



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

TEMA:

“ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO DE UN ADOQUÍN PEATONAL UTILIZANDO FIBRA DEL TALLO DE LA CAÑA DE AZÚCAR Y CASCARILLA DEL ARROZ”

TUTOR

Mg. SANTOS RODRÍGUEZ ARIANA AZUCENA

AUTORES

LLAGUNO PERERO CHARLES HENRY

GUAYAQUIL, 2023

REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TÍTULO Y SUBTÍTULO:

Análisis del desempeño de un adoquín peatonal utilizando fibra del tallo de la caña de azúcar y cascarilla del arroz.

AUTOR/ES:

Charles Henry Llaguno Perero.

REVISORES O TUTORES:

Mg. Ing. Santos Rodríguez Ariana Azucena

INSTITUCIÓN:

Universidad Laica VICENTE
ROCAFUERTE de Guayaquil

Grado obtenido:

Ingeniero Civil

FACULTAD:

INGENIERÍA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN

CARRERA:

INGENIERÍA CIVIL

FECHA DE PUBLICACIÓN: 2023

N. DE PAGS: 70

ÁREAS TEMÁTICAS: Ingeniería, Industria y Construcción

PALABRAS CLAVE: Agregados, mejora, estabilidad, adoquín modificado.

RESUMEN:

En la ciudad de Guayaquil la infraestructura predominante ha sido la regeneración de espacio en diferentes sitios turísticos peatonales donde se observar la utilización de adoquín como aspecto importante de su construcción, el presente tema de investigación se enfoca en nueva formas de elaboración de adoquines peatonales utilizando materiales reciclados del medio. Los desechos orgánicos producidos por las industrias que se encuentran situadas alrededor de la provincia del Guayas nos ayudan a obtener una alta demanda de agregados que pueden ser considerados en la industria de la construcción. El planteamiento de investigación propone analizar la viabilidad de un prototipo experimental de adoquín con la adicción de agregados naturales como lo es la cascarilla del arroz y la fibra de tallo de caña de azúcar. Además se efectuarán los respectivos ensayos de laboratorios.

El análisis comparativo del adoquín con agregados ecológicos, con un adoquín

<p>convencional se lo hará tomando en cuenta la norma INEN 1488 para objeto de estudio aplicando la carga máxima. Se busca mitigar la contaminación que existe en la incineración de estos materiales orgánicos y de esta forma dejar un legado de remediación ambiental para las generaciones futuras.</p> <p>Las recomendaciones descritas incentivarán a que se realicen proyectos similares tomando en cuenta otros aspectos de medición cuantitativa y experimental para el desarrollo tecnológico de estructuras amigables con el medio ambiente.</p>		
N. DE REGISTRO (en base de datos):	N. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):		
ADJUNTO PDF:	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
CONTACTO CON AUTOR/ES: Llaguno Perero Charles Henry	Teléfono: 0969271617	E-mail: cllagunop@ulvr.edu.ec charles247@hotmail.es
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	<p>Mg. Ing. Milton Gabriel Andrade Laborde</p> <p>Teléfono: (04) 2596500 Ext. 210</p> <p>E-mail: mandradel@ulvr.edu.ec</p> <p>Mg. Ing. Alexis Valle Benítez</p> <p>Teléfono: (04) 2596500 Ext. 241</p> <p>E-mail: avalleb@ulvr.edu.ec</p>	

CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD ACADÉMICA

INFORME DE ORIGINALIDAD

1 %	1 %	0 %	1 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ulvr.edu.ec	1 %
	Fuente de Internet	

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Apagado

Ariana Santos R.

Mgtr. Ariana Santos Rodríguez
Docente tutor

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

El estudiante egresado Charles Henry Llaguno Perero, declara bajo juramento, que la autoría del presente proyecto de investigación, “ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO DE UN ADOQUÍN PEATONAL UTILIZANDO FIBRA DEL TALLO DE LA CAÑA DE AZÚCAR Y CASCARILLA DEL ARROZ”, corresponde totalmente a el suscrito y me responsabilizo con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedo los derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establece la normativa vigente.

Autor



Firma:

Sr. Charles Henry Llaguno Perero

C.I. 0920809290.

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación (ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO DE UN ADOQUÍN PEATONAL UTILIZANDO FIBRA DEL TALLO DE LA CAÑA DE AZÚCAR Y CASCARILLA DEL ARROZ), designada por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería de Industria y construcción de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: (ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO DE UN ADOQUÍN PEATONAL UTILIZANDO FIBRA DEL TALLO DE LA CAÑA DE AZÚCAR Y CASCARILLA DEL ARROZ), presentado por el estudiante Charles Henry Llaguno Perero como requisito previo, para optar al Título de Ingeniero Civil, encontrándose apto para su sustentación.



Mgtr. Ariana Santos Rodríguez
Docente tutor

AGRADECIMIENTO

A Dios, quien está presente en mi vida, brindándome salud y sabiduría para así poder culminar mis estudios de manera satisfactoria.

A mi familia que en todo momento estuvo presente ayudándome en cada uno de los retos que se me presentaban en mi etapa académica.

DEDICATORIA

A Dios, por brindarme la vida y estar presente en cada momento y circunstancias de mi vida dándome la fortaleza de seguir adelante, pudiendo culminar este proceso con éxito obteniendo uno de mis más preciados anhelos.

A mi madre por darme la vida, por siempre mantener en sus oraciones, por su apoyo incondicional y por sus consejos permanentes.

A mi esposa por su apoyo y paciencia en todo el transcurso de mi vida académica.

A mi hijo y a mi hija porque son los pilares fundamentales para llevar un mejor estilo de vida, por ellos y para ellos.

A mis Docentes y catedráticos que estuvieron presentes brindándome su apoyo incondicional en cada momento sin que yo se los pidiera.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	1
Capítulo I.....	2
1. Diseño de la investigación.....	2
1.1 Tema.....	2
1.2 Planteamiento del problema.....	2
1.3 Formulación del problema.....	2
1.4 Objetivo general.....	2
1.5 Objetivos específicos.....	2
1.6 Hipótesis.....	3
1.7 Línea de investigación institucional/Facultad.....	3
Capítulo II.....	4
2.1 Marco Teórico.....	4
2.1 Marco legal.....	21
Capítulo III.....	25
3. Metodología de la investigación.....	25
3.1 Enfoque de la investigación.....	25
3.2 Alcance de la investigación.....	25
3.3 Técnicas e instrumentos para obtener los datos.....	26
3.4 Población y muestra.....	26
3.5 Presentación y análisis de resultados.....	28
CONCLUSIONES.....	52
RECOMENDACIONES.....	55
Referencias bibliográficas.....	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.....	3
Tabla 2.....	12
Tabla 3.....	46
Tabla 4.....	47
Tabla 5.....	48
Tabla 6.....	48
Tabla 7.....	49
Tabla 8.....	49
Tabla 9.....	49
Tabla 10.....	50
Tabla 11.....	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Adoquín en el siglo XV	8
Figura 2 El adoquín en la actualidad	9
Figura 3 Sacos de cemento	10
Figura 4 Árido fino, Arena	10
Figura 5 Piedra 3/4	11
Figura 6 Cantera	11
Figura 7 Escoria de acero.	11
Figura 8 Adoquín peatonal	13
Figura 9 Adoquín de tránsito vehicular pesado	13
Figura 10 Elaboración manual de un adoquín	14
Figura 11 La elaboración semi-manual de un adoquín.....	14
Figura 12 Elaboración automática de un adoquín	15
Figura 13 Forma de elaborar un adoquín.....	15
Figura 14 Caña de azúcar	16
Figura 15 Hoja de caña de azúcar.....	20
Figura 16 Cascarilla de arroz.....	20
Figura 17 Moldes para el ensayo sus dimensiones son 20*10*6 cm2	29
Figura 18 Cascarilla de arroz.....	30
Figura 19 Selección del tallo de la caña de azucar.	30

Figura 20 Selección de la cascarilla de arroz.	31
Figura 21 Selección y trozado del tallo de la caña de azúcar	31
Figura 22 Pesado del agregado de cemento.....	32
Figura 23 Pesado del agregado de cascarilla de arroz	32
Figura 24 Preparación de los porcentajes de cascarilla de arroz	33
Figura 25 Colocación de agregados reciclados al 5%, de cascarilla de arroz, caña de azúcar, agregado grueso, cemento, arena.	33
Figura 26 Colocación de agregados reciclados al 10%, de cascarilla de arroz, caña de azúcar, agregado grueso, cemento, arena.	33
Figura 27 Colocación de agregados reciclados al 5%, 10%, 15%, de cascarilla de arroz, caña de azúcar, agregado grueso, cemento, arena.	34
Figura 28 Colocación de agregados reciclados al 5%, 10%, 15%, de cascarilla de arroz, caña de azúcar, agregado grueso, cemento y arena listo para su proceso de mezclado.....	34
Figura 29 Preparación de moldes para ensayo	34
Figura 30 Preparación de curado de los moldes.	35
Figura 31 Mezcla de materiales para el primer ensayo al 5%	35
Figura 32 Mezcla de materiales para el segundo ensayo al 10%	35
Figura 33 Mezcla de materiales para el tercer ensayo al 15%	36
Figura 34 Porcentaje de agua para los agregados del ensayo al 5% .de 1600 c c.	36
Figura 35 Primer ensayo al 5%.....	37
Figura 36 Presión del primer ensayo al 5%	37
Figura 37 Primer ensayo al 5%, muestra N°2	38
Figura 38 Primer ensayo al 5%, presión manual de la muestra N°2	38
Figura 39 Primer ensayo al 5%, presión muestra manual de manera N°3	39
Figura 40 Primer ensayo al 5%, presión de las tres muestras.....	39
Figura 41 Segundo ensayo al 10%.	40
Figura 42 Segundo ensayo al 10%, presión de las muestras 1,2,3.	40
Figura 43 Segundo ensayo al 10%, presión de la muestra 3.	41
Figura 44 Segundo ensayo al 10%, presión de la muestra 3 y 1, eliminando partículas de aire.	41
Figura 45 Tercer ensayo al 15%, presión de la muestra 3 con prensa manual.	41
Figura 46 Tercer ensayo al 15%, presión de la muestra 3 y 1, para eliminación de partículas de aire.....	42

