



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Propiedades físicas y mecánicas de adoquines de concreto con la adición de material reciclado de construcción, Los Olivos – 2020”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Inocente Cahuana, Ramón Alberto (ORCID: 000-0002-5714-211x)

ASESOR:

Mg. Ing. Pinto Barrantes, Raúl Antonio (ORCID: 000-0002-9573-0182)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

LIMA – PERÚ

2020

Dedicatoria

Dedico este proyecto a mi familia por ser mi razón y motivo de lucha constante, sin ellos no hubiese llegado a cumplir mi meta.

Agradecimiento

A mi familia por haberme apoyado en todo el desarrollo de mi carrera.

A mi pareja e hijo por estar conmigo en mis desvelos y haberme dado fuerzas para seguir adelante.

A mis amigos y familiares que han contribuido de una manera u otra en el desarrollo de mi tesis.

Al ing. Raúl Pinto por guiarme en este largo camino y brindarme su apoyo.

Índice de contenido	pág.
Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenido	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN	
II. MARCO TEÓRICO	
III. METODOLOGÍA	
3.1. Tipo y Diseño de la investigación.....	33
3.2. Variables, operacionalización.....	34
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.....	34
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	35
3.5. Procedimiento.....	36
3.6. Método de análisis de datos.....	36
3.7. Aspectos éticos.....	37
IV. RESULTADOS	
V. DISCUSIÓN	
VI. CONCLUSIONES	
VII. RECOMENDACIONES	
REFERENCIAS	
ANEXOS	
Matriz de consistencia.....	
Operacionalización de variables.....	
Turnitin.....	
Declaratoria de autenticidad.....	
Laboratorios.....	

Índice de tablas	Pág.
Tabla 1. <i>Clasificación de adoquines</i>	20
Tabla 2. <i>Requisitos complementarios del adoquín</i>	21
Tabla 3. <i>Requisitos complementarios del adoquín</i>	22
Tabla 4. <i>Requisitos para agua de mezcla</i>	25
Tabla 5. <i>Requisitos agregados finos</i>	28
Tabla 6. <i>Requisitos granulométricos para el agregado grueso</i>	30
Tabla 7. <i>Resultados del ensayo a la granulometría del agregado fino</i>	41
Tabla 8. <i>Resultados del ensayo a la granulometría del agregado grueso</i>	42
Tabla 9. <i>Análisis del peso unitario del del agregado fino</i>	43
Tabla 10. <i>Análisis del peso unitario del agregado grueso</i>	43
Tabla 11. <i>Resultados del ensayo a la granulometría de material reciclado</i>	44
Tabla 12. <i>Composición (porcentajes aproximados)</i>	44
Tabla 13. <i>Dosificaciones porcentuales de cada mezcla</i>	45
Tabla 14. <i>Contenido de aire de cada muestra</i>	45
Tabla 15. <i>Asentamientos de las 3 muestras</i>	46
Tabla 16. <i>Densidad de mezcla de la muestra M1</i>	47
Tabla 17. <i>Densidad de mezcla de la muestra M2</i>	47
Tabla 18. <i>Densidad de mezcla de la muestra M3</i>	48
Tabla 19. <i>Fuerza de compresión del adoquín de la muestra patrón M1</i>	49
Tabla 20. <i>Fuerza de compresión del adoquín de la muestra patrón M2</i>	49
Tabla 21. <i>Fuerza de compresión del adoquín de la muestra patrón M3</i>	50
Tabla 22. <i>Fuerza de flexión del adoquín de la muestra patrón M1</i>	51
Tabla 23. <i>Fuerza de flexión del adoquín de la muestra patrón M2</i>	52
Tabla 24. <i>Fuerza de flexión del adoquín de la muestra patrón M3</i>	52

Índice de figuras	Pág.
Figura 1. Dimensiones del adoquín	22
Figura 2. Material reciclado	26
Figura 3. Agregado fino reciclado	28
Figura 4. Agregado Grueso Reciclado	30
Figura 5. Ubicación de cantera Christopher	39
Figura 6. Ubicación de JBO Ingenieros	40
Figura 7. Análisis granulométrico del agregado fino	41
Figura 8. Análisis granulométrico del agregado grueso	42

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo encontrar una forma de poder aprovechar los desechos generados en la demolición de estructuras de concreto para luego poder seleccionarlas y reutilizarlas, generando un cuidado de medio ambiente y al mismo tiempo reutilizando materiales que se han construidos anteriormente con el mismo material, para ellos se realizaron estudios de granulometría y ensayos que requieren los adoquines tipo I para poder afianzar su uso al elaborarlas con material reciclado de construcción.

En la primera parte de la investigación se pasó a realizar toda la base de datos referente a adoquines y a su necesidad y uso, así como también las diferentes investigaciones que también trataron de utilizar algún otro tipo de material para producir adoquines. La metodología de investigación fue científica del tipo aplicada, de nivel explicativa de diseño experimental transversal - correlacional, la población de mi investigación fueron los adoquines de concreto de tipo I con adición de material reciclado de construcción.

Se concluyó que las propiedades físicas mecánicas de adoquines de concreto para pavimentos peatonales con adición de material reciclado en diferentes proporciones, cumplen con las normas especificadas: NTP 399.611, NTP 399.624, ITINTEC 399.124 solo en el caso de una proporción o reemplazo de 20% y 40% de material reciclado debido a que cuando se reemplazó el agregado fino y grueso en un 60% con material reciclado de construcción no cumplía con ambas normas lo cual genera ineficiente su uso en esos casos.

Palabras clave: Material reciclado, dosificación, propiedades, adoquines.

Abstract

The present research aimed to find a way to take advantage of the waste generated in the demolition of concrete structures and then be able to select and reuse them, generating a care for the environment and at the same time reusing materials that were previously built with the same material. For them, granulometry studies and tests required for type I pavers will be carried out in order to strengthen their use by making them with recycled construction material.

In the first part of the investigation, the entire database referring to cobblestones and their need and use was carried out, as well as the different investigations that also tried to use some other type of material to produce cobblestones. The research methodology was scientific of the applied type, of explanatory level of cross-correlational experimental design, the population of my research was type I concrete pavers with the addition of recycled construction material.

It was concluded that the physical mechanical properties of concrete paving stones for pedestrian pavements with the addition of recycled material in different proportions, comply with the specified standards: NTP 399.611, NTP 399.624, ITINTEC 399.124 only in the case of a proportion or replacement of 20% and 40% of recycled material because when the fine and coarse aggregate was replaced by 60% with recycled construction material, it did not comply with both standards, which generates inefficient use in those cases.

Keywords: Recycled material, dosage, properties, and paving stones.

I. INTRODUCCIÓN

En el mundo, el campo de la construcción es la consumidora de mayor índice de recursos naturales, pues los agregados que se utilizan en la elaboración del concreto. Cada año se producen alrededor de 1500 millones de toneladas del material llamado concreto, utilizando para esto de 1000 millones de toneladas de material natural. Asimismo, se producen grandes cantidades de materiales de demolición, tanto en los procesos de construcción como obras de demolición y restauración de diferentes tipos de construcción.

En nuestro país, Perú aún no existe una demanda adecuada para la implementación de lugares a nivel nacional de maquinarias para el procesamiento de materiales reciclados de construcción, esto se irá dando conforme nuestro país vaya creciendo hasta el momento de incentivar a recurrir a estos procedimientos. El motivo para utilizar estos materiales de demolición como agregados va ser la solución al problema de contaminación ambiental y excesivo problema de material de desmonte, teniendo en cuenta la mejoría de control de calidad del producto final. El utilizar material de demolición de construcción tiene que tener una garantía de buena calidad del producto final y conseguir las propiedades adecuadas de estos, teniendo en cuenta lo indicando en el reglamento y los controles de calidad.

En Lima, el negocio de la demolición en el campo de la construcción hoy en día es muy rentable, por lo que cada día se producen alrededor de 10000 m³ de desmonte, todo este material tiene como lugar de acopio las laderas de los ríos principales de la capital del Perú. Si bien en Lima tenemos lugares de acopio de residuos sólidos de construcción, estos no son tan conocidos para la eliminación de desmonte de construcción, mientras tanto este material va a parar el 70% a los mares y ríos y el 30% a lugares autorizados, la diferencia está dada por el tema económico y los tramites a realizar.

Este proyecto de investigación de adoquines elaborados con una composición alternativa a la convencional, emplearemos material de demolición reemplazando un porcentaje del agregado grueso, lo cual nos va permitir disminuir la contaminación ambiental, y la resistencia del adoquín va estar en función a los materiales utilizados y el porcentaje del agregado reciclado.

La formulación del problema según (Hernández y otros, 2014 p. 204) indican que: la propuesta del problema a investigar es la demarcación precisa y clara del fin de la averiguación que se efectúa a través de incógnitas, entrevistas, encuestas pilotos, lecturas, etc. por ello el problema general es ¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas de adoquines de concreto con la adición de material reciclado de construcción, Los Olivos – 2020? Del mismo modo los problemas específicos son: ¿De qué manera influye el material reciclado de construcción en las propiedades físicas de los adoquines de concreto, Los Olivos - 2020? ¿Cuál es la influencia del material reciclado de construcción en las propiedades mecánicas de los adoquines de concreto, Los Olivos - 2020? ¿Cuál será la dosificación adecuada que permita mejorar las propiedades físico-mecánicas del adoquín de concreto con material reciclado de construcción, Los Olivos - 2020?

En relación a la justificación del estudio este trabajo tiene el propósito de conseguir adoquines con una estructura adicional a la acostumbrada, utilizando material reciclado de demolición con el propósito de tener una conducción más eficaz de patrimonios, económico, acortar la contaminación y el impacto ambiental. Actualmente el distrito de Los Olivos, tiene zonas en completo abandono por parte de la municipalidad a la cual, por la que las veredas, sardineles y pistas necesitan estar óptimas para su uso adecuado, la presente investigación tiene como finalidad incentivar a utilizar agregados ecológicos para la pavimentación del distrito, pues la empresa se encuentra en el mismo distrito y sería viable la presente propuesta, así se colaboraría con la medio ambiente y darle mayor trabajo a las empresas peruanas. No existe indagaciones respecto a este fondo en nuestro país, las escasas que se indican con continuidad son de indagación extranjeros por eso la averiguación emanada será muy apreciable.

La hipótesis según (Hernández y otros, 2014 p. 204) indica que: la hipótesis nos muestra lo que queremos encontrar o tratar de comprobar y pueden precisar como definiciones comprobables del fenómeno averiguado expresadas a modo de proposiciones. Por este motivo nuestra hipótesis general menciona que “La adición de material reciclado de construcción mejora las propiedades físicas y mecánicas del adoquín de concreto, Los Olivos – 2020”. De este modo se plantearon las hipótesis específicas siguientes: El material reciclado de

construcción influye de forma positiva en las propiedades físicas del adoquín de concreto, Los Olivos - 2020. El material reciclado de construcción influye de forma positiva en las propiedades mecánicas del adoquín de concreto, Los Olivos - 2020. La dosificación adecuada agua-cemento será 0,50 que nos permitirá mejorar las propiedades físico - mecánicas del adoquín de concreto, Los Olivos – 2020.

Los objetivos según (Hernández y otros, 2014 p. 204) indica que: un objetivo de investigación tiene como finalidad alcanzar en un trabajo, estudio o artículo de investigación. Asimismo, indica la finalidad por el que se ejecuta un estudio. De este modo se elaboró el siguiente objetivo general: Evaluar las propiedades físico - mecánicas del adoquín de concreto elaborado con material de construcción, Los Olivos - 2020. En consecuencia, se elaboraron los siguientes objetivos específicos: Determinar la influencia del material reciclado de construcción en las propiedades físicas de los adoquines de concreto, Los Olivos - 2020. Estimar la influencia del material reciclado de construcción en las propiedades mecánicas de los adoquines de concreto, Los Olivos - 2020. Determinar la dosificación adecuada para la composición de la mezcla en la elaboración de adoquines de concreto con material reciclado de construcción, Los Olivos – 2020.

II. MARCO TEÓRICO

Ramos, J. (2018), "*Dosificación del concreto reciclado para el uso en unidades de pavimentos de bajo tránsito, distrito de Lince, 2018*", investigación con el fin de optar el grado académico de Ingeniero Civil, en la Universidad Cesar Vallejo, Perú, teniendo como objetivo general indicar que tipo de dosificación de concreto tipo reciclado puede usarse en los pavimentos de bajo tránsito peatonal, en esta investigación una vez obtenido las muestras de adoquín patrón según la norma $f''c = 320 \text{ kg/cm}^2$, posteriormente agregar material reciclado a las muestras, M0 al 0%, M1 al 10%, M2 al 30% y M3 al 50% para así someterlas a ensayos compresión, teniendo como conclusión de los ensayos hechos en laboratorio los adoquines hechos con material reciclado en la muestra M0 al 0% con una resistencia de 396.1 de kg/cm^2 , en la muestra M1 al 10% con una resistencia de 321 kg/cm^2 , en la muestra M2 al 30% con una resistencia de 302.1 kg/cm^2 y la muestra M3 al 50% con una resistencia de 279.5 kg/cm^2 , teniendo en cuenta los siguiente resultados del laboratorio, se considera que la muestra M1 es la adecuada según la norma técnica del Perú.

Contreras, M. (2016) "*Influencia de la cantidad adicionada de vidrio de desecho en remplazo de agregado fino, sobre la resistencia a la compresión, absorción y densidad en morteros y pilas de albañilería*", tesis con el fin de obtener el grado académico de Ingeniero Civil, en la Universidad Nacional de Trujillo, Perú se tuvo como objetivo indicar la influencia sobre la cantidad como agregado de vidrio reciclado en las diferentes propiedades físico-mecánicas para la elaboración de morteros, los diferentes muestras se han llevado al ensayo de compresión, en la primera muestra sin vidrio reciclado llego a una resistencia a compresión de 33.47 MPa, en la segunda muestra con un 20% de vidrio reciclado obtuvo una resistencia a compresión de 33.39 MPa, en la tercera muestra con un 40% de vidrio reciclado obtuvo una resistencia de 32.15 MPa, en la cuarta muestra con un 60% de vidrio reciclado obtuvo una resistencia de 30.45 MPa, en la quinta muestra con un 80% de vidrio reciclado obtuvo una resistencia de 28.28 MPa, en la última muestra con un 100% de vidrio reciclado obtuvo una resistencia de 27.08 MPa.. Llegando a una conclusión de que la mayor resistencia se obtuvo por la segunda muestra y así pueda utilizarse según lo que especifica la norma.

Pastor, A (2015), "*Diseño de Planta Productora de Adoquines a base de Cemento y Plástico Reciclado*", tesis para optar el grado académico de Ingeniero Civil, en la Universidad de Piura, Perú, teniendo como objetivo principal, reforzar las propiedades de los componentes de percepción que se solidifican y despliegan para poder proponer un mejor fortalecimiento y por el mismo método estándar de control de calidad interno, se buscaron diferentes tipos de adoquines utilizados para el tránsito de orden peatonal y vehicular, y estos en su composición tengan agregados reciclados, estos adoquines no cumplieron lo que indica la norma llegando a una resistencia a compresión, en la primera muestra se obtiene 290 kg/cm², en la segunda muestra obtiene una resistencia a compresión de 300 kg/cm², en la tercera muestra obtiene una resistencia a compresión de 280 kg/cm² y en la cuarta muestra obtiene una resistencia a compresión de 300 kg/cm² concluyendo que los adoquines convencionales obtienen una resistencia adecuada con plástico reciclado y una absorción pero no llegan a los establecido a la norma técnica peruana, según indican los ensayos realizados en el laboratorio.

Cabrera, B. (2014) "*Comparación de la resistencia de adoquines de concreto y otros elaborados con vidrio reciclado, Cajamarca, 2014*", tesis para optar el grado académico de Ingeniero Civil, en la Universidad Privada del Norte, Perú, se tuvo como objetivo realizar una comparación de las propiedades de los adoquines convencionales y adoquines añadidos con vidrios reciclado. En esta investigación se realizó el procedimiento del ACI para la elaboración de adoquines. El añadido en peso de mezcla es de la muestra N° 1 con 5% de vidrio reciclado, N° 2 con 10% de vidrio reciclado, N° 3 con 15% de vidrio reciclado, N°4 con 25% de vidrio reciclado y N° 5 con 50% de vidrio reciclado. En el momento de hacer los ensayos en el laboratorio se obtuvo las exigencias que pide el reglamento a las pruebas de compresión. La muestra N°1 con 5% de vidrio reciclado tuvo una resistencia de 342.42 kg/cm², la muestra N°2 con 10% de vidrio reciclado tuvo una resistencia de 362.86 kg/cm², la muestra N°3 con 15% de vidrio reciclado tuvo una resistencia de 377.94 kg/cm², la muestra N°4 con 25% de vidrio reciclado tuvo una resistencia de 384.93 kg/cm², la muestra N°5 con 50% de vidrio reciclado tuvo una resistencia de 389.26 kg/cm². Los ensayos obtenidos dieron muestra que cumplen la norma técnica peruana, este

indicador nos ayudara posteriormente a realizar la incorporación de los agregados y saber de qué manera influye en la resistencia.

