de peso unitario de los agregados.
- ✓ Ensayo de contenido de humedad de los agregados.
- ✓ Ensayo de peso específico y absorción de los agregados.
- ✓ Ensayo de resistencia de compresión de los adoquines de concreto.

Resultados

En este capítulo, se muestran los resultados obtenidos para determinar la factibilidad técnica y económica al usar los residuos de construcción y demolición para la elaboración de adoquines peatonales. Para ello, se determinó las consideraciones para la elección de los botaderos de recolección y la zona de acopio, asimismo, se determinaron las características físicas y mecánicas de los residuos de construcción usados, así como del agregado a usar para la elaboración del adoquín. Posteriormente, se analizará los diseños de adoquín con 0%, 30%, 50% y 70% de residuos de construcción y demolición, para determinar la factibilidad de su uso para la elaboración de adoquines peatonales.

Zonas de acopio y selección de residuos de construcción y demolición

El distrito de Cutervo cuenta con 2 botaderos ubicados en las afueras de la ciudad. Estos se consideran botaderos informales, dado que la Municipalidad de Cutervo no cuenta con un botadero formal. Estos serán los puntos de recolección de residuos de construcción y demoliciones (RCD), sin embargo, se consideran algunos criterios de elección de botaderos para obtener este material reciclado. Asimismo, la zona de acopio se encuentra jr: Ramon Castilla sin número, en la misma ciudad de Cutervo, en las instalaciones de laboratorio “Quintos Ingeniería y Construcción”.

Tabla 6. Ubicaciones referenciales de botaderos y zona de acopio

Botadero N° 01	Carretera Cutervo - Sócata
Botadero N° 02	Carretera Cutervo -Chipuluc
Zona de acopio	Cutervo

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Los criterios para la elección del botadero a usar para la obtención de residuos de construcción y demolición involucran los aspectos de ubicación, seguridad, accesibilidad y tipos de residuos. Dicho esto, se elegirá el botadero más cercano a la zona de acopio, el cual se encuentre en una zona segura, y presente una cantidad significativa de residuos de construcción y demolición.

Tabla 7. Criterios de elección de botadero

Pesos	30%	10%	40%	20%	Puntaje total
Criterios	Ubicación	Seguridad	Mayor cantidad de RCD	Accesibilidad	
Botadero 1	9	6	10	8	8.3
Botadero 2	8	6	8	7	7.3

Fuente: Elaboración propia, 2023.

De la tabla anterior, se observan los criterios a analizar para obtener la mejor opción del botadero para obtener el material reciclado. Dicho esto, se definieron los pesos de 30%, 10%, 40% y 20% para los criterios de ubicación, seguridad, mayor cantidad de RCD y accesibilidad, respectivamente, y a cada uno de estos se le dio un puntaje del 1 al 10 según la condición del criterio. Luego de realizar este análisis, se obtuvo un puntaje de 8.3 para el Botadero 01, seguido del Botadero 02, con un puntaje de 7.3. Para nuestra investigación, decidimos tomar los residuos de construcción y demolición del Botadero 01 por la cantidad, accesibilidad y ubicación que este nos proporciona.

Selección de residuos de construcción y demolición

Se utilizaron como muestras materiales RCD relacionados directamente al concreto, que se seleccionaron minuciosamente en el laboratorio y luego fueron trasladados para su trituración a una trituradora de grava en las afueras de Cutervo.

Por otro lado, existe una gran cantidad de material de escombros de construcción porque la gente no comprende el problema de reciclar los RCD y eliminarlos donde quiera que puedan, contaminando las carreteras que se dirigen hacia las comunidades cercanas, causando malestar ambiental y visual.

Trituración de residuos de construcción y demolición.

Para evaluar las propiedades físicas y mecánicas se requieren materiales triturados. Las muestras preseleccionadas y clasificadas se transportaron a la trituradora en bolsas de polipropileno. Luego, los materiales triturados se extraen y se llevan al laboratorio para realizar los ensayos necesarios.

Zonas de acopio

Como zona de acopio se tomaron las instalaciones del laboratorio, donde se realizaron los ensayos de nombre “Quintos Ingeniería y Construcción” ubicado en el Jirón Ramon Castilla sin número – Cutervo.

Características físicas y mecánicas de los residuos de construcción y demolición

En este estudio el material obtenido de los residuos de la construcción formó parte del agregado grueso, así mismo el agregado fino utilizado para la elaboración del diseño de la mezcla se obtuvo de la cantera “El Verde” en la provincia de Cutervo, el agregado grueso natural de la cantera “Rayme” del centro poblado del mismo nombre. A continuación, se presentan los resultados de diversas pruebas que determinan las propiedades físicas y mecánicas de los áridos.

Agregado grueso (RCD)

Las características del agregado grueso fueron obtenidas mediante la aplicación de cuatro ensayos de laboratorio. Entre estos se tiene: Análisis granulométrico, Peso Unitario, Gravedad Específica y Contenido de Humedad, los cuales se exponen a continuación.

Análisis granulométrico

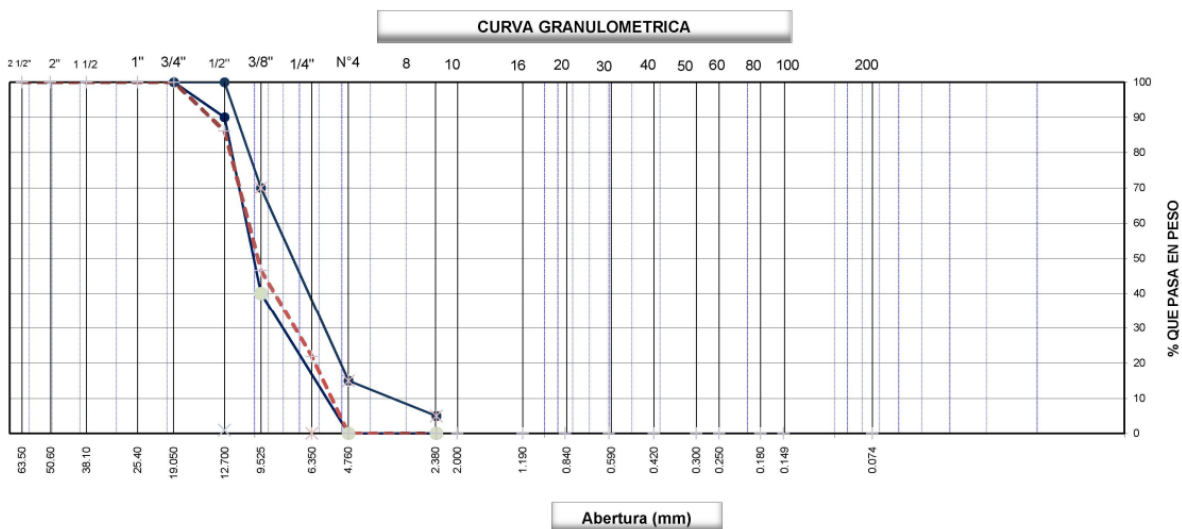
Se realizó este análisis siguiendo la Norma Internacional ASTM D-422, C-117, para determinar la distribución granulométrica del agregado grueso, donde el peso inicial total de la muestra fue de 9.585 kg, con partículas de tamaño máximo igual a 1/2”, así como tamaño máximo nominal de 3/8”. La siguiente tabla muestra el porcentaje de agregado grueso que pasa los diversos tamices considerados para este ensayo.

Tabla 8. Análisis granulométrico de agregado grueso reciclado

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que pasa	Especificaciones Grava Huso 7	
3/4"	19.000				100.00	100	100
1/2"	12.700	1,328.0	13.90	13.90	86.20	90	100
3/8"	9.520	3,798.0	39.60	53.50	46.50	40	70
1/4"	6.350	2,364.9	24.70	78.10	21.90		
N° 4	4.750	2,094.0	21.85	99.99	0.01	0	15
N° 6	4.750			99.99	0.01		
N° 8	2.360			99.99	0.01	0	5
Pasante		0.1	0.00	99.99	0.01		

Fuente: Elaboración propia, 2023.

De la tabla anterior, se observa que la primera porción de material retenida se presenta en el tamiz de 1/2", con un total de 1.328 kg retenidos logrando pasar el 86.20%. Asimismo, el último tamiz con presencia de material retenido fue el N° 04, con 2.094 kg, donde el porcentaje que pasa de la muestra total corresponde a 0.01%. Al realizar el análisis de la curva granulométrica de la muestra en estudio, se logró determinar que esta se encuentra dentro de los límites del Huso 07, tal como se muestra en la siguiente figura.

Figura 4. Curva granulométrica de agregado grueso reciclado

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Se puede observar que la curva granulométrica del agregado grueso reciclado presenta una tendencia al límite inferior del Huso 07, con un ligero desborde en el tamiz 1/2", dado que el límite inferior tiene como valor de porcentaje que pasa en peso igual a

90%, a diferencia de la muestra en estudio, con un 86.20%. Sin embargo, la distribución que continúa se logra posicionar dentro de los límites de este Huso.

Con respecto a los límites de Atterberg, los resultados obtenidos para esta muestra evidenciaron que no presenta límite líquido, plástico y, por lo tanto, índice de plasticidad. Asimismo, al realizar la clasificación de este material, se pudo identificar al suelo como grava mal graduada (GP), según clasificación SUCS y como un suelo A-1-a (0), según clasificación AASHTO.

Peso Unitario

Para realizar este ensayo se siguió la Norma Internacional ASTM C-29, con la cual se determinará el contenido de humedad promedio, el peso unitario suelto y peso unitario compactado. Los resultados de este ensayo mostraron contenidos de vacíos de 2.3% y 2.4% para las muestras realizadas, con un valor promedio de 2.33%. Además, los pesos unitarios sueltos obtenidos de las muestras en análisis fueron de 1.324, 1.330 y 1.331kg/cm³, considerando como valor promedio 1.328kg/cm³. Finalmente, las muestras ensayadas para determinar el peso unitario compactado presentaron valores de 1.511, 1.512 y 1.515kg/cm³, con un valor promedio de 1.513 kg/cm³.

Tabla 9. Resultados de ensayo de peso unitario de agregado grueso reciclado

Descripción	M1	M2	M3	Promedio
Contenido de vacíos	2.30%	2.40%		2.33%
Peso unitario suelto seco	1.324 kg/cm ³	1.33 kg/cm ³	1.331 kg/cm ³	1.328 kg/cm ³
Peso unitario compactado seco	1.511 kg/cm ³	1.512 kg/cm ³	1.515 kg/cm ³	1.513 kg/cm ³

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Peso Específico y absorción

Este ensayo se realizó siguiendo la Norma Internacional ASTM C-127,128, para determinar los valores de peso específico de masa, peso específico de masa saturada superficie seco, peso específico aparente y porcentaje de absorción. Para la muestra analizada se obtuvieron valores promedios de 2.549kg/cm³, para el peso específico de masa, 2.563kg/cm³, para el peso específico de masa saturada superficie seco, 2.585kg/cm³, para el peso específico aparente y 0.547% para el porcentaje de absorción.

Tabla 10. Resultados de ensayo de peso específico y absorción de agregado grueso reciclado

Descripción	M1	M3	Promedio
Peso específico de masa	2.532 kg/cm ³	2.566 kg/cm ³	2.549
Peso específico de masa saturada superficie seco	2.547 kg/cm ³	2.579 kg/cm ³	2.563
Peso específico aparente	2.570 kg/cm ³	2.600 kg/cm ³	2.5585
Porcentaje de absorción	0.57	0.52	0.547

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Contenido de humedad

Para realizar este ensayo se siguió la Norma Internacional ASTM D-2216. Donde, con una muestra integral de agregado grueso reciclado, se obtuvieron valores de contenido de humedad de 0.43% y 0.48% obteniendo como valor promedio 0.46%. La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos en el ensayo de contenido de humedad.

Tabla 11. Resultados de ensayo de contenido de humedad de agregado grueso reciclado

Descripción	M1	M3
Peso de tara (gr)	70.7	73.1
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	859.8	781.6
(gr)	856	778.2
Peso del agua contenida (gr)	3.4	3.4
Peso de la muestra seca (gr)	785.7	705.1
Contenido de humedad (%)	0.43	0.48

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Agregado fino

Este agregado fue obtenido de la cantera “El Verde”, donde, para determinar sus características físicas y mecánicas se realizaron los ensayos de Análisis granulométrico, contenido de humedad, peso unitario y vacíos, gravedad específica y material que pasa la malla N° 200. A continuación, se muestran los resultados obtenidos para estos ensayos:

Análisis granulométrico

Se realizó este análisis siguiendo la Norma Internacional ASTM D-422, C-117, para determinar la distribución granulométrica del agregado fino, donde el peso inicial total de la muestra fue de 11.740 kg, con módulo de fineza igual a 3%. La siguiente tabla muestra el porcentaje de agregado fino que pasa los diversos tamices considerados para este ensayo.

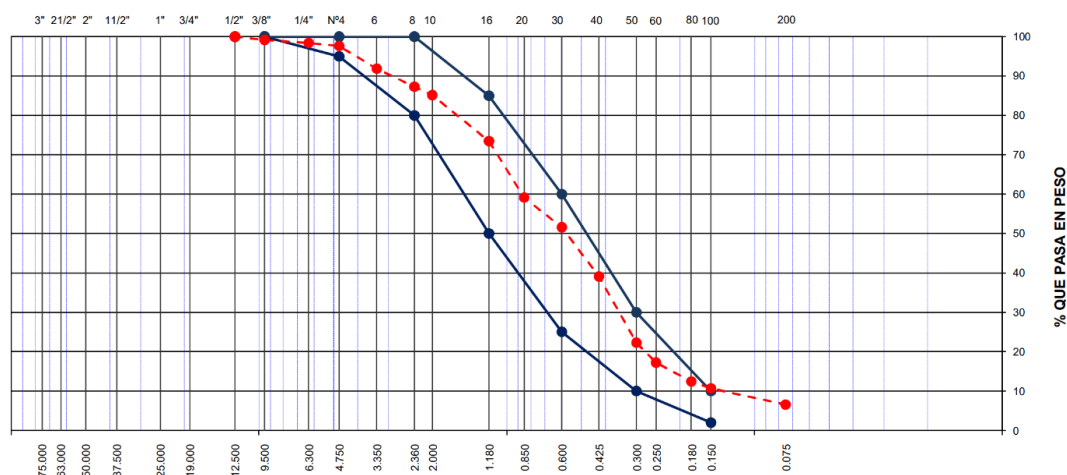
Tabla 12. Análisis granulométrico de agregado fino

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que pasa	Especificaciones Norma ASTM C33 - Uso para producir concreto	
1/2"	12.5				100		
3/8"	9.5	97.36	0.83	0.83	99.17	100	100
1/4"	6.3	86.40	0.74	1.57	98.43		
N° 4	4.75	91.63	0.78	2.35	97.65	95	100
N° 6	3.35	63.14	5.78	8.13	91.87		
N° 8	2.36	50.2	4.59	12.72	87.28	80	100
N° 10	2	23.1	2.11	14.83	85.17		
N° 16	1.18	127.63	11.68	26.51	73.49	50	85
N° 20	0.85	156.7	14.34	40.85	59.15		
N° 30	0.6	82.3	7.53	48.38	51.62	25	60
N° 40	0.425	136.5	12.49	60.87	39.13		
N° 50	0.3	184	16.83	77.7	22.3	10	30
N° 60	0.25	55.9	5.11	82.81	17.19		
N° 80	0.18	52	4.76	87.57	12.43		
N° 100	0.15	19.3	1.77	89.34	10.66	2	10
N° 200	0.075	44.7	4.09	93.43	6.57		
Pasante		71.83	6.57	100			

Fuente: Elaboración propia, 2023.

De la tabla anterior, se observa que la primera porción de material retenida se presenta en el tamiz de 3/8", con un total de 97.36 g retenidos logrando pasar el 99.17%. Asimismo, el último tamiz con presencia de material retenido fue el N° 200, con 44.7 g, donde el porcentaje que pasa de la muestra total corresponde a 6.57%. Al realizar el análisis de la curva granulométrica de la muestra en estudio, se logró determinar que esta se encuentra dentro de los límites la Norma ASTM C3, uso para producir concreto, tal como se muestra en la siguiente figura.

Figura 5. Curva granulométrica de agregado fino



Fuente: Elaboración propia, 2023.

Se puede observar que la curva granulométrica del agregado fino presenta una tendencia la zona central de los límites del Huso de referencia dispuesto en la Norma ASTM C-33, con un ligero desborde en el tamiz 3/8", dado que el límite inferior tiene como valor de porcentaje que pasa en peso igual a 95%, a diferencia de la muestra en estudio, con un 99.17%. Sin embargo, la distribución que continúa se logra posicionar dentro de los límites de este Huso.

Con respecto a los límites de Atterberg, los resultados obtenidos para esta muestra evidenciaron un valor de límite líquido igual a 13%, asimismo, no se presentó valores de límite plástico e índice de plasticidad. Cabe añadir que, al realizar la clasificación de este material, se pudo identificar al suelo como arena pobremente graduada con limo y grava (SP-SM), según clasificación SUCS y como un suelo A-1-b (0), según clasificación AASHTO.

Material fino que pasa el tamiz N° 200

Se realizó este análisis siguiendo la Norma Internacional ASTM C-117, para determinar de material de agregado fino que pasa el tamiz N° 200. Los resultados obtenidos muestran el peso de material pasante para las muestras en análisis, con valores de 27.1, 28.2 y 21.4g, para los recipientes 2, 7 y 3, además, los porcentajes que pasan la malla N° 200 para estos recipientes presentaron valores de 2.73%, 2.85% y 2.14%. Finalmente, el valor promedio del porcentaje que pasa el tamiz N° 200 fue 2.57%. La siguiente tabla muestra el porcentaje de agregado fino que pasa la malla N° 200 para este ensayo.

Tabla 13. Resultados de ensayo material fino que pasa el tamiz N° 200

Descripción	M1	M2	M3
Peso original de la muestra seca + tara (gr)	1019.20	1017.50	1023.70
Peso de la muestra seca, después del lavado + tara (gr)	992.10	989.30	1002.30
Peso del material pasante	27.1	28.2	21.4
Peso de la muestra seca lavada	992.1	989.3	1002.3
% de la malla 200	2.73	2.85	2.14
Promedio	2.57		

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Peso Unitario

Para realizar este ensayo se siguió la Norma Internacional ASTM C-29, con la cual se determinará el contenido de humedad promedio, el peso unitario suelto y peso unitario compactado. Los resultados de este ensayo mostraron contenidos de vacíos de 0.12% y 0.15% para las muestras realizadas, con un valor promedio de 0.14%. Además, los pesos unitarios sueltos obtenidos de las muestras en análisis fueron de 1.628, 1.624 y 1.622 kg/cm³, considerando como valor promedio 1.622 kg/cm³. Finalmente, las muestras ensayadas para determinar el peso unitario compactado presentaron valores de 1.845, 1.843 y 1.849 kg/cm³, con un valor promedio de 1.843 kg/cm³.

Tabla 14. Resultados de ensayo de peso unitario de agregado fino

Descripción	M1	M2	M3	Promedio
Contenido de vacíos	0.12%	0.15%		0.14%
Peso unitario suelto seco	1.6228 kg/cm ³	1.624 kg/cm ³	1.622 kg/cm ³	1.622 kg/cm ³
Peso unitario compactado seco	1.845 kg/cm ³	1.843 kg/cm ³	1.849 kg/cm ³	1.843 kg/cm ³

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Peso Específico y absorción

Este ensayo se realizó siguiendo la Norma Internacional ASTM C-127,128, para determinar los valores de peso específico de masa, peso específico de masa saturada superficie seco, peso específico aparente y porcentaje de absorción. Para la muestra analizada se obtuvieron valores promedios de 2.442 kg/cm³, para el peso específico de masa, 2.477 kg/cm³, para el peso específico de masa saturada superficie seco, 2.532 kg/cm³, para el peso específico aparente y 1.457% para el porcentaje de absorción.

