

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, ABRASIÓN Y ABSORCIÓN DE HUMEDAD DE ADOQUINES DE CONCRETO TRADICIONAL CON ADICIÓN DE POLVILLO RECICLADO DE ACERO Y CENIZAS RECICLADAS DE CÁSCARA DE ARROZ, LIMA 2020”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO CIVIL



Autor:

Ivan Michel Risco Diaz

Asesor:

Dr. Ing. Omart Demetrio Tello Malpartida

Lima - Perú

2020

DEDICATORIA

Agradezco a Dios, ante todo y dedico este trabajo de investigación a mi padre y a mi madre que está en el cielo a mi esposa e hijo, por su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

Agradezco el apoyo incondicional de mis familiares, en especial el apoyo de mi señora esposa por su constante apoyo emocional, actitud y paciencia que tiene hacia mí, agradezco de ante mano.

Tabla de contenidos

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	11
1.1. Realidad Problemática	11
1.1.1 Antecedentes	
1.1.2. Definiciones más importantes	
1.2. Formulación del problema	33
1.2.1. Problema general	
1.2.2. Problemas específicos	
1.3. Justificación del estudio	33
1.4. Limitaciones del estudio	
1.5. Objetivos	34
1.5.1. Objetivo general	
1.5.2. Objetivo específico	
1.6. Hipótesis	
1.6.1. Hipótesis general	
1.6.2. Hipótesis Especifico	
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA	36
2.1. Tipo y diseño de investigación.....	36
2.1.1. Tipo de investigación	
2.1.2. Diseño de investigación	
2.1.3. Enfoque de investigación	
2.1.4. Operacionalización de variables	
2.2. Población y muestra	
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	
2.3.1. Técnica de recolección de datos	
2.3.2. Instrumentos de recolección de datos	
2.3.3. Técnicas de análisis de datos	
2.3.4. Validez	
2.3.5. Aspectos éticos	
2.4. Procedimiento	
2.4.1. Del objetivo específico 1	
2.4.2. Del objetivo específico 2	
2.4.3. Del objetivo específico 3	
CAPÍTULO III. RESULTADOS	116
3.1. Resultados del Objetivo Especifico 1.....	116
3.2. Resultados del Objetivo Especifico 2.....	130
3.3. Resultados del Objetivo Especifico 3.....	137
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	146
4.1. Discusión	
4.1.1. Discusión del objetivo específico 1	
4.1.2. Discusión del objetivo específico 2	

4.1.3. Discusión del objetivo específico 3	
4.2. Conclusión	149
4.2.1. Conclusión del objetivo específico 1	
4.2.2. Conclusión del objetivo específico 2	
4.2.3. Conclusión del objetivo específico 3	
REFERENCIAS	152
ANEXOS	155
ANEXO N°1. Matriz de consistencia.....	155

ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1 Espesor nominal y resistencia a la compresión.
- Tabla 2 Requisitos para concreto expuesto a soluciones de sulfatos
- Tabla 3 Resistencia a la compresión requerida
- Tabla 4 Asentamiento según el tipo de estructuras
- Tabla 5 Volumen de Agua por m³. Agua en litros/m³ para TNM de agregados y consistencia
- Tabla 6 Contenido de aire atrapado
- Tabla 7 Relación agua/cemento por resistencia para f'_{cr}
- Tabla 8 Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto (b/b₀)
- Tabla 9 Cantidad de materiales por 0.03 m³ de concreto y proporciones para mezcla patrón.
- Tabla 10 Cantidad de materiales por 0.03 m³ de concreto y proporciones para 2.5% MA.
- Tabla 11 Cantidad de materiales por 0.03 m³ de concreto y proporciones para 5% MA.
- Tabla 12 Comparación del ensayo de resistencia a la compresión entre el adoquín elaborado y el adoquín convencional
- Tabla 13 Comparación del ensayo de resistencia a la compresión entre el adoquín elaborado y el adoquín de concreto convencional.
- Tabla 14 Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión de unidades de albañilería.
- Tabla 15 Análisis Descriptivo de mediciones de la resistencia a la compresión en cada tratamiento
- Tabla 16 Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión en adoquines de albañilería.
- Tabla 17 Análisis Descriptivo de mediciones de la resistencia a la compresión en cada tratamiento

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diferentes Formas de Fibras de Acero	24
Figura 2 Adoquín con bisel y sin bisel	30
Figura 3 Resistencia a la compresión por bloque de concreto a los 14 días de curado ASTM 140/NTP 399.604	44
Figura 4 Resistencia a la compresión por bloque de concreto a los 28 días de curado ASTM 140/NTP 399.604	45
Figura 5 Diseño de mezcla según el método del agregado global del concreto patrón	47
Figura 6 Diseño de mezcla según el método del agregado global del concreto con 2.5% material de polvillo de acero reciclado y cascará de arroz.	48
Figura 7 Diseño de mezcla según el método del agregado global del concreto con 5% material de polvillo de acero reciclado y cascará de arroz.	49
Figura 8 Pesado del polvillo de acero reciclados	56
Figura 9 Forma manual de mezcla homogénea, foto 1	56
Figura 10 Forma manual de mezcla homogénea, foto 2	57
Figura 11 Medida en peso de agua para la humedad de cada muestra a ensayar.	57
Figura 12 Colocación del polvillo en la probeta	58
Figura 13 Selección de muestra por medio del cuarteo	59
Figura 14 Ensayo granulométrico del agregado fino huso 89	60
Figura 15 Características físicas del agregado fino huso 89	61
Figura 16 Curva granulométrica del agregado fino huso 89	61
Figura 17 Ensayo granulométrico del agregado grueso huso 89	62
Figura 18 Características físicas del agregado grueso huso 89	62
Figura 19 Curva granulométrica del agregado grueso huso 89	63
Figura 20 Ensayo de Compresión del bloque de concreto con agregado reciclado	64
Figura 21 Resultados del ensayo de compresión de los bloques de agregado reciclado a los 28 días	65
Figura 22 Adoquín de concreto instalada para ensayo	66
Figura 23 Resultados del ensayo de compresión de los de bloques de agregado reciclado a los 28 días	68
Figura 24 Falla producida en el ensayo del concreto	69
Figura 25 Tratamiento de probetas	73
Figura 26 Prueba de Bigotes de Factores o Tratamientos	73
Figura 27 Resultados de la prueba de Normalidad	74
Figura 28 Resultados de la prueba de homogeneidad de varianzas	75
Figura 29 Resultados de la prueba Anova, primer cuadro.	75

Figura 30 Resultados de la prueba Anova, segundo cuadro.	76
Figura 31 Tratamiento de probetas, observaciones	81
Figura 32 Prueba de Bigotes de Factores o Tratamientos	82
Figura 33 Resultados de la prueba de Normalidad	83
Figura 34 Resultados de la prueba de homogeneidad de varianzas	83
Figura 35 Resultados de la prueba Anova, tercer cuadro	84
Figura 36 Peso de agregado grueso (piedra chancada) para preparación de mezcla	167
<i>Figura 37:</i> llenado del recipiente (mezcla) para luego pesarla.	167
<i>Figura 38:</i> llenado de arena en una muestra para luego compararlo	168
<i>Figura 39:</i> llenado de polvo el recipiente y su peso para su calculo respectivo	168
<i>Figura 40:</i> Ensayo del cono de Abrams	169
<i>Figura 41:</i> Ensayo de la compresion de bloque de concreto	169
<i>Figura 42:</i> Peso de la casca de arroz al 5% de influencia	170
<i>Figura 43:</i> Peso del polvillo de acero al 5% de influencia	170
<i>Figura 44:</i> Muestra del polvillo de acero y cascara de arroz en la mezcla	171
<i>Figura 45:</i> Peso exacto de la cascara de arroz para la mezcla	171
<i>Figura 46:</i> Peso exacto del polvillo de acero para la mezcla	172
<i>Figura 47:</i> Vaceando la mezcla en el molde para los adoquines de concreto	172
<i>Figura 48:</i> Muestra de los adoquines patron al 2.5% y 5%	173
<i>Figura 49:</i> Muestra de los adoquines al 5% de influencia	173

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo Determinar de qué manera influye el polvillo de acero y de cascara de arroz reciclados en la resistencia a la compresión, abrasión y absorción de humedad de adoquines de concreto tradicional Lima-2020, la investigación es del tipo aplicada, de diseño cuasi-experimental y el enfoque es cuantitativo no probabilístico a conveniencia puesto que en este tipo de estudio se interviene y manipula el polvillo de acero y la cascara de arroz reciclados con el fin de lograr los objetivos propuestos, del desarrollo de la presente investigación se obtuvieron los siguientes resultados; se tomaron cuenta los adoquines con el 5% de polvo de acero y el 5% de polvillo de cascara de arroz por ser de mayor significancia y presentó una resistencia a la compresión de 280.25 kg/cm² a los 28 días y se concluyó que si el porcentaje de adición aumenta la resistencia aumenta paulatinamente. De la prueba de abrasión realizada a los adoquines se obtuvo; a los 28 días el diseño patrón obtuvo un 22%, el diseño con 2.5 P.A. + 2.5 C.A obtuvo un 20% y el diseño con 5 P.A. + 5 C.A obtuvo un 17%; De la prueba de absorción realizada a los adoquines se obtuvo los siguientes promedios de los especímenes analizados; a los 28 días el diseño patrón obtuvo un 22.15%, el diseño con 2.5 P.A. + 2.5 C.A obtuvo un 13.86% y el diseño con 5 P.A. + 5 C.A obtuvo un 9.48%.

Como conclusión producto de los resultado de laboratorio se evidencia que si influye positivamente en la resistencia del concreto la adición del polvillo de acero y la cascara de arroz reciclados.

Palabras clave: polvillo de acero, cascara de arroz reciclado, resistencia a la compresión de adoquines, absorción en adoquines, abrasión de adoquines.

ABSTRACT

The objective of this research was to determine how the recycled steel and rice husk dust influences the resistance to compression, abrasion and moisture absorption of traditional concrete pavers Lima-2020, the research is of the applied type, of quasi-experimental design and the approach is quantitative non-probabilistic at convenience since in this type of study the recycled steel dust and rice husk are intervened and manipulated in order to achieve the proposed objectives, the development of the present investigation obtained the following results; pavers with 5% steel dust and 5% rice husk dust were taken into account as they were of greater significance and presented a compressive strength of 280.25 kg/cm² at 28 days and it was concluded that if the percentage of addition increases resistance gradually increases. From the abrasion test carried out on the pavers, it was obtained; at 28 days the standard design obtained 22%, the design with 2.5 P.A. + 2.5 A.C. got 20% and the design with 5 A.P. + 5 C.A obtained 17%; From the absorption test performed on the pavers, the following averages were obtained for the specimens analyzed; at 28 days the standard design obtained 22.15%, the design with 2.5 P.A. + 2.5 C.A obtained 13.86% and the design with 5 P.A. + 5 C.A obtained 9.48%.

Keywords: steel dust, recycled rice husk, compressive strength of pavers, absorption in pavers, abrasion of pavers.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

La generación de residuos es tan antigua como el mismo hombre. Lo que ha variado a través del tiempo es la cantidad y composición química y física de los residuos, la cual está estrechamente ligada con la evolución cultural y tecnológica de la civilización y está particularmente relacionada con el nivel de ingreso. El aumento de contaminación, los problemas de salud, el deterioro del espacio público, y la necesidad de soluciones ecoeficientes son algunos de los problemas identificados por la acumulación indiscriminada de residuos (Leroy, P., 2015, pág.14)

A la actualidad el adoquín es un material muy cotidiano que se usa en obras de tránsito peatonal, se viene produciendo unidades de albañilería adoquines de cemento de fabricación según las NTP 399.611 y NTP 399.604 , estos materiales son beneficiosos ya que son reutilizables, y dan una mejor presentación a las calles, parques y playas de estacionamiento y otros, pero a la fecha estos adoquines de cemento no cuentan con un certificado de calidad, los cuales no llegan a satisfacer la calidad y durabilidad exigido según las NTP 399.611 y NTP 399.604.

En Uruguay, un grupo de estudiantes por la problemática de la contaminación por la quema de cascarilla de arroz, que causa problemas respiratorios y la falta de recursos para construcción de viviendas, fabricaron un hormigón con cascarilla de arroz llamado el hormigón ecológico, compuesto por cascarilla de arroz, cemento portland y algunos aditivos. Según las pruebas que se realizaron, no está apto para cimientos ni vigas, pero si para la construcción de techos livianos o paneles prefabricados. Con el apoyo de la alcaldía, construyeron una oficina y un baño con este hormigón. (Casto, R., 2016 pag. 28)

En Panamá, por ejemplo, Francisco Peralta y Frederick Espinoza, estudiantes de la facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá, desarrollaron unos bloques ecológicos usando el residuo proveniente de la actividad arrocera. Los jóvenes investigadores y el docente Gerardo Sandoya, demostraron que al incinerar los restos de la cascarilla de forma controlada (a temperaturas entre 400 y 800° centígrados), obtenían un material rico en sílice que fue ideal para el desarrollo de la estructura. Eso la convierte en una alternativa económica, de buena calidad, ecológica y con la que se podrán construir viviendas a unos precios módicos, especialmente en el sector rural.

1.1.1. ANTECEDENTES

A. Contexto histórico

Al ver un suelo adoquinado, nadie pensaría que en realidad esa técnica de asfaltado cuenta ya con más de 2000 años de antigüedad. Por aquel entonces, se empleaban piedras para formar vías de tránsito. De este modo, era posible fijar las rutas más seguras y directas entre dos puntos que, por ejemplo, tuvieran tratos comerciales recurrentes. En la actualidad, el adoquinado ya no tiene por qué estar hecho con piedras pulidas. En muchos casos, se emplean los adoquines de hormigón. La principal ventaja de estos es su alta resistencia. Se trata de piezas perfectamente unidas que, además, filtran hasta el suelo el agua de la lluvia. Con lo cual, no se ven afectados por ningún tipo de filtración que pueda ocasionar grietas. Debido a ello, su durabilidad es muy elevada.

Se sabe que el arroz llegó a nuestro continente en la segunda mitad del siglo XVI y rápidamente se convirtió en una fuente de alimentación importante, sin embargo, no se tienen registros acerca del uso que se le fue dado a la cascarilla de arroz tras su producción. Según la revista “¿Cómo ves?” fue a fines del siglo XX que Víctor Manuel Castaño Meneses, investigador del Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada

de la Universidad Autónoma de México, descubrió las posibles aplicaciones y usos que ofrecía la cascarilla de arroz. Un estudiante extrajo un material semejante a un mineral del estómago de una vaca, y tras examinarlo encontraron que este material, compuesto principalmente de dióxido de silicio, provenía de la ingesta de cascarilla de arroz. Se concluyó que el alto contenido de silicio de esta cáscara, podría ser utilizado para la producción de aglomerados (Duhne Backhauss, 2009). En la actualidad, la cascarilla de arroz posee variedad de aplicaciones industriales gracias a su composición química. Entre las principales, se tiene el proceso de generación de Carbonato de Calcio, el cual se basa en una combustión controlada de la cascarilla, la cual a su vez genera calor; la fabricación de cemento a partir de cenizas de cascarilla de arroz, el cual demostró ser más resistente que el cemento común; como recubrimiento para ollas de fundición para la producción de acero; entre otras (Prada & Cortés, 2010).

B. Cronología





C. Antecedentes

C.1. Antecedentes Internacionales

Primero tenemos lo mencionado por Bacca, (2020) en su investigación:

“Efecto de la Fibra de Arroz Carbonatada en las Propiedades Mecánicas y Físicas del Concreto”, tuvo como objetivo general comparar las propiedades físicas y mecánicas del concreto de uso tradicional y un concreto con una matriz ligante compuesta por cascarilla de arroz carbonatada (CAC). Se establece una metodología investigativa cuantitativa. Los resultados Para la realización del ensayo se tuvieron dos tipos de cascarilla de arroz carbonatada una con una temperatura de carbonatación de 700°C que se implementó en las muestras de 7% y 13%, y la segunda CAC con una temperatura de carbonatación de 600°C que se usó en las muestras de 9% y 11%. Se pudo observar que la CAC con un tiempo de carbonatación de 700°C tiene un mejor comportamiento y un menor tiempo de fraguado, asimismo se obtuvieron mejores resultados si el porcentaje implementado en la mezcla es menor. Según los resultados se puede determinar el incremento de rebotes de las muestras y evidenciar que la M-1, así como en otros ensayos es la muestra que tiende a tener una resistencia similar a la muestra patrón, teniendo consecuencias positivas en las propiedades mecánicas y con un proceso adecuado la elaboración e implementación en obra con esta mezcla puede tener mejor

desempeño y vida útil en comparación con la muestra patrón (M-P). Las conclusiones, durante los ensayos realizados a las muestras con adición de fibra, luego de determinar el porcentaje óptimo, se pudo evidenciar en los resultados que la resistencia de las muestras durante todos los tiempos de fraguado ninguna disminuía su valor, no se producían variaciones significativas debido al aumento de vacíos y por consiguiente creando falencias en la adhesión de las fibras, con relación a la muestra patrón. Se determinó que la temperatura de carbonatación en la cascarilla afecta el comportamiento en los diferentes ensayos realizados, analizando que la CAC (cascarilla de arroz carbonatada) sometida a 700°C mostró un comportamiento más aprovechable como aditivo para el concreto mejorando su resistencia en el ensayo a compresión y teniendo un mejor comportamiento en el ensayo de área superficial. Teniendo en cuenta las características obtenidas del concreto con una adición del 9% de cascarilla de arroz carbonatada y considerando que los costos en comparación a la fabricación de concreto estándar son mucho menores, ya que se reduce el volumen de cemento con adición de CAC (cascarilla de arroz carbonatada) lo que disminuye los costos totales en la producción de este tipo de concreto con cascarilla de arroz carbonatada.

También tenemos lo mencionado por Demera & Romero (2018), en su tesis titulada: Evaluación del uso de los residuos de cascarilla de arroz (*Oryza Sativa L.*) como agregado en bloques para la construcción de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabi Manuel Félix López. Tiene como objetivo general evaluar el uso de los residuos de cascarilla de arroz como agregado para la elaboración de bloques en la construcción. De acuerdo a los resultados obtenidos de la encuesta aplicada a los centros de acopio del cantón Rocafuerte; el centro de acopio Santa Mónica y San Vicente son los que producen mayor cantidad de residuos a la

semana (200 quintales) mientras que la menor producción de cascarilla de arroz se da en el centro de acopio San Juan (100 quintales) a la semana. Todos los centros de acopio venden los residuos de arroz a granjeros para crianza de animales.

De acuerdo con Angarita & Lizarazo (2018) “Análisis del Comportamiento Mecánico de Adoquines de Concreto con Adición de Fibra de Acero de Llantas Recicladas” tiene como objetivo general evaluar mecánicamente adoquines de concreto reforzados con fibra de acero reciclada de neumático. La metodología seguida para este proyecto es de tipo experimental, Cualitativo. Los resultados en el ensayo para medir la manejabilidad del concreto se consideraron los grados de asentamientos recomendados para diversos tipos de construcción, para pavimentos y losas que es el caso de este proyecto, dado que, se están fabricando elementos para un pavimento articulado, se considera un grado de asentamiento que este en el rango entre 2.5 y 7.5 cm para mezclas plásticas. Teniendo en cuenta las mezclas realizadas cada uno de los asentamientos se encuentran dentro del rango expuesto anteriormente, aunque en la mezcla de adición por volumen 2.9% fibra gruesa disminuye el asentamiento a 0.6 cm teniendo baja trabajabilidad. La resistencia a la compresión es la característica mecánica principal del concreto, dentro de una estructura convencional de concreto reforzado. (Guzmán, 2001), se realizaron tres cilindros por edad para cada mezcla, el promedio de la resistencia de estos tres cilindros y su posterior comparación de la resistencia de la mezcla patrón con los diferentes porcentajes a los 28 días de curado. Las conclusiones en este caso la resistencia a la flexotracción para la fibra gruesa en los porcentajes de 0,07% y 0.15 % aumento un 2,55% y 1,31% con respecto a la muestra patrón, mientras que en los porcentajes de 0.22 y 0.29% de esta fibra la resistencia a la flexotracción presento una disminución de 22,76 % y 33,13% respecto a la muestra sin adicción de fibra

de acero. La resistencia a la flexotracción en el caso de la fibra delgada en los porcentajes de 0.02%, 0.05%, 0.07% aumento con respecto a la muestra patrón en 7.59%, 2.66%, 3.56% respectivamente, mientras, que el porcentaje de 0.09% tuvo una disminución de 33.13% respecto a esta misma. El comportamiento de la fibra delgada respecto a la fibra gruesa presenta mejor desempeño, debido a 3uados no supera el valor máximo estipulado por la NTC 2017, Adoquines de concreto para pavimentos cual es de 23 mm.

Por último en base a Bastidas (2019) “Comportamiento de la Ceniza de la Cascarilla de Arroz en las Propiedades Físicomecánicas en Mezclas de Hormigón Estándar”. Tiene como objetivo general analizar las propiedades físico-mecánicas entre hormigón estándar y hormigón complementado con ceniza de la cascarilla de arroz. La metodología es de tipo investigación documental y exploratoria.

Investigación descriptiva y explicativa. Los resultados, hemos tomado en cuenta que la mezcla de hormigón fue diseñada para 210 kg/cm² y se observó que a los 28 días las probetas de hormigón en las que se reemplazó el 10% de cemento por CCA alcanza una resistencia de 245 kg/cm², y las probetas de hormigón estándar y en las que se reemplazó el 5% de cemento por CCA no llegaron al 210 kg/cm², esto se debe a que el agregado fino no cumplió con la curva granulométrica y no se realizó la respectiva corrección del agregado, asumiendo una ejemplificación en obra al realizar una mezcla de hormigón, esto implica un exceso de finos y en su defecto una deficiencia de la resistencia a la compresión. En este caso el estudio se basa en los beneficios que nos brinda la CCA en el hormigón. Las conclusiones se apreciaron que el agregado fino obtenido de la mina de Pifo fue ensayado para determinar la cantidad de contenido orgánico, por lo que se concluye que tiene poca presencia de materia orgánica, limos o arcillas razón por la cual se considera

como apto para utilizarla en la fabricación de hormigón. En el ensayo de granulometría se pudo observar que el agregado fino no entra en la faja de especificación tiene excedente de finos, pero no se realizó las correcciones necesarias para cumplir los límites de granulometría y de esta manera tener resultados más aproximados a mezclas realizadas en obra. La granulometría del agregado grueso es óptima para mezclas de hormigón ya que se encuentra entre los límites establecidos. Mediante el ensayo de densidad óptima de los agregados se pudo determinar que el porcentaje óptimo de mezcla es de 26% de agregado fino y 74% de agregado grueso donde su densidad aparente máxima es de 1.67 kg/dm³.