Figura 47 Finalización de ensayo.	42
Figura 48 Desmolde de adoquín reciclado.	42
Figura 49 Presentación de adoquín al 5%.	43
Figura 50 Presentación de adoquín al 10%.	43
Figura 51 Presentación de adoquín al 15%.	43
Figura 52 Ensayo C, B, R, muestra N°1 al 5 %.....	44
Figura 53 Ensayo C, B, R, muestra N°2 al 10 %.....	44
Figura 54 Ensayo C, B, R, muestra N°3 al 15 %.....	44
Figura 55 Ensayo de compresión de la muestra a los 7 días.	45
Figura 56 Ensayo de compresión de muestra a los 14 días.	45
Figura 57 Ensayo de compresión de la muestra a los 28 días.	45
Figura 58 Prueba de ensayo C, B, R. a adoquín modificado al 5%.....	46
Figura 59 Ensayo C, B, R. a adoquín modificado al 10%.....	46
Figura 60 Ensayo C, B, R.: a adoquín modificado al 15%.....	46

INTRODUCCIÓN

La presente investigación toma como preámbulo la elaboración de un adoquín peatonal de forma artesanal con materiales reciclados como son: fibras del tallo de la caña de azúcar y la cascarilla de arroz y de esta manera mejorar la resistencia del adoquín y mitigar la contaminación creada por los dos elementos al medio ambiente.

Para el tema investigativo planteado analizaremos los materiales utilizados y el desempeño de un adoquín peatonal artesanal en comparación con el adoquín de material reciclado para que este sea tomado en cuenta su utilización en el embellecimiento de las calles peatonales regeneradas, de esta manera procurar aprovechar los desechos de estos dos agregados.

En el capítulo I encontraremos el diseño de investigación donde analizaremos el desempeño de un adoquín peatonal utilizando fibra del tallo de la caña de azúcar y cascarilla del arroz tomando como referencia investigaciones antes realizadas con cada uno de estos dos agregados, cabe recalcar que el tema de investigación se basa en plantear la elaboración de un adoquín sin modificar su estructura inicial ni generar más desecho ambiental como lo sería en la incineración de estos dos componentes.

Las terminologías y especificaciones de la estructura de cada uno de los dos componentes que vamos a utilizar se encuentran descritos en el Capítulo II dándonos una idea clara de lo son estos dos agregados en su estado natural, describiendo su morfología y estructura. También especificaremos la historia de los adoquines y como forman parte de nuestro óptimo desplazamiento desde el siglo XV en la época romana y su importancia en la conquista de territorios y construcción de caminos.

Mediante la hipótesis planteada en este tema de investigación, plasmar un precedente para que las generaciones futuras puedan tomar en cuenta el material reciclado en la industria de la construcción, con proyectos investigativos innovadores, sustentables, sostenibles y amigables con el ambiente.

Capítulo I

1. Diseño de la investigación

1.1 Tema

Análisis del desempeño de un adoquín peatonal utilizando fibra del tallo de la caña de azúcar y cascarilla del arroz.

1.2 Planteamiento del problema

Uno de los problemas creados por la cáscara de arroz es la contaminación del medio ambiente sumado la del tallo de la caña de azúcar. La investigación se basa en el uso de estos dos elementos para la elaboración de adoquín peatonal con el fin de mejorar la resistencia del adoquín y mitigar la contaminación creada por los dos elementos.

1.3 Formulación del problema

Cuál es el desempeño del adoquín elaborado con la cascarilla del arroz y la fibra del tallo de caña de azúcar.

1.4 Objetivo general

Analizar el desempeño de un adoquín peatonal utilizando fibra del tallo de caña de azúcar y cascarilla del arroz, mediante ensayos de laboratorio.

1.5 Objetivos específicos

1. Analizar los materiales utilizados en el adoquín convencional por medio de ensayos de laboratorios para su clasificación.
2. Determinar la dosificación del adoquín adicionando los dos elementos para su elaboración como prototipo.
3. Calcular la resistencia del adoquín modificado para ser contrastado los resultados con el adoquín tradicional.

1.6 Hipótesis

La resistencia del adoquín peatonal aumentará utilizando fibra del tallo de caña de azúcar y cascarilla del arroz, mitigando la contaminación creada por estos dos elementos.

1.7 Línea de investigación institucional/Facultad.

La línea de investigación nos ayuda a analizar desde que perspectiva observamos los problemas que se presentan en el tema de estudio. La Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción impulsa el desarrollo científico y experimental a través de investigaciones útiles para el área de la construcción en búsqueda de proyectos innovadores, sustentables, sostenibles y amigables con el medio ambiente.

Tabla 1

Línea de investigación institucional/Facultad

Dominio	Línea de investigación institucional	Sub línea
Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de construcción eco-amigable, industria y desarrollo de energías renovables.	Territorio, medio ambiente materiales innovadores para la construcción	Materiales de construcción

Fuente: ULVR (s.f)

Elaborado por: Llaguno (2023)

Capítulo II

2.1 Marco Teórico

Se analizó la resistencia actual de los adoquines convencionales con el fin de mejorar su desempeño utilizando fibra del tallo de caña de azúcar y cascarilla del arroz:

En el proyecto de investigación denominado Influencia de reemplazo de ceniza de caña de azúcar sobre las propiedades físicas y mecánicas de adoquines tipo II para pavimentos de tránsito liviano se desarrolló en la ciudad de Trujillo, en el Laboratorio de la Universidad Privada del Norte, determinó “la influencia del porcentaje de ceniza de caña de azúcar sobre las propiedades físicas y mecánicas de adoquines tipo II para tránsito liviano”, Correa, L. Y. & Polo, H. R. (2019)

“En el diseño de mezcla se realizaron ensayos según las Normas Técnicas Peruanas (NTP) para la caracterización de los agregados, así como para la resistencia a la compresión se empleó la NTP”. Correa, L. Y. & Polo, H. R. (2019)

“La presente investigación es de tipo experimental porque por medio de la manipulación de la variable independiente, porcentaje de la ceniza de caña de azúcar se determinó la influencia que genera sobre la variable dependiente: la adición de ceniza de caña de azúcar mejorará las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines” Correa, L. Y. & Polo, H. R. (2019).

Tomando en cuenta la utilización de la caña de azúcar en este tipo de investigaciones experimentales se lleva a cabo el presente tema de investigación eliminando por completo el proceso de incineración para de esta manera contribuir con el medio ambiente eliminando el CO₂ que esta acción produce.

“En cuanto el diseño de la investigación es experimental puro, ya que se puede controlar y limitar las variaciones de la ceniza. Se concluyó que se influye de manera positiva en la resistencia a la compresión 14 y 28 días con respecto al patrón, también se pudo comprobar que agregando la ceniza de caña de azúcar hasta el 12% aumenta la resistencia a la compresión y a partir del 15% ya empieza a disminuir por debajo del patrón, de la misma manera sucede en el ensayo de absorción a menor cantidad de

ceniza mayor es la cantidad de agua que absorbe y a mayor cantidad de ceniza menor es la cantidad de agua que absorbe” Correa, L. Y. & Polo, H. R. (2019).

“Esta investigación evaluó el uso de los residuos de cascarilla de arroz como agregado para la elaboración de bloques en la construcción. Inicialmente, “se aplicó una encuesta a siete píldoras del cantón Rocafuerte, en Manabí, para conocer la cantidad de cascarilla de arroz generada en una semana. Para la obtención de los bloques se establecieron tres tratamientos y un testigo en función de la dosificación de la cascarilla de arroz T1 (25% - 0,31 kg); T2 (50% - 0,61 kg); T3 (75% - 0,91 kg) y testigo (100% - 0 kg). Los bloques fueron sometidos a ensayos de resistencia y esos resultados analizados a través del software InfosTat”. Centeno J, (2018)

“Según la encuesta realizada los centros de acopio que generan mayor cantidad de cascarilla de arroz son San Vicente y Santa Mónica con 200 quintales/semana cada uno, Las Jaguas con una producción de 175 quintales/semana, mientras que la apiladora que genera menor cantidad de cascarilla de arroz es San Juan con 100 quintales por semana. Se elaboraron un total de 48 bloques incluidos los ecológicos y los tradicionales o testigos” Carlos Delgado Villafuerte, (2019).

“De acuerdo con los ensayos de compresión el bloque a los 28 días con una dosificación de cascarilla de arroz al 25% presentó la mayor resistencia (36 kg/cm²), valor que se acerca al bloque tradicional, lo que permitió concluir que el eco bloque cumple con los parámetros de resistencia mecánica vigentes en la norma INEN 3066 (2016), conforme al análisis estadístico existe diferencias significativas entre cada uno de los tratamientos” Carlos Delgado Villafuerte, (2019).

Para la utilización del compuesto de cascarilla de arroz se toma en cuenta que es otro de los productos que genera grandes cantidades de desecho y que en procesos experimentales también se recogen al tratamiento de incineración para su eliminación, por ende estos elementos que en proyectos investigativos anteriores en la industria de la construcción han tenido un significativo avance, se han tomado en cuenta para este tema investigativo experimental.