Morales, J. (2017), "*Diseño de una mezcla con materiales reciclados para la producción de adoquines*", tesis para obtener el grado académico de magister en arquitectura, en la Universidad Nacional Autónoma de México, determinar las características de los adoquines convencionales comparando a los adoquines adicionando material de reciclaje o material que desechan en las construcciones, según la norma mexicana NMX-C-314-ONNCCE-2014, indica que la resistencia a compresión en el tránsito peatonal va desde 250 kg/cm^2 hasta 300 kg/cm^2 pues, haciendo 4 muestras cumpliendo la norma M1 300 kg/cm^2 , la M2 400 kg/cm^2 , la al parte de M3 al 450 kg/cm^2 y la M4 al 560 kg/cm^2 , esta investigación era la mitigación del material de eliminación y así contribuir con el medio ambiente tomándolos como agregados, la investigación concluyo que la cantidad dosificada a la mezcla de la resistencia a compresión, cumple con lo requerido en norma.

Caicedo, S. (2014) "*Estudios del uso de agregados reciclados de residuos de construcción y/o demolición provenientes de la ciudad de Cali como material para la construcción de elementos prefabricados de concreto, caso de los adoquines*", investigación con el fin de obtener el grado académico de ingeniero civil, de la Pontificia Universidad Javeriana, Colombia, la investigación tuvo como finalidad obtener su máximo provecho de en el uso de los agregados con material reciclados, de ese modo conseguir un distinto provecho final de los retazos que se pueden producir en las grandes construcciones. El método utilizado que fue utilizado fue el de Fuller y se realizaron la calibración de los materiales baldíos nativos que desempeñen la regla de la ciudad de Colombia, después se obtuvieron las proporciones entre el cemento-agua, del mismo modo se obtuvo la resistencia a la flexo-tracción que se consumara en la norma de Colombia. Se efectuó la resistencia flexo-tracción haciendo el cambio con el tipo de agregado fino en treinta y diez por ciento en la elaboración de adoquines. Se perfecciona con la investigación que el reemplazo del agregado reciclado va disminuir la resistencia del producto final, pero estos podrán aplicarse donde la normativa de carga no sea tan alta, puesto que tiene una resistencia de 1,9 MPa, la segunda

muestra con 1,6 MPa y la tercera muestra de 2,6 MPa. Esta información nos indicara a entender que todos los materiales reciclados no siempre ayudaran a tener una resistencia a compresión y flexión.

Montiel, J. (2017), "*Uso de agregados reciclados para la fabricación de adoquines que se puedan utilizar en la pavimentación de calles, avenidas*", tuvo que determinar mediante un estudio de orden teórico y experimental, en laboratorio, que nos indiquen si en este caso puede ser viable el uso de agregados reciclados producidos, para la posterior fabricación de adoquines, en los ensayos se obtuvieron que la resistencia a compresión de la primera muestra a llego a 250 kg/cm^2 , la segunda muestra llegando a 360 kg/cm^2 , y la tercera muestra a 400 kg/cm^2 en la investigación tuvo como indicador tener el control de la recepción de residuos para poder iniciar el proceso de reciclaje y así obtener una materia prima adecuada, según el tipo de mezcla que se ha utilizado los resultados nos dejaron que ninguna de las dosificaciones propuestas alcanzaron los índices mínimos que son requeridos por la norma NMX-C-314.

Hidalgo, D. (2013) "*Obtención de adoquines fabricados con vidrio reciclado como agregado*", tesis para optar el grado académico de Ingeniero Civil, en la Escuela Politécnica Nacional, Ecuador, se tuvo como objetivo en el proyecto de tesis usar como agregado el vidrio reciclado para la elaboración de adoquines y obtener sus propiedades. En esta investigación se realizó ensayos en el laboratorio, teniendo como resultado según el porcentaje de vidrio reciclado como agregado, en la primera muestra sometida al ensayo de compresión sin agregar vidrio reciclado se obtuvo una resistencia de 42 MPa, en la segunda muestra sometida al ensayo de compresión con el 25% en peso de vidrio como agregado fino se obtuvo una resistencia de 44 MPa, en la tercera muestra sometida a ensayo de compresión con el 15% de peso de vidrio como agregado grueso se obtuvo una resistencia de 43 MPa, en conclusión la siguiente investigación tiene como gran aporte el uso de vidrio reciclado en la mezcla para la elaboración de adoquines con vidrio reciclado, llegando a las resistencias indicadas según la norma establecida.

Sharma, S. and Gupta, H. (2015) "*Development of paver block by using foundry sand based geopolymer concrete*" thesis to choose the academic degree

at Chitkara University, with their objectives made Geopolymer Paver Block using a design concrete mix M50, these designs are friendly at atmosphere, in the laboratory test to make the concrete paver, using fine sand replacement with foundry sand, the results were with 0% was 2370 Kg/m³, with 20% was 2293 kg/m³, with 40% was 2266 kg/m³, with 60% was 2311 kg/m³, and with 100% was 2168 kg/m³. In ending the samples was a strength compressive of 66 MPa Geopolymer Paver Block, the samples show that these pavers had a strength compressive that the standards demand. En la tesis citada de Sharma, S. and Gupta, H. con título "Desarrollo de bloques de pavimentadoras utilizando concreto de geopolímero a base de arena de fundición" nos habla de la reutilización de la arena de fundición con el agregado fino convencional, el extraído de cantera, obteniendo como mejor resultado una compresión de 66MPa.

Panalti, Mahendra. (2015) "*Design Fabrication and Analysis of a Paver Machine Push Bar Mechanism*", thesis to choose the academic degree at University of South Florida, EE.UU, with their objectives made practice the important cleaning| adaptive for made a different pavers design mix applications industrial, these thesis had a idea, to promote a industrial machine to make a pavers concrete. In conclusion used a construction wastes reduce the contamination in the world, many companies promote this process because these take care environment. En la tesis citada de Panalti, Mahendra. Con el título "Diseño y fabricación de un mecanismo de barra de empuje de maquina pavimentadora", en la investigación nos relata que se están utilizando una maquina industrial que procesa los agregados de demolición, hasta obtener el adoquín con agregado reciclado y así generar un buen impacto ambientes para conservar el medio ambiente.

Jallul, G. (2015) "*The Use of Waste and By-Product Materials to Reduce Cement Content in Paving Blocks*", their thesis to choose the academic degree at Coventry University, London, with their objectives made find the best proportion of design mix concrete using waste of construction not dangerous, this thesis had to promoted aggregates of construction for natural aggregates, use this material for pavement finally this thesis show very important information to promoted industrial machine to produce concrete pavers. The concrete pavers had a

compression resistance 19.1 MPa at 28 day. En la tesis citada de Jallul, G. (2015) con el título "El uso de materiales de desecho y subproductos para reducir el contenido de cemento en los bloques de pavimentación", en la investigación relata el uso no excesivo del cemento, así como el uso del agregado reciclado en la investigación, también nos indica la resistencia que obtuvo a los 28 días fueron de 19.1 MPa.

Los adoquines de concreto son bloques macizos prefabricados de concreto, diseñados con una mezcla de agregado fino, agregado grueso, agua y cemento, las cuales estos pueden ser para diferentes tipos de usos (Cemento Pacasmayo, 2019).

Historia de los adoquines de concreto: todos conocemos que los adoquines son usados para la pavimentación, esta actividad se realiza desde tiempos atrás, según en la isla hace 5000 años estos bloques de adoquines se utilizaban en beneficio de los caminos, ya sean públicos y privados. Este avance dio inicio al tallado de piedras, así tener mejor agarre y la persona tenga la comodidad adecuada al momento de desplazarse, todo esto dio que se originara pavimentos con piedra, esta modelo fue utilizado tiempo atrás en el imperio Romano, ante la necesidad de construcción de nuevas vías.

Durante el siglo XIX, cuando se mostraron el concreto asfáltico y el concreto hidráulico, así como también se fueron dando adoquines hechos de arcillas, madera, etc. todo esto se originó pasada la segunda guerra mundial. Generalmente en los países bajos, cuando se utilizaron concreto para la fabricación de adoquines esta permitió desplazar los de anterior material, cuyo producto ha venido creciendo entrando al mercado por sus próximos 50 años.

Todo esto origino que los productores de adoquines tengan un modelo de especificaciones en el momento de la fabricación de adoquines. Durante ese tiempo se fueron fabricando adoquines con 2 capas que así obtengan un gasto más económico, y una variedad de formas con distintos colores, sin embargo, hasta ese entonces no se contaba con una norma técnica de la elaboración de adoquines, por lo que se tuvo que optar por normas de otros países, tales como Colombia, EEUU del Norte América, España. Para tener en cuenta los ensayos

de resistencia, señalan que debía ser mayor a 400 m^2 lo que ha generado un problema pues es difícil de encontrar equipos de laboratorio para adoquines. (Bernal, 2009, p.25)

Especificaciones y características y en el Perú: En nuestro país, Perú. Tenemos la Norma Técnica Peruana 399.611, “Adoquines de concreto para pavimentos”, en esta norma nos detalla los requisitos fundamentales que se debe cumplir en su elaboración, para su clasificación debe cumplir su resistencia según su uso y espesor nominal. Ver Tabla 1.

Tabla 1. Clasificación de adoquines.

TIPO	ESPESOR NOMINAL (mm)	Resistencia a compresión, min. Mpa (kg/cm ²)	
		Prom. De 3 unidades	Unidad individual
I PEATONAL B, C Y D	40	31 (320)	32 (320)
	60	31 (320)	32 (320)
II VEHICULAR LIGERO	60	41 (420)	42 (420)
	80	37 (380)	38 (380)
	100	35 (360)	36 (360)
III VEHICULAR PESADO	≥ 80	55 (561)	50 (510)

Fuente: NTP 399.611

Entre las propiedades mecánica tenemos la resistencia a Compresión, donde en los ensayos de compresión del adoquín de concreto se va determinar a través de la aplicación de un fuerza a compresión, perpendicular sobre la muestra examinada que posteriormente trabajara en el pavimentado, el procedimiento del ensayo a compresión se medirá en un laboratorio, sobre una máquina de pistón hidráulico, así podremos tener la garantía que la fuerza sometida está distribuida de forma uniforme en el adoquín de concreto.

La máquina de pruebas de compresión, deberá tener la fuerza suficiente, para así puedan ser ensayada el adoquín de concreto, esta podrá ser digital, en otros casos mecánica, las cuales debe estar entre una base de acero y una plancha de acero, en las cuales estará el adoquín de concreto, así podrá tener contacto con la máquina de compresión. (NTP 399.604, p.9)

El procedimiento del ensayo a compresión, es el siguiente: Los adoquines que se someter al ensayo de compresión deben estar dentro de un estado de humedad, a medida con el medio ambiente. Antes de ser sometidas al ensayo

se tendrá que determinar el área neta de la muestra, y ponerlo en su cara mayor sobre la máquina de ensayo y así el técnico encargado del laboratorio pueda realizar el ensayo de compresión. La carga se aplicará de manera constante e uniforme, hasta el punto que no la pueda sostener, lo cual se tener su última lectura registrada. Los cuales se podrá analizar mediante, $f'c = P/A$, F_c (Resistencia a compresión del adoquín del concreto), P (Carga que será aplicada en la muestra, se medirá según las unidades Kg o KN), A (Área neta del adoquín de concreto en cm^2)

Entre las propiedades física tenemos dimensión, donde en nuestra investigación se tomará con regla de acero, graduada, con divisiones de 1 mm, en el caso de los espesores de las aprendes y las tabiquerías se medirán mediante un Vernier, graduado, con divisiones de 0,4 mm, en el caso del adoquín de uso peatonal debe tener las siguientes características según los ensayos indicados por norma. Ver Tabla 2.

Tabla 2. *Requisitos complementarios del adoquín*

ENSAYO	REQUISITO	NORMA DE REGENCIA	NORMA DE ENSAYO
DIMENSIONES	Largo: 20 cm	NTP 399.611	NTP 399.604
	Ancho: 10 cm		
	Alto: 4 cm y 6 cm		
	$\leq 7\%$ del peso seco		
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, Min, Mpa	37 Mpa (320 kg/cm ²)	NTP 399.611	NTP 399.604
	33 Mpa (320 kg/cm ²)		
USOS		COLOR Y TEXTURA	
Adoquines de concreto, para uso peatonal		Según indique las muestras.	

Fuente: DINO – Cemento Pacasmayo.

Peso: En el caso de los adoquines de concreto, su peso respectivo se obtendrá mediante una simple de ecuación, mediante las dimensiones del adoquín. Ver Figura 1.

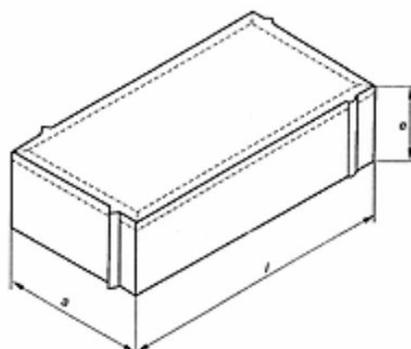


Figura 1: Dimensiones del adoquín

Evaluaremos las dimensiones del adoquín de concreto: ($A = b \times a \times e$) donde e = espesor del adoquín y a = ancho del adoquín.

El ensayo de absorción de agua se va medir mediante el peso del agua, referido en el porcentaje del peso seco de la muestra, es una característica que se va relacionar con la resistencia y con la permeabilidad de la muestra examinada. El ensayo de absorción se va determinar mediante el siguiente procedimiento, se pesa la muestra en seco, primero se le lleva al horno a una temperatura de 110 °C, después se va poner dentro de agua por 24 horas y así obtendrá el peso saturado. En el caso que no se tenga las facilidades de la muestra examinada, se tendrá que ser fraccionada en partes mínimas, tal que su peso no pueda ser menor al 10% de la muestra total. (NTP 399.604,2002, p. 7).

Los adoquines de concreto usados en pavimentos tienen que estar sujetos a una calidad alta de durabilidad en el caso de los sulfatos o los ciclos de deshielo y hielo, estas deberán cumplir con los siguientes requerimientos. (NTP 399.611, 2010, p. 7) Ver Tabla 3.

Tabla 3. Requisitos complementarios del adoquín

TIPO DE ADOQUÍN	ABSORCIÓN, MAX.	
	Prom. De 6 unid.	Unid. Individual
I y II	6	7.5
III	5	7

Fuente: NTP 399.611

Los procedimientos del ensayo de absorción, es el siguiente: Los adoquines de concreto se van a sumergir dentro de agua, que contengan una temperatura ambiente, por un tiempo de 24 horas. Después se procederá a drenar el agua

durante el tiempo de 1 min; luego a ponerlo a secar todas sus superficies. Se tendrá que pesar la muestra, obteniendo así el peso saturado (G1). Luego se procederá a colocar el adoquín de concreto dentro de un horno a una temperatura de 100°C a 105°C, por el tiempo de 24 horas, para así poder obtener el peso en su estado seco (G2), así obtendremos el porcentaje de absorción mediante la siguiente ecuación:

$$A = \frac{G1 - G2}{G2} \times 100$$

Donde; G1 (Muestra en su estado saturado, en gr.), G2 (Muestra en su estado seco, en gr.), A (Contenido de humedad en porcentaje).

Requisitos complementarios del adoquín según NTP 339.611: En los adoquines de concreto tipo III que se usan según la norma para el tránsito vehicular pesado, estos deberán cumplir las especificaciones indicadas, el requerimiento a la resistencia de abrasión. En este caso estas unidades son ensayadas a conformidad según la NTP 399.604 (Unidades de albañilería, Método de muestreo y ensayos de unidades de albañilería de concreto), exceptos los ensayos de resistencia de deshielo y congelamiento, y la resistencia de abrasión. Si en nuestra muestra una vez ensayada con una falla conforme se da los requisitos específicos, el fabricante debe separar las unidades de muestra, y una vez obtenida las nuevas muestras, la persona debe seleccionarla según la NTP 399.604, en el caso que la segunda muestra cumpla con todos los requerimientos y al momento de someterlos a ensayo no cumpla con las especificaciones dadas, el lote de la segunda muestra no debería ser comprada.

Composición del adoquín de concreto: El material del cemento, deberá cumplir la NTP 334.009 (Cementos Portland Requisitos), la NTP 334.082 (Cemento Portland Especificaciones) y la NTP 334.090 (Cemento Portland adicionales, Requisitos), estas tienen propiedades cohesivas y adhesivas, estas propiedades permiten que tenga la capacidad de adherir para así formar el producto llamado concreto. Estos hechos con cemento portland normalmente llegan a su máxima resistencia a los 28 días.

