

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS ENTRE UN
ADOQUÍN CONVENCIONAL Y UN ADOQUÍN MODIFICADO CON CONCHAS
DE ABANICO A ESCALA

Área de Investigación:

Construcción y Materiales

Autor(es):

Br. Luna Usquiano, Dayane Gladys

Br. Rubio Calderón, Miguel Ángel

Jurado Evaluador:

Presidente: Vargas Lopez, Alfredo

Secretario: Salazar Perales, Alvaro

Vocal: Vertiz Malabrigo, Manuel

Asesor:

Medina Carbajal, Lucio Sigifredo

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5207-4421>

TRUJILLO – PERÚ

2021

Fecha de sustentación: 2022-05-13

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS ENTRE UN
ADOQUÍN CONVENCIONAL Y UN ADOQUÍN MODIFICADO CON CONCHAS
DE ABANICO A ESCALA

Área de Investigación:

Construcción y Materiales

Autor(es):

Br. Luna Usquiano, Dayane Gladys

Br. Rubio Calderón, Miguel Ángel

Jurado Evaluador:

Presidente: Vargas Lopez, Alfredo

Secretario: Salazar Perales, Alvaro

Vocal: Vertiz Malabrigo, Manuel

Asesor:

Medina Carbajal, Lucio Sigifredo

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5207-4421>

TRUJILLO – PERÚ

2021

Fecha de sustentación: 2022-05-13

DEDICATORIA

Esta tesis va dedicada a mi madre MARGARITA, USQUIANO ACOSTA, quien me brindo su apoyo incondicional en cada momento que la necesite siempre estuvo para darme esa palabra que me alentaban a seguir y no rendirme y a mi padre ABERTANO, LUNA BENITES, quien fue mi primer maestro la persona que me enseñó a escribir y me alentó a seguir mis sueños sin importar los límites.

A mis Hermanas, JOSY y EMELY quienes estuvieron conmigo a lo largo de mi carrera y no me dejaron caer me impulsaron a seguir adelante a lograr mis metas.

A mi tía MARCELA, USQUIANO ACOSTA, quien siempre me apoyo en mis decisiones y confió en mí.

A mi profesora EDITH CAMACHO GARCIA, quien partió de este mundo, pero siempre la llevare en mi corazón, me brindo su amor, cariño y bondad.

A mis Docentes y Amigos, quiero dedicar a todos lo que me enseñaron y contribuyeron con su granito de arena y compartieron toda su sabiduría gracias maestros.

Bach. Luna Usquiano, Dayane Gladys

Dedico este trabajo a mi padre ANGEL PRESBITERO, RUBIO FLORES quien me brindo su apoyo y deposito toda su confianza en mí, para de este modo lograr concluir mi carrera profesional. A mi madre JULIA, CALDERON RISCO quien me apoyo, dándome ánimos y no me dejo caer en los momentos cuando me sentía sin fuerzas para seguir y me brindo su amor incondicional.

A mi hermano y Hermanas, quienes me acompañaron en el transcurso de la carrera y confiaron en mí.

A mi familia en general, quienes me alentaron a poder seguir mi meta y no rendirme.

Bach. Rubio Calderón, Miguel Ángel

AGRADECIMIENTO

A mis padres MARGARITA, USQUIANO ACOSTA y ABERTANO, LUNA BENITES, gracias por confiar en mí, gracias por su amor incondicional y su apoyo, los amo mucho.

A mis hermanas JOSY y EMELY, gracias por su amor, cariño y paciencia, gracias por estar en los momentos menos agradables, y darme fuerzas para poder seguir.

A mi tía MARCELA, USQUIANO ACOSTA, gracias por el cariño y la confianza depositada. La quiero tía.

A mis Docentes, gracias por las enseñanzas que me brindaron, gracias por compartir toda su sabiduría, y gracias a mi asesor, quien estuvo con nosotros apoyándonos siempre.

Bach. Luna Usquiano, Dayane Gladys

Primero quiero agradecer a Dios, por brindarme su bendición en el transcurso de mi carrera.

A mis padres JULIA, CALDERON RISCO y ANGEL PRESBITERO, RUBIO FLORES, por brindarme la oportunidad de formarme profesionalmente con su arduo esfuerzo y sus valores, sé que tuvieron que pasar por muchas adversidades, no me alcanzaría las palabras de agradecimiento hacia ustedes y gracias por depositar toda su confianza en mí y creer en mis expectativas.

A mi hermano, Hermanas y toda mi familia en general, por brindarme su apoyo de una manera peculiar y gracias por sus buenos deseos y buena voluntad hacia mi persona.

A mis Maestros de la escuela de Ingeniería Civil, por formarme profesionalmente y brindarme su sabiduría, de modo muy especial, a mi asesor, quien es un gran amigo y ejemplo a seguir no solo profesionalmente sino también como persona.

Bach. Rubio Calderón, Miguel Ángel

RESUMEN

En el presente trabajo se analiza las propiedades mecánicas existentes de un adoquín convencional y se realiza la comparación de estas propiedades entre un adoquín que fue modificado con conchas de abanico. Se elaboraron adoquines sustituyendo diferentes porcentajes (8%, 10% y/o 15%) de agregado por conchas de abanico, de este modo buscamos que las propiedades mecánicas de este adoquín modificado sean superiores y destaquen más por su tiempo de vida útil que un adoquín convencional.

La metodología que se realizó, para la siguiente investigación es del tipo experimental, puesto que mediante ensayos se evaluó los resultados obtenidos, para esto primero denominamos a nuestros grupos de estudio en: Grupo de control y Grupo experimental, en el cual se usó como agregado a cierto porcentaje de conchas de abanico con relación al procedimiento de diseño del adoquín modificado y con el diseño del adoquín convencional, debido a que la concha de abanico posee un alto contenido de calcio, carbono y oxígeno CaCO_3 siendo estos uno de los componentes principales del cemento, por lo tanto al usarlo como agregado se espera obtener buenos resultados.

Se fabricó adoquines modificados cuyas dimensiones a escala 1/3 son de 6.67 centímetros para el largo, 3.33 centímetros para el ancho y 2.67 centímetros para su altura, cuyo curado se realizó en los 7 días iniciales para posteriormente realizar los correspondientes ensayos que solicita la norma E.070 (2020) que consiste en ensayos de alabeo, variación dimensional, absorción y resistencia a la compresión.

Los ensayos que se realizó a los adoquines con una sustitución de 15% de concha de abanico se obtuvo una resistencia a la compresión la cual supero la carga mínima que está establecido en la norma. En cuanto al resto de ensayos que son de absorción, alabeo y variación dimensional se obtuvo resultados que cumplen con lo establecido con la norma.

Por último, al grupo experimental o adoquines modificados con conchas de abanico se les hizo una comparación con el grupo de control o adoquín convencional tipo C, obteniendo resultados, con relación a la mínima resistencia que está establecida en la norma.

ABSTRACT

In the present work, the comparison of the mechanical properties between a conventional paver and a modified paver with fan shells is analyzed. Paving stones were made by substituting different percentages (8%, 10% and / or 15%) of aggregate for fan shells, in this way we seek that the mechanical properties of this modified paving stone are superior and stand out more for its useful life than a conventional paving stone.

The methodology that was carried out for the following research is of the experimental type, since the results obtained were evaluated through tests, for this we first called our study groups in: Control group and Experimental group, in which it was used as an aggregate a certain percentage of fan shells in relation to the modified paving stone design procedure and with the conventional paver design, because the fan shell has a high content of calcium, carbon and oxygen CaCO_3 , these being one of the main components of the cement, therefore when using it as an aggregate it is expected to obtain good results.

Modified paving stones were manufactured whose 1/3 scale dimensions are 6.67 cm long, 3.33 cm wide and 2.67 cm high, whose curing was carried out in the initial 7 days to later carry out the corresponding tests requested by the E.070 standard (2020) which consists of warping, dimensional variation, absorption and compressive strength tests.

The tests carried out on the pavers with a 15% substitution of fan shell obtained a resistance to compression which exceeded the minimum load established in the standard. As for the rest of the tests that are of absorption, warping and dimensional variation, results were obtained that comply with the provisions of the standard.

Finally, a comparison was made to the experimental group or modified pavers with fan shells with the control group or conventional type C pavers, obtaining results in relation to the minimum resistance that is established in the standard.

PRESENTACIÓN

Señores Miembros del jurado: De conformidad y en cumplimiento con los requisitos estipulados en el reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego y el Reglamento del Programa Académico de Tesis Asistida de la Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, ponemos a vuestra disposición la presente Tesis titulada: “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS ENTRE UN ADOQUÍN CONVENCIONAL Y UN ADOQUÍN MODIFICADO CON CONCHAS DE ABANICO A ESCALA” para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil.

La presente investigación se realizó con ayuda de la Norma E-070 del 2020 que corresponde a albañilería, Norma Técnica Peruana 399611 del 2017 que corresponde a unidades de albañilería adoquines de concreto para pavimento y la Norma Técnica CE-010 que corresponde a pavimentos urbanos y de este modo poder brindar una adecuada comparación entre un adoquín convencional y un adoquín modificado. Por otra parte, con la amplia experiencia de nuestro asesor y su apoyo y compromiso con la investigación se logró concluir de manera satisfactoria la presente investigación.

Los Autores.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO.....	5
RESUMEN	6
ABSTRACT	7
PRESENTACIÓN	8
ÍNDICE	9
ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS	11
I. Introducción.....	14
1.1. <i>Problema de investigación</i>	14
1.2. <i>Objetivos</i>	16
1.3. <i>Justificación del estudio</i>	16
II. Marco de referencia	18
2.1. <i>Antecedentes del estudio</i>	18
2.2. <i>Marco teórico</i>	22
2.2.1. <i>El Adoquín</i>	22
2.2.2. <i>Adoquines de Concreto</i>	23
2.2.3. <i>Ventajas de los Adoquines de concreto</i>	23
2.2.4. <i>Tipos de Adoquines:</i>	23
2.2.4.1. <i>Según su Forma:</i>	23
2.2.4.2. <i>Según su uso y/o diseño:</i>	25
2.2.5. <i>Fabricación de Adoquines y/o Bloques</i>	28
2.2.5.1. <i>Principales Componentes</i>	28
2.2.6. <i>Proceso de Elaboración</i>	31
2.2.7. <i>Método de Fabricación</i>	33
2.2.8. <i>Propiedades Mecánicas</i>	35

2.2.9.	<i>Adoquinado</i>	37
2.2.10.	<i>El Pavimento</i>	37
2.2.11.	<i>Tipos de Pavimentos</i>	37
2.2.12.	<i>Partes de un Pavimento Articulado o de Adoquín</i>	38
2.3.	<i>Marco conceptual</i>	39
2.4.	<i>Sistema de Hipótesis</i>	42
2.4.1.	<i>Variables e indicadores (cuadro de Operacionalización de variables)</i> . 42	
III.	<i>Metodología empleada</i>	43
3.1.	<i>Tipo y nivel de investigación</i>	43
3.2.	<i>Población y muestra de estudio</i>	43
3.2.1.	<i>Población</i>	43
3.2.2.	<i>Muestra</i>	43
3.3.	<i>Diseño de investigación</i>	43
3.4.	<i>Técnicas e instrumentos de investigación</i>	43
3.5.	<i>Procesamiento y análisis de datos</i>	44
IV.	<i>Presentación de resultados</i>	45
4.1.	<i>Análisis e interpretación de resultados</i>	45
4.1.1.	<i>Proceso de elaboración del Adoquín de concreto</i>	45
V.	<i>Discusión de resultados</i>	54
	<i>Conclusiones</i>	55
	<i>Recomendaciones</i>	56
	<i>Referencias bibliográficas</i>	57
	<i>Anexos</i>	59

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Figura 01: <i>adoquín rectangular</i>	23
Figura 02: <i>Adoquín bi-capa</i>	24
Figura 03: <i>Adoquín cuadrado</i>	24
Figura 04: <i>Adoquín gramoquinas</i>	25
Figura 05: <i>losetas táctiles</i>	25
Figura 06: <i>Tránsito Peatonal</i>	26
Figura 07: <i>Tránsito Ligero</i>	26
Figura 08: <i>Transito Medio</i>	27
Figura 09: <i>Carretera con dirección a la huaca del sol y la luna</i>	27
Figura 10: <i>Tránsito Pesado</i>	28
Figura 11: <i>Conchas de Abanico Entera y Triturada</i>	31
Figura 12: <i>Maquina de uso Manual para fabricar adoquines</i>	34
Figura 13: <i>Máquina de Adoquines semi-manual</i>	34
Figura 14: <i>Máquina Automática para la fabricación de adoquines</i>	35
Figura 14 <i>Máquina de compresión</i>	49
Figura 16 <i>Adoquín 8% de conchas de abanico VS Adoquín convencional</i>	51
Figura 17 <i>Adoquín 10% de conchas de abanico VS Adoquín convencional</i>	52
Figura 18 <i>Adoquín 15% de conchas de abanico VS Adoquín convencional</i>	53
Figura 19 <i>Lavado del molusco de concha de abanico</i>	59
Figura 20 <i>Realización de los moldes para los adoquines a escala</i>	59
Figura 21 <i>Triturado de las conchas de abanico, de manera artesanal</i>	60
Figura 22 <i>Selección del agregado en un recipiente</i>	60
Figura 23 <i>Selección del agregado a utilizarse</i>	61
Figura 24 <i>Tamizado de los agregados con ayuda del tamiz</i>	61
Figura 25 <i>Peso del agregado y conchas de abanico a utilizarse</i>	62
Figura 26 <i>Adición de las conchas de abanico trituradas</i>	62
Figura 27 <i>Mezclado de los agregados, para la elaboración del adoquín</i>	63
Figura 28 <i>Agregado de la mezcla en el molde</i>	63