Tabla 15. Resultados de ensayo de gravedad específica y absorción de agregado fino

Descripción	M1	M3	Promedio
Peso específico de masa	2.446 kg/cm ³	2.438 kg/cm ³	2.442 kg/cm ³
Peso específico de masa saturada superficie seco	2.478 kg/cm ³	2.477 kg/cm ³	2.477 kg/cm ³
Peso específico aparente	2.526 kg/cm ³	2.538 kg/cm ³	2.532 kg/cm ³
Porcentaje de absorción	1.297%	1.617%	1.457%

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Contenido de humedad

Para realizar este ensayo se siguió la Norma Internacional ASTM D-2216. Donde, con una muestra integral de agregado fino, se obtuvieron valores de contenido de humedad de 6.89% y 6.80% obteniendo como valor promedio 6.84%. La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos en el ensayo de contenido de humedad.

Tabla 16. *Resultados de ensayo de contenido de humedad de agregado fino*

Descripción	R4	R7
Peso de tara (gr)	68.6	73.6
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	767.1	786.3
Peso de la tara + muestra seca (gr)	722.1	740.9
Peso del agua contenida (gr)	45.0	45.4
Peso de la muestra seca (gr)	653.5	667.3
Contenido de humedad (%)	6.89	6.80
Contenido de humedad promedio (%)	6.84	

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Agregado grueso natural

Este agregado fue obtenido de la cantera “Rayme”, donde, para determinar sus características físicas y mecánicas se realizaron los ensayos Análisis granulométrico, Peso Unitario, Gravedad Específica y Contenido de Humedad, los cuales se exponen a continuación. A continuación, se muestran los resultados obtenidos para estos ensayos:

Análisis granulométrico

Se realizó este análisis siguiendo la Norma Internacional ASTM D-422, C-117, para determinar la distribución granulométrica del agregado grueso, donde el peso inicial total de la muestra fue de 1 kg, con partículas de tamaño máximo igual a 1/2”, así como tamaño máximo nominal de 3/8”. La siguiente tabla muestra el porcentaje de agregado grueso que pasa los diversos tamices considerados para este ensayo:

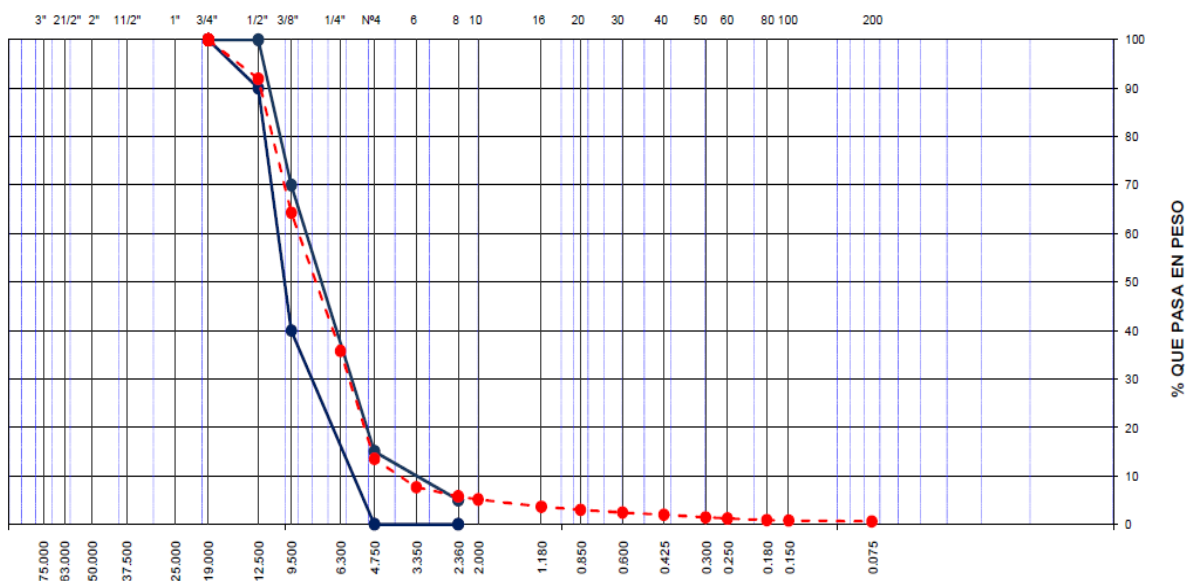
Tabla 17. Análisis granulométrico de agregado grueso natural

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que pasa	Especificaciones Grava Huso 7	
3/4"	19.000				100.00	100	100
1/2"	12.700	1,032.40	8.03	8.03	91.97	90	100
3/8"	9.520	3,560.20	27.68	35.71	64.29	40	70
1/4"	6.350	3,670.30	28.54	64.25	35.75		
N° 4	4.750	2,861.80	22.25	86.50	13.50	0	15
N° 6	4.750	249.40	5.83	92.33	7.67		
N° 8	2.360	80.50	1.88	94.21	5.79	0	5
N° 10	2.000	29.70	0.69	94.90	5.10		
N° 16	1.190	62.00	1.45	96.35	3.65		
N° 20	0.850	28.20	0.66	97.01	2.99		
N° 30	0.600	23.70	0.55	97.56	2.44		
N° 40	0.420	20.60	0.48	98.04	1.96		
N° 50	0.300	23.30	0.54	98.58	1.42		
N° 60	0.250	9.80	0.23	98.81	1.19		
N° 80	0.180	13.90	0.32	99.13	0.87		
N° 100	0.150	5.10	0.12	99.25	0.75		
N° 200	0.074	7.00	0.16	99.41	0.59		
Pasante		24.20	0.57	99.98			

Fuente: Elaboración propia, 2023.

De la tabla anterior, se observa que la primera porción de material retenida se presenta en el tamiz de 1/2", con un total de 1,032.40 kg retenidos logrando pasar el 91.97%. Asimismo, el último tamiz con presencia de material retenido fue el N° 200, con 7 g, donde el porcentaje que pasa de la muestra total corresponde a 0.59%. Al realizar el análisis de la curva granulométrica de la muestra en estudio, se logró determinar que esta se encuentra dentro de los límites del Huso 07, tal como se muestra en la siguiente figura.

Figura 6. Curva granulométrica de agregado grueso natural



Fuente: Elaboración propia, 2023.

Se puede observar que la curva granulométrica del agregado grueso reciclado presenta una tendencia al límite inferior del Huso 07, la distribución que continúa se logra posicionar dentro de los límites de este Huso.

Con respecto a los límites de Atterberg, los resultados obtenidos para esta muestra evidenciaron que no presenta límite líquido, plástico y, por lo tanto, índice de plasticidad. Asimismo, al realizar la clasificación de este material, se pudo identificar al suelo como grava mal graduada (GP), según clasificación SUCS y como un suelo A-1-a (0), según clasificación AASHTO.

Peso Unitario

Para realizar este ensayo se siguió la Norma Internacional ASTM C-29, con la cual se determinará el contenido de humedad promedio, el peso unitario suelto y peso unitario compactado. Los resultados de este ensayo mostraron contenidos de vacíos de 0.14% y 0.16% para las muestras realizadas, con un valor promedio de 0.15%. Además, los pesos unitarios sueltos obtenidos de las muestras en análisis fueron de 1.379, 1.381 y 1.375 kg/cm³, considerando como valor promedio 1.376 kg/cm³. Finalmente, las muestras ensayadas para determinar el peso unitario compactado presentaron valores de 1.518, 1.513 y 1.513 kg/cm³, con un valor promedio de 1.515 kg/cm³.

Tabla 18. Resultados de ensayo de peso unitario de agregado grueso reciclado

Descripción	M1	M2	M3	Promedio
Contenido de vacíos	0.14 %	0.16 %		0.15%
Peso unitario suelto seco	1.379 kg/cm ³	1.381 kg/cm ³	1.1375 kg/cm ³	1.376 kg/cm ³
Peso unitario compactado seco	1.518 kg/cm ³	1.513 kg/cm ³	1.513 kg/cm ³	1.515 kg/cm ³

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Peso Específico y absorción

Este ensayo se realizó siguiendo la Norma Internacional ASTM C-127,128, para determinar los valores de peso específico de masa, peso específico de masa saturada superficie seco, peso específico aparente y porcentaje de absorción. Para la muestra analizada se obtuvieron valores promedios de 2.624 kg/cm³, para el peso específico de masa, 2.635 kg/cm³, para el peso específico de masa saturada superficie seco, 2.654 kg/cm³, para el peso específico aparente y 0.43% para el porcentaje de absorción.

Tabla 19. Resultados de ensayo de gravedad específica y absorción de agregado grueso reciclado

Descripción	M1	M3	Promedio
Peso específico de masa	2.644 kg/cm ³	2.605 kg/cm ³	2.624
Peso específico de masa saturada superficie seco	2.655 kg/cm ³	2.616 kg/cm ³	2.635
Peso específico aparente	2.2674 kg/cm ³	2.634 kg/cm ³	2.654
Porcentaje de absorción	0.43	0.43	0.43

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Contenido de humedad

Para realizar este ensayo se siguió la Norma Internacional ASTM D-2216. Donde, con una muestra integral de agregado grueso reciclado, se obtuvieron valores de contenido de humedad de 1.80 % y 1.73 % obteniendo como valor promedio 1.77 %. La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos en el ensayo de contenido de humedad.

Tabla 20. Resultados de ensayo de contenido de humedad de agregado grueso reciclado

Descripción	M1	M3
Peso de tara (gr)	70.80	72.40
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	1312.30	1129.70
(gr)	1290.30	1111.70
Peso del agua contenida (gr)	22.00	18.00
Peso de la muestra seca (gr)	1219.50	1039.30
Contenido de humedad (%)	1.80	1.73

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Diseño de mezcla de concreto para adoquines

En el desarrollo de esta investigación, se determinó realizar un diseño de mezcla para un concreto de resistencia igual a $f'c=290\text{kg/cm}^2$, mediante el Método del A.C.I., para lograr obtener un adoquín de concreto apto para el uso peatonal. Cabe añadir que, se realizó inicialmente una muestra patrón, la cual experimentará variaciones de acuerdo con las proporciones de agregado grueso reciclado propuestas, las cuales son del 0%, 30%, 50% y 70%. Las consideraciones generales para el diseño de mezcla, comprenden un asentamiento de $2 \pm 1 \frac{1}{2}$ ", según ASTM C-94^a, un factor de cemento de 10.41 bls/m³ y una relación de agua cemento de 0.45. A continuación, se muestran los resultados obtenidos para la elaboración del diseño de mezcla de concreto.

Tabla 21. Dosificación en peso para concreto $f'c=290\text{kg/cm}^2$

Cemento	442.22 Kg/m ³ .
Agua	142.86 l/m ³ .
Agregado Fino	890.00 Kg/m ³ .
Agregado Grueso	816.02 Kg/m ³ .

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 22. Dosificación en volumen para concreto $f'c=290\text{kg/cm}^2$

Cemento	1.00 Bolsa (pie ³)
Agregado Fino	1.74 Pie ³ por bolsa
Agregado Grueso	1.98 Pie ³ por bolsa
Agua	13.77 Litros por bolsa

Fuente: Elaboración propia, 2023.






Para realizar la dosificación de los materiales, se usaron las características físicas y mecánicas obtenidas de los agregados en estudio, donde el agregado fino fue obtenido de la cantera "El Verde" y el agregado grueso comprende los residuos de construcción y demolición. La dosificación en peso presenta una relación de 1.00 : 2.01 : 1.85 : 0.32, según el diseño de mezcla realizado, donde el peso del agregado fino por m³ de concreto es 890.00 kg, así como

el peso del agregado grueso, con un valor de 816.02 kg. Con respecto a la proporción en volumen, la relación fue 1.00 : 1.74 : 1.98 : 13.77, para una bolsa de cemento.

Propiedades físicas y mecánicas de los adoquines

Para determinar las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines de concreto con residuos de construcción y demolición, se realizaron un total de 9 muestras, por cada variación de porcentaje de agregado reciclado. Asimismo, estas fueron curadas por 7, 14 y 28 días, formando grupos de 3 muestras por cada tiempo de curado.






Tabla 23. Tipos de falla en muestras

Tipos de falla	
	Tipo 1
	Tipo 2
	Tipo 3
	Tipo 4
	Tipo 5

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Estas muestras permitieron determinar las propiedades físicas, así como el comportamiento de falla ante la carga aplicada en el ensayo de resistencia a la compresión en cilindros. Para determinar su comportamiento se clasificaron 5 tipos de fallas, según la superficie y ángulo de falla. A continuación, se muestran las propiedades físicas obtenidas de las muestras realizadas.

Tabla 24. Propiedades mecánicas adoquín $f'c=290\text{kg/cm}^2$ con 0% de material reciclado

CONTRATO/ ESTRUCTURA/ELEMENTO.	FECHA DE TOMA DE MUESTRA	Nº DE CILINDRO	DIAS DE CURADO	FECHAS DE ROTURA	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm ²)	VOLUMEN (cm ³)	PESO (gr)	DENSIDAD (gr/cm ³)	TIPO DE FALLA					
																
DISEÑO 290 kg/cm ² CON 0 % DE MATERIAL RECICLADO (PATRON)	03/05/2022	1	7	10/05/2022	15.0	30.00	176.71	5,301.44	12890	2.431	X					
	03/05/2022	2	7	10/05/2022	15.0	30.10	176.71	5,319.11	12880	2.421		X				
	03/05/2022	3	7	10/05/2022	14.9	30.10	174.37	5,248.42	12890	2.456		X				
	03/05/2022	4	14	17/05/2022	14.9	31.10	174.37	5,422.79	12950	2.388	X					
	03/05/2022	5	14	17/05/2022	15.0	30.00	176.71	5,301.44	12960	2.445		X				
	03/05/2022	6	14	17/05/2022	14.9	30.00	174.37	5,230.99	12840	2.455	X					
	03/05/2022	7	28	31/05/2022	15.0	29.90	176.71	5,283.77	12960	2.453			X			
	03/05/2022	8	28	31/05/2022	15.1	30.00	179.08	5,372.36	12850	2.392		X				
	03/05/2022	9	28	31/05/2022	14.9	30.10	174.37	5,248.42	12920	2.462	X					

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Los resultados obtenidos del adoquín $f^c=290$ kg/cm² con 0% de RCD (patrón) muestran testigos de 15 cm de diámetro, altura de 30.1 cm, área de 175.9 cm², volumen de 5,303.2 cm³, 12.904 kg de peso y densidad de 2.434 gr/cm³, en promedio. Asimismo, las fallas más comunes fueron de tipo 1 y tipo 2, con presencia en 4 oportunidades cada una; cabe añadir que, se observó una muestra que experimentó la falla tipo 3.

Tabla 25. Propiedades mecánicas adoquín $f^c=290$ kg/cm² con 30% de material reciclado

CONTRATO/ ESTRUCTURA/ELEMENTO	FECHA DE TOMA DE MUESTRA	N° DE CILINDRO	DIAS DE CURADO	FECHAS DE ROTURA	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm ²)	VOLUMEN (cm ³)	PESO (gr)	DENSIDAD (gr/cm ³)	TIPO DE FALLA				
DISEÑO 290 kg/cm ² CON 30 % DE MATERIAL RECICLADO	11/05/2022	1	7	18/05/2022	15.1	30.00	179.08	5,372.36	12840	2.390	X				
	11/05/2022	2	7	18/05/2022	14.9	30.10	174.37	5,248.42	12850	2.448		X			
	11/05/2022	3	7	18/05/2022	15.0	30.10	176.71	5,319.11	12860	2.418	X				
	11/05/2022	4	14	25/05/2022	14.9	31.10	174.37	5,422.79	12970	2.392	X				
	11/05/2022	5	14	25/05/2022	15.0	30.00	176.71	5,301.44	12920	2.437		X			
	11/05/2022	6	14	25/05/2022	14.9	30.00	174.37	5,230.99	12890	2.464				X	
	11/05/2022	7	28	08/06/2022	14.9	29.90	174.37	5,213.55	12860	2.467	X				
	11/05/2022	8	28	08/06/2022	15.1	30.00	179.08	5,372.36	12870	2.396		X			
	11/05/2022	9	28	08/06/2022	15.0	30.10	176.71	5,319.11	12820	2.410				X	

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Los resultados obtenidos del adoquín $f^c=290$ kg/cm² con 30% de RCD muestran testigos de 15 cm de diámetro, altura de 30.1 cm, área de 176.20 cm², volumen de 5,311.1 cm³, 12.876 kg de peso y densidad de 2.425 gr/cm³, en promedio. Asimismo, las fallas más comunes fueron de tipo 1 y tipo 2, con presencia en 4 y 3 oportunidades, respectivamente; cabe añadir que, se observaron 2 muestras que experimentaron la falla tipo 4.

Tabla 26. Propiedades mecánicas adoquín $f^c=290$ kg/cm² con 50% de material reciclado

CONTRATO/ ESTRUCTURA/ELEMENTO	FECHA DE TOMA DE MUESTRA	N° DE CILINDRO	DIAS DE CURADO	FECHAS DE ROTURA	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm ²)	VOLUMEN (cm ³)	PESO (gr)	DENSIDAD (gr/cm ³)	TIPO DE FALLA				
DISEÑO 290 kg/cm ² CON 50 % DE MATERIAL RECICLADO	11/05/2022	1	7	18/05/2022	14.9	30.00	174.37	5,230.99	12870	2.460	X				
	11/05/2022	2	7	18/05/2022	14.8	30.10	172.03	5,178.21	12840	2.480		X			
	11/05/2022	3	7	18/05/2022	14.9	30.10	174.37	5,248.42	12840	2.446		X			
	11/05/2022	4	14	25/05/2022	14.9	31.10	174.37	5,422.79	12910	2.381	X				
	11/05/2022	5	14	25/05/2022	15.0	30.00	176.71	5,301.44	12960	2.445				X	
	11/05/2022	6	14	25/05/2022	15.1	30.00	179.08	5,372.36	12940	2.409					X
	11/05/2022	7	28	08/06/2022	14.9	29.90	174.37	5,213.55	12820	2.459					X
	11/05/2022	8	28	08/06/2022	15.0	30.00	176.71	5,301.44	12950	2.443				X	
	11/05/2022	9	28	08/06/2022	14.9	30.10	174.37	5,248.42	12860	2.450	X				

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Los resultados obtenidos del adoquín $f^c=290$ kg/cm² con 50% de RCD muestran testigos de 14.93 cm de diámetro, altura de 30.1 cm, área de 175.2 cm², volumen de 5,279.7 cm³,

12.887 kg de peso y densidad de 2.441 gr/cm³, en promedio. Asimismo, las fallas más comunes fueron de tipo 1 y tipo 2, con la presencia también de las fallas tipo 4 y 5.

Tabla 27. *Propiedades mecánicas adoquín $f^c=290\text{kg/cm}^2$ con 70% de material reciclado*

CONTRATO/ ESTRUCTURA/ELEMENTO.	FECHA DE TOMA DE MUESTRA	N° DE CILINDRO	DIAS DE CURADO	FECHAS DE ROTURA	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm ²)	VOLUMEN (cm ³)	PESO (gr)	DENSIDAD (gr/cm ³)	TIPO DE FALLA				
DISEÑO 290 kg/cm² CON 70 % DE MATERIAL RECICLADO	11/05/2022	1	7	18/05/2022	14.8	30.00	172.03	5,161.01	12880	2.496				X	
	11/05/2022	2	7	18/05/2022	15.0	30.10	176.71	5,319.11	12860	2.418			X		
	11/05/2022	3	7	18/05/2022	14.9	30.10	174.37	5,248.42	12850	2.448				X	
	11/05/2022	4	14	25/05/2022	15.1	31.10	179.08	5,569.35	12930	2.322	X				
	11/05/2022	5	14	25/05/2022	14.9	30.00	174.37	5,230.99	12860	2.458			X		
	11/05/2022	6	14	25/05/2022	15.0	30.00	176.71	5,301.44	12840	2.422		X			
	11/05/2022	7	28	08/06/2022	14.9	29.90	174.37	5,213.55	12920	2.478				X	
	11/05/2022	8	28	08/06/2022	15.0	30.00	176.71	5,301.44	12910	2.435			X		
	11/05/2022	9	28	08/06/2022	15.1	30.10	179.08	5,390.27	12820	2.378					X

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Los resultados obtenidos del adoquín $f^c=290\text{ kg/cm}^2$ con 70% de RCD muestran testigos de 15 cm de diámetro, altura de 30.1 cm, área de 175.9 cm², volumen de 5,304.0 cm³, 12.874 kg de peso y densidad de 2.428 gr/cm³, en promedio. Asimismo, las fallas más comunes fueron de tipo 3 y tipo 4, con presencia en 3 oportunidades cada una, cabe añadir que, se observaron una muestra por los tipos de falla 1, 2 y 5.