Actualmente tenemos diferentes tipos de cementos portland, esto se da por el proceso que se da mientras ocurre el fraguado del bloque de adoquín. El

concreto puede elaborarse según la zona donde se utilizará, pues podría estar expuesto a diferentes cloruros, estas condiciones se presentan normalmente en las construcciones marinas. (López, 2015, p. 57)

Clasificación de cementos Portland: Debemos tener en cuenta que American Society For Testing And Materials (ASTM), clasifica en cinco tipos de cementos portland: Tipo I (Es el cemento de uso general, el mayor utilizado en las construcciones), Tipo II (Este cemento cuenta con una menor hidratación, ir a diferencia del tipo I, así como puede resistir a la exposición de sulfatos), Tipo III (Este cemento a diferencia de los demás, su fraguado es rápido, que se produce en las primeras horas llegando a una resistencia doble que el de tipo I, también produce hidrataciones muy altas producidas por el calor), Tipo IV (Este cemento es de tipo de calor bajo, este tipo de cemento normalmente se usa en estructuras de tamaño grande), Tipo V (Este cemento son para estructuras de concreto que están expuestas a altas concentraciones expuestas a grandes cantidades de sulfatos), Si el cemento a usar no se encuentra en estos cinco tipos, existen también las alternativas como los aditivos, estas modifican las propiedades, en la presente investigación se utilizará el cemento portland tipo I. (NTP 334.009, 2005, p. 5).

El agua tiene un rol muy importante dentro de la elaboración del concreto, este tiene relación con la trabajabilidad, resistencia y con las propiedades del concreto en sus diferentes etapas. Nos indican ciertas condiciones que debe tener el agua para hacer una mezcla de concreto. El agua si esta adecuada para ser bebida, ese tipo de agua se considera libre de materias orgánicas y de algunas otras. (NTP 339.088, 2006, p. 6). Límites permisibles: Hasta la actualidad no se tienen criterios establecidos de límites permisibles para las posibles sustancias que en diferentes casos se puedan presentar en el agua que posteriormente van a ser utilizadas en la preparación del concreto.

La NTP 339.088 denominada “Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland” tiene como prioridad usar el agua potable, también las de otra procedencia teniendo como prioridad los siguientes límites. (NTP 339.088, 2006, p. 9) Ver Tabla 4.

Tabla 4. *Requisitos para agua de mezcla*

Limite permisible	Descripción
300 ppm	Cloruros
300 ppm	Sulfatos
150 ppm	Sales de magnesio
1500 ppm	Sales solubles totales
Mayor de 7	PH.
1500 ppm	Sólidos en suspensión
10 ppm	Materia orgánica

Fuente: NTP 339.088

Aguas no recomendables para el concreto: Los tipos de agua que contengan ácidos orgánicos, este tipo no podrán ser utilizadas porque va disminuir la estabilidad del concreto. Las aguas calcáreas que son provenientes de los desagües. El agua producto de las lluvias debe ser evitada para el uso de elaboración de concreto, porque del cemento tiende a deslavar la cal. No es recomendable usar agua cuya turbidez se encuentra en grandes cantidades.

Aditivos Colorantes: En la presente investigación es importante saber que material nos va permitir darle color a nuestro adoquín de concreto elaborado con material de demolición, estos aditivos que se puedan agregar, serian sin afectar las propiedades de la mezcla de concreto. (NTP 339.231, 2010, p. 6).

Pigmentos Colorantes: Los pigmentos a usarse pueden ser de 2 tipos artificiales o naturales, en la siguiente lista indicaremos los siguientes pigmentos que permiten darle color a la mezcla. Azul (azul ultramarino), Marro (Oxido de marrón de hierro), Verde (Oxido de cromo), Gris o negro (Oxido de negro hierro; negro carbón), Blanco (Bióxido de titanio), Rojo (Oxido rojo de hierro) (NTP 339.231, 2010, p. 7)

Los aditivos de colores deben cumplir con los requisitos siguientes: Los aditivos naturales la intensidad de los colores es menor a la de los aditivos sintéticos. Deben de tener una estabilidad en su color ante la luz del sol. No tiene influencia sobre el tiempo de fraguado, o de implicancia en la resistencia.

El porcentaje de adición se tiene que tomar en cuenta que al momento de agregar el aditivo este no debe de exceder al 10% del peso del cemento, pues pueden dañar la resistencia mecánica del producto, en este caso el adoquín de

concreto. En el caso que la cantidad agregada sea menor al 6%, esta no tendrá ningún efecto. (NTP 339.231, 2010, p. 9).

En nuestro país, se ha promulgado leyes, normas, etc. Acerca del uso y manejo adecuado de los residuos sólidos o también llamados material de demolición, para poder reutilizarlos mediante un proceso de selección, y luego un proceso al material hasta obtener el agregado en su fase inicial. Actualmente son pocas las empresas que se dedican a este rubro, entre ellas la empresa llamada CAJAS ECOLOGICAS S.A.C. que trabaja en conjunto con la empresa FOCSAC, estas empresas se encargan de la recolección del material y darle un proceso adecuado para poder reutilizarlo.

Esta nos indica acerca del material proveniente de los movimientos de las tierras. Estas a su vez se dividen en reciclables, reutilizables, para la cual se divide las sobras en la remoción, en la cual indica el tipo de transporte terrestre, en contenedoras. (NTP 400.050, 1999, p. 8) Ver Figura 2.



Figura 2. Material reciclado

Según la Ley N° 27314 – Ley General de Residuos Sólidos, establece como finalidad, responsabilidad un manejo adecuado los residuos sólidos, los residuos sanitarios, la minimización y prevención de los posibles riesgos de nivel ambientales y sobre el amparo, la mejora de la salud y a futuro tener un bienestar en la salud de la persona.

Agregado Fino Reciclado está definido por el material artificial de rocas o también material natural, se encuentra comprendido en las mallas 3/8” así también las retenidas en malla N°200, para que luego sea utilizada en la elaboración y

proporción adecuada del concreto así cumplan con los requisitos adecuados para que cumplan con la calidad adecuada. (NTP 400.37, 2014, p. 8) pues en la presente investigación se utilizará material de demolición, el mismo que debe cumplir las exigencias de la Norma Técnica Peruana 400.037 denominada “Especificaciones normalizadas para agregados en concreto”.

Propiedades de Arena Reciclada: El material de demolición a utilizar deberá cumplir las exigencias de la NTP 400.037, la determinación de sus propiedades físicas nos ayudase a obtener nuestros valores que posteriormente van a ser utilizados en la elaboración del adoquín de concreto, las siguientes propiedades son; el peso unitario, el contenido de humedad, la granulometría.

Se define peso unitario o también peso volumétrico del agregado, al peso que va alcanzar un volumen determinado, teniendo en cuenta que tiene vacíos en el interior, comúnmente se va expresar kg/m^3 .

Al medir el peso unitario, tendrán condiciones propias del material, dependerá de tamaño, forma y granulometría, también como del contenido de humedad, asimismo estará sujeto a los indicadores externos, como el nivel compactado, el máximo tamaño del agregado en la relación con el volumen de la vasija. (NTP 400.017, 1999, p. 6)

El contenido de humedad nos muestra el porcentaje de agua que tiene el material, esto se va determinar teniendo la muestra del agregado seco en el horno al $110^{\circ}C$, el peso de su estado natural y de este cociente se multiplicara por 100.

El agregado comúnmente es considerado dentro de un estado superficialmente seco y saturado, esto significa que se encuentra con sus poros abiertos, estos están llenos de agua y libres de humedad superficial, teniendo su mejor condición y así pueda ser con fines prácticos y también con el diseño de la dosificación (NTP 400.022, 2013, p. 8)

En este caso se va definir a la granulometría por la distribución de partículas de los agregados según su tamaño, este proceso se logra separando el material. En práctica aún no existe proceso alguno que nos permita llegar a una ideal granulometría para los agregados, a pesar de esto se ha podido desarrollar una

granulometría en las cuales se permiten obtener indicadores satisfactorios a partir del material que se pueda obtener en esa área.

Este tipo de propiedad tiene en base la consistencia de diferentes tamaños de cada partícula que conforman, todo esto se analizara su separación en diferentes fracciones, pasándolas a través de mallas, lo importante es que estas propiedades estarán repartidas en diferentes tamaños influyen de manera directa en el comportamiento de concreto endurecido y fresco.

(NTP 400.012, 2001, p. 4). Ver Figura 3.

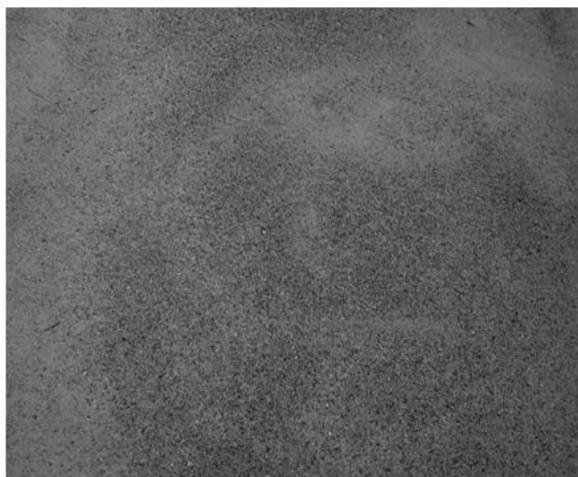


Figura 3. Agregado fino reciclado

En la curva granulométrica sería de gran ayuda pues nos indicaría a ver la granulometría de los agregados tanto individuales como los combinados, en la elaboración de las curvas va ser de manera conveniente, dado que sería bajo las aberturas de los tamices, los puntos hechos en el cuadro resultaran del análisis hecho, estos al juntarlos formarían la curva granulométrica del tipo de agregado a estudiar. (NTP 400.037, 2014, p. 8) Ver Tabla 5.

Tabla 5. Requisitos agregados finos

MALLA	% QUE PASA
N° 100	2 - 10
N° 50	10 - 30
N° 30	25 - 60
N° 16	50 - 100
N° 8	80 - 100
N° 4	95 - 100
3/8"	100

Agregado Grueso Reciclado: El agregado grueso se va definir como el material que se queda retenido en el tamiz N° 4 que proviene que desintegración mecánica de las rocas existentes, la cual debe cumplir con la NTP 400.037 denominada “Especificaciones normalizadas para agregados en concreto”. Este material estará compuesto por una fracción de roca tipo partida, también de grava triturada, en el este caso el agregado será de manera semiangular, compactados, de textura rugosa, resistente, así como que se encuentre libre de polvo, partículas blandas, etc. (NTP 400.037, 2014, p. 12)

En el caso de los agregados gruesos, primero deben ser evaluados mediante ensayos para constatar si cumplen la NTP 400.037 y así posteriormente someterlas a la preparación de concreto.

Se define peso unitario o también peso volumétrico del agregado, al peso que va alcanzar un volumen determinado, teniendo en cuenta que tiene vacíos en el interior, comúnmente se va expresar kg/m^3 . Para establecer el peso unitario del agregado, va ser el peso de un volumen de una muestra establecida, que por norma indica que varíen de $1500 kg/m^3$ a $1700 kg/m^3$. Se irán a determinar dos pesos unitarios, el primero será el peso unitario suelto y el peso unitario compactado. (NTP 400.017, 1999, p. 9)

El contenido de humedad, es la cantidad de agua que tiene el material en este caso el agregado grueso, esta propiedad se trata de ver la cantidad de agua que ira a variar en el concreto, esto se media a través de un porcentaje. (NTP 400.022, 2013, p. 8)

La granulometría indica a la repartición de las partículas de diferentes tamaños de agregados, esta deberá ser continua y también tendrá que conseguir una densidad máxima del concreto trabajándolo con un adecuado proceso en funcionabilidad a las diferentes condiciones de mezcla. (NTP 400.037, 2014, p. 13) Ver Figura 4.



Figura 4. Agregado Grueso Reciclado

Tamaño Máximo: En este caso va a corresponder al tamiz menor por el cual va a pasar la muestra del agregado grueso.

Tamaño Nominal Máximo: En este caso va a corresponder al tamiz menor de la serie, el cual material se va producir a la primera malla retenida. Ver Tabla 6.

Tabla 6. Requisitos granulométricos para el agregado grueso

uso	1	2	3	357	4	467	5	56	57	6	67	7	8	89	9
Tamaño Nominal	90 mm a 37.5 mm	63 mm a 37.5 mm	50 mm a 25 mm	50 mm a 4.75 mm	37.5 mm a 19 mm	37.5 mm a 4.75 mm	25 mm a 12.5 mm	25 mm a 9.5 mm	25 mm a 4.75 mm	19 mm a 9.5 mm	19 mm a 4 mm	12.5 mm a 4.75 mm	9.5 mm a 2.36 mm	12.5 mm a 9.5 mm	4.75 mm a 1.18 mm
100 mm	100														
90 mm	90 a 100														
75 mm		100													
63 mm	25 a 60	90 a 100	100	100											
50 mm		35 a 70	90 a 100	95 a 100	100	100									
37.5 mm	0 a 15	0 a 15	35 a 70	90 a 100	95 a 100	100	100	100							
25 mm			0 a 15	35 a 70	20 a 55		90 a 100	90 a 100	95 a 100	100	100				
19 mm	0 a 5	0 a 5			0 a 5	35 a 70	20 a 55	40 a 85		90 a 100	90 a 100	100			
12.5 mm			0 a 5	10 a 30			0 a 10	10 a 40	25 a 60	20 a 55		90 a 100	100	100	
9.5 mm					0 a 5	10 a 30	0 a 5	0 a 15		0 a 15	20 a 55	40 a 70	85 a 100	90 a 100	100
4.75 mm				0 a 5		0 a 5		0 a 5	0 a 10	0 a 5	0 a 10	0 a 15	10 a 30	20 a 55	85 a 100
2.36 mm									0 a 5		0 a 5	0 a 5	0 a 10	5 a 30	10 a 40
1.18 mm													0 a 5	0 a 10	0 a 10
300 mm														0 a 5	0 a 5

Fuente: NTP 400.037

Reaprovechamiento de residuos sólidos de la construcción dentro de obra: Dentro de la obra se deben aplicar maniobras para minimizar y reaprovechar los residuos producto de la obra, con la finalidad de reducir peligrosidad, volumen y

también presupuesto, todo esto debe de estar en un plan de residuos, como lo establece el reglamento de la gestión de residuos sólidos de construcción. Residuos de la construcción y demolición. (Bustamante, 2015, p. 19)

Reaprovechamiento de residuos sólidos de la construcción fuera de la obra: Fuera de obra los desmontes limpios son reutilizados luego de ser clasificados, podremos utilizarlo con sus propiedades iniciales verificadas mediante ensayos en laboratorios, teniendo así una reducción en presupuestos, así aprovecharemos los materiales con el costo mínimo para un posterior uso. (Bustamante, 2015, p. 19)

Diseño de mezcla: se le denomina como la selección de materiales en este caso los agregados en una unidad cubica de concreto, conocido como diseño de mezcla, esta es definida como la selección de los materiales adecuados para su combinación según sea su tipo de uso, con el objetivo de tener un producto adecuado, en el cual no se encuentre endurecido, y tenga propiedades de trabajabilidad y consistencia pertinente. (López, 2015, p. 50)

Método de diseño de mezcla: en nuestro país, no tenemos un diseño de mezcla oficial, esto es difícil debido a la variedad de agregados y sus diferentes propiedades. En las construcciones se utilizan diferentes métodos de diseños de mezcla de concreto basados en el ACI, AMERICAN CONCRETE INSTITUTE, en la presente investigación se utilizará el método del ACI.

El ACI 211, tiene procedimientos de diseño las cuales se basan según los diferentes materiales que integran una unidad cubica de concreto, este procedimiento se basa en las proporciones de los materiales a utilizar, esta puede utilizarse en métodos de diseño de concreto pesado.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación

Las investigaciones que se realicen de tipo aplicada serán porque tienen como objetivo realizar diferentes análisis, estas investigaciones podrán contribuir con nuevas alternativas en el caso este correctamente planificadas, tales que los resultados obtenidos sean creíbles según sea la fecha, lo cual podrá ser provechosa (Baena, 2014, p. 11).

La presente investigación es de tipo aplicada, pues tiene objetivo realizar estudios de análisis de un obstáculo destinado a la acción. Así también esta investigación podrá tener una contribución para nuevas opciones, si se realiza la planificación correcta para la presente investigación, de tal manera que los resultados sean mostrados, así los datos obtenidos en la investigación sean provechosos.

Diseño de investigación

Según (Hernández y otros, 2014 p. 128) definen que “para poder diseñar un modelo o método que permita desenvolver y alcanzar la teoría y práctica que se demanda en una averiguación e indicar al proyecto”.