C.2. Antecedentes Nacionales

En el ámbito nacional mencionamos a Ramos (2019) “Diseño de Mortero Empleando Cenizas de Cáscaras de Arroz”. Tiene como objetivo general determinar las propiedades físico – mecánicas del mortero modificado con cenizas de cáscara de arroz (CCA), para ser empleado en elementos estructurales y no estructurales. La metodología o investigación es de tipo Cuantitativa – Tecnológica. Como se trata de un diseño experimental, se menciona que existen tres tipos de investigación experimental: pre- experimentos, cuasi experimentos y experimentos puros. Los resultados y análisis de composición química fueron realizado mediante la Norma ASTM C618, por la empresa MASTERLEM S.A.C., ubicada en Huachipa, Lima, Perú. Silicio (SiO₂) con 21%, en comparación con la composición química de las cenizas de cáscaras de arroz que es comprendido en la mayoría de su estructura por Óxido de Silicio con un 95,18%. Por lo que incorporando este residuo en la mezcla de mortero de manera sustitutoria y adicionada con respecto al peso del cemento en 5%, 10% y 15%; mejoraría las propiedades mecánicas del mortero gracias al gran porcentaje de sílice que contiene este residuo en su

estructura. Las conclusiones, el análisis químico de las cenizas de cáscaras de arroz se elaboró en los laboratorios de la empresa MASTERLEM S.A.C., el resultado muestra que contiene en gran parte de su estructura un mineral que es la sílice con un 95,18%, por lo que este residuo (CCA) aumenta la resistencia estructural del mortero. El agregado fino utilizada para esta investigación fue extraído de la cantera La victoria – Pátapo, el cual cumplió con todos los parámetros establecidos en las Normas Técnicas Peruanas y en el Reglamento Nacional de Edificaciones E-070. Los porcentajes de adición y sustitución de cenizas de cáscaras de arroz utilizado fueron 5%, 10% y 15% respecto al peso del cemento. Las proporciones seleccionadas fueron 1:3.5, 1:4, 1:5 y 1:6 donde sus relaciones agua/cemento para obtener una fluidez óptima resultaron 0.77, 0.83, 1.05 y 1.25 respectivamente. En el ensayo de resistencia a la compresión los resultados fueron satisfactorios en 5%, 10% y 15% de adición y sustitución con CCA para las tres proporciones (1:3.5, 1:4 y 181 1:5) porque se obtuvieron resistencias mayores a las del mortero patrón. Sin embargo, cabe recalcar que el porcentaje óptimo para utilizar como sustitución es el 10% (incrementa hasta un 18% la resistencia) y como adición el 5% (incrementa hasta un 16% la resistencia).

A continuación y no menos importante mencionamos a Ccopa (2019) “Estudio Técnico Económico de la Fabricación de Bloques de Concreto Incorporando Ceniza de Cáscara de Arroz”, tiene como objetivo general determinar las características técnicas, económicas de la producción de bloques de concreto incorporando ceniza de cáscara de arroz. La metodología que se usó en este trabajo es experimental y cuantitativa. Los resultados, en la preparación de las probetas, se observó que la mezcla preparada con sustitución del 5%, 10% y 15% de ceniza de cáscara de arroz en base al cemento tuvo una excesiva absorción de agua, según muestra en la tabla

este incremento se dio por no tener en cuenta al momento de elaborar el porcentaje de absorción de agua de la ceniza de cáscara de arroz. Según los resultados de la tabla 1, respecto a la resistencia a la compresión podemos observar que con un tiempo de curado de 7 días la mayor resistencia lo tiene la probeta con sustitución del 5%; pero con el tiempo de curado de 14 y 28 días la probeta normal es quien resiste mayor carga. Sin embargo, podemos observar en el grafico 1 de comparación que los resultados no tienen una amplia diferencia. - Podemos observar en las tabla 14, 15 y 16 que las probetas de sustitución del 5% de ceniza de cáscara de arroz en base al cemento tiene mayor resistencia en los ensayos de tracción indirecta a los 7 y 28 días de curado teniendo una diferencia del 4% respecto a la probeta normal. Se concluye que la ceniza de cáscara de arroz mejora las propiedades técnicas del concreto con respecto a la resistencia de tracción indirecta y resistencia a la compresión, en esta última propiedad la probeta convencional fue mejor, pero las probetas con sustitución de ceniza cumplieron los estándares requeridos. Podemos concluir que en los ensayos de resistencia a la compresión la mejor probeta fue la convencional (sin ceniza) con una resistencia de 251.8 kg/cm² a los 28 días de curado, pero a la vez los resultados de la probeta con sustitución del 5 % de ceniza de cáscara de arroz no se aleja mucho de este último resultado, el cual brindo una resistencia de 242.8 kg/cm². En los ensayos de tracción indirecta la probeta con sustitución del 5 % de ceniza de cáscara de arroz fue la que obtuvo mayor resistencia, esta resistencia fue de 27.6 en un tiempo de curado de 28. Respecto a los costos de fabricación podemos concluir que la probeta elaborada con un 5% de ceniza de cascara de arroz brinda un ahorro económico de S/. 0.2077, lo cual hace un ahorro del 6% aproximadamente.

C.3. Antecedentes Locales

En el ámbito local se menciona en primer lugar a Cabeza, (2018) “Diseño de adoquines de concreto para pavimento tipo II con incorporación de cenizas de cascarilla de arroz, Lima - 2018”, tiene como objetivo general determinar la mejora que produce la incorporación de cenizas de cascarillas de arroz en el diseño de un adoquín de concreto, Lima 2018. La metodología en este trabajo de investigación se basa en el método analítico-sintético desde un planteamiento cuantitativo. El tipo de investigación es aplicada y el diseño es experimental. El resultado el ensayo de la resistencia al módulo de rotura o también llamada como resistencia a flexotracción de acuerdo a la norma técnica colombiana de adoquines de concreto (NTC. 2017), nos indica que se deben de tener como mínimo según tabla 9, en la cual tendremos 3 muestras con 0% de incorporación de cenizas de cascarilla de arroz, 3 muestras de adoquines de concreto con 5% de incorporación de CCA, 3 muestras de adoquines de concreto con 10% de incorporación de cenizas de cascarilla de arroz y 3 muestras de adoquines de concreto con 15% de incorporación de CCA. Las conclusiones en este caso el agregado fino utilizado de la cantera Yerbabuena – Unicón, ubicada en el distrito de Carabayllo, es adecuado para nuestro concreto debido a que se encuentra dentro del límite del huso del ASTM (límite superior e inferior). De acuerdo a nuestros resultados en el diseño de mezcla, se puede concluir que para método ACI 211 (método utilizado cuando no se tiene registro de resistencia de probetas correspondientemente), que este método es conveniente a utilizar cuando se va a realizar adoquines de concreto, tanto con agregado fino como con grueso. En consecuencia, la resistencia requerida de acuerdo al diseño de mezcla no fue correcta, debido al método empleado; pero de acuerdo a la tabla espesor nominal y resistencia a la compresión entre el adoquín de concreto tipo I y II para el espesor de 60 mm, existe

una diferencia en la resistencia promedio 3 unidades de 100 (kg/), por la cual asumiendo la resistencia del adoquín patrón (0% de incorporación de cenizas de cascarilla de arroz), se estaría aceptando los adoquines de concreto con 5 % y 10 % de incorporación de cenizas de cascarilla de arroz, obteniendo una mayor resistencia el adoquín en la incorporación de la CCA de 5%. En el calcinado de la cascarilla de arroz, se puede concluir que debido a la quema al aire libre y la temperatura no controlada se mantuvieron en su mayoría como no reactivas, por la cual no aumentaron su resistencia en comparación con el adoquín de concreto patrón.

Seguido por lo basado en Ramos (2018) “Dosificación del concreto reciclado para el uso en unidades de pavimentos de bajo tránsito, distrito de lince, lima 2018”, tiene como objetivo general determinar qué dosificación del concreto reciclado permite utilizarse en unidades de pavimento de bajo tránsito. La metodología es cuasi experimental. La investigación es explicativa. El presente trabajo es de nivel aplicada. Los resultados La elaboración del diseño de mezcla al 10% de agregados reciclados consiste en hacer un diseño establecido por la muestra patrón pero en un porcentaje de 90 % de agregados naturales en peso y un 10 % de agregados reciclados en peso. La elaboración del diseño de mezcla al 30% de agregados reciclados consiste en hacer un diseño establecido por la muestra patrón pero en un porcentaje de 70 % de agregados naturales en peso y un 30 % de agregados reciclados en peso. La elaboración del diseño de mezcla al 50% de agregados reciclados consiste en hacer un diseño establecido por la muestra patrón pero en un porcentaje de 50 % de agregados naturales en peso y un 50 % de agregados reciclados en peso. Las conclusiones de los ensayos realizados se ha determinado que la dosificación de concreto reciclado que permite utilizarse para los adoquines de bajo tránsito con 10 % de agregados reciclados es la siguiente proporción: cemento: 1 agregado fino: 1.46 agregado grueso

1.57, agregado fino reciclado: 0.16, agregado grueso reciclado: 0.18 y agua 19.42, según la tabla (28) y es factible su uso porque cumplen con la norma técnica peruana. Se ha determinado que la manera de la dosificación del concreto reciclado influye en la resistencia a la compresión del adoquín patrón 0% (396.1 kg/cm²) según la tabla 31 porque van disminuyendo a medida que vamos incorporando los agregados reciclados del 10 % (321.2 kg/cm²), 30 % (302.1 kg/cm²), y 50 %. (279.5 kg/cm²) Según las tablas 32, 33 y 34 y solo son factibles sus usos los agregados reciclados con 0 % y 10 % porque cumplen con la Norma técnica peruana y los agregados reciclados con 30 % y 50 % no cumplen la norma que es como mínimo de 320 kg/cm²

De acuerdo con lo mencionado por León (2019) “Resistencia a la compresión en adobe, estabilizado en 2% y 3% con cenizas de cascara de huevo y cascara de arroz”, tiene como objetivo general determinar la resistencia a la compresión en adobe, cuyas unidades serán estabilizadas en 2% y 3% con cenizas de cascara de huevo y cascara de arroz. La metodología en este caso se utilizó el método experimental complementado por la observación científica. El tipo de investigación es aplicada. El resultado, las unidades de adobe experimental - 01 (con 1% de ceniza de cáscara de huevo + 1% de ceniza de cáscara de arroz) han obtenido a los 10 días de secado bajo sombra una resistencia promedio de 11.24 kg/cm²; a los 20 días de secado bajo sombra alcanzó una resistencia promedio de 13.50 kg/cm² y finalmente a los 30 días de secado bajo sombra se obtuvo una resistencia promedio de 14.30 kg/cm². - Las unidades de adobe experimental - 02 (con 1% de ceniza de cáscara de huevo +2% de ceniza de cáscara de arroz) han obtenido a los 10 días de secado bajo sombra una resistencia promedio de 10.57 kg/cm²; a los 20 días de secado bajo sombra alcanzó una resistencia promedio de 13.35 kg/cm² y finalmente a los 30 días de secado bajo sombra se obtuvo una resistencia promedio de 15.27 kg/cm². Las conclusiones, según

la temperatura de calcinación adecuada para la activación térmica de los materiales es de: 910°C para la cáscara de huevo y 740°C para la cáscara de arroz. Dentro de la composición química, la ceniza de cáscara de huevo está compuesta de óxido de calcio y la ceniza de cáscara de arroz está compuesto de óxido de silicio. El suelo utilizado para elaborar las unidades de adobe, es arcilloso con poca presencia de humedad y una consistencia de mediana plasticidad. Además, muestra niveles altos de acidez; mientras que las cenizas de cáscara de huevo y cáscara arroz manifiestan niveles altos de alcalinidad. Al evaluar el crecimiento de la resistencia, lo adobe experimentales 1 y 2 no lograron superar al promedio de la resistencia a la compresión del adobe patrón; pero se puede apreciar que el adobe experimental 2 obtuvo una resistencia mayor que el adobe experimental 1; estableciendo que, a mayor concentración de óxido de silicio la resistencia que adquiere se desarrolla a mayor periodo de secado. Al someter estos resultados encontrados a la prueba de hipótesis, que se orienta a la comprobación y validación de nuestra hipótesis de trabajo planteada, se encuentra como resultado que estadísticamente existe una diferencia significativa entra la resistencia a la compresión de las unidades de adobe experimental 1 y 2 con respecto a la resistencia a la compresión promedio del adobe patrón, considerando un nivel de confianza de equivalente al 95% y un nivel de significancia del 5%.

En base a Barzola, (2019) “Mejoramiento de la Resistencia de la Capa Asfáltica Incorporando Ceniza de Cáscara de Arroz en la Carretera Santa Rosa – Puente Piedra – (12 km), 2019”, tiene como objetivo general demostrar si la incorporación de ceniza de la cáscara de arroz influye en el mejoramiento de la resistencia en la capa asfáltica de la carretera Santa Rosa – Puente Piedra, 2019. El mejoramiento del terreno de fundación es uno de los procesos más importantes de un proyecto vial ya que de ella

depende la eficiencia de la infraestructura vial construida, pero que comprendemos de una infraestructura vial. Según el Diccionario de la Lengua Española. La metodología en la presente investigación es experimental e investigación aplicada. El nivel de investigación de este proyecto de estudio es explicativo. Los resultados en Puente Piedra se sitúan en $77^{\circ}04'37''$ de longitud oeste y $11^{\circ}51'58''$ de latitud sur y se encuentra a una altitud de 188 metros sobre el nivel del mar; siendo unos de los distritos que conforman el llamado Cono Norte de Lima con un área aproximada: 71.18 Km², y en constante crecimiento y claro proceso de urbanización. La vía de acceso principal al distrito sigue siendo la Panamericana Norte que lo interconecta con el resto de la metropolitana. Con una población estimada de 233,602 habitantes correspondientes al censo del 2018. En base a los resultados obtenidos en laboratorio JBO INGENIEROS S.A.C para la resistencia del suelo con los diferentes porcentajes de ceniza de cáscara de arroz con respecto al peso de las muestras de cada suelo se da por aceptar la hipótesis planteada. Mediante el estudio realizado podríamos decir que nuestros resultados concuerdan con los resultados obtenidos por Villegas, C. (2013) con una variación del 3.00%, dado esto se diría que la ceniza de cascara de arroz si influye en la resistencia de la Subrasante del suelo, ya que utilizando un porcentaje de 20% de ceniza en la muestra esta aumenta a una resistencia de 3.71 veces más que el suelo natural y con respecto a esta presente tesis adicionando el 20% de ceniza de cáscara de arroz aumenta su resistencia entre intervalos de 3.51 – 4.11 - 4.22 veces más que un suelo natural. Las conclusiones en este presente trabajo fue la incorporación de la ceniza de cascara de arroz mejora la estabilidad de flujo notablemente, al aumentar su incorporación su estabilidad ira aumentando hasta alcanzar un valor optimo, Si sobrepasa los parámetros establecidos por las normativas de las mezclas para concretos bituminosos de: 1700 Kg/cm - 4000 Kg/cm MTC el

pavimento pasara a ser un elemento mucho más rígido, propenso a futuras fracturas.

Se determinó que para que para obtener el mejoramiento de la capa asfáltica se realizó la estabilización con C.A. al 10% y 20% de la Base, Sub-base y Subrasante se obteniendo un incremento de su capacidad portante de cada capa estructural, por ende, la disminución de los espesores de los elementos estructurales del pavimento, afirmando que los espesores de las capas estructurales del pavimento son inversamente proporcionales a la ceniza de cascara de arroz.

Y por último lo mencionado por Santivañez (2021) “Influencia de la ceniza de cascarilla de Arroz y ceniza de conchas de abanico sobre la resistencia a la compresión en bloques de concreto estructural, Lima 2021”, tiene como objetivo general determinar la influencia de la ceniza de la cascarilla de arroz y ceniza de conchas de abanico sobre la resistencia a la compresión en bloques de concreto estructural, Lima 2021. La metodología según el propósito es aplicada porque permite manipular las variables generando un conocimiento con aplicación directa, la profundidad de la investigación será explicativa, Según su manipulación de la variable es experimental tipo cuantitativa. Los resultados se realiza los ensayos de granulometría de los agregados y de las adiciones que se aprecian en las tablas 29, 30 ,31 ,32. contenido de humedad, peso unitario suelto y compactado, absorción y peso específico del confitillo la arena gruesa, para las adiciones de Ccab su peso específico además la Cca su peso específico y su nivel de amorficidad por medio de difracción de rayos. Se muestra en la siguiente tabla los ensayos a los agregados como requisito para el diseño de mezcla. Las conclusiones de determino que la resistencia a compresión de bloques de concreto sin adicionar ceniza de cascarilla de arroz y ceniza de conchas de abanico resulta de 85.21 kg/cm³. siendo la de mayor resistencia de los grupos. Se determino la resistencia a la compresión de bloques de concreto con la

adición de ceniza de cascarilla de arroz al 8% de sustitución del peso del cemento por metro cúbico resulto en 76.80 kg/cm³. Se determino la resistencia a la compresión de bloques de concreto con la adición de ceniza de conchas de abanico al 8% de sustitución del peso del cemento por metro cúbico resultando 75.02 kg/cm³. El análisis de costo beneficio de los resultados encontrados en el análisis de costos nos indica que la utilización de CCA existe un ahorro de 3 soles por m³ de concreto con respecto al costo de la dosificación de control que asciende a S/.232.39 soles, mientras la utilización de CCAB existe un sobre costo de S/.110 soles con respecto al grupo de control. En relación a lo expuesto la sustitución de Ceniza de cascarilla de arroz y Ceniza de conchas de abanico al 8% en sustitución del peso del cemento permite la fabricación de bloques de concreto estructural, ya que todos los especímenes superan los 50 kg/cm² establecidos por el reglamento nacional de edificaciones E0.70.

1.1.2. Definiciones

- Acero: El acero es una aleación de hierro y carbono en un porcentaje de este último elemento variable entre el 0,03% y 1,075% % en masa de su composición. (Contreras, & Peña, 2017).
- Actividad constructiva: Consiste en aquellas actividades que le dan forma al terreno, para adecuarlo el proyecto que será construido sobre él. Al hacerlo, es posible afinar la localización del proyecto en el sitio y hacer con precisión el trazado de sus ejes constructivos. (Giraldo, 2006).
- Agregados cementantes: En general, se denomina material cementante, aquel capaz por sí solo o en combinación con otros materiales, de formar productos de hidratación como hidratos de silicato de calcio (C-S-H), hidratos de aluminosilicatos (A-S-H) o también hidratos de aluminosilicatos de calcio (C-A-S-H). (Montiel, 2017).

- Adoquines de concreto: Los adoquines son piezas de concreto simple que han pasado por un proceso de vibro compactación, asegurando un tránsito más rápido, confortable, seguro, además de ser económicos y tener un mejor comportamiento ante las lluvias. calles, aceras, patios, jardines, etc. (Montiel, 2017). (Martínez, 2016).
- Agregado fino: Se define como agregado fino, al material proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, el cual pasa el tamiz 9,5 mm (3/8") y cumple con los límites establecidos en la norma NTP 400.037 o ASTM C 33. NTP 400.012. (2013)
- Agregado grueso: El agregado grueso, es un material proveniente de la desintegración natural o artificial, retenida en el tamiz 4,75 mm (N° 4) y que cumple con los límites establecidos en la norma NTP 400.037 ó ASTM C 33. Varias propiedades físicas comunes del agregado, son relevantes para el comportamiento del agregado en el concreto. (NTP 400.012., 2013)
- Agregados naturales: Los agregados naturales provienen de la explotación de fuentes naturales tales como depósitos de arrastre fluviales (arenas y gravas de río) y de canteras de diversas rocas. Los agregados artificiales se obtienen a partir de productos o procesos industriales. (NTP 400.012., 2013)
- Agregado orgánico: La adición de materia orgánica mejora la resistencia y estabilidad del agregado; Mantener el suelo cubierto es esencial para mantener el suelo intacto. La cubierta vegetal en el suelo reduce el impacto de las fuerzas erosivas; Promover un sistema de cultivo diverso. (NTP 400.021., 2013).

- Aleaciones metálicas: Una aleación es una mezcla homogénea de dos o más elementos, de los cuales al menos uno debe ser un metal. (NTP 400.021., 2013).
- Cascarilla de arroz: La cascarilla de arroz es un subproducto generado del proceso de molienda del grano de arroz proveniente de los campos de cultivo. Esta se encuentra en la parte exterior del grano de arroz maduro compuesta por dos glumas denominadas palea y lemma, unidas por dos estructuras que tienen forma similar a un gancho. (Orrala & Gómez, 2015).
- Compresión: En mecánica, la compresión es la aplicación de fuerzas hacia adentro equilibradas a diferentes puntos de un material o estructura, es decir, fuerzas sin suma neta o torque dirigidos para reducir su tamaño en una o más direcciones. (Martínez, 2016).
- Concreto: El concreto u hormigón es un material compuesto empleado en construcción, formado esencialmente por un aglomerante al que se añade áridos, agua y aditivos específicos. (Torre, 2004).
- Demanda: La demanda puede ser definida como la cantidad de bienes y servicios que son adquiridos por consumidores a diferentes precios, en una unidad de tiempo específica ya que sin un parámetro temporal no podemos decir si de una cantidad de demanda crece o decrece. (Ma-tay, 2014).
- Descomposición térmica: La termólisis es la reacción en la que un compuesto se separa en al menos otros dos cuando se somete a un aumento de temperatura. Por ejemplo, el carbonato de calcio se descompone en óxido de calcio y dióxido de carbono. (Triantafilo, 2015).
- Dosificación: La dosificación implica establecer las proporciones apropiadas de los materiales que componen el hormigón, a fin de obtener la resistencia y

durabilidad requeridas, o bien, para obtener un acabado o adherencia correctos. Generalmente expresado en gramos por metro cúbico. (Contreras & Peña, 2017).

- Dúctiles: La ductilidad es una propiedad que presentan algunos materiales, como las aleaciones metálicas o materiales asfálticos, los cuales bajo la acción de una fuerza, pueden deformarse plásticamente de manera sostenible sin romperse, permitiendo obtener alambres o hilos de dicho material. (Buzón, 2010).
- Escombros: Se denomina escombros al fragmento o resto de material que proviene del desecho de la construcción, remodelación o demolición de estructuras. (Giraldo, 2006).
- Fraguado: El fraguado es el proceso de endurecimiento y pérdida de plasticidad del hormigón, producido por la desecación y recristalización de los hidróxidos metálicos procedentes de la reacción química del agua de amasado con los óxidos metálicos presentes en el Clinker que compone el cemento.
- Fundentes: El fundente es un producto químico usado en proceso de soldar y en la fabricación de circuitos impresos y otros componentes electrónicos. (Gordejuela, 2004).
- Hormigón: El concreto u hormigón es un material compuesto empleado en construcción, formado esencialmente por un aglomerante al que se añade áridos, agua y aditivos específicos. (López, 2019)
- Mampostería: Se llama mampostería al sistema tradicional de construcción que consiste en erigir muros y paramentos mediante la colocación manual de los elementos o los materiales que los componen, que pueden caracterizarse por estar sin labrar. (Torre, 2004).