Figura 29 <i>Vibración del concreto, manualmente.</i>	64
Figura 30 <i>Nivelación del adoquín modificado con conchas de abanico.</i>	64
Figura 31 <i>Secado de la muestra de adoquín a escala, a temperatura ambiente, y se hizo el curado durante los primero siete días.</i>	65
Figura 32 <i>Secado de los adoquines modificados con conchas de abanico a escala.</i>	65
Figura 33 <i>Peso seco de la M1 de adoquines con conchas de abanico a escala.</i>	66
Figura 34 <i>Peso seco de la M2 de adoquines con conchas de abanico a escala.</i>	66
Figura 35 <i>Peso seco de la M3 de adoquines con conchas de abanico a escala.</i>	67
Figura 36 <i>Peso seco de la M4 de adoquines con conchas de abanico a escala.</i>	67
Figura 37 <i>Peso seco de la M5 de adoquines con conchas de abanico a escala.</i>	68
Figura 38 <i>Absorción de la M1 de adoquines modificados con conchas de abanico a escala.</i>	68
Figura 39 <i>Absorción de la M2 de adoquines modificados con conchas de abanico a escala.</i>	69
Figura 40 <i>Absorción de la M3 de adoquines modificados con conchas de abanico a escala.</i>	69
Figura 41 <i>Absorción de la M4 de adoquines modificados con conchas de abanico a escala.</i>	70
Figura 42 <i>Absorción de la M5 de adoquines modificados con conchas de abanico a escala.</i>	70
Figura 43 <i>Peso saturado de la M1 de adoquines con conchas de abanico a escala.</i>	71
Figura 44 <i>Peso saturado de la M2 de adoquines con conchas de abanico a escala.</i>	71
Figura 45 <i>Peso saturado de la M3 de adoquines con conchas de abanico a escala.</i>	72
Figura 46 <i>Peso saturado de la M4 de adoquines con conchas de abanico a escala.</i>	72
Figura 47 <i>Peso saturado de la M5 de adoquines con conchas de abanico a escala.</i>	73
Figura 48 <i>Sometido a la máquina de compresión.</i>	73

Tabla 01: <i>Composición química del cemento portland tipo MS usado para esta investigación.</i>	29
Tabla 02: <i>Análisis Químico de la Concha de Abanico.</i>	31
Tabla 03: <i>Norma DIM 18501.</i>	36
Tabla 04: <i>Norma CII/USAC.</i>	36
Tabla 05: <i>Operacionalización de variables.</i>	42
Tabla 06 <i>Dosificación del concreto – en cantidades (m3).</i>	46
Tabla 07 <i>Dimensiones en húmedo diseño de mezclas (cemento, agua – conchas de abanico).</i>	46
Tabla 08 <i>Dimensiones seco diseño de mezclas (cemento, agua – conchas de abanico).</i> 46	
Tabla 09 <i>diferencia del dimensionamiento diseño de mezclas (cemento, agua – conchas de abanico).</i>	47
Tabla 10 <i>Promedio de longitudes de cemento, agua – cochas de abanico.</i>	47
Tabla 11 <i>Variación dimensional de cemento, agua – cochas de abanico.</i>	48
Tabla 12 <i>Ensayo de Alabeo de cemento, agua – cochas de abanico.</i>	48
Tabla 13 <i>Absorción de unidades de cemento, agua – cochas de abanico.</i>	49
Tabla 14 <i>Acortamiento por compresión en unidades (cemento, agua–8% de cochas de abanico).</i>	50
Tabla 15 <i>Acortamiento por compresión en unidades (cemento, agua–10% de cochas de abanico).</i>	50
Tabla 16 <i>Acortamiento por compresión en unidades (cemento, agua–15% de cochas de abanico).</i>	50
Tabla 17 <i>comparación de la resistencia a compresión (adoquín convencional y un adoquín con 8% de conchas de abanico).</i>	51
Tabla 18 <i>comparación de la resistencia a compresión (adoquín convencional y un adoquín con 10% de conchas de abanico).</i>	52
Tabla 19 <i>comparación de la resistencia a compresión (adoquín convencional y un adoquín con 15% de conchas de abanico).</i>	53

I. Introducción

1.1. Problema de investigación

El origen de los adoquines se inició con el empedrado hace aproximadamente más de 20 siglos atrás. Su surgimiento fue debido a que el hombre sentía la necesidad de contar con vías que fueran mucho más duraderas, se mantengan limpias y sean seguras, para que puedan desplazarse de forma más veloz para cualquier estación del año.

En el imperio romano los caminos que construyeron entrelazaron una extensa red por todo su territorio, conectándose no solo entre sí, sino también con la capital, además de sus ciudades principales y en los puestos militares que emplearon para la conquista de territorios nuevos; estos caminos o vías fueron seguras para el uso del comercio. Al principio fueron caminos construidos de manera simple; sin vegetación alguna a lo largo de la vía y cimientos rocosos los cuales lograron que los carros avancen con más facilidad, es decir mejoró el desplazamiento del ejército, luego empezaron a realizar varias mejoras en los caminos, sobre todo en los caminos que conectaban los puntos más relevantes.

Por este motivo en toda civilización desde tiempos antiguos ha existido la gran necesidad de contar con caminos que entrelacen distintos lugares y sean de una calidad excelente, ya que de esto dependía muchos aspectos necesarios para la civilización, el más importante y principal, se refiere al crecimiento económico. En consecuencia, cualquier nación que no posea suficientes vías y en perfectas condiciones, se verá limitado con respecto al crecimiento que esta pueda tener, por ello es muy necesario tener claro que las vías o caminos que conectan de un lugar a otro significa el emprendimiento principal para una sociedad.

Así pues, los adoquines fabricados a base de hormigón para emplear en los pavimentos originan una superficie muy resistente que son capaces de soportar las cargas producidas por el tránsito, también son de larga durabilidad, además se pueden fabricar adoquines con una gran variedad de formas y distintos colores para cuando sean empleados en una vía cause efectos estéticos que resultan agradables para los conductores y peatones.

Así mismo, mientras aumentan los avances tecnológicos y científicos acarrea consigo la producción de materiales nuevos, que tras un periodo de

tiempo se terminan convirtiendo en materiales contaminantes; a causa de esto se vuelve a generar una necesidad nueva que implica una solución que se debe resolver de forma correcta, con una apropiada distribución de los residuos y su adecuado reciclaje.

Hoy en día al Perú se le considera como uno de los principales países que exportan una gran cantidad de conchas de abanico. Aproximadamente se calcula una cantidad que esta entre los 200 a 300 toneladas métricas de conchas de abanico las cuales son exportadas en un año; es decir, los ingresos para el Perú se estima que son unos 100 millones de dólares, por otro lado, también puede originar oportunidades de trabajo para aproximadamente 45 mil personas que desempeñan y viven de esta actividad. (ANDINA, 2018, pg,1)

En Piura se localiza la bahía de Sechura la cual, es una zona de cultivo de este molusco y se considera una de las principales que existe a nivel nacional de entre aproximadamente una de las 20 mejores áreas de producción de conchas de abanico. (ANDINA, 2018, pg,1)

El desperdicio de conchas de abanico que producen las plantas de tratamiento ha llegado a tal grado que estos residuos van a parar a un botadero que en pocas veces es formal ya que la mayoría son botaderos informales por este motivo decimos que ocasionamos grandes daños contaminando el ambiente.

A consecuencia de esto, los vertederos de los residuos de estos moluscos se han convertido en un serio problema para el ambiente que se expande por todas las fronteras, es por ello que para disminuir el impacto que producen estos residuos se busca una solución a este problema con su buen aprovechamiento; las investigaciones existentes tienen como propósito la reutilización de estos residuos de conchas de abanico dentro del concreto. (FONDECYT, 2016, pg,1)

Frente a esta realidad por la que pasa una de nuestras ciudades hoy en día, debido a la gran cantidad de contaminación y desperdicio de conchas de abanico. La presente investigación busca contribuir con minimizar los desperdicios, para ello se añadirá un porcentaje de estos residuos a la mezcla del adoquín y luego se hará el análisis comparativo de las propiedades mecánicas de un adoquín modificado con conchas de abanico a escala entre un adoquín convencional.

1.2. Objetivos

Objetivo general

Realizar el análisis comparativo de las propiedades mecánicas entre un adoquín convencional y un adoquín modificado con conchas de abanico a escala.

Objetivos específicos

- Determinar las características de la concha de abanico mediante un análisis físico-químico.
- Determinar la dosificación de la mezcla añadiendo las partículas de concha de abanico utilizando la Norma técnica E-060 y tomando en cuenta las características que poseen los agregados.
- Elaborar prototipos de adoquines artesanal a escala 1/3 es 6.67x3.33x2.67cm.
- Determinar la resistencia a compresión del adoquín convencional y del adoquín modificado con diferentes porcentajes (8%, 10% y/o 15%) de conchas de abanico.
- Comparar los resultados obtenidos de los bloques patrón (adoquín que no tiene adición de conchas de abanico) y un adoquín modificado (adoquín con adición de conchas de abanico).

1.3. Justificación del estudio

La investigación presente procura realizar una comparación de las propiedades mecánicas que posee un adoquín convencional y un adoquín modificado con conchas de abanico, lo cual generará la reutilización de los residuos que son producidos por estos moluscos y de este modo contribuir con la reducción de los residuos de las mismas, esto se realizará en determinados porcentajes para una mejor resistencia del adoquín, la presente investigación es conveniente porque tiene una resistencia superior en las propiedades que tiene el adoquín modificado, como son el aumento de su dureza y mayor resistencia, a comparación con el adoquín convencional o llamado también tradicional y pretende poder incrementar el conocimiento de la incorporación de la concha de abanico en el adoquín Asia otras investigaciones con algún agregado adicional de la concha de abanico, en la relevancia social que tendrá la presente investigación

es el poder elaborar un adoquín que nos brinde una sostenibilidad ambiental, teniendo en cuenta las tres erres conocido también como Reducir, Reutilizar y Reciclar, lo que también se quiere que sea accesible a los pobladores y no solo sea adquirido por empresas grandes, los beneficios de la presente investigación es que se mejorara las propiedades mecánicas del adoquín modificado con la incorporación de la concha de abanico para tener una mejor resistencia, lo cual brindara mejores calles con adoquines para los pobladores y peatones que pasen por la zona de estudio y aun bajo costo, por otra parte busca el mejorar el reciclaje de una forma apropiada y que esto contribuya así a la sociedad, también nos ayudara a resolver la problemática de los desperdicios de las conchas de abanico porque hoy en día es considerado uno de los problemas de contaminación más altos, mayormente en la ciudad de Piura, por otra parte la presente investigación en lo practico pretende ayudar a la disminución de contaminación y reciclaje, mediante la elaboración de dichos adoquines con agregado de concha de abanico esto ayudara a que las zonas más pobres del país los cuales se requiere que cuenten con sus vías, calles, veredas y parques, entre otros, para una mejor calidad de las mismas, y con ello también se busca poder implementar la incorporación de una planta de adoquines que se especialice en la fabricación de adoquines, para que su producción sea masiva y así poder elaborar en gran cantidad, los adoquines y que su distribución no solo se limite en el nivel local y nacional del país, sino también en el ámbito internacional, para poder posicionar al Perú como uno de los principales distribuidores de estos adoquines modificados.

II. Marco de referencia

2.1. Antecedentes del estudio

Internacional

Montiel, J. (2017) emplearon el uso de agregados reciclados para la fabricación de adoquines que se puedan utilizar en la pavimentación de calles, avenidas y pasos peatonales, está ubicado en la ciudad de México, cuya finalidad es poder realizar una investigación teórica – experimental, en el cual se muestre la factibilidad de la incorporación de agregados reciclables para la fabricación de adoquines, esto se realizó con ayuda de la determinación eficiente de los ensayos realizados en el laboratorio de los adoquines con agregado reciclable, también el poder agregar una opción adicional para la integración de los productos reciclables a partir del tratamiento de RCD. Se empleo el análisis de granulometría para poder clasificar el análisis granulométrico, con la aplicación de las normas NMX-C-077-ONNCCE-1997 - NMX-C-11-ONNCCE-2004, también poder realizar la correcta ampliación de las normas ya mencionadas y otras para los posteriores análisis, para el peso volumétrico obtuvimos que en la resistencia de diseño de 250, en la muestra CARYC-4 se tuvo un promedio de 1791.67 kg/cm² y en el caso de la resistencia de 420 en la muestra CAR-2 se obtuvo un promedio de 2000.00 kg/cm², la resistencia a la compresión de realizo en los 14 días hasta los 90 días el cual presento una resistencia de diseño de 480 kg/cm². De esta forma se concluyó que para la fabricación e incorporación de algún agregado reciclaje se debe realizar los estudios necesarios para poder conocer las características a más detalle del agregado a utilizarse. Este proyecto tiene como aporte que hay que tener cuidado al momento de triturar las conchas de abanico, debido a que la forma y tamaño de los agregados que serán producidos poseen un papel muy importante en el proceso de la fabricación de concreto, pues la fluidez, resistencia y trabajabilidad del concreto depende de ello. La granulometría de los materiales debe estar conforme lo especifica la norma vigente, pues solo de esta manera es como se va a lograr conseguir un concreto de calidad buena.