Se muestra por medio de manipular una variable experimental no comprobada, en circunstancias estrechamente manejadas, con la finalidad de puntualizar de qué manera o a través de qué motivo se origina un acontecimiento o situación particular (Tamayo, 1995, p. 24)

El presente trabajo de investigación es de diseño experimental, pues se busca dar soluciones a las interrogantes, y así cumplir con los objetivos que se han propuestos en el proyecto, así como poner en prueba la hipótesis planteada.

Nivel de investigación

Las investigaciones de nivel explicativo, se encarga de explicar con detalle lo ocurrido en una situación por el investigador con sus propias conclusiones, realizar un análisis comparativo. (Hernández, 2014, p. 95)

La presente investigación será de nivel explicativa pues tendrá resultados tipo cuantitativos que no podrán tener una respuesta legible al problema, pues tendrán que ser resueltas por el investigador por medio de comparaciones y análisis realizado.

3.2. Variables, operacionalización

VARIABLE DEPENDIENTE

- Propiedades físicas y mecánicas Adoquines de Concreto.

VARIABLE INDEPENDIENTE

- Material reciclado de construcción

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

El universo constituye el conjunto de elementos que tienen una característica similar y que se hallan dentro de una circunscripción territorial o que van a ser investigados sobre un tema dado (Garcés, 2006, p. 36).

La población o universo tomado para la investigación de la tesis son las mezclas de concreto con la adición de material reciclado utilizado para los ensayos de concreto en estado fresco (Absorción, consistencia y peso específico) y ensayos de concreto en estado endurecido (probetas para resistencia a la compresión y vigas para la resistencia a la flexión)).

Muestra

Una parte que representa de la mejor manera la mayoría o todas las características de toda la unidad de estudio de la población (Salinas, 2012, p. 59).

El proyecto de investigación está compuesto por 90 adoquines y se tomarán como muestra adoquines de concreto con la adición de material reciclado para llevarlos a ensayos, esto se dividirán en dos grupos según indica la NTP 399.611,

según varia el espesor nominal, de 4 cm y de 6 cm, estos serán llevados a ensayos de compresión a los 7, 14 y 28 días.

Muestreo

El muestreo no probabilístico, es la técnica la cual nos va permitir seleccionar las muestras que el investigador desea bajo un su propio criterio (Niño, 2011, p. 58)

El muestreo será de tipo no probabilístico, pues la muestra, en este caso los materiales no serán escogido al azar, estarán bajo criterio de la persona que realiza la investigación.

Unidad de análisis

La unidad de análisis, se denominará al grupo de personas u objetos sobre el cual se irán a recolectar los datos (Behar, 2008, p. 52)

La unidad de análisis de este proyecto viene a ser el material reciclado de construcción, ya que se estará usando con variaciones propias hechas por el investigador.

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

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En el proyecto de investigación se tendrá que elaborar un cronograma, el tiempo de observación, los cuales detalle los resultados, comportamientos, contenidos, recursos etc. (Niño, 2011, p. 94).

Este proyecto de investigación viene a ser de manera experimental pues se aplicará como técnica de recolección de datos, las fichas obtenidas por los ensayos en el laboratorio de materiales.

Validez

La validez es una cualidad del instrumento que consiste en que este sirva para medir la variable que se busca medir, y no otra, es decir, que sea el instrumento preciso, el adecuado (Niño, 2011, p. 87).

Para el presente proyecto de investigación los instrumentos de recolección de datos son validados por expertos, ingeniero civil, el especialista en el laboratorio, se encargará en certificar todos los ensayos realizados.

Confiabilidad

La confiabilidad es un instrumento de medición, el cual se refiere al grado de repetición al mismo sujeto que como resultados produce el mismo (Hernández, 2014, p. 200)

Para la confiabilidad de los instrumentos se van a proceder a pedir los certificados de calibración de todos los equipos que utilizaremos.

3.5 Procedimiento

Compra de materiales: cemento, agregados y material reciclado de construcción.

Se procederá con la caracterización de los materiales: cemento (pesos específico), agregados (granulometría, módulo de finura) y material reciclado de construcción.

Elaboración del diseño de mezcla de concreto de resistencia con material reciclado de construcción en porcentajes de con respecto al cemento. De la mezcla obtenida se realizará los ensayos de Absorción, Consistencia y Peso específico.

Elaboración de 36 adoquines, para el ensayo a compresión y 36 para el ensayo a flexión.

Se les dará un curado tradicional según la norma ASTM C-684-89 “método estándar de prueba para realizar curado y prueba de compresión de especímenes”.

3.6 Método de análisis de datos

Se va efectuara en la investigación con la completa información numérica, que se presentaran mediante tablas, medidas, etc. (Sabino, 1992, p. 152).

Puesto que la presente investigación es cuantitativa, la información recolectada nos podrá permitir hacer un análisis en el laboratorio de pruebas, por

lo cual tendremos que realizar nuestra propia interpretación y demostrar las conclusiones que se obtuvieron con los datos recolectados, basándonos en lo que indican las normas técnicas peruanas, según sea el ensayo a realizar.

3.6 Aspectos éticos

Los aspectos éticos en una investigación, se basa en la aprobación de los expertos y la toma de decisiones frente a los dilemas prácticos (Charriez, 2012, p. 59)

La presente investigación será respaldada por los todos los resultados que obtendremos en el laboratorio. Así como las diversas fuentes de tesis respecto la reutilización del concreto reciclado y todas estas fuentes han sido debidamente referenciados en el sistema.

IV. RESULTADOS

Indicadores.

Para este capítulo la presentación de resultados sobre las Propiedades físico mecánicas de los adoquines de concreto con adición de material reciclado de construcción, este material reciclado reemplazara en un 20%, 40% y 60% el agregado fino y grueso. Con respecto a las propiedades físicas de los adoquines se tomaran en cuenta la absorción, peso unitario y consistencia, así mismo para las propiedades mecánicas, la resistencia a la compresión y resistencia a la flexión estas serían determinas y justificadas por ensayos realizados en laboratorios con certificaciones.

Propiedades físicas y mecánicas de adoquines de concreto con la adición de material reciclado de construcción, Los Olivos – 2020

Agregados.

Se obtuvo los agregados en la Cantera Cristopher - "Camión" Ubicada en Perú, Provincia de Lima, con dirección en ingreso Manuel Parado, Benavides, Carabayllo. De donde se me proporciono los agregados finos y gruesos, los cuales se usaron en los ensayos de agregados en esta investigación



Figura 5. Ubicación de cantera Cristopher

Obtención de material reciclado.

Se consiguió material de escombros de la demolición de la vivienda ubicado en av. Primero de mayo Villa el Salvador 462. Por la empresa RM Demoliciones y Excavaciones E.I.R.L. Los áridos reciclados están conformadas por partículas chancadas procedentes de elementos de concreto de columnas, vigas, placas, cimientos, etc.

Ensayos de laboratorio.

Una vez con los agregados y agregados reciclados se pasó a las instalaciones del laboratorio de la empresa JBO INGENIEROS S.A.C. Ubicada en Perú, Provincia de Lima, con dirección en Valladolid 149, Ate 15012. En donde se realizó los ensayos de relacionados con los adoquines para establecer sus propiedades físicas y mecánicas.



Figura 6. Ubicación de JBO Ingenieros

Desarrollo:

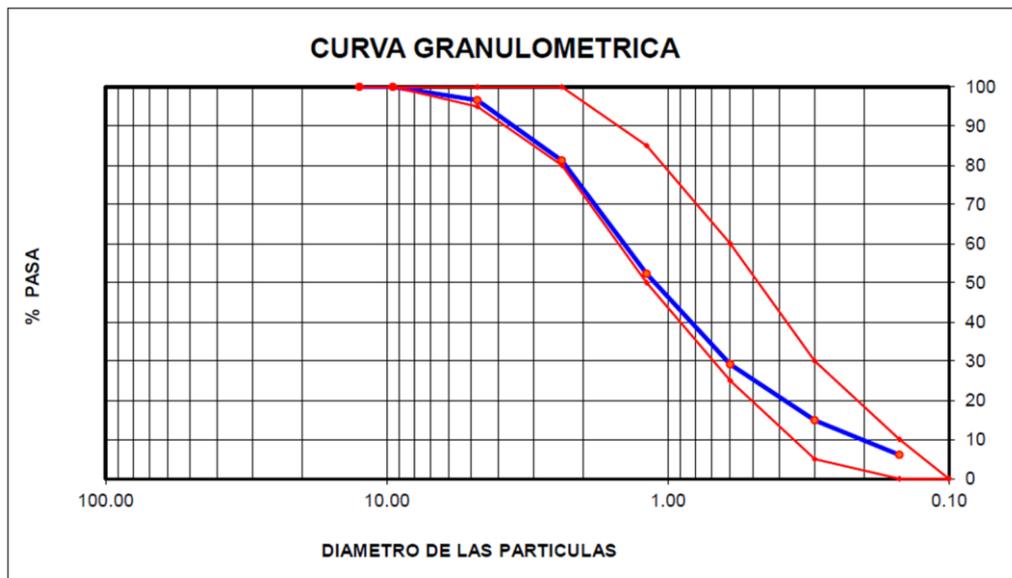
Primero pasaremos a realizar la granulometría del agregado fino distribuido por la Cantera Christopher. Donde podemos observar que la granulometría cumple con los tamices para agregado fino para la utilización en la elaboración de adoquines de concreto

Agregado Fino

Tabla 7. Resultados del ensayo a la granulometría del agregado fino

Agregado Fino					
Tamiz		Peso	%	% acumulado	
N°	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido	% Pasa
½"	12.5	0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.5	0	0.0	0.0	100.0
N°4	4.76	22.1	3.5	3.5	96.5
N°8	2.38	95.4	15.0	18.4	81.6
N°16	1.19	191.7	30.1	48.5	51.5
N°30	0.6	138.8	21.8	70.3	29.7
N°50	0.3	86.9	13.6	83.9	16.1
N°100	0.15	61.2	9.6	93.5	6.5
FONDO		41.5	6.5	100.0	0.0
PESO TOTAL		637.6	100	-	-

Fuente: Elaboración propia



Figuran 7. Análisis granulométrico del agregado fino

Agregado Grueso

Segundo pasaremos a realizar la granulometría del agregado grueso distribuido por la Cantera Christopher. Donde podemos observar que la granulometría cumple con los tamices para agregado fino para la utilización en la elaboración de adoquines de concreto

Tabla 8. Resultados del ensayo a la granulometría del agregado grueso

Agregado Grueso					
Tamiz		Peso	%	% acumulado	
N°	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido	% Pasa
2"	50	0	0	0	100.0
1 1/2"	37.5	0	0	0.00	100.0
1"	24.5	0	0	0.00	100.0
¾"	19.05	0	0.0	0.00	100.0
½"	12.5	0	0.0	0.00	100.0
3/8"	9.53	3.00	0.2	0.18	99.8
N°4	4.76	1,412.00	82.5	82.67	17.3
N°8	2.38	278.54	16.3	98.9	1.1
N°16	1.18	12	0.7	99.6	0.4
FONDO		6	0.4	-	-
PESO TOTAL		1,711.54	100.00	-	-

Fuente: Elaboración propia

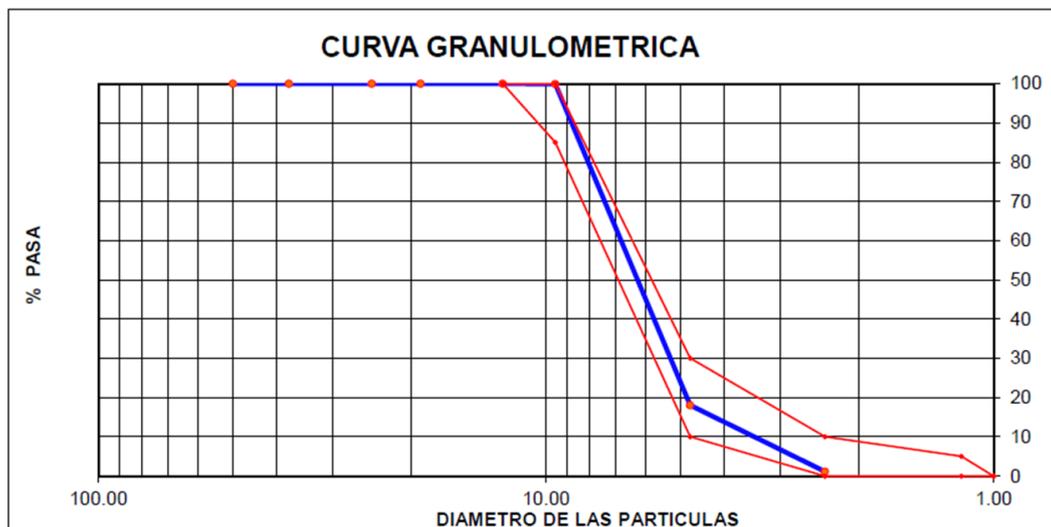


Tabla 8. Análisis granulométrico del agregado grueso

Pesos unitarios del agregado grueso

Tabla 9. Análisis del peso unitario del del agregado fino

Resumen del P.U.S del agregado fino			
Ensayo N°	M 1	M 2	M 3
$W_{\text{molde y muestra}}$	6305	6341	6340
W_{molde}	2484	2484	2484
W_{muestra}	3821	3857	3856
V_{molde}	2760	2760	2760
P.U (kg/m ³)	1384	1397	1397
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1393		

Fuente: Elaboración propia

Pesos unitarios del agregado fino

Tabla 10. Análisis del peso unitario del agregado grueso

Resumen del P.U.S del agregado fino			
N°	M 1	M 2	M 3
$W_{\text{molde + muestra}}$	6512	6502	63535
W_{molde}	2363	2363	2363
W_{muestra}	4149	4139	4172
V_{molde}	2760	2760	2760
P.U (kg/m ³)	1503	1500	1512
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1505		

Fuente: Elaboración propia

Recopilación de la materia prima del concreto reciclado

Los áridos reciclados están conformadas por partículas chancadas procedentes de probetas de concreto de columnas, vigas, placas, cimientos, etc. Estos fueron triturados para luego ser separados por tamices que permiten administrarlos en agregado fino y grueso, obteniéndose las siguientes granulometrías.

Tabla 11. Resultados del ensayo a la granulometría de material reciclado

Agregado Grueso						Agregado Fino					
Tamiz		Peso	%	% acumulado		Tamiz		Peso	%	% acumulado	
N°	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido	% Pasa	N°	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido	% Pasa
2"	50	0	0	0	100.0	½"	12.5	0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.5	0	0	0.00	100.0	3/8"	9.5	0	0.0	0.0	100.0
1"	24.5	0	0	0.00	100.0	N°4	4.76	20.4	3.2	3.2	96.8
¾"	19.05	0	0.0	0.00	100.0	N°8	2.38	89.5	14.1	17.4	82.6
½"	12.5	0	0.0	0.00	100.0	N°16	1.19	187.5	29.6	47.0	53.0
3/8"	9.53	4.70	0.4	0.42	99.6	N°30	0.6	142.2	22.5	69.5	30.5
N°4	4.76	925.00	82.1	82.50	17.5	N°50	0.3	83.4	13.2	82.6	17.4
N°8	2.38	175	15.5	98.0	2.0	N°100	0.15	70.1	11.1	93.7	6.3
N°16	1.18	16.4	1.5	99.5	0.5	FONDO		39.7	6.3	100.0	0.0
FONDO		5.8	0.5	-	-	PESO TOTAL		632.8	100	-	-
PESO TOTAL		1,126.90	100.00	-	-						

Fuente: Elaboración propia

Diseño de mezcla de la muestra.

Se conoce una dosificación aproximada para el adoquín de resistencia Tipo I, e cual corresponde para adoquines de transito liviano.

Tabla 12. Composición (porcentajes aproximados).

AGREGADO	Dosificación Patrón Porcentaje de peso
CEMENTO	22%
AGUA	8%
AGREGADO FINO	47%
AGREGADO GRUESO	23%
TOTAL =	100%

Fuente: Castro. F. (2015). Resultados de dosificación de concreto. Universidad de Piura. Piura.

Se elaboró la primera mezcla M₁, donde la dosificación en relación a los agregados fue de 20% agregado fino reciclado en reemplazo de 20% de agregado fino y 20% de agregado grueso reciclado en reemplazo de 20% agregado grueso.

Se elaboró la primera mezcla M₂, donde la dosificación en relación a los agregados fue de 40% agregado fino reciclado en reemplazo de 20% de

agregado fino y 40% de agregado grueso reciclado en reemplazo de 20% agregado grueso.

Se elaboró la primera mezcla M₃, donde la dosificación en relación a los agregados fue de 60% agregado fino reciclado en reemplazo de 20% de agregado fino y 60% de agregado grueso reciclado en reemplazo de 20% agregado grueso.

Tabla 13. Dosificaciones porcentuales de cada mezcla.