- Menor costo: Es la estrategia mejor entendida, la más difundida y aceptada. Las posibilidades de obtener la ventaja del menor costo pueden dimanar del aumento de producción, de la experiencia, de la ubicación privilegiada para los clientes, de las fuentes de materias primas, de tecnología exclusiva, entre otros. (Ma-tay, 2014).
- Micrones: El micrómetro, micrón o micra es una unidad de longitud equivalente a una milésima parte de un milímetro. Su símbolo es μm . Su nombre proviene del griego μικρόν, neutro de μικρός: pequeño. (Lugo, 2014).
- Morteros: El mortero es una mezcla de aglutinantes inorgánicos, agregados finos y agua, y posibles aditivos que sirven para aparejar elementos de construcción tales como ladrillos, piedras, bloques de hormigón, etc. Además, se usa para rellenar los espacios que quedan entre los bloques y para el revestimiento de paredes. (Torre, 2004).
- Nanómetros: El nanómetro es la unidad de longitud del Sistema Internacional de Unidades que equivale a una mil millonésima parte de un metro o a la millonésima parte de un milímetro. El símbolo del nanómetro es nm. El nombre combina el prefijo nano con la unidad metro. (Tello, 2014).
- Oferta: se define la oferta como aquella propiedad dispuesta para ser cambiada libremente a cambio de un precio. Cuando las condiciones de mercado vienen caracterizadas por el precio en conjunto de todos los pares de precio de mercado y oferta, forman la llamada curva de oferta. (Salguero, 2013).
- Propiedades mecánicas: Las propiedades mecánicas de los materiales, como elasticidad, plasticidad, maleabilidad, ductilidad, dureza, tenacidad y fragilidad, determinan el comportamiento de éstos bajo la acción de fuerzas

externas continuas o discontinuas, estáticas, dinámicas o cíclicas que se ejercen sobre ellos. (NTP 400.022., 2013).

- Relación agua cemento: La relación agua-cemento, también conocida como razón agua/cemento, a/c , o pasta cementicia es uno de los parámetros más importantes de la tecnología del hormigón, pues influye considerablemente en la resistencia final del mismo. (NTP 339.088., 2006).
- Subbase: En la ingeniería de carreteras, la subbase es la capa de material agregado colocada sobre la subrasante, sobre la cual se ubica la capa de la capa base. Puede omitirse cuando solo habrá tráfico peatonal en el pavimento, pero es necesario para superficies utilizadas por vehículos. (Giraldo, 2006).
- Tracción: En el cálculo de estructuras e ingeniería se denomina tracción al esfuerzo interno al que está sometido un cuerpo por la aplicación de dos fuerzas que actúan en sentido opuesto, y tienden a estirarlo. (Martínez, J. 2016).
- Vibro compactadora: Los vibro compactadores son, a grandes rasgos, herramientas empleadas para nivelar y apisonar superficies sólidas. ... apisonado, fuerte elevación y alto nivel de energía de impacto hacen de esta herramienta una garantía en rapidez y efectividad en la compactación. (Martínez, 2016).

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema general

¿De qué manera influye la adición del polvillo de acero y de cascara de arroz reciclados en la resistencia a la compresión de adoquines de concreto tradicional Lima–2020?

1.2.2. Problemas específicos

Problema específico 1

¿Cómo influye la adicción de polvillo de acero reciclado y de cascara de arroz en la resistencia a la compresión en adoquines de concreto?

Problema específico 2

¿En qué medida influye la adición de polvillo de acero reciclado y de cascara de arroz en la abrasión de adoquines de concreto?

Problema específico 3

¿Cuál la influencia de la adición del polvillo de acero reciclado y de cascara de arroz en la absorción de humedad en adoquines de concreto?

1.3. Justificación del Estudio

La presente investigación se realiza con el propósito de sumar al conocimiento existente sobre el uso de las cenizas de cascarilla de arroz como mejora en las características física-mecánicas de los pavimentos adoquinados, cuyos resultados de esta investigación podrán incorporarse en una propuesta de diseño ecológico, resistente y económico, ya que se estaría demostrando que el uso de cenizas de cascarilla de arroz mejoraría las características de los adoquines de concreto.

Esta tesis se originó debido a la necesidad de mejorar las capacidades de los elementos estructurales para resistir mayores exigencias que en la actualidad de

requiere, así también la mejora ecológica a través del reciclado de materiales de desecho de las industrias y reducción de la necesidad de cemento que posee un índice de contaminación muy elevada, y de la misma forma reduce costos de las viviendas y edificaciones.

Es recomendable usar cenizas porque reduce los costos para producir concreto, aprovechando así la abundante producción de arroz que se genera en el país y debido a las características que este producto tiene dentro de este proceso, además considerar que en el presente ya se encuentran utilizando diversos productos agrícolas y residuos industriales que permiten disminuir costos.

1.4. Limitaciones del estudio

La investigación presenta limitaciones por la adquisición de materiales que son las cenizas recicladas de cascara de arroz, por el hecho que este material no lo venden por kilos sino por fardos y lo producen en pocos lugares de Lima, siendo así el costo un poco más elevado.

Los valores de ensayos clasificados pueden tener resultados negativos en la calidad a fines estructurales como son en el ensayo de absorción de humedad el cual no cumplió con la norma técnica peruana 399.611 en la cual menciona que el porcentaje máximo debe ser 6% y 7.5 % por muestra individual.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Determinar de qué manera influye el polvillo de acero y de cascara de arroz reciclados en la resistencia a la compresión de adoquines de concreto tradicional Lima-2020.

1.5.2. Objetivos específicos

Objetivo específico 1

Calcular como influye la adición de polvillo de acero reciclado y de cascara de arroz en la resistencia a la compresión en adoquines de concreto.

Objetivo específico 2

Evaluar en qué medida influye la adición del polvillo de acero reciclado y de cascara de arroz en la abrasión de adoquines de concreto.

Objetivo específico 3

Cuantificar cual es la influencia de la adición del polvillo de acero reciclado y de cascara de arroz en la absorción de humedad de adoquines de concreto.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis general

La adición del polvillo de acero y de cascara de arroz reciclado influye positivamente en la resistencia a la compresión de adoquines de concreto.

1.6.2. Hipótesis específico

Hipótesis específica 1

La adición del polvillo de acero y de cascara de arroz reciclado incrementa la resistencia a la compresión en adoquines de concreto.

Hipótesis específica 2

La adición del polvillo de acero y de cascara de arroz reciclado contribuye a disminuir la abrasión de adoquines de concreto.

Hipótesis específica 3

La adición del polvillo de acero y de cascara de arroz reciclado disminuye la absorción de humedad en adoquines de concreto.

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

2.1. Tipo y diseño de investigación

2.1.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación del presente trabajo es aplicada de acuerdo con Vargas (2015), la investigación aplicada busca conocer, actuar, construir y modificar una aplicación de conocimientos teóricos de una determinada situación problemática para llevarlos a la práctica y/o realidad. Mejorando respecto a las fuentes encontradas o basadas inicialmente. El tipo de investigación del presente trabajo es aplicada porque busca mejorar la resistencia a la compresión, la abrasión y la absorción de la humedad de adoquines de concreto tradicional con la adición del polvillo de acero y cenizas recicladas de cascara de arroz.

2.1.2. Diseño de investigación

El diseño de la investigación es de tipo cuasi-experimental según la definición dada por Sánchez y Reyes (2015), es un tipo de estudio que se caracteriza porque el sujeto de estudio no se selecciona de forma aleatoria, sino que se encuentra o establece previamente. La metodología de este tipo de investigación se caracteriza por ser descriptiva, la cual consiste en observar el comportamiento de los individuos y de las diferentes variables sociales y registrar datos cualitativos y cuantitativos. La investigación cuasi experimental se ubica entre la investigación experimental y el estudio observacional. Sin embargo, no tiene el control de variables o de los elementos que intervienen en el contexto del sujeto de estudio (p.136).

2.1.3. Enfoque de investigación

El enfoque de la presente investigación corresponde a un enfoque cuantitativo no probabilístico, ya que lo que se busca describir son las ventajas aportadas por la adición del polvillo de acero y cenizas recicladas de cascara de arroz a la resistencia a la compresión, la abrasión y la absorción de la humedad de los adoquines de concreto tradicional.

2.2 Operacionalización de variables

Tabla 1
Matriz de Operacionalización

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN				
Variables	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores	Ítems
		¿Qué necesito estudiar de la variable?	¿Qué necesito estudiar de la dimensión?	¿Qué necesito estudiar del indicador?
Adoquines con polvillo de acero y de cascara de arroz.	"Término referido al polvillo de acero y cascara de arroz que se adicionan en % al concreto empleado para adoquines de concreto".	Adoquines con polvillo de acero y de cascara de arroz.	- Dosificación. - Moldeo. - Fraguado. - Curado.	- Formatos – kilogramos y litros. - Adecuado llenado de moldes y desmolde - Horas. - Días.
Resistencia a la compresión para adoquines de concreto.	"La resistencia a la compresión para adoquines de concreto es el resultado obtenido generando un comportamiento del concreto más favorable y satisfactorio "	Resistencia a la compresión para adoquines de concreto utilizando diferentes % de polvillo de acero y de cascara de arroz	- Carga máxima de rotura. - Longitud del espécimen. - Ancho del espécimen. - Espesor del espécimen.	- Maquina de ensayo a la compresión y formatos – kg/cm ² . - Balanza, horno, deposito con agua - %. - Regla graduada - cm. - Balanza - Kg. - Observación.
Abrasión para adoquines de concreto.	El ensayo de abrasión evalúa la posible capacidad abrasiva de materiales densificantes para perforación. La capacidad abrasiva se cuantifica mediante la tasa de pérdida de peso, expresada en unidades de mg/min.	Abrasión para adoquines de concreto utilizando diferentes % de polvillo de acero y de cascara de arroz	- Desgaste por rozamiento superficial. - Golpeo con una carga abrasiva. - Calidad de los agregados para el concreto. - Límites de especificaciones de acuerdo al tipo de agregado.	- Maquina de los Ángeles ensayo a la abrasión y formatos. - Balanza, horno, charolas rectangulares - %. - Esferas (carga abrasiva). - Tamiz retenido N°4 y N°12. - Lavado de material. - Diferencia de peso original y peso final (% abrasión).
Absorción de humedad para adoquines de concreto.	Es la relación porcentual (% Abs.) de la diferencia de la masa del espécimen tanto en humedo como en seco, dividido entre la masa del espécimen en seco y multiplicado por 100.	Absorción de humedad para adoquines de concreto utilizando diferentes % de polvillo de acero y de cascara de arroz	- Saturación de los especímenes. - Secado de los especímenes al horno. - Calculo del porcentaje de absorción de agua.	- Balanza. - horno de secado - Reservorio o piscina de agua. - Malla de alambre 10 mm. - Adoquines de concreto.

2.3 Población y Muestra

2.3.1. Población

La población es todo el conjunto de seres a los cuales el investigador va estudiarla investigación, así como también la misma autora menciona que la población es a quien se estarán correlacionados con las conclusiones del estudio (Hurtado, 2000).

2.3.2. Muestra

La población por tratarse de una investigación cuasi-experimental estará constituida por el conjunto de unidades de adoquines de concreto, diseñadas y ensayadas bajo las normas ACI 211 / NPT 399.604, algunas de ellas diseñadas de manera convencional y otras diseñadas con adición de polvillo de acero y de cascará de arroz para luego ser sometidas a método de prueba estándar para resistencia a la compresión, a la abrasión y la absorción de humedad.

Muestra

El tipo de muestreo es no probabilístico y por conveniencia, la muestra total está constituida por 18 adoquines de concreto para la prueba de resistencia a la compresión, 36 adoquines de concreto para la prueba de absorción de humedad y 9 adoquines de concreto para la prueba de abrasión, obteniendo un total de 63 adoquines de concreto los cuales se detallan a continuación.

Adoquines de concreto para la prueba de resistencia a la compresión

Concreto convencional

2 adoquines de concreto ensayados a los 7 días

2 adoquines de concreto ensayados a los 14 días

2 adoquines de concreto ensayados a los 28 días

Concreto convencional + 2.5% P.A + 2.5% C.A

2 adoquines de concreto ensayados a los 7 días

2 adoquines de concreto ensayados a los 14 días

2 adoquines de concreto ensayados a los 28 días

Concreto convencional + 5% P.A + 5% C.A

2 adoquines de concreto ensayados a los 7 días

2 adoquines de concreto ensayados a los 14 días

2 adoquines de concreto ensayados a los 28 días

Adoquines de concreto para la prueba de absorción de humedad

Concreto convencional

4 adoquines de concreto ensayados a los 7 días

4 adoquines de concreto ensayados a los 14 días

4 adoquines de concreto ensayados a los 28 días

Concreto convencional + 2.5% P.A + 2.5% C.A

4 adoquines de concreto ensayados a los 7 días

4 adoquines de concreto ensayados a los 14 días

4 adoquines de concreto ensayados a los 28 días

Concreto convencional + 5% P.A + 5% C.A

4 adoquines de concreto ensayados a los 7 días

4 adoquines de concreto ensayados a los 14 días

4 adoquines de concreto ensayados a los 28 días

Adoquines de concreto para la prueba de abrasión.

Concreto convencional

1 adoquín de concreto ensayados a los 7 días

1 adoquín de concreto ensayados a los 14 días

1 adoquín de concreto ensayados a los 28 días

Concreto convencional + 2.5% P.A + 2.5% C.A

1 adoquín de concreto ensayados a los 7 días

1 adoquín de concreto ensayados a los 14 días

1 adoquín de concreto ensayados a los 28 días

Concreto convencional + 5% P.A + 5% C.A

1 adoquín de concreto ensayados a los 7 días

1 adoquín de concreto ensayados a los 14 días

1 adoquín de concreto ensayados a los 28 días

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.4.1. Técnicas de recolección de datos

- La observación directa.
- Análisis de materiales.
- Fórmulas
- Diseño de mezclas
- Ensayos

2.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Instrumentos de recolección de datos

Los principales instrumentos que se utilizaron en este estudio serán:

- Ficha: instrumento consistente donde se registran datos sobre las variables de estudio.
- Equipos de laboratorio: son una serie de equipos e instrumentos del Laboratorio de Mecánica de Suelos y de Concreto.
- Fichas de ensayo del laboratorio: es una serie de documento que sirve para la toma de apuntes sobre los ensayos del Laboratorio de Ensayo de Materiales y Concreto

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBANILERÍA

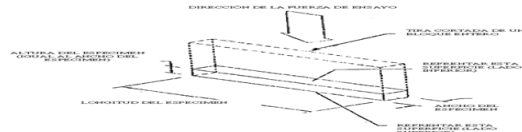
PROYECTO : INFLUENCIA DEL POLVILLO DE ACERO Y DE CASCARA DE ARROZ RECICLADOS EN LA RESISTENCIA A COMPRESION POR UNIDAD Y PILA PARA ADOQUINES DE CONCRETO LIMA -2020.
 SOLICITANTE : IVAN MICHEL RISCO DIAZ
 UBICACIÓN : INSTALACIONES DEL LABORATORIO MATESTLAB SAC

REGISTRO N°: MTL20-TS-31
 REALIZADO POR: J. Cueto
 REVISADO POR: H. Flores
 FECHA DE ENSAYO: 30/10/2020
 TURNO: Diurno

Tipo de muestra : Unidades de Albañilería
 Presentación : Bloque macizo
 Resistencia de diseño (F'm) : 280 kg/cm²

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
ASTM C140 / NTP 399.604**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	h/t ^A	Factor de Corrección	FUERZA MÁXIMA (kg)	ÁREA BRUTA (cm ²)	ESFUERZO F'b	% F'c
PATRON	02/10/2020	30/10/2020	28	10.00	20.00	8.00	NA	N.A.	59270.0	200.0	296 kg/cm ²	105.8%
PATRON	02/10/2020	30/10/2020	28	10.00	20.00	8.00	NA	N.A.	60078.0	200.0	300 kg/cm ²	107.3%
2,5 P.A - 2,5 C.A	02/10/2020	30/10/2020	28	10.00	20.00	8.00	NA	N.A.	61734.0	200.0	309 kg/cm ²	110.2%
2,5 P.A - 2,5 C.A	02/10/2020	30/10/2020	28	10.00	20.00	8.00	NA	N.A.	62791.0	200.0	314 kg/cm ²	112.1%
5 P.A - 5 C.A	02/10/2020	30/10/2020	28	10.00	20.00	8.00	NA	N.A.	56701.0	200.0	284 kg/cm ²	101.3%
5 P.A - 5 C.A	02/10/2020	30/10/2020	28	10.00	20.00	8.00	NA	N.A.	56912.0	200.0	285 kg/cm ²	101.6%



OBSERVACIONES:
 * Muestras realizadas en el laboratorio de MATESTLAB SAC
 * Los insumos para la elaboración de los bloques fueron provistos por el solicitante y ensayados en el laboratorio de MATESTLAB SAC
 * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MATESTLAB SAC

MATESTLAB SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	COC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:

Figura 1: Prueba para la resistencia a la compresión de adoquines de concreto
 Fuente: Resultados de Laboratorio

2.4.3. Técnicas de análisis de datos

Las principales técnicas a utilizarse en este proyecto serán:

- **Análisis documental:** es todo objeto o elemento material que contiene información procesada de hechos, sucesos o acontecimientos naturales o sociales que se han dado en el pasado y que poseen referencias valiosas (datos, cifras, fichas, índices, indicadores, etc.) para un trabajo de investigación. (Carrasco, 2015, p. 275)
- **Observación:** “Es un proceso sistemático de obtención, recopilación y registro de datos empíricos de un objeto, un suceso, un acontecimiento o conducta humana con el propósito de procesarlo y convertirlo en información” (Carrasco, 2015, p. 282).

2.4.4. Validez

Según Hernández, Fernández & Baptista (2014) “la validez, en términos generales, se refiere al grado en que un instrumento mide realmente la variable que pretende medir.” (p.200).

La presente investigación se validará por medio de juicio experto, de acuerdo con Arquer (1995) El juicio de expertos se define como una opinión informada de personas con trayectoria en el tema, que son reconocidas por otros como expertos cualificados en éste, y que pueden dar información, evidencia, juicios y valoraciones (p.125). Dichos expertos se nombrarán en la siguiente tabla.

Tabla 2

Jueces para la validación de Fichas de Campo

VALIDADORES POR JUICIO EXPERTO		
Experto	Cargo	C.I.P
Hans E. Ramos Chamorro	Ingeniero Civil	193632
Edgar Alan Risco Bardales	Ingeniero Civil	215988
Yovany Sánchez Balcázar	Ingeniero Civil	108235

Las fichas de campo a validar se encuentran en los anexos:

Ficha 1 : Ficha de Prueba de resistencia a la compresión

Ficha 2: Ficha de Prueba de abrasión

Ficha 3: Ficha de Prueba de absorción de humedad

2.4.5. Aspectos éticos

De acuerdo a lo mencionado por Mohammad (2013), afirma que lo ético incluye ante todo las disposiciones del hombre en la vida, su carácter, sus costumbres y naturalmente también la moral, es el modo o forma de vida cotidiana de cada ser humano. La ética como ciencia establece leyes y normas para que el hombre pueda discernir mejor entre lo correcto y lo incorrecto, la ética es la ciencia de lo que el hombre debe hacer para vivir como debe vivir. (p.433).

Con respecto a los aspectos éticos toda la información contenida en este trabajo de investigación, así como los resultados obtenidos, garantiza la originalidad y autenticidad. También se adjunta todas las referencias bibliográficas, resultados de pruebas de laboratorio desarrolladas en la presente.

2.5. Procedimiento

2.5.1. Del objetivo específico 1

Calcular la influencia de la adición de polvillo de acero reciclado y de cascara de arroz en la resistencia a la compresión en adoquines de concreto.

A. Procedimiento

Para desarrollar el objetivo específico 1 se deberá seguir el siguiente procedimiento:

- Se deberá realizar el diseño de mezcla de para los 3 tipos de adoquines en estudio; adoquín de concreto convencional, adoquín Concreto convencional + 2.5% P.A + 2.5% C.A y Concreto convencional + 5% P.A + 5% C.A, la resistencia escogida para el diseño de mezcla es $f'c$ 280 kgf/cm² y basados en la NTP 399.611.
- Elaboración de los 3 tipos de adoquines en estudio; adoquín de concreto convencional, adoquín Concreto convencional + 2.5% P.A + 2.5% C.A y Concreto convencional + 5% P.A + 5% C.A, la resistencia escogida para el diseño de mezcla es $f'c$ 280 kgf/cm² y basados en la NTP 399.611.
- Desarrollo de la prueba de Resistencia a la compresión, ruptura de los 3 tipos de adoquines en estudio; adoquín de concreto convencional, adoquín Concreto convencional + 2.5% P.A + 2.5% C.A y Concreto convencional + 5% P.A + 5% C.A.

B. Marco teórico

Concreto

Actualmente en el ámbito de la construcción el concreto es uno de los materiales existentes con mayor demanda debido a la diversidad que este presenta, permitiendo además un ahorro en costos de obra en las diferentes construcciones en las que se aplica dicho material, siendo necesario elaborar métodos que nos permitan obtener un óptimo rendimiento.

El concreto es básicamente una mezcla de dos componentes: agregados y pasta. La pasta, compuesta de cemento portland y agua, une los agregados, normalmente arena y grava, los cuales conforman el cuerpo del material, creando una masa que al endurecer forma una roca artificial. La calidad del concreto depende de la calidad de la pasta y del agregado y de la unión entre los dos. En un concreto adecuadamente confeccionado, cada y toda partícula de agregado es completamente cubierta por la pasta y todos los espacios entre las partículas de agregados se llenan totalmente con pasta Burgos L. (2016).

Algunos tipos de cementos distintos del cemento portland

Cemento de aluminato de calcio

El cemento de aluminato de calcio (CAC) se produjo por primera vez en Francia durante la primera guerra mundial. La base fue una patente del químico francés Jules Bied, alumno de Le Chatelier, quien en 1908 descubrió que los fundidos cristalizados con la composición de aluminato monocálcico podían endurecer hidráulicamente y alcanzar una resistencia temprana muy elevada.