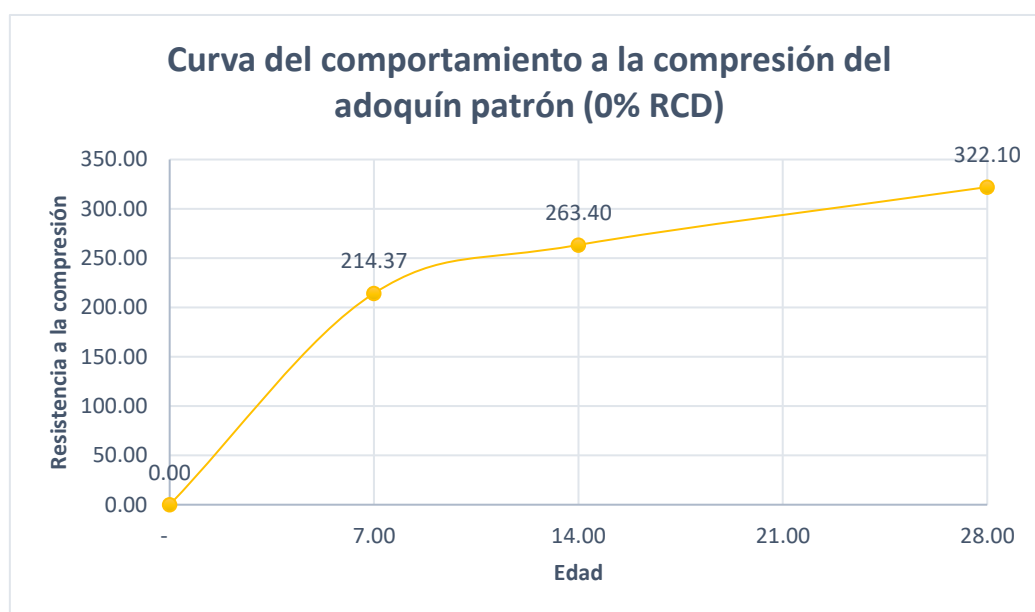
Para determinar las propiedades mecánicas, se realizó la rotura de probetas para muestras de 7, 14 y 28 días, con la cual se obtuvo la resistencia adquirida que permitió definir el porcentaje óptimo de agregado reciclado a usar para el diseño de mezcla de los adoquines de concreto. En la siguiente tabla, se muestra un resumen de las resistencias obtenidas de las muestras ensayadas.

Tabla 28. Resumen de resistencias obtenidas en ensayo de resistencia a la compresión

FECHA DE FABRICACIÓN	EDAD	RESISTENCIA
Diseño 290 kg/cm ² con 0 % de material reciclado (Patrón)	7.00	214.37
	14.00	263.40
	28.00	322.10
Diseño 290 kg/cm ² con 30 % de material reciclado	7.00	231.60
	14.00	265.90
	28.00	319.23
Diseño 290 kg/cm ² con 50 % de material reciclado	7.00	212.86
	14.00	267.51
	28.00	308.58
Diseño 290 kg/cm ² con 70 % de material reciclado	7.00	190.76
	14.00	244.61
	28.00	295.52

Fuente: Elaboración propia, 2023.

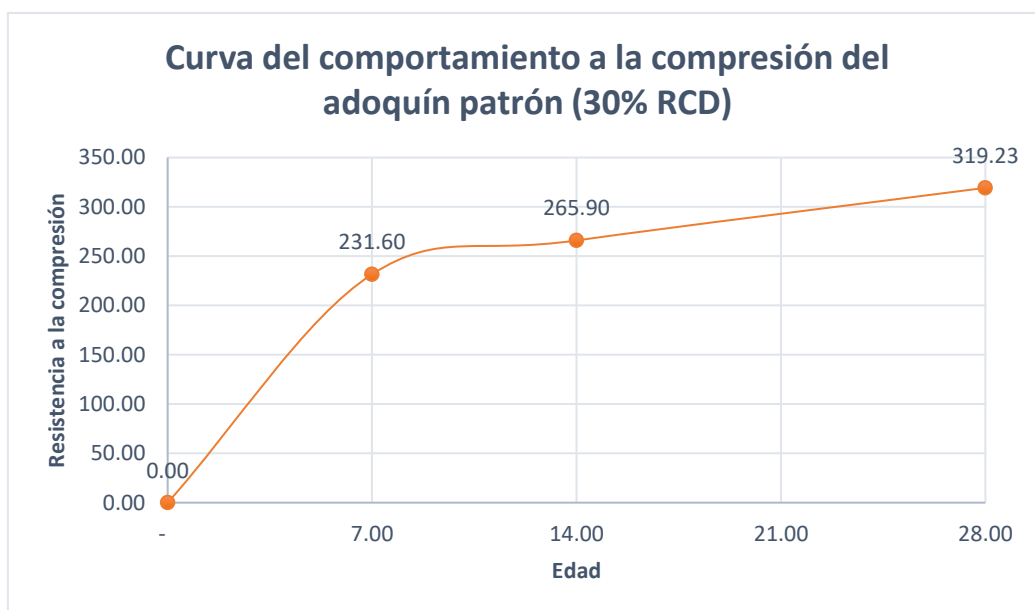
El primer diseño de mezcla realizado fue con 0% de material reciclado, cuyas muestras se fabricaron el 03/05/2022, con un total de 9 muestras, las cuales tuvieron fecha de rotura el 10/05/2022 para las muestras de 7 días de curado, 17/05/2022 para las muestras con 14 días de curado y el 31/05/2022 para las muestras con 28 días de curado. Los resultados de resistencia obtenida fueron de 214.37 kg/cm² en promedio para las muestras a los 7 días de curado, 263.40 kg/cm² en promedio para las muestras a los 14 días de curado y 322.10 kg/cm² en promedio para las muestras a los 28 días de curado.

Figura 7. Curva de resistencia a la compresión del adoquín con 0% de material reciclado (patrón)

Fuente: Elaboración propia, 2023.

El segundo diseño de mezcla realizado fue con 30% de material reciclado, cuyas muestras se fabricaron el 11/05/2022, con un total de 9 muestras, las cuales tuvieron fecha de rotura el 18/05/2022 para las muestras de 7 días de curado, 25/05/2022 para las muestras con 14 días de curado y el 08/06/2022 para las muestras con 28 días de curado. Los resultados de resistencia obtenida fueron de 231.60 kg/cm² en promedio para las muestras a los 7 días de curado, 265.90 kg/cm² en promedio para las muestras a los 14 días de curado y 319.23 kg/cm² en promedio para las muestras a los 28 días de curado.

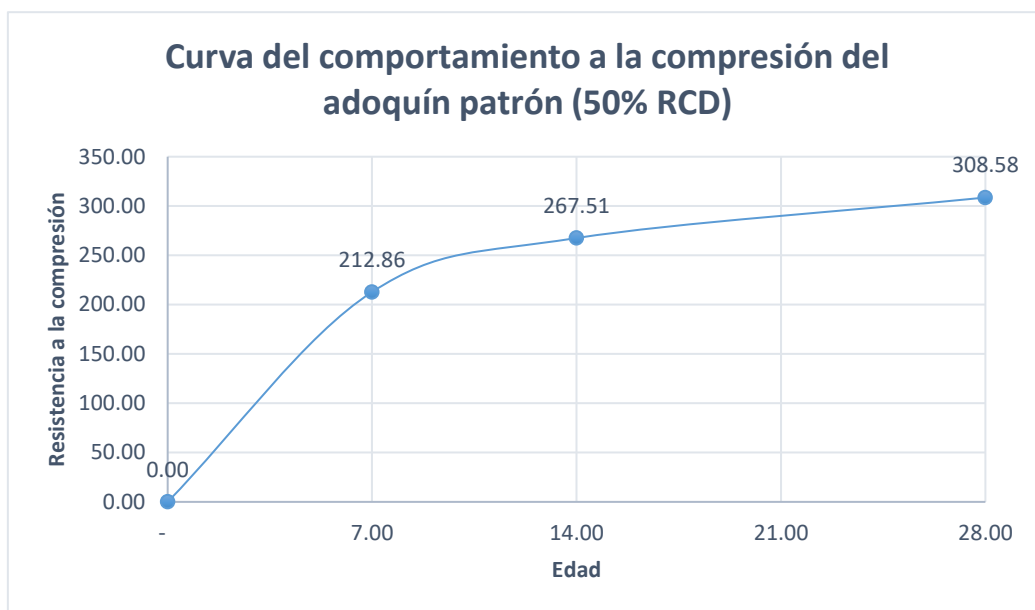
Figura 8. Curva de resistencia a la compresión del adoquín con 30% de material reciclado



Fuente: Elaboración propia, 2023.

El tercer diseño de mezcla realizado fue con 50% de material reciclado, el cual se fabricó el 03/05/2022, con un total de 9 muestras, las cuales tuvieron fecha de rotura el 18/05/2022 para las muestras de 7 días de curado, 25/05/2022 para las muestras con 14 días de curado y el 08/06/2022 para las muestras con 28 días de curado. Los resultados de resistencia obtenida fueron de 212.86 kg/cm² en promedio para las muestras a los 7 días de curado, 267.51 kg/cm² en promedio para las muestras a los 14 días de curado y 308.58 kg/cm² en promedio para las muestras a los 28 días de curado.

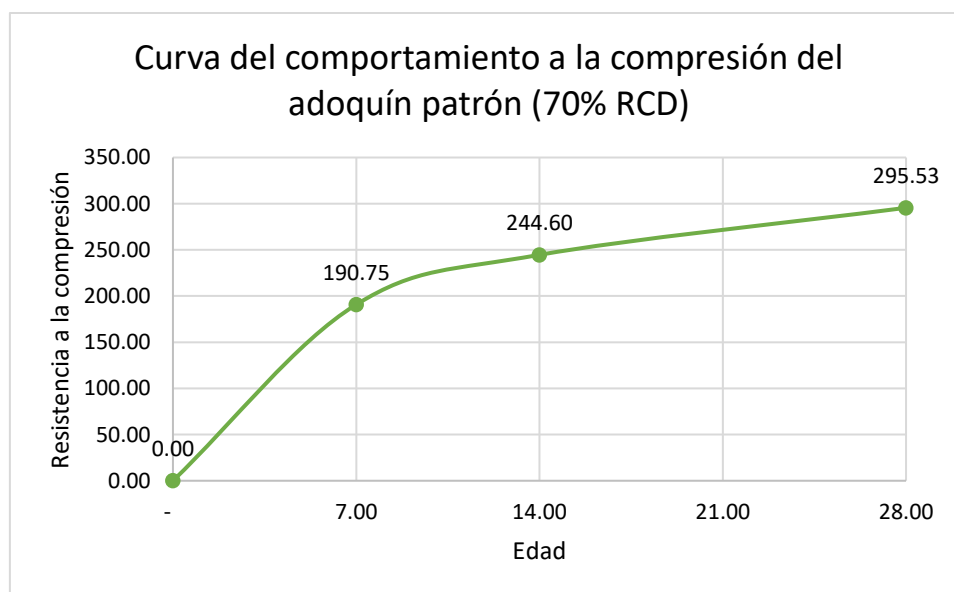
Figura 9. Curva de resistencia a la compresión del adoquín con 50% de material reciclado



Fuente: Elaboración propia, 2023.

El cuarto diseño de mezcla realizado fue con 70% de material reciclado, el cual se fabricó el 03/05/2022, con un total de 9 muestras, las cuales tuvieron fecha de rotura el 18/05/2022 para las muestras de 7 días de curado, 25/05/2022 para las muestras con 14 días de curado y el 08/06/2022 para las muestras con 28 días de curado. Los resultados de resistencia obtenida fueron de 190.76 kg/cm² en promedio para las muestras a los 7 días de curado, 244.61 kg/cm² en promedio para las muestras a los 14 días de curado y 295.53 kg/cm² en promedio para las muestras a los 28 días de curado.

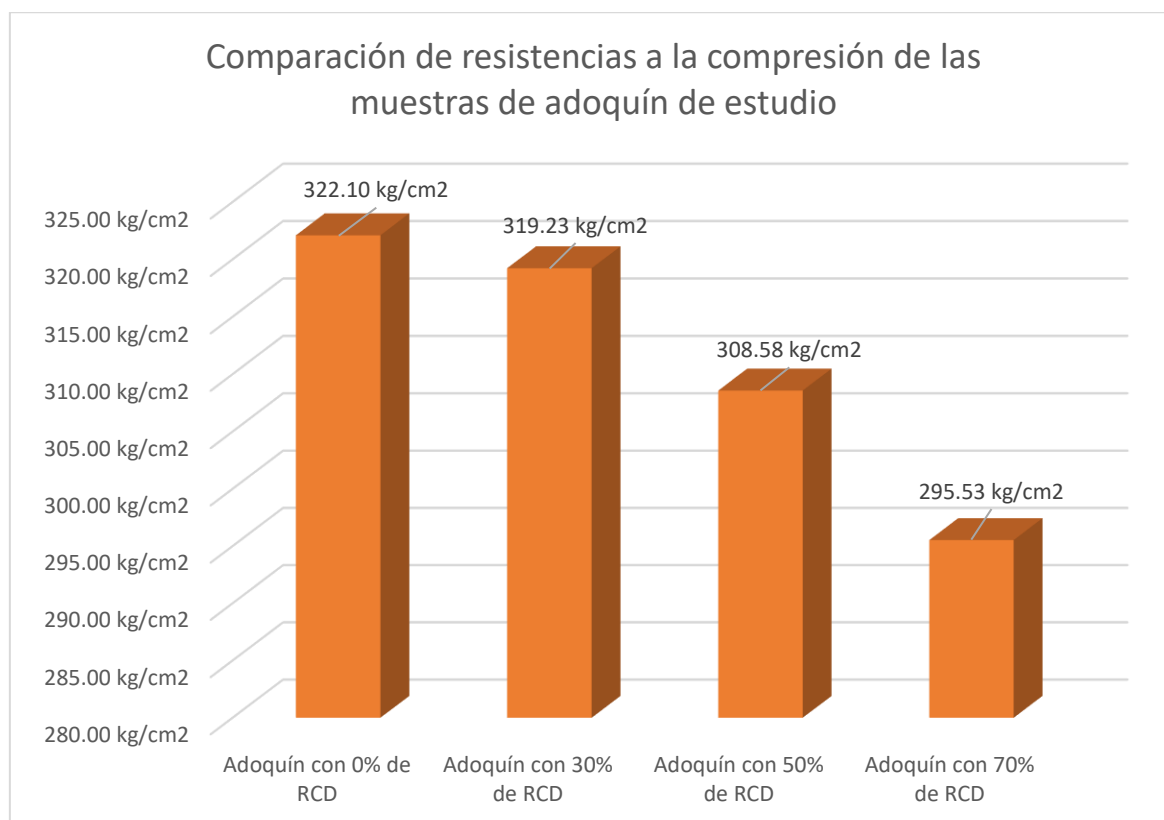
Figura 10. Curva de resistencia a la compresión del adoquín con 70% de material reciclado



Fuente: Elaboración propia, 2023.

Finalmente, al realizar la comparación entre las resistencias máximas obtenidas, se observa que el diseño de mezcla con mayor resistencia fue el del adoquín con 70% de RCD, con una resistencia de 322.35 kg/cm², seguido del adoquín con 0% de RCD (patrón), con 322.10 kg/cm², los últimos lugares lo ocupan el adoquín con 30% de RCD y 50% de RCD, con resistencias máximas de 319.23 kg/cm² y 308.58 kg/cm², respectivamente.

Figura 11. Comparación de resistencias a la compresión de muestras en estudio



Fuente: Elaboración propia, 2023.

Se realizaron un total de 12 muestras de adoquín, por cada variación de porcentaje de agregado reciclado. Asimismo, estas fueron curadas por 7, 14 y 28 días, formando grupos de 3 muestras por cada tiempo de curado.

Estas muestras permitieron determinar las propiedades físicas (espesor nominal, color, textura, peso), así como las propiedades mecánicas, que para esta investigación se consideró el ensayo de resistencia a la compresión en adoquines como propiedad mecánica debido a que la NTP 369.611 menciona en el apartado 6 que para adoquines tipo I los ensayos básicos son resistencia a la compresión y máxima absorción. A continuación, se muestran las propiedades mecánicas obtenidas de las muestras realizadas.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION EN ADOQUINES.														
CONTRATO/ ESTRUCTURAELEMENTO	FECHA DE TOMA DE MUESTRA	N° DE CILINDRO	DIAS DE CURADO	FECHAS DE ROTURA	DIAMETR O (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm ²)	VOLUMEN (cm ³)	DENSIDAD (gr/cm ³)	CARGA APLICADA (Kg)	RESISTENCIA A LA FECHA		RESISTENCIA ESTIMADA A LOS % DIAS (P.S.I)	PORCENTAJE CON RESPECTO A Fc
											(Kg/cm ²)	DISEÑO		
DISEÑO 290 kg/cm ² CON 0 % DE MATERIAL RECICLADO (PATRON)	06/05/2022	1	28	03/06/2022	-	4.00	200.00	800.00	16.113	67173.79183	335.87	290	70 ~ 85 %	115.82
	06/05/2022	2	28	03/06/2022	-	4.00	200.00	800.00	16.100	68468.83116	342.34	290	70 ~ 85 %	118.05
	06/05/2022	3	28	03/06/2022	-	4.00	200.00	800.00	16.113	69875.01953	349.38	290	70 ~ 85 %	120.47
DISEÑO 290 kg/cm ² CON 30 % DE MATERIAL RECICLADO	06/05/2022	1	28	03/06/2022	-	4.00	200.00	800.00	16.188	66816.89123	334.08	290	85 ~ 95 %	115.20
	06/05/2022	2	28	03/06/2022	-	4.00	200.00	800.00	16.200	65400.5057	327.00	290	85 ~ 95 %	112.76
	06/05/2022	3	28	03/06/2022	-	4.00	200.00	800.00	16.050	66531.37075	332.66	290	85 ~ 95 %	114.71
DISEÑO 290 kg/cm ² CON 50 % DE MATERIAL RECICLADO	06/05/2022	1	28	03/06/2022	-	4.00	200.00	800.00	16.200	65041.56566	325.21	290	100 ~ 120 %	112.14
	06/05/2022	2	28	03/06/2022	-	4.00	200.00	800.00	16.063	65785.95835	328.93	290	100 ~ 120 %	113.42
	06/05/2022	3	28	03/06/2022	-	4.00	200.00	800.00	15.925	64430.75578	322.15	290	100 ~ 120 %	111.09
DISEÑO 290 kg/cm ² CON 70 % DE MATERIAL RECICLADO	06/05/2022	1	28	03/06/2022	-	4.00	200.00	800.00	15.788	62710.49488	313.55	290	100 ~ 120 %	108.12
	06/05/2022	2	28	03/06/2022	-	4.00	200.00	800.00	15.650	63648.6336	318.24	290	100 ~ 120 %	109.74
	06/05/2022	3	28	03/06/2022	-	4.00	200.00	800.00	15.513	62474.94048	312.37	290	100 ~ 120 %	107.72

Los resultados obtenidos del adoquín $f'c=290$ kg/cm² con 0% de RCD (patrón) muestran adoquines de 20cm * 10cm * 6cm de altura, un área de 200 cm², volumen de 800 cm³.

Factibilidad económica y técnica del uso de adoquines

En la presente investigación, se analizó la factibilidad económica del uso de adoquines con RCD, para ello, se determinó el costo unitario de la elaboración de cada alternativa con la intención de comparar los costos con las opciones más favorables desde el aspecto técnico. A continuación, se muestran las cantidades de los materiales usados para la construcción de un adoquín, considerando las medidas de 0.20m de longitud, 0.10m de ancho y 0.06m de espesor, mencionar que este costo unitario se realizó solo para esta investigación no consideramos gastos en maquinaria como la Máquina a Motor Eléctrico para fabricar Bloques y Adoquines debido a que se realizaron con molde de madera y de manera artesanal como se observan en las imágenes en los anexos de esta misma investigación.