AGREGADO	Dosificación "M1" Porcentaje de peso	Dosificación "M2" Porcentaje de peso	Dosificación "M3" Porcentaje de peso
CEMENTO	22.0%	22.0%	22.0%
AGUA	8.0%	8.0%	8.0%
AGREGADO FINO	37.6%	28.2%	18.8%
AGREGADO GRUESO	18.4%	13.8%	9.2%
AGREGADO FINO RECICLADO	9.4%	18.8%	28.2%
AGREGADO GRUESO RECICLADO	4.6%	9.2%	13.8%

Fuente: Elaboración propia

Ensayos para el concreto en estado fresco

Ensayo de contenido de aire

Para este ensayo se empleando el método de presión a través de la olla de Washington y se obtuvo los siguientes resultados. El objetivo de este ensayo fue determinar con el medidor de aire la cantidad de aire atrapado en una mezcla de concreto fresco expresado en porcentaje y normada por las NTP 339.080 y la ASTM C-31.

Tabla 14. Contenido de aire de cada muestra.

Mezclas de concreto 210 kg/cm ²	Contenido de aire
Adición de 20% de agregado fino y grueso reciclado	1.6 %
Adición de 40% de agregado fino y grueso reciclado	1.9 %
Adición de 60% de agregado fino y grueso reciclado	2.3 %

Fuente: Elaboración propia

Se puso notar que el porcentaje si vario a medida que agregamos mayor cantidad de agregado reciclado pero a pesar de ello se mantuvo dentro del margen general que se encuentra dentro de 1% a 3% del volumen de la mezcla.

Ensayo de consistencia (Asentamiento)

Para establecer el asentamiento de la mezcla de los adoquines de concreto en el laboratorio se usó la norma ASTM C143-78 y la NTP 339.035. Para su proceso se coloca una muestra en el molde tronco cónico (Cono de Abrams) y se compacta utilizando una varilla, luego se levanta el molde permitiendo que el concreto se asiente.

Tabla 15. Asentamientos de las 3 muestras.

Prueba	Adición % de material reciclado		Asentamiento (mm)	Asentamiento prom. (mm)
	Fino	Grueso		
M 1.1	20%	20%	83	83.33
M 1.2			82	
M 1.3			85	
M 2.1	40%	40%	79	78.33
M 2.2			79	
M 2.3			77	
M 3.1	60%	60%	74	73.67
M 3.2			72	
M 3.3			75	

Fuente: Elaboración propia

El asentamiento en la muestra con un 20% de agregado fino y grueso reciclado fue de 8.33 cm lo cual se encuentra dentro de los parámetros de consistencia plástica lo cual es adecuado para una buena trabajabilidad en la mezcla para la elaboración de los adoquines.

El asentamiento en la muestra con un 40% de agregado fino y grueso reciclado fue de 7.83 cm, este parámetro a pesar que fue menor que el anterior, aún se encuentra dentro de los parámetros de consistencia plástica lo cual es adecuado para una buena trabajabilidad en la mezcla para la elaboración de los adoquines.

Cosa contraria sucede en el asentamiento en la muestra con un 60% de agregado fino y grueso reciclado el cual fue de 7.37 cm lo cual se encuentra

dentro de los parámetros de consistencia seca lo cual no es adecuado para una buena trabajabilidad en la mezcla para la elaboración de los adoquines.

Peso Unitario (Densidad de mezcla)

Tabla 16. Densidad de mezcla de la muestra M1

Densidad			
Vm:	volumen del recipiente de medida	=	0.007082472 m ³
Mc:	masa del recipiente de medida lleno de concreto	=	19.975 kg
Mm	masa del recipiente de medida	=	3.3984 kg
D:	densidad (peso unitario) del concreto	=	2340.510339 kg/m ³

Fuente: Elaboración propia

El Peso unitario del concreto fresco en la muestra con un 20% de agregado fino y grueso reciclado fue de 2340.510339 kg/m³ lo cual se encuentra dentro de los parámetros de establecidos en la NTP 400.017 de Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado en la mezcla para la elaboración de los adoquines.

Tabla 17. Densidad de mezcla de la muestra M2

Densidad			
Vm:	volumen del recipiente de medida	=	0.007082472 m ³
Mc:	masa del recipiente de medida lleno de concreto	=	19.887 kg
Mm	masa del recipiente de medida	=	3.3984 kg
D:	densidad (peso unitario) del concreto	=	2328.0853 kg/m ³

Fuente: Elaboración propia

El Peso unitario del concreto fresco en la muestra con un 40% de agregado fino y grueso reciclado fue de 2328.0853 kg/m³ lo cual se encuentra dentro de los parámetros de establecidos en la NTP 400.017 de Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado en la mezcla para la elaboración de los adoquines.

Tabla 18. Densidad de mezcla de la muestra M3

Densidad	
Vm:	volumen del recipiente de medida = 0.007082472 m ³
Mc:	masa del recipiente de medida lleno de concreto = 19.748 kg
Mm	masa del recipiente de medida = 3.3984 kg
D:	densidad (peso unitario) del concreto = 2308.459385 kg/m ³

Fuente: Elaboración propia

El Peso unitario del concreto fresco en la muestra con un 60% de agregado fino y grueso reciclado fue de 2308.459385 kg/m³ lo cual se encuentra dentro de los parámetros de establecidos en la NTP 400.017 de Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado en la mezcla para la elaboración de los adoquines.

Ensayos para el concreto en estado endurecido (adoquines)

Resistencia a la compresión de los adoquines

Este método nos permitió determinar la resistencia a compresión de adoquines de concreto bajo las normas NTP 399.611 y ASTM C 140-06. Para realizar el respectivo ensayo se necesita de una prensa calibrada, esta se aplicó en el laboratorio JBO INGENIEROS S.A.C. obteniéndose los siguientes resultados para cada uno tipo de mezcla.

$$R = \frac{P}{LA}$$

R = Resistencia a compresión

P = Fuerza de ruptura.

L = longitud del adoquín.

A = Ancho del adoquín

Se requiere que el adoquín de resistencia Tipo I, lo cual se requiere conseguir una resistencia de 320 kg/cm². La resistencia a la compresión se determina por el cociente entre la fuerza máxima y la superficie neta del adoquín.

Tabla 19. Fuerza de compresión del adoquín de la muestra M1

Testigo Probeta	Fecha		Largo (cm)	Ancho (cm ²)	Carga (kg)	Edad (Días)	F'c (kg/cm ²)
	Modelo	Ruptura					
C 1.1	04/09/2020	11/09/2020	20	10	53754.7	7	268.77
C 1.2	04/09/2020	11/09/2020	20	10	53878.1	7	269.39
C 1.3	04/09/2020	11/09/2020	20	10	53595.4	7	267.98
C 1.4	04/09/2020	18/09/2020	20	10	61266.7	14	306.33
C 1.5	04/09/2020	18/09/2020	20	10	61379.2	14	306.90
C 1.6	04/09/2020	18/09/2020	20	10	61144.8	14	305.72
C 1.7	04/09/2020	02/10/2020	20	10	73678.8	28	368.39
C 1.8	04/09/2020	02/10/2020	20	10	73467.3	28	367.34
C 1.9	04/09/2020	02/10/2020	20	10	73800.1	28	369.00

Fuente: Elaboración propia

Se puede notar que los resultados de compresión de los adoquines a los 28 días con un agregado de 20% de agregado fino y grueso reciclado se encuentra dentro de los requerimientos según las normas NTP 399.611 y ASTM C 140–06 donde se indica que la resistencia a compresión debe ser aproximada a 320 kg/cm² a los 28 días.

Tabla 20. Fuerza de compresión del adoquín de la muestra M2

Testigo Probeta	Fecha		Largo (cm)	Ancho (cm ²)	Carga (kg)	Edad (Días)	F'c (kg/cm ²)
	Modelo	Ruptura					
C 2.1	04/09/2020	11/09/2020	20	10	49043.2	7	245.22
C 2.2	04/09/2020	11/09/2020	20	10	49166.6	7	245.83
C 2.3	04/09/2020	11/09/2020	20	10	48883.9	7	244.42
C 2.4	04/09/2020	18/09/2020	20	10	56555.2	14	282.78
C 2.5	04/09/2020	18/09/2020	20	10	56667.7	14	283.34
C 2.6	04/09/2020	18/09/2020	20	10	56433.3	14	282.17
C 2.7	04/09/2020	02/10/2020	20	10	68967.3	28	344.84
C 2.8	04/09/2020	02/10/2020	20	10	68755.8	28	343.78
C 2.9	04/09/2020	02/10/2020	20	10	69088.6	28	345.44

Fuente: Elaboración propia

Se observa que los resultados de compresión de los adoquines a los 28 días con un agregado de 40% de agregado fino y grueso reciclado también se encuentran dentro de los requerimientos según las normas NTP 399.611 y ASTM C 140–06 donde se indica que la resistencia a compresión debe ser aproximada a 320 kg/cm² a los 28 días.

Tabla 21. Fuerza de compresión del adoquín de la muestra M3

Testigo Probeta	Fecha		Largo (cm)	Ancho (cm ²)	Carga (kg)	Edad Días	F'c (kg/cm ²)
	Modelo	Ruptura					
C 3.1	05/09/2020	12/09/2020	20	10	30919.8	7	154.60
C 3.2	05/09/2020	12/09/2020	20	10	31043.2	7	155.22
C 3.3	05/09/2020	12/09/2020	20	10	30760.5	7	153.80
C 3.4	05/09/2020	19/09/2020	20	10	38431.8	14	192.16
C 3.5	05/09/2020	19/09/2020	20	10	38544.3	14	192.72
C 3.6	05/09/2020	19/09/2020	20	10	38309.9	14	191.55
C 3.7	05/09/2020	03/10/2020	20	10	50843.9	28	254.22
C 3.8	05/09/2020	03/10/2020	20	10	50632.4	28	253.16
C 3.9	05/09/2020	03/10/2020	20	10	50965.2	28	254.83

Fuente: Elaboración propia

En el caso de los resultados de compresión de los adoquines a los 28 días con un agregado de 60% de agregado fino y grueso reciclado no logran llegar a la resistencia requerida para adoquín de concreto de resistencia Tipo I, ya que no se encuentran dentro de los requerimientos según las normas NTP 399.611 y ASTM C 140–06 donde se indica que la resistencia a compresión debe ser aproximada a 320 kg/cm² a los 28 días.

Resistencia a la flexión de los adoquines

Este método nos permitió determinar la resistencia a flexión de adoquines de concreto bajo la norma ASTM C674. Para realizar el respectivo ensayo se necesita de una prensa calibrada, esta se aplicó en el laboratorio JBO INGENIEROS S.A.C. obteniéndose los siguientes resultados para cada uno tipo de mezcla.

$$\sigma = \frac{3CL}{2AE^2}$$

σ = Resistencia a la flexión

C = Fuerza de ruptura al centro del adoquín.

L = longitud entre los centros de los ejes apoyos.

A = Ancho del adoquín

E = Espesor del adoquín.

Los ensayos a la flexión por tracción en el Perú no hay norma alguna. Ante estos precedentes, se utilizara requerimientos norma ASTM C674 que es como mínimo 50 kg/cm² para adoquines de tipo I de transito ligero.

Tabla 22. Fuerza de flexión del adoquín de la muestra M1

Testigo	Fecha		Diámetro (cm)	Espesor (cm)	L. Apoyo cm	Carga (kg)	Edad Días	F'c (kg/cm ²)
	Modelo	Ruptura						
P 1.1	04/09/2020	11/09/2020	10.0	6.0	18.0	675.56	7	50.67
P 1.2	04/09/2020	11/09/2020	10.0	6.0	18.0	685.14	7	51.39
P 1.3	04/09/2020	11/09/2020	10.0	6.0	18.0	671.98	7	50.40
P 1.4	04/09/2020	18/09/2020	10.0	6.0	18.0	761.66	14	57.12
P 1.5	04/09/2020	18/09/2020	10.0	6.0	18.0	771.24	14	57.84
P 1.6	04/09/2020	18/09/2020	10.0	6.0	18.0	758.08	14	56.86
P 1.7	04/09/2020	02/10/2020	10.0	6.0	18.0	848.06	28	63.60
P 1.8	04/09/2020	02/10/2020	10.0	6.0	18.0	857.64	28	64.32
P 1.9	04/09/2020	02/10/2020	10.0	6.0	18.0	844.48	28	63.34

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar de la tabla 22 que las resistencias a la flexión de los adoquines a los cuales en su mezcla se le cambio en un 20% el agregado fino y grueso por agregado fino y grueso reciclado se encuentra dentro de los requerimientos según las norma ASTM C674 donde se indica que la resistencia a la flexión no debe ser menor que 50 kg/cm² a los 28 días.

Tabla 23. Fuerza de flexión del adoquín de la muestra M2

Testigo	Fecha		Diámetro (cm)	Espesor (cm)	L. Apoyo cm	Carga (kg)	Edad Dias	F'c (kg/cm2)
	Modelo	Ruptura						
P 2.1	04/09/2020	11/09/2020	10.0	6.0	18.0	602.46	7	45.18
P 2.2	04/09/2020	11/09/2020	10.0	6.0	18.0	612.04	7	45.90
P 2.3	04/09/2020	11/09/2020	10.0	6.0	18.0	598.88	7	44.92
P 2.4	04/09/2020	18/09/2020	10.0	6.0	18.0	688.56	14	51.64
P 2.5	04/09/2020	18/09/2020	10.0	6.0	18.0	698.14	14	52.36
P 2.6	04/09/2020	18/09/2020	10.0	6.0	18.0	684.98	14	51.37
P 2.7	04/09/2020	02/10/2020	10.0	6.0	18.0	774.96	28	58.12
P 2.8	04/09/2020	02/10/2020	10.0	6.0	18.0	784.54	28	58.84
P 2.9	04/09/2020	02/10/2020	10.0	6.0	18.0	771.38	28	57.85

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar de la tabla 23 que las resistencias a la flexión de los adoquines a los cuales en su mezcla se le cambio en un 40% el agregado fino y grueso por agregado fino y grueso reciclado se encuentra dentro de los requerimientos según las norma ASTM C674 donde se indica que la resistencia a la flexión no debe ser menor que 50 kg/cm2 a los 28 días.

Tabla 24. Fuerza de flexión del adoquín de la muestra M3

Testigo	Fecha		Diámetro (cm)	Espesor cm	L. Apoyo (cm2)	Carga (kg)	Edad Dias	F'c (kg/cm2)
	Modelo	Ruptura						
P 3.1	05/09/2020	12/09/2020	10.0	6.0	18.0	529.36	7	39.70
P 3.2	05/09/2020	12/09/2020	10.0	6.0	18.0	538.94	7	40.42
P 3.3	05/09/2020	12/09/2020	10.0	6.0	18.0	525.78	7	39.43
P 3.4	05/09/2020	19/09/2020	10.0	6.0	18.0	535.46	14	40.16
P 3.5	05/09/2020	19/09/2020	10.0	6.0	18.0	545.04	14	40.88
P 3.6	05/09/2020	19/09/2020	10.0	6.0	18.0	531.88	14	39.89
P 3.7	05/09/2020	03/10/2020	10.0	6.0	18.0	582.86	28	43.71
P 3.8	05/09/2020	03/10/2020	10.0	6.0	18.0	592.44	28	44.43
P 3.9	05/09/2020	03/10/2020	10.0	6.0	18.0	579.28	28	43.45

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar de la tabla 24 que las resistencias a la flexión de los adoquines a los cuales en su mezcla se le cambio en un 60% el agregado fino y grueso por agregado fino y grueso reciclado no se encuentra dentro de los requerimientos según las norma ASTM C674 donde se indica que la resistencia a la flexión no debe ser menor que 50 kg/cm2 a los 28 días.

V. DISCUSIÓN

Discusión General: La adición de material reciclado de construcción mejora las propiedades físicas y mecánicas del adoquín de concreto, Los Olivos – 2020”.

En la tabla 25 se puede observar que en nuestra investigación y en la investigación de Pastor, A (2015), en los ensayos a 7, 14 y 28 días genera una resistencia a la compresión de presenta un aumento para ambas investigaciones, lo mismo sucede en la resistencia de flexión. En relación a las propiedades físicas del concreto con la adición de plástico reciclado no tiene mucha mejoría en dichas propiedades lo que no concuerda con nuestra investigación por que el material reciclado de construcción si presenta buenas propiedades físicas con su incorporación en la mezcla para la elaboración de adoquines.

Tabla 25. Cuadro comparativo de las propiedades físicas de la mezcla de adoquines de concreto.