Morales, J. Suaste, D. y Avila, A. (2017) diseñaron una mezcla con materiales reciclados para la producción de adoquines, está ubicado en la ciudad de México, cuya finalidad es poder determinar la mezcla ideal con la incorporación de materiales reciclados para la producción de adoquines, mediante la realización de pruebas de compresión de acuerdo a lo señalado en la norma, también dar a saber la realidad de contaminación que son ocasionados por los residuos de construcción en la ciudad y con ello poder contribuir para una mejor solución, por otro lado fomentaron la cultura de reciclaje y la reducción de los desechos con ello poder darles un mejor uso, determinaron las ventajas que se tendrían con estos pavimentos de adoquines reciclados los cuales son comparados con los adoquines convencionales, en la muestra de la probeta N°03 se obtuvo una incorporación del 42.4% de agregado grueso, un 26.35% de agregado fino y un 5% de agregado reciclable el cual nos dio una carga máxima de 90.40Kg/cm² y un esfuerzo máximo de 8.86 MPa. De esta forma se concluyó que los adoquines sometidos a las pruebas de resistencia de acuerdo a la norma, estos podrían emplearse en parques en áreas recreativas y también como un material de decoración en donde la demanda sea solo uso peatonal. Este proyecto tiene como aporte el descubrimiento de propuestas nuevas para las mezclas, esto sin ninguna duda despliega una gran perspectiva para cooperar con la fabricación de materiales de construcción que sean nuevos y elaborados con materiales que son reciclados. Los adoquines fabricados con materiales reciclados podrían ser utilizados en áreas recreativas, parques, etc.

Nacional

Seminario, R. Chorres, K. Rivas, R. Gonzalo, R. y Sota, D. (2018) Propusieron un diseño de una planta productora de adoquines con agregados de conchas de abanico. está ubicado en la ciudad de Piura, cuya finalidad es poder implementar una planta productora de adoquines con el agregado de conchas de abanico, para llevar a cabo la propuesta se realizó el estudio de la situación actual de la industria de adoquines a nivel internacional, nacional y local, y ubicando las principales empresas comercializadoras a nivel internacional y nacional, la metodología empleada fue el diseño de investigación de mercado, con ello se realizó un diseño de proceso, en ello se tuvo en cuenta la maquinaria y

herramientas a utilizarse, en el Perú se encontró que mas de 130 locales asociados ofrecen los productos de adoquines de concreto con las medidas de 4,6 y 8. En el año 2016 en Piura se obtuvo un crecimiento en la demanda de adoquines, este proyecto es viable ya que en el ámbito legal cumple con las especificaciones dadas en las Normas Técnicas Peruanas para la elaboración y/o fabricación de adoquines. En cuanto al aspecto social, este proyecto busca generar más lugares y oportunidades de trabajo para los pobladores que están en el radio de la zona. En el aspecto económico, se prevé que el proyecto genera ganancias desde el primer año, el lapso de tiempo para recuperar la inversión de inicio es de 3 años así mismo es rentable porque cuenta con un TIR de 31%. De esta forma se concluyó que la implementación de la fábrica de adoquines, tendría una acogida a nivel nacional y en el ámbito económico sería más accesible, porque en el estudio de mercado en el sector público la aceptación del producto es un 60%, este dato refuerza la viabilidad del estudio. Este proyecto tiene como aporte la viabilidad y resistencia del adoquín incorporando el agregado de conchas de abanico, esto ayudara al sector construcción y social, también es una propuesta amigable con el medio ambiente.

Ortiz, M. & Mariel, E. (2019) evaluaron la Influencia de la sustitución del agregado fino por conchas de abanico trituradas en la resistencia a compresión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$. está ubicado en la ciudad de Chiclayo, cuya finalidad es poder evaluar la influencia de la sustitución de agregado fino por conchas de abanico en la resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$, se identificó las propiedades físico-químico de las conchas de abanico trituradas, determinaron el diseño de mezcla con el patrón de mezcla de $f'c=210\text{kg/cm}^2$, con cemento Tipo MS y realizaron los ensayos de concreto sustituyendo en 5%,10%, 15% y 30% de agregado de concha de abanico, para la ejecución del proyecto se empleó la metodología de los ensayos de la norma técnica peruana nos establece, como es el limite de granulometría, limite admisible de agua y los ensayos de compresión a la muestra, para poder realizar la compresión se hizo un curado de 7,14 y 28 días. De esta forma se concluyó en el análisis granulométrico obteniendo un módulo de fineza de 2.99 y en el análisis químico el residuo de concha de abanico contiene un 80.4 % de calcio, pH de 9.97 y un porcentaje de absorción de 1.63%.

realizaron la comparación para observar la variación de las resistencias, las sustituciones al 5% y 10% lograron mejorar la resistencia a los veintiocho días de 218.3 kg/cm² y 220.5kg/cm², a comparación que con las sustituciones del 15% y 30% que se observó una reducción en la resistencia referente a la mezcla patrón. También, se analizó cual sería la sustitución más óptima para el diseño ideal de la mezcla y esta fue del 12% adquiriendo a los 28 días una resistencias de 211.77 kg/cm². Este proyecto tiene como aporte la sostenibilidad y efectividad del adoquín al incorporarse el agregado de conchas de abanico, en los tamaños estudiados.

Local

Huayta, J. (2019) analizo la comparación entre la resistencia a la compresión del concreto fabricado de manera tradicional y un concreto que fue modificado con cal de conchas de abanico. está ubicado en la ciudad de Trujillo, cuya finalidad es evaluar que efecto tiene la cal de conchas de abanico para la resistencia a compresión del concreto de $f'c=175\text{kg/cm}^2$, se determinó las propiedades químicas de las conchas de abanico, también determinó las propiedades físicas y se realizó el diseño de mezcla teniendo en cuenta el método ACI, por otro lado de determino la resistencia de compresión del concreto tradicional y un concreto modificado con 3%, 4% y 5% de cal de conchas de abanico, por último se hizo la comparación de resistencias entre un concreto tradicional y un concreto modificado con cal de conchas de abanico mediante un análisis estadístico. De esta forma se concluyó que los compuestos químicos predominantes en la cal de conchas de abanico son un (52.5%) de calcio y (44.71%) de oxígeno. Los agregados cumplen con lo especificado en las NTP y su adecuado uso para la fabricación de concreto, por medio de la metodología ACI se identificaron las cantidades de los materiales y estas son 1:2.2:2.6/26.1; para el cemento, agregado fino, agregado grueso y agua respectivamente. Este proyecto tiene como aporte que el concreto tradicional es menos resistente en comparación con un concreto modificado con cal de conchas de abanico el cual a los 14 y 28 días de curado supero la resistencia de diseño. Hay significativas diferencias para la resistencia del concreto a la compresión entre el grupo patrón

que es el concreto tradicional y el grupo experimental que es el concreto modificado con 5% de Cal de Conchas de Abanico, a los 14 días de curado.

Akarley, D. & Florian, C. (2019) investigaron las características de las propiedades de unidades de albañilería y muretes conformados por bloques de concreto en adición de conchas de abanico. está ubicado en la ciudad de Trujillo, cuya finalidad es determinar las características de las propiedades de unidad de albañilería y muretes por bloques de concreto en adición de conchas de abanico, determinaron la dosificación de mezcla con la incorporación de conchas de abanico trituradas mediante el método del ACI 211.1 y consideraron las características de los agregados , se elaboró los prototipos de bloques de concreto artesanalmente con las medidas de 39x19x14cm, realizaron las pruebas experimentales empleando la norma E-070, . De esta forma se concluyó que el bloque al que se le adiciono un 16% de concha de abanico, alcanzo a los 28 días de curado una resistencia a la compresión de 26.475 kg/cm² y a diferencia con el bloque al que se le adiciono un 20% de concha de abanico, tan solo logro alcanzar a los 28 días de curado una resistencia a la compresión de 20.86 kg/cm² en comparación con el bloque patrón que tiene una resistencia a la compresión de 22.89kg/cm². Este proyecto tiene como aporte la viabilidad de los proyectos con agregados de conchas de abanico ya que estos son resistentes para el ámbito de tránsito sin embargo para la implementación de muretes aun faltaría poder indagar más en las propiedades del agregado.

2.2. Marco teórico

2.2.1. El Adoquín

Generalmente cuando se trata de adoquines nos referimos a este con el nombre de bloque. Y pues dicha referencia no está mal debido a que en árabe hispánico significa “piedra escuadrada” que a su vez también significa “piedra labrada” normalmente de forma rectangular con sus longitudes y anchos uniformes; sus espesores son variados. Los adoquines se emplearon desde épocas antiguas, principalmente en la construcción de pavimentos para los caminos que conectaban a las principales ciudades.

2.2.2. Adoquines de Concreto

Son bloques macizos prefabricados y hasta la actualidad existen de diferentes colores y formas; el adoquín de concreto se compone en la mayoría de los casos por cemento, agregados y agua por medio de un procedimiento de vibro compactación.

2.2.3. Ventajas de los Adoquines de concreto

Se instalan de manera rápida y fácil solo es necesario contar con la mano de obra calificada y eso significa más puestos de empleo para las personas que se dedican a esto, cuando empleamos estos bloques no hay mucha preocupación por la pérdida de materiales al momento de realizar arreglos debido a que la obra es resistente, de buen estético y seguro para que el tránsito sea más rápido ya que cuenta con una superficie áspera, además posee un excelente comportamiento en épocas de lluvia.

2.2.4. Tipos de Adoquines:

2.2.4.1. Según su Forma:

a) Adoquín rectangular

Los adoquines rectangulares son empleados en el norte del Perú con mayor frecuencia para sus obras de pavimentación. Es por ello que se fabrican adoquines rectangulares de diferentes colores entre los más conocidos son (color natural, negro, naranja, amarillo y rojo) y diferentes espesores como se especifica a continuación:

- Para uso de tránsito peatonal (20x10x4cm)
- Para uso de tránsito vehicular ligero (20x10x6cm)
- Para uso de tránsito vehicular pesado (20x10x8cm)

Figura 01: *adoquín rectangular.*



Fuente: archdaly Perú

b) Adoquín bi-capa

En el Perú el adoquín bi-capa, son los primeros de su tipo, estos adoquines también cuentan con la mismas características, la misma funcionalidad y se los puede encontrar con las mismas dimensiones que las de un adoquín rectangular; lo que le hace diferente de un adoquín rectangular es que solo en la superficie lleva el color artificial, es por ello que el adoquín bi-capa es más económico ya que su costo es menor.

Figura 02: Adoquín bi-capa



Fuente: Jorge Fernández (adoquines bicapa rojo)

c) Adoquín cuadrado

En cuanto a los adoquines cuadrados, el color y su uso son similares a los que poseen los adoquines rectangulares, lo único que diferencia a un adoquín cuadrado de un adoquín rectangular son sus dimensiones, al adoquín cuadrado lo encontramos con las siguientes medidas (20x20x8cm), (20x20x6cm), (20x20x4cm) (10x10x8cm), (10x10x6cm), (10x10x4cm).

Figura 03: Adoquín cuadrado.



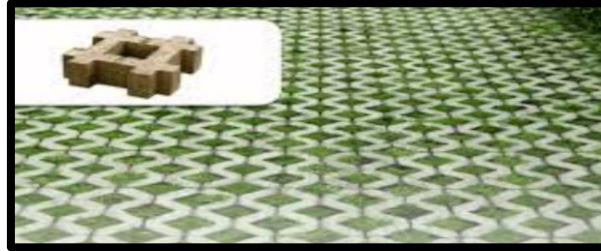
Fuente: HV mecamblock.sas

d) Gramoquín

Estos son bloques de concreto, debido a la forma de prisma y rejilla se emplea en la jardinería ya que permite que el césped crezca brindándole mayor estética, pero también suele usarse en zonas de parqueos y estacionamiento ya que es capaz de resistir el tránsito peatonal y vehicular liviano. El ancho y largo de este adoquín son iguales y los encuentras desde los 20 cm a 40 cm y esta

aumenta en 5 cm, mientras que el espesor es uniforme, para el tránsito peatonal es de 6 cm y para el tránsito vehicular liviano es de 8 cm.

Figura 04: Adoquín gramoquinas.



Fuente: metroblock

e) Losetas táctiles

Conocidas como Losetas de prevención y guía por su superficie sobresaliente son utilizados para orientar el tránsito de personas minusválidas o invidentes, se los encuentra instalados en lugares de paso peatonal, borde de alcantarillas, veredas y plazas. Poseen una superficie que es antideslizante para brindar mayor seguridad y podemos encontrarlas de la siguiente medida (30x30x3cm).

Figura 05: losetas táctiles.