El proyecto determinó “los efectos que tiene la adición de fibras en la resistencia a la compresión de un adoquín. Se utilizó fibras de polipropileno, fibras de estopa de coco y fibras de vidrio para la elaboración de los adoquines. Los resultados obtenidos a

los 28 días demostraron que la resistencia aumenta al añadir estas fibras, cuando 0,1% de fibra de polipropileno la resistencia aumento un 22%, cuando se añadió 0,2% de fibra de estopa de cocola resistencia aumento un 13% y cuando se añadió un 0,3% de fibra de vidrio la resistencia aumento un 9%”. (Ureña, M y Martínez, J, 2016).

Otro proyecto de tesis estipuló la viabilidad que existiría frente al uso de la cáscara de maní y el lodo residual de aluminio para así brindarles nuevas formas de eliminación a estos residuos restringir la contaminación que este material produciría estamos hablando del lodo residual que se obtenía del aluminio. “Para esto se desarrollaron 15 muestras de adoquines ajustadas a las dosificaciones de la Norma INEN 1488-887. Se pretendía que estos adoquines llegaran a una resistencia de 210 kg/cm². Como resultado de la investigación se obtuvo que no era viable el uso de estos residuos para elaborar adoquines, debido a que la resistencia obtenida era de 18,89 kg/cm², lo cual no llega a el valor establecido por la norma”. (Gonzales & Guerrero, 2021).

La utilización de estos desechos como lo son la cáscara de maní y el lodo residual del aluminio nos impulsa en ideas para la utilización de materiales orgánicos en la área de la construcción, y de la misma forma nos exhorta a tomar en consideración que no todos los materiales que se encuentran como desecho permiten ser utilizadas en la construcción de infraestructuras. En este caso el presente tema investigativo se caracteriza por ser un experimento que con la combinación de dos agregados busca la resistencia óptima o cercana que posee un adoquín peatonal convencional como lo establece la norma INEN.

En otra investigación con similares características se buscó disminuir el “impacto ambiental mediante el aprovechamiento de residuos como la cascara de maní y plástico pet-1. Para esto se desarrollaron 20 muestras de adoquines en donde se varió la cantidad de materiales para elaborar los mismos, además fueron sometidos a diferentes ensayos para determinar sus características y propiedades. Los adoquines debían cumplir con lo exigido en la norma INEN 3040, la cual menciona que debe tener una resistencia mínima de 350 kg/cm², pero se obtuvieron resultados variados. Los adoquines del segundo, tercero y quinto ensayo fueron buenos estéticamente ya que no se agrietaron y desmoronaron como lo hicieron los otros. Lamentablemente no llegaron

a la resistencia establecida por la norma INEN 3040 de 350 kg/cm², la máxima resistencia obtenida fue de 185,88 kg/cm²". (Fierro, J, 2019),

Los adoquines en la investigación del párrafo anterior no obtuvieron la resistencia ni siquiera en aproximación, razón por la cual nos ayuda a concluir que los distintos desechos orgánicos producidos por la industria se les puede brindar un uso adecuado sin que estos sean óptimos ya que su utilización frente a la ganancia ambiental nos conlleva a seguir explorando y experimentando nuevas maneras de utilizar y dar un buen uso a elementos considerados como basura en el área de la construcción.

“En esta investigación se planteó el uso de plástico pet-1 y caucho NFU para la fabricación de un adoquín. Los primeros adoquines estaban realizados con la combinación de plástico pet-1 y NFU, variando su dosificación. Los primeros resultados no fueron satisfactorios porque los adoquines no llegaron a fraguar bien, la superficie de los adoquines era pésima al igual que la resistencia, por lo que se decidió hacer adoquines sin combinar ambas materias primas. Los segundos resultados demostraron que los adoquines solo con plástico pet-1 tuvieron más resistencias que los de caucho NFU”. (Izurieta, J, y Rodríguez, A, 2018).

El uso de materiales como el Polietileno Tereftalato también conocido en sus siglas como PET, en la elaboración de adoquines en comparación con los neumáticos fuera de uso, nos arroja una resistencia mejor para aquellos que se elaboraron solo con material de Polietileno. La investigación no lleva a comprender que la utilización de otros elementos en remplazo del material grueso llega a ser viable. Por ello, en el presente tema de investigación existen dos agregados capaces de aportar beneficios tanto en el área de la construcción y también en el cuidado del medio ambiente.

Historia de los adoquines

“La historia del adoquín se remonta a muchos siglos atrás cuando el ser humano sintió la necesidad de mejorar los caminos por los cuales transitaban, con la finalidad de tener un ambiente más limpio tanto para los carruajes, caballos y para la población en general. Esta necesidad se incrementó a tal punto que para los comerciantes era indispensable que existieran rutas seguras y rápidas para el transporte de mercancías”. (Márquez, C, 2021).

Se tiene registro que los primeros adoquines se fabricaron en la época romana por el siglo XV para su uso en carreteras y ciudades europeas. Los pueblos que empezaron con la fabricación de este material y con el adoquinado fueron los romanos y los cartaginenses. (Fenollar, 2019)



Figura 1 Adoquín en el siglo XV
Fuente: Google (2022)

“El proceso de fabricación de los adoquines de aquella época comenzaba con la recolección de material a lo largo de orillas, lechos de ríos y lugares donde existió abundancia de granito y basalto. Estos dos últimos dotaban al adoquín de gran resistencia, fácil tratamiento y durabilidad. Posterior a su recolección se colocaban en arena y se unían con mortero para crear las calles y caminos”. (Márquez, C, 2021)

“Para los siglos XVIII y XIX en la América precolombina y Europa se empezó a utilizar adoquines a base de barro cocido y madera. Los últimos trabajos de adoquinado de calles en esas épocas llegaron hasta Napoleón Bonaparte, quien ordeno la construcción de grandes calles para el traslado de tropas y armamento durante su conquista en Europa”. (Márquez, C, 2021)

“El avance de la tecnología del hombre permitió el desarrollo de nuevas maneras de extracción de material, y para finales del siglo XIX y principios del siglo XX el adoquín paso a ser un material secundario para la construcción de calles, siendo principalmente utilizado como material decorativo. Esto sucedió por dos motivos principales, el primero por la revolución Industrial que permitió al hombre la extracción de material a gran escala de canteras y desarrollar lo que hoy se conoce como concreto, y la segunda por la aparición de medios de transporte masivos como buses o automóviles que implicaban la necesidad de materiales más resistentes, considerando las características superficiales como el peso, el comportamiento de la base, la sub-base y explanada de la calle”. (Fenollar, 2019)

“A pesar de lo anterior, el adoquín siguió su desarrollo como material fiable, popular y duradero hasta tal punto que en la década de los 70 su producción se disparó

en el mercado permitiendo el desarrollo de nuevas tecnologías y sistemas de fabricación y colocación del adoquín”. (Fenollar, 2019)

“Actualmente, la elaboración del adoquín se realiza con concreto de forma artesanal o mediante el empleo de máquinas especializadas en su producción y se utiliza principalmente para calles residenciales y caminos públicos”. (Márquez, C, 2021)

Adoquín en la actualidad

“El adoquín es un bloque ampliamente utilizado en la construcción de calles, caminos, estacionamientos y cualquier otra aplicación urbanística que requiera de un material fuerte y duradero. Los adoquines son bloques prefabricados de hormigón que tienen como agregado el granito, el cual le otorga alta resistencia y durabilidad. Estos pueden tener una enorme variedad de tamaños y formatos, pero usualmente son rectangulares por su facilidad de colocación”. (Fierro, J, 2019)



Figura 2 El adoquín en la actualidad
Fuente: Google (2022)

Materiales involucrados en la elaboración del adoquín.

En la elaboración de un adoquín, existen materiales diversos pero básicos para la composición de este. En la fabricación de un adoquín se emplean materiales como el agua, el cemento y agregados gruesos que cumplan con la norma INEN vigente de “Adoquines de hormigón”. La norma INEN determina los requisitos básicos para un ensayo y el proceso apropiado para obtención de un adoquín de calidad.

Cemento

“El cemento utilizado en la fabricación de adoquines recibe el nombre de cemento Portland cuyas especificaciones técnicas deben cumplir con la norma INEN 152. Para la elaboración del cemento se utilizan diferentes materiales como la piedra, caliza, arcilla, y arena ferrosa. Estos materiales deben ser molidos y colocados en un

horno especializado para obtener el Clinker. Finalmente, el Clinker será molido y combinado con yeso para obtener el cemento”. (Fierro, J, 2019)

“El cemento Portland es de uso general debido a que no se necesitan especificaciones especiales como la exposición a sulfatos, altas temperaturas o al contacto continuo con el agua”. (Fierro, J, 2019)



Figura 3 Sacos de cemento
Fuente: Google (2022)

Áridos

Los áridos se denominan así a aquellos materiales provenientes del quebrantamiento de rocas utilizados en el área de la construcción. Para la utilización de materiales áridos en la fabricación estructural de los adoquines es obligatorio el cumplimiento de la norma INEN.

De acuerdo con el tamaño de los materiales áridos estos se clasifican en:

Material árido fino: Son aquellos materiales con un tamaño de 5 milímetros o menores a este, como lo sería la arena y el limo.



Figura 4 Árido fino, Arena
Fuente: Google (2022)

Material árido grueso: Son aquellos materiales con un tamaño que supera los 5 milímetros un ejemplo de ello son las gravas.



Figura 5 Piedra 3/4
Fuente: Google (2022)

Con relación al tipo de roca que se ha de utilizar, estos se clasifican en:

Material árido natural: se obtienen de la explotación de canteras como son las gravas.



Figura 6 Cantera
Fuente: Google (2022)

Material árido artificial: estas provienen de las industrias, donde ciertos materiales son puestos a altas temperaturas o bajo procesos químicos, por ejemplo, la escoria siderúrgica que se genera producto de la fundición del acero.



Figura 7 Escoria de acero.
Fuente: Google (2022)

Material árido reciclado: estos son obtenidos de los escombros de las demoliciones de edificios y estructuras producto de los residuos reciclados generados en obras de construcción.