Descripción	Material reciclado de construcción		Plástico Reciclado	
	peso unitario	M1 (20%)	2340.51 kg/cm ³	M1 (5%)
M2 (40%)		2328.09 kg/cm ³	M2 (10%)	2205.60 kg/cm ³
M3 (60%)		2308.46 kg/cm ³	M3 (15%)	2074.78 kg/cm ³
contenido de aire	M1 (20%)	1.60%	M1 (5%)	1.90%
	M2 (40%)	1.90%	M2 (10%)	2.30%
	M3 (60%)	2.30%	M3 (15%)	2.60%
Consistencia	M1 (20%)	83 mm	M1 (5%)	92 mm
	M2 (40%)	78 mm	M2 (10%)	86 mm
	M3 (60%)	74 mm	M3 (15%)	79 mm

Tabla 26. Cuadro comparativo de las propiedades mecánicas de la mezcla de adoquines de concreto.

Ensayo a los 28 días	Material reciclado de construcción		Plástico Reciclado	
	Compresión	M1 (20%)	368.24 kg/cm ²	M1 (5%)
M2 (40%)		344.69 kg/cm ²	M2 (10%)	237.85 kg/cm ²
M3 (60%)		254.07 kg/cm ²	M3 (15%)	280.00 kg/cm ²
Flexión	M1 (20%)	63.75 kg/cm ²	M1 (5%)	57.98 kg/cm ²
	M2 (40%)	58.27 kg/cm ²	M2 (10%)	52.99 kg/cm ²
	M3 (60%)	43.86 kg/cm ²	M3 (15%)	39.89 kg/cm ²

Discusión específica 1: El material reciclado de construcción influye de forma positiva en las propiedades físicas del adoquín de concreto, Los Olivos - 2020

Trabajabilidad

Se observó que existe un incremento del asentamiento en el ensayo de consistencia al ir aumentando la adición de material reciclado de construcción en la mezcla, donde el máximo desplazamiento vertical fue de 83.33 mm cual se encuentra dentro del rango de 3" a 4" para una mezcla de consistencia plástica la cual está dentro de lo recomendado.

Tabla 27. Cuadro de asentamiento.

Material reciclado de construcción	Asentamiento
M1 (20%)	83 mm
M2 (40%)	78 mm
M3 (60%)	74 mm

Densidad

Para este ensayo de densidad se observó que la densidad disminuye lo cual nos indicó que al ir reemplazando en los porcentajes de 20%, 40% y 60% el peso baja ya que el volumen de la mezcla se mantiene constante y logra su mínimo incremento de densidad al agregarle 60% de material reciclado de construcción a la mezcla, el cual es de 2308.46 kg/cm³.

Tabla 28. Cuadro de densidades.

Material reciclado de construcción	Densidad
M1 (20%)	2340.51 kg/cm ³
M2 (40%)	2328.09 kg/cm ³
M3 (60%)	2308.46 kg/cm ³

Contenido de aire

El objetivo de este ensayo fue determinar con el medidor de aire la cantidad de aire atrapado en una mezcla de concreto fresco expresado en porcentaje. Se pudo notar que el porcentaje vario pero se mantuvo dentro del margen general que se encuentra dentro de 1% a 3% del volumen de la mezcla.

Tabla 29. Cuadro de contenido de aire.

Mezclas de concreto para adoquines	Contenido de aire
Material reciclado de construcción al 20%	1.60%
Material reciclado de construcción al 40%	1.90%
Material reciclado de construcción al 60%	2.30%

Los resultados guardan relación con los resultados de la investigación de Ramos, J. (2018) sobre las propiedades cambiantes del hormigón donde el cambio incremental de material reciclado en la mezcla de concreto para adoquines contribuye a disminuir la densidad del concreto en un 1.15 % en y en esta investigación tuvo una disminución de 1.37%. Del mismo modo mejora su trabajabilidad y mantiene el contenido de aire necesario para su aplicación.

Discusión específica 2: El material reciclado de construcción influye de forma positiva en las propiedades mecánicas del adoquín de concreto, Los Olivos - 2020.

Tabla 30. Cuadro de resistencia de compresión con la adición de material reciclado de construcción.

Días	Material reciclado de construcción	
7	M1 (20%)	268.71 kg/cm ²
	M2 (40%)	245.16 kg/cm ²
	M3 (60%)	154.54 kg/cm ²
14	M1 (20%)	306.32 kg/cm ²
	M2 (40%)	282.76 kg/cm ²
	M3 (60%)	192.14 kg/cm ²
28	M1 (20%)	368.24 kg/cm ²
	M2 (40%)	344.69 kg/cm ²
	M3 (60%)	254.07 kg/cm ²

Tabla 31. Cuadro de resistencia de flexión con la adición de material reciclado de construcción.

Días	Material reciclado de construcción	
	7	M1 (20%)
M2 (40%)		45.33 kg/cm ²
M3 (60%)		39.85 kg/cm ²
14	M1 (20%)	57.27 kg/cm ²
	M2 (40%)	51.79 kg/cm ²
	M3 (60%)	40.31 kg/cm ²
28	M1 (20%)	63.75 kg/cm ²
	M2 (40%)	58.27 kg/cm ²
	M3 (60%)	43.86 kg/cm ²

Se puede observar que el material reciclado de construcción influye de forma positiva en las propiedades mecánicas del adoquín de concreto pero a raíz que se va aumentando este material en el porcentaje de 60% tiene una disminución de su resistencia a 254.07 kg/cm² a los 28 días lo cual no es recomendable ya que no debería ser menor que 320 kg/cm². Lo mismo sucede con la resistencia a flexión para el reemplazo de material reciclado de construcción en un 60% donde el mínimo que debería de llegar es de 50 kg/cm² según NTP, pero si cumple para el reemplazo de material reciclado de construcción en un 20% y 40%.

Nuestros resultados guardan relación con la investigación de Caicedo, S. (2014) donde sostiene que al mesclar con adición de material reciclado de demolición consigue una resistencia adecuada de compresión del concreto con los porcentajes de 18%, 36% y 54% lo cual no ocurre cuando lo reemplaza con 72%.

Discusión específica 3: La dosificación adecuada agua-cemento será 0,50 que nos permitirá mejorar las propiedades físico - mecánicas del adoquín de concreto, Los Olivos – 2020.

La dosificación de 0.5 de agua cemento si permitió la mejora de las propiedades físico – mecánicas del adoquín logrando permitir una buena trabajabilidad y llegando a brindar las resistencias necesarias para los objetivos planteados al inicio de la investigación. Lo cual concuerda con la investigación de Montiel, J. (2017), donde aplica una dosificación de 0.5 y está permite mejorar sus propiedades físicas y mecánicas de su mezcla.

VI. CONCLUSIONES

Conclusión general

Se determinó las propiedades físico - mecánicas del adoquín de concreto elaborado con material reciclado de construcción en los porcentajes de 20% y 40% presentan optimas características de modo que mejoran su resistencia y su trabajabilidad, permitiendo de este modo poder utilizar el reciclado de demoliciones en obras de construcción para su reutilización. También se recomienda no utilizar porcentajes cercanos o mayores al 60 % por que se a demostrado en los ensayos que no cumplen con los requerimientos que pide las normas peruanas.

Conclusión general específicos

1. Se determinó que el material reciclado de construcción influye en la mejora de las propiedades físicas del concreto fresco para la elaboración de adoquines, debido a que mejora su trabajabilidad ya que su asentamiento se encuentra dentro de los parámetros requeridos por la norma, del mismo modo disminuye su densidad y debido a que tiene un pequeño aumento de contenido de aire pero se encuentra dentro de los márgenes mencionados en la NTP.

2. Se determinó que el material reciclado de construcción influye en la mejora de las propiedades mecánicas del concreto en la elaboración de adoquines, debido a que logran cumplir su resistencia a compresión y flexión cuando se adiciona un porcentaje de 20% y 40 % de este material reciclado, obteniéndose una resistencia de compresión de 368.24 kg/cm² y 344.69 kg/cm² respectivamente. Del mismo modo se logró determinar que cuando se adiciona un porcentaje de 20% y 40 % de este material reciclado, obtuvo una resistencia a la flexión de 63.75 kg/cm² y 58.27 kg/cm² respectivamente. Lo cual no sucede cuando se reemplaza este material reciclado en un 60% debido a que se obtuvo una resistencia de compresión de 254.07 kg/cm² y un resistencia a la flexión de 43.86 kg/cm², lo cual no se encuentra dentro de lo mínimo requerido que es de 320 kg/cm² y 50 kg/cm² respectivamente.

3. Se determinó la dosificación adecuada para la composición de la mezcla en la elaboración de adoquines de concreto con material reciclado de construcción es de 0.50 debido a que en los ensayos permitió mejorar la trabajabilidad de los ensayos y una buena mezcla.

VII. RECOMENDACIONES

- 1.** Se recomienda para futuras investigaciones realizar un estudio de resistencias del concreto con material reciclado de construcción, no solo para la elaboración de adoquines sino también para su aplicación de mortero para muros no portantes, con la finalidad de poder reutilizar el material reciclado que se vota en una demolición.
- 2.** Efectuar investigación futura con nuevas dosificaciones relacionando también los costos para evaluar si son recomendables el uso concreto con material reciclado de construcción en diferentes dosificaciones y agregarle algún aditivo que permita mejorar la mezcla y poder tener más opciones en la aplicación de este material reciclado.
- 3.** Con el fin de poder realizar una verificación se recomienda realizar los ensayos de propiedades físicas insitu para ello es recomendable poder adquirir los instrumentos para efectuar dichos ensayos, de este modo tener una mejor investigación y resultados del concreto con material reciclado de construcción.
- 4.** Debe tenerse especial cuidado en la fabricación, manejo, curado y pruebas del concreto con material reciclado de construcción conforme a los procedimientos que recomienda la norma. Del mismo modo se recomienda continuar con la investigación haciendo uso de un aditivo acelerante de fragua en diferentes porcentajes, para ser comparado con la presente tesis.

REFERENCIAS

BARROSO, L. [et al.]. Análisis de la incorporación de materiales reciclados de los residuos de la construcción, para ser usados como agregados en elementos estructurales o no estructurales. Tesis (Título profesional de ingeniero civil). Venezuela: Universidad de Oriente Núcleo Bolívar, 2011. 121 PP.

Disponible en: <http://ri.biblioteca.udo.edu.ve/bitstream/123456789/1462/1/004-Tesis-Analisis%20de%20la%20incorporacion%20de%20materiales%20reciclados.pdf>

CABRERA, Katherine. Comparación de la resistencia de adoquines de concreto y otros elaborados con vidrio reciclado, Cajamarca, 2014. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Perú: Pontificia universidad javeriana Cajamarca 2014. 74 pp. Disponible en: <http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/10257>

CASTAÑEDA, Katherin; VÁSQUEZ, Ever. Aplicación de concreto reciclado en la producción de adoquines de concreto para pavimentos de tránsito vehicular ligero en la ciudad de Chiclayo. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Señor de Sipán, 2013. 35 pp. Disponible en: <http://repositorio.uss.edu.pe/handle/uss/1113>

CEMENTO PACASMAYO. (2010). Adoquines de concreto. Perú. Fecha de consulta: 20 de abril 2020]. Disponible en: <http://www.cementospacasmayo.com.pe/productos-prefabricados>

HIDALGO Laguna, D. Obtención de Adoquines Fabricados Con Vidrio Reciclado como Agregado. (Tesis de Ingeniería mecánica). Quito: Universidad Politécnica Nacional, Quito, 2016. 95 pp. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/6104>

HOPPER, Leonard. Landscape Architectural Graphic Standards. EE. UU: Jhon Wiley and Son, 2007. ISBN: 9780470067970

MANUAL para redactar citas bibliográficas según norma ISO 690 y 692-2 (International Organization for Standardization). [en línea]. Santiago: Bibliotecas Julio-agosto 2006. [Date of consultation: 25 de abril 2020].

Disponible en: <https://www.derechoycambiosocial.com/anexos/manual%20>

MANUAL Referencias estilo ISO 690 y 690-2 [en línea]. Lima: Fondo editorial Universidad César Vallejo, 2017 [fecha de consulta: 15 de abril 2020].

Disponible en: <https://www.ucv.edu.pe/datafiles/FONDO%20EDITORIAL/Manual>

MARTEL, G. 2008. Caracterización de residuos de la construcción y demolición de edificaciones para su aprovechamiento. Tesis de Maestría de Ingeniería Ambiental. Universidad Nacional Autónoma de México, Posgrado de Ingeniería. Ciudad Universitaria, Ciudad de México, México.

Disponible en: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/jspui/bitstream/132.248.52>.

MARTEL, Guerry. “Caracterización de residuos de la construcción y demolición de edificaciones para su aprovechamiento”. Tesis que para obtener el grado de Maestro en Ingeniería Ambiental. Facultad de Ingeniería, UNAM; 2008, 191 pp.

Disponible en: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/jspui/bitstream/132.248.52>.

MARTÍNEZ, Iris. “Reciclaje de concreto premezclado para la fabricación de agregados”. Tesis que para obtener el grado de Maestro en Construcción. Facultad de Ingeniería, UNAM; 2005, 81 pp

Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405

MENEZES, R. Use of kaolin processing waste for the production of ceramic brick and roof tiles [en línea]. Brasil: Edición electrónica, 2007 [fecha de consulta: 2 de junio de 2019].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-70762007000100028>

ISSN 1517-7076

MORALES, E. (2012). Planta de producción de bloques y adoquines de concreto. Octubre 20. Facultad de Ingeniería, Área Departamental de Ingeniería Industrial y de Sistemas, Universidad de Piura; 2015, 81 pp.

Disponible en: <https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2340/PYT>

MORALES, Roberto. Diseño en concreto armado. 4. ° ed. Lima: Fondo Editorial IGC, 2016.

MURDOCH Books Pty Limited. Comp Aussie Backyard and Home Improve. Australia: Murdoch Books Australia, 2007, 35 pp.

ISBN: 9871741960327

NIÑO, Víctor. Metodología de la investigación Diseño y ejecución [en línea]. 1. ° ed. Bogotá: Ediciones de la U, 2011 [fecha de consulta: 11 de abril de 2019].

Disponible en: <http://roa.ult.edu.cu/bitstream/123456789/3243/1/pdf>

ISBN: 9789588675947

NORMA TECNICA PERUANA 334.009. 2006. CEMENTOS. Cementos Portland requisitos.

NORMA TECNICA PERUANA 339.088. 2006. HORMIGON (CONCRETO). Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland.

NORMA TECNICA PERUANA 400.050. 1999. MANEJO DE RESIDUOS DE LA ACTIVIDAD DE LA CONSTRUCCION. GENERALIDADES.

NORMA TECNICA PERUANA 399.604. 2002. UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto. (1a ed.). Lima, Perú.

NORMA TECNICA PERUANA 399.611. 2011. UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Adoquines de concreto para pavimentos. Requisitos. (2a ed.). Lima, Perú

NORMA TECNICA PERUANA 400.017. 1999. AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado. (2a ed.). Lima, Perú.

NORMA TECNICA PERUANA AGREGADOS. 400.012. 2001. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. (2a ed.). Lima, Perú.

NUÑEZ, María. Las variables: estructura y función en las hipótesis. Revista Investigación educativa. 2007.

PABÓN, N. (2011). Estudio de factibilidad para la creación de una empresa productora y comercializadora de adoquines, ubicada en el barrio Santa Lucía del Retorno, Cantón Ibarra provincia de Imbabura. Tesis de pregrado en Ingeniería Comercial. Universidad Politécnica Salesiana. Facultad de Ciencias

Administrativas. Programa académico de Administración de Empresas. Quito, Ecuador.

PEURIFOY, Robert. Construction Planning, Equipment, and Methods, Ninth Edition. EE.UU: McGraw-Hill Education, 2018. ISBN: 9781260108804

RUMBARGER, Janet. Architectural Graphic Standards for Residential Construction: The Architect's and Builder's Guide to Design, Planning, and Construction Details. Canada, 2003.

ISBN: 0471241091, 9780471241096.

RUMBARGER, Janet. Architectural Graphic Standards for Residential Construction: The Architect's and Builder's Guide to Design, Planning, and Construction Details. Canadá, 2003.

ISBN: 0471241091, 9780471241096

SABINO, Carlos. El proceso de investigación [en línea]. Bogotá: Panamericana, 1992 [fecha de consulta: 16 de mayo de 2019].

Disponible en: http://paginas.ufm.edu/sabino/word/proceso_investigacion.pdf

SCHMIDT, Philip. The Complete Guide to Patios: Plan, Build and Maintain. EE.UU: Creative Publishing international, 2007.

ISBN: 9781589233058.

Sharma, S. and Gupta, H. (2015), Indian “Development of paver block by using foundry sand based geopolymer concrete”.

SUKESH, C. Partial Replacement of Sand with Quarry Dust in Concrete [en línea]. Sri Lanka: Edición electrónica, 2013 [fecha de consulta: 25 de mayo de 2019].