Fuente: baldoni

2.2.4.2. Según su uso y/o diseño:

a) Tipo A “para tránsito peatonal”

El adoquín de tipo A, se emplea en las veredas, parques, alamedas, malecones, plazas, patios, bulevares, terrazas, etc. Este adoquín al ser para tránsito peatonal sus dimensiones tiene las siguientes medidas (20x10x4cm), llega a pesar aproximadamente 1.8 Kg, cuenta con una mínima resistencia de 249.83 Kg/cm² y para un metro cuadrado m² se usan un total de 50 unidades de

este tipo de adoquines, los colores para este tipo de adoquín son (el natural, el negro, el amarillo, el rojo y el plomo).

Figura 06: *Tránsito Peatonal.*



Fuente: www.pacasmayo.com.pe

b) Tipo B “para tránsito ligero”

El adoquín de tipo B, se emplea en bermas centrales y laterales, condominios, habitaciones urbanas privadas, vías internas en urbanizaciones calles y avenidas. Este adoquín como es para tránsito ligero sus dimensiones tienen las siguientes medidas (20x10x6cm), llegando a pesar aproximadamente 2.5 Kg, cuenta con una mínima resistencia de 336.51 Kg/cm², para un metro cuadrado m² se usa un total de 50 unidades de adoquín tipo B y se puede observar que su uso de máxima frecuencia es de hasta 20 tráileres por día de carga 32 a 35 Tn por unidad, los colores para este tipo de adoquines son (natural, negro, amarillo, rojo, plomo).

Figura 07: *Tránsito Ligero.*



Fuente: www.pacasmayo.com.pe

c) Tipo C “para tránsito medio”

El adoquín de tipo C, se emplea en patios y plataformas de aeropuertos, terminales terrestres, zonas de carga y zonas donde existan cargas muy altas, incluso si se trata de vehículos que están montados sobre orugas. Este adoquín como es para uso de tránsito medio sus dimensiones tiene las siguientes medidas (20x10x8cm), llega a pesar aproximadamente 3.5 Kg, cuenta con una mínima resistencia de 404.83 Kg/cm², para un metro cuadrado m² se usa un total de 50 unidades de este tipo adoquín y los colores con que se fabrica son los mismos que se mencionan en los anteriores tipos de adoquín.

Figura 08: *Transito Medio.*



Fuente: www.pacasmayo.com.pe

Figura 09: *Carretera con dirección a la huaca del sol y la luna.*



Fuente: www.pacasmayo.com.pe

d) Tipo D “para tránsito Pesado”

El adoquín de tipo D, se emplea en las zonas de pavimentación de los patios de contenedores. Las dimensiones para este tipo de adoquín son de las siguientes medidas (20x10x10cm), cuenta con una mínima resistencia de 509.86Kg/cm², en un metro cuadrado m² se usa un total de 50 unidades de este tipo de adoquín, a este tipo de adoquín se le encuentra solo en color natural.

Figura 10: Tránsito Pesado.



Fuente: www.pacasmayo.com.pe

2.2.5. Fabricación de Adoquines y/o Bloques

2.2.5.1. Principales Componentes

El Cemento

Desde su invención el cemento es uno de los materiales más importantes para el sector construcción ya que se logra producir muchas toneladas de este material al año.

Con el paso de los años el sector construcción ha incrementado su crecimiento radicalmente. De modo que, el material más empleado en casi todas las obras de construcción viene a ser el (concreto y mortero de cemento), en vista de que es un material que resulta más económico, los países buscan crecer mejorando sus infraestructuras, es por ello que el consumo de este material es de mayor frecuencia. A causa de esto mientras pasan los años, el cemento seguirá siendo el material más usado ya que posee propiedades físicas muy útiles y son (la resistencia, la durabilidad, la trabajabilidad y el fraguado). Este material es impulsador de industrias productoras de cemento y fuente de demanda de productos y servicios de otras industrias. El cemento Portland es una sustancia

adhesiva y se le entiende como “cementante”, tiene la capacidad de unir masas de materiales o fragmentos y conjuntarlos en uno solo.

Los cementos inorgánicos definidos de otra manera son materiales en polvo, que, al reaccionar con agua, alguna solución acuosa de un reactante adecuado o cualquier otro líquido empieza a producir reacciones químicas que se ven asociadas a una determinada relación de líquido/sólido, logrando formar una estructura firme. (Moreno Palacios, 2017)

Mediante la calcinación de la piedra caliza, la arcilla y después de que se hayan realizado todas las reacciones de los compuestos de cada uno de los materiales, obtenemos como resultado el Clinker del cemento portland.

Tabla 01: *Composición química del cemento portland tipo MS usado para esta investigación.*

Material	Óxido de Magnesio	Óxido de Aluminio	Óxido de Calcio	Dióxido de Silicio	Otros
Símbolo	MgO	Al ₂ O ₃	CaO	SiO ₂	
Cantidad en (%)	10%	11%	36%	37%	6%

Nota. La Tabla presentada muestra la simbología y porcentaje de cada material que se emplea. Tomado de Cemento y sus aplicaciones, Cementos Pacasmayo SAA. (2012).

Los Agregados:

Los agregados para la elaboración del concreto deben cumplir con las especificaciones de la NTP correspondiente. Los agregados que incumplan con los requisitos mostrados en la NTP, solo se usaran siempre y cuando el constructor demuestre, mediante ensayos y por experiencia adquirida en obra, que dichos agregados si dan origen a un concreto con la resistencia y la durabilidad requerida. (NTP-E0.60, 2019)

El agregado fino se manejará como material independiente del agregado grueso. Tanto el agregado fino como el grueso deberán ser procesados, trasladados, manipulados, guardados en un almacén y pesados de forma que sea mínima la pérdida de finos, además deben mantener su uniformidad, también no deben contaminarse por extrañas sustancias y que no presenten alguna rotura o segregación importante en ellos. (NTP-E0.60, 2019)

El agregado fino puede ser la arena natural o manufacturada, o incluso ambas que están combinadas. Las partículas deben ser limpias, con perfiles angulares, compactos, resistentes y duros. No debe contener materia orgánica, partículas escamosas u otras sustancias que sean dañinas. El agregado grueso puede ser la grava natural o triturada. Las partículas deben ser limpias, con perfil semi-angular o angular, compactas, resistentes, duras y de textura especialmente rugosa; no deberá contener materia orgánica, partículas escamosas u otras sustancias que sean dañinas. (NT-E0.60, 2019).

El Agua:

El agua es la sustancia que se encuentra en estado líquido con una densidad equivalente a uno, se representa por la fórmula química H_2O , aunque también es común encontrar esta sustancia en estado sólido al cual se le conoce como “hielo” y en el estado gaseoso se le conoce como “vapor”. Esta sustancia existe en abundancia en nuestro planeta por eso es la esencia principal del 70% de la vida que existe en la superficie terrestre, es decir es la esencia para la vida humana, la flora y la fauna del planeta. El agua para el sector construcción es el elemento principal para una buena trabajabilidad de la mezcla de cemento, además se usa para mojar algunos materiales que son requeridos en obra para obtener buena manejabilidad y excelentes resultados para cualquier construcción.

Las Conchas de Abanico:

Científicamente es conocido con el nombre de “Argopecten purpuratos”, esta especie de moluscos habita en aguas costeras a una temperatura que varía de 13° a $28^{\circ}C$ y a una profundidad que esta entre los 5 a 30 metros, Las conchas de abanico se caracterizan por ser moluscos filtradores de 2 placas. su temperatura varía entre los 13° - $28^{\circ}C$.

La concha de abanico se debe triturar manteniendo una forma angular, con algunas partículas de forma laminar las cuales provienen de las fibras desprendidas. En cuanto a la textura se debe mantener igual a como se encuentra en su estado natural. Por su textura y forma se espera que la mezcla de cemento requerido sea mayor al de la arena. Se estima que la resistencia no baje de manera significativa por el efecto trabazón. (Saavedra, 2016)

Varios estudios realizados llegan a concordar que los residuos crustáceos en su totalidad son conformados por carbonato de calcio que varía de

90% a 98%, esto también dependerá del tipo de concha que será analizada (WEN-TEN, 2013).

Es por este motivo que a la mayoría de este tipo de residuos naturales se les considera como si fueran calcarías, pero en realidad no son iguales a dichas rocas.

Figura 11: Conchas de Abanico Entera y Triturada.



Fuente: Propia.

Tabla 02: Análisis Químico de la Concha de Abanico.

Parámetros	pH	CaCO ₃	SiO ₂	CaCO	Cl-cloruros	Mg ²⁺	Residuos
Medición	9.89%	35.56%	12.13%	25.67%	0.24%	3000ppm	26.40%

Nota. La Tabla presentada muestra los parámetros y medición del análisis químico de la concha de abanico. Tomado de LASACI.

2.2.6. Proceso de Elaboración

La Dosificación

Para iniciar la fabricación de un adoquín primero se debe determinar la dosificación que se requerirá y es necesaria para que al momento de emplear los materiales sea de la forma más óptima y de esta manera obtener un producto final el cual cumpla con la mayoría de las propiedades necesarias.

Este proyecto busca sustituir el 15% de los agregados por partículas trituradas de conchas de abanico. El agua necesaria no está cuantificada ni especificada, debido a que esto dependerá de la humedad que contengan los materiales a emplearse, es por ello que el agua se agregara hasta que observemos la mezcla deseada de concreto.

El Mezclado

Luego de contar con la dosificación que se requiere, se pone en marcha el proceso de mezclar mecánicamente los agregados, estos agregados también se pueden mezclar manualmente pero no se recomienda hacerlo debido a que no se logra obtener la uniformidad que se requiere y eso va a afectar directamente a la resistencia del producto disminuyéndola hasta un 50% a comparación de la resistencia que se obtiene mediante el mezclado mecánico.

Para realizar el mezclado mecánicamente procedemos con la colocación del cemento conjuntamente con los agregados en la mezcladora según la dosificación que se especifique hasta llegar a una mezcla uniforme y luego de eso se agrega el agua necesaria para obtener la mezcla deseada.

Lo que se recomienda para el mezclado es que los materiales no deben permanecer durante mucho tiempo dentro de la mezcladora, de este modo se puede evitar que la mezcla presente inicios de fraguado o termine secándose.

El Modelado

Para el modelado debe emplearse moldes en buen estado y sobre todo bien limpios, debajo de los moldes se puede instalar un tablero el cual servirá de contenedor para los adoquines. Los moldes antes de llenarlos de mezcla deben estar previamente cubierto con aceite quemado o Diesel, con respecto al tiempo de vibración y compactación a emplear generalmente es de aproximadamente 12 segundos, cabe resaltar que el vibrado es quien cumple una función de suma importancia debido a que contribuye a las características del concreto que son la impermeabilidad, el desmolde de manera más fácil, etc.

Después observamos que existen rastros de material excedente y entonces procedemos a retirarlo manualmente de encima del molde con ayuda de una barra o regla, finalmente nos disponemos a desmoldar el adoquín con mucho cuidado para que este no vaya a sufrir alguna fracturar y tampoco se deforme.

El Secado

Seguidamente luego del desmoldeo se colocan los adoquines en el área designada para su secado, para ello dicha área debe proteger a los adoquines de los rayos del sol y del viento para poder evitar que el agua que está contenida en el bloque se evapore, deteniendo de este modo el fraguado, este proceso de

secado debe durar aproximadamente de 4 a 8 horas y se recomienda no mover inmediatamente los adoquines al día siguiente de su fabricación.

El Curado

El curado consta en mojar con frecuencia a los adoquines aparentando que es una llovizna de baja intensidad con el propósito de conservar la humedad en igualdad a la reacción química que produce el cemento con el agua para adquirir una resistencia necesaria; en esta etapa es necesario que los adoquines estén separados de tal modo que sea factible humedecer todos sus lados; a los 7 días de su fabricación estos bloques adquieren su resistencia, pero es a los 28 días donde se desarrolla el 80% de la resistencia especificada, claro todo esto se observara si se ha efectuado un buen proceso de curado.

El Almacenamiento y su transporte

El transporte de los adoquines no se realiza al día siguiente de su fabricación, es preferible esperar los 7 primeros días para transportarlos al almacén. El almacenamiento de los adoquines se recomienda que sea en una zona limpia y nivelada, así mismo, donde no estén expuestos al sol, fuertes vientos y lluvia, todo esto hará que los adoquines continúen secando poco a poco, en el caso de no contar con un almacén con las condiciones requeridas se procederá a tapar los adoquines con lonas o plástico.

La Recepción del adoquín en obra

En una obra el encargado de recepcionar los adoquines deberá verificar el estado en que se encuentran es decir que no tenga ninguna fisura o fractura, su fecha de fabricación, si muestra buena apariencia, constatar si son del color adecuado y además que estén limpios; para de este modo recién proceder a descargar los elementos y ponerlos a disposición de la obra.

2.2.7. Método de Fabricación

El Método Manual

El método manual hoy en día observamos que se utiliza demasiado poco y esto se debe principalmente por que el producto final que se obtiene en ocasiones no logra cumplir con las especificaciones necesarias y/o requeridas, tanto es así que muy pocas veces satisface con lo indicado en la norma de

calidad; dicho de otro modo, mayormente este método es empleado sin algún tipo de control de calidad. Este método para fabricar adoquines es más común observarlo que se utiliza en las zonas rurales.

Figura 12: *Máquina de uso Manual para fabricar adoquines.*



Fuente: http://servicios.corferias.com/stand_virtual/exhibicion.cmf?stand=9810.