Agua

Este es un recurso natural con una prioridad alta en la elaboración de los adoquines porque se encuentra comprometido en su proceso de elaboración y en el fraguado. Razón por la cual, para la obtención de una estructura con óptimas propiedades de resistencia rigidez y estabilidad, es ineludible revisar la calidad del agua que se va a utilizar, considerando las sustancias contenidas en la misma, como se indica en la siguiente figura:

Tabla 2

Calidad del agua para elaboración del concreto

Sustancias y PH	Límite máximo
Cloruros	300 ppm
Sulfatos	200 ppm
Sales de magnesio	125 ppm
Sales Solubles	300 ppm
Sólidos en suspensión	10 ppm
Materia orgánica expresada en oxígeno consumido	0.001 ppm
PH	6<pH<8

Fuente: Gonzales y Guerrero (2021).

Tipos de adoquín

El adoquín según su finalidad clasifica en dos tipos:

Adoquín para tránsito peatonal.- Son adoquines que se utilizan en zonas de tránsito peatonal y de recreación donde solo se desplazan vehículos livianos.



Figura 8 Adoquín peatonal
Fuente: Google (2022)

Adoquín para tránsito vehicular pesado.- Estos son generalmente utilizados en lugares de tránsito de vehículos pesados, como lo son; buses, volquetas y camiones que poseen varios cigüeñales.



Figura 9 Adoquín de tránsito vehicular pesado
Fuente: Google (2022)

Formas de elaboración del adoquín de hormigón convencional

Existen tres maneras de elaborar un adoquín esto dependerá del estado de intervención de las maquinarias o del aprovechamiento el recurso humano:

1. Elaboración Manual
2. Elaboración Semi- manual
3. Elaboración Automática

Elaboración manual del adoquín.- Este proceso demanda el empleo manual de las herramientas livianas en la fabricación de un adoquín como lo es el una prensa manual, un mazo, los clavos y otros materiales adicionales como la madera, el martillo con la cual se elabora el molde donde reposará la mezcla del adoquín.



Figura 10 Elaboración manual de un adoquín
Fuente: Google (2022)

Elaboración semi – manual del adoquín.- Este proceso de elaboración se lo denomina así por tener la intervención de actividades manuales y mecanizadas, ejemplo de ello es el mezclado y el vibro-compactado. Este proceso de producción se debe efectuar de acuerdo con lo que estipula la norma INEN.



Figura 11 La elaboración semi-manual de un adoquín
Fuente: Google (2022)

Elaboración automática del adoquín.- Es el proceso industrializado que conlleva la fabricación del adoquín, donde se caracteriza por no intervención de la mano de obra humana, salvo en la operación de la maquinaria, en el traslado y el transporte de los materiales primarios. El proceso automático de la maquinaria se encarga del mezclado, el moldeado, el vibro- compactado y termina el secado del adoquín.



Figura 12 Elaboración automática de un adoquín
Fuente: Google (2022)

Proceso de la elaboración de un adoquín.- Para elaborar un adoquín se debe de cumplir con los siguientes pasos:

1. Se especifica la dosificación mediante el peso, de cada uno de los componentes. Estos componentes son: agregado grueso, cemento y agua, La dosificación suele variar de acuerdo con el tipo de adoquín a elaborar.
2. Realizada la respectiva dosificación se mezclan los componentes utilizando maquinaria industrializada o de manera manual con la ayuda de una pala.
3. Luego de culminar con el mezclado, se vierte en los moldes de las dimensiones especificadas por el fabricante y siguiendo las normas establecidas.
4. Se procede al desmolde de los adoquines para empezar el proceso de secado, este paso debe hacerse en un lugar cubierto de la luz del sol y del viento por un máximo de ocho y un mínimo de cuatro horas aproximadamente.
5. Finalmente, se procede a él fraguado, que consiste en irrigar regularmente cada uno de los adoquines y así mejorar sus propiedades físicas y mecánicas.



Figura 13 Forma de elaborar un adoquín
Fuente: Google (2022)

Caña de azúcar.



Figura 14 Caña de azúcar
Fuente: Google (2022)

Morfología de la planta.- Para el presente tema investigativo se busca la utilización del tallo de caña de azúcar por lo tanto se definirá las partes de esta planta de manera breve y concisa prestando más énfasis en lo que constituye el tallo.

Raíz

“La raíz es fasciculada, fibrosa o de base múltiple la que, por atrofia de la principal, está constituida por un manojo de raicillas del mismo o parecido grosor”. (Linnaeus, Carl von, 2013).

Tallo

En la planta de caña de azúcar se consideran dos ejemplos de tallos:

- *El subterráneo.-*llamado también rizoma.
- *El tallo aéreo.-*que es el que se cultiva generalmente para la extracción del azúcar comestible y otros destilados.

Tallo aéreo

“El tallo de la caña se desarrolla a partir de las yemas de otro tallo que haya sido colocado en condiciones favorables, mediante la propagación asexual o vegetativa usual. Esta se realiza por medio de los trozos de tallo (estacas, esquejes o propágulos) que contienen una o más yemas cada uno. Estas yemas pueden desarrollarse y dar paso a la formación de un tallo, que se denomina tallo primario; éste, a su vez continuando el proceso iniciado en él, movilizará las yemas de su porción basal, lo que provocará la

formación de otros tallos, los llamados tallos secundarios. Este proceso se repetirá de forma interrumpida hasta que las condiciones del medio lo impidan. El factor que mayor incidencia tiene en ese proceso es la luz solar”. (Linnaeus, Carl von, 2013).

Rizoma

El rizoma produce raíces y por su condición mecánica de sostén a la planta, puede confundirse con la raíz, su característica física son sus yemas. Durante las estaciones del año que son desfavorables para la planta, el rizoma se encarga de protegerla de la injerencia del ambiente. Existen en el rizoma tres zonas, estas son:

- Base.
- El tallo.
- Zona apical

Canutos

Los canutos o también llamados entrenudos del tallo se desarrollan a partir de las yemas, y estos su característica principal es que son cortos en su inicio pero una vez estén fuera de la base del suelo se extienden en longitud progresivamente hasta llegar a la parte media, y empiezan a decrecer hasta llegar al ápice, adonde nuevamente se vuelven cortos. La distribución de la posición de cada a lo largo de todo el tallo, es usualmente en línea recta, pero existe diversidades de caña de azúcar que suelen presentar forma irregular.

El tallo, de la caña se halla formado por los canutos, y estos a su vez se encuentran conformados por los nudos. El entrenudo es la proporción del tallo delimitada por dos nudos, esto quiere decir que cada canuto es un bloque, cuya longitud dependerá de los factores los que se expondrá la planta.

Los canutos suelen adquirir una longitud igualitaria entre ellos y está asociada con el periodo de crecimiento de la planta, a su vez, se encuentra delimitado por los factores ambientales la variedad y la peculiaridad de planta que se desarrolle. Se puede comprobar estos factores al prestar atención cada tallo en una plantación: cuando estos han padecido un período agudo de sequía, su ancho y largo es mínimo.

El mismo acontecimiento suele ocurrir cuando las hojas de un tallo son perturbadas hasta llegar a limitar el abastecimiento de sustancias hacia el canuto, esto suele suceder cuando es atacada por la plaga de la caña de azúcar.

A un mayor grosor de la sección basal, mostrará mayor resistencia cuando este tumbado. También el largo del entrenudo nos ayuda a reconocer una variedad distinta o puede ser el resultado de la injerencia del clima en la planta.

“En el canuto o cañuto puede dividirse en varias secciones:

- Anillo de crecimiento
- Anillo de cera
- Banda de raíces
- Canal de la yema
- Cicatriz de la hoja
- Rayas de súber
- Yemas” (Linnaeus, Carl von, 2013).

El anillo de crecimiento.- es aquella división que existe entre un nudo y el entrenudo.

El anillo de cera.- es aquella zona blancuzca que está situada bajo cada nudo, esta parte de la planta acumula grandes depósitos de lípidos cerosos. Además, de la cera que se encuentra en esta banda, la planta añade en todo el tallo aéreo de caña una capa delgada de cera y “aunque la caña de azúcar ha sido cultivada durante siglos, esta prominente capa blanquecina que cubre los tallos, aparentemente no fue reconocida como cera sino hasta 1840 cuando Avequin, un boticario de New Orleans, recogió y examinó el producto al que dio el nombre de "cerosina" derivado del latín cera” (Linnaeus, Carl von, 2013).

La banda de raíces.- es el borde que se encuentra encima del nudo y se forma por uno, dos y hasta tres anillos llamados primarios de raíz. Las bandas radiculares suministran la humedad y los nutrientes que necesitan los brotes jóvenes hasta que ellos se desarrollen.

La cicatriz de la hoja.- es la unión de la vaina al tallo aéreo, y está situado bajo la yema lateral.

El examen microscópico realizado a los tallos de la caña reveló que la cera se encuentra en forma de pequeñas varillas "cristalinas", de manera perpendicular. Esta capa de cera ayuda con la impermeabilidad de la cutícula, y es origen de aspecto blanquecino de la planta.

La yema.- es el conjunto de hojas en forma de escama. Esta también se la conoce como pérula y está cubierta de pelos que sirven de protección y para la clasificación de cada una de las variedades de caña de azúcar.

Las distintas variedades de caña de azúcar suelen presentar en sus tallos gran variedad de colores. El color determinante de un tallo dependerá de las condiciones en que este se desarrolla, ya que su color puede ser transformado por la injerencia del clima, la altitud y la luz solar. (Linnaeus, Carl von, 2013).

La tonalidad de los colores que se observan en los tallos de caña se les atribuye a dos pigmentos primordiales y a la combinación de estos por ejemplo: el color rojo se debe al pigmento antocianina, mientras que el color verde es gracias a la acción de la clorofila. Entre estos colores, el que mayor variedad presenta es la antocianina. La mezcla en la proporción correcta, dan como consecuencia la extensa gama de colores con los que se caracteriza a la planta de caña de azúcar. (Linnaeus, Carl von, 2013).