Tabla 29. Cantidades de materiales, mano de obra, equipos y materiales

Materiales	
Cemento	0.0137 bls
Arena	0.0007 m ³
Piedra 1/2"	0.0008 m ³
Agua	0.0002 m ³
Mano de obra	
Operario	0.0200 hh
Peón	0.0200 hh
Herramientas y equipos	
Mezcladora de concreto	0.0062 hm
Herramientas manuales	5%MO

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Para determinar las cantidades a usar de los diversos componentes del costo para la construcción de 1 unidad de adoquín, se consideró un rendimiento de 400 und/día, el cual es un valor validado mediante juicio de expertos. Asimismo, las cantidades serán constantes para el cálculo de los costos unitarios de la construcción de adoquín con 0%, 30%, 50% y 70% de RCD, donde la única variación de cada alternativa fue la cantidad de piedra, dado que el agregado reciclado reemplaza parcialmente este material.

Tabla 30. *Análisis de costo unitario para adoquín con 0% de RCD*

Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	P. Unitario	P. Parcial	Total (soles)
						1.25
Materiales						0.48
Cemento	Unidad		0.0137	27.97	0.383	
Arena	Unidad		0.0007	59.32	0.040	
Agregado Grueso	Unidad		0.0008	67.80	0.052	
Agua	Unidad		0.0002	16.95	0.003	
Mano de obra						0.540
Operario	HH	1	0.0200	15	0.300	
Peón	HH	1	0.0200	12	0.240	
Equipos y Herramientas						0.227
Herramientas Manuales	%MO		0.05		0.027	
Mezcladora de concreto	HM	1	0.0100	20	0.200	

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 31. Análisis de costo unitario para adoquín con 30% de RCD

Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	P. Unitario	P. Parcial	Total (soles)
						1.23
Materiales						0.47
Cemento	Unidad		0.0137	27.97	0.383	
Arena	Unidad		0.0007	59.32	0.040	
Agregado Grueso	Unidad		0.0005	67.80	0.036	
Agregado Reciclado	Unidad		0.0002	16.95	0.004	
Agua	Unidad		0.0002	16.95	0.003	
Mano de obra						0.540
Operario	HH	1	0.0200	15	0.300	
Peón	HH	1	0.0200	12	0.240	
Equipos y Herramientas						0.227
Herramientas Manuales	%MO		0.05		0.027	
Mezcladora de concreto	HM	1	0.0100	20	0.200	

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 32. Análisis de costo unitario para adoquín con 50% de RCD

Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	P. Unitario	P. Parcial	Total (soles)
						1.23
Materiales						0.46
Cemento	Unidad		0.0137	27.97	0.383	
Arena	Unidad		0.0007	59.32	0.040	
Agregado Grueso	Unidad		0.0004	67.80	0.026	
Agregado Reciclado	Unidad		0.0004	16.95	0.007	
Agua	Unidad		0.0002	16.95	0.003	
Mano de obra						0.540
Operario	HH	1	0.0200	15	0.300	
Peón	HH	1	0.0200	12	0.240	
Equipos y Herramientas						0.227
Herramientas Manuales	%MO		0.05		0.027	
Mezcladora de concreto	HM	1	0.0100	20	0.200	

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 33. Análisis de costo unitario para adoquín con 70% de RCD

Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	P. Unitario	P. Parcial	Total (soles)
						1.22
Materiales						0.45
Cemento	Unidad		0.0137	27.97	0.383	
Arena	Unidad		0.0007	59.32	0.040	
Agregado Grueso	Unidad		0.0002	67.80	0.016	
Agregado Reciclado	Unidad		0.0005	16.95	0.009	
Agua	Unidad		0.0002	16.95	0.003	
Mano de obra						0.540
Operario	HH	1	0.0200	15	0.300	
Peón	HH	1	0.0200	12	0.240	
Equipos y Herramientas						0.227
Herramientas Manuales	%MO		0.05		0.027	
Mezcladora de concreto	HM	1	0.0100	20	0.200	

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Para la construcción del adoquín con 0% de RCD, los costos se distribuyeron en S/ 0.48 en materiales, S/ 0.54 en mano de obra y S/ 0.227 en equipos y herramientas, obteniendo un total de S/ 1.25 como costo para la construcción de 1 unidad de adoquín. Además, la construcción del adoquín con 30% de RCD, presentó costos de S/ 0.47, S/. 0.54 y S/ 0.227 para materiales, mano de obra y equipos y herramientas, respectivamente, sumando un total de S/ 1.23. Al determinar los costos de incurridos en la construcción de adoquín con 50% de RCD, se obtuvieron los valores de S/ 0.46 para materiales, S/ 0.54 para mano de obra y S/ 0.227 para equipos y herramientas, cuyo costo total fue de S/ 1.23. Finalmente, para la construcción del adoquín con 70% de RCD, los costos se distribuyeron en S/ 0.45, S/ 0.54 y S/ 0.227, para materiales, mano de obra y equipos y herramientas, respectivamente, asimismo, el costo total fue de S/ 1.22. Cabe añadir que, los costos totales obtenidos para cada alternativa no incluyen el costo de IGV.

Tabla 34. *Resumen de costo unitario por adoquín*

Descripción	Costo unitario
Adoquín con 0% de agregado reciclado.	S/ 1.25
Adoquín con 30% de agregado reciclado.	S/ 1.23
Adoquín con 50% de agregado reciclado.	S/ 1.23
Adoquín con 70% de agregado reciclado.	S/ 1.22

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Evaluación económica

La evaluación de un proyecto es una herramienta clave que permite decidir, al analizar los flujos de costos y beneficios, si resulta conveniente o no emprender el proyecto, determinando así su viabilidad económica. Los estudios de mercado, técnicos y financieros proporcionaron la información necesaria para estimar los ingresos y costos proyectados que se generarán a lo largo de la vida útil del proyecto. Cabe señalar que en la evaluación solo se considerarán los flujos de costos y beneficios reales que puedan atribuirse directamente al proyecto.

Inversión

Este estudio tiene como objetivo ofrecer una perspectiva amplia de las condiciones económicas y financieras que se desarrollarán en el proyecto, además de presentar la disponibilidad de recursos destinados a su ejecución. La información financiera y económica deberá ser cuantitativa y confiable para asegurar decisiones adecuadas. La clasificación de los ingresos y egresos permitirá identificar los distintos tipos de gastos, lo cual facilitará un control más efectivo sobre el presupuesto técnico del proyecto. Asimismo, este análisis permitirá observar la influencia de los gastos en aspectos como la distribución de ingresos y las proyecciones futuras, convirtiéndose en una herramienta valiosa para los niveles de toma de decisiones del proyecto.

La inversión total del proyecto se compone de la suma de los activos fijos, el capital de trabajo y los activos intangibles, lo que da como resultado la inversión general necesaria para llevar a cabo el proyecto:

Tabla 35. Inversión en activos fijos

Activos Fijos	Total			
	0%	30%	50%	70%
Terreno	S/ 25,000.00	S/ 25,000.00	S/ 25,000.00	S/ 25,000.00
Construcción (100 mil)	S/ 83,000.00	S/ 82,000.00	S/ 81,000.00	S/ 80,000.00
Herramientas	S/ 5,000.00	S/ 5,000.00	S/ 5,000.00	S/ 5,000.00
Otros	S/2,000.00	S/2,000.00	S/2,000.00	S/2,000.00
TOTAL	S/ 115,000.00	S/ 114,000.00	S/ 113,000.00	S/ 112,000.00

Tabla 36. Inversión de Activos Intangibles

Trámite	Total			
	0%	30%	50%	70%
Registro	S/ 250.00	S/ 250.00	S/ 250.00	S/ 250.00
Aprobación de construcción	S/ 250.00	S/ 250.00	S/ 250.00	S/ 250.00
Asesoría Legal	S/ 400.00	S/ 400.00	S/ 400.00	S/ 400.00
Otros	S/ 100.00	S/ 100.00	S/ 100.00	S/ 100.00
TOTAL	S/ 1,000.00	S/ 1,000.00	S/ 1,000.00	S/ 1,000.00

Tabla 37. Inversión en Capital de Trabajo

Concepto	Total			
	0%	30%	50%	70%
Gastos Administrativos	S/ 2,000.00	S/ 2,000.00	S/ 2,000.00	S/ 2,000.00
Gastos de Ventas	S/ 3,000.00	S/ 3,000.00	S/ 3,000.00	S/ 3,000.00
Gastos Financieros	S/ 4,500.00	S/ 4,500.00	S/ 4,500.00	S/ 4,500.00
TOTAL	S/ 9,500.00	S/ 9,500.00	S/ 9,500.00	S/ 9,500.00

Ante todo esto, se le suma los imprevistos (5%) lo cual se designa para reparaciones y mantenimiento correctivo.

Tabla 38. Inversión Total

Concepto	Total			
	0%	30%	50%	70%
TOTAL	S/ 131,775.00	S/ 130,725.00	S/ 129,675.00	S/ 128,625.00

El financiamiento de este proyecto se realizará mediante la aportación de un accionista, quien contribuirá con S/ 50,000, mientras que el monto restante será cubierto a través de un préstamo en el banco de crédito (Por tener el menor porcentaje de interés).

Tabla 39. Financiamiento

Participación	Porcentaje	Total			
		0%	30%	50%	70%
Financiamiento	37.94%	S/ 50,000.00	S/ 49,597.07	S/ 49,198.70	S/ 48,800.33
BCP	62.06%	S/ 81,775.00	S/ 81,127.94	S/ 80,476.31	S/ 79,824.68
Total	100%	S/ 131,775.00	S/ 130,725.00	S/ 129,675.00	S/ 128,625.00

El préstamo solicitado para financiar este proyecto asciende a mínimo 78,625.00 soles y será amortizado anualmente durante un período de 5 años, con una tasa de interés del 10.5%. A continuación, se presenta el cálculo de la cuota anual que deberá abonarse, junto con la tabla de amortización correspondiente:

$$R = \frac{A * i}{1 - (1 + i)^{-n}}$$

Siendo A el monto solicitado, i el interés, n el número de años.

0%:

$$R = \frac{81,775 * 0.105}{1 - (1 + 0.105)^{-5}} = S/21,848.28$$

30%:

$$R = \frac{80,725 * 0.105}{1 - (1 + 0.105)^{-5}} = S/21,675.40$$

50%:

$$R = \frac{79,675 * 0.105}{1 - (1 + 0.105)^{-5}} = S/21,287.21$$

70%:

$$R = \frac{78,625 * 0.105}{1 - (1 + 0.105)^{-5}} = S/21,006.67$$

Tabla 40. Tabla de amortización al 0%

Periodo	Renta	Interés	Amortización	Saldo
0				S/ 81,775.00
1	21,848.28	S/ 8,586.38	13,261.91	S/ 68,513.10
2	21,848.28	S/ 7,193.87	14,654.41	S/ 53,858.69
3	21,848.28	S/ 5,655.16	16,193.12	S/ 37,665.57
4	21,848.28	S/ 3,954.89	17,893.39	S/ 19,772.18
5	21,848.28	S/ 2,076.08	19,772.20	-S/ 0.02
Total	109,241.40	27,466.38	81,775.02	

La metodología empleada consiste en actualizar todos los flujos de caja futuros utilizando una tasa de descuento, lo que permite calcular la equivalencia en el año 0 de los flujos de efectivo generados por un proyecto y compararlos con la inversión inicial. A continuación, se procederá con el cálculo del VAN al 20%

VAN**Tabla 41. Cálculo de VAN al 20%**

Año	Inversión	V. Neto	Tasa de descuento	VAN
0	S/ 131,775.00			
1		S/ 99,618.62	0.83	S/ 82,683.46
2		S/ 82,683.46	0.69	S/ 57,051.59
3		S/ 57,051.59	0.59	S/ 33,660.44
4		S/ 33,660.44	0.49	S/ 16,493.61
5		S/ 16,493.61	0.4	S/ 6,597.45
Total		289507.7171		S/ 196,486.54

El VAN tasa menor es igual a la sumatoria del van 20% menos la inversión total

$$\text{VAN} = - 131,775.00 + 196,486.54$$

VAN = 64,711.54, Evidencia que es rentable

Utilidad promedio:

$$Utilidad\ promedio = \frac{196,486.54}{5} = 39,297.308\ Soles$$

Ahora se procede a calcular la rentabilidad

$$Rentabilidad = \frac{39,297.308}{131,775.00} = 30\%$$

Por último, el periodo de recuperación

$$Periodo\ de\ recuperación = \frac{131,775.00}{39,297.308} = 3.5\ años$$

Tabla 42. Cálculo de VAN al 80%

Año	Inversión	V. Neto	Tasa de descuento	VAN
0	S/ 131,775.00			
1		S/ 99,618.62	0.55	S/ 54,790.24
2		S/ 36,161.56	0.3	S/ 30,134.63
3		S/ 10,848.47	0.16	S/ 9,040.39
4		S/ 1,735.75	0.1	S/ 1,446.46
5		S/ 173.58	0.03	S/ 144.65
Total		114667.6463		S/ 95,556.37

$$VAN = - 131,775.00 + 95,556.37$$

$$VAN = -36,218.63,$$

Tasa Interna de Retorno

$$TM = 80\%$$

$$Tm = 20\%$$

$$VAN\ TM = -36,218.63$$

$$VAN\ Tm = 64,711.54$$

$$TIR = Tm + (TM - Tm) * \left(\frac{VAN\ Tm}{VAN\ Tm - VAN\ TM} \right)$$

$$TIR = 20 + (80 - 20) * \left(\frac{64,711.54}{64,711.54 + 36,218.63} \right)$$

$$TIR = 51.29\%$$

La empresa presenta una rentabilidad del **71.59%** sobre la inversión total, lo que indica que el proyecto es viable y se recomienda llevarlo a cabo debido a su factibilidad económica

Ficha técnica adoquín elaborado con residuos de construcción y demolición

CARACTERÍSTICAS	<p>PRÁCTICOS Fácil y rápida colocación.</p> <p>ECONÓMICOS Altos rendimientos, menores costos de colocación y bajo costo de mantenimiento.</p> <p>DURABLES Diseñado con concretos de alta resistencia (290 kg/cm²)</p> <p>VERSÁTILES Se adecúan a cualquier tipo de clima y geografía.</p> <p>SEGUROS De textura rugosa, incrementa la tracción con vehículos evitando deslizamientos.</p>
DIMENSIONES	<p>Largo: 20cm</p> <p>Ancho: 10cm</p> <p>Alto: 6 cm</p>
COLOR	Natural
PESO	1.8 KG
RENDIMIENTO	50 unidades por m ²
USOS	Excelente alternativa para Pavimentos peatonales como: veredas, plazas, parques y boulevards.
TIPO	Adoquín
VENTAJAS	Aspecto estético atractivo. Fácil instalación y mantenimiento. Variedad de colores.
NORMA	NTP 399.611
CLASIFICACIÓN	Tipo I: Adoquines para pavimentos de uso peatonal.

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Discusiones

En este capítulo, se realizó el análisis de los resultados obtenidos, en base a los objetivos específicos definidos. Asimismo, se discutieron los resultados con respecto a investigaciones relacionadas al tema de estudio.

Con respecto a los resultados obtenidos, el porcentaje óptimo de RCD fue de 30%, a diferencia de otros porcentajes, donde la resistencia disminuye con respecto al diseño de mezcla patrón, sin residuos de construcción y demolición. Asimismo, al analizar el aspecto económico, se observó una tendencia inversa con relación al costo y porcentaje de RCD, de tal manera que, a mayor porcentaje de RCD, el costo unitario de adoquín disminuye. Dicho esto, se demuestra la factibilidad económica y técnica del uso de RCD en la elaboración de adoquines.

Cuenca y Sepúlveda [6] obtuvieron como resultados resistencias a la compresión a los 28 días de curado iguales a 130.87 kg/cm², donde el tipo de falla más común fue el tipo 5. Al comparar estos resultados con la presente investigación, se observa un incremento considerable en las resistencias obtenidas a los 28 días, donde el valor mínimo fue de 305.65 kg/cm² con un porcentaje de 50% de RCD, y con falla predominante tipo 1.

Con respecto al porcentaje óptimo de residuos de construcción y demolición, Kelly y Esteban [10] concluyeron en su investigación que este valor es de 50%, con lo cual obtienen resistencia a la compresión de 41MPa, equivalente a 418.1 kg/cm²; sin embargo, esta no supera la muestra patrón, la cual presenta una resistencia de 45MPa. En contraste con la presente investigación, donde el porcentaje óptimo de RCD fue de 70%, cuya resistencia logro superar mínimamente al valor obtenido en la muestra patrón. Cabe añadir que la resistencia obtenida fue mucho menor con respecto a la investigación de referencia, dado que la resistencia máxima fue de 322.35 kg/cm².

Conclusiones

- Los residuos de construcción y demolición fueron obtenidos de dos botaderos ubicados en las afueras de la ciudad de Cutervo. Según los criterios de ubicación, seguridad, cantidad de material y accesibilidad se determinó la mejor opción para obtener los residuos obteniendo como opción favorecida el Botadero 01, con un puntaje de 8.3, frente a un 7.3 del Botadero 02. Por lo que se concluyó que la obtención del material sería del Botadero 01.
- El agregado grueso que fue sustituido por residuos de construcción y demolición mediante una adecuada segregación para la elaboración de adoquines peatonales de concreto en la ciudad de Cutervo fueron caracterizados con el fin de identificar sus propiedades físicas, determinando así un contenido de humedad de 1.77%, peso unitario suelto de 1.376 kg/cm³, peso unitario compactado de 1.512 kg/cm³, un peso aparente de 2.654 gr/cc y un porcentaje de absorción de 0.43%. Asimismo, en cuanto a su granulometría, estos agregados gruesos fueron identificados que no presentaron plasticidad, clasificándose como un material GP según SUCS y según AASHTO como un material A-1-a (0), en su totalidad, contó con un contenido de 92.3% grava, 12.9% de arena y 0.6% finos.
- Se realizaron los ensayos a la compresión de los adoquines de concreto con agregados 0%, 30%, 50% y 70% bajo los lineamientos de la NTP 399.611, las cuales alcanzaron a los 7 días, una resistencia promedio de 214.37 kg/cm², 231.60 kg/cm², 212.86 kg/cm² y 190.76 kg/cm², respectivamente. Mientras que, a los 14 días, se obtuvieron valores de 263.40 kg/cm², 265.90 kg/cm², 267.51 kg/cm² y 244.61 kg/cm² para cada muestra de estudio. Finalmente, a los 28 días, estas muestras llegaron a obtener resistencias a la compresión promedio de 322.10 kg/cm², 319.23 kg/cm², 308.58 kg/cm² y 295.52 kg/cm², respectivamente.
- El adoquín peatonal de concreto con sustitución de agregado grueso por residuos de construcción y demolición (RCD) presenta características mecánicas desfavorables, al haber obtenido resistencias a la compresión a los 28 días de 319.23 kg/cm² para la muestra de adoquín con 30%RCD, mientras que, la muestra de adoquín con 50% RCD alcanzó una resistencia de 308.58 kg/cm², y la muestra de adoquín con 70% RCD obtuvo

una resistencia promedio de 295.52 kg/cm², frente a la muestra patrón con un valor de 322.10 kg/cm².

- El porcentaje ideal de los residuos de construcción y demolición como agregado para la elaboración de adoquines peatonales de concreto en la ciudad de Cutervo se consideró a la sustitución del 30% de RCD, al haber obtenido una resistencia mayor a la compresión frente a las demás muestras, con un valor de 319.23 kg/cm² frente a la muestra de adoquín de concreto patrón con una resistencia promedio de 322.10 kg/cm². De esta manera, se evidenció una leve caída de 2.27 kg/cm².
- La influencia del agregado de residuos de construcción y demolición, en las propiedades mecánicas de los adoquines peatonales no es favorable con la sustitución del 30%, 50% y 70% RCD, ya que, se evidenció la reducción de su resistencia a la compresión en 2.87 kg/cm², 13.52 kg/cm² y 26.58 kg/cm² frente a la muestra de adoquín patrón. Sin embargo, el adoquín de concreto con la sustitución de agregado grueso por 30% de RCD logra una menor influencia al reducir 2.87 kg/cm², a pesar de no ser significativa es relevante, ya que, se convierte en una alternativa sostenible permitiendo obtener resistencias similares a la muestra patrón. Con esto evitamos el agotamiento de recursos naturales como el agregado grueso mediante el aprovechamiento de residuos, que no será necesario de terminar en botaderos informales que no pasen tratamiento alguno y genere mayor contaminación ambiental, sino sería utilizado para la elaboración de adoquines eco-amigables.
- Ante el objetivo general propuesto, la utilización de residuos de construcción y demolición para la elaboración de adoquines peatonales de concreto en la ciudad de Cutervo se convierte en una alternativa óptima de material sostenible para la construcción, al presentar una factibilidad técnica y económica positiva, dado que el precio unitario de la opción de porcentaje de RCD óptima (30%) fue de S/. 1.23, en contraste con la opción de muestra patrón, con un costo de S/. 1.25. Además de ello, se considera una propuesta eco-amigable con nuestro medio ambiente al reducir impactos negativos en nuestro medio ambiente, no solo con el aprovechamiento de los residuos sólidos de construcción y demolición sino también en evitar el agotamiento de los recursos naturales como los agregados.