Disponible en: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=rep=pdf>

ISSN: 2278-3075

VASQUEZ, R. Cemento y sus aplicaciones. Artículo [en línea]. [fecha de consulta 2 de junio 2019]

Disponible en: <https://www.google.com/search?q=Cemento+y+sus>

VEIGA, R. Using fine recycled concrete aggregate for mortar production [en línea]. Brasil: Edición electrónica, 2014 [fecha de consulta: 20 de mayo de 2019]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-14392013005000164.pdf>

ANEXOS

Anexo 1: Declaratoria de autenticidad

Anexo 2: Matriz de Consistencia

Título: Propiedades físicas y mecánicas de adoquines de concreto con la adición de material reciclado de construcción, Los Olivos – 2020.

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
Problema General	Objetivo General	Hipótesis general	Variable Dependiente: Propiedades físicas y mecánicas Adoquines de Concreto	Propiedades físicas	Contenido de aire	NTP 339.080
¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas de adoquines de concreto con la adición de material reciclado de construcción, Los Olivos – 2020?	Evaluar las propiedades físico - mecánicas del adoquín de concreto elaborado con material de construcción, Los Olivos - 2020.	La adición de material reciclado de construcción mejora las propiedades físicas y mecánicas del adoquín de concreto, Los Olivos - 2020.			Consistencia	Ensayo del Cono de Abrams
					Peso específico	NTP 400.017
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas		Propiedades mecánicas	Resistencia a compresión	NTP 399. 611
¿De qué manera influye el material reciclado de construcción en las propiedades físicas de los adoquines de concreto, Los Olivos - 2020?	Determinar la influencia del material reciclado de construcción en las propiedades físicas de los adoquines de concreto, Los Olivos - 2020.	El material reciclado de construcción influye de forma positiva en las propiedades físicas del adoquín de concreto, Los Olivos - 2020.			Resistencia al desgaste	ITINTEC 339.124
¿Cuál es la influencia del material reciclado de construcción en las propiedades mecánicas de los adoquines de concreto, Los Olivos - 2020?	Estimar la influencia del material reciclado de construcción en las propiedades mecánicas de los adoquines de concreto, Los Olivos - 2020.	El material reciclado de construcción influye de forma positiva en las propiedades mecánicas del adoquín de concreto, Los Olivos - 2020.		Variable Independiente: Material reciclado de construcción	Propiedades de material reciclado	Peso Unitario
			Cont. Humedad			NTP 339.185
¿Cuál será la dosificación adecuada que permita mejorar las propiedades físico-mecánicas del adoquín de concreto con material reciclado de construcción, Los Olivos - 2020?	Determinar la dosificación adecuada para la composición de la mezcla en la elaboración de adoquines de concreto con material reciclado de construcción, Los Olivos - 2020	La dosificación adecuada agucemento será 0,50 que nos permitirá mejorar las propiedades físico - mecánicas del adoquín de concreto, Los Olivos - 2020.	Granulometría			NTP 400.012
			Diseño de mezcla	Proporciones	NTP 400.010 y NTP 400.012	

Anexo 3: Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variables. Dependiente (Y) Propiedades físicas y mecánicas Adoquines de Concreto	Morales, J. (2017, p. 23) Son elementos pre fabricados con forma de prisma recto tal que al colocarlos sobre una superficie encaje una con otras, entre sus propiedades físicas tenemos la de dimensionamiento, peso y absorción; y entre las propiedades mecánicas tenemos la de compresión y flexión.	Las propiedades físicas nos permiten tener una buena uniformidad del mismo modo que una buena trabajabilidad estas propiedades pueden identificar por simple observación y/o mediciones simples, luego esta mezcla fragua y endurecerse con lo que adquiere propiedades de resistencia que le permite al adoquín a soportar cargas.	Propiedades físicas	Contenido de aire	Razón
				Consistencia	Razón
				Peso específico	Razón
			Propiedades mecánicas	Resistencia a compresión	Razón
				Flexión	Razón
Variables. Independiente (X) Material reciclado de construcción	Montiel, J. (2017, p. 1) Materiales que son obtenidos mediante los procesos de demolición estos materiales serán seleccionados, procesado y almacenados para su reúso.	Se realiza un análisis adecuado para obtener los agregados reciclados, para la elaboración de adoquines y estos serán Seleccionados de acuerdo con los requerimientos de la granulometría según la NTP.	Propiedades de material reciclado	Peso Unitario	Razón
				Cont. Humedad	
				Granulometría	
			Diseño de mezcla	Proporciones	Razón

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4: Turnitin

Feedback Studio - Google Chrome
ev.turnitin.com/app/carta/es/?lang=es&u=1081382834&o=1458728494&cs=1&BDS=1

feedback studio | Propiedades físicas y mecánicas de adoquines de concreto con la adición de material reciclado de construcción, Los Olivos - 2020

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
"Propiedades físicas y mecánicas de adoquines de concreto con la adición de material reciclado de construcción, Los Olivos - 2020"

AUTOR:
Inocente Cahuana, Ramón Alberto
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5714-211x>

ASESOR:
Mg. Ing. Pinto Barrantes, Raúl Antonio
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9573-0182>

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
Diseño de infraestructura vial

LIMA - PERÚ
2020

Resumen de coincidencias X

18 %

Se están viendo fuentes estándar
[Ver fuentes en inglés \(Beta\)](#)

Coincidencias

Número	Fuente	Porcentaje
1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	7 %
2	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %
3	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %
4	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %
5	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	1 %
6	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %
7	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	1 %
8	repositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	1 %
9	bdigital.unal.edu.co Fuente de Internet	1 %
10	qdoc.tips Fuente de Internet	<1 %
11	nt.scribd.com	<1 %

Página: 1 de 55 | Número de palabras: 12968 | Text-only Report | High Resolution Activado

Anexo 5: Ensayos de laboratorio



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: inform@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 20209-2020-JBO

INFORME DE ENSAYO

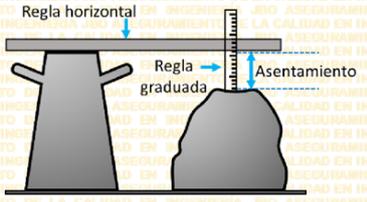
SOLICITANTE : Inocente Cahuana, Ramón Alberto **PROYECTO** : Propiedades físicas y mecánicas de adoquines de concreto con la adición de material reciclado de construcción, Los Olivos – 2020

DIRECCIÓN : Callao, Lima

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 20209-2020-JBO **UBICACIÓN** : Lima

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 01 de setiembre del 2020 **FECHA DE INICIO** : Lima, 4 de setiembre del 2020

ENSAYO DE CONSISTENCIA DE CONCRETO 320 KG/CM2 MODIFICADO EMPLEANDO EL CONO ABRAMS SLUMP DE MEZCLAS DE CONCRETO CON REEMPLAZO DE AGREGADO FINO Y GRUESO REICLADO (NTP 339.035 - 2009)



Consistencia	Asentamiento
Seca	0" (0cm) a 2" (5cm)
Plástica	3" (7.5cm) a 4" (10cm)
Fluida	≥5" (12.5cm)

Prueba	Adición % de material		Asentamiento (mm)	Asentamiento prom. (mm)
	Fino	Grueso		
M 1.1			83	83.33
M 1.2	20%	20%	82	
M 1.3			85	
M 2.1			79	78.33
M 2.2	40%	40%	79	
M 2.3			77	
M 3.1			74	73.67
M 3.2	60%	60%	72	
M 3.3			75	

Se tiene el siguiente resultado del SLUMP: Asentamiento de las 3 muestras 8.33 cm, 7.83 cm y 7.37 cm se encuentra dentro del rango de 3" a 4" para una mezcla de consistencia plástica. Plástica = 3" (7.5 cm) a 4" (10 cm)

MATERIALES:	M1	M2	M3	OBSERVACIONES:
- Cemento	Cemento SOL 22.0%	22.0%	22.0%	- La arena fina y gruesa fueron producidos en la Cantera
- Agua	alc 8.0%	8.0%	8.0%	- Christopher.
- Agregado fino	(Cantera Christopher) 37.6%	28.2%	18.8%	- Cemento Portland Tipo I
- Agregado grueso	(Cantera Christopher) 18.4%	13.8%	9.2%	- Muestras de agregado reciclado fueron producidos
- Agregado grueso reciclado	Demolición 9.4%	18.8%	28.2%	- Por empresa de demolición Flesan del Peru S.A.C.
- Agregado fino reciclado	Demolición 4.6%	9.2%	13.8%	- Los agregados reciclado fueron triturados y seleccionados por Flesan del Peru S.A.C.

- REFERENCIA:**
- NTP 339.036:1999 Concreto. Práctica normalizada para muestreo de mezclas de hormigón fresco
 - NTP 400.037 Granulometría del agregado grueso y fino.
 - ASTM C 670:2003 Standard Practice for Preparing Precision and Bias Statements for Test Methods for Construction Materials
 - ASTM C 143/C143-2008 Standard Test Method for Slump of Hydraulic Cement Concrete



Fecha de emisión : Lima, 25 de mayo del 2020

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del usuario.

MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 78318



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayrazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 20209-2020-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Inocente Cahuana, Ramón Alberto **PROYECTO** : Propiedades físicas y mecánicas de adocquines de concreto con la adición de material reciclado de construcción, Los Olivos – 2020

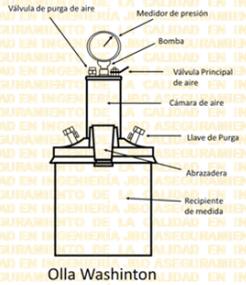
DIRECCION : Callao, Lima

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 20209-2020-JBO **UBICACION** : Lima

FECHA DE RECEPCION : Lima, 01 de setiembre del 2020 **FECHA DE INICIO** : Lima, 4 de setiembre del 2020

**ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE DE CONCRETO 320 KG/CM2
 CONTENIDO DE AIRE DE MEZCLAS DE CONCRETO EMPLEANDO EL MÉTODO DE PRESIÓN
 (NTP 339.080 – 2017)**

Rango de contenido de aire: 0 - 10%
 Precisión: +/- 0.1% (1 - 6% de aire); +/- 0.2% (6 - 10% de aire)
 Dimensiones: 221 x 202 mm
 Peso: 3.4 kg



Mezclas de concreto 210 kg/cm2	Contenido de aire
Adición de 20% de agregado fino y grueso reciclado	1.60%
Adición de 40% de agregado fino y grueso reciclado	1.90%
Adición de 60% de agregado fino y grueso reciclado	2.30%

Olla Washinton

El contenido de aire salió para agregado reciclado en 20% es 1.6%, en 40% es 1.9% y para 60% es 2.3%.

MATERIALES:	M1	M2	M3	OBSERVACIONES:	
- Cemento	Cemento SOL	22.0%	22.0%	22.0%	- La arena fina y gruesa fueron producidos en la Cantera Cristopher.
- Agua	a/c	8.0%	8.0%	8.0%	- Cemento Portland Tipo I
- Agregado fino	(Cantera Cristopher)	37.6%	28.2%	18.8%	- Muestras de agregado reciclado fueron producidos
- Agregado grueso	(Cantera Cristopher)	18.4%	13.8%	9.2%	- Por empresa de demolición Flesan del Peru S.A.C.
- Agregado grueso reciclado	Demolicion	9.4%	18.8%	28.2%	- Los agregados reciclado fueron triturados y seleccionados por Flesan del Peru S.A.C.
- Agregado fino reciclado	Demolicion	4.6%	9.2%	13.8%	

REFERENCIA:	
NTP 339.036:1999	Concreto. Práctica normalizada para muestreo de mezclas de hormigón fresco.
NTP 400.037	Granulometría del agregado grueso y fino.
NTP 339.080:1981	Método por presión para la determinación del contenido de aire en mezclas frescas. Ensayo tipo hidráulico
ASTM C 173	Method is not applicable to concrete made with light aggregates
ASTM C 231	Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method

Tec: EEA

Rev: M.M.F.

Fecha de emisión : Lima, 25 de mayo del 2019

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del usuario.



MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 178318



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0478
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 20209-2020-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Inocente Cahuana, Ramón Alberto **PROYECTO** : Propiedades físicas y mecánicas de adoquines de concreto con la adición de material reciclado de construcción, Los Olivos – 2020

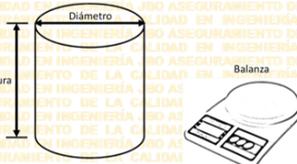
DIRECCIÓN : Callao, Lima

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 20209-2020-JBO **UBICACIÓN** : Lima

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 01 de setiembre del 2020 **FECHA DE INICIO** : Lima, 4 de setiembre del 2020

ENSAYO DE DENSIDAD DE CONCRETO 210 KG/CM2 MODIFICADO
PESO UNITARIO DE MEZCLAS DE CONCRETO EN ESTADO FRESCO CON ADICIÓN CARBONO LAMINADO AL 6%
 (Normas NTP 339.046 - 2009)

MATERIAL : Agregado fino **CANTERA** : Cantera Cristopher



Muestra de mezcla	Volumen del recipiente (m3)	Recipiente + concreto (kg)	Masa del recipiente solo (kg)	Densidad del concreto (kg/m3)
M 1	0.00708	19.975	3.398	2340.510
M 2	0.00708	19.887	3.398	2328.085
M 3	0.00708	19.748	3.398	2308.459

MATERIALES:	M1	M2	M3	OBSERVACIONES:
- Cemento	Cemento SOL 22.0%	22.0%	22.0%	- La arena fina y gruesa fueron producidos en la Cantera Cristopher.
- Agua	a/c 8.0%	8.0%	8.0%	- Cemento Portland Tipo I
- Agregado fino	(Cantera Cristopher) 37.6%	28.2%	18.8%	- Muestras de agregado reciclado fueron producidos por empresa de demolición Flesan del Peru S.A.C.
- Agregado grueso	(Cantera Cristopher) 18.4%	13.8%	9.2%	- Los agregados reciclado fueron triturados y seleccionados por Flesan del Peru S.A.C.
- Agregado grueso reciclado	Demolición 9.4%	18.8%	28.2%	- Balanza sensible al 0.1% del peso de la muestra que se va a ensayar
- Agregado fino reciclado	Demolición 4.6%	9.2%	13.8%	

REFERENCIA:

NTP 339.036:1999 Concreto. Práctica normalizada para muestreo de mezclas de hormigón fresco.

NTP 400.037 Granulometría del agregado grueso y fino.

NTP 400.017 Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado.

NTP 334.005:2001 Método de ensayo para determinar la densidad del cemento Portland.

Tec.: EEA
 Rev.: MVA



Fecha de emisión : Lima, 18 de setiembre del 2020

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del usuario.

MARCO ANTONIO FLORES CIVIL
 Reg. CIP N° 178318



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Perú
 Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@boingenieros.com

EXPEDIENTE N° 20209-2020-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Inocente Cahuana, Ramón Alberto **PROYECTO** : Propiedades físicas y mecánicas de adoquines de concreto con la adición de material reciclado de construcción, Los Olivos – 2020

DIRECCIÓN : Callao, Lima **UBICACIÓN** : Lima

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 20209-2020-JBO **FECHA DE RECEPCIÓN** : Lima, 01 de setiembre del 2020 **FECHA DE INICIO** : Lima, 4 de setiembre del 2020

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE CONCRETO 320 KG/CM2 CON REEMPLAZADO DE AGREGADO RECICLADO
ENSAYO DE ADOQUINES DE CONCRETO EMPLEANDO PRESA HIDRÁULICA DIGITAL
(NTP 339.079-2012 - ASTM C674)

Testigo	Fecha	Ancho (cm)	Espesor (cm)	Longitud (cm)	Carga (kg)	Edad (Días)	F'c (kg/cm2)
P 1.1	04/09/2020	11/09/2020	10.0	6.0	18.0	7	50.67
P 1.2	04/09/2020	11/09/2020	10.0	6.0	18.0	7	51.39
P 1.3	04/09/2020	11/09/2020	10.0	6.0	18.0	7	50.40
P 1.4	04/09/2020	18/09/2020	10.0	6.0	18.0	14	57.12
P 1.5	04/09/2020	18/09/2020	10.0	6.0	18.0	14	57.84
P 1.6	04/09/2020	18/09/2020	10.0	6.0	18.0	14	56.86
P 1.7	04/09/2020	02/10/2020	10.0	6.0	18.0	28	63.60
P 1.8	04/09/2020	02/10/2020	10.0	6.0	18.0	28	64.32
P 1.9	04/09/2020	02/10/2020	10.0	6.0	18.0	28	63.34

El ensayo contiene una muestra de 9 adoquines de una misma mezcla de concreto 320 kg/cm2, estos adoquines fueron sometidas en grupos de 3 en ensayos de flexión por una prensa hidráulica digital a 7, 14 y 28 días.