En la zona final del tallo existe la yema apical que no puede verse, ya que se protegida por la macolla de la caña. Esta parte del tallo es de consistencia flácida y se encuentra constituida por los canutos que a su vez están en proceso de alargamiento.

Hoja

Las hojas brotan de los nudos del tallo de caña de azúcar en forma cambiante, formando hileras opuestas entre sí. También se han documentado de variedades de hojas entrecruzadas. Cuando las hojas se degeneran, se separan del tallo, "la posición definitiva de las mismas representa en la actualidad un objetivo de estudio de los Fisiólogos, ya que de ella depende el grado de aprovechamiento de la energía solar" (Linnaeus, Carl von, 2013).

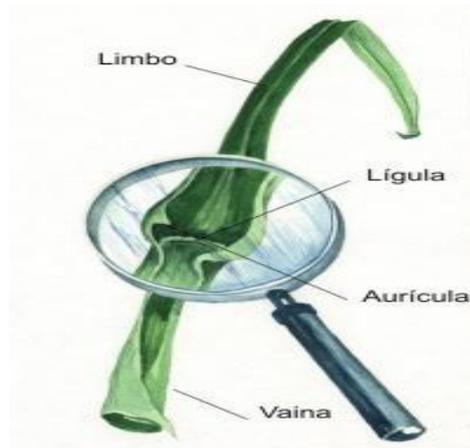


Figura 15 Hoja de caña de azúcar
Fuente: Google (2022)

El ancho y largo de la hoja dependerá relativamente de la especie. “Así, el *Saccharum officinarum* tiene hojas largas y anchas; el *S. Robustum* las tiene anchas y de mediano largo; el *S. barberi* presenta hojas cortas y estrechas; el *S. sinense* las muestra largas y estrechas; y por último el *S. Spontaneum* posee hojas muy estrechas”. (Linnaeus, Carl von, 2013).

La vaina de la hoja es de color verde claro, pero en su interior la lámina suele variar entre de un verde amarillo y un verde más oscuro, esto dependerá de la variedad y del estado de nutrición que tenga la planta.

La vaina de la hoja es tubular y cónica. En la hoja se aprecian dos caras: una interna que es blanquizca y llana, y en la parte externa que es de color verde, presenta abundantes pilosidades o vellos que se pueden apreciar en algunas variedades de la planta y esto contribuye a hacer desagradable su manipulación.

Cascarilla del arroz



Figura 16 Cascarilla de arroz
Fuente: Google (2022)

“La producción mundial de arroz en el año 2015 ha sido aproximadamente 491 millones de toneladas, de las cuales la cascarilla representa entre 20 y 25 % de la producción total de arroz; se estima su cantidad en aproximadamente 123 millones de toneladas” (Juan Francisco Arteaga Quintana, JFAQ, 2020).

Estas son cantidades apreciables de desechos orgánicos que se producen a nivel nacional y que deben ser aprovechados eficientemente para la reducción de la contaminación que existe por el desecho de este residuo.

“Entre los usos que se le ha dado a la cascarilla se encuentran la producción de silicatos y biocombustibles y como material para la producción de cemento puzolánico “otra alternativa es el uso como material adsorbente en procesos de remoción de contaminantes, con el fin de solucionar problemas de contaminación” (Luis Fernando Rodríguez Herrera, 2016).

“Cuando la cascarilla de arroz es sometida a altas temperaturas produce la ceniza entre el 13 y 29 % del peso inicial, constituida principalmente por sílice entre un 87 y 97 % debido a que no se disocia al quemarse, y además contiene pequeñas cantidades de sales inorgánicas” (Luis Fernando Rodríguez Herrera, 2016).

En un análisis más exhaustivo, “en promedio la cascarilla de arroz cuenta con un 64,30 % de material volátil, un 16,10 % de carbono fijo y un 19,54 % de ceniza; es en esta última donde se concentra el contenido de dióxido de sílice que supera el 90 %, y gracias a su fino tamaño y su alta reactividad ha sido utilizado en industrias como la del cemento, como fuente para preparar compuestos a base de silicio y zeolitas” (Luis Fernando Rodríguez Herrera, 2016).

2.1 Marco legal

En el presente proyecto las leyes y normativas que se deben considerar son las siguientes: Constitución de la República del Ecuador.

Art. 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua. Se prohíbe el desarrollo, producción, tenencia, comercialización, importación, transporte, almacenamiento, y uso de armas

químicas, biológicas y nucleares, de contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos, agroquímicos internacionalmente prohibidos modificados perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la soberanía alimentaria o los ecosistemas, así como la introducción de residuos nucleares y desechos tóxicos al territorio nacional.

28 Art. 54.- Las personas o entidades que presten servicios públicos o que produzcan o comercialicen bienes de consumo, serán responsables civil y penalmente por la deficiente prestación del servicio, por la calidad defectuosa del producto, o cuando sus condiciones no estén de acuerdo con la publicidad efectuada o con la descripción que incorpore. Las personas serán responsables por la mala práctica en el ejercicio de su profesión, arte u oficio, en especial aquella que ponga en riesgo la integridad o la vida de las personas.

Art. 66, numeral 15.- El derecho a desarrollar actividades económicas, en forma individual o colectiva, conforme a los principios de solidaridad, responsabilidad social y ambiental.

Art. 38, numeral 6.- Respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible.

Art. 385, numeral 3.- Desarrollar tecnologías e innovaciones que impulse la producción nacional, eleven la eficiencia y productividad, mejoren la calidad de vida y contribuyen a la realización del buen vivir.

Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 872:2011 Áridos para hormigón. Requisitos, primera revisión. Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 1488: 1986-04 Adoquines Requisitos.

Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 1 573:2010 Hormigón de cemento hidráulico. Determinación de la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de hormigón de cemento hidráulico.

Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 3040 2016-04 Adoquines de hormigón. Requisitos y métodos de ensayo Según indica la norma, los adoquines deben cumplir con lo siguiente:

Campo de aplicación

Se aplica a adoquines normales como a adoquines permeables. Para la aplicación de esta norma los adoquines deben satisfacer las siguientes condiciones:

- a) Cualquier sección transversal a una distancia de 50mm de cualquiera de los bordes del adoquín, tiene una dimensión horizontal igual o superior a 50mm.
- b) Su longitud total dividida por su espesor es menor o igual que cuatro. A su vez la norma indica lo siguiente:

Requisitos

En la fabricación de adoquines de hormigón solamente se deben utilizar materiales cuyas propiedades y características sean las adecuadas para ello.

Los requisitos de idoneidad de los materiales utilizados deben recogerse en la documentación de control de producción del fabricante. En el anexo A se indica un esquema de inspección de referencia.

Amianto

Para la fabricación de adoquines, no debe utilizarse amianto o materiales que contengan amianto.

Requisitos de los productos

Generalidades

Los adoquines pueden ser monocapas, con un solo tipo de hormigón, o doble capa, con diferentes tipos de hormigón en su capa superficial y de apoyo.

Cuando los adoquines sean fabricados con capa superficial, o doble capa, esta debe tener un espesor mínimo de 4 mm sobre el área declarada por el fabricante cuando se mida de acuerdo con el anexo C.

Se deben ignorar las partículas asiladas de áridos de su estructura principal que puedan quedar introducidas en la parte interior de la capa superficial. La capa superficial debe considerarse como parte integrante del adoquín.

Una arista biselada, cuyas proyecciones verticales u horizontales excedan los 2mm debe considerarse como achaflanada. Las dimensiones deben ser declaradas por el fabricante. Los adoquines pueden ser fabricados con perfiles funcionales o decorativos, pero estos no deben ser incluidos en las dimensiones nominales del adoquín.

La superficie de los adoquines puede ser texturizada, ser sometida a un tratamiento secundario o ser tratada químicamente; estos acabados o tratamiento deben ser declarados y descritos por el fabricante.

Capítulo III

3. Metodología de la investigación.

Los autores Luis Gerardo Arévalo Quispe y José Eduardo Monserrate Alejandro, (2022), “deducen que una investigación experimental tiene dos sentidos, una general y otra particular; el termino general se refiere a “elegir o llevar a cabo una acción” para luego analizar las consecuencias”. En el presente tema investigativo perseguimos la acción de “experimentar”, y a su vez “comparar” la resistencia de un adoquín peatonal tradicional con la adición fibra de tallo de caña de azúcar y cascarilla del arroz como agregados, haciendo pruebas o ensayos de compresión, obteniendo la resistencia que nos ayuda a determinar su viabilidad.

3.1 Enfoque de la investigación

“El enfoque cuantitativo (que representa, como dijimos, un conjunto de procesos) es secuencial y probatorio. Parte de una idea que va acotándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica. (Hernández, Fernández y Baptista 2014).

El enfoque de nuestro proyecto es cuantitativo al utilizar operaciones numéricas considerando las diferentes cantidades en porcentaje de fibra de tallo de caña de azúcar y cascarilla del arroz en la mezcla de hormigón hidráulico para la elaboración del prototipo de adoquín peatonal.

3.2 Alcance de la investigación

Este tema de investigación se fundamenta en el diseño de una mezcla de hormigón simple para adoquín peatonal adicionando fibra del tallo de caña de azúcar y cascarilla del arroz, se analizará los porcentajes de materiales para la mezcla de hormigón hidráulico junto con dos agregados para la elaboración de un prototipo de adoquín peatonal. El experimento es exploratorio por considerar los diferentes porcentajes de cantidades de los agregados a la mezcla de hormigón hidráulico para establecer la parte óptima del prototipo de adoquín y de esta forma medir los resultados de los ensayos de compresión.