Recomendaciones

- Se recomienda impulsar la investigación de más porcentajes de estudio de residuos de construcción y demolición (RCD) como sustitución del agregado grueso en adoquines peatonales de concreto, con el fin de contar con mayor información en cuanto a su variación del comportamiento de este material ante la incorporación de este material.
- Se sugiere en futuras investigaciones realizar el estudio de las propiedades de los residuos de construcción y demolición, con el fin de determinar un agente específico que pueda relacionarse a la variación del comportamiento mecánico de los adoquines peatonales de concreto.
- Se recomienda realizar ensayos de propiedades físicas del concreto con la sustitución de residuos de construcción y demolición, para determinar su comportamiento del material en su estado fresco, siendo posible identificar una comparativa en sus pesos unitarios, temperatura y sobre todo su trabajabilidad.
- Se sugiere en futuras investigaciones, impulsar investigaciones diversas del aprovechamiento de residuos para mejorar las propiedades o condiciones de un material de construcción, de esta manera, se busca brindar estrategias o alternativas eficientes y sostenibles con nuestro medio ambiente.
- Se recomienda el estudio de impacto ambiental de la elaboración de muestras de adoquín peatonal de concreto con la sustitución de agregado grueso por residuos de construcción y demolición para así determinar los impactos positivos generados con la propuesta, así como los impactos negativos de su fabricación (en caso lo tuviera). Este impacto ambiental permitirá brindar un panorama más claro de la condición actual de nuestro medio ambiente, así como de la importancia de reaprovechar residuos.
- Se sugiere la evaluación de diversas propiedades mecánicas, no solo centrándose en la resistencia a la compresión, sino a otros esfuerzos como resistencia a la abrasión, resistencia al congelamiento y deshielo entre otros, que permita complementar información de relevancia.

- Se recomienda en futuras investigaciones que el diseño muestral y la selección de porcentajes se fundamenten en criterios estadísticos y no en decisiones solo a criterio del investigador, es conveniente definir desde el inicio el nivel de confianza, el margen de error, la potencia estadística y la proporción esperada, utilizando fórmulas reconocidas. Asimismo, es aconsejable basar los porcentajes de asignación, pérdidas previstas o diferencias mínimas relevantes en estudios previos, documentando con claridad cada supuesto.

Referencias bibliográficas

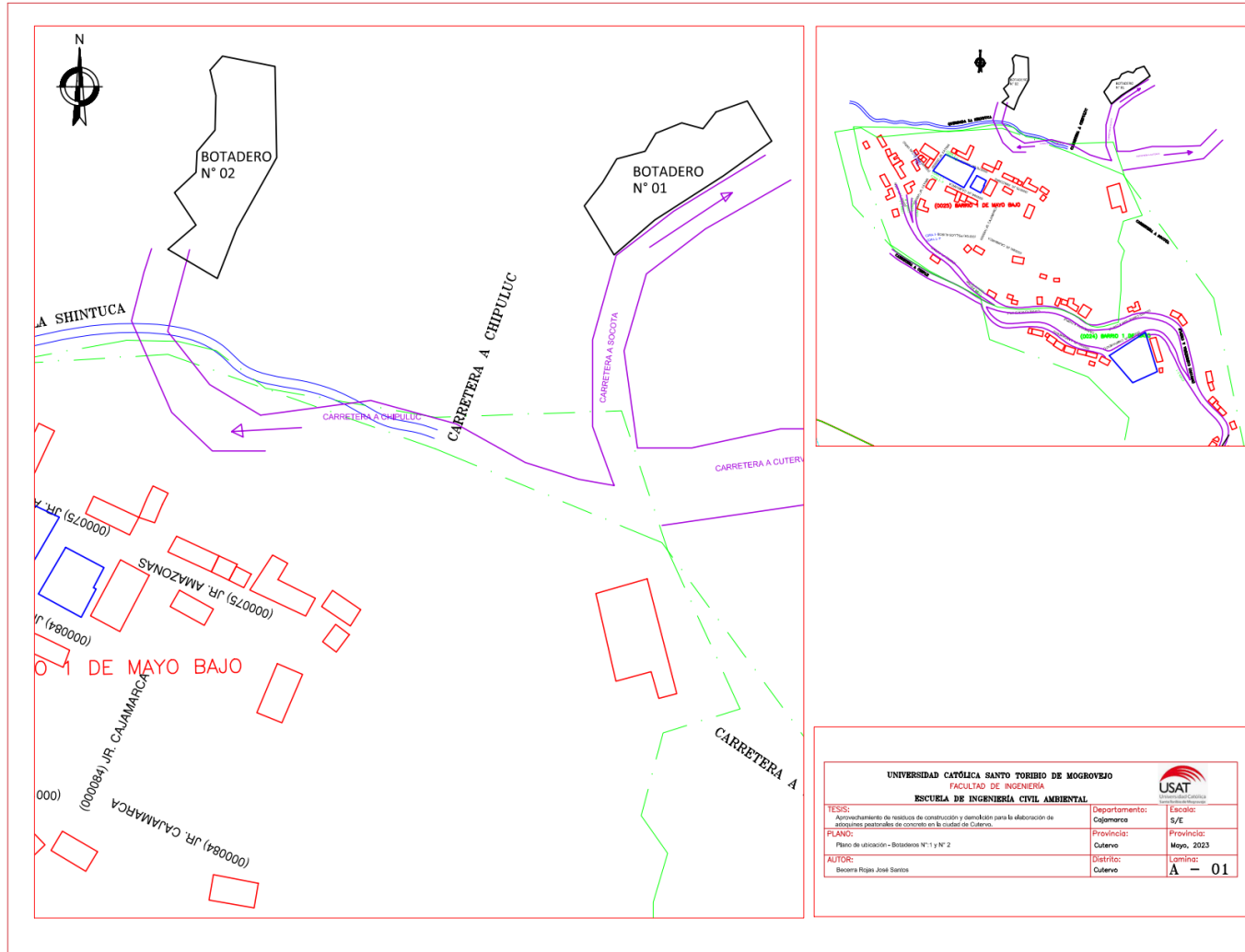
- [1] L. Ávila, «Materiales sustentables y reciclados en la Construcción.,» *OmniaScience*, Barcelona.
- [2] J. Liñan y L. Alvarez, «Diseño de adoquines de concreto con incorporación del PET para vías vehiculares de tránsito ligero en el distrito de El Agustino – 2018,» Universidad César Vallejo, Lima, 2018.
- [3] «Análisis del comportamiento mecánico en adoquines de concreto hidráulico con sustitución de agregado fino por grano de caucho reciclado en los tamices N°8 al N°20 2.36mm-0,85mm y adición de polvo fino de microsílíce,» *Ciencia Unisalle*, p. 11, 2018.
- [4] Banco Central de Reserva del Perú, «Sector construcción acumula un crecimiento de 2,3% entre enero y octubre, según el BCRP,» *Diario La República*, 26 12 2022.
- [5] V. Consamolillo, «Residuos de concreto de construcción para fabricación de adoquines en pavimentos, San Isidro - Lima,» Lima, 2019.
- [6] K. Cuenca y X. Sepúlveda, «Elaboración de probetas a base de RCD de laboratorio de concreto para adoquines peatonales en el Municipio de Girardot, Cundinamarca,» Cundimarca, 2021.
- [7] R. Bermúdez, «Evaluación de la resistencia a la compresión de un concreto con la sustitución de residuos de construcción y demolición como agregado grueso,» Barranquilla, 2021.
- [8] M. Piñeros y R. Herrera, «Proyecto de factibilidad económica para la fabricación de bloques con agregados de plástico reciclado (pet), aplicados en la construcción de vivienda,» Bogotá, 2018.
- [9] J. Ramirez, «Evaluación de propiedades mecánicas en adoquines de concreto con ceniza de semillas de aguaje para pavimentos peatonales, parque Magdalena Pucallpa-2021,» Callao, 2021.
- [10] N. Kelly y E. Montalvo, «Reaprovechamiento de los residuos de construcción y demolición, como agregado reciclado para la elaboración de adoquines, 2018,» Lima, 2018.
- [11] M. Vásquez, «Adoquines de concreto tipo II en vías urbanas,utilizando escombros de construcción y aditivos acelerantes,» Huánuco, 2020.

- [12] E. Chavez y L. Nakayo, «Influencia de los residuos de construcción y demolición RCD en la resistencia a la compresión y succión del ladrillo de hormigón artesanal – Trujillo 2018,» Lima, 2019.
- [13] C. Chapia, «Análisis del aprovechamiento de agregados obtenidos de residuos de construcción y demolición para la utilización en adoquines de concreto, años 2014 a 2020,» Chiclayo, 2022.
- [14] J. Ticeran, «Elaboración de prefabricados para uso peatonal con residuos de concreto triturado como agregado grueso en el distrito de Lambayeque, 2019,» Chiclayo, 2021.
- [15] J. Díaz, «Reutilización de Desechos de Concreto para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de adoquines de tránsito peatonal, Chiclayo - 2022,» Chiclayo, 2022.
- [16] P. Vila, M. Pereyra y A. Gutiérrez, «Resistencia a la compresión de adoquines de hormigón. Resultados tendientes a validar el ensayo en medio adoquín,» *Alconpat*, pp. 247-250, 2017.
- [17] C. y. S. Ministerio de Vivienda, «Unidades de albañilería.adoquines de concreto para pavimentos.,» Norma Técnica Peruana, Lima, 2017.
- [18] C. Espinoza y N. Urdaneta, «Manual para la fabricación de adoquines de concreto convencionales y con aditivos para garantizar las propiedades mecánicas de los elementos en la Región,» *Tecnoficiencia URU*, pp. 28-32, 2021.
- [19] C. Espinoza y N. Urdaneta, «Manual para la fabricación de adoquines de concreto convencionales y con aditivos para garantizar las propiedades mecánicas de los elementos en la Región,» *Tecnoficiencia URU*, pp. 28-32, 2021.
- [20] Seminario et al., «Diseño de una planta productora de adoquines con agregados de concha de abanico,» Piura, 2018.
- [21] Yachachi et al., «Impacto de los residuos de construcción y demolición en la zona de reglamentación especial de los pantanos de villa de lima, Perú,» *Paideia*, vol. 12, nº 2, pp. 265-269, 2022.
- [22] Y. ., Urrego y S. Arjona, «Uso de residuos de construcción y demolición como material cementicio suplementario y agregado grueso reciclado en concretos autocompactantes,» *Informador técnico*, pp. 21-24, 2021.
- [23] S. Cevallos, D. Gónzales y J. Sánchez, «Reciclaje de residuos de construcción y demolición (RC&D) generados en la universidad del Valle Sede Meléndez para la fabricación de adoquines,» *Ion*, pp. 28-31, 2021.

- [24] L. Chica y J. Beltran, «Caracterización de residuos de demolición y construcción para la identificación de su potencial de reuso,» *Dyna*, pp. 339-343, 2018.
- [25] G. Armas, «La gestión ambiental municipal y sus efectos en el desarrollo sostenible,» *Icap*, 2020.
- [26] R. . Solís y M. Alcocer, «Durabilidad del concreto con agregados de alta absorción,» *Ingeniería Investigación y Tecnología*, pp. 2-6, 2019.
- [27] L. Ramírez, A. Orjuela y G. Angulo, «Propuesta de adoquines hechos a base de caucho reciclado,» *Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo*, 2019.
- [28] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, «Reglamento Nacional de Edificaciones,» Lima, 2009.
- [29] J. Chávez, M. Soria y L. Falcón, «Desgaste de aceros resistentes a la abrasión,» *CienciAcierta*, 2022.
- [30] R. Díaz, R. Chinchay y J. Contreras, «Resistencia a la compresión del concreto utilizado en cimentaciones de las edificaciones comunes en la ciudad de Jaén,» *Revista Pakamuros*, pp. 38-43, 2020.
- [31] A. Camarena y D. Díaz, «Análisis comparativo de la resistencia a la compresión, flexión y trabajabilidad del concreto tradicional versus un concreto utilizando escoria de acero como agregado fino,» *Gaceta Técnica*, 2022.
- [32] R. Hernández, C. Fernández y P. Baptista, *Metodología de la investigación*, México: McGraw Hill, 2017.
- [33] E. Nieto, *Tipos de investigación*, Lima: Universidad Santo Domingo de Guzmán, 2018.
- [34] G. Ramón, *Diseños experimentales*, 2016.
- [35] R. Hernández Sampieri, C. Fernández Collado y M. d. P. Baptista Lucio, «Selección de la muestra,» de *Metodología de la Investigación*, México, McGRAW-HILL, 2014, pp. 174-175.
- [36] M. Borja, *Metodología de la investigación científica*, 2012.
- [37] J. Barahona, «Análisis y diseño para solución de aguas lluvias mediante sistemas urbanos de drenaje sostenible aplicando la técnica de firmes permeables en condominio ercilla, comuna de temuco, IX Región de la Araucanía,» Valdivia, Chile, 2014.

Anexos

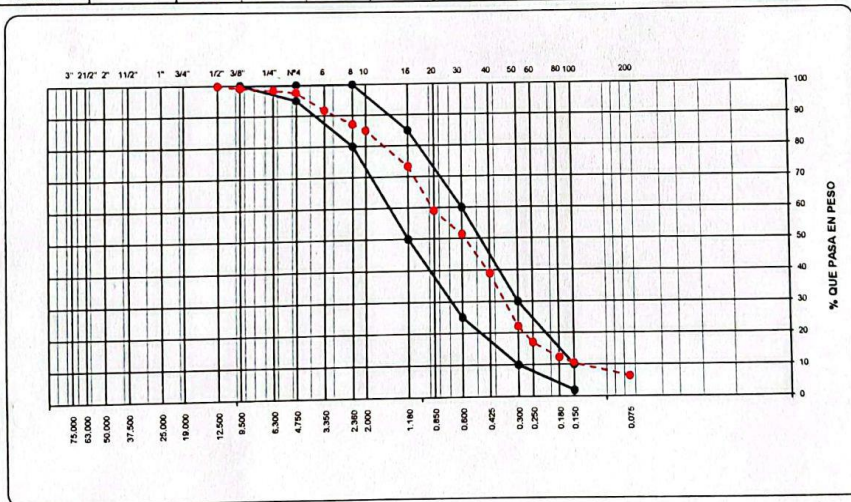
Plano 01. Ubicación de botaderos



Ficha de laboratorio 1. Granulometría del agregado fino

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO		<small>CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 1691-2021</small>
FORMATO		
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO		
<small>(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)</small>		
TEBIS :	"APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE ADQUINES PEATONALES DE CONCRETO EN LA CIUDAD DE CUTERVO."	Codigo Ensayo N° : 001 - CORONADO
TEBISTA:	BECERRA ROJAS JOSÉ SANTOS	
PROCEDECIA:	"EL VERDE"	Ing. Responsable : Alex Quintos C.
PROVINCIA:	CUTERVO	Tec. Responsable : Jhordin M. Salas Ll.
	Profundidad :	Fecha : ABRIL -2022

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Especificaciones norma ASTM C 33 - USO PARA PRODUCIR CONCRETO	Descripción
3 1/2"	90.000						1. Peso de Material
3"	75.000						Peso Inicial Total (kg) 11,740.0
2 1/2"	63.000						Peso Fracción Fina Para Lavar (gr) 1,067.3
2"	50.000						2. Características
1 1/2"	37.500						Tamaño Maximo
1"	25.000						Tamaño Maximo Nominal
3/4"	19.000						Grava (%) 8.1
1/2"	12.500				100.00		Arena (%) 91.1
3/8"	9.500	97.36	0.83	0.83	99.17	100 100	Finos (%) 6.8
1/4"	6.300	86.40	0.74	1.57	98.43		Modulo de Fineza (%) 3.00
N° 4	4.750	91.83	0.78	2.35	97.65	95 100	3. Clasificación
N° 6	3.350	83.14	5.78	8.13	91.87		Limite Liquido (%) 13
N° 8	2.360	50.20	4.59	12.72	87.28	80 100	Limite Plastico (%) NP
N° 10	2.000	23.10	2.11	14.83	85.17		Indice de Plasticidad (%) NP
N° 16	1.180	127.63	11.68	26.51	73.49	50 85	Clasificación SUCS SP-SM
N° 20	0.850	156.70	14.34	40.85	59.15		Clasificación AASHTO A-1-b (0)
N° 30	0.600	82.30	7.53	48.38	51.62	25 60	
N° 40	0.425	136.50	12.49	60.87	39.13		
N° 50	0.300	184.00	16.83	77.70	22.30	10 30	
N° 60	0.250	55.90	5.11	82.81	17.19		
N° 80	0.180	52.00	4.76	87.57	12.43		
N° 100	0.150	19.30	1.77	89.34	10.66	2 10	4. Descripción SUCS
N° 200	0.075	44.70	4.06	93.43	6.57		Arenas pobremente gradadas, arenas gravosas, pocas o ningún fino
Pasante		71.83	6.57	100.00			



Observaciones: Muestra identificada y Proporcionalada por el laboratorio de suelos de CORONADO Ingeniería & Geotecnia.