El Método Semi – manual

Este método es más empleado en Ecuador, y recibe el nombre de “semi – manual” debido a que los trabajadores realizan varios procesos, dentro de estos procesos tenemos a la dosificación la cual es hecha manualmente, luego se procede a colocar los materiales dosificados a emplear dentro de la mezcladora y el producto final que se obtiene es de buena calidad, es decir logra cumplir con lo especificado en las normas de calidad para adoquines.

Figura 13: *Máquina de Adoquines semi-manual.*



Fuente: <http://ciudaddeguatemala.olx.comgt/maquinas-para-block-automaticas-y-manuales-fabricamos-iiid-461161200>.

El Método Automático

El método automático es el más empleado internacionalmente, aunque en nuestro país actualmente se usa muy poco, debido a que es necesario una maquinaria costosa y no todos los fabricantes de adoquines cuentan con esta maquinaria. En este método no es necesario contar con la intervención de muchos trabajadores durante la fabricación de los adoquines, el producto final que se obtiene es de una buena calidad y además logra cumplir con las especificaciones de todas las normas que son necesarias.

Figura 14: Máquina Automática para la fabricación de adoquines.



Fuente: http://azuay.quebarato.com.ec/gualaceo/maquina-de-bloques-bloquera-adoquinera-automatica_9635BE.html.

2.2.8. Propiedades Mecánicas

Esfuerzo a la rotura:

- **Esfuerzo a la flexión:**

De acuerdo con la norma DIM 18501, la norma COGUANOR NGO 41086 y según estudio realizados del CII/USAC nos indica que para hallar el esfuerzo a la flexión se emplea la siguiente formula.

$$\sigma_{flex} = 3PL / 2BH^2$$

σ_{flex} = Esfuerzo a la flexión (Kg/cm²).

P = Carga de ruptura (Kg).

L = Distancia entre los ejes de apoyo (cm).

B = Longitud del eje menor del rectángulo (cm).

H = Altura del adoquín (cm).

0.0980665 = Factor de Conversión de Kg/cm² a MPa

- **Esfuerzo a la compresión**

Según las normas mencionadas en el esfuerzo a la flexión también nos indican que para hallar el esfuerzo a la compresión es necesario aplicar la siguiente formula.

$$\sigma_{comp} = e[3.89486 + 0.03417(\sigma_{flex})]$$

σ_{comp} = Esfuerzo a la Compresión (Kg/cm²).

σ_{flex} = Esfuerzo a la Flexión (Kg/cm²).

20,0980665 = Factor de Conversión de Kg/cm² a MPa.

Los resultados obtenidos sobre los adoquines deben poder cumplir con los requisitos especificados en las normas DIM 18501 y CII/USAC:

Tabla 03: Norma DIM 18501.

Tamaño	Ancho +- 3mm	Largo +- 3mm	Alto +- 5mm
1	160	160	140
2	160	240	140
3	160	160	120
4	160	240	120
5	100	200	100
6	100	100	80

Nota. La Tabla presentada muestra los diversos tamaños con sus respectivas dimensiones correspondientes. Tomado de control de calidad de adoquines de concreto, 2016.

Tabla 04: Norma CII/USAC.

Tipo de Tráfico	Módulo de Ruptura Kg/cm ²	Compresión Kg/cm ²
Vehicular Liviano	42	210
Vehicular Pesado	51	280

Nota. La Tabla presentada muestra el tipo de tráfico con su respectivo módulo de ruptura y su compresión correspondiente. Tomado de control de calidad de adoquines de concreto, 2016.

- **Ensayo de Absorción:**

Para realizar el ensayo de absorción se debe contar por lo mínimo con una cantidad de 3 a 5 adoquines teniendo en cuenta las especificaciones de la Norma Técnica Peruana 339.604.

$$\text{Absorción (\%)} = (A-B)/B \times 100$$

A= Masa Húmeda de la muestra (Kg).

B= Masa Seca de la muestra (Kg).

2.2.9. Adoquinado

Una ciudad comienza a sobresalir en cuanto a su crecimiento y se vuelve más importante cuando cuenta con vías de acceso hacia ella, el adoquinado no solo brinda una mejor calidad de vida para sus habitantes, sino también facilita la accesibilidad; es por ello que los pavimentos se encuentran conformados por diversos tipos de materiales y poseen diferentes características.

2.2.10. El Pavimento

El pavimento consta de una capa lisa, con buena dureza y sobre todo resistente, los pavimentos son construidos con diversos materiales y estos a su vez recubren el suelo para que de este modo logre permanecer firme y estable para de esta manera distribuir uniformemente las cargas producidas por los vehículos. El pavimento fue y seguirá siendo fundamental para los países, ciudades, pueblos entre otros debido a que ayuda con su crecimiento al servir como un medio de comunicación entre dos o más lugares.

2.2.11. Tipos de Pavimentos

Pavimento flexible o Asfáltico:

Los pavimentos flexibles están compuestos en su mayoría por una superficie delgada de asfalto encima de una capa base y una capa subbase; la capacidad portante de este tipo de pavimentos suele ser menor por ello actúa como una capa elástica. Las diferentes cargas que son producidas por los vehículos se transmiten de “grano a grano” a lo largo de todo el pavimento.

Pavimento Rígido o de Concreto:

El pavimento rígido es muy conocido por contar con una losa hecha a base de concreto, las cargas que recibe este pavimento de los vehículos que transitan sobre él, necesariamente se transmiten a la capa base si contara con dicha capa de lo contrario se transmiten directamente a la subrasante por todo el pavimento, a causa de que este pavimento es rígido se puede decir que actúa como si fuese un plato rígido.

Pavimento Articulado o de Adoquín:

Los pavimentos articulados en su mayoría se los observa que su superficie esta construido por bloques de adoquines y juntas de arena. Este tipo de

pavimentos transmite las cargas producidas por los vehículos hacia la arena que se encuentra localizada por todo el pavimento.

2.2.12. Partes de un Pavimento Articulado o de Adoquín

a. Sardinel de confinamiento: Según la norma NTC 4109, también se le conoce con el nombre de bordillo y viene a ser una estructura hecha a base de concreto, se suele emplear para dividir superficies ya sea a nivel o desnivel, con el propósito de confinar un área determinada limitándola de manera visual y otras veces se usa para dividir aquellas superficies con diferentes tipos de tráfico. En ocasiones se puede encontrar o construir un bordillo adosado a una cuneta para de este modo dar origen a lo que se llama un bordillo cuneta. (estructuras de pisos, 2017).

b. Sello de arena o Junta de arena: El material que se emplea para sellar las juntas que hay entre los adoquines es arena fina, la cual debe estar libre de contaminantes y en cuanto a su granulometría se aprecia que toda la arena pasa por el tamiz número 8 (2.36mm); la arena debe colocarse seca para entrar sin ningún problema en las juntas y de este modo brindar firmeza a los adoquines.

c. Adoquín: El más conocido es de forma rectangular y es muy visible en la mayoría de veces en las construcciones de pavimentos, el espesor del adoquín varía según el uso es decir los de (4 cm se usa para veredas, de 6 cm se usa para calzadas con bajo volumen de tránsito y de 8 cm se usa en avenidas).

d. Capa de Arena gruesa: Se le conoce también como cama de arena en la cual sirve como filtro para el agua que logre pasar por las juntas, además sirve como colchón de soporte para los adoquines y su espesor varía de 2.5 cm a 4 cm.

e. Base de afirmado: Está compuesta por un material mejorado el cual brinda una superficie uniforme y mejora el terreno para la cama de arena, el espesor de la base dependerá del diseño del pavimento y según las especificaciones de las normas.

f. Terreno natural compactado: Es el terreno que se encuentra en su estado natural al cual se le compacta para poner sobre este las primeras capas de relleno, al compactar el terreno natural nos ayuda a corregir las imperfecciones que existen dentro del terreno en que se construirá el pavimento.

2.3. Marco conceptual

Concreto: según Huayta (2019) está compuesta por una mezcla que contiene agregado grueso, fino, agua y cemento, dependiendo para que será utilizado se empleara el tipo de cemento que se requiero y también la utilización de aditivos adicioneles, con el propósito de poder contribuir a la resistencia y tener una mejor trabajabilidad (pg.17).

Cemento portland: “Conglomerante o cemento hidráulico que se puede combinar con agua y agregados finos, se produce el endurecimiento y se efectúa el fraguado, es uno de los principales componentes para la elaboración de concreto y obras civiles” (Huayta, 2019, pg.17).

Agregado Fino: Según Akarley & Florian (2019) esto se origina de la desintegración sea artificial o también natura en rocas, es la granulometría que pasa por el tamiz número 3/8” y el que se retiene en el tamiz número 200 y estos deben cumplir con lo establecido en la Norma Técnica Peruana 400.037(pg. 28).

Módulo de Fineza: “este módulo nos facilita evaluar la fineza del material a utilizar, esto se puede realizar el cálculo de cualquier material, por otra parte, es recomendable realizar la clasificación de los agregados a utilizarse para obtener un mejor resultado” (Akarley & Florian, 2019, pg.28).

Agua: Según Akarley & Florian (2019) sirve para poder realizar la hidratación respectiva de nuestra mezcla de concreto e interviene en las propiedades de la mezcla, este elemento debe tener ciertas características para que sea empleado en obras civiles, y evitar los problemas ocasionados por alguna sustancia incorporada que no se requiera (pg. 28).

Adoquín: “está compuesta de concreto macizo y cuenta con la peculiaridad de prefabricados, estos son empleados para pavimentos los cuales se dividen en tres tipos el peatonal, medio y pesado, en otros casos estos cumplen la función de veredas, decoración de parques, entre otros. Cuentan con una alta resistencia y durabilidad ante congelamiento” (Seminario, Chorres, Rivas, Gonzalo, y Sota, 2018, pg. 37).

Concha de Abanico: según Ortiz & Mariel (2019) es un molusco que tiene una forma peculiar de caparazón y presenta una textura rugosa por su exterior y lisa por su interior, cuenta con pequeños surcos en su superficie, Llamado también "Argopecten purpuratos", es una clase de moluscos que habita en zonas costeras de temperatura que varía entre los 13° a 28°C, a una profundidad que varía de 5 - 30 metros, además es un molusco filtrador de 2 placas (pg. 19).

Agregado Grueso: "esto se origina de la desintegración sea artificial o también natural en rocas, es la granulometría que se retiene en el tamiz número 4, indicado así en la Norma Técnica peruana, cabe mencionar que es uno de los principales componentes para el concreto ya que sus propiedades contribuyen a la resistencia del concreto" (Ortiz & Mariel, 2019, pg. 21).

Granulometría: según Ortiz & Mariel (2019) es división de agregado por tamaño, los cuales son separados con ayuda de tamices para esto existen tres clasificaciones las cuales son: tamaño máximo, tamaño máximo nominal y módulo de finura, todo esto se realiza con ayuda de la norma técnica peruana (pg. 22).

Absorción: "es la penetración de agua, el cual genera el crecimiento de los agregados y se expresa en porcentaje, esto se emplea con el objetivo de poder obtener la cantidad neta de agua en el concreto y poder dominar los pesos de mezcla" (Landeo, 2019, pg. 14)

Contenido de Humedad: según Landeo (2019) es una técnica que se basa en la incorporación de agua hacia los agregados a utilizarse, para realizar esta metodología debemos pesar nuestra muestra en seco y luego obtener el porcentaje con contenido de humedad para poder aplicar la fórmula y obtener en porcentaje nuestro resultado requerido (pg. 14).

Densidad Relativa: "es la comparación de la densidad real y la referencial que se toma de cada agregado, en otras palabras, esto se refiere al peso específico de la muestra o llamado también peso relativo, esto se consigue en un estado seco o también saturada, también podemos decir que no cuenta con unidades ya que se consideran dos magnitudes iguales" (Landeo, 2019, pg. 14).

Aditivos: según Landeo (2019) son incorporados en la mezcla de los agregados finos, grueso, agua y cemento para la elaboración de concreto, estos

son químicos que se emplea para obtener un mejor resultado y ayudar a la contribución de la resistencia de producto final, estos se deben almacenar en lugares frescos y secos (pg. 17).

Trabajabilidad: “es la propiedad que ayuda a la obtención de esfuerzo necesario para la mezcla de concreto, por otro lado, esto quiere decir que es una propiedad del concreto que ayuda a fácil manejo del mismo ya sea en su consistencia o fluidez del concreto, lo cual se debe realizar los ensayos establecidos en la norma, para comprobar si cumple con lo establecido” (García, 2020, pg. 29).

Resistencia a la compresión: según García (2020) es la propiedad mecánica del concreto, en otras palabras, decimos que es la capacidad de poder apoyo de carga, y se expresa en términos de esfuerzo, mayormente esto se encuentra en Kg/cm², en algunos casos lo encontramos como pulgadas (pg. 30)

Diseño de Mezcla: “es la elección de la cantidad de materiales a utilizarse para el concreto, llamada así también como diseño de muestra, su principal objetivo es poder facilitar la mezcla de los materiales y que estos puedan cumplir con la resistencia requerida, ya que según eso va a ser su variación y debemos tener en cuenta la norma técnica peruana” (Landeo, 2019, pg. 27).

Estado Endurecido: según Landeo (2019) una vez que el concreto se haya fraguado y este proceda a ganar resistencia, esto se endurecerá, para que sus propiedades sean más durables y resistentes, el cual se dejara en reposo la muestra, la finalidad de este estado es poder brindar una mejor resistencia del concreto, se recomienda que esto no contenga ninguna huella y así evitar su fractura posterior (pg. 24).