MATERIALES:	OBSERVACIONES:
- Cemento Cemento SOL 22.0%	- La arena fina y gruesa fueron producidos en la Cantera Christopher.
- Agua a/c 8.0%	- Cemento Portland Tipo I
- Agregado fino (Cantera Cristopher) 37.6%	- Muestras de agregado reciclado fueron producidos por empresa de demolición Flesan del Peru S.A.C.
- Agregado grueso (Cantera Cristopher) 18.4%	- Los agregados reciclado fueron triturados y seleccionados por Flesan del Peru S.A.C.
- Agregado grueso reciclado Demolición 9.4%	- Las prisms fueron elaboradas en el laboratorio de JBO Ingenieros S.A.C.
- Agregado fino reciclado Demolición 4.6%	

- REFERENCIA:**
- NTP 400.037 Granulometría del agregado grueso y fino.
 - ASTM E 4-10 Standard Practices for Force Verification of Testing Machines
 - NTP 339.079-2012 Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas
 - NTP 339.183-2003 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de hormigón (concreto) en el laboratorio.



Fecha de emisión : Lima, 03 de octubre del 2020

MARCO ANTONIO MORENO FLORES
INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473/683-0476
 E-mail: informes@boingenieros.com

EXPEDIENTE N° 20209-2020-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Inocente Cahua, Ramón Alberto **PROYECTO** : Propiedades físicas y mecánicas de adoqueines de concreto con la adición de material reciclado de construcción, Los Olivos – 2020

DIRECCIÓN : Callao, Lima

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 20209-2020-JBO **UBICACIÓN** : Lima

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 01 de setiembre del 2020 **FECHA DE INICIO** : Lima, 4 de setiembre del 2020

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE CONCRETO 320 KG/CM2 CON REEMPLAZADO DE AGREGADO RECICLADO
ENSAYO DE ADOQUINES DE CONCRETO EMPLEANDO PRESNA HIDRÁULICA DIGITAL
 (NTP 339.079-2012 - ASTM C674)

Testigo	Fecha	Ancho	Espesor	Longitud Apoyo	Carga	Edad	F'c	
Probeta	Modelo	Ruptura	(cm)	(cm)	Días	(kg/cm2)	(kg/cm2)	
P 2.1	04/09/2020	11/09/2020	10.0	6.0	18.0	602.46	7	45.18
P 2.2	04/09/2020	11/09/2020	10.0	6.0	18.0	612.04	7	45.90
P 2.3	04/09/2020	11/09/2020	10.0	6.0	18.0	598.88	7	44.92
P 2.4	04/09/2020	18/09/2020	10.0	6.0	18.0	688.56	14	51.64
P 2.5	04/09/2020	18/09/2020	10.0	6.0	18.0	698.14	14	52.36
P 2.6	04/09/2020	18/09/2020	10.0	6.0	18.0	684.98	14	51.37
P 2.7	04/09/2020	02/10/2020	10.0	6.0	18.0	774.96	28	58.12
P 2.8	04/09/2020	02/10/2020	10.0	6.0	18.0	784.54	28	58.84
P 2.9	04/09/2020	02/10/2020	10.0	6.0	18.0	771.38	28	57.85

El ensayo contiene una muestra de 9 adoqueines de una misma mezcla de concreto 320 kg/cm2, estos adoqueines fueron sometidas en grupos de 3 en ensayos de flexión por una prensa hidráulica digital a 7, 14 y 28 días.

MATERIALES:

- Cemento Cemento SOL 22.0%
- Agua alc 8.0%
- Agregado fino (Cantera Christopher) 28.2%
- Agregado grueso (Cantera Christopher) 13.8%
- Agregado grueso reciclado Demolición 18.8%
- Agregado fino reciclado Demolición 9.2%

OBSERVACIONES:

- La arena fina y gruesa fueron producidos en la Cantera Christopher.
- Cemento Portland Tipo I
- Muestras de agregado reciclado fueron producidos
- Por empresa de demolición Flesan del Peru S.A.C.
- Los agregados reciclado fueron triturados y seleccionados por Flesan del Peru S.A.C.
- Las prismas fueron elaboradas en el laboratorio de JBO Ingenieros S.A.C.

REFERENCIA:

- NTP 400.037 Granulometría del agregado grueso y fino.
- ASTM E 4-10 Standard Practices for Force Verification of Testing Machines
- NTP 339.079-2012 Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas
- NTP 339.183:2003 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de hormigón (concreto) en el laboratorio.



Fecha de emisión : Lima, 03 de octubre del 2020

MARCO ANTONIO MORENO FLÓRES
INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N°176318

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473/683-0476
 E-mail: informes@boingenieros.com

EXPEDIENTE N° 20209-2020-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Inocente Cahuana, Ramón Alberto **PROYECTO** : Propiedades físicas y mecánicas de adoqueines de concreto con la adición de material reciclado de construcción, Los Olivos – 2020

DIRECCIÓN : Callao, Lima

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 20209-2020-JBO **UBICACIÓN** : Lima

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 01 de setiembre del 2020 **FECHA DE INICIO** : Lima, 4 de setiembre del 2020

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE CONCRETO 320 KG/CM2 CON REEMPLAZADO DE AGREGADO RECICLADO
ENSAYO DE ADOQUINES DE CONCRETO EMPLEANDO PRESNA HIDRÁULICA DIGITAL
(NTP 339.079-2012 - ASTM C674)

Testigo	Fecha	Ancho	Espesor	Longitud Apoyo	Carga	Edad	F'c	
Modelo	(cm)	(cm)	(cm)	Días	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	
P 3.1	05/09/2020	12/09/2020	10.0	6.0	18.0	529.36	7	39.70
P 3.2	05/09/2020	12/09/2020	10.0	6.0	18.0	538.94	7	40.42
P 3.3	05/09/2020	12/09/2020	10.0	6.0	18.0	525.78	7	39.43
P 3.4	05/09/2020	19/09/2020	10.0	6.0	18.0	535.46	14	40.16
P 3.5	05/09/2020	19/09/2020	10.0	6.0	18.0	545.04	14	40.88
P 3.6	05/09/2020	19/09/2020	10.0	6.0	18.0	531.88	14	39.89
P 3.7	05/09/2020	03/10/2020	10.0	6.0	18.0	582.86	28	43.71
P 3.8	05/09/2020	03/10/2020	10.0	6.0	18.0	592.44	28	44.43
P 3.9	05/09/2020	03/10/2020	10.0	6.0	18.0	579.28	28	43.45

El ensayo contiene una muestra de 9 adoqueines de una misma mezcla de concreto 320 kg/cm2, estos adoqueines fueron sometidas en grupos de 3 en ensayos de flexión por una prensa hidráulica digital a 7, 14 y 28 días.

MATERIALES:

- Cemento Cemento SOL 22.0%
- Agua a/c 8.0%
- Agregado fino (Cantera Christopher) 18.8%
- Agregado grueso (Cantera Christopher) 9.2%
- Agregado grueso reciclado Demolición 28.2%
- Agregado fino reciclado Demolición 13.8%

OBSERVACIONES:

- La arena fina y gruesa fueron producidos en la Cantera Christopher.
- Cemento Portland Tipo I
- Muestras de agregado reciclado fueron producidos por empresa de demolición Flesan del Peru S.A.C.
- Los agregados reciclado fueron triturados y seleccionados por Flesan del Peru S.A.C.
- Las prismas fueron elaboradas en el laboratorio de JBO Ingenieros S.A.C.

REFERENCIA:

- NTP 400.037 Granulometría del agregado grueso y fino.
- ASTM E 4-10 Standard Practices for Force Verification of Testing Machines
- NTP 339.079-2012 Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas
- NTP 339.183:2003 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de hormigón (concreto) en el laboratorio.

Tec. E.E.A.
 Rev.: M.H.F.

Fecha de emisión : Lima, 03 de octubre del 2020

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

**MARCO ANTONIO
 MORENO FLORES**
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N°176318



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 20209-2020-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Inocente Cahuana, Ramón Alberto **PROYECTO** : Propiedades físicas y mecánicas de adoquines de concreto con la adición de material reciclado de construcción, Los Olivos - 2020

DIRECCIÓN : Callao, Lima **UBICACIÓN** : Lima

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 20209-2020-JBO

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 01 de setiembre del 2020 **FECHA DE INICIO** : Lima, 4 de setiembre del 2020

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO 320 KG/CM2 CON REEMPLAZADO DE AGREGADO RECICLADO
 ENSAYO DE ADOQUINES DE CONCRETO EMPLEANDO PRENSA HARDSTEEL SR-125
 (NTP 399.611 y ASTM C 140-06)**

Testigo Probeta	Fecha Modelo	Fecha Ruptura	Largo (cm)	Ancho (cm ²)	Carga (kg)	Edad (Días)	F'c (kg/cm ²)
C 1.1	04/09/2020	11/09/2020	20	10	53754.7	7	268.77
C 1.2	04/09/2020	11/09/2020	20	10	53878.1	7	269.39
C 1.3	04/09/2020	11/09/2020	20	10	53595.4	7	267.98
C 1.4	04/09/2020	18/09/2020	20	10	61266.7	14	306.33
C 1.5	04/09/2020	18/09/2020	20	10	61379.2	14	306.90
C 1.6	04/09/2020	18/09/2020	20	10	61144.8	14	305.72
C 1.7	04/09/2020	02/10/2020	20	10	73678.8	28	368.39
C 1.8	04/09/2020	02/10/2020	20	10	73467.3	28	367.34
C 1.9	04/09/2020	02/10/2020	20	10	73800.1	28	369.00

El ensayo contiene una muestra de 9 probetas de una misma mezcla de concreto 320 kg/cm², estos adoquines fueron sometidas en grupos de 3 en ensayos a compresión por una prensa Hardsteel SR-125 a 7, 14 y 28 días.

MATERIALES:	OBSERVACIONES:
- Cemento	Cemento SOL 22.0%
- Agua	a/c 8.0%
- Agregado fino	(Cantera Christopher) 37.6%
- Agregado grueso	(Cantera Christopher) 18.4%
- Agregado grueso reciclado	Demolición 9.4%
- Agregado fino reciclado	Demolición 4.6%
	- La arena fina y gruesa fueron producidos en la Cantera Christopher.
	- Cemento Portland Tipo I
	- Muestras de agregado reciclado fueron producidos por empresa de demolición Flesan del Peru S.A.C.
	- Los agregados reciclado fueron triturados y seleccionados por Flesan del Peru S.A.C.
	- Las prismas fueron elaboradas en el laboratorio de JBO Ingenieros S.A.C.

REFERENCIA:	
NTP 400.037	Granulometría del agregado grueso y fino.
ASTM C 1077-2006	Practice for Laboratories Testing Concrete and Concrete Aggregates for Use in Construction and Criteria for Laboratory Evaluation
NTP 339.215-2007	Método de ensayo para la medición de resistencias a la compresión a edades tempranas y proyectadas a edades mayores.
NTP 339.034	Método de ensayo



MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@boingenieros.com

EXPEDIENTE N° 20209-2020-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Inocente Cahuana, Ramón Alberto **PROYECTO** : Propiedades físicas y mecánicas de adoquines de concreto con la adición de material reciclado de construcción, Los Olivos - 2020

DIRECCIÓN : Callao, Lima

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 20209-2020-JBO **UBICACIÓN** : Lima

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 01 de setiembre del 2020 **FECHA DE INICIO** : Lima, 4 de setiembre del 2020

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO 320 KG/CM2 CON REEMPLAZADO DE AGREGADO RECICLADO
 ENSAYO DE ADOQUINES DE CONCRETO EMPLEANDO PRENSA HARDSTEEL SR-125
 (NTP 399.611 y ASTM C 140-06)**

Testigo	Fecha	Largo	Ancho	Carga	Edad	F'c	
Probeta	Modelo	Ruptura	(cm)	(cm2)	(kg)	Dias	(kg/cm2)
C 2.1	04/09/2020	11/09/2020	20	10	49043.2	7	245.22
C 2.2	04/09/2020	11/09/2020	20	10	49166.6	7	245.83
C 2.3	04/09/2020	11/09/2020	20	10	48883.9	7	244.42
C 2.4	04/09/2020	18/09/2020	20	10	56555.2	14	282.78
C 2.5	04/09/2020	18/09/2020	20	10	56667.7	14	283.34
C 2.6	04/09/2020	18/09/2020	20	10	56433.3	14	282.17
C 2.7	04/09/2020	02/10/2020	20	10	68967.3	28	344.84
C 2.8	04/09/2020	02/10/2020	20	10	68755.8	28	343.78
C 2.9	04/09/2020	02/10/2020	20	10	69088.6	28	345.44

El ensayo contiene una muestra de 9 probetas de una misma mezcla de concreto 320 kg/cm2, estos adoquines fueron sometidas en grupos de 3 en ensayos a compresión por una prensa Hardsteel SR-125 a 7, 14 y 28 días.

MATERIALES:	OBSERVACIONES:
- Cemento Cemento SOL 22.0%	- La arena fina y gruesa fueron producidos en la Cantera
- Agua a/c 8.0%	- Christopher.
- Agregado fino (Cantera Christopher) 28.2%	- Cemento Portland Tipo I
- Agregado grueso (Cantera Christopher) 13.8%	- Muestras de agregado reciclado fueron producidos
- Agregado grueso reciclado Demolición 18.8%	- Por empresa de demolición Flesan del Peru S.A.C.
- Agregado fino reciclado Demolición 9.2%	- Los agregados reciclado fueron triturados y seleccionados por Flesan del Peru S.A.C.
	- Las prismas fueron elaboradas en el laboratorio de JBO Ingenieros S.A.C.

REFERENCIA:	
NTP 400.037	Granulometría del agregado grueso y fino.
ASTM C 1077-2006	Practice for Laboratories Testing Concrete and Concrete Aggregates for Use in Construction and Criteria for Laboratory Evaluation
NTP 339.215-2007	Método de ensayo para la medición de resistencias a la compresión a edades tempranas y proyectadas a edades mayores.
NTP 339.034	Método de ensayo



MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valledoid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@boingenieros.com

EXPEDIENTE N° 20209-2020-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Inocente Cahuana, Ramón Alberto **PROYECTO** : Propiedades físicas y mecánicas de adoquines de concreto con la adición de material reciclado de construcción, Los Olivos – 2020

DIRECCIÓN : Callao, Lima

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 20209-2020-JBO **UBICACIÓN** : Lima

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 01 de setiembre del 2020 **FECHA DE INICIO** : Lima, 4 de setiembre del 2020

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO 320 KG/CM2 CON REEMPLAZADO DE AGREGADO RECICLADO
 ENSAYO DE ADOQUINES DE CONCRETO EMPLEANDO PRENSA HARDSTEEL SR-125
 (NTP 399.611 y ASTM C 140-06)**

Testigo Probeta	Fecha		Largo (cm)	Ancho (cm2)	Carga (kg)	Edad Dias	F'c (kg/cm2)
	Modelo	Ruptura					
C 3.1	05/09/2020	12/09/2020	20	10	30919.8	7	154.60
C 3.2	05/09/2020	12/09/2020	20	10	31043.2	7	155.22
C 3.3	05/09/2020	12/09/2020	20	10	30760.5	7	153.80
C 3.4	05/09/2020	19/09/2020	20	10	38431.8	14	192.16
C 3.5	05/09/2020	19/09/2020	20	10	38544.3	14	192.72
C 3.6	05/09/2020	19/09/2020	20	10	38309.9	14	191.55
C 3.7	05/09/2020	03/10/2020	20	10	50843.9	28	254.22
C 3.8	05/09/2020	03/10/2020	20	10	50632.4	28	253.16
C 3.9	05/09/2020	03/10/2020	20	10	50965.2	28	254.83

El ensayo contiene una muestra de 9 probetas de una misma mezcla de concreto 320 kg/cm2, estos adoquines fueron sometidas en grupos de 3 en ensayos a compresión por una prensa Hardsteel SR-125 a 7, 14 y 28 días.

MATERIALES:			OBSERVACIONES:
- Cemento	Cemento SOL	22.0%	- La arena fina y gruesa fueron producidos en la Cantera Cristopher.
- Agua	a/c	8.0%	- Cemento Portland Tipo I
- Agregado fino	(Cantera Cristopher)	18.8%	- Muestras de agregado reciclado fueron producidos
- Agregado grueso	(Cantera Cristopher)	9.2%	- Por empresa de demolición Flesan del Peru S.A.C.
- Agregado grueso reciclado	Demolición	28.2%	- Los agregados reciclado fueron triturados y seleccionados por Flesan del Peru S.A.C.
- Agregado fino reciclado	Demolición	13.8%	- Las prismas fueron elaboradas en el laboratorio de JBO Ingenieros S.A.C.

REFERENCIA:	
NTP 400.037	Granulometría del agregado grueso y fino.
ASTM C 1077:2006	Practice for Laboratories Testing Concrete and Concrete Aggregates for Use in Construction and Criteria for Laboratory Evaluation
NTP 339.215-2007	Método de ensayo para la medición de resistencias a la compresión a edades tempranas y proyectadas a edades mayores.
NTP 339.034	Método de ensayo



[Handwritten Signature]
MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318