Cementos expansivos

Los cementos expansivos que aparecieron en 1920, tienen su base en el trabajo de Viktor, Vasilévich Mikhaïlov y Alexander Klein; suelen contener una gran cantidad de sulfatos y aluminatos en su composición.

Cementos de fraguado controlado

En estos cementos lo que se busca es que el fraguado transcurra en un tiempo determinado. La PCA (Asociación del Cemento Portland de los Estados Unidos) desarrolló el regulated-set cement y en Japón se elaboró un cemento parecido que se denominó como jet cement.

Cemento portland con una alta resistencia a la acción de los sulfatos:

Cemento Ferrari

El primer cemento portland con una alta resistencia a la acción de los sulfatos fue el «Erzzement», patentado por Krupp-Grusonwerk en Magdeburgo, en 1901 y producido en la planta de cemento de Hemmoor, cerca de Hamburgo. Contenía una reducida cantidad de óxido de aluminio y una gran cantidad de óxido de hierro, así resultaba un módulo de fundentes (relación Al/Fe) de tan sólo 0,30. Las propiedades de este cemento son similares a las del cemento Ferrari, el cual es un cemento portland con un módulo de fundentes de 0,64, que fue producido por vez primera en Italia en 1919. (Morales, 2015)

Cemento sobre sulfatado

Emil Langen descubrió en 1862 que una mezcla de escoria granulada de horno alto, enfriada rápidamente y altamente vitrificada mezclada con cal viva calcinada puede adquirir una resistencia considerable.

En 1882 Godhard Prossing (1828-1903) fue el primero en añadir escoria granulada de horno alto al cemento portland. En Alemania desde 1901, al

cemento con menor contenido de escoria fue denominado «cemento portland siderúrgico», mientras que al cemento con mayor contenido de escoria se llamó «cemento de escoria de horno alto», desde 1907. Hans Kühl (1879-1969) descubrió la activación mediante sulfatos de la escoria granulada de horno alto y el 23 de diciembre de 1908 patentó el «gipsschlackenzemen» (DRP 237777), lo cual constituyó la base de la producción del cemento sobre sulfatado.

En España, los Pliegos de Condiciones para la Recepción de Conglomerantes Hidráulicos de 1961 (p.c.c.h. 61) y 1964 (PCCH-64) recogieron a los cementos siderúrgicos sobre sulfatados consistentes en una mezcla íntima de escoria granulada y sulfato cálcico en proporción tal que el contenido de trióxido de azufre (SO₃) se situaba entre el 5 y el 12%, con una cantidad inferior al 5% de cal, Clinker de cemento portland o cemento portland. Estos conglomerantes se denominaban SF-250. La norma europea de cemento sobre sulfatado es la UNE-EN 15743:2010.

Cementos para pozos de petróleo

Estos cementos son necesarios para reforzar o forrar las paredes de los pozos de petróleo. Su desarrollo comenzó en 1930. Estos cementos fraguan y endurecen de un modo muy gradual, incluso a altas temperaturas y presiones. Inicialmente, las especificaciones se regían por las normas del American Petroleum Institute (API), pero actualmente, se siguen las normas internacionales ISO 10426-1 «Petroleum and natural gas industries-cements and materials for well cementing – Part 1: Specification» e ISO 10426-1 «Petroleum and natural gas industries-cements and materials for well cementing – Part 2: Testing of well cements». Lafarge es el único fabricante que produce en España cemento específico para pozos de petróleo. Para la producción de este cemento, en su

fábrica de Sagunto, se necesitan unas materias primas específicas que permiten, a través de un cuidadoso proceso, elaborar clínker del tipo G. Las exigencias de este clínker radican en la necesidad de que tenga una resistencia a compresión a 8 horas, un curado de probetas a 38 y 60°C y unos ensayos especiales de evaluación de facilidad de bombeo o fluidez, que le confieren una viscosidad y un tiempo de fraguado muy concretos para la puesta en obra. (Barbudo y Chinchón, 2016)

Cascara de arroz

La cáscara de arroz constituye un subproducto del proceso agroindustrial con aplicaciones reducidas, que en la práctica puede considerarse como un material de desecho (por término medio, por cada tonelada de arroz se generan 200 kg de corteza o cascarilla).

Es sin duda el principal producto alimenticio del mundo para más de 1000 millones de personas, se cultiva en terrenos pantanosos, montañas, tierras bajas. En las regiones tropicales el arroz se planta y cosecha prácticamente todo el año (período de crecimiento entre 100-180 días), la producción mundial ha alcanzado en el año 2007 el nivel record de 657,3 millones de toneladas (unos 438,1 millones de arroz molido), se estima que más de 100 toneladas de cáscara de arroz son producidas en el mundo. (Domínguez, 2016)

El beneficio del cultivo de arroz genera un residuo, denominado cascarilla, tan sólo un 5% se está aprovechando. La cáscara de arroz constituye un subproducto del proceso agroindustrial con aplicaciones reducidas, que en la práctica puede considerarse como un material de desecho. La combustión de la corteza de arroz produce una media del 20% de cenizas con un gran porvenir ya que es un claro sustituto o aditivo del cemento en la formulación de concretos o morteros. Por sus características físicas y químicas la cáscara de arroz resulta

poco biodegradable y se convierte en un desecho altamente contaminante en especial para las fuentes de agua Chur M. (2015).

La cascarilla de arroz es un material de desecho agrícola que constituye alrededor del 20% de la producción mundial de arroz, que se aproximó a los 700 millones de toneladas en el año 2011. Según estudios recientes, en el país se producen cerca de 2'100.000 toneladas de arroz al año, y como consecuencia de esta producción cerca de 400.000 toneladas de cascarilla de arroz como residuo, las cuales mediante un proceso de quema controlada dan origen a cerca de 100.000 toneladas de ceniza de cascarilla de arroz (CCA) con un alto contenido de sílice, convirtiéndose así, en una alternativa potencial para su uso en la industria de la construcción gracias a sus características puzolanas y su alta disponibilidad alrededor del mundo. La CCA obtenida de la cascarilla de arroz bajo condiciones de combustión controladas se ha empleado como material para obtener sílice de característica amorfa y poder ser utilizada como puzolana.

La sílice de la CCA reacciona con la cal, dando lugar esta reacción a la formación de cristales de silicato de calcio hidratado (CSH), que contribuyen a la generación de resistencias mecánicas en los concretos adicionados, es por esta razón que este material es considerado como una opción viable para la sustitución parcial del cemento en elementos constructivos como los bloques de concreto, tanto desde el punto de vista mecánico como económico, debido a que este residuo no representa ningún valor comercial hasta el momento distinto a su uso en el proceso de secado del grano de arroz por medio del aprovechamiento del calor generado durante su proceso de combustión Escalera J. (2016).

Fibras

El uso de las fibras en la construcción de albañilería surge desde tiempos antiguos, teniendo su origen en la utilización de la paja para reforzar ladrillos de adobe y el pelo de caballos usado para reforzar morteros para pegar mampostería. Actualmente se usan las fibras en la mayoría de los materiales de construcción con la finalidad de mejorar sus propiedades.

Acero Reciclado

El acero reciclado son elementos de corta longitud y pequeña sección, que han ido variando desde un simple alambre cortado en trozos, con longitud, diámetros equivalentes y con formas muy diversas, ya sean lisas, onduladas con extremos cónicos o de gancho, entre otras.

Una de las características considera como principal para su aplicación es su esbeltez, que tiene relación con la longitud L y el diámetro equivalente D_e , $\lambda = L/D_e$, esbeltez.

La norma ASTM A820 establece la siguiente clasificación según su proceso de fabricación:

- Trefiladas: fibras de alambre conformado a frio.
- Láminas cortas: fibras cortadas de chapas de acero.
- Extractos fundidos: las fibras extraídas por fundición y otras fibras

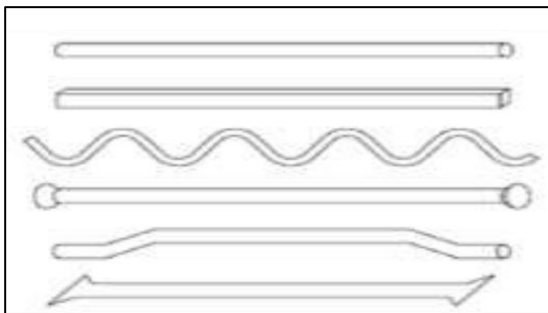


Figura 2: Diferentes Formas de Fibras de Acero

Fuente: Blanco A. "Durabilidad del hormigón con fibras de acero"

Se han empleado en la fabricación de morteros y hormigones las fibras de acero debido a que su módulo de elasticidad es diez veces mayor que el del hormigón, principalmente se han aplicado con el fin de mejorar la resistencia al impacto y resistencia a la fisuración.

Ventajas:

- Mejoran la resistencia a tracción, flexión y corte.
- Presentan buenas características al impacto.
- Dan mayor resistencia ante diferentes tipos de cargas.

Desventajas:

- Presentan un alto nivel de oxidación, si se encuentran expuestas a la superficie.
- En la mezcla reducen la trabajabilidad, debido al tamaño de su longitud y diámetro.

Polvillo de acero reciclado

Se trata de metales que han sido convertidos en polvos finos para su procesamiento posterior en piezas acabadas. El polvo se produce principalmente mediante atomización, proceso por el cual un vapor de metal líquido se pulveriza en partículas minúsculas a través de un chorro de alta presión de gas o líquido; las partículas se solidifican antes de ser recogidas. También se utilizan métodos electrolíticos, químicos y mecánicos. Los metales en polvo ferrosos y no ferrosos se emplean para fabricar componentes complejos, tanto grandes como pequeños, con medidas exactas y estructura homogénea. Para ello el polvo se compacta en un molde antes de ser sinterizado o calentado justo por debajo de la temperatura de fusión del metal. Otros métodos incluyen moldeo por inyección y forjado.

Producción de metal en polvo

Los polvos metálicos están constituidos por partículas discretas de elementos o aleaciones metálicas cuyos tamaños están comprendidos entre 0,1 y 100 μm . Estas partículas pueden ser de forma esférica (usadas en filtros porosos), escamada (empleadas en pigmentos para pinturas), irregular (utilizadas en el conformado de piezas de la PM), dendrítica o fibrosa. Estos materiales se emplean en muy diversas áreas de la tecnología. Los métodos por los que pueden producirse metales en forma de polvo son diversos: la molienda del metal sólido, la precipitación de una sal, la descomposición térmica de un compuesto químico en estado sólido (usualmente óxido), la electro-deposición y la atomización de un metal fundido. La mayoría de los polvos utilizados es elaborada por alguno de los tres últimos procedimientos mencionados.

Molienda

Los materiales frágiles como los compuestos intermetálicos y las ferro-aleaciones (ferrocromo, ferro-silicio, etc.) son pulverizados mecánicamente en molinos de bolas. Además, una técnica conocida como corriente fría (Coldstream Process) está encontrando aplicación creciente en la producción de polvos muy finos, tales como los requeridos por los procesos de conformado por inyección. En este caso el material grueso, obtenido por atomización, es suministrado a una corriente de gas bajo presión a través de un venturi. Así, el material es enfriado y fragilizado por la expansión adiabática del gas antes de impactar un blanco.

Proceso químico

La descomposición térmica de un compuesto químico es usada algunas veces, como en el caso del níquel carbonilo. El proceso carbonilo (Carbonyl Process) fue originalmente desarrollado como un medio de refinar níquel

[Ant84]. El metal en bruto es sometido a la reacción selectiva con monóxido de carbono bajo presión (7 a 30 MPa), para formar carbonilo ($\text{Ni}(\text{CO})_4$), que es gaseoso a la temperatura de reacción (200 a 250 °C) y que se descompone por incremento de la temperatura y disminución de la presión. El mismo proceso es utilizado para hierro, y el polvo de carbonilo de hierro ($\text{Fe}(\text{CO})_5$) encuentra limitada aplicación donde se requieren altas purezas. Típicamente el tamaño de las partículas es de 1-5 μm , pero en el caso del níquel, puede ser controlada para los requerimientos particulares. Otro caso de descomposición térmica es el polvo de platino hecho de esponja producida por calentamiento de cloruro de amonio-platino. La precipitación química de metal a partir de una solución de una sal soluble es usada en otras aplicaciones donde se requieran partículas de pocos micrones y nanómetros de tamaño

Reducción de estado sólido

Este ha sido por mucho tiempo el método más ampliamente empleado para la producción de polvo de hierro. El óxido seleccionado es molido, mezclado con carbón, y pasado a través de un horno continuo donde la reacción tiene lugar dejando una torta de esponja de hierro, la que es luego tratada por molido. La pureza del polvo obtenido es dependiente del material de partida, pues no hay una operación de refinación ulterior. Las partículas en forma de esponja irregular son dúctiles y fácilmente compresibles, y dan compactados de buena tenacidad. Los metales refractarios son normalmente hechos por reducción de óxidos y el mismo proceso puede ser utilizado para el cobre.

Electrólisis

Algunos metales pueden ser depositados en estado de esponja o de polvo, eligiendo las condiciones apropiadas de un electrolito: composición, temperatura,

densidad de corriente, etc. El material resultante requiere de un procesado ulterior consistente en: lavado, Secado, reducción, recocido y molido. El cobre es el metal principal producido en esta forma, pero también, el cromo y el manganeso son obtenidos por electrólisis. Sin embargo, el depósito formado es denso y frágil, necesitando una molienda para pulverizarlo. El hierro electrolítico fue tradicionalmente elaborado en una escala substancial, pero ha sido reemplazado por polvo fabricado por procesos más económicos. La pureza elevada de estos materiales es una característica distintiva del proceso.

Atomización

Este método consiste en la fragmentación de un chorro fino de metal líquido por medio del impacto de chorros gaseosos o líquidos. Estos fluidos inyectados a presiones elevadas sobre el metal líquido, que cae en régimen de flujo laminar, generan un flujo turbulento que lo desintegra en gotas que solidifican rápidamente antes que entren en contacto con una superficie sólida. Los dos posibles mecanismos de desintegración del metal líquido conducen a la formación de filamentos o de películas de líquido. Luego, estos fragmentos pueden transitar por más estadios de desintegración formando gotas aún más finas que, a su vez, pueden chocar o unirse entre sí. El resultado del proceso son partículas casi esféricas, en forma de membrana, o muy irregular como consecuencia de colisiones entre las partículas. Los fluidos atomizadores más utilizados son aire, nitrógeno, argón y agua. Otros fluidos pueden ser empleados, siempre que las ventajas tecnológicas del proceso justifiquen comercialmente los costos adicionales.

Diseño de mezcla Método ACI

Determinación de proporciones de insumos a bases de tablas del método ACI para obtener una mezcla adecuada.

Parámetro básico:

- Principios de volúmenes absolutos
- Granulometría de agregados y el Tamaño Máximo de la Piedra
- Resistencia en compresión y la relación agua/cemento
- Trabajabilidad de la mezcla

Pasos Generales:

- Establecer cantidad de agua por m³
- Definición de la relación Agua/cemento
- Cálculo de la cantidad de cemento
- Estimación de porcentaje de aire por m³
- Determinación de volumen de agregado grueso
- Sumatoria de volúmenes parciales
- Cálculos de volumen de arena
- Cálculos de pesos parciales
- Corrección por humedad
- Diseño final

Prueba de Slump

Este ensayo se hace al concreto fresco para determinar su consistencia o fluidez se le hace mediante el uso de cono de Abrams tal manera debe estar en una superficie horizontal, llenar el cono con tres capas de concreto fresco cada capa con 25 golpes de la varilla para su compactación, retirar el exceso de hormigón con la varilla metálica donde el cono quede perfectamente lleno y

enrasado, sacar el molde con cuidado levantándose verticalmente, al final se medirá el asentamiento la diferencia de alturas entre el hormigón y el cono de Abrams parte superior como se muestra en la Figura 3.

Consistencia	Asentamiento
Seca	0" (0mm) a 2" (50mm)
Plástica	3" (75mm) a 4" (100mm)
Fluida	≥5" (125mm)

Figura 3: Consistencia del Concreto "Asentamientos"
Fuente: Norma ACI Concreto (Fuente: Pagina Web).

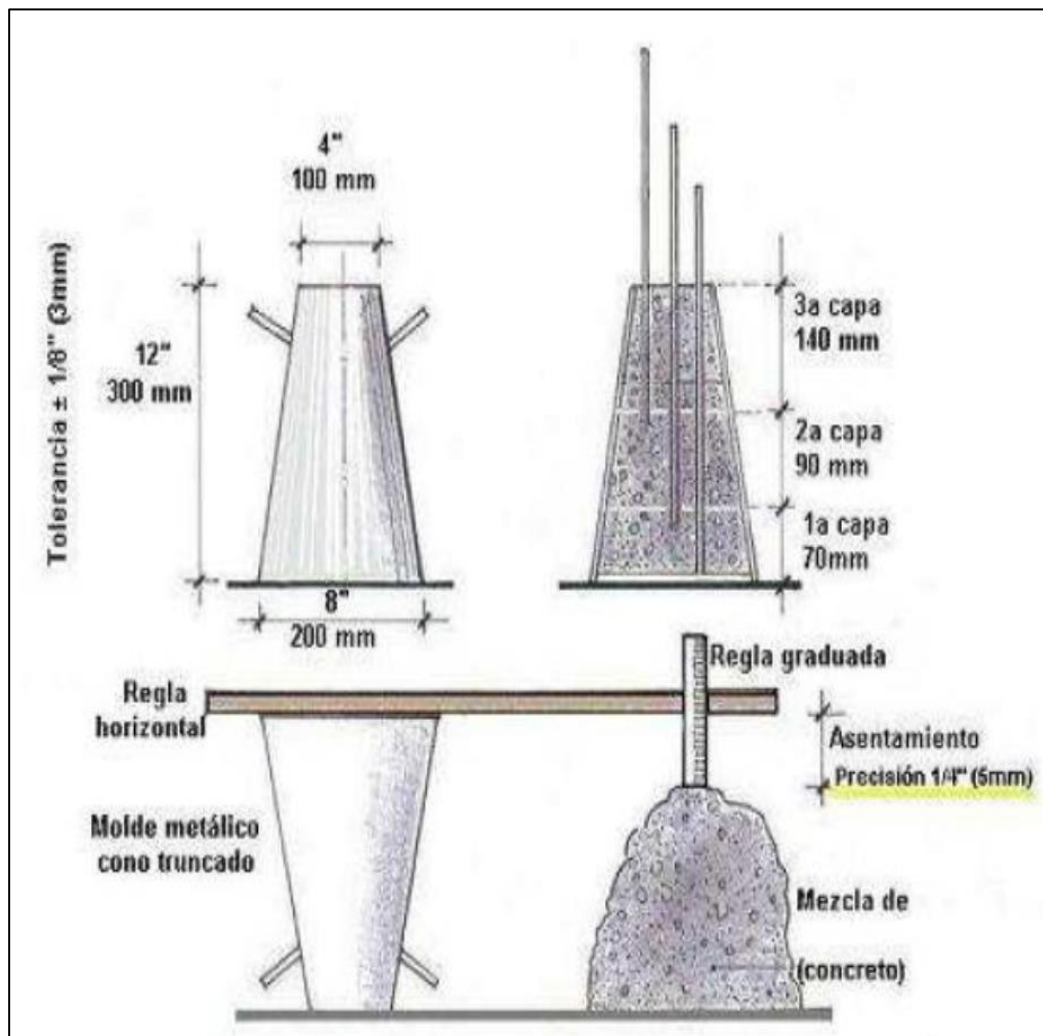


Figura 4: Pasos para el control y medida del Slump
Fuente: Norma ACI Concreto (Fuente: Pagina Web).

Resistencia a la compresión de los adoquines del concreto

Según Galicia y Velásquez (2016), en su investigación mencionan que la resistencia a la compresión se define como la medida máxima de la resistencia a carga axial de especímenes de concreto. Por lo general es expresado en kilogramos por centímetros cuadrados (kg/cm²) o también en mega pascales (MPa) y en libras por pulgadas cuadradas (lb/pulg² o PSI) a una edad de 28 días” (p. 61), debido a que este llega a obtener su máxima resistencia por lo que se recomienda realizar los ensayos a esta edad.

Según la Norma Técnica Peruana (NTP) 399.611 “Adoquines de concreto para pavimentos. Requisitos” clasifica los adoquines en tres tipos:

Norma Técnica 399.611 Unidades de Albañilería, Adoquines de Concreto para Pavimentos, Requisitos

Aplicación

Esta Norma Técnica Peruana establece los requisitos que deben cumplir los adoquines de concretos fabricados para construcción de pavimentos y se aplica a todos los adoquines de concreto destinados para su uso en pavimentos peatonales, vehiculares, patios industriales o de contenedores.

Materiales

Los materiales utilizados en la fabricación de los adoquines deberán cumplir con las siguientes Normas Técnicas:

Cementos : NTP 334.009, NTP 334.082, NTP 334.090

Agua de Mezcla : NTP 339.088

Agregados : NTP 400.037

Clasificación Técnica

Los adoquines de concreto elaborados de acuerdo con esta NTP, deberán

estar conforme a los tres tipos tal como se indica:

TIPO I : Adoquines para pavimentos articulados para Uso **Peatonal**.

TIPO II : Adoquines para Pavimentos articulados para **Tránsito Vehicular ligero**.

TIPO III : Adoquines para Pavimentos articulados para **Tránsito Vehicular pesado, patios industriales, y contenedores**.

Nota: Para caso de pavimentos de tránsito vehicular, el comprador determinará el tipo de adoquín articulados a utilizar según las especificaciones de la obra o el diseño del proyectista.

Tabla 2

Espesor nominal y resistencia a la compresión.