Propiedades Mecánicas: “son es aquellos comportamientos del concreto en los cuales tenemos endurecimiento, la resistencia a la compresión, entre otras, por otra parte, es una de los parámetros más importantes en el diseño estructural ya que esto influye en la resistencia del concreto” (Ruiz & Vasallo, 2018, pg. 27).

Propiedades Físicas: según Ruiz & Vasallo (2018) es aquella cualidad que se puede distinguir a simple vista, entre las más resaltantes tenemos la fluidez, finura, densidad, resistencia, expansión y el fraguado, dichas cualidades

no dependen de la cantidad o tamaño de muestra a estudiarse, lo cual si depende del cuidado que se tenga (pg. 25).

2.4. Sistema de Hipótesis

El adoquín modificado con conchas de abanico incrementara sus propiedades mecánicas en comparación con el adoquín convencional.

2.4.1. Variables e indicadores (cuadro de Operacionalización de variables).

Tabla 05: Operacionalización de variables.

Variables	Definición	Dimensiones	Instrumentos
V1: concha de abanico	- Es un molusco que tiene propiedades que ayudan a la resistencia del concreto.	-mecánico (gr)	- trituradora manual. - balanza electrónica (0.001g).
V2: propiedades mecánicas del adoquín a escala.	- Determinación de los porcentajes correctos en la dosificación para utilizarse en el adoquín.	-Ensayo de absorción. (%) -Ensayo de esfuerzo de rotura. (f'b)	-balanza electrónica (0.001g) - máquina de compresión. máquina de rotura.

Nota. Esta tabla muestra la variable de estudio con la operacionalización de variables y su respectiva definición, dimensiones e instrumentos.

III. Metodología empleada

3.1. Tipo y nivel de investigación

En la presente investigación es del tipo Aplicada por su finalidad de la misma y experimental por su profundidad.

3.2. Población y muestra de estudio

3.2.1. Población

La población a tener en cuenta para la investigación presente se consideró que esta por la constitución el adoquín convencional y el adoquín modificado, en lo que se consideró lo siguiente:

- Aditivo: conchas de abanico
- Cemento portland
- Esto fue realizado bajo condiciones de laboratorio, en la ciudad de Trujillo.

3.2.2. Muestra

Dado su naturaleza la muestra será igual que la población.

3.3. Diseño de investigación

En el presente proyecto las metodologías a utilizarse, primero se procederá a la fabricación de los adoquines con agregado de concha de abanico a escala y los adoquines convencionales a escala y se procederá a la recolección de los datos de laboratorio mediante la máquina de compresión de concreto y la aplicación de metodología según la norma técnica peruana, y con ayuda del laboratorio y de los instrumentos a necesitarse para la recopilación de datos, por otro lado el método observacional para obtener la información todos los datos obtenidos serán anotados en las fichas de registro con elaboración propia de los investigadores que se registrará en fichas y formatos propios. posteriormente, se nombra lo siguiente: obtención de datos de la máquina de compresión, obtención del peso específico de las muestras y la obtención de los resultados de la humedad de cada muestra.

3.4. Técnicas e instrumentos de investigación

Las técnicas a utilizarse en este caso fue la técnica de la observación, debidamente con el apoyo directo de los investigadores, y los instrumentos a

emplearse fue con la ayuda de una ficha técnica en donde se iba anotando todo lo observado.

3.5. Procesamiento y análisis de datos

Con ayuda de nuestra escala se procederá a la elaboración de los moldes a escala para posteriormente se agregue nuestra mezcla, seguidamente se procede a realizar el diseño de mezcla del concreto a emplearse, con la dosificación requerida, luego se procedió a colocarlo en las muestras, seguidamente se procedió dejando las muestras en estado de reposo para que fragüe, en nuestra investigación se dejó 7,14,21 y 28 días, para el día 7 se retiró 5 muestras, y se procedió a someterse al laboratorio, en total se realizó un total de 20 muestras, las cuales se fueron retirando de su molde de acuerdo a sus días de curado, seguidamente se procedió anotando todo lo obtenido en el laboratorio, para proceder a realizar los cálculos necesarios.

IV. Presentación de resultados

4.1. Análisis e interpretación de resultados

4.1.1. *Proceso de elaboración del Adoquín de concreto*

- **lavado y trituración de las conchas de abanico:**

Para que la concha de abanico sea utilizada como agregado será sometido a un procedimiento de lavado con lo cual tendremos que eliminar la parte orgánica. En este proceso se recomienda no utilizar ningún tipo de químico como detergente entre otros. Seguidamente procedimos a lavar con agua potable y un cepillo de mano lo cual nos permitirá retirar todo lo que no usaremos, después de haber hecho el lavado correctamente dejamos secar para realizar el triturado hasta llevarlo a un rango de tamaño de 4.75mm hasta 1.18mm. lo cual será agregados entre el 5%, 8% y 10% en el adoquín de concreto.

- **molde de madera**

Es un producto elaborado a base de madera el cual contara con las medidas de un adoquín de concreto a escala de 1/3 para permitirnos realizar los ensayos.

- **diseño de mezcla**

La dosificación lo obtendremos mediante 2 diseños de mezclas para la elaboración del adoquín de concreto, teniendo como protagonista a las conchas de abanico.

Para el diseño de mezclas se utilizó 1000gr. de conchas de abanico lo cual nos está rindiendo para las muestras necesarias. Seguidamente se utilizó la relación como se muestra en la Tabla 06 de 1:2:3.5 de cemento, arena y grava con un porcentaje de conchas de abanico triturada y un promedio de 170Lts de agua para un adoquín. En total se fabricaron 20 unidades de albañilería, los cuales serán secados al aire libreen un mínimo de 5 días antes de empezar a realizarse los ensayos.

Tabla 06 Dosificación del concreto – en cantidades (m3).

Cantidades (cmt + ar + gr)	Resistencia			Cemento (cmt)	Arena mt3 (ar)	Grava mt3 (gr)	Agua Lts (promedio)
	Kg/cm2	PSI	Mpa				
1 - 2 - 2	280	4000	27	420	0.67	0.67	190
1 - 2 - 2 - 2.5	240	3555	24	380	0.6	0.76	180
1 - 2 - 3	226	3224	22	350	0.55	0.84	170
1 - 2 - 3.5	210	3000	20	320	0.52	0.9	170
1 - 2 - 4	200	2850	19	300	0.48	0.95	158
1 - 2.5 - 4	189	2700	18	280	0.55	0.89	158
1 - 3 - 3	168	2400	16	300	0.72	0.72	158
1 - 3 - 4	159	2275	15	260	0.63	0.83	163
1 - 3 - 5	140	2000	14	230	0.55	0.92	148
1 - 3 - 6	119	1700	12	210	0.5	1	143
1 - 4 - 7	109	1560	11	175	0.55	0.98	133
1 - 4 - 8	99	1420	10	160	0.55	1.03	125

FUENTE: Aceros Arequipa. <https://www.construyendoseguro.com/como-hacer-una-buena-dosificacion-del-concreto/>

Tabla 07 Dimensiones en húmedo diseño de mezclas (cemento, agua – conchas de abanico).

Dimensiones en Húmedo (cemento, agua - conchas de abanico)						
N° de adoquín	dimensiones medidas			peso (gr)	densidad (Kg/m3)	% dosificación de conchas de abanico
	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)			
M01	6.6	3.2	2.5	254	4810.61	1:2:3.5
M02	6.45	3.3	2.6	258	4662.00	1:2:3.5
M03	6.58	3.1	2.65	260	4810.36	1:2:3.5
M04	6.65	3.25	2.7	253	4335.90	1:2:3.5
M05	6.67	3.22	2.57	264	4783.48	1:2:3.5

FUENTE: propia

Tabla 08 Dimensiones seco diseño de mezclas (cemento, agua – conchas de abanico).

Dimensiones en Seco (cemento, agua - conchas de abanico)						
N° de adoquín	Dimensiones medidas			peso (gr)	densidad (Kg/m3)	% dosificación de conchas de abanico
	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)			
M01	6.55	3.2	2.45	244	4751.52	1:2:3.5
M02	6.40	3.29	2.53	248	4655.38	1:2:3.5
M03	6.54	3.05	2.59	250	4839.08	1:2:3.5
M04	6.62	3.15	2.64	243	4414.01	1:2:3.5
M05	6.58	3.2	2.55	252	4693.37	1:2:3.5

FUENTE: propia

Tabla 09 diferencia del dimensionamiento diseño de mezclas (cemento, agua – conchas de abanico).

Diferencia de Dimensiones (cemento, agua - conchas de abanico)						
N° de adoquín	Diferencia de dimensiones medidas			peso (%)	Diferencia de densidad (%)	% dosificación de conchas de abanico
	Largo (%)	Ancho (%)	Alto (%)			
M01	-0.758	0.000	-2.000	-3.937	-1.228	1:2:3.5
M02	-0.775	-0.303	-2.692	-3.876	-0.142	1:2:3.5
M03	-0.608	-1.613	-2.264	-3.846	0.597	1:2:3.5
M04	-0.451	-3.077	-2.222	-3.953	1.801	1:2:3.5
M05	-1.349	-0.621	-0.778	-4.545	-1.884	1:2:3.5
PROMEDIO	-3.941	-5.614	-9.957	-20.157	-0.856	1:2:3.5

FUENTE: propia

4.1.2. Ensayos de la unidad de albañilería para adoquín con adición de concha de abanico.

- ensayo de Variación Dimensional

En este ensayo tomaremos 5 unidades de muestra que estén respectivamente secas, utilizando una regla graduada de acero, se proseguirá a obtener las mediciones respectivas. Para poder obtener el ancho promedio de las medidas de las 5 muestras.

Siguiendo con el ensayo se prosigue a colocar los datos en la tabla de resultados siguiendo la norma (NTP CE- 010).

Tabla 10 Promedio de longitudes de cemento, agua – cochas de abanico.

Ensayo de Variación Dimensional															
N°de adoquín	Largo					Ancho					Altura				
	L1 mm	L2 mm	L3 mm	L4 mm	Pro. mm	L1 mm	L2 mm	L3 mm	L4 mm	Pro. mm	L1 mm	L2 mm	L3 mm	L4 mm	promedio mm
M1	65.5	65.53	65.52	65.7	65.58	32	32.1	31.8	32	31.98	24.5	24.35	26.4	26.47	25.74
M2	64.0	64.05	64.03	65.9	64.66	32.9	32.5	30.9	30.5	31.30	25.3	25.2	25.3	25.5	25.33
M3	65.4	65.42	65.35	66.2	65.66	30.5	31.4	31.5	32.55	31.82	25.9	25.87	25.9	26.4	26.06
M4	66.2	65.9	66.1	64.03	65.34	31.5	30.9	32	32.87	31.92	26.4	26.45	25.3	26.55	26.10
M5	65.8	65.76	65.7	65.5	65.65	32	31.8	30.5	30.84	31.29	25.5	25.55	24.5	26.4	25.48
	PROMEDIO				65.38	PROMEDIO				31.66	PROMEDIO				25.74

FUENTE: propia

Tabla 11 Variación dimensional de cemento, agua – cochas de abanico.

	Variación Dimensional			
	promedio (mm)	nominal (mm)	VD (mm)	Vd (%)
largo	65.38	66.7	±1.3	1.97
Ancho	31.66	33.3	±1.6	4.92
Altura	25.74	26.7	±1.0	3.60

FUENTE: propia

- **Ensayo de Alabeo**

En este ensayo tomaremos las mismas unidades de muestra que fueron usadas para el ensayo anterior, utilizando una regla graduada de acero y una cuña, se proseguirá a obtener las mediciones respectivas. Teniendo en cuenta que la precisión será de 1mm. Siguiendo con el ensayo se prosigue a colocar los datos en la tabla de resultados siguiendo la norma (NTP 399.613 y 399.604.)

Tabla 12 Ensayo de Alabeo de cemento, agua – cochas de abanico.

ENSAYO DE ALABEO				
N° de ladrillos	CARA A		CARA B	
	cóncavo mm	convexo mm	cóncavo mm	convexo mm
M1	0.2	0.0	0.0	0.0
M2	0.2	0.2	0.3	0.4
M3	0.2	0.2	0.4	0.0
M4	0.2	0.0	0.0	0.2
M5	0.0	0.0	0.3	0.2
PROMEDIO	0.16	0.08	0.2	0.16

FUENTE: propia

- **Ensayo de Absorción**

En este ensayo tomaremos 5 unidades de muestra, realizamos el procedimiento según la norma (NTP 399.604 y 399.613), primero secamos las muestras en un horno eléctrico a una temperatura de (110°C a 115°C). por 24 horas, pasado ya el tiempo indicado proseguimos a dejar enfriar las muestras durante 1 hora debidamente separadas para que enfríen bien a temperatura de ambiente. Después de tener las muestras ya enfriadas son sumergidos en agua limpia y transcurren 24 horas, pasado ya el tiempo dicho se prosigue a retirar las

muestras y limpiarlo la superficie con paños limpios, para pasar a pesar las muestras.

resultados y el promedio con el contenido de agua absorbida de los ladrillos ensayados, con una aproximación a 0.1%.

Tabla 13 Absorción de unidades de cemento, agua – conchas de abanico.