CERTIFICADO DE CALIBRACION LM - 1691-2021, BALANZA 5000g

CERTIFICADO DE CALIBRACION LM - 1692-2021, BALANZA 200g

CERTIFICADO DE CALIBRACION LT-1376-2021, HORNO DE LABORATORIO

CERTIFICADO DE CALIBRACION, TAMIZ DE GRANULOMETRIA

Jhordin Mijael Salas Ll.
 TEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 D.N.I. N° 70007714


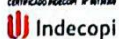
QUINTOS I & C EIRL
 CORONADO INGENIERIA Y GEOTECNIA
Ing. Alex Iván Quintos Coronado
 JEFE LAB. SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP 210481



Jhordin M. Salas Ll.
 TÉCNICO DE LABORATORIO

TÉCNICO DE LABORATORIO

Ficha de laboratorio 2. Contenido de humedad del agregado fino

	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	<small>CERTIFICADO PERECON N° 161338</small> 
FORMATO		
CONTENIDO DE HUMEDAD		
(MTC E-108 / ASTM D-2216)		
Proyecto :	"APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE ADOQUINES PEATONALES DE CONCRETO EN LA CIUDAD DE CUTERVO."	Código Ensayo N° : 002 - CORONADO
Tesista :	BECERRA ROJAS JOSÉ SANTOS	
Proced :	"EL VERDE"	Ing. Responsable : Alex Quintos C.
Provincia :	CUTERVO	Tec. Responsable : Jhordin M. Salas Ll.
	Calicata :	
	Profundidad :	
	Fecha :	ABRIL -2022

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Descripción	4	7
Peso de tara (gr)	68.60	73.60
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	767.10	786.30
Peso de la tara + muestra seca (gr)	722.10	740.90
Peso del agua contenida (gr)	45.00	45.40
Peso de la muestra seca (gr)	653.50	667.30
Contenido de Humedad (%)	6.89	6.80
Contenido de Humedad Promedio (%)	6.84	

2. Contenido de Humedad Muestra (Grava Mayor a 3/4") :

Descripción	37	27
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)		
Peso de la tara + muestra seca (gr)		
Peso del agua contenida (gr)		
Peso de la muestra seca (gr)		
Contenido de Humedad (%)		
Contenido de Humedad Promedio (%)		

Observaciones: Muestra Identificada y Proporcionada por el laboratorio de suelos de CORONADO Ingeniería & Geotecnia

CERTIFICADO DE CALIBRACION LM - 1691-2021 , BALANZA 5000g
 CERTIFICADO DE CALIBRACION LM - 1692-2021 , BALANZA 200g
 CERTIFICADO DE CALIBRACION LT-1376-2021, HORNO DE LABORATORIO

QUINTOS I&C E.I.R.L.
CORONADO INGENIERIA Y GEOTECNICA

Jhordin Mijang Salas Llata
TEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
DIR. N° 70037711

QUINTOS I&C E.I.R.L.
CORONADO INGENIERIA Y GEOTECNICA


Alex

Ing. Alex Iván Quintos Coronado
JEFE LAB. SUELOS-CONCRETO-ASFALTO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 210491

Rivadeneiro Jblitas Henry
Rivadeneiro Jblitas Henry
TECNICO DE LABORATORIO



Ficha de laboratorio 3. Gravedad específica del agregado fino

		LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO		<small>CERTIFICADO INDECOPÍ N° 00130299</small> 	
FORMATO GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN <small>(MTC E-206,206 / ASTM C-127,128 / AASHTO T-84, T-85)</small>					
TESIS : "APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE ADOQUINES PEATONALES DE CONCRETO EN LA CIUDAD DE CUTERVO."		Codigno Ensayo N° : 009 - CORONADO			
TESISTA: BECERRA ROJAS JOSÉ SANTOS					
PROCEDENCIA: "EL VERDE"		Calicata:		Ing. Responsable : Alex Quintos C.	
PROVINCIA : CUTERVO		Profundidad :		Tec. Responsable : Jhordin M. Salas Ll.	
Fecha : ABRIL -2022					


DATOS		1	2
H	Número de Fiola	5	3
I	Número de Tara de Metal	91	100
A	Peso Muestra Sat. Sup. Seco (gr)	350	350
b	Peso de la Fiola Seca y Limpia (gr)	163.77	160.00
R	Peso Fiola + Material + Agua añadida (gr)	872.50	868.70
C	Peso Material Seco + Tara (gr)	420.80	415.10
D	Peso de la Tara - Metal (gr)	75.28	70.67
F	Agua Añadida al Frasco (w), W = R - (A + b)	358.73	358.70
G	Volumen de la Fiola (v)	500.0	500.0
B	Peso seco del Material (gr)	345.52	344.43

RESULTADOS		1	2	PROMEDIO
1	GEC: $B / (G - F) =$	2.446	2.438	2.442
2	GESSS: $A / (G - F) =$	2.478	2.477	2.477
3	GEA: $B / ((G - F) - (A - B)) =$	2.526	2.538	2.532
4	% de absorción = $((A - B) / B) * 100 =$	1.297	1.617	1.457

OBSERVACIONES :

- 1.- GEC : GRAVEDAD ESPECÍFICA CORRIENTE.
- 2.- GESSS : GRAVEDAD ESPECÍFICA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA.
- 3.- GEA : GRAVEDAD ESPECÍFICA APARENTE.


 QUINTOS I&C E.I.R.L.
 CORONADO INGENIERIA Y GEOTECNICA
 Jhordin Mijang Salas Llata
 TÉCNICO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 D.N.I. N° 75007741


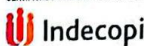

 QUINTOS I&C E.I.R.L.
 CORONADO INGENIERIA Y GEOTECNICA
 Ing. Alex Iván Quintos C.
 JEFE LAB. SUELOS-CONCRETO-ASFALTO
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 210481


 Rivas Henry Abilitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ficha de laboratorio 4. Pesos unitarios y vacíos del agregado fino

	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	<small>CERTIFICADO INDECOPÍ N° 00198209</small> 
FORMATO PESO UNITARIO Y VACIOS <small>(MTC E-203 / ASTM C-29)</small>		
TESIS :	"APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE ADOQUINES PEATONALES DE CONCRETO EN LA CIUDAD DE CUTERVO."	Codigo Ensayo N° : 008 - CORONADO
TESISTA:	BECERRA ROJAS JOSÉ SANTOS	
PROCEDENCIA:	"EL VERDE"	Ing. Responsable : Alex Quintos C.
PROVINCIA :	CUTERVO	Tec. Responsable : Jhordin M. Salas LI.
	Calicata :	Fecha : ABRIL -2022
	Profundidad :	

1. AGREGADO FINO

1. Contenido de Humedad

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)	67.30	51.70
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	391.20	440.00
Peso de la tara + muestra seca (gr)	390.80	439.40
Peso del agua contenida (gr)	0.4	0.6
Peso de la muestra seca (gr)	333.5	387.7
Contenido de Humedad (%)	0.12	0.15
Contenido de Humedad Promedio (%)	0.14	

1. Peso Unitario Suelto

Descripción	1	2	3
Peso del recipiente + muestra (gr)	15940.0	15920	15910
Peso del recipiente (gr)	7310.0	7310.0	7310.0
Peso de la muestra (gr)	8630.0	8610.0	8600.0
Volumen (m³)	5301.4	5301.4	5301.4
Peso Unitario Suelto Humedo (kg/cm³)	1.628	1.624	1.622
Peso Unitario Suelto Seco	1.622		

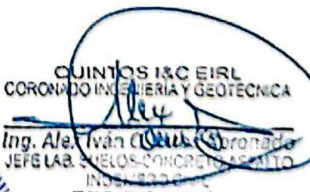
1. Peso Unitario Compactado

Descripción	1	2	3
Peso del recipiente + muestra (gr)	17090.0	17080	17110
Peso del recipiente (gr)	7310.0	7310.0	7310.0
Peso de la muestra (gr)	9780.0	9770	9800
Volumen(cm³)	5301.4	5301.4	5301.4
Peso Unitario Compactado Humedo (kg/cm³)	1.845	1.843	1.849
Peso Unitario Compactado Seco	1.843		

OBSERVACIONES :


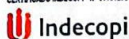

 QUINTOS I&C EIRL
 CORONADO INGENIERIA Y GEOTECNICA
 Jhordin Mijang Salas LI
 JEFE DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 DNI N° 75037914




 QUINTOS I&C EIRL
 CORONADO INGENIERIA Y GEOTECNICA
 Ing. Alex Quintos C.
 JEFE DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 INDECOPÍ N° 00198209
 REG. CIP 210491

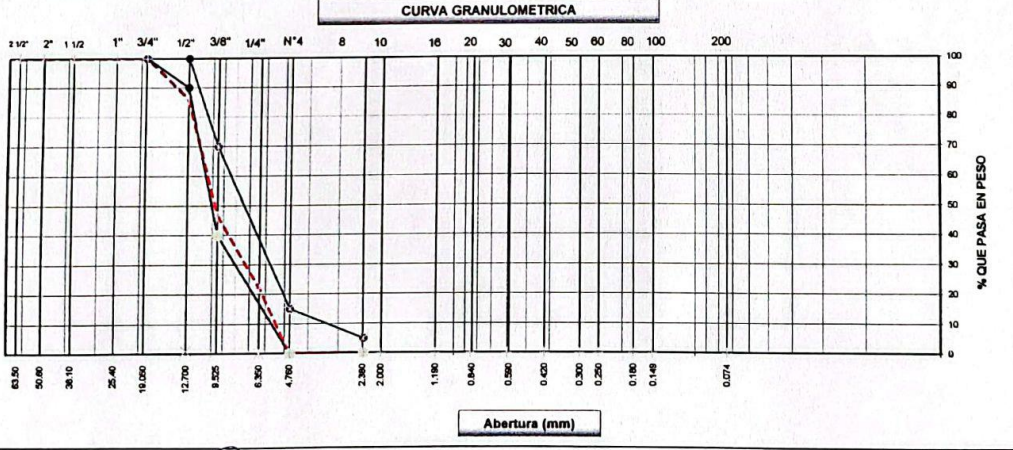

 Rivaldo Obilitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ficha de laboratorio 5. Granulometría del agregado grueso reciclado

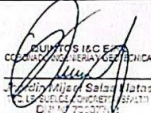
	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	CERTIFICADO INDECOP N° 001201 
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)		
Obra : <i>"APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLCIÓN PARA LA ELABORACION DE ADOQUINES PEATONALES DE CONCRETO EN LA CIUDAD DE CUTERVO."</i>		
Solicitante :		Cód. Ensayo N° : C-001
Material : Agregado Grueso Reciclado	Carrera :	Ing. Resp.: Alex Ivan Quintos Coronado
Muestra : N° 01	Acceso :	Tec. Resp.: Jhordin M. Sales LI.
Provincia : Cutervo	Calicata : -	
Tesista : BECERRA ROJAS JOSÉ SANTOS	Prof.: -	
Lado : -	Fecha: Abr-22	

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	ESPECIFICACIONES GRAVA - USO 7	Descripción
5"	127.000						1. Peso de Material
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) 9,585.0
3"	76.200						Peso Fracción Fina Para Levantar (gr)
2 1/2"	63.500						2. Características
2"	50.800						Tamaño Máximo 3/4"
1 1/2"	38.100						Tamaño Máximo Nominal 1/2"
1"	25.400						Grava (%) 99.99
3/4"	19.000				100.0	100 100	Arena (%) 0.0
1/2"	12.700	1,328.0	13.9	13.9	86.2	90 100	Finos (%) 0.1
3/8"	9.520	3,798.0	39.6	53.5	46.5	40 70	Módulo de Finezza (%) 6.53
1/4"	6.350	2,364.9	24.7	78.1	21.9		
N° 4	4.750	2,094.0	21.85	99.99	0.01	0 15	
N° 6	4.750			99.99	0.01		
N° 8	2.360			99.99	0.01	0 5	
N° 10	2.000			99.99	0.01		3. Clasificación
N° 16	1.190			99.99	0.01		Límite Líquido (%) NP
N° 20	0.850			99.99	0.01		Límite Plástico (%) NP
N° 30	0.600			99.99	0.01		Índice de Plasticidad (%) NP
N° 40	0.420			99.99	0.01		Clasificación SUCS GP
N° 50	0.300			99.99	0.01		Clasificación AASHTO A-1-a (0)
N° 60	0.250			99.99	0.01		4. Descripción:
N° 80	0.180			99.99	0.01		
N° 100	0.150			99.99	0.01		5. Observaciones (Fuente de Normalización)
N° 200	0.074			99.99	0.01		Manual de carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción" (EG-2000)
Pasante		0.10	0.00	99.99	0.01		

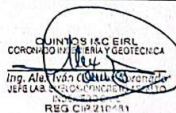
CURVA GRANULOMETRICA




Abertura (mm)




QUINTOS I & C EIRL
CORONADO INGENIERIA Y GEOTECNICA
Ing. Alex Ivan Quintos Coronado
REG. CIP 210751



QUINTOS I & C EIRL
CORONADO INGENIERIA Y GEOTECNICA
Ing. Jhordin M. Sales LI.
REG. CIP 210751







Rómulo Reyro Obitas Dent
TÉCNICO DE LABORATORIO



USAT
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
TÉCNICO DE LABORATORIO



Ficha de laboratorio 6. Contenido de humedad del agregado grueso reciclado

	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	<small>CERTIFICADO INDECOPÍ N° 0013208</small> 																								
CONTENIDO DE HUMEDAD <small>(MTC E-100 / ASTM D-2216)</small>																										
Obra : "APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE ADOQUINES PEATONALES DE CONCRETO EN LA CIUDAD DE CUTERVO."																										
Solicitante :																										
Material : Agregado Grueso Reciclado Cantera : Muestra : N° 01 Provincia : Cutervo Tesista : BECERRA ROJAS JOSÉ SANTOS Lado : -	Acceso: Calicata : - Prof.: - Fecha: Abr-22	Cód. Ensayo N° : C-0002 Ing. Resp.: Alex Ivan Quintos Coronado Tec. Resp.: Jhordin M. Salas L.J.																								
1. Contenido de Humedad Muestra Integral :																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%;">Descripción</th> <th style="width: 20%;">1</th> <th style="width: 20%;">2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso de tara (gr)</td> <td style="text-align: center;">70.7</td> <td style="text-align: center;">73.10</td> </tr> <tr> <td>Peso de la tara + muestra húmeda (gr)</td> <td style="text-align: center;">859.8</td> <td style="text-align: center;">781.60</td> </tr> <tr> <td>Peso de la tara + muestra seca (gr)</td> <td style="text-align: center;">856.4</td> <td style="text-align: center;">778.20</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua contenida (gr)</td> <td style="text-align: center;">3.4</td> <td style="text-align: center;">3.40</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca (gr)</td> <td style="text-align: center;">785.7</td> <td style="text-align: center;">705.1</td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad (%)</td> <td style="text-align: center;">0.43</td> <td style="text-align: center;">0.48</td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad Promedio (%)</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">0.46</td> </tr> </tbody> </table>			Descripción	1	2	Peso de tara (gr)	70.7	73.10	Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	859.8	781.60	Peso de la tara + muestra seca (gr)	856.4	778.20	Peso del agua contenida (gr)	3.4	3.40	Peso de la muestra seca (gr)	785.7	705.1	Contenido de Humedad (%)	0.43	0.48	Contenido de Humedad Promedio (%)	0.46	
Descripción	1	2																								
Peso de tara (gr)	70.7	73.10																								
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	859.8	781.60																								
Peso de la tara + muestra seca (gr)	856.4	778.20																								
Peso del agua contenida (gr)	3.4	3.40																								
Peso de la muestra seca (gr)	785.7	705.1																								
Contenido de Humedad (%)	0.43	0.48																								
Contenido de Humedad Promedio (%)	0.46																									
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <small>QUINTOS I&C E.I.R.L. CORONADO INGENIERIA Y GEOTECNICA Jhordin Mijael Salas Llatas JEFE LAB. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO CALLE 1107 20791M</small> </div> <div style="text-align: center;">  <small>QUINTOS I&C E.I.R.L. CORONADO INGENIERIA Y GEOTECNICA Ing. Alex Ivan Quintos Coronado JEFE LAB. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO REG. C. P. 210731</small> </div> </div>																										

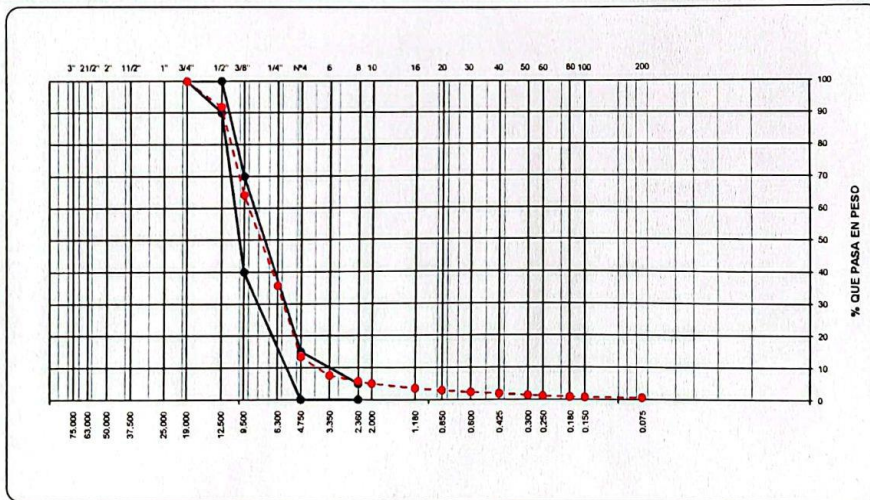

Rivaldo Henry Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO



Ficha de laboratorio 9. Granulometría del agregado grueso natural

	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	<small>CERTIFICADO POR</small> 
FORMATO		
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO		
<small>(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)</small>		
TESIS :	"APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE ADOQUINES PEATONALES DE CONCRETO EN LA CIUDAD DE CUTERVO."	Código Ensayo N° : 001 - CORONADO
TESISTA:	BECERRA ROJAS JOSÉ SANTOS	
PROCEDENCIA:	"RAYME"	Ing. Responsable : Alex Quintos C.
PROVINCIA :	CUTERVO	Tec. Responsable : Jhordin M. Salas LJ.
Calicata:		Fecha : ABRIL - 2022
Profundidad :		

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Especificaciones norma ASTM C 33 - USO PARA PRODUCIR CONCRETO	Descripción
3 1/2"	90.000						1. Peso de Material
3"	75.000						Peso inicial Total (kg) 12.860.0
2 1/2"	63.000						Peso Fracción Fina Para Lavar (gr) 577.4
2"	50.000						2. Características
1 1/2"	37.500						Tamaño Máximo
1"	25.000						Tamaño Máximo Nominal
3/4"	19.000				100.00	100	Grava (%) 92.3
1/2"	12.500	1,032.40	8.03	8.03	91.97	90	Arena (%) 12.9
3/8"	9.500	3,560.20	27.68	35.71	64.29	40	Fines (%) 0.6
1/4"	6.300	3,670.30	28.54	64.25	35.75		Modulo de Fineza (%) 6.08
N° 4	4.750	2,861.80	22.25	86.50	13.50	0	
N° 6	3.350	249.40	5.83	92.33	7.67		
N° 8	2.360	80.50	1.88	94.21	5.79	0	
N° 10	2.000	29.70	0.69	94.90	5.10	5	
N° 16	1.180	62.00	1.45	96.35	3.65		3. Clasificación
N° 20	0.850	28.20	0.66	97.01	2.99		Limite Líquido (%) NP
N° 30	0.600	23.70	0.55	97.56	2.44		Limite Plástico (%) NP
N° 40	0.425	20.60	0.48	98.04	1.96		Indice de Plasticidad (%) NP
N° 50	0.300	23.30	0.54	98.58	1.42		Clasificación SUCS GP
N° 60	0.250	9.80	0.23	98.81	1.19		Clasificación AASHTO A-1-a (0)
N° 80	0.180	13.90	0.32	99.13	0.87		
N° 100	0.150	5.10	0.12	99.25	0.75		4. Descripción SUCS
N° 200	0.075	7.00	0.16	99.41	0.59		Gravas pobremente gradadas, mezclas grava-arena, pocas o ningún fino
Pasante		24.20	0.57	99.98			



Observaciones: Muestra Identificada y Proporcionada por el laboratorio de suelos de CORONADO Ingeniería & Geotecnia.