3.3 Técnicas e instrumentos para obtener los datos.

Las técnicas de investigación se utilizan para analizar cualquier fenómeno en el comportamiento de la mezcla que se elaborará y exponer el resultado principal que nos ayuda a determinar el objetivo de toda esta investigación, se pretende medir cuantitativamente la conducta que toma el adoquín modificado en comparación con un adoquín peatonal convencional, los dos realizados de manera artesanal.

Mediante la observación del comportamiento de la mezcla con los materiales contenidos de fibra de tallo de caña de azúcar y cascarilla del arroz, se realizarán los ensayos de resistencia por medio de los equipos de laboratorio y su respectivo estudio causal-comparativo con la de un adoquín convencional.

- Ensayo de resistencia
- Ensayo de aplastamiento

Los instrumentos utilizados en el tema de investigación son:

Equipos de laboratorios para ensayo de resistencia

- Prensa hidráulica
- Balanza
- Bandejas
- Moldes

Se procederá al diseñar la mezcla tradicional de concreto hidráulico para luego adicionar los porcentajes de 5,10 y 15% de los elementos fibra del tallo de caña de azúcar y cascarilla del arroz como agregados en la elaboración del adoquín modificado para comparar sus resultados con un adoquín peatonal tradicional.

3.4 Población y muestra

Según Hernández y Fernández (2019) explican “cómo delimitar la magnitud adecuada de una muestra” procuramos no generalizar los datos con la población general de la provincia del Guayas, para ello se seleccionó la muestra, tomando en cuenta los kilómetros que ocuparía la población del Cantón Guayaquileño.

La población tomada para el tema de investigación estará dada de la siguiente manera; tomando todos los adoquines que se producen en la ciudad de Guayaquil con un “estimado de aproximadamente 2'723.000 de habitantes que ocupan un territorio de 344,5km² de superficie”. (Terminal Aeroportuaria de Guayaquil, 2023).

Para el objeto del estudio se considera un área peatonal de ingreso de la entrada de una residencial que tiene como medidas de 60m².

“Una fábrica de adoquín produce diario entre dos mil y tres mil adoquines” (Diario-Andino 2016), lo que equivale a una área de ingreso peatonal. Para determinar la muestra del ensayo se dividirá el aproximado de kilómetros de superficie de la ciudad de Guayaquil por los metros cuadrados que se consideran de un ingreso peatonal dando como resultado 0.17m² este valor representa a nueve adoquines a analizar.

Se construirán nueve adoquines con porcentajes de 5,10 y 15% de fibra del tallo de la caña de azúcar y de la cascarilla del arroz, para analizar el desempeño de estos materiales en la mezcla de hormigón hidráulico. Dependiendo de la muestra se delimitará cual es el porcentaje óptima para la realización de un adoquín peatonal que cumpla con las normas establecidas.

El nivel de confianza visible del estudio, debido a que los instrumentos empleados para la realización de prueba de CBR se han calibrado por el laboratorio de asfalto como un muestreo no probabilístico que nos ayuda a determinar una muestra experimental de adoquín.

“Para lograr determinar la confiabilidad de un equipo esta depende del resultado que se haya obtenido durante la realización de la misma prueba en varias ocasiones”. (Fernández, Baptista, & Hernández, 2014).

Los ensayos practicados a la mezcla de hormigón hidráulico con la adición de fibra de tallo de caña de azúcar y cascarilla del arroz para la elaboración de adoquines son confiables gracias a la garantía que nos otorga el laboratorio de hormigo hidráulico con la utilización de nueve muestras para el ensayo.

3.5 Presentación y análisis de resultados

En el procedimiento para la elaboración del adoquín reciclado se seleccionó cada uno de los áridos a utilizar, posteriormente se resolvió trozar en partes pequeñas la fibra de tallo caña de azúcar y de esta manera medir de acuerdo al su peso las dosificaciones para cada ensayo. Para el manejo de cada una de los ensayo se las coloco en el suelo para realizar las mezclas de cada porcentaje establecido.

En tema investigativo se realizó bajo la utilización de los siguientes materiales y equipos:

Equipos:

- Pala
- Bandeja
- Balanza digital
- Moldes de madera de 10 x 20 x 6cm de espesor.
- Recipiente

Materiales:

- Cemento
- Piedra $\frac{3}{4}$
- Arena homogenizada
- Cascarilla de arroz
- Fibra del tallo de caña de azúcar
- Agua 1600cc para cada ensayo.

Se procedió a colocar desmoldante a los cajones de maderas para proceder con la dosificación de las mezclas, la compactación se realiza con un mazo de hierro por cada 2cm³ de mezcla reciclada.

Posteriormente se realiza ensayos de laboratorio previo el desmolde al día 7, 14 y 28 cabe recalcar que el fraguado de los ensayos debe hacerse bajo cubierta a temperatura ambiente por 24 horas.

La investigación experimental realizada en este tema se lo realiza con el enfoque científico midiendo cada una de las variables obtenidas de manera cuantitativa para así interpretar el resultado de los ensayos efectuados de laboratorio con las mezclas de agregados reciclados planteados en la unidad I.

Para el desarrollo de este tema investigativo se elaboraron tres ensayos de adoquín peatonal realizados de forma manual, para que este análisis nos resulte en la mejora de la resistencia y además mitigar la contaminación ambiental con utilización de dos tipos de desechos, la fibra de caña de azúcar y la cascarilla de arroz.

Cada uno de los ensayos realizados se ejecutó de acuerdo a la elaboración artesanal de adoquines peatonales efectuados en la ciudad de Guayaquil. El espacio donde se elaboró la mezcla y las pruebas CBR se situaron en el laboratorio Ruffini-Universidad de Guayaquil-parroquia Tarqui provincia del Guayas. La memoria fotográfica de los ensayos realizados para este análisis se presenta a continuación:



Figura 17 Moldes para el ensayo sus dimensiones son 20*10*6 cm²
Elaborado por: Llaguno (2023)



Figura 18 Cascarilla de arroz
Elaborado por: Llaguno (2023)



Figura 19 Selección del tallo de la caña de azucar.
Elaborado por: Llaguno (2023)



Figura 20 Selección de la cascarilla de arroz.
Elaborado por: Llaguno (2023)



Figura 21 Selección y trozado del tallo de la caña de azúcar
Elaborado por: Llaguno (2023)



Figura 22 Pesado del agregado de cemento.
Elaborado por: Llaguno (2023)



Figura 23 Pesado del agregado de cascarilla de arroz.
Elaborado por: Llaguno (2023)



Figura 24 Preparación de los porcentajes de cascarilla de arroz
Elaborado por: Llaguno (2023)



Figura 25 Colocación de agregados reciclados al 5%, de cascarilla de arroz, caña de azúcar, agregado grueso, cemento, arena.
Elaborado por: Llaguno (2023)



Figura 26 Colocación de agregados reciclados al 10%, de cascarilla de arroz, caña de azúcar, agregado grueso, cemento, arena.
Elaborado por: Llaguno (2023)



Figura 27 Colocación de agregados reciclados al 5%, 10%, 15%, de cascarilla de arroz, caña de azúcar, agregado grueso, cemento, arena.
Elaborado por: Llaguno (2023)



Figura 28 Colocación de agregados reciclados al 5%, 10%, 15%, de cascarilla de arroz, caña de azúcar, agregado grueso, cemento y arena listo para su proceso de mezclado.
Elaborado por: Llaguno (2023)



Figura 29 Preparación de moldes para ensayo
Elaborado por: Llaguno (2023)



Figura 30 Preparación de curado de los moldes.
Elaborado por: Llaguno (2023)



Figura 31 Mezcla de materiales para el primer ensayo al 5%
Elaborado por: Llaguno (2023)



Figura 32 Mezcla de materiales para el segundo ensayo al 10% .
Elaborado por: Llaguno (2023)



Figura 33 Mezcla de materiales para el tercer ensayo al 15% .
Elaborado por: Llaguno (2023)



Figura 34 Porcentaje de agua para los agregados del ensayo al 5% .de 1600 c.c.
Elaborado por: Llaguno (2023)



Figura 35 Primer ensayo al 5%
Elaborado por: Llaguno (2023)



Figura 36 Presión del primer ensayo al 5%
Elaborado por: Llaguno (2023)



Figura 37 Primer ensayo al 5%, muestra N°2
Elaborado por: Llaguno (2023)



Figura 38 Primer ensayo al 5%, presión manual de la muestra N°2
Elaborado por: Llaguno (2023)



Figura 39 Primer ensayo al 5%, presión muestra manual de manera N°3
Elaborado por: Llaguno (2023)



Figura 40 Primer ensayo al 5%, presión de las tres muestras
Elaborado por: Llaguno (2023)



Figura 41 Segundo ensayo al 10%.
Elaborado por: Llaguno (2023)



Figura 42 Segundo ensayo al 10%, presión de las muestras 1,2,3.
Elaborado por: Llaguno (2023)



Figura 43 Segundo ensayo al 10%, presión de la muestra 3.
Elaborado por: Llaguno (2023)



Figura 44 Segundo ensayo al 10%, presión de la muestra 3 y 1, eliminando partículas de aire.
Elaborado por: Llaguno (2023)



Figura 45 Tercer ensayo al 15%, presión de la muestra 3 con prensa manual.
Elaborado por: Llaguno (2023)



Figura 46 Tercer ensayo al 15%, presión de la muestra 3 y 1, para eliminación de partículas de aire.
Elaborado por: Llaguno (2023)



Figura 47 Finalización de ensayo.
Elaborado por: Llaguno (2023)



Figura 48 Desmolde de adoquín reciclado.
Elaborado por: Llaguno (2023)



Figura 49 Presentación de adoquín al 5%.
Elaborado por: Llaguno (2023)



Figura 50 Presentación de adoquín al 10%.
Elaborado por: Llaguno (2023)