N° Adoquín	Ensayo de absorción		
	peso seco (mm)	peso saturado (mm)	Absorción (%)
M1	130	145	11.54
M2	130	145	11.54
M3	130	145	11.54
M4	120	130	8.33
M5	130	140	7.69
PROMEDIO	128	141	10.13

FUENTE: propia

- **Resistencia a la Compresión**

Para realizar este ensayo utilizamos otras 5 muestras del adoquín modificado con conchas de abanico, colocando cada una de las muestras en la máquina de compresión, teniendo en cuenta que el adoquín se debe colocar entre sus caras mayores, en otras palabras, se debe colocar horizontal mente.

Figura 14 Máquina de compresión.



FUENTE: Propia.

Esta investigación pretende analizar la resistencia a la compresión del adoquín modificado con conchas de abanico en comparación del

adoquín convencional tipo “C” (transito medio), el cual es ideal para zonas de patios de puerto, terminales terrestres, calles, u otros.

Tabla 14 Acortamiento por compresión en unidades (cemento, agua–8% de cochas de abanico).

RESISTENCIA DE LA COMPRESIÓN				
N° de Adoquín	Altura inicial	Altura final	acortamiento	Resistencia a la compresión (Kg/cm2)
	cm	cm	cm	
M1	2.45	1.3	1.15	235.8
M2	2.53	1.0	1.53	228.4
M3	2.59	0.5	2.09	234.5
M4	2.64	1.5	1.14	233.4
M5	2.55	2.0	0.55	230.6
PROMEDIO	2.56	1.26	1.29	232.54

FUENTE: propia

Tabla 15 Acortamiento por compresión en unidades (cemento, agua–10% de cochas de abanico).

RESISTENCIA DE LA COMPRESIÓN				
N° de Adoquín	Altura inicial	Altura final	acortamiento	Resistencia a la compresión (Kg/cm2)
	cm	cm	cm	
M1	2.44	1.85	0.59	324.2
M2	2.52	1.40	1.12	299.8
M3	2.59	0.80	1.79	300.5
M4	2.65	1.45	1.20	298.7
M5	2.56	1.30	1.26	322.8
PROMEDIO	2.55	1.26	1.19	309.2

FUENTE: propia

Tabla 16 Acortamiento por compresión en unidades (cemento, agua–15% de cochas de abanico).

RESISTENCIA DE LA COMPRESIÓN				
N° de Adoquín	Altura inicial	Altura final	acortamiento	Resistencia a la compresión (Kg/cm2)
	cm	cm	cm	
M1	2.64	2.50	0.14	338.3
M2	2.53	1.45	1.08	337.7
M3	2.59	0.94	1.65	338.5
M4	2.53	1.64	0.89	337.6
M5	2.45	2.10	0.35	338.8
PROMEDIO	2.55	1.26	0.82	338.2

FUENTE: propia

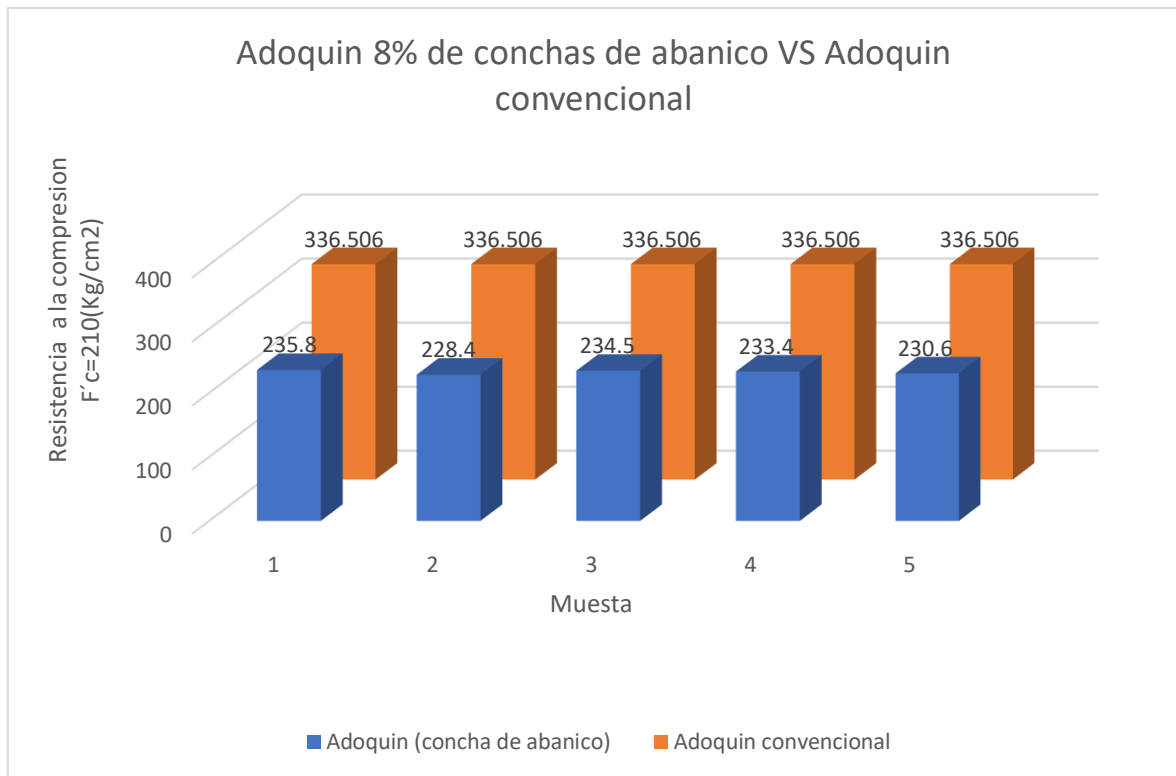
Tabla 17 comparación de la resistencia a compresión (adoquín convencional y un adoquín con 8% de conchas de abanico).

**CUADRO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE COMPRESION
ENTRE UN ADOQUIN CONVENCIONAL Y UN ADOQUIN MODIFICADO**

N° de Adoquín	% de conchas de abanico	Resistencia adoquín modificado F'c=210(Kg/cm2)	Resistencia adoquín convencional (Kg/cm2)
M1	8%	235.8	336.506
M2	8%	228.4	336.506
M3	8%	234.5	336.506
M4	8%	233.4	336.506
M5	8%	230.6	336.506
Promedio (Kg/cm2)		232.54	336.506

FUENTE: propia

Figura 16 Adoquín 8% de conchas de abanico VS Adoquín convencional.



FUENTE: propia

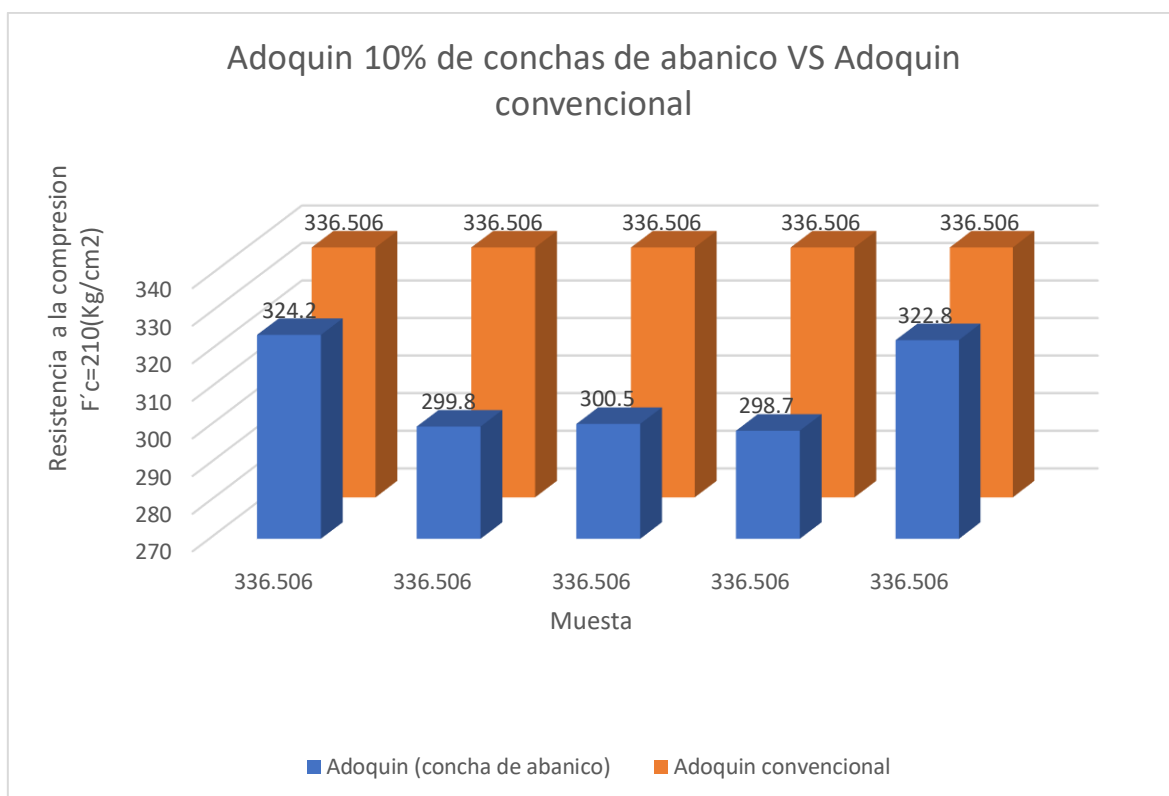
Tabla 18 comparación de la resistencia a compresión (adoquín convencional y un adoquín con 10% de conchas de abanico).

**CUADRO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE COMPRESION
ENTRE UN ADOQUIN CONVENSIONAL Y UN ADOQUIN MODIFICADO**

N° de Adoquín	% de conchas de abanico	Resistencia adoquín modificado F'c=210(Kg/cm2)	Resistencia adoquín convencional (Kg/cm2)
M1	10%	324.2	336.506
M2	10%	299.8	336.506
M3	10%	300.5	336.506
M4	10%	298.7	336.506
M5	10%	322.8	336.506
Promedio (Kg/cm2)		309.2	336.506

FUENTE: propia

Figura 17 Adoquín 10% de conchas de abanico VS Adoquín convencional.



FUENTE: propia

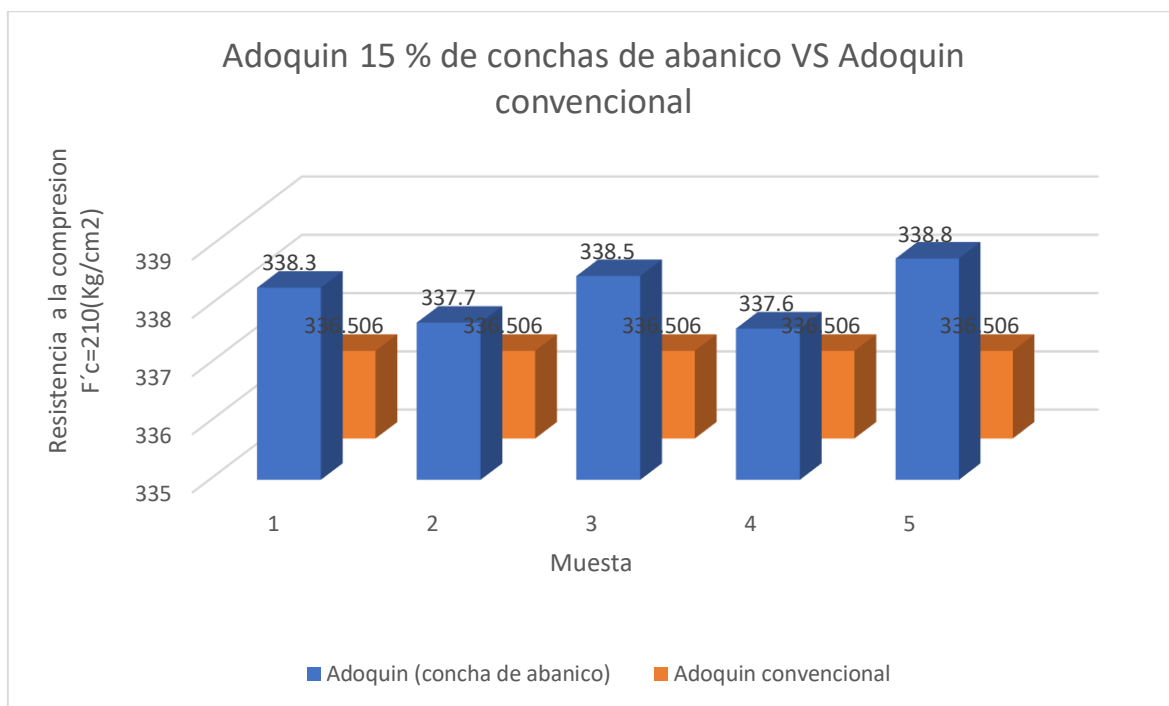
Tabla 19 comparación de la resistencia a compresión (adoquín convencional y un adoquín con 15% de conchas de abanico).