CERTIFICADO DE CALIBRACION LM - 1691-2021 , BALANZA 5000g
 CERTIFICADO DE CALIBRACION LM - 1692-2021 , BALANZA 200g
 CERTIFICADO DE CALIBRACION LM-1376-2021 (HORNO DE LABORATORIO)

CERTIFICADO DE CALIBRACION , TAMIZ DE GRANULOMETRIA

QUINTOS I&C EIRL
 CORONADO INGENIERIA Y GEOTECNICA
 Jhordin Mijang Salas Salas
 T.C. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 DNI N° 70007710


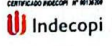

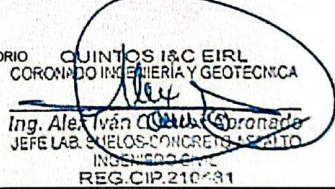
QUINTOS I&C EIRL
 CORONADO INGENIERIA Y GEOTECNICA
 Ing. Alex Iván Quintos Coronado
 JEFE LAB. SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 210431


USAT
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

 TÉCNICO DE LABORATORIO

Rivadeneiro Jblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ficha de laboratorio 10. Contenido de humedad del agregado grueso natural



 CORONADO <small>INGENIERIA Y GEOTECNIA</small>		LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO		 Indecopi <small>CERTIFICADO POR N° 11338</small>																									
FORMATO CONTENIDO DE HUMEDAD (MTC E-108 / ASTM D-2216)																													
Proyecto :	*APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE ADOQUINES PEATONALES DE CONCRETO EN LA CIUDAD DE CUTERVO.*			Código Ensayo N° :	002 - CORONADO																								
Solicitante :	BECERRA ROJAS JOSÉ SANTOS																												
Proced :	"RAYME"	Calicata :		Ing. Responsable :	Alex Quintos C.																								
Ubica :	CUTERVO	Profundidad :		Fecha :	ABRIL -2022																								
				Tec. Responsable :	Jhordin M. Salas Lf.																								
1. Contenido de Humedad Muestra Integral :																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>1</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso de tara (gr)</td> <td>70.80</td> <td>72.40</td> </tr> <tr> <td>Peso de la tara + muestra húmeda (gr)</td> <td>1312.30</td> <td>1129.70</td> </tr> <tr> <td>Peso de la tara + muestra seca (gr)</td> <td>1290.30</td> <td>1111.70</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua contenida (gr)</td> <td>22.00</td> <td>18.00</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca (gr)</td> <td>1219.50</td> <td>1039.30</td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad (%)</td> <td>1.80</td> <td>1.73</td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad Promedio (%)</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">1.77</td> </tr> </tbody> </table>						Descripción	1	4	Peso de tara (gr)	70.80	72.40	Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	1312.30	1129.70	Peso de la tara + muestra seca (gr)	1290.30	1111.70	Peso del agua contenida (gr)	22.00	18.00	Peso de la muestra seca (gr)	1219.50	1039.30	Contenido de Humedad (%)	1.80	1.73	Contenido de Humedad Promedio (%)	1.77	
Descripción	1	4																											
Peso de tara (gr)	70.80	72.40																											
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	1312.30	1129.70																											
Peso de la tara + muestra seca (gr)	1290.30	1111.70																											
Peso del agua contenida (gr)	22.00	18.00																											
Peso de la muestra seca (gr)	1219.50	1039.30																											
Contenido de Humedad (%)	1.80	1.73																											
Contenido de Humedad Promedio (%)	1.77																												
2. Contenido de Humedad Muestra (Grava Mayor a 3/4") :																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>37</th> <th>27</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso de tara (gr)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de la tara + muestra húmeda (gr)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de la tara + muestra seca (gr)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso del agua contenida (gr)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca (gr)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad (%)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad Promedio (%)</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						Descripción	37	27	Peso de tara (gr)			Peso de la tara + muestra húmeda (gr)			Peso de la tara + muestra seca (gr)			Peso del agua contenida (gr)			Peso de la muestra seca (gr)			Contenido de Humedad (%)			Contenido de Humedad Promedio (%)		
Descripción	37	27																											
Peso de tara (gr)																													
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)																													
Peso de la tara + muestra seca (gr)																													
Peso del agua contenida (gr)																													
Peso de la muestra seca (gr)																													
Contenido de Humedad (%)																													
Contenido de Humedad Promedio (%)																													
Observaciones: Muestra Identificada y Proporcionada por el laboratorio de suelos de CORONADO Ingeniería & Geotecnia.																													
CERTIFICADO DE CALIBRACION LM - 1691-2021 , BALANZA 5000g CERTIFICADO DE CALIBRACION LM - 1692-2021 , BALANZA 200g CERTIFICADO DE CALIBRACION LT-1376-2021, HORNO DE LABORATORIO																													
QUINTOS I&C E.I.R.L. CORONADO INGENIERIA Y GEOTECNICA  Jhordin Mijang Salas Matas T.C. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO			QUINTOS I&C E.I.R.L. CORONADO INGENIERIA Y GEOTECNICA  Ing. Alex Iván Quintos C. JEFE LAB. SUELOS-CONCRETO Y ASFALTO INGENIERO CIVIL REG. CIP. 216481																										


Rivaldo Obitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO



USAT
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO


 TÉCNICO DE LABORATORIO


Ficha de laboratorio 11. Gravedad específica del agregado grueso natural

		LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO		<small>CERTIFICADO INDECOPI N° 01136309</small> 	
FORMATO					
GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN					
(MTC E-205,206 / ASTM C-127,128 / AASHTO T-84, T-86)					
TESIS :	"APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE ADOQUINES PEATONALES DE CONCRETO EN LA CIUDAD DE CUTERVO."			Codigo Ensayo N° :	003 - CORONADO
TESISTA:	BECERRA ROJAS JOSÉ SANTOS				
PROCEDENCIA:	"RAYME"	Calicata:		Ing. Responsable :	Alex Quintos C.
PROVINCIA :	CUTERVO	Profundidad :		Tec. Responsable :	Jhordin M. Salas LJ.
			Fecha :	ABRIL -2022	

DATOS					
RECIPIENTE	1	2	3	PROMEDIO	
A). Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire)	gr.	2310.0	2315.0		
B). Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua)	gr.	1440.0	1430.0		
C). Vol. de Masa + Vol de Vacíos = A-B	gr.	870.0	885.0		
D). Peso Material Seco en Estufa (105 °C)	gr.	2300.0	2305.0		
E). Vol. de Masa = C-(A-D)	gr.	860.0	875.0		
Peso Bulk (Base Seca) = D/C	gr/cc.	2.644	2.605		2.624
Peso Bulk (Base Saturada) = A/C	gr/cc.	2.655	2.616		2.635
Peso Aparente (Base Seca) = D/E	gr/cc.	2.674	2.634		2.654
% de Absorción = ((A -D)/D)*100	%	0.43	0.43		0.43


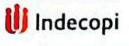

 QUINTOS I&C EIRL
 CORONADO INGENIERIA Y GEOTECNICA
 Jhordin Mijang Salas Llatas
 TEC. LE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 DIN N° 70007714


 QUINTOS I&C EIRL
 CORONADO INGENIERIA Y GEOTECNICA
 Ing. Alex Iván Quintos Coronado
 JEFE LAB. SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 210481


 Rivaldo Reyro Oblitas Heris
 TÉCNICO DE LABORATORIO


 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ficha de laboratorio 12. Pesos unitarios del agregado grueso natural

	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	CERTIFICADO INDECOP Nº 11111111 	
FORMATO PESO UNITARIO Y VACIOS (MTC E-203 / ASTM C-29)			
TESIS :	*APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE ADOQUINES PEATONALES DE CONCRETO EN LA CIUDAD DE CUTERVO.*	Código Ensayo Nº :	004 - CORONADO
TESISISTA:	BECERRA ROJAS JOSÉ SANTOS		
PROCEDENCIA:	"RAYME"	Calicata:	Ing. Responsable : Alex Quintos C.
PROVINCIA :	CUTERVO	Profundidad :	Tec. Responsable : Jhordin M. Salas L.
		Fecha :	ABRIL -2022

1. AGREGADO GRUESO

1. Contenido de Humedad

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)	72.3	70.7
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	800.6	800.2
Peso de la tara + muestra seca (gr)	799.6	799.0
Peso del agua contenida (gr)	1.0	1.2
Peso de la muestra seca (gr)	727.3	728.3
Contenido de Humedad (%)	0.14	0.16
Contenido de Humedad Promedio (%)	0.15	

1. Peso Unitario Suelto

Descripción	1	2	3
Peso del recipiente + muestra (gr)	14620.0	14630	14600
Peso del recipiente (gr)	7310.0	7310.0	7310.0
Peso de la muestra (gr)	7310.0	7320	7290
Volumen (m³)	5301.4	5301.4	5301.4
Peso Unitario Suelto Humedo (kg/cm³)	1.379	1.381	1.375
Peso Unitario Suelto Seco	1.376		

1. Peso Unitario Compactado


Descripción	1	2	3
Peso del recipiente + muestra (gr)	15360.0	15330	15330
Peso del recipiente (gr)	7310.0	7310.0	7310.0
Peso de la muestra (gr)	8050.0	8020	8020
Volumen (m³)	5301.4	5301.4	5301.4
Peso Unitario Compactado Humedo (kg/cm³)	1.518	1.513	1.513
Peso Unitario Compactado Seco	1.512		

OBSERVACIONES :


 QUINTOS I&C EIRL
 CORONADO INGENIERIA Y GEOTECNICA
 Jhordin Mijang Salas
 TECNICO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 CIP: 177000771





TECNICO DE LABORATORIO


 QUINTOS I&C EIRL
 CORONADO INGENIERIA Y GEOTECNICA
 Ing. Alex Iván Quintos Coronado
 JEFE LAB. SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 INDECOP
 REG. CIP. 210481


 Rivaldo Negro Jblitas Henry
 TECNICO DE LABORATORIO

Ficha de laboratorio 13. Diseño de mezcla

 CORONADO <small>INGENIERÍA & GEOTÉCNICA</small>	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	<small>CERTIFICADO INDECOPÍ N° 00136200</small> 
FORMATO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO $f_c = 290 \text{ Kg/cm}^2$.		
TESIS :	"APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE ADOQUINES PEATONALES DE CONCRETO EN LA CIUDAD DE CUTERVO."	
TESISTA :	BECERRA ROJAS JOSE SANTOS	Ing. Responsable :
PROCEDENCIA :	CUTERVO	Alex Quintos C.
PROVINCIA:	CUTERVO	Tec. Responsable :
FECHA:	ABRIL - 2022	Jhordin M. Salas LI.
CEMENTO PORTLAND TIPO I (PACASMAYO) Peso Especifico 3.10 g/c.c.		
AGREGADO GRUESO		
Peso Seco Compacto Varillado	.....	1512 Kg/m ³ .
Peso Seco Sin Compacto	.....	1376 Kg/m ³ .
Peso Especifico de Masa	.....	2.64 g/c.c.
Porcentaje de Absorción	.....	0.43 %
Contenido de Humedad Natural	.....	1.83 %
Tamaño Máximo	.....	1/2
AGREGADO FINO		
Peso Seco Compacto Varillado	.....	1843 Kg/m ³ .
Peso Seco Sin Compacto	.....	1624 Kg/m ³ .
Peso Especifico de Masa	.....	2.53 g/c.c.
Porcentaje de Absorción	.....	1.46 %
Contenido de Humedad Natural	.....	6.85 %
Modulo de Fineza	.....	3.00
MÉTODO DEL A.C.I		
Asentamiento	.....	2 ± 1 1/2" Según ASTM C-94
Factor de Cemento	.....	10.41 Bts./m ³ .
Relación Agua Cemento	.....	0.45
Relación en Pesos	..... 1.00 2.01	1.85 0.32 0.01
Relación en Volúmenes (Pie3).	..... 1.00 1.74	1.98 13.77 0.28
CANTIDADES DE MATERIAL POR METRO CÚBICO (DOSIFICACIÓN)		
Cemento	.....	442.22 Kg/m ³ .
Agua	.....	142.86 l/m ³ .
Agregado Fino	.....	890.00 Kg/m ³ .
Agregado Grueso	.....	816.02 Kg/m ³ .
PROPORCIÓN EN VOLUMENES.		
Cemento	..... 1.00	Bolsa (pie3)
Agregado Fino	..... 1.74	Pie3 por bolsa de cemento
Agregado Grueso	..... 1.98	Pie3 por bolsa de cemento
Agua	..... 13.77	Litros por bolsa de cemento


 QUINTOS I & C E.I.R.L.
 CEBARRA ROJAS JOSE SANTOS
 Jhordin M. Salas LI.
 TECNICO DE LABORATORIO
 C.A. S. C. P. 210011








 QUINTOS I & C E.I.R.L.
 CORONADO INGENIERIA Y GEOTECNICA
 Ing. Alex Quintos C.
 JEFE LAB. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 C.A. S. C. P. 210011








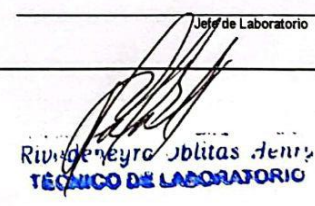

Rivaldo Obilias Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

TÉCNICO DE LABORATORIO






Ficha de laboratorio 14. Ensayo de resistencia a compresión en cilindros con 0% RCD

		<p align="center">LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO</p>										<p align="right">CERTIFICADO INDECOPI N° 00136209</p> 											
TESIS:		"APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE ADOQUINES PEATONALES DE CONCRETO EN LA CIUDAD DE CUTERVO."										NORMA:	NTP 339.034 / ASTM C-39										
ALUMNO:		JOSÉ SANTOS BECERRA ROJAS										N° CONTRATO:											
LOCALIZACION:		DISTRITO DE CUTERVO - PROVINCIA DE CUTERVO - REGION CAJAMARCA.																					
DESCRIPCION:		DISEÑO DE MEZCLA DE 290 Kg/cm ²										FECHA ENSAYO:		May-22									
OBSERVACIONES:		LOS TESTIGOS DE CONCRETO HAN SIDO ELABORADOS Y CURADOS EN EL LABORATORIO "CORONADO INGENIERIA & GEOTECNIA"																					
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION EN CILINDROS.																							
CONTRATO/ ESTRUCTURALEMENTO.	FECHA DE TOMA DE MUESTRA	N° DE CILINDRO	DIAS DE CURADO	FECHAS DE ROTURA	DIAMETR O (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm ²)	VOLUMEN (cm ³)	PESO (gr)	DENSIDAD (gr/cm ³)	CARGA APLICADA (Kg)	RESISTENCIA A LA FECHA		RESISTENCIA ESTIMADA A LOS % DIAS (P.S.I.)	PORCENTAJE CON RESPECTO A Fc	TIPO DE FALLA							
												(Kg/cm ²)	DISEÑO			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
DISEÑO 290 kg/cm ² CON 0 % DE MATERIAL RECICLADO (PATRON)	03/05/2022	1	7	10/05/2022	15.0	30.00	176.71	5,301.44	12890	2.431	38087.4125	215.53	290	70 ~ 85 %	74.32	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	03/05/2022	2	7	10/05/2022	15.0	30.10	176.71	5,319.11	12880	2.421	37692.78241	213.30	290	70 ~ 85 %	73.55	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	03/05/2022	3	7	10/05/2022	14.9	30.10	174.37	5,248.42	12890	2.456	37363.41414	214.28	290	70 ~ 85 %	73.89	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	03/05/2022	4	14	17/05/2022	14.9	31.10	174.37	5,422.79	12950	2.388	48294.76971	276.97	290	85 ~ 95 %	95.51	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	03/05/2022	5	14	17/05/2022	15.0	30.00	176.71	5,301.44	12960	2.445	46126.85349	261.02	290	85 ~ 95 %	90.01	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	03/05/2022	6	14	17/05/2022	14.9	30.00	174.37	5,230.99	12840	2.455	43976.27243	252.21	290	85 ~ 95 %	86.97	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	03/05/2022	7	28	31/05/2022	15.0	29.90	176.71	5,283.77	12960	2.453	58682.61666	332.08	290	100 ~ 120 %	114.51	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	03/05/2022	8	28	31/05/2022	15.1	30.00	179.08	5,372.36	12850	2.392	57951.48028	323.61	290	100 ~ 120 %	111.59	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	03/05/2022	9	28	31/05/2022	14.9	30.10	174.37	5,248.42	12920	2.462	54160.17617	310.61	290	100 ~ 120 %	107.11	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
OBSERVACIONES :																							
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO Ing. Alejandro Salas Matos DISTRITO DE CUTERVO, PROVINCIA DE CUTERVO, REGION CAJAMARCA DISTRITO DE CUTERVO, PROVINCIA DE CUTERVO, REGION CAJAMARCA LABORATORISTA														 USAT LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO TECNICO DE LABORATORIO					 CORONADO INGENIERIA Y GEOTECNICA Ing. Alejandro Coronado JEFE LABORATORIO DE CONCRETO REG. CIP. 210431 JEFE DE LABORATORIO				
														 RIVERA OBITAS HENRY TECNICO DE LABORATORIO									

Ficha de laboratorio 15. Ensayo de resistencia a compresión en cilindros con 30% RCD











		<p align="center">LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO</p>										<p align="right">CERTIFICADO INDECOPI N° 00136209</p> 								
TESIS:		*APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE ADOQUINES PEATONALES DE CONCRETO EN LA CIUDAD DE CUTERVO.*										NORMA:	NTP 339.034 / ASTM C-39							
ALUMNO:		JOSÉ SANTOS BECERRA ROJAS										N° CONTRATO:								
LOCALIZACION:		DISTRITO DE CUTERVO - PROVINCIA DE CUTERVO - REGION CAJAMARCA.																		
DESCRIPCION:		DISEÑO DE MEZCLA DE 290 Kg/cm ²										FECHA ENSAYO:	May-22							
OBSERVACIONES:		LOS TESTIGOS DE CONCRETO HAN SIDO ELABORADOS Y CURADOS EN EL LABORATORIO *CORONADO INGENIERIA & GEOTÉCNIA*																		
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION EN CILINDROS.																				
CONTRATO/ ESTRUCTURA/ELEMENTO.	FECHA DE TOMA DE MUESTRA	N° DE CILINDRO	DIAS DE CURADO	FECHAS DE ROTURA	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm ²)	VOLUMEN (cm ³)	PESO (gr)	DENSIDAD (gr/cm ³)	CARGA APLICADA (Kg)	RESISTENCIA A LA FECHA		RESISTENCIA ESTIMADA A LOS % DIAS (P.S.I.)	PORCENTAJE CON RESPECTO A f _c	TIPO DE FALLA				
												(Kg/cm ²)	DISEÑO			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DISEÑO 290 kg/cm ² CON 30 % DE MATERIAL RECICLADO	11/05/2022	1	7	18/05/2022	15.1	30.00	179.08	5,372.36	12840	2.390	40580.61813	226.61	290	70 ~ 85 %	78.14	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	11/05/2022	2	7	18/05/2022	14.9	30.10	174.37	5,248.42	12850	2.448	40922.223	234.69	290	70 ~ 85 %	80.93	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	11/05/2022	3	7	18/05/2022	15.0	30.10	176.71	5,319.11	12860	2.418	41263.82786	233.51	290	70 ~ 85 %	80.52	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	11/05/2022	4	14	25/05/2022	14.9	31.10	174.37	5,422.79	12970	2.392	46121.75491	264.51	290	85 ~ 95 %	91.21	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	11/05/2022	5	14	25/05/2022	15.0	30.00	176.71	5,301.44	12920	2.437	47607.48113	269.40	290	85 ~ 95 %	92.90	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	11/05/2022	6	14	25/05/2022	14.9	30.00	174.37	5,230.99	12890	2.464	45996.32984	263.79	290	85 ~ 95 %	90.96	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	11/05/2022	7	28	08/06/2022	14.9	29.90	174.37	5,213.55	12860	2.467	57219.32419	328.16	290	100 ~ 120 %	113.16	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	11/05/2022	8	28	08/06/2022	15.1	30.00	179.08	5,372.36	12870	2.396	57951.48028	323.61	290	100 ~ 120 %	111.59	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	11/05/2022	9	28	08/06/2022	15.0	30.10	176.71	5,319.11	12820	2.410	54060.24401	305.92	290	100 ~ 120 %	105.49	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
OBSERVACIONES :																				
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  <p>QUINTOS I&C EIRL CORONADO INGENIERIA Y GEOTECNICA Ing. Alejandro Salas Nietas INGENIERO EN SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DISEÑO 70007112</p> <p>Laboratorista</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES</p> <p>USAT</p> <p>TÉCNICO DE LABORATORIO</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>QUINTOS I&C EIRL CORONADO INGENIERIA Y GEOTECNICA Ing. Alejandro Coronado JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DISEÑO 70007112 REG. CIP 210431</p> <p>Jefe de Laboratorio</p> </div> </div>																				
<div style="text-align: center;">  <p>Rivaroberto Obitas Henry TÉCNICO DE LABORATORIO</p> </div>																				

Ficha de laboratorio 16. Ensayo de resistencia a compresión en cilindros con 50% RCD