TIPO	Espesor Nominal (mm)	Resistencia a la compresión, min. MPa (Kg/cm ²)	
		Promedio de Unidad 3 unidades	Individual
I (peatonal)	40	31(320)	28 (290)
	60	31(320)	28 (290)
II (Vehicular ligero)	60	41(420)	37 (380)
	80	37(380)	33 (340)
	100	35(360)	32 (325)
III (vehicular pesado, patios industriales o de contenedores)	μ SO	55(561)	50(510)

Fuente: NTP 399.611; Unidad de albañilería, adoquines de concreto para pavimentos

Tabla 4

Requisitos para concreto expuesto a soluciones de sulfatos

Exposición a sulfatos	Sulfato soluble en agua (SO ₄)	Sulfato (SO ₄) en el agua, ppm	Tipo de cemento	Relación máxima	f _c
-----------------------	--	--	-----------------	-----------------	----------------



	presente en el suelo, porcentaje en peso			agua material cementante (en peso) para concretos de peso normal	mínimo (MPa) para concretos de peso normal y ligero
Insignificante	$0,0 \leq SO_4 < 0,2$	$0 \leq SO_4 < 150$	-----	-----	-----
Moderada	$0,1 \leq SO_4 < 0,2$	$150 \leq SO_4 < 1500$	II, IP(MS), IS(MS), P(MS), I(PM)(MS), I(SM)(MS)	0.50	28
Severa	$0,2 \leq SO_4 < 2,0$	$1500 \leq SO_4 < 10000$	V	0.45	31
Muy severa	$2,0 < S SO_4$	$10000 < SO_4$	Tipo V más puzolana	0.45	31

Fuente: NTP 399.611; Unidad de albañilería, adoquines de concreto para pavimento

C. Desarrollo

Proceso de Diseño de Mezcla

Para el diseño de mezcla se utilizará el método del comité 211 de la ACI, y el método del Módulo de fineza de combinación de agregados, que son procedimientos de diseño de mezclas bastante simples, el cual, basándose en tablas elaboradas, permite obtener valores de los diferentes materiales que integran la unidad cúbica de concreto.

El diseño de mezcla se ha realizado de la siguiente manera:

- Cálculo de la resistencia promedio.
- Selección del tamaño máximo nominal del agregado.
- Selección del asentamiento.
- Selección del volumen unitario del agua.
- Selección del contenido de aire.
- Selección de la relación agua/cemento.
- Determinación del factor cemento.
- Determinación de la suma de los volúmenes absolutos, de cemento, agua y aire

- Determinación del volumen absoluto de agregado fino.
- Determinación del peso seco del agregado fino.
- Determinación de los valores de diseño
- Corrección por humedad y absorción del agregado.
- Determinación de la proporción de diseño.

Diseño de mezcla según ACI 211

Se ha desarrollado un procedimiento de diseño de mezclas bastante simple el cual permitió obtener valores de los diferentes materiales que integran la unidad cúbica de concreto, para un $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$.

Se calculó la resistencia a la compresión requerida mediante la siguiente tabla.

Tabla 5
Resistencia a la compresión requerida

Resistencia a la compresión ($f'c$)	Resistencia a la compresión requerida ($f'cr$)
Menor a 210 kgf/cm^2	$f'c + 70$
$210 \text{ kgf/cm}^2 - 350 \text{ kgf/cm}^2$	$f'c + 84$
Mayor a 350 kgf/cm^2	$f'c + 98$

Fuente: ACI 211, 2016

A continuación se seleccionó el asentamiento de acuerdo a los siguientes valores que nos brinda el ACI 211 ver tabla siguiente.

Tabla 6
Asentamiento según el tipo de estructuras

Tipo de Estructura	Slump Máx.	Slump Mín.
Zapatas y muros de cimentación reforzados	3"	1"
Cimentaciones simples y calzaduras	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"

Columnas	4"	1"
Muros y pavimentos	3"	1"
Concreto Ciclópeo	2"	1"

Fuente: ACI 211, 2016

Según la granulometría realizada al agregado grueso se obtuvo el Tamaño Nominal Máximo (TNM)

Después se seleccionó el contenido de agua de acuerdo a la siguiente tabla

Tabla 7
Volumen de Agua por m³. Agua en litros/m³ para TNM de agregados y consistencia

Asentamiento	Tamaño Máximo del Agregado Grueso							
	(1" = 25mm)	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	168	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	--
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	--

Fuente: ACI 211, 2016

También se seleccionó el contenido de aire atrapado según la tabla 6.

Tabla 8
Contenido de aire atrapado

TNM Agregado Grueso	Aire Atrapado %
3/8"	9.5 mm 3.0
1/2"	12.5 mm 2.5

¾"	19.0 mm	2.0
1"	25.0 mm	1.5
1 ½"	37.5 mm	1.0
2"	50.0 mm	0.5
3"	75.0 mm	0.3
6"	150.0 mm	0.2

Fuente: ACI 211, 2016

A continuación se seleccionó la relación agua/cemento por resistencia a compresión.

Tabla 9
Relación agua/cemento por resistencia para f'_{cr}

f'c (Kg/cm ²)	Relación agua/cemento en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
140	0.82	0.74
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
210	0.68	0.59
250	0.62	0.53
280	0.57	0.48
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	-
420	0.41	-
450	0.38	-

Fuente: ACI 211, 2016

Posteriormente se calculó el contenido de cemento en kilogramos (kg), mediante la siguiente fórmula.

$$\frac{\text{Cantidad de agua (litros)}}{\text{Cantidad de cemento (kg)}} = \text{Relacion agua cemento obtenida}$$

Se obtuvo el peso del agregado grueso mediante la tabla 8 que proporciona

el valor de b/b_0 donde b_0 y b son los pesos unitarios secos con y sin compactar respectivamente del agregado grueso.

Según el módulo de finura obtenido en la granulometría del agregado fino y el Tamaño Máximo Nominal se procedió a obtener el volumen en m^3 de agregado grueso.

Tabla 10

Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto (b/b_0)

TNM Agregado Grueso		Módulo de finura del Agregado Fino			
		2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	9.5 mm	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	12.5 mm	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	19.0 mm	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	25.0 mm	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	37.5 mm	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	50.0 mm	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	75.0 mm	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	150.0 mm	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: ACI 211, 2016

Se cálculo el volumen absuelto mediante la siguientes fórmulas:

$$\text{Agregado grueso} = \frac{b}{b_0} \times (\text{Peso unitario compactado Agregado Grueso})$$

$$\text{Volumen de material (m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso obtenido}}{\text{Peso específico del material}}$$

$$\text{Volumen de aire (m}^3\text{)} = \frac{\text{Porcentaje de aire}}{100}$$

Se obtuvo el volumen absoluto del agregado fino restando 1 m^3 menos la sumatoria de los volúmenes del agua, aire, cemento y agregado grueso.

Luego se obtuvo el volumen absoluto del agregado fino se multiplicó por su peso específico y de esta manera se obtuvo el peso del fino en kilogramos (kg).

Se realizó la corrección por humedad de agregado grueso y fino utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Corrección (kg)} = \text{peso del material} \times \left(\frac{\% \text{ humedad}}{100} + 1 \right)$$

Finalmente se calculó el aporte de agua de los agregados mediante la siguiente fórmula.

$$\text{Aporte del agregado (lt)} = \frac{(\% \text{ humedad} - \% \text{ absorción}) \times \text{peso seco}}{100}$$

Detallado de tandas.

Donde las tandas para el adoquín de concreto patrón se dan según la tabla 11:

Tabla 11

Cantidad de materiales por 0.03 m³ de concreto y proporciones para mezcla patrón.

Descripción	Unidad	Cantidad	Proporción en volumen de obra
Cemento	kg	15.1	1.00
Agua	Litro	8.51	24.00 Litro/bolsa
Agregado grueso	kg	28.55	1.89
Agregado fino	kg	27.97	1.90

Fuente: Resultados laboratorio

Donde las tandas para el adoquín de concreto patrón se dan según la tabla 9:

Tabla 12

Cantidad de materiales por 0.03 m³ de concreto y proporciones para 2.5% MA.

Descripción	Unidad	Cantidad	Proporción en volumen de obra
Cemento	kg	15.1	1.00
Agua	Litro	8.51	34.00 Litro/bolsa
Agregado grueso	kg	28.55	1.89
Agregado fino	kg	27.97	1.90

Polvillo de acero reciclado	kg	0.38
casará de arroz	kg	0.38

Fuente: Resultados laboratorio

Donde las tandas para el adoquín de concreto patrón se dan según la tabla 13:

Tabla 13

Cantidad de materiales por 0.03 m³ de concreto y proporciones para 5% MA.

Descripción	Unidad	Cantidad	Proporción en volumen de obra
Cemento	kg	15.1	1.00
Agua	Litro	8.51	24.00 Litro/bolsa
Agregado grueso	kg	28.55	1.89
Agregado fino	kg	27.97	1.90
Polvillo de acero reciclado	kg	0.75	
casará de arroz	kg	0.75	

Fuente: Resultados laboratorio


	FORMATO	Código	AE-FO-93																																																															
	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO MÉTODO DEL ACI 211	Versión	01																																																															
		Fecha	02-10-2020																																																															
		Página	1 de 1																																																															
PROYECTO : INFLUENCIA DEL POLVILLO DE ACERO Y DE CASCARA DE ARROZ RECICLADOS EN LA RESISTENCIA A COMPRESION POR UNIDAD Y PILA PARA ADOQUINES DE CONCRETO LIMA -2020. SOLICITANTE : IVAN MICHEL RISCO DIAZ UBICACIÓN : INSTALACIONES DEL LABORATORIO MATESTLAB SAC	REGISTRO N°: MTL20-TS-31 REALIZADO POR : J. Escobedo REVISADO POR : H. Flores FECHA DE VACIADO : 02/10/2020 TURNO : Diurno																																																																	
Agregado : Ag. Grueso / Ag. Fino Procedencia : AGREGAGOS DE FERRETERIA Cemento : Cemento SOL Tipo 1	F'c de diseño: 280 kg/cm2 Asentamiento: 1" - 2" Código de mezcla: PATRON																																																																	
1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA F'cr = 364 2. RELACIÓN AGUA CEMENTO R a/c = 0.48 3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA Agua = 207 L 4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO Aire = 3.0%	5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO Cemento = 431 kg 6. FACTOR CEMENTO Bolsas x m3 = 10.1 Bolsas																																																																	
7. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th>INSUMO</th> <th>PESO ESPECÍFICO</th> <th>VOLUMEN ABSOLUTO</th> <th colspan="4"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cemento SOL Tipo 1</td> <td>3150 kg/m3</td> <td>0.1369 m3</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>1000 kg/m3</td> <td>0.2070 m3</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Aire</td> <td>---</td> <td>0.0300 m3</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td colspan="3"></td> <td>HUMEDAD</td> <td>ABSORCIÓN</td> <td>MÓD. FINEZA</td> <td>P.U. SUELTO</td> </tr> <tr> <td>Agregado grueso</td> <td>2550 kg/m3</td> <td>---</td> <td>0.10%</td> <td>2.50%</td> <td>5.90</td> <td>1841</td> </tr> <tr> <td>Agregado fino</td> <td>2571 kg/m3</td> <td>---</td> <td>1.40%</td> <td>3.50%</td> <td>3.21</td> <td>1638</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: right;">Volumen de pasta</td> <td>0.3739 m3</td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: right;">Volumen de agregados</td> <td>0.6261 m3</td> <td colspan="4"></td> </tr> </tbody> </table>				INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO					Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m3	0.1369 m3					Agua	1000 kg/m3	0.2070 m3					Aire	---	0.0300 m3								HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	Agregado grueso	2550 kg/m3	---	0.10%	2.50%	5.90	1841	Agregado fino	2571 kg/m3	---	1.40%	3.50%	3.21	1638	Volumen de pasta		0.3739 m3					Volumen de agregados		0.6261 m3				
INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO																																																																
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m3	0.1369 m3																																																																
Agua	1000 kg/m3	0.2070 m3																																																																
Aire	---	0.0300 m3																																																																
			HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO																																																												
Agregado grueso	2550 kg/m3	---	0.10%	2.50%	5.90	1841																																																												
Agregado fino	2571 kg/m3	---	1.40%	3.50%	3.21	1638																																																												
Volumen de pasta		0.3739 m3																																																																
Volumen de agregados		0.6261 m3																																																																
8. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS Agregado grueso ≈ 0.3195 m3 ≈ 815 kg Agregado fino ≈ 0.3066 m3 ≈ 788 kg 9. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD Agregado grueso 816 kg Agregado fino 799 kg 10. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD Agua 243 L	11. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.035 m3 Cemento SOL Tipo 1 15.09 kg Agua 8.51 L Agregado grueso 28.55 kg Agregado fino 27.97 kg Slump Obtenido 2"																																																																	
12. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA CEM A.F. A.G. AGUA 1 : 1.9 : 1.89 : 24.0 L / bolsa																																																																		
OBSERVACIONES: * Muestras provistas e identificadas por el solicitante * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB SAC																																																																		
MATESTLAB SAC																																																																		
Nombre y firma: TECNICO LEM	D: M: A:	Nombre y firma: JEFE LEM	D: M: A:																																																															
Nombre y firma: CGC - LEM	D: M: A:																																																																	

Figura 5: Diseño de mezclas de adoquines de concreto convencional (patrón)
 Fuente: Resultados de Laboratorio


 MATESTLAB <small>Laboratorio de Ensayos de Materiales</small>	FORMATO DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO METODO DELACI 211	Código	AE-FO-93																																																																								
		Versión	01																																																																								
		Fecha	02-10-2020																																																																								
		Página	1 de 1																																																																								
PROYECTO : INFLUENCIA DEL POLVILLO DE ACERO Y DE CASCARA DE ARROZ RECICLADOS EN LA RESISTENCIA A COMPRESION POR UNIDAD Y PILA PARA ADOQUINES DE CONCRETO LIMA -2020. SOLICITANTE : IVAN MICHEL RISCO DIAZ UBICACIÓN : INSTALACIONES DEL LABORATORIO MATESTLAB SAC	REGISTRO N°: MTL20-TS-31		REALIZADO POR : J. Escobedo REVISADO POR : H. Flores FECHA DE VACIADO : 02/10/2020 TURNO : Diurno																																																																								
Agregado : Ag. Grueso / Ag. Fino Procedencia : AGREGAGOS DE FERRETERIA Cemento : Cemento SOL Tipo 1	F[´]c de diseño: 280 kg/cm ² Asentamiento: 1" - 2" Código de mezcla: 2,5 C. - 2,5 P.																																																																										
1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA F [´] cr = 364 2. RELACIÓN AGUA CEMENTO R a/c = 0.48 3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA Agua = 207 L 4. CANTIDAD DE AIRE A TRAPADO Aire = 3.0%	5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO Cemento = 431 kg 6. FACTOR CEMENTO Bolsas x m ³ = 10.1 Bolsas 7. CÁLCULO DE POLVILLO DE ACERO RECICLADO 10.78 kg x m ³ ≈ 2.5% / Cto 8. CÁLCULO DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ 10.78 kg x m ³ ≈ 2.5% / Cto																																																																										
7. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">INSUMO</th> <th style="width: 20%;">PESO ESPECÍFICO</th> <th style="width: 20%;">VOLUMEN ABSOLUTO</th> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 10%;">HUMEDAD</th> <th style="width: 10%;">ABSORCIÓN</th> <th style="width: 10%;">MÓD. FINEZA</th> <th style="width: 10%;">P.U. SUELTO</th> <th style="width: 10%;">TM</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cemento SOL Tipo 1</td> <td>3150 kg/m³</td> <td>0.1369 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>1000 kg/m³</td> <td>0.2070 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Aire</td> <td>---</td> <td>0.0300 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3">Volumen de pasta</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3">Volumen de agregados</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Agregado grueso</td> <td>2550 kg/m³</td> <td>---</td> <td></td> <td>0.10%</td> <td>2.50%</td> <td>5.90</td> <td>1841</td> <td>3/8 "</td> </tr> <tr> <td>Agregado fino</td> <td>2571 kg/m³</td> <td>---</td> <td></td> <td>1.40%</td> <td>3.50%</td> <td>3.21</td> <td>1638</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO		HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	TM	Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m ³	0.1369 m ³							Agua	1000 kg/m ³	0.2070 m ³							Aire	---	0.0300 m ³							Volumen de pasta									Volumen de agregados									Agregado grueso	2550 kg/m ³	---		0.10%	2.50%	5.90	1841	3/8 "	Agregado fino	2571 kg/m ³	---		1.40%	3.50%	3.21	1638	
INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO		HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	TM																																																																			
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m ³	0.1369 m ³																																																																									
Agua	1000 kg/m ³	0.2070 m ³																																																																									
Aire	---	0.0300 m ³																																																																									
Volumen de pasta																																																																											
Volumen de agregados																																																																											
Agregado grueso	2550 kg/m ³	---		0.10%	2.50%	5.90	1841	3/8 "																																																																			
Agregado fino	2571 kg/m ³	---		1.40%	3.50%	3.21	1638																																																																				
6. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS Agregado grueso ≈ 0.3195 m ³ ≈ 815 kg Agregado fino ≈ 0.3066 m ³ ≈ 788 kg 9. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD Agregado grueso 816 kg Agregado fino 799 kg 10. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD Agua 243 L	11. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.035 m ³ Cemento SOL Tipo 1 15.09 kg Agua 8.51 L Agregado grueso 28.55 kg Agregado fino 27.97 kg Slump Obtenido 2" Polvillo de acero reciclado 0.38 kg Ceniza de cascarra de arroz 0.38 kg																																																																										
	12. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA CEM A.F. A.G. AGUA 1 : 1.9 : 1.89 : 24.0 L/bolsa																																																																										
OBSERVACIONES: * Muestras provistas e identificadas por el solicitante * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB SAC																																																																											
MATESTLAB SAC																																																																											
TÉCNICO LEM Nombre y firma:	D: M: A:	JEFE LEM Nombre y firma:	D: M: A:																																																																								
Nombre y firma:	D: M: A:	Nombre y firma:	D: M: A:																																																																								

Figura 6: Diseño de mezclas de adoquines de concreto convencional (+ 2.5% P.A + 2.5% C.A)

Fuente: Resultados de Laboratorio


		FORMATO		Código	AE-FO-93																																																																													
		DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO MÉTODO DEL ACI 211		Versión	01																																																																													
				Fecha	02-10-2020																																																																													
				Página	1 de 1																																																																													
PROYECTO	: INFLUENCIA DEL POLVILLO DE ACERO Y DE CASCARA DE ARROZ RECICLADOS EN LA RESISTENCIA A COMPRESION POR UNIDAD Y PILA PARA ADOQUINES DE CONCRETO LIMA -2020.			REGISTRO N°:	MTL20-TS-31																																																																													
SOLICITANTE	: IVAN MICHEL RISCO DIAZ			REALIZADO POR :	J. Escobedo																																																																													
UBICACIÓN	: INSTALACIONES DEL LABORATORIO MATESTLAB SAC			REVISADO POR :	H. Flores																																																																													
				FECHA DE VACIADO :	02/10/2020																																																																													
				TURNO :	Diurno																																																																													
Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino			F ^o c de diseño:	280 kg/cm ²																																																																													
Procedencia	: AGREGAGOS DE FERRETERIA			Asentamiento:	1" - 2"																																																																													
Cemento	: Cemento SOL Tipo 1			Código de mezcla:	5 C. - 5 P.																																																																													
1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA		5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO																																																																																
F ^o cr = 364		Cemento = 431 kg																																																																																
2. RELACIÓN AGUA CEMENTO		6. FACTOR CEMENTO																																																																																
R a/c = 0.48		Bolsas x m3 = 10.1 Bolsas																																																																																
3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA		7. CÁLCULO DE POLVILLO DE ACERO RECICLADO																																																																																
Agua = 207 L		21.56 kg x m3 ≈ 5.0% / Cto																																																																																
4. CANTIDAD DE AIRE A TRAPADO		8. CÁLCULO DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ																																																																																
Aire = 3.0%		21.56 kg x m3 ≈ 5.0% / Cto																																																																																
7. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS																																																																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>INSUMO</th> <th>PESO ESPECÍFICO</th> <th>VOLUMEN ABSOLUTO</th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cemento SOL Tipo 1</td> <td>3150 kg/m³</td> <td>0.1369 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>1000 kg/m³</td> <td>0.2070 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Aire</td> <td>---</td> <td>0.0300 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Agregado grueso</td> <td>2550 kg/m³</td> <td>---</td> <td>HUMEDAD</td> <td>ABSORCIÓN</td> <td>MÓD. FINEZA</td> <td>P.U. SUELTO</td> </tr> <tr> <td>Agregado fino</td> <td>2571 kg/m³</td> <td>---</td> <td>0.10%</td> <td>2.50%</td> <td>5.90</td> <td>1841</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1.40%</td> <td>3.50%</td> <td>3.21</td> <td>1638</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>TM</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>3/8 "</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Volumen de pasta</td> <td>0.3739 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Volumen de agregados</td> <td>0.6261 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO					Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m ³	0.1369 m ³					Agua	1000 kg/m ³	0.2070 m ³					Aire	---	0.0300 m ³					Agregado grueso	2550 kg/m ³	---	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	Agregado fino	2571 kg/m ³	---	0.10%	2.50%	5.90	1841				1.40%	3.50%	3.21	1638							TM							3/8 "			Volumen de pasta	0.3739 m ³						Volumen de agregados	0.6261 m ³			
INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO																																																																																
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m ³	0.1369 m ³																																																																																
Agua	1000 kg/m ³	0.2070 m ³																																																																																
Aire	---	0.0300 m ³																																																																																
Agregado grueso	2550 kg/m ³	---	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO																																																																												
Agregado fino	2571 kg/m ³	---	0.10%	2.50%	5.90	1841																																																																												
			1.40%	3.50%	3.21	1638																																																																												
						TM																																																																												
						3/8 "																																																																												
		Volumen de pasta	0.3739 m ³																																																																															
		Volumen de agregados	0.6261 m ³																																																																															
8. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS		11. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA		0.035 m ³																																																																														
Agregado grueso ≈ 0.3195 m ³ ≈ 815 kg		Cemento SOL Tipo 1		15.09 kg																																																																														
Agregado fino ≈ 0.3066 m ³ ≈ 788 kg		Agua		8.51 L																																																																														
		Agregado grueso		28.55 kg																																																																														
		Agregado fino		27.97 kg																																																																														
		Slump Obtenido		2"																																																																														
		Polvillo de acero reciclado		0.75 kg																																																																														
		Ceniza de cascarra de arroz		0.75 kg																																																																														
9. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD		12. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA																																																																																
Agregado grueso 816 kg		CEM A.F. A.G. AGUA																																																																																
Agregado fino 799 kg		1 : 1.9 : 1.89 : 24.0 L / bolsa																																																																																
10. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD																																																																																		
Agua 243 L																																																																																		
OBSERVACIONES:																																																																																		
* Muestras provistas e identificadas por el solicitante																																																																																		
* Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB SAC																																																																																		
MATESTLAB SAC																																																																																		
TECNICO LEM		JEFE LEM		COC - LEM																																																																														
Nombre y firma:	D: M: A:	Nombre y firma:	D: M: A:	Nombre y firma:	D: M: A:																																																																													

Figura 7: Diseño de mezclas de adoquines de concreto convencional (+ 5% P.A + 5% C.A)

Fuente: Resultados de Laboratorio

Se procede a pesar el polvillo de acero reciclados, como se

aprecia en la figura contigua:



Figura 8: Pesado del polvillo de acero reciclados
Fuente: Elaboración propia

Con las muestras pesadas y obtenidas del procedimiento se procede a realizar la mezcla homogénea de forma manual este procedimiento se realiza cuatro veces uno por cada molde a ensayar, a fin de que todas las muestras tengan la misma composición en granulometría.