Figura 51 Presentación de adoquín al 15%.
Elaborado por: Llaguno (2023)



Figura 52 Ensayo C, B, R, muestra N°1 al 5 %
Elaborado por: Llaguno (2023)



Figura 53 Ensayo C, B, R, muestra N°2 al 10 %
Elaborado por: Llaguno (2023)

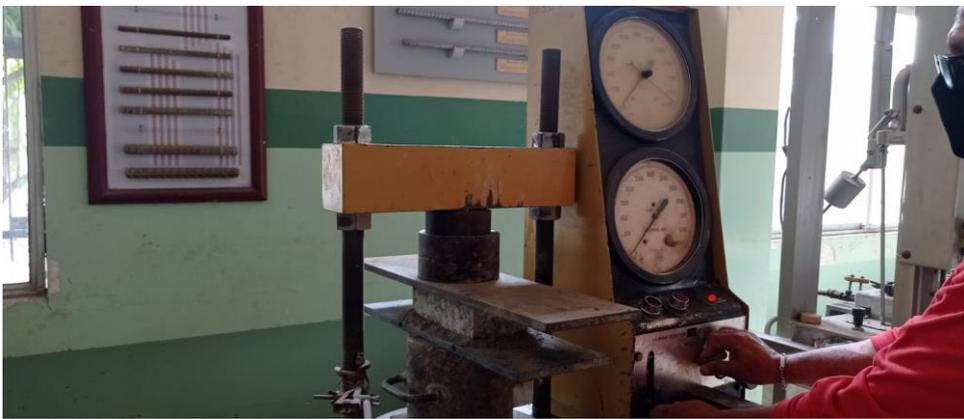


Figura 54 Ensayo C, B, R, muestra N°3 al 15 %
Elaborado por: Llaguno (2023)



Figura 55 Ensayo de compresión de la muestra a los 7 días.
Elaborado por: Llaguno (2023)



Figura 56 Ensayo de compresión de muestra a los 14 días.
Elaborado por: Llaguno (2023)



Figura 57 Ensayo de compresión de la muestra a los 28 días.
Elaborado por: Llaguno (2023)



Figura 58 Prueba de ensayo C, B, R. a adoquín modificado al 5%
Elaborado por: Llaguno (2023)



Figura 59 Ensayo C, B, R. a adoquín modificado al 10%.
Elaborado por: Llaguno (2023)



Figura 60 Ensayo C, B, R.: a adoquín modificado al 15%.
Elaborado por: Llaguno (2023)

**CBR
COMPRESIÓN**

“ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO DE UN ADOQUÍN PEATONAL UTILIZANDO FIBRA DEL TALLO DE LA CAÑA DE AZÚCAR Y CASCARILLA DEL ARROZ”

Tabla 3

Prueba CBR a los 7 días

1er Ensayo Realizado a los 7 Días										
# PRUEBA:			EDAD DÍAS:	CARGA MÁXIMA: gr	Área del Adoquín				Resistencia en Kg/cm ² Adoquín	
	Fecha	Dosificación Modificada			Área 1 (cm)	Área 2 (cm)	Área 3 (cm)	Área de Superficie Superior Total (cm ²)	= Carga Máxima / Área Total (cm ²)	
1	Martes 27 - Diciembre - 2022	5%	7	45000	10	20	6	200	225	Kg/cm²
1	Martes 27 - Diciembre - 2022	10%	7	42000	10	20	6	200	210	Kg/cm²
1	Martes 27 - Diciembre - 2022	15%	7	34000	10	20	6	200	170	Kg/cm²

Nota: Resistencia a la compresión en kg/cm² de adoquín modificado en la prueba CBR a los 7 días de su elaboración.

Elaborado por: Llaguno (2022)

Tabla 4

Prueba CBR a los 14 días

2do Ensayo Realizado a los 14 Días										
# PRUEBA:	Fecha	Dosificación Modificada	EDAD DÍAS:	CARGA MÁXIMA: gr	Área del Adoquín				Resistencia en Kg/cm ² Adoquín	
					Área 1 (cm)	Área 2 (cm)	Área 3 (cm)	Área de Superficie Superior Total (cm ²)	= Carga Máxima / Área Total (cm ²)	
1	Martes 3 - Enero - 2023	5%	14	51000	10	20	6	200	255	Kg/cm ²
1	Martes 3 - Enero - 2023	10%	14	45000	10	20	6	200	225	Kg/cm ²
1	Martes 3 - Enero - 2023	15%	14	38000	10	20	6	200	190	Kg/cm ²

Nota: Resistencia a la compresión en kg/cm² de adoquín modificado en la prueba CBR a los 14 días de su elaboración.

Elaborado por: Llaguno (2022)

Tabla 5

Prueba CBR a los 28 días

3er Ensayo Realizado a los 28 Días										
# PRUEBA:	Fecha	Dosificación Modificada	EDAD DÍAS:	CARGA MÁXIMA:	Área del Adoquín				Resistencia en Kg/cm ² Adoquín	
					Área 1 (cm)	Área 2 (cm)	Área 3 (cm)	Área de Superficie Superior Total (cm ²)	= Carga Máxima / Área Total (cm ²)	
1	Martes 17 - Enero - 2023	5%	28	57000	10	20	6	200	285	Kg/cm ²
1	Martes 17 - Enero - 2023	10%	28	48000	10	20	6	200	240	Kg/cm ²
1	Martes 17 - Enero - 2023	15%	28	43000	10	20	6	200	215	Kg/cm ²

Nota: Resistencia a la compresión en kg/cm² de adoquín modificado en la prueba CBR a los 28 días de su elaboración.

Elaborado por: Llaguno (2022)

Tabla 6

Dosificación de agregados de un adoquín convencional

DOSIFICACIÓN DE AGREGADOS EN UN ADOQUIN CONVENCIONAL		
Adoquines		
Cemento	2770	gr
Piedra	7500	gr
Arena	5550	gr
Agua	1610	ml

Nota: Dosificación de hormigón 210kg/m² para un adoquín convencional

Elaborado por: Llaguno (2022)

Tabla 7

Dosificación de agregados -Adoquín modificado

DOSIFICACIÓN DE AGREGADOS RECICLADOS						
Adoquines	5%		10%		15%	
Cemento	2770	gr	2770	gr	2770	gr
Piedra	7125	gr	6750	gr	6375	gr
Caña	187,5	gr	375	gr	562,5	gr
C.Arroz	187,5	gr	375	gr	562,5	gr
Arena	5550	gr	5550	gr	5550	gr
Agua	1610	ml	1610	ml	1610	ml

Elaborado por: Llaguno (2023)

Tabla 8

Dosificación de agregados de un adoquín modificado al 5%

ADOQUIN AL 5 %

PIEDRA	7125	gr	95%
AGREGADO 1 CAÑA	187,5	gr	5%
AGREGADO 2 C.Arroz	187,5	gr	
AGREGADO TOTAL	7500	gr	100%

Elaborado por: Llaguno (2023)

Tabla 9

Dosificación de agregados de un adoquín modificado al 10%

ADOQUIN AL 10 %

PIEDRA	6750	gr	90%
AGREGADO 1 CAÑA	375	gr	10%
AGREGADO 2 C.Arroz	375	gr	
AGREGADO TOTAL	7500	gr	100%

Elaborado por: Llaguno (2023)

Tabla 10

Dosificación de agregados de un adoquín modificado al 15%

ADOQUIN AL 15 %			
PIEDRA	6375	gr	85%
AGREGADO 1 CAÑA	562,5	gr	15%
AGREGADO 2 C.Arroz	562,5	gr	
AGREGADO TOTAL	7500	gr	100%

Elaborado por: Llaguno (2023)

Tabla 11

Peso neto del adoquín modificado

PESO NETO DEL ADOQUÍN MODIFICADO	
5%	2544 Kg 7 días
	2621 Kg 14 días
	2518 Kg 28 días
10%	2065 Kg 7 días
	2179 Kg 14 días
	2072 Kg 28 días
15%	1863 Kg 7 días
	1917 Kg 14 días
	1845 Kg 28 días

Elaborado por: Llaguno (2023)

El análisis del laboratorio nos arroja como resultado que el adoquín elaborado con el 5% de agregados de cascarilla de arroz y la fibra de tallo de caña de azúcar logró una resistencia de 225 kg/m² a los 7 días en comparación con la norma INEN donde un adoquín peatonal convencional debe tener la resistencia de 300kg/m², el adoquín modificado del ensayo solo llegó a obtener niveles aceptables en la compresión de la prensa hidráulica pese a tener pocos días de fraguado.

Sin embargo uno de los hallazgos importantes en este análisis de laboratorio fue que al agregar mayor porcentaje de agregados de cascarilla de arroz y fibra de tallo de caña de azúcar declina la resistencia del adoquín, tomando en cuenta que la dosificación de agua en los tres ensayos era la misma.

Al realizar la mezcla de los agregados de cascarilla de arroz y fibra de tallo de caña de azúcar al 15% se observa la demanda de líquido en el compuesto, y una resistencia de 215 kg/m², a los 28 días, lo que nos lleva a concluir que a mayor proporción de agregados, existe mayor demanda de líquido, esto puede ocurrir por que en los dos compuestos utilizados en la mezcla presentan en su estado natural una demanda de líquido importante para su germinación y crecimiento.

El comportamiento mecánico de los agregados pétreos y reciclados al 15% que contenían 1.600cc de líquido de agua potable en su mezcla no se ligaban, su plasticidad era baja para su manipulación y el tiempo de elaboración en comparación con el adoquín de agregados al 5 % fue mayor a 10 minutos en el momento de compactación con la prensa manual.