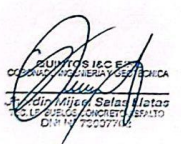



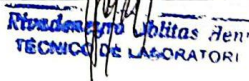
		<p align="center">LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO</p>										<p align="right">CERTIFICADO INDECOPÍ N° 00136209 </p>								
<p>TESIS:</p>		<p>"APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE ADOQUINES PEATONALES DE CONCRETO EN LA CIUDAD DE CUTERVO."</p>										<p>NORMA:</p>		<p>NTP 339.034 / ASTM C-39</p>						
<p>ALUMNO:</p>		<p>JOSÉ SANTOS BECERRA ROJAS</p>										<p>N° CONTRATO:</p>								
<p>LOCALIZACION:</p>		<p>DISTRITO DE CUTERVO - PROVINCIA DE CUTERVO - REGION CAJAMARCA.</p>																		
<p>DESCRIPCION:</p>		<p>DISEÑO DE MEZCLA DE 290 Kg/cm²</p>										<p>FECHA ENSAYO: May-22</p>								
<p>OBSERVACIONES:</p>		<p>LOS TESTIGOS DE CONCRETO HAN SIDO ELABORADOS Y CURADOS EN EL LABORATORIO "CORONADO INGENIERIA & GEOTÉCNIA"</p>																		
<p>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION EN CILINDROS.</p>																				
CONTRATO/ ESTRUCTURALELEMENTO.	FECHA DE TOMA DE MUESTRA	N° DE CILINDRO	DIAS DE CURADO	FECHAS DE ROTURA	DIAMETR O (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm ²)	VOLUMEN (cm ³)	PESO (gr)	DENSIDAD (gr/cm ³)	CARGA APLICADA (Kg)	RESISTENCIA A LA FECHA		RESISTENCIA ESTIMADA A LOS % DIAS (P.S.I.)	PORCENTAJE CON RESPECTO A F _c	TIPO DE FALLA				
												(Kg/cm ²)	DISEÑO			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DISEÑO 290 kg/cm ² CON 50 % DE MATERIAL RECICLADO	11/05/2022	1	7	18/05/2022	14.9	30.00	174.37	5,230.99	12870	2.460	37087.0711	212.70	290	70 ~ 85 %	73.34	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	11/05/2022	2	7	18/05/2022	14.8	30.10	172.03	5,178.21	12840	2.480	37692.78241	219.10	290	70 ~ 85 %	75.55	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	11/05/2022	3	7	18/05/2022	14.9	30.10	174.37	5,248.42	12840	2.446	36056.13822	206.78	290	70 ~ 85 %	71.30	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	11/05/2022	4	14	25/05/2022	14.9	31.10	174.37	5,422.79	12910	2.381	46121.75491	264.51	290	85 ~ 95 %	91.21	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	11/05/2022	5	14	25/05/2022	15.0	30.00	176.71	5,301.44	12960	2.445	47279.13257	267.55	290	85 ~ 95 %	92.26	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	11/05/2022	6	14	25/05/2022	15.1	30.00	179.08	5,372.36	12940	2.409	48436.51024	270.48	290	85 ~ 95 %	93.27	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	11/05/2022	7	28	08/06/2022	14.9	29.90	174.37	5,213.55	12820	2.459	54795.45924	314.25	290	100 ~ 120 %	108.36	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	11/05/2022	8	28	08/06/2022	15.0	30.00	176.71	5,301.44	12950	2.443	54044.94827	305.83	290	100 ~ 120 %	105.46	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	11/05/2022	9	28	08/06/2022	14.9	30.10	174.37	5,248.42	12860	2.450	53294.43729	305.65	290	100 ~ 120 %	105.40	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<p>OBSERVACIONES :</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  <p>QUINTOS I&C EIRL CORONADO INGENIERIA Y GEOTECNICA Ing. Rivaldo Rojas Oblitas JEFE LAB. SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO CIVIL N° 73007711</p> <p>_____ Laboratorista</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>USAT LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE MATERIALES</p> <p>_____ TÉCNICO DE LABORATORIO</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>QUINTOS I&C EIRL CORONADO INGENIERIA Y GEOTECNICA Ing. Alejandro Coronado JEFE LAB. SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO INGENIERO CIVIL REG. CIP. 210431</p> <p>_____ Jefe de Laboratorio</p> </div> </div>																				

Rivaldo Rojas Oblitas Jefe
TÉCNICO DE LABORATORIO



Ficha de laboratorio 17. Ensayo de resistencia a compresión en cilindros con 70% RCD

		LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO										CERTIFICADO INDECOPI N° 00136209 																														
TESIS:		"APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE ADOQUINES PEATONALES DE CONCRETO EN LA CIUDAD DE CUTERVO."										NORMA:		NTP 339.034 / ASTM C-39																												
ALUMNO:		JOSÉ SANTOS BECERRA ROJAS										N° CONTRATO:																														
LOCALIZACION:		DISTRITO DE CUTERVO - PROVINCIA DE CUTERVO - REGION CAJAMARCA.																																								
DESCRIPCION:		DISEÑO DE MEZCLA DE 290 Kg/cm2										FECHA ENSAYO:		May-22																												
OBSERVACIONES:		LOS TESTIGOS DE CONCRETO HAN SIDO ELABORADOS Y CURADOS EN EL LABORATORIO "CORONADO INGENIERIA & GEOTÉCNIA"																																								
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION EN CILINDROS.																																										
CONTRATO/ ESTRUCTURA/ELEMENTO.	FECHA DE TOMA DE MUESTRA	N° DE CILINDRO	DIAS DE CURADO	FECHAS DE ROTURA	DIAMETR O (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm²)	VOLUMEN (cm³)	PESEO (gr)	DENSIDAD (gr/cm³)	CARGA APLICADA (Kg)	RESISTENCIA A LA FECHA		RESISTENCIA ESTIMADA A LOS % DIAS (P.S.I.)	PORCENTAJE CON RESPECTO A f'c	TIPO DE FALLA																										
												(Kg/cm²)	DISEÑO																													
DISEÑO 290 kg/cm2 CON 70 % DE MATERIAL RECICLADO	11/05/2022	1	7	18/05/2022	14.8	30.00	172.03	5,161.01	12880	2.496	33589.45	195.25	290	70 ~ 85 %	67.33				X																							
	11/05/2022	2	7	18/05/2022	15.0	30.10	176.71	5,319.11	12860	2.418	32061.91	181.43	290	70 ~ 85 %	62.56			X																								
	11/05/2022	3	7	18/05/2022	14.9	30.10	174.37	5,248.42	12850	2.448	34103.38	195.58	290	70 ~ 85 %	67.44				X																							
	11/05/2022	4	14	25/05/2022	15.1	31.10	179.08	5,569.35	12930	2.322	43023.86	240.25	290	85 ~ 95 %	82.85	X																										
	11/05/2022	5	14	25/05/2022	14.9	30.00	174.37	5,230.99	12860	2.458	44576.89	255.65	290	85 ~ 95 %	88.16			X																								
	11/05/2022	6	14	25/05/2022	15.0	30.00	176.71	5,301.44	12840	2.422	42042.89	237.91	290	85 ~ 95 %	82.04		X																									
	11/05/2022	7	28	08/06/2022	14.9	29.90	174.37	5,213.55	12920	2.478	51489.54	295.30	290	100 ~ 120 %	101.83				X																							
	11/05/2022	8	28	08/06/2022	15.0	30.00	176.71	5,301.44	12910	2.435	53037.47	300.13	290	100 ~ 120 %	103.49			X																								
	11/05/2022	9	28	08/06/2022	15.1	30.10	179.08	5,390.27	12820	2.378	52138.08	291.15	290	100 ~ 120 %	100.40					X																						
OBSERVACIONES :		 QUINTOS I&C EIRL CORONADO INGENIERIA Y GEOTECNICA Ing. Rivaldo Roberto Oblitas Henry REG. CIP. 210481												 QUINTOS I&C EIRL CORONADO INGENIERIA Y GEOTECNICA Ing. Alex Iván Coronado JEFE LAB. SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Ingeniero Civil REG. CIP. 210481		<table border="1"> <tr><td>1 día</td><td></td></tr> <tr><td>+25 ~ 35 %</td><td></td></tr> <tr><td>3 días</td><td></td></tr> <tr><td>+42 ~ 53 %</td><td></td></tr> <tr><td>7 días</td><td></td></tr> <tr><td>+70 ~ 85 %</td><td></td></tr> <tr><td>14 días</td><td></td></tr> <tr><td>+85 ~ 95 %</td><td></td></tr> <tr><td>28 días</td><td></td></tr> <tr><td>+100 ~ 120 %</td><td></td></tr> <tr><td>60 días</td><td></td></tr> </table> *Sube entre 10 ~ 15 de la resistencia a los 28 días.					1 día		+25 ~ 35 %		3 días		+42 ~ 53 %		7 días		+70 ~ 85 %		14 días		+85 ~ 95 %		28 días		+100 ~ 120 %		60 días	
1 día																																										
+25 ~ 35 %																																										
3 días																																										
+42 ~ 53 %																																										
7 días																																										
+70 ~ 85 %																																										
14 días																																										
+85 ~ 95 %																																										
28 días																																										
+100 ~ 120 %																																										
60 días																																										

Ficha de laboratorio 18. Ensayo de resistencia a compresión en adoquines.

		LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO										CERTIFICADO INDECOPI N° 00136208 								
TESIS:		*APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE ADOQUINES PEATONALES DE CONCRETO EN LA CIUDAD DE CUTERVO.*										NORMA:		NTP 339.034 / ASTM C-39						
ALUMNO:		JOSÉ SANTOS BECERRA ROJAS										N° CONTRATO:								
LOCALIZACION:		DISTRITO DE CUTERVO - PROVINCIA DE CUTERVO - REGION CAJAMARCA.																		
DESCRIPCION:		DISEÑO DE MEZCLA DE 290 Kg/cm ²																		
OBSERVACIONES:		LOS ADOQUINES DE CONCRETO HAN SIDO ELABORADOS Y CURADOS EN EL LABORATORIO "CORONADO INGENIERIA & GEOTÉCNIA"										FECHA ENSAYO:		Jun-22						
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION EN ADOQUINES.																				
CONTRATO/ ESTRUCTURALELEMENTO.	FECHA DE TOMA DE MUESTRA	N° DE CILINDRO	DIAS DE CURADO	FECHAS DE ROTURA	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm ²)	VOLUMEN (cm ³)	PESO (gr)	DENSIDAD (gr/cm ³)	CARGA APLICADA (Kg)	RESISTENCIA A LA FECHA		RESISTENCIA ESTIMADA A LOS N DIAS (P.S.I.)	PORCENTAJE CON RESPECTO A Fc	TIPO DE FALLA				
												(Kg/cm ²)	DISEÑO			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DISEÑO 290 kg/cm ² CON 0 % DE MATERIAL RECICLADO (PATRON)	06/05/2022	1	28	03/06/2022	-	4.00	200.00	800.00	12890	16.113	67173.79183	335.87	290	70 - 85 %	115.82	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	06/05/2022	2	28	03/06/2022	-	4.00	200.00	800.00	12880	16.100	68468.83116	342.34	290	70 - 85 %	118.05	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	06/05/2022	3	28	03/06/2022	-	4.00	200.00	800.00	12890	16.113	69875.01953	349.38	290	70 - 85 %	120.47	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DISEÑO 290 kg/cm ² CON 30 % DE MATERIAL RECICLADO	06/05/2022	1	28	03/06/2022	-	4.00	200.00	800.00	12950	16.188	66816.89123	334.08	290	85 - 95 %	115.20	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	06/05/2022	2	28	03/06/2022	-	4.00	200.00	800.00	12960	16.200	65400.5057	327.00	290	85 - 95 %	112.76	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	06/05/2022	3	28	03/06/2022	-	4.00	200.00	800.00	12840	16.050	66531.37075	332.66	290	85 - 95 %	114.71	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DISEÑO 290 kg/cm ² CON 50 % DE MATERIAL RECICLADO	06/05/2022	1	28	03/06/2022	-	4.00	200.00	800.00	12960	16.200	65041.56566	325.21	290	100 - 120 %	112.14	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	06/05/2022	2	28	03/06/2022	-	4.00	200.00	800.00	12850	16.063	65785.95835	328.93	290	100 - 120 %	113.42	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	06/05/2022	3	28	03/06/2022	-	4.00	200.00	800.00	12740	15.925	64430.75578	322.15	290	100 - 120 %	111.09	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DISEÑO 290 kg/cm ² CON 70 % DE MATERIAL RECICLADO	06/05/2022	1	28	03/06/2022	-	4.00	200.00	800.00	12630	15.788	62710.49488	313.55	290	100 - 120 %	108.12	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	06/05/2022	2	28	03/06/2022	-	4.00	200.00	800.00	12520	15.650	63648.6336	318.24	290	100 - 120 %	109.74	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	06/05/2022	3	28	03/06/2022	-	4.00	200.00	800.00	12410	15.513	62474.94048	312.37	290	100 - 120 %	107.72	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
OBSERVACIONES :		 LABORATORISTA												 JEFE DE LABORATORIO						
		 TÉCNICO DE LABORATORIO																		

Ficha de laboratorio 19. Ensayo de Absorción de adoquines.

		LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO		CERTIFICADO INDECOPÍ N° 00134398 		
FORMATO ENSAYO DE ABSORCIÓN						
TESIS :	*APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE ADOQUINES PEATONALES DE CONCRETO EN LA CIUDAD DE CUTERVO.*			Código Ensayo N° :	021 - CORONADO	
TESISTA:	BECERRA ROJAS JOSÉ SANTOS					
PROCEDENCIA:	Calicata:				Ing. Responsable :	Alex Quintos C.
PROVINCIA :	CUTERVO	Profundidad :			Fecha :	MAYO - 2022
Tec. Responsable :						Jhordin M. Salas Ll.

ABSORCION

DIAS	MUESTRA	PESO SATURADO	PESO SECO	ABSORCIÓN %	PROMEDIO
0% SIN AGREGADO RECICLADO (28 DIAS)	1	2.918	2.766	5.50	5.36
	2	2.821	2.689	4.91	
	3	2.958	2.799	5.68	
30% AGREGADO RECICLADO (28 DIAS)	1	2.969	2.812	5.58	5.90
	2	2.971	2.799	6.15	
	3	2.898	2.735	5.96	
50% AGREGADO RECICLADO (28 DIAS)	1	2.948	2.772	6.35	5.95
	2	2.922	2.759	5.91	
	3	2.888	2.735	5.59	
70% AGREGADO RECICLADO (28 DIAS)	1	2.898	2.742	5.69	6.02
	2	2.871	2.705	6.14	
	3	2.884	2.715	6.22	

OBSERVACIONES :


 QUINTOS I&C E.I.R.L.
 CORONADO INGENIERIA Y GEOTECNICA
 Jhordin Mijang Salas Ll.
 TECNICO SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 D.N.I. N° 720077142


 QUINTOS I&C E.I.R.L.
 CORONADO INGENIERIA Y GEOTECNICA
 Ing. Alex Quintos Coronado
 JEFE LAB. SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 210731


 Rivaldo Castro
 TÉCNICO DE LABORATORIO


 USAT
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIENTOS

INFORME N° LEM USAT 036-2023-II

FECHA: 28 de octubre 2023

VALIDACIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ESTUDIANTE: BECERRA ROJAS JOSE SANTOS

TITULO DE LA TESIS: APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE CONTRUCCION Y DEMOLICION PARA LA ELABORACION DE ADOQUIENES PEATONALES DE CONTRETO EN LA CIUDAD DE CUERVO

El que suscribe, responsable del laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental, verifica y da conformidad que los siguientes ensayos de laboratorio realizados por el indicado estudiante se han efectuado en las instalaciones de la USAT, asimismo valida los ensayos realizados fuera de nuestras instalaciones siempre que no se puedan realizar en esta universidad, los ensayos externos se realizaron QUINTOS INGENIERIA & CONSTRUCCION E.I.R.L.:

- Contenido de humedad
- Granulometría
- Peso volumétrico
- Peso específico relativo
- Ensayos de absorción de adoquines
- Ensayo de compresión de adoquines
- Ensayos de compresión de cilindros

Se alcanza al interesado para los fines pertinentes.
 Observación: Adjunto

Rivadenebra Oblitas Henr.
 TÉCNICO DE LABORATORIO



Henry Rivadenebra Oblitas
 Responsable de Lab Ing. Civil Ambiental

Panel Fotográfico



Imagen 01: Contenido de humedad agregado fino.



Imagen 02: Granulometría agregado grueso natural.



Imagen 03: Granulometría agregado grueso natural.



Imagen 04: Peso unitario varillado y sin varillar.



Imagen 05: Elaboración del molde para adoquines.



Imagen 06: Elaboración de los adoquines para los diferentes porcentajes.



Imagen 07: Elaboración de los adoquines para los diferentes porcentajes.



Imagen 07: Adoquines con los porcentajes requeridos.



Imagen 08: Ensayo de Absorción para los diferentes adoquines.



Imagen 11: Ensayo de compresión a los adoquines

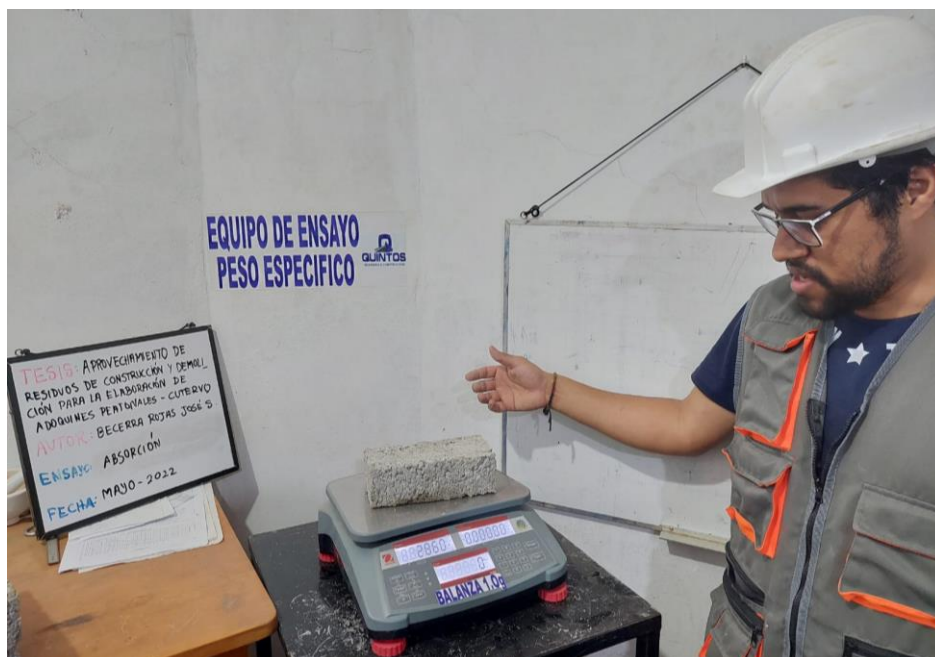


Imagen 12: Peso seco de los adoquines

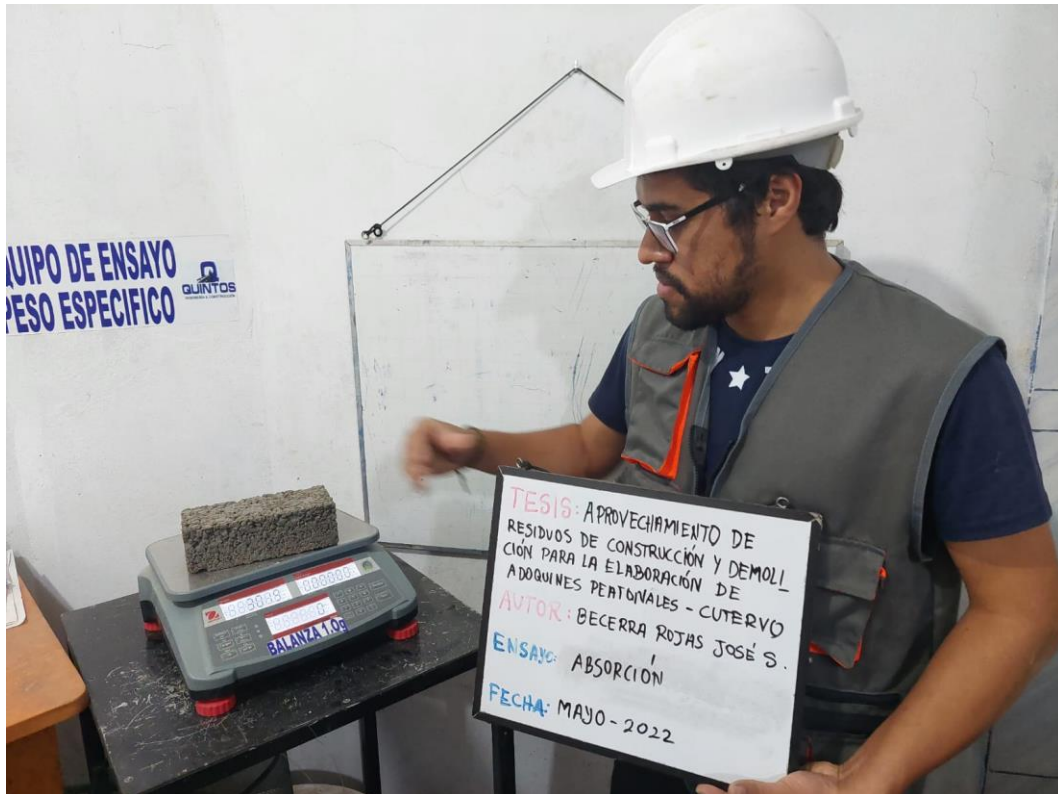


Imagen 13: Ensayo de compresión a los adoquines



Imagen 14: Botadero 02 Cutervo - Chipuluc



Imagen 15: Acopio de los residuos de construcción y demolición.