Figura 9: Forma manual de mezcla homogénea, foto 1
Fuente: Elaboración propia



Figura 10: Forma manual de mezcla homogénea, foto 2
Fuente: Elaboración propia

Se realizó la medida en peso de agua para la humedad de cada muestra a ensayar. Las muestras de ensayos son mezcladas con los volúmenes de agua para obtener diversos contenidos de humedad.



Figura 11: Medida en peso de agua para la humedad de cada muestra a ensayar.
Fuente: Elaboración propia

Se obtuvo los materiales en peso (árido fino, árido grueso, cemento y agua) luego se colocó en la probeta por un aproximado de 5 minutos hasta que la mezcla sea homogénea.



Figura 12: Colocación del polvillo en la probeta
Fuente: Elaboración propia

Según lo descrito en las Normas MTC E 205, AASHTO T-84 y T-85, para los agregados gruesos, el ensayo consistió en seleccionar una muestra por medio del cuarteo, se tamiza por la malla N°4, luego sumergirla en agua por un tiempo de 24 horas, sacarlos del agua y pesarlos en condición saturada.



Figura 13: Selección de muestra por medio del cuarteo
Fuente: Elaboración propia

Para determinar el asentamiento del concreto de los adoquines en el laboratorio se usó la norma ASTM C143-78 y la NTP 339.035. Para su procedimiento se coloca una muestra en el molde tronco cónico y se compacta utilizando una varilla, luego se levanta el molde permitiendo que el concreto se asiente

Luego se procede a vaciar en los moldes metálicos, y se uniformiza empleando la maquina vibradora. El llenado de la mezcla se realizó en capas y con el uso de una varilla de madera se fue acomodando la mezcla. El proceso de vibrado se mantiene hasta que en la superficie aparezca agua, lo cual es un indicador que la mezcla ya está lista para desmoldar. El molde metálico, se retira con la ayuda del pie y las manos para levantar verticalmente hacia arriba con facilidad; lo correcto es que una sola persona se coloque sobre la bloquetera con las piernas a ambos extremos con la finalidad de presionar ambos bordes del molde y al mismo tiempo levantar con las manos. En caso contrario la bloquetera tiende a presionar interiormente a la mezcla, deformado así el resultado final del ladrillo. La forma del bloque elaborado va a depender de la mezcla de concreto y de la forma correcta con el que se desmolda.

Después de haber fabricado los adoquines, se les colocó en un lugar libre y se le dejó por un promedio de 24 horas.

Después del fraguado, se procedió a rociar con agua a los adoquines de concreto con una piseta, cuidando el espacio entre cada adoquín, lo cual fue un espacio de 5cm, con la finalidad de que cada uno de ellos se pueda humedecer por todos lados y no afecte el aire

Después de haber cumplido los 5 días de su elaboración los adoquines son llevados a un espacio cerrado para posteriormente realizar los ensayos correspondientes de 07, 14 y 28 días.

Resistencia a la compresión

El ensayo se realizó con unidades secas, a las cuales se les cubrió con yeso-cemento para uniformizar el contacto entre éstas y los cabezales de la máquina de compresión, tal como se muestra en la Figura 12.

La resistencia a compresión unitaria f^b se determinó dividiendo la carga de rotura entre el área bruta (unidades sólidas) o entre el área neta (unidades huecas). Y la resistencia a compresión característica f^b se obtuvo restando una desviación estándar al promedio de los resultados de resistencia unitaria a compresión usando la siguiente fórmula contigua:

Cálculo y resultados del ensayo de resistencia a la compresión.

$$Fb = \frac{F}{A}$$

Donde:

F: Carga máxima o fuerza de rotura en kg.

A: Área neta del bloque en cm².

F[']b: Resistencia neta kg/cm².

O: Desviación estándar.

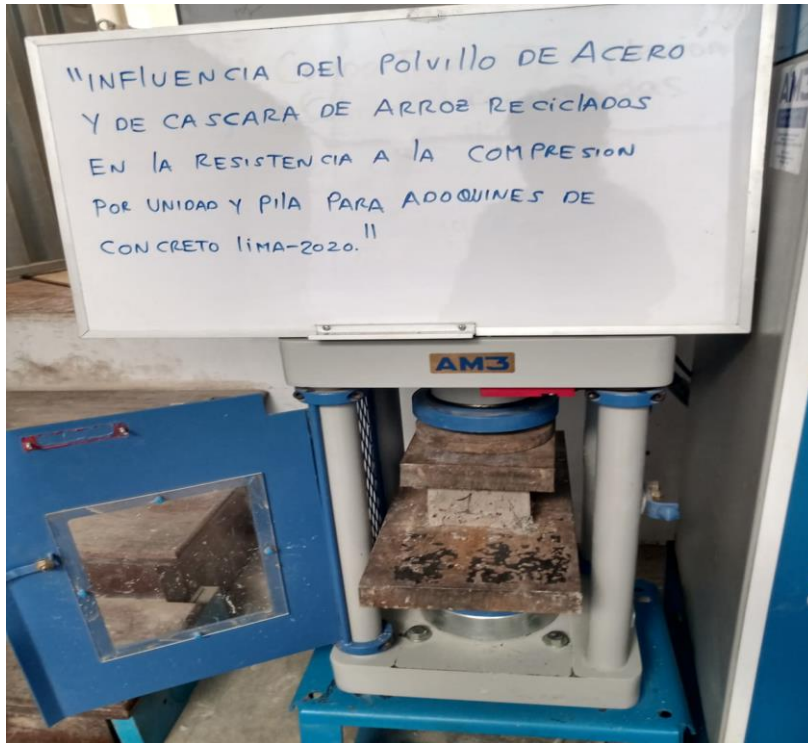


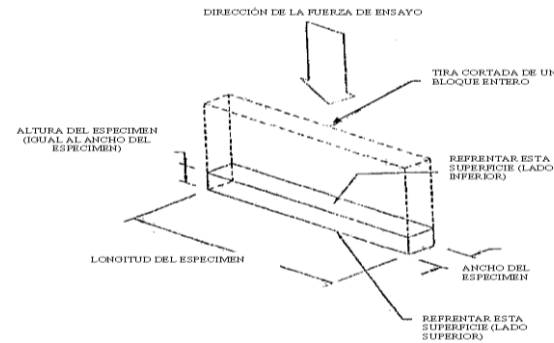
Figura 14.: Ensayo de Compresión del bloque de concreto con agregado reciclado
Fuente: Elaboración propia

Se utilizaron 6 muestras a los 7, 6 muestras a los 14 y 6 muestras a los 28 días.

Tipo de muestra : Unidades de Albañilería
 Presentación : Bloque macizo
 Resistencia de diseño (F'm) : 280 kg/cm²

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
ASTM C140 / NTP 399.604**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	h/t ^A	Factor de Corrección	FUERZA MÁXIMA (kg)	ÁREA BRUTA (cm ²)	ESFUERZO F'b	% F'c
PATRON	02/10/2020	30/10/2020	28	10.00	20.00	8.00	NA	N.A.	59270.0	200.0	296 kg/cm ²	105.8%
PATRON	02/10/2020	30/10/2020	28	10.00	20.00	8.00	NA	N.A.	60078.0	200.0	300 kg/cm ²	107.3%
2,5 P.A - 2,5 C.A	02/10/2020	30/10/2020	28	10.00	20.00	8.00	NA	N.A.	61734.0	200.0	309 kg/cm ²	110.2%
2,5 P.A - 2,5 C.A	02/10/2020	30/10/2020	28	10.00	20.00	8.00	NA	N.A.	62791.0	200.0	314 kg/cm ²	112.1%
5 P.A - 5 C.A	02/10/2020	30/10/2020	28	10.00	20.00	8.00	NA	N.A.	56701.0	200.0	284 kg/cm ²	101.3%
5 P.A - 5 C.A	02/10/2020	30/10/2020	28	10.00	20.00	8.00	NA	N.A.	56912.0	200.0	285 kg/cm ²	101.6%



1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2
0.85	0.88	0.90	0.92	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	1.00	1.01	1.02
1.50						0.95						

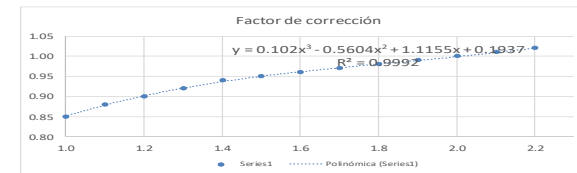


Figura 15: Resultados del ensayo de compresión de los adoquines a los 28 días (Patrón, + 2.5% P.A + 2.5% C.A, + 5% P.A + 5% C.A)

Fuente: Resultados de Laboratorio

2.5.2. Del objetivo específico 2

Evaluar en qué medida influye la adición del polvillo de acero reciclado y de cascara de arroz en la abrasión de adoquines de concreto.

A. Procedimiento

- Determinar la resistencia a la degradación utilizando la Maquina de Los Ángeles.
- Establecer los equipos necesarios para la prueba de abrasión.
- Calcular la pérdida diferencia entre la masa inicial y final de la muestra.

B. Marco teórico

Adoquín

El adoquín es una pieza de concreto macizo con características de prefabricado y con diseño de paredes verticales que en pavimentación forman una formación armoniosa en superficie completa separada por una película de arena entre ellas, cumplen la función de una vereda, una pista, etc. Todo depende de la calidad del adoquín.

Los adoquines son elaborados con concreto conformado por agregado grueso como piedra, agregado fino como arena, agua y cemento, mediante un proceso de vibro compactación producido por una maquina vibro compactadora. Estos adoquines de concreto son altamente perdurables por su diseño y complementación con otros, resistencia estructural alta y durabilidad ante congelamiento.

- En cuanto a su estructura, el adoquín presenta las siguientes partes en su figura: Cara superior (o superficie de desgaste): define la forma del adoquín y es la superficie que tendrá contacto con el ambiente.
- Cara inferior: también define la forma del adoquín, pero la superficie estará en contacto con la arena de la superficie del suelo.

- Caras laterales o paredes: definen el espesor y aunque pueden ser curvas o rectas, siempre deberán ser verticales a la superficie de contacto.
- Aristas o bordes: donde empalman dos caras superior-lateral o inferior-lateral.
- Bisel: un pequeño plano inclinado de aristas o bordes con un máximo de 1 cm, que solo se da en la cara superior, cuyo tallado puede ser o no en la etapa de fabricación del producto y si bien no es indispensable, ayudara a la facilidad de manejo y mejora la apariencia tanto del adoquín como del pavimentado.
- Espesor: puede variar. Por lo general es de dos tipos: espesor de 6 cm para tránsito peatonal y tránsito vehicular liviano; espesor de 8 cm para tránsito medio y pesado y espesor de 10 cm para tránsito muy pesado. Se aconseja usar adoquines de 8 cm en vez de los de 6 cm, pues al pavimentar se tendrá un mejor desempeño y manejo.

La forma de adoquín no influye mucho en el funcionamiento del pavimento; pero, por facilidad para su producción, transporte y colocación, se prefieren adoquines pequeños, que se puedan coger con una sola mano, que no tengan más de 25 cm de longitud, para manejarlos con facilidad y para que no se partan bajo las cargas del tránsito.

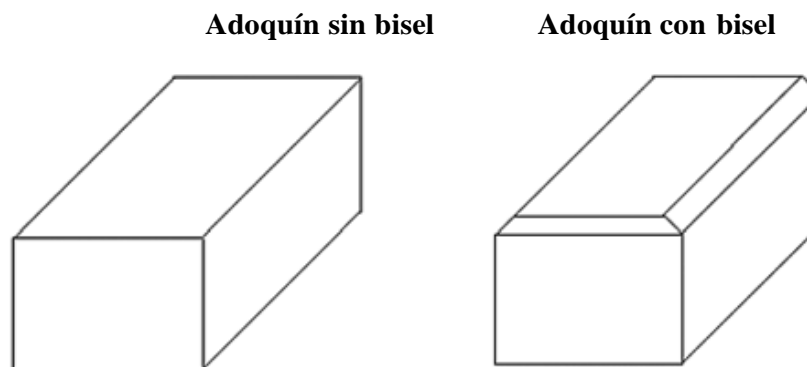


Figura 16: Adoquín con bisel y sin bisel

Fuente: Construdata.com: Software y Revistas para la Construcción

Tipos de adoquines. Se definen tres tipos de adoquines:

- Tipo 1: Son los adoquines rectangulares, los más prácticos y populares en todo el mundo por su facilidad para su fabricación y colocación, y porque permiten elaborar más detalles en el pavimento. Tienen 20 cm de largo por 10 cm de ancho. Los hay con paredes rectas, onduladas o anguladas.
- Tipo 2: Son los adoquines que se pueden coger con una sola mano pero no se pueden colocar en patrón de espina de pescado, como los adoquines en forma de “I”. Estos se colocan en hileras trabadas y se debe tratar de que estas queden atravesadas a la dirección de circulación de los vehículos.
- Tipo 3: Son los adoquines que, por su peso y tamaño, no se pueden coger con una sola mano (pues miden unos 20 cm x 20 cm o más) y solo se pueden colocar en hileras. También se debe tratar que las hileras queden atravesadas a la dirección de circulación de los vehículos. A este tipo pertenecen los adoquines con forma de cruz, trébol, etc. Buzón (2015)

Normativa UNE-EN 1338 SOBRE ADOQUINES DE CONCRETO

La Norma UNE EN 1338 se trata de una normativa que especifica los materiales, las propiedades, los requisitos y métodos de ensayo de los adoquines prefabricados de hormigón no armado. Así como los accesorios complementarios que sean previstos para el uso peatonal. En las áreas de tráfico de vehículos y en las cubiertas como las aceras, los límites de las aceras. También las sendas para bicicletas, los aparcamientos, las carreteras y autopistas, las áreas industriales, los aeropuertos, estaciones de autobuses y las gasolineras.

No obstante, esta norma no trata la visibilidad y el tacto de los adoquines de hormigón ni tampoco de los adoquines permeables, sino que pone de manifiesto los materiales de los mismos y el procedimiento de fabricación para cerciorar que cumplen con la normativa citada. De hecho, esta normativa pone de manifiesto cómo deben ser los mismos desde el mismo proceso de fabricación para garantizar la consistencia y la seguridad Nuteco, (2019).

Ventajas y desventajas de los Pavimentos de adoquines

Los pavimentos de adoquines, al igual que cualquier otro tipo de pavimento, poseen ventajas y desventajas, las cuales determinan en buenas cuentas cuándo es adecuado o no optar por una solución de este tipo. En tal sentido, más que hablar de ventajas y desventajas.

Es preciso discutir cuándo esta solución es adecuada dado el problema que se quiere resolver. Por lo tanto, resulta conveniente que los atributos de los pavimentos de adoquines son:

Diversidad: La gran variedad de formas, colores y texturas con que pueden fabricarse los adoquines y la diversidad de configuraciones posibles de usar, entregan al proyectista elementos que adecuadamente conjugados dan por resultado pavimentos atractivos. Asimismo, utilizando diversos colores y texturas es posible incluir en la superficie dibujos o diseños, señalizaciones o demarcar áreas para usos específicos, con la posibilidad de cambiarlos fácilmente en caso de ser necesario. De este modo, los adoquines proporcionan una gran variedad de posibilidades para el diseño arquitectónico y paisajístico de los espacios públicos.

Calidad: puesto que los adoquines son elementos prefabricados, el control de calidad y su certificación pueden desarrollarse en la fábrica, reduciendo la

heterogeneidad en calidad del material en obra. Por tanto, en terreno el control de calidad de los materiales se concentra en las arenas y material de base, en la terminación superficial del pavimento y en el control de los procesos constructivos de la base, subbase, y terminaciones.

Durabilidad: las características de los adoquines, resistencia a la compresión, absorción, resistencia al congelamiento y resistencia a la abrasión, le otorgan una alta durabilidad ante ambientes agresivos, la cual puede sobrepasar la vida de diseño del pavimento.

Rapidez de puesta en operación: independiente del método constructivo, manual o mecánico, los pavimentos de adoquines pueden utilizarse inmediatamente después de construidos, lo cual les otorga una ventaja importante respecto de otros tipos de pavimentos, especialmente en aquellos lugares en donde no es posible contar con otras tecnologías de pavimentación.

Mantenimiento: puesto que los elementos se pueden reponer fácilmente, cualquier defecto inducido por aspectos funcionales o estructurales puede corregirse logrando restituir en su totalidad la condición superficial, igualando la del pavimento adyacente al área reparada. Por tanto, se logra una razonable homogeneidad del pavimento. Debido a esto, en áreas urbanas facilita notablemente la reparación y/o reposición de infraestructuras de servicios que se encuentren soterradas.

Condición de operación: debido a la regularidad superficial del pavimento producto de las juntas entre adoquines y las juntas de confinamiento, este tipo de solución es adecuada para velocidades de circulación de alrededor de los 50 km/h o menos. Por tanto, no son adecuados para vías con velocidades de operación elevadas.

Por otro lado, son eficientes elementos reductores de velocidad en pasos peatonales, intersecciones y calles locales, contribuyendo de esta manera a la seguridad vial.

Reutilización: los adoquines, en tanto se encuentren sanos (no fracturados o degradados y cumplan con las características de diseño del proyecto), pueden reutilizarse para pavimentar, lo cual es beneficioso en términos ambientales dado que se reduce la cantidad de material de desecho si se desea utilizar otro tipo de pavimento, reponer o mantener áreas pavimentadas con adoquines Echaveguren H. (2013).

Situación de la Industria Adoquinera a Nivel Nacional

En el Perú, los prefabricados están tomando importancia en los últimos años. Esto se puede corroborar en el crecimiento de su uso y del interés por conocer las ventajas que ofrece en el sector construcción. La Norma Técnica E.060 Concreto Armado fija los requisitos y exigencias mínimas para el análisis, diseño, materiales, construcción, control de calidad e inspección de estructuras de concreto simple o armado.

Mediante esta Norma, el Estado peruano verifica el uso de los elementos prefabricados de concreto e indica que el diseño de elementos prefabricados y sus conexiones debe incluir las condiciones de carga y de restricción, desde la fabricación inicial hasta completar la estructura, incluyendo el desencofrado, almacenamiento, transporte y montaje (Norma Técnica E.060, 2009). Esta Norma contribuye a la aceptación de los prefabricados de concreto en el sector construcción del Perú, lo que significa una oportunidad. Por otro lado, desde el 2016 el Perú vive en un entorno político no estable y hasta caótico. Tras el cambio de gobierno, se generó una incertidumbre para la inversión privada, provocando su estancamiento, esta incertidumbre se mantiene tras la renuncia del presidente Kuczynski. Las

consecuencias para el sector construcción de esta situación política es que los proyectos o megaproyectos están paralizados, a la espera de un periodo más confiable para la inversión. Esto constituye una amenaza para el sector construcción y de los prefabricados.

El entorno económico peruano presenta la desaceleración del sector vivienda y construcción. Esto provoca dos efectos, tanto positivo como negativo. El efecto positivo es que los clientes se inclinan por opciones más económicas y rápidas en cuanto a materiales para aumentar su competitividad y eficiencia. El efecto negativo está ligado a una mayor competencia entre los fabricantes de prefabricados. Esto constituye una amenaza y una oportunidad para el sector.

En el Perú los principales proveedores de cemento son Cementos Pacasmayo, Unión Andina de Cementos (UNACEM) y Cementos Yura. Estos tres competidores tienen repartido el mercado peruano y atienden la demanda por zonas de la siguiente manera: Cementos Pacasmayo atiende la región norte del país, UNACEM atiende la región centro y Cementos Yura la región sur. En el norte del Perú, Pacasmayo cuenta con diferentes plantas, como la Planta de Piura donde la producción de productos prefabricados diariamente distintos tipos de adoquines supera los 1,000 m² de adoquines. También, la Planta de Pacasmayo semi automatizada donde produce diariamente los distintos prefabricados que ofrece al mercado noroeste del país, entre los cuales se encuentran los adoquines, bloques, bordillos, bovedillas, entre otros, la producción diaria de adoquines supera los 1,300 m² (Pacasmayo, 2018).

Método de prueba para resistencia a la abrasión en superficies horizontales de concreto ASTM C 779 / C 779M – 00

Este método de prueba cubre los procedimientos para determinar la abrasión relativa y la resistencia del concreto horizontal en superficies. El procedimiento está destinado a utilizarse para determinar las variaciones de la superficie y propiedades del concreto afectados por proporciones de la mezcla, acabado y tratamiento de superficies, simulando las condiciones de abrasión. También puede utilizarse para aceptación de calidad de los productos y superficie expuesta al desgaste.

En las pruebas de desgaste, la profundidad es una muestra de la medida de la abrasión del concreto, las normas más empleadas para estas mediciones son:

Prueba de disco giratorio ASTM C779-82 (esta norma describe tres procedimientos de prueba o uso en el campo), la prueba de disco giratorio consta de tres superficies planas que giran en una trayectoria circular a 0.2Hz, cada plato gira sobre su propio eje a 4.7 Hz, se emplea carburo de silicio como material abrasivo entre los discos y el concreto, las pruebas definidas por esta norma son útiles para determinar la resistencia del concreto por el tráfico de peatones, para tránsito rodante, para ruedas con cadena y para vehículos de tracción. (Standard Test Method for Abrasion Resistance of Horizontal Concrete Surfaces, United States, 1995).