**CUADRO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE COMPRESION
ENTRE UN ADOQUIN CONVENSIONAL Y UN ADOQUIN MODIFICADO**

N° de Adoquín	% de conchas de abanico	Resistencia adoquín modificado F'c=210(Kg/cm2)	Resistencia adoquín convencional (Kg/cm2)
M1	15%	338.3	336.506
M2	15%	337.7	336.506
M3	15%	338.5	336.506
M4	15%	337.6	336.506
M5	15%	338.8	336.506
Promedio (Kg/cm2)		338.2	336.506

FUENTE: propia

Figura 18 Adoquín 15% de conchas de abanico VS Adoquín convencional.



FUENTE: propia

V. Discusión de resultados

En la hipótesis mencionada inicialmente se dice que el adoquín modificado con conchas de abanico mejora sus propiedades mecánicas y aumenta su resistencia en comparación con el adoquín convencional. Es por ello que se realizó los ensayos de laboratorio que involucran las propiedades mecánicas de un adoquín, lo cual se plantea como una solución alternativa, para su uso en calles donde existe tránsito medio o también se requiere el uso de adoquín tipo "C", además busca ser uno de los materiales más económicos en contribución con el medio ambiente.

- Poder ejecutarse con mayor detenimiento los ensayos de laboratorio para tener un porcentaje mínimo de error al momento de tomar los datos.
- Los moldes para los adoquines se buscaron que sean los más económicos y que cuenten con la resistencia requerida lo cual nos brindara un mejor producto.
- La investigación requiere de una precisión factible, para la realización de los ensayos de laboratorio los cuales están indicados en el marco teórico.

Conclusiones

- Se realizo el análisis comparativo de las propiedades mecánicas entre un adoquín convencional y un adoquín modificado con conchas de abanico a escala.
- Se logro determinar las características de la concha de abanico mediante un análisis físico-químico.
- Se logro determinar la dosificación de la mezcla añadiendo las partículas de concha de abanico utilizando la Norma técnica E-060 y considerando las características de los agregados.
- Se elaboro los prototipos de adoquines artesanal a escala 1/3 es decir 6.67x3.33x2.67cm, lo cual se elaboró a base de madera ya que este material es factible para poder realizar el desmolde evitando malograr las muestras.
- Se logro determinar la resistencia a la compresión entre el adoquín convencional y el adoquín modificado a porcentajes diferentes de (8%, 10% y/o 15%) de conchas de abanico. Obteniendo mejores resultados al remplazar el 15% del agregado por conchas de abanico dándonos como resultado un promedio de 338.94 (Kg/cm²).
- Se logro comparar los resultados obtenidos con un bloque patrón (adoquín sin adición de conchas de abanico) y un adoquín modificado (adoquín con adición de conchas de abanico). En cuanto a resistencia el adoquín tradicional tiene una resistencia promedio de 336.506Kg/cm², mientras que el adoquín modificado con el 15% del agregado por conchas de abanico nos da como resultado una resistencia promedio de 338.94 (Kg/cm²).

Recomendaciones

- Se recomienda realizarse los ensayos con ayuda de la norma técnica E070, y ejecutarse con mucho cuidado al momento de realizar los diferentes ensayos y toma de datos de los mismos.
- Se recomienda usar moldes para adoquines ya elaborados y que sean más eficaz para la elaboración de las muestras de adoquines lo cual puedan facilitar un buen desmolde evitando la pérdida o rotura de la muestra.
- Se recomienda dejar de 14 a 28 días de secado a aire libre para poder obtener una mayor resistencia a la compresión de los adoquines con conchas de abanico a escala.
- Se recomienda investigar mas afondo en otras investigaciones que pretenden incorporar las conchas abanico en adoquines.
- Se recomienda analizar los adoquines a escala real, con la finalidad de poder profundizar más con la investigación ya elaborada, y volver a comparar sus propiedades mecánicas.

Referencias bibliográficas

- 010, N. C. (2019). *Pavimentos urbanos*. Perú.[Norma técnica, Pavimentos Urbanos]. https://cdn-web.construccion.org/normas/files/tecnicas/Pavimentos_Urbanos.pdf
- Akarley, D. &. (2019). *"Caracterización de las propiedades de unidades de albañilería y muretes conformados por bloques de concreto en adición de conchas de abanico"*. Trujillo - Perú. .[tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego].
<https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/4763>
- ANDINA. (2018). *Exportación de concha de abanico aumentará 20% y ascenderá a US\$ 100 millones al año*. Lima-Perú.[diario andina].
<https://andina.pe/agencia/noticia-exportacion-concha-abanico-aumentara-20-y-ascendera-a-100-millones-al-ano-719841.aspx#:~:text=El%20ministro%20de%20la%20Producci%C3%B3n,icho%20producto%20hidrobiol%C3%B3gico%20al%20exterior.>
- FONDECYT. (2016). *Perú: Usan restos de conchas de abanico para producir concreto*. Piura - Perú.[prociencia]. <https://www.fondecyt.gob.pe/ciencia-al-dia/peru-usan-restos-de-conchas-de-abanico-para-producir-concreto>
- García, E. &. (2020). *"Uso de residuos de conchas de abanico como filler para la elaboracion de oncreto sostenible."*. Piura - Perú.[tesis de pregrado, Universidad de Piura]. <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/4477>
- Huayta, J. (2019). *"Análisis comparativo entre la resistencia a la compresión del concreto tradicional y concreto modificado con cal de conchas de abanico"*. Trujillo - Perú.[tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo].
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/29956>
- Landeo, K. (2019). *"Influencia de las propiedades de los agregados en la calidad del concreto premezclado empleado en la construcción de obras civiles"*. Huancavelica - Perú.[tesis de pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica]. <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/2625>
- Montiel, J. (2017). *"Uso de agregados reciclados para la fabricacion de adoquines que se puedan utilizar en la pavimentacion de calles, avenidas y pasos"*

- peatonales*". Mexico.[tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de México].
<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/handle/132.248.52.100/12875>
- Morales, J. S. (2017). "*Diseño de una mezcla con materiales reciclados para producción de adoquines*". Mexico.[tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de México].
<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/13667/TESIS-PDF-Dise%C3%B1o%20de%20una%20mezcla%20con%20materiales%20reciclad%20para%20produccion%20de%20adoquines.pdf?sequence=2>
- NTP. (2019). "*E-060 Cconcreto Armado*". Perú.[Norna técnica de edificación].
http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Normalizacion/normas/E060_CONCRETO_ARMADO.pdf
- Ortiz, M. &. (2019). "*Influencia de la sustancia del agregado fino por conchas de abanico triturado en la resistencia a compresión del concreto $F_c=210\text{Kg/cm}^2$* ". Chiclayo - Perú.[tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/35227>
- Ruiz, R. &. (2018). "*Estudio de las propiedades físicas y mecánicas de los concretos elaborados con cemento ICO, MS y UG.*". Trujillo - Perú.[tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte].
<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14825>
- Saavedra, J. (2016). "*interacción de la concha de abanico triturada con los agregados triturados y redondeados en mezcla de concreto*". Piura - Perú.[tesis de pregrado, Universidad de Piura].
https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2582/ICI_222.pdf
- Seminario, R. C. (2018). "*Diseño de una planta productora de adoquines con agregados de concha de abanico*". Piura - Perú.[tesis de pregrado, Universidad de Piura]. <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/3836>

Anexos

Figura 19 Lavado del molusco de concha de abanico.



Nota. Se muestra lavado de la concha de abanico solo con abundante agua.

Figura 20 Realización de los moldes para los adoquines a escala.



Nota. Se muestra la elaboración de los moldes con ayuda del escalímetro y pegamento.

Figura 21 Triturado de las conchas de abanico, de manera artesanal.



Nota. Se muestra el triturado de las conchas de abanico.

Figura 22 Selección del agregado en un recipiente.



Nota. Se muestra el baseado del agregado en un recipiente.

Figura 23 Selección del agregado a utilizarse.



Nota. Se muestra la selección del agregado a utilizarse.

Figura 24 Tamizado de los agregados con ayuda del tamiz.



Nota. Se muestra el tamizado, de los agregados a utilizarse.

Figura 25 *Peso del agregado y conchas de abanico a utilizarse.*



Nota. Se muestra el peso del agregado y conchas de abanico a utilizarse.

Figura 26 *Adición de las conchas de abanico trituradas.*



Nota. Se muestra la adición de las conchas de abanico trituradas.

Figura 27 Mezclado de los agregados, para la elaboración del adoquín.



Nota. Se muestra el mezclado de los agregados, de acuerdo a la dosificación.

Figura 28 Agregado de la mezcla en el molde.



Nota. Se muestra la incorporación del concreto en la muestra previamente elaborada.

Figura 29 *Vibración del concreto, manualmente.*



Nota. Se muestra la vibración del concreto, manualmente para evitar el aire retenido.

Figura 30 *Nivelación del adoquín modificado con conchas de abanico.*



Nota. Se muestra la nivelación del adoquín para evitar excedentes.

Figura 31 Secado de la muestra de adoquín a escala, a temperatura ambiente, y se hizo el curado durante los primero siete días.



Nota. Se muestra el secado de la muestra de adoquín a escala, a temperatura ambiente, y se hizo el curado durante los primero siete días.

Figura 32 Secado de los adoquines modificados con conchas de abanico a escala.



Nota. Se muestra el secado de los adoquines modificados con conchas de abanico a escala en el horno a temperatura 110°C a 115°C, durante 24 hora, luego se procede a retirar las muestras y dejar enfriar durante 4 horas conchas de abanico a escala.

Figura 33 *Peso seco de la M1 de adoquines con conchas de abanico a escala.*



Nota. Se muestra el Peso seco de la M1 de adoquines con conchas de abanico a escala.

Figura 34 *Peso seco de la M2 de adoquines con conchas de abanico a escala.*



Nota. Se muestra el Peso seco de la M2 de adoquines con conchas de abanico a escala.

Figura 35 *Peso seco de la M3 de adoquines con conchas de abanico a escala.*



Nota. Se muestra el Peso seco de la M3 de adoquines con conchas de abanico a escala.

Figura 36 *Peso seco de la M4 de adoquines con conchas de abanico a escala.*



Nota. Se muestra el Peso seco de la M4 de adoquines con conchas de abanico a escala.

Figura 37 *Peso seco de la M5 de adoquines con conchas de abanico a escala.*



Nota. Se muestra el Peso seco de la M5 de adoquines con conchas de abanico a escala.

Figura 38 *Absorción de la M1 de adoquines modificados con conchas de abanico a escala.*



Nota. Se muestra la absorción de la M1 de adoquines modificados con conchas de abanico a escala.

Figura 39 Absorción de la M2 de adoquines modificados con conchas de abanico a escala.



Nota. Se muestra la absorción de la M1 de adoquines modificados con conchas de abanico a escala.

Figura 40 Absorción de la M3 de adoquines modificados con conchas de abanico a escala.



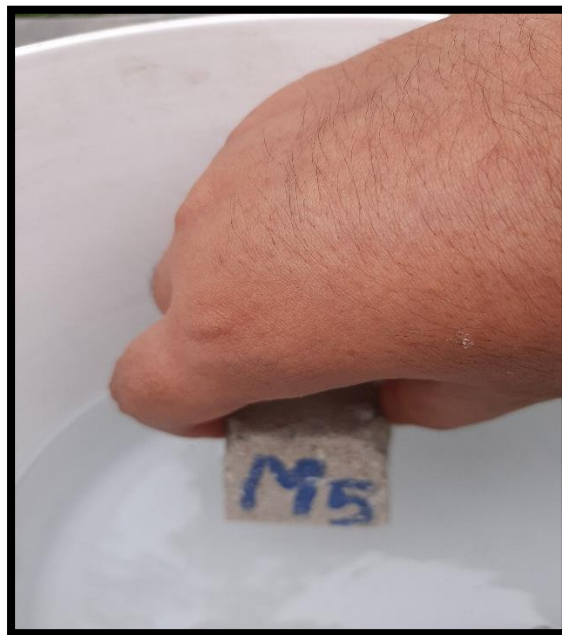
Nota. Se muestra la absorción de la M3 de adoquines modificados con conchas de abanico a escala.

Figura 41 Absorción de la M4 de adoquines modificados con conchas de abanico a escala.



Nota. Se muestra la absorción de la M4 de adoquines modificados con conchas de abanico a escala.

Figura 42 Absorción de la M5 de adoquines modificados con conchas de abanico a escala.



Nota. Se muestra la absorción de la M5 de adoquines modificados con conchas de abanico a escala.

Figura 43 *Peso saturado de la M1 de adoquines con conchas de abanico a escala.*



Nota. Se muestra el peso saturado de la M1 de adoquines con conchas de abanico a escala.

Figura 44 *Peso saturado de la M2 de adoquines con conchas de abanico a escala.*



Nota. Se muestra el peso saturado de la M2 de adoquines con conchas de abanico a escala.

Figura 45 *Peso saturado de la M3 de adoquines con conchas de abanico a escala.*



Nota. Se muestra el peso saturado de la M3 de adoquines con conchas de abanico a escala.

Figura 46 *Peso saturado de la M4 de adoquines con conchas de abanico a escala.*



Nota. Se muestra el peso saturado de la M4 de adoquines con conchas de abanico a escala.

Figura 47 *Peso saturado de la M5 de adoquines con conchas de abanico a escala.*



Nota. Se muestra el peso saturado de la M5 de adoquines con conchas de abanico a escala.

Figura 48 *Sometido a la máquina de compresión.*



Nota. Se muestra la prueba de laboratorio de compresión a los adoquines con conchas de abanico a escala.