CONCLUSIONES

Para la utilización de materiales renovables en la fabricación de la estructura de adoquines peatonales, se procede a comprobar mediante la realización de nueve muestras que consisten en tres ensayos con características básicas de un adoquín convencional más los material orgánicos como son la fibra de la caña de azúcar y cascarilla del arroz al 5, 10 y 15%, y considerarlos en su utilización. La realización experimental de un adoquín y su resultado en la prueba de CBR. Nos ayudará responder los objetivos explícitos a continuación:

- Respecto al primer objetivo específico analizar los materiales utilizados en el adoquín convencional por medio de ensayos de laboratorios para su clasificación, se lo realizó seleccionando cada uno de los materiales (piedra $\frac{3}{4}$, arena, cemento) pero añadiendo dos componentes más a la mezcla como lo es la cascarilla de arroz y tallo de caña de azúcar en porcentaje específicos como parte del experimento, sin modificar los agregados primarios. Se visualizó que el agregado de fibra de caña de azúcar ayudó a ligar de la mezcla en cambio la cascarilla de arroz como punto negativo absorbió en gran medida el agua de la mezcla no obstante también ayudó a rellenar los vacíos que pudieran existir entre el agregado grueso.
- Con respecto al segundo objetivo específico, determinar la dosificación del adoquín adicionando los dos elementos para su elaboración como prototipo, en el ensayo se realizó la correlación que existe entre el agregado grueso y los agregados reciclados (cascarilla de arroz y tallo de caña de azúcar), para ello se tomó en cuenta las siguientes mediciones; las mediciones se tomaron con relación al valor total en gramos del agregado grueso (piedra $\frac{3}{4}$) que contiene la mezcla de un adoquín convencional obteniendo, que si la dosificación del agregado grueso es de 7500 gr, el 5% de este valor equivale a 375g. Una vez obtenido el valor de la dosificación al 5% se le restara esos gramos al peso de la piedra para que de esta manera se sigan manteniendo los valores de adoquín convencional. Es importante recalcar que este 5% se dividirá para los dos agregados anteriormente expuestos. Los porcentajes de dosificación del 10% y 15% se los realizo de la misma manera quedando explícito en las tablas 6, 7 y 8 respectivamente.

- Con respecto al tercer objetivo específico, como es el calcular la resistencia del adoquín modificado para ser contrastado los resultados con el adoquín tradicional, nos encontramos que en la prueba de ensayo efectuada al adoquín reciclado se evidenció una mejoría en su resistencia con relación a un adoquín convencional, la mezcla optima realizada al 5 % obtuvo una resistencia de hasta 285 kg/m^2 a los 28 días cuando en un adoquín convencional según la norma INEN debe de ser de hasta 300 kg/m^2 obteniendo un beneficio significativo al utilizar agregados reciclados. Los adoquines cuya mezcla estaba dosificada al 10 y 15% obtuvieron valores menores pero seguían teniendo resistencias cercanas a las de un adoquín convencional como lo muestra en la Tabla 3 de Prueba CBR.
- Para el objetivo General, analizar el desempeño de un adoquín peatonal utilizando fibra del tallo de la caña de azúcar y cascarilla del arroz, se realiza el ensayo con una muestra de nueve adoquines con el fin de considerar su viabilidad y resistencia para de esta manera contribuir en la obtención de inteligentes formas de construcción que contribuyen en la eliminación de cargas contaminantes al medio ambiente. La prueba CBR, es realizada a los 7, 14 y 28 días obteniendo valores en la dosificación al 15% de 170 kg/m^2 , 190 kg/m^2 y 215 kg/m^2 respectivamente.
- Con respecto a la hipótesis planteada en el presente tema investigativo, la resistencia del adoquín peatonal aumentará utilizando fibra de tallo de caña de azúcar y cascarilla del arroz, y que además mitigara la contaminación creada por estos dos elementos, no se cumple con las expectativas previstas, en el ensayo se utilizó la misma cantidad de líquido en las tres mezclas pero se observó características importantes como una disminución en el peso neto del adoquín peatonal haciéndolo viable. La contaminación creada por el desecho de estos dos elementos a nivel industrial tienen un significativo impacto en el medio ambiente por su incineración, en el planteamiento de este tema investigativo, estos dos elementos orgánicos serán utilizados sin modificar su estructura al momento de ser desechados.

- El resultado relevante de este experimento es el comportamiento de la plasticidad de la mezcla en relación con la cantidad de líquido y con los agregados reciclados. Su estructura al tacto da la sensación de elasticidad que nos ayuda a utilizarlos en espacios diversión y áreas deportivas amortiguando el impacto existente en este tipo de actividades.

RECOMENDACIONES

- Mediante la prueba de laboratorio realizada al adoquín modificado en sus tres dosificaciones de agregados al 5, 10 y 15% nos encontramos que su viabilidad es factible debido a su resistencia, acercándose a la marca de un adoquín convencional, razón por la cual se exhorta a futuras pruebas experimentales tomando en cuenta la recomendación de la efectiva dosificación de agua según lo requiera el porcentaje de los agregados.
- El desecho ambiental producido por estos dos agregados requiere procesos extras para su total eliminación, se alienta para que sean incluidos en la industria de la construcción de adoquines peatonales. Su utilización es factible de acuerdo a la prueba de laboratorio, dibujando un escenario de remediación ambiental que provocaría un impacto socio-económico en las futuras generaciones.
- Las muestras realizadas en el laboratorio nos proyecta como resultado que el beneficio técnico de este adoquín modificado está ligado a su capacidad portante ya que este se asemeja a la especificación de un adoquín tradicional peatonal, frente a esto podríamos recomendar futuras pruebas de ensayos tomando la comparación con un adoquín vehicular y además probar otras variables aparte de su resistencia, como lo es el peso, que ayudaría en la transportación del mismo, su tiempo de vida útil y por último el desgaste en un espacio de tiempo y bajo la injerencia del clima.
- En la actualidad los espacios recreativos se han incrementado y con ello existe un aumento en la explotación de las canteras de materiales pétreos tradicionales que son elementos no renovables en la industria de la construcción, frente a esta problemática ambiental el experimento efectuado del adoquín con agregados de tallo de caña de azúcar y cascarilla de arroz, nos ayuda en la disminución en porcentajes específicamente del agregado grueso (piedra $\frac{3}{4}$), en la mezcla para su elaboración, razón por la cual se recomienda su uso en otros ámbitos de la construcción.

Referencias bibliográficas

- Carlos Delgado Villafuerte, (2019).con una producción de 175 quintales/semana, mientras que la apiladora que genera menor cantidad de cascarilla de arroz es San Juan, <https://n9.cl/ifob9>.
- Centeno J, (2018), se aplicó una encuesta a siete píldoras del cantón Rocafuerte, en Manabí, para conocer la cantidad de, <https://n9.cl/ifob9>.
- Correa, L. Y. & Polo, H. R. (2019, Influencia de reemplazo de ceniza de caña de azúcar sobre las propiedades físicas y mecánicas de adoquines tipo II para pavimentos de tránsito liviano, <https://hdl.handle.net/11537/23400>.
- Daniel Gonzales y Edison Guerrero (2021).la calidad del agua para la realización del concreto, <https://www.hormigonespecial.com/blog/?p=330>
- Diario-Andino, (2016), Una fábrica de adoquín produce diario entre dos mil y tres mil adoquines” <https://acortar.link/m8f4Pa>
- Fenollar, 2019, punto que en la década de los 70 su producción se disparó en el mercado, <https://acortar.link/rCTv2b>.
- Fernández, Baptista, & Hernández, 2014, Metodología de la Investigación, datos cuantitativos, <https://acortar.link/4hqOE>
- Fierro, J, (2019), “Obtención de un adoquín como resultado de la mezcla de cascara de maní, pet-1 y elementos tradicionales, para el sector popular”, <https://acortar.link/iCMREn>
- Gabriela González, (2021), técnicas de investigación, <https://n9.cl/lcg7z>.
- Gonzales Daniel y Guerrero Edison (2021), Prototipo de adoquín a base de lodo residual de aluminio y fibra de cascara de maní para revestimiento de camineras”, <https://acortar.link/mnC43P>.
- Juan Francisco Arteaga Quintana (JFAQ, 2020), las cuales la cascarilla representa entre 20 y 25 % de la producción total de arroz; se estima, <https://n9.cl/nw879>.
- Hernández, Fernández y Baptista (2014), analizan las mediciones obtenidas utilizando métodos estadísticos, y se extrae una serie de conclusiones respecto de la o las hipótesis, <https://n9.cl/2i4>
- Hurtado, L, y Pincay, K, (2019), “Elaboración de adoquines utilizando limalla y desperdicios de acero más elementos tradicionales para espacios públicos”, <https://n9.cl/58x60>

- Izurieta, J, y Rodríguez, A, (2018), segundos resultados demostraron que los adoquines solo con plástico pet-1, <https://n9.cl/t2u84>.
- Linnaeus, Carl von, (2013), ya que de ella depende el grado de aprovechamiento de la energía solar, <https://n9.cl/drdrvk>.
- Luis Fernando Rodríguez Herrera (2016), producción de arroz mecanizado en Colombia es de aproximadamente 1.558.044 toneladas, de las cuales 389.511 corresponden, <https://n9.cl/6iyzq>
- Luis Gerardo Arévalo Quispe y José Eduardo Monserrate Alejandro, (2022), elegir o llevar a cabo una acción” para luego analizar las consecuencias <https://n9.cl/s8c8p>
- Márquez, C, (2021), Para los siglos XVIII y XIX en la América precolombina y Europa se empezó a utilizar adoquines a base de barro cocido y madera, <https://n9.cl/54nj0>
- Terminal Aeroportuaria de Guayaquil, (2023), estimado de aproximadamente 2'723.000 de habitantes, <https://acortar.link/Ja36XL>
- Ureña, M y Martínez, J, (2016), fibra de polipropileno la resistencia aumento un 22%, cuando se añadió, <https://n9.cl/19ng5>