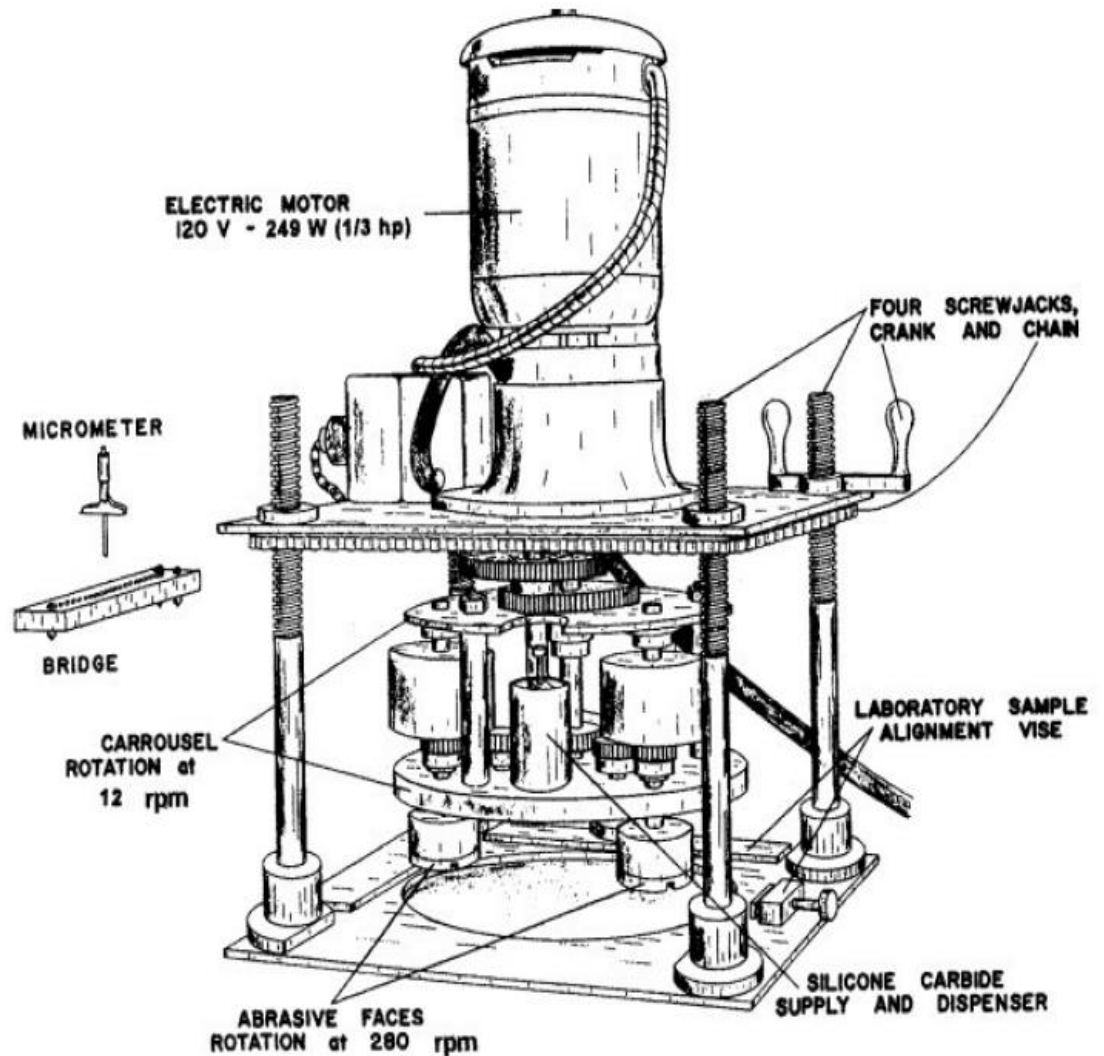


Figura 17: Equipo de prueba de disco giratorio.

Fuente. Standard Test Method for Abrasion Resistance of Horizontal Concrete Surfaces, United States, 1995.

Prueba abrasión con balines de acero ASTM C779-82. Consiste en aplicar una carga sobre una cabeza rodante que se encuentra separada del espécimen por medio de balines de acero, la prueba se lleva a cabo dentro de agua corriente, con el objeto de remover los materiales producto de la erosión. (Standard Test Method for Abrasion Resistance of Horizontal Concrete Surfaces, United States, 1995)

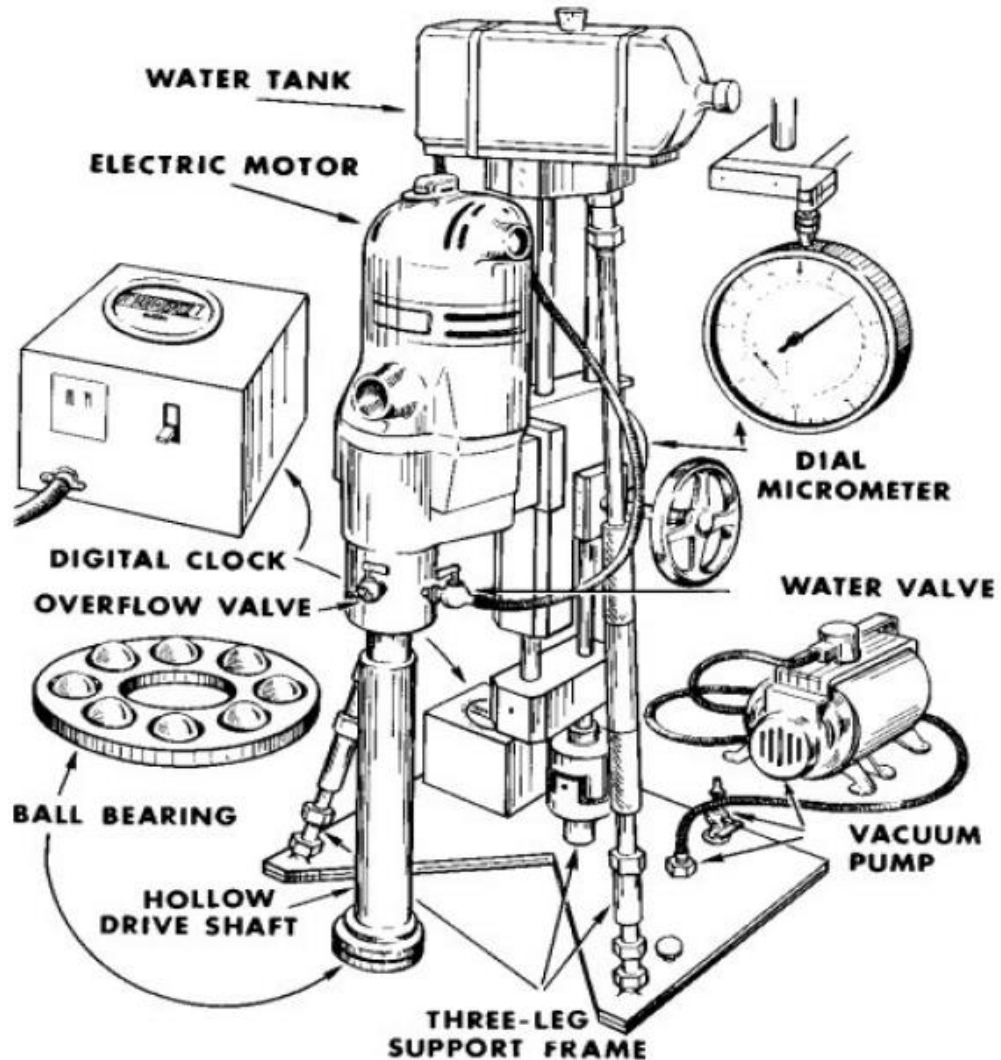


Figura 18: Equipo de prueba con balines de acero.

Fuente. Standard Test Method for Abrasion Resistance of Horizontal Concrete Surfaces, United States, 1995.

Prueba de chorro de aire ASTM C779-82. La tendencia a la erosión por sólidos en el agua que fluye se mide por medio de la prueba de chorro de aire, en esta prueba 200 piezas de acero roto de 850 @m de tamaño (número 20 ASTM), se lanzan bajo presión de aire de 0.62MPa (90 Ib/in²) desde una boquilla de 6.3mm (1/4 in), contra una muestra de concreto a una distancia de 102mm (4 in). (Standard Test Method for Abrasion Resistance of Horizontal Concrete Surfaces, United States, 1995)

Espécimen de ensayo: los especímenes de ensayo consisten en piezas de concreto de cualquier forma o tamaño que pueda acomodarse en el aparato de abrasión y la balanza.

La superficie debe ser formada o acabada y debe colocarse en el plano de contacto con la cortadora. (Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales, Universidad de Costa Rica)

Resumen del procedimiento: se toma la masa inicial del espécimen, se coloca en la máquina de corte, se pone en contacto con la cabeza de corte y se mantiene de esa forma durante 2 minutos. Al final se determina de nuevo la masa para obtener el porcentaje de pérdida por abrasión. (Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales, Universidad de Costa Rica)

Requerimientos para solicitudes: los especímenes que se deben aportar pueden tener cualquier forma o tamaño, excepto que el espesor no puede ser mayor que 100mm y una superficie debe estar preparada para la abrasión. Se deben aportar 3 especímenes como mínimo. (Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales, Universidad de Costa Rica)

Daños de la superficie desgastada: progresivamente ocurre una pérdida de masa en la superficie del concreto debido a la abrasión, erosión o cavitación. El término abrasión se refiere a la fricción en seco que ocasiona el desgaste en pavimentos o pisos industriales al tráfico vehicular. El término erosión es normalmente usado para describir el desgaste abrasivo ocasionado por la acción de fluidos que contienen partículas en suspensión, tal como ocurre en los revestimientos de canales y en otros tipos de estructuras hidráulicas. (Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales, Universidad de Costa Rica)

Método de ensayo mediante material abrasivo y disco metálico ancho

COGUANOR NTG 41087

Generalidades

El ensayo consiste en someter un espécimen (antes de su incorporación en un piso o pavimento, o extraído de un piso o pavimento ya construido), a desgaste por medio de la abrasión ejercida, bajo condiciones controladas, por un flujo de material abrasivo que pasa tangencialmente por entre dicha superficie y la cara lateral de un disco metálico, que ejerce presión contra ella. (Norma COGUANOR NTG 41087, 2012).

Esto genera una huella, con la forma de la superficie curva del disco metálico, cuya longitud resultante es inversamente proporcional a la resistencia al desgaste por abrasión, que posee el espécimen. (Norma COGUANOR NTG 41087, 2012)

Equipo de desgaste de disco ancho metálico

- **Disco de abrasión**

El disco de abrasión debe ser de acero A36 (que cumpla con la norma ASTM A36), y con una dureza Brinell de 203 y 245 HB.

Su diámetro debe ser $200 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$, y su anchura debe ser $70 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$. El disco debe girar a una velocidad de 75 revoluciones en $60 \text{ s} \pm 3 \text{ s}$, tanto en estado libre como durante la ejecución del ensayo, por lo cual el sistema de manejo del disco debe tener la potencia adecuada. (Norma COGUANOR NTG 41087, 2012)

- **Carro porta probetas móvil**

El carro porta probetas móvil debe ser rígido y debe ir montado sobre un sistema de rieles y rodamientos, que garantice su libre desplazamiento, bajo la acción de un contrapeso, en dirección perpendicular al eje de rotación del disco

de abrasión. Debe poseer un sistema para la sujeción del espécimen, que permita sujetarlo, nivelarlo y alinearlo, con el fin de que la superficie a ser ensayada sea lo más paralela posible al plano tangente del disco de abrasión en el punto de contacto entre dicha superficie y el disco metálico. (Norma COGUANOR NTG 41087, 2012)

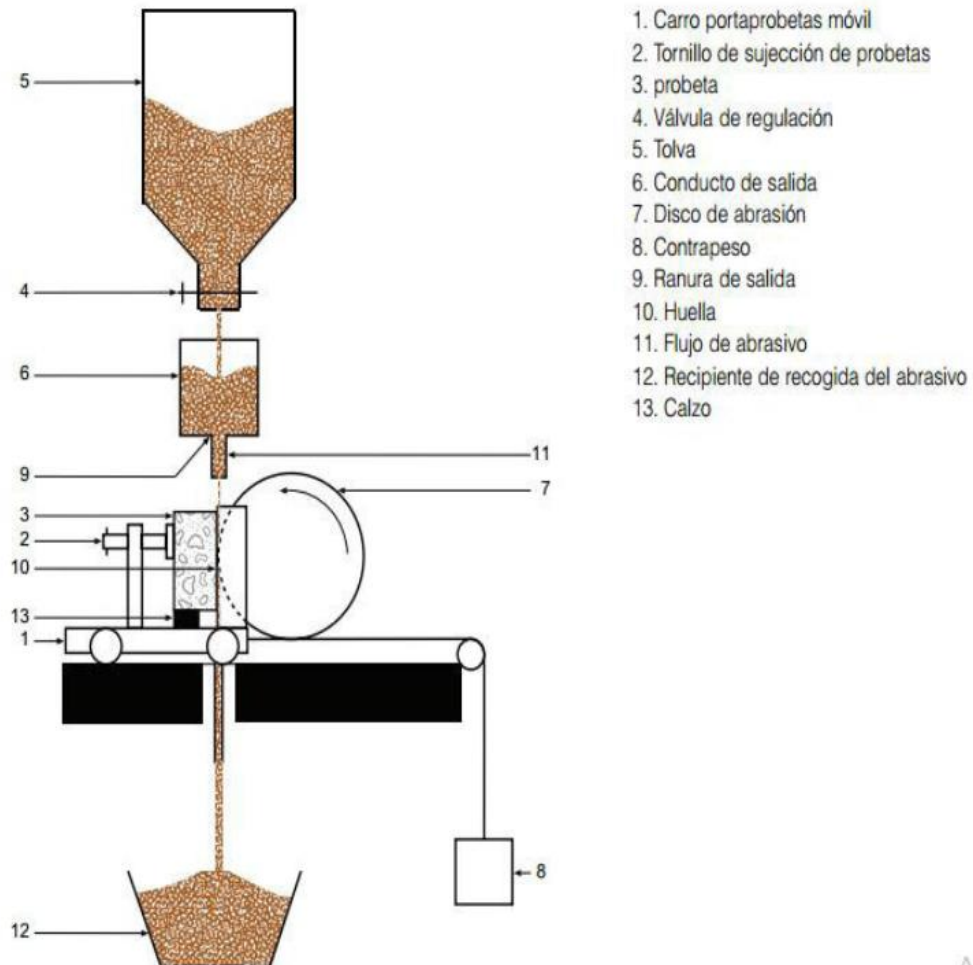


Figura 19: Partes fundamentales de la máquina para la prueba de desgaste de los Adoquines. Fuente. Norma COGUANOR NTG 41087, 2012.

▪ **Tolva y conducto de salida**

Se debe tener una tolva (superior) para el almacenamiento del material abrasivo, la cual debe alimentar otra tolva de menor tamaño (inferior) para el control y distribución del flujo. La superior, que por lo general tiene forma cilíndrica, cerrada

en la parte inferior, debe tener, al menos, una válvula, que regule el flujo que alimenta la tolva inferior.

La tolva (inferior) o conducto de salida, debe tener forma de cuña. Debe tener una boquilla de salida con una ranura cuyas dimensiones interiores deben ser: longitud $45 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$, ancho $4 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$, y altura $25 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$. El ancho total de la tolva de control y distribución del flujo, en la dirección paralela al eje del disco de abrasión, debe ser al menos de 65 mm. (Norma COGUANOR NTG 41087, 2012)

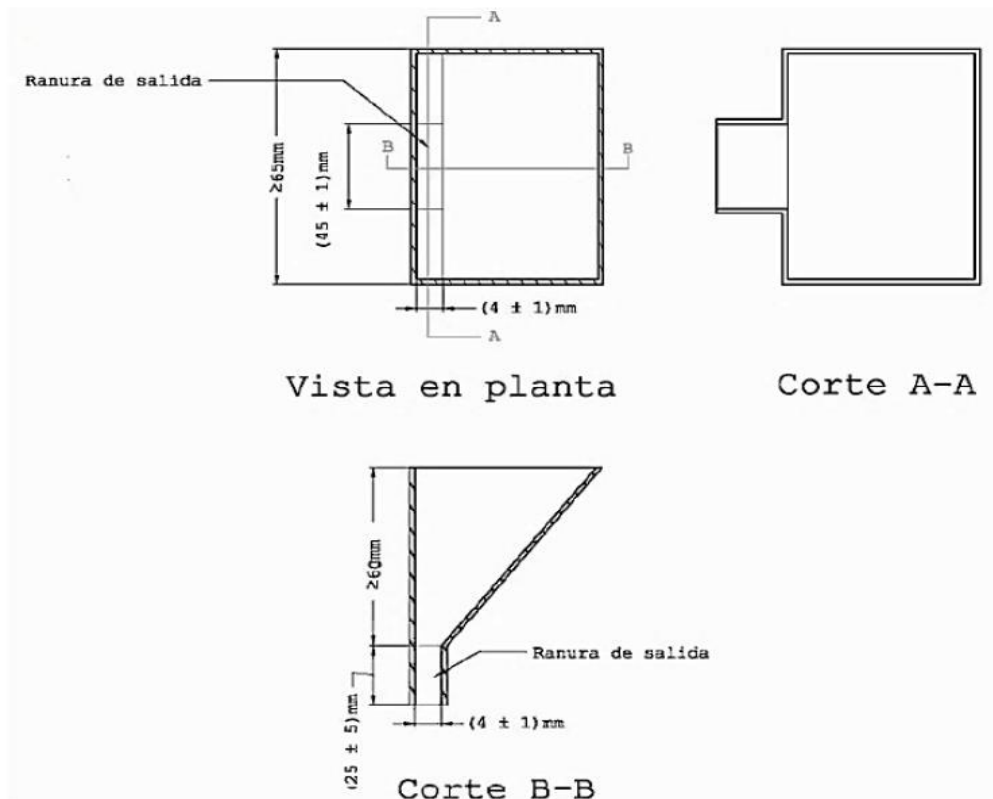


Figura 20: Vistas en planta y lateral de la tolva y conducto de salida del material abrasivo.
Fuente. Norma COGUANOR NTG 41087, 2012.

Herramientas adicionales.

Las herramientas adicionales que se deben usar para el ensayo son: una lupa, una fuente de luz, una regla metálica y un vernier con divisiones como mínimo cada 0.1mm. (Norma COGUANOR NTG 41087, 2012)

Preparación del espécimen

El espécimen de ensayo debe ser una unidad completa, o un trozo de unidad.

Pueden ser nuevos o extraídos de un piso o pavimento existente, y producto de uno o varios cortes, siempre y cuando incorporen la parte superior del material (cara de desgaste), con una dimensión mínima de 100mm x 70mm. (Norma COGUANOR NTG 41087, 2012)

La cara superior del espécimen (cara de desgaste), que es la que se ensaya al desgaste, debe ser plana, con una tolerancia de ± 1 mm, en dos direcciones perpendiculares, medida sobre, al menos, 70mm. La tolerancia de planicidad se debe determinar mediante una regla recta y laminillas calibradas (galgas) de acero de 1mm. (Norma COGUANOR NTG 41087, 2012).

Si la cara superior presenta una textura rugosa o está por fuera de las tolerancias descritas anteriormente, se debe pulir, hasta alcanzar la tolerancia requerida. (Norma COGUANOR NTG 41087, 2012)

El espécimen de ensayo debe de estar limpio y seco. Su superficie se debe limpiar con una brocha, justo antes del ensayo. (Norma COGUANOR NTG 41087, 2012).

El espécimen se debe fijar firmemente al carro porta probetas móvil, y se debe verificar su alineación y la libertad de desplazamiento del carro. (Norma COGUANOR NTG 41087, 2012)

Procedimiento de ensayo

La tolva de almacenamiento se debe llenar con el material abrasivo, en estado seco, y se debe colocar un recipiente vacío, bajo el disco metálico, para recoger el material abrasivo que fue usado para el ensayo. (Norma COGUANOR NTG 41087, 2012)

Se debe retirar el porta espécimen para colocar y fijar el espécimen en el carro, separándolo del disco de abrasión, de tal manera que se produzca la huella con una distancia mínima de cualquier borde de 15mm. (Norma COGUANOR NTG 41087, 2012)

Se debe colocar el espécimen en contacto con el disco metálico, abrir la válvula de control y distribución de flujo y, simultáneamente, se debe encender el motor, de tal manera que el disco metálico complete 75 revoluciones en 60 ± 3 s. Luego de las 75 revoluciones del disco, se debe suspender el flujo del material abrasivo y se debe detener el disco. (Norma COGUANOR NTG 41087, 2012)

Medición de la huella de desgaste

Se debe colocar el espécimen debajo de una lupa grande de al menos 2 aumentos, preferiblemente equipada con una luz, que facilite la medición de la huella del desgaste. Se deben trazar las líneas E1 y E2 con un lápiz con mina de diámetro de 0.5mm y una dureza 6H o 7H en los extremos de la huella. Se debe trazar la línea paralela AB en el punto medio de la distancia entre E1 y E2. Para determinar la longitud de la huella del desgaste, se deben colocar las puntas del calibrador en los puntos A y B (que son los extremos internos de la huella), y se debe registrar la medición con una aproximación de 0.1mm. (Norma COGUANOR NTG 41087, 2012).

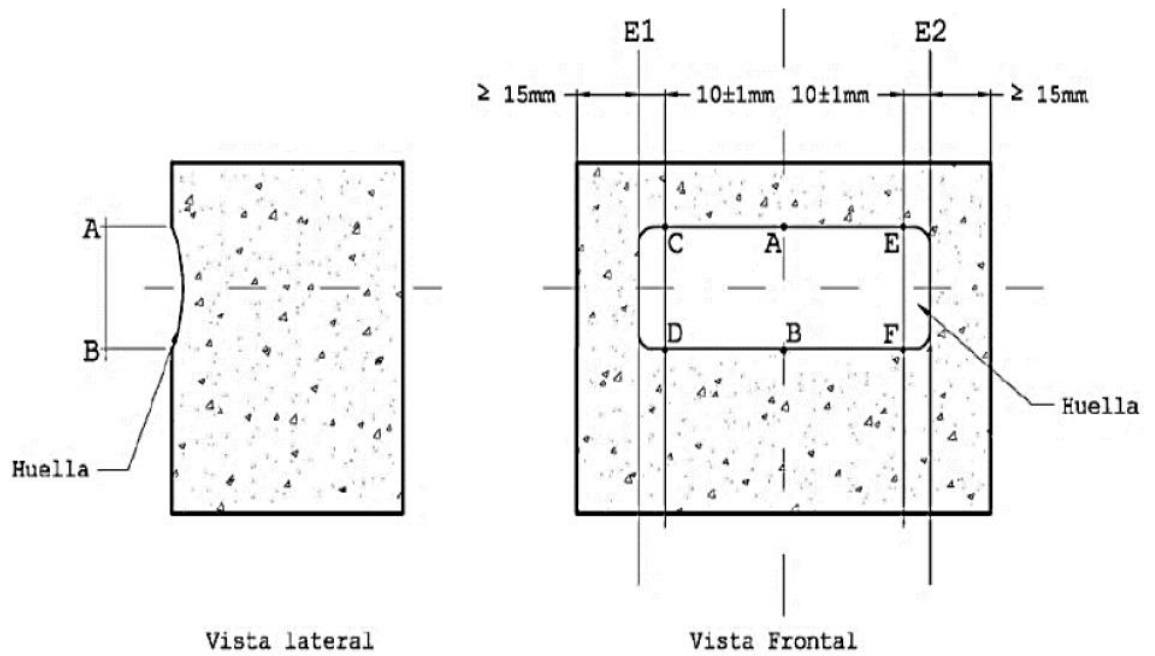


Figura 21: Lectura de huella formada después del ensayo.
 Fuente. Norma COGUANOR NTG 41087, 2012.

Resultados del ensayo de abrasión con disco metálico ancho

El resultado, que se debe presentar con una aproximación de 0.5mm, debe ser la suma de la huella medida AB y la diferencia (positiva o negativa) entre 20.0mm y el valor de calibración (V_c). (Norma COGUANOR NTG 41087, 2012).

$$lh = AB + (20.0 - V_c)$$

Donde:

lh = Longitud de la huella resultante (mm)

V_c = Valor de calibración (mm)

AB = Longitud de la huella medida (mm)



Figura 22: Ensayo de desgaste según NTG 41087.
Fuente. Norma COGUANOR NTG 41087, 2012.

El presente Modo Operativo es una medida de la degradación de agregados minerales de gradaciones normalizadas resultantes de una combinación de acciones, las cuales incluyen abrasión o desgaste, impacto y trituración, en un tambor de acero en rotación que contiene un número especificado de esferas de acero, dependiendo de la gradación de la muestra de ensayo. Al rotar el tambor, la muestra y las bolas de acero son recogidas por una pestaña de acero transportándolas hasta que son arrojadas al lado opuesto del tambor, creando un efecto de trituración por impacto. Este ciclo es repetido mientras el tambor gira con su contenido. Luego de un número de revoluciones establecido, el agregado es retirado del tambor y tamizado para medir su degradación como porcentaje de pérdida.

Los valores están establecidos en unidades del Sistema Internacional y serán considerados como estándar.

Referencias Normativas

NTP 400.019: Agregados. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por Abrasión e Impacto en la Máquina de Los Ángeles.

Equipos a utilizar

Máquina de Los Ángeles: La Máquina de Los Ángeles tendrá las características esenciales que se muestran en la Figura 14. La máquina consistirá en un cilindro hueco de acero, cerrado en ambos extremos, de dimensiones mostradas en la Figura 14, con un diámetro interior de $711 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$ (28 pulg $\pm 0,2$ pulg) y una longitud interior de $508 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$ (20 pulg $\pm 0,2$ pulg). El cilindro será montado sobre ejes salientes de sus costados, no pasantes, de tal manera que pueda rotar con el eje en posición horizontal, con una tolerancia en la inclinación de 1 en 100.

El cilindro debe tener una abertura para la introducción de la muestra de ensayo.

Tiene una cubierta hermética al polvo y provista de medios para atornillarla en su lugar. El cobertor también será diseñado para mantener el contorno cilíndrico de la superficie interior. Una pestaña removible de acero, que abarque toda la longitud del cilindro y se proyecte radialmente hacia adentro $89 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$ ($3,5 \text{ pulg} \pm 0,1 \text{ pulg}$), será montada en el interior de la superficie cilíndrica del cilindro, de tal manera que un plano centrado en la cara mayor coincida con un plano axial. La pestaña deberá ser de 25,4 mm de espesor y montada por tornillos u otros medios de tal modo que quede firme y rígida. La localización de la pestaña se hará de tal manera que la muestra y las esferas de acero no impacten en las cercanías de la abertura y su cubierta; y, la distancia desde la pestaña hasta la abertura, medida a lo largo de la circunferencia del exterior del cilindro en la dirección de rotación, no será menor de 1 270 mm (50 pulg). Inspeccionar periódicamente la pestaña para determinar que no está inclinada a lo largo o desde su posición normal radial con respecto al cilindro. Si se encuentra una de estas condiciones, repare o reemplace la pestaña antes de realizar futuros ensayos.

Es preferible el uso de una pestaña de acero resistente al desgaste de sección rectangular y montada independientemente de la cubierta. No obstante se puede utilizar una pestaña que consiste en una sección de perfil angular laminado, apropiadamente montada en el interior del plato cobertor, provisto que la dirección de rotación es tal que la carga sea recogida sobre la cara exterior del ángulo.

La máquina deberá ser impulsada y equilibrada como para mantener una velocidad periférica uniforme (Nota 3). Si se utiliza un ángulo como pestaña, la dirección de rotación deberá ser tal que la carga sea recogida sobre la cara exterior del ángulo.

Una pérdida de carrera en el mecanismo de impulsión puede arrojar resultados que no sean reproducidos por otra Máquina de Los Ángeles con velocidad periférica constante.

Tamices: Conforme con la NTP 350.001.

Balanza: Una balanza o báscula con exactitud al 0,1 % de la carga de ensayo sobre el rango requerido para este ensayo.

Carga: La carga consistirá en esferas de acero de aproximadamente 46,8 mm (1 27/32 pulg) de diámetro y cada una tendrá una masa entre 390 g y 445 g. La carga, dependiendo de la gradación de la muestra de ensayo, será como sigue:

Podrá utilizarse cojinetes de bola de 46,00 mm (1 13/16 pulg) y 47,6 mm (1 7/8 pulg) de diámetro, cada una con una masa de aproximadamente de 400 g y 440 g, respectivamente. Podrán utilizarse también esferas de acero de 46,8 mm (1 27/32 pulg) de diámetro con una masa de aproximadamente 420 g. La carga podrá consistir en una mezcla de estas medidas conforme a las tolerancias de masa indicadas anteriormente

Muestra

Lavar y secar al horno la muestra reducida a peso constante, a 110 ± 5 °C, separar cada fracción individual y recombinar a la gradación de la Tabla anterior, lo más cercano correspondiendo al rango de medidas de la muestra conforme para el trabajo. Registrar la masa de la muestra previamente al ensayo con aproximación a 1 g.

Se obtendrá una muestra de campo de acuerdo con MTC E 201 y se reducirá a un tamaño adecuado de acuerdo con la ASTM C 702.

Procedimiento

Colocar la muestra de ensayo y la carga en la máquina de Los Ángeles y rotarla a una velocidad entre 30 rpm a 33rpm, por 500 revoluciones. Luego del número

prescrito de revoluciones, descargar el material de la máquina y realizar una separación preliminar de la muestra, sobre el tamiz normalizado de 1,70 mm (N° 12). Tamizar la porción más fina que 1,70 mm conforme al Modo Operativo MTC E 204. Lavar el material más grueso que la malla de 1,70 mm y secar al horno a 110 ± 5 °C, hasta peso constante y determinar la masa con una aproximación a 1 g.

Si la muestra está esencialmente libre de revestimiento y polvo el requerimiento de lavado puede ser obviado, pero siempre se requiere secar antes del ensayo. Por lo tanto, en el caso del ensayo de arbitraje se efectuará el lavado.

La eliminación del lavado después del ensayo raramente reducirá las pérdidas de medida en más de 0,2 % de la masa original de la muestra.

Información válida sobre la uniformidad de la muestra de ensayo podrá obtenerse por la determinación de la pérdida luego de 100 revoluciones. Esta pérdida podría ser determinada sin lavado del material más grueso que el tamiz normalizado de 1,70 mm (N° 12). La relación de la pérdida después de 100 revoluciones frente a la pérdida luego de 500 revoluciones no excedería mayormente 0,20 para material de dureza uniforme. Cuando se realiza esta determinación, tener cuidado de evitar pérdida de alguna parte de la muestra, retornar la muestra entera incluyendo el polvo de la fractura, a la máquina de ensayo para las 400 revoluciones finales requeridas para completar el ensayo.

Cálculos e Informe

Cálculos

Calcular la pérdida (diferencia entre la masa inicial y final de la muestra) como un porcentaje de la masa original de la muestra de ensayo. Informar este valor como el porcentaje de pérdida.

El porcentaje de pérdida determinado por éste método no tiene una relación consistente conocida con el porcentaje de pérdida del mismo material cuando se determina por el Modo Operativo MTC E 207.

Informe

Proporcionar la siguiente información:

- Identificación de la muestra como fuente, tipo y tamaño nominal máximo.
- Gradación de acuerdo con la Tabla 1, utilizada para el ensayo; y
- Pérdida por abrasión e impacto de la muestra, expresada con aproximación al 1 % por masa.

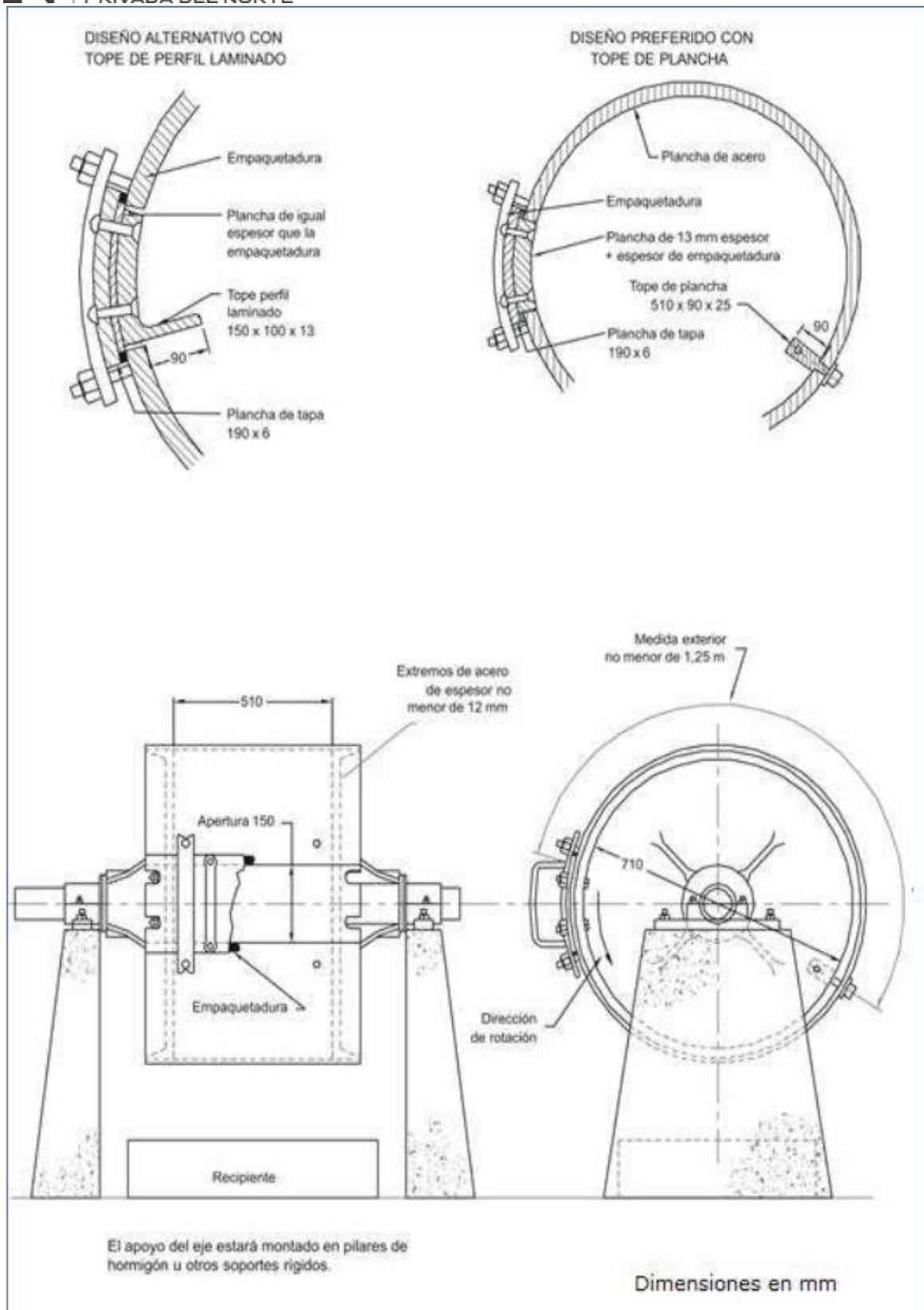


Figura 23: Máquina de ensayo de abrasión Los Ángeles
 Fuente: MTC E 207

C131/C131M-14

PROYECTO	: INFLUENCIA DEL POLVILLO DE ACERO Y DE CASCARA DE ARROZ RECICLADOS EN LA RESISTENCIA A COMPRESION POR UNIDAD Y PILA PARA ADOQUINES DE CONCRETO LIMA -2020.	REGISTRO N°:	MTL20-TS-31
SOLICITANTE	: IVAN MICHEL RISCO DIAZ	REALIZADO POR :	J. Escobedo
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR :	H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE ENSAYO :	09/02/2022
FECHA DE EMISIÓN	: 09/02/2022	TURNO :	Diurno

Tipo de muestra	: Unidades de Albañilería / 7 días de curado
Presentación	: Bloque macizo
F c de diseño	: 280 kg/cm2

DATOS DE DISEÑO PATRON

PI	P500	ABRASION
9450.2	6949.6	26

DETALLE	RESULTADO
Abrasión	26%

DATOS DE DISEÑO 2,5 P.A - 2,5 C.A

PI	P500	ABRASION
9548.1	7254.1	24

DETALLE	RESULTADO
Abrasión	24%

DATOS DE DISEÑO 5 P.A - 5 C.A

PI	P500	ABRASION
9688.1	7636.7	21

DETALLE	RESULTADO
Abrasión	21%

Figura 24: Resultados de ensayo de abrasión Los Ángeles a los adoquines de concreto a los 7 días
Fuente: resultados de laboratorio

DESGASTE POR ABRASIÓN ASTM C131/C131M-14

PROYECTO	: INFLUENCIA DEL POLVILLO DE ACERO Y DE CASCARA DE ARROZ RECICLADOS EN LA RESISTENCIA A COMPRESION POR UNIDAD Y PILA PARA ADOQUINES DE CONCRETO LIMA -2020.	REGISTRO N°: MTL20-TS-31
SOLICITANTE	: IVAN MICHEL RISCO DIAZ	REALIZADO POR : J. Escobedo
CÓDIGO DE PROYECTO	: --	REVISADO POR : H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE ENSAYO : 16/02/2022
FECHA DE EMISIÓN	: 16/02/2022	TURNO : Diurno

Tipo de muestra : Unidades de Albañilería / 14 días de curado
 Presentación : Bloque macizo
 Fc de diseño : 280 kg/cm²

DATOS DE DISEÑO PATRON

PI	P500	ABRASION
9470.8	7243.4	24

DETALLE	RESULTADO
Abrasión	24%

DATOS DE DISEÑO 2,5 P.A - 2,5 C.A

PI	P500	ABRASION
9586.2	7478.9	22

DETALLE	RESULTADO
Abrasión	22%

DATOS DE DISEÑO 5 P.A - 5 C.A

PI	P500	ABRASION
9745.7	7858.2	19

DETALLE	RESULTADO
Abrasión	19%

Figura 25: Resultados de ensayo de abrasión Los Ángeles a los adoquines de concreto a los 14 días
 Fuente: resultados de laboratorio

DESGASTE POR ABRASIÓN ASTM C131/C131M-14

PROYECTO	: INFLUENCIA DEL POLVILLO DE ACERO Y DE CASCARA DE ARROZ RECICLADOS EN LA RESISTENCIA A COMPRESION POR UNIDAD Y PILA PARA ADOQUINES DE CONCRETO LIMA -2020.	REGISTRO N°: MTL20-TS-31
SOLICITANTE	: IVAN MICHEL RISCO DIAZ	REALIZADO POR : J. Escobedo
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR : H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE ENSAYO : 02/03/2022
FECHA DE EMISIÓN	: 02/03/2022	TURNO : Diurno
Tipo de muestra	: Unidades de Albañilería / 28 días de curado	
Presentación	: Bloque macizo	
F'c de diseño	: 280 kg/cm2	

DATOS DE DISEÑO PATRON

PI	P500	ABRASION
9482.5	7369.5	22

DETALLE	RESULTADO
Abrasión	22%

DATOS DE DISEÑO 2,5 P.A - 2,5 C.A

PI	P500	ABRASION
9596.3	7689.33	20

DETALLE	RESULTADO
Abrasión	20%

DATOS DE DISEÑO 5 P.A - 5 C.A

PI	P500	ABRASION
9790.1	8148.2	17

DETALLE	RESULTADO
Abrasión	17%

Figura 26: Resultados de ensayo de abrasión Los Ángeles a los adoquines de concreto a los 28 días
Fuente: resultados de laboratorio

Cuantificar cual es la influencia de la adición del polvillo de acero reciclado y de cascara de arroz en la absorción de humedad de adoquines de concreto.

A. Procedimiento

- Secado al horno a una temperatura entre 100 °C y 115 °C
- Saturación de los especímenes en los recipientes con agua a temperatura entre 15°C y 27°C.
- Por último se deben pesar los especímenes sumergidos anteriormente y realizar los cálculos para la obtención del porcentaje de absorción de humedad.

B. Marco teórico

Estadística

Muestra

Los valores a determinar para obtener un tamaño muestral que dependa de decisiones estadísticas y no estadísticas son las siguientes:

Tamaño de población: se denomina a una colección definida de objetos o individuos, conocida también como la población teórica.

Intervalo de confianza: es la medida estadística del número de veces de cada 100 que se espera que los resultados se encuentren dentro de los rangos.

Nivel de confianza: un intervalo del 95% significa que los resultados de una acción probablemente cubrirán las expectativas en un 95%.

Desviación estándar: Mientras mayor es la desviación estándar mayor es la dispersión de los resultados de la población. (psyma, 2015)

$$n = \frac{Z^2 * p * q}{d^2}$$

Donde:

P= Probabilidad de éxito.

= Probabilidad de fracaso.

D= Error máximo admisible.

Varianza

Medida de dispersión que representa la variabilidad de una serie con respecto a su media, calculado como la desviación típica al cuadrado. La unidad de medida de la varianza será siempre la unidad de medida correspondiente a los datos elevada al cuadrado (Lopez, 2019).

$$S^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}$$

Donde:

x_i = Representa valores originales.

\bar{x} = Representa a la media de los valores originales.

n = Cantidad de valores de la muestra.

Desviación estándar

Nos indica cuanto puede alejarse los valores respecto al promedio, es útil para buscar probabilidad de que un evento ocurra en un conjunto de datos. De esta manera una dispersión amplia puede ser volátil en el grupo analizado (Mora, 2009).

$$S = \sqrt{S^2}$$

Donde:

S = desviación estándar.

S^2 = varianza.

Coefficiente de variación

Permite comparar las dispersiones de dos distribuciones distintas, siempre que todas las medias sean positivas; para calcular el coeficiente de variación se relaciona la

desviación típica y su media, finalmente este el resultado se expresa en porcentaje (VITUTOR , 2019).

$$CV = \frac{S}{x} * 100$$

Donde:

CV = coeficiente de variación porcentual.

S = desviación estándar.

x = media aritmética de datos originales.

Test de Shapiro-Wilk

Cuando el ajuste es malo se rechaza la normalidad este test por lo general se aplica para valores estadísticos pequeños cuando el tamaño de la muestra es menor a 50 datos. Por lo que se afirma que este test mide el ajuste de la muestra (Salgado, 2018).

$$W = \frac{1}{ns^2} \left[\sum_{i=1}^{i=h} a_{j,n} (x_{n-j+1} - x_j) \right]^2$$

$$ns^2 = \sum_{i=1}^{i=n} (x_i - X)^2$$

Donde:

x = datos de la muestra.

a = valores obtenidos de la tabla estadística de distribución Shapiro-Wilk.

X = media de la muestra.

Test de Levene

Se considera un test poco sensible a la desviación de la homogeneidad de varianzas por lo que significa que es menos probable a rechazar la hipótesis solo por poseer poblaciones muestrales no normales (Correa, Iral, & Rojas, 2006).

$$W = \frac{(N - k) \sum_{i=1}^k n_i (Z_i - Z_{\dots})^2}{(k-1) \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (Z_{ij} - Z_{i\dots})^2}$$

Donde:

k = se denomina al número de muestra.

n_i = Tamaño de la i -ésima muestra.

N = Sumatoria de la muestra.

ANOVA

Denominado análisis de la varianza es utilizado para realizar comparaciones de dos o más grupos; con la finalidad de comprobar si dos o más grupos de acción arrojan resultados similares o parecidos. Además, puede contemplarse como un caso especial de la modelización ecométrica, donde la variable dependiente es de tipo continuo y el conjunto de variables explicativas es ficticia (Vicéns, Herrarte, & Medina, 2005).

$$Y_{ij} = \mu + t + \epsilon$$

Donde:

Y = es la variable objeto de estudio.

μ = es una constante indica la respuesta media de todos los niveles.

t = Recoge la importancia de cada tratamiento y es el objetivo del análisis.

ϵ = es un término de error, considerado como variable aleatoria.

Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)

Software de IBM (International Business Machines), creado para adquirir datos de casi cualquier tipo de archivo de este modo utilizarlo para generar informes tubulares, gráficos y diagramas de distribuciones y tendencias, análisis estadísticos complejos y estadísticos descriptivos.

La absorción según la norma se define como el proceso por el cual un líquido es arrastrado dentro de un cuerpo sólido poroso y tiende a llenar los poros permeables del mismo. En el caso del concreto y agregados, el líquido es el agua y el incremento de masa se expresa como porcentaje, referido a la masa seca del cuerpo, el cual se considera seco cuando ha sido tratado por un medio apropiado, para remover el agua no combinada, tal como el secado hasta masa constante, a una temperatura entre 100 y 110 grados centígrados.

La porosidad de los agregados, su impermeabilidad y absorción influyen en propiedades como la adherencia entre el agregado y la pasta de cemento así como en la resistencia de la mezcla.

La absorción y la humedad superficial se determinan al seguir los lineamientos descritos en las normas ASTM C70, C127 y C128; con el objeto de controlar la proporción de agua en la mezcla. La arena aumenta de volumen cuando se encuentra húmeda y se patea o se mueve de alguna otra forma, por esta razón no se recomienda la dosificación por volumen. (Hernández y Hernández, 1999).

Absorción del agregado según la NTP 400.021 y NTP 400.022

Se considera el aumento de masa debido al agua que penetra en los poros de las partículas durante un período de tiempo prescrito, la Norma Técnica Peruana (NTP) 400.021 contempla el método de ensayo para agregado grueso y la Norma Técnica Peruana (NTP) 400.022 contempla el método de ensayo para agregado fino.

Tamaño máximo nominal en mm (in)	Masa mínima de muestra de ensayo en kg (lb)
12.5 (1/2)	2 (4.4)
19.0 (3/4)	3 (6.6)
25.0 (1)	4 (8.8)
37.5 (1 ½)	5 (11)
50 (2)	8 (18)
63 (2 ½)	12 (26)
75 (3)	18 (40)
90 (3 ½)	25 (55)
100 (4)	40 (88)
125 (5)	165)

Figura 27: Muestra mínima para ensayo de absorción del agregado grueso
Fuente: NTP,2013

$$\text{Absorción \%} = \left(\frac{B-A}{A} \right) * 100$$

Donde:

A = Masa de la muestra secada al horno (g).

B = Masa de la muestra saturada seca en aire (g).

La Norma Técnica peruana (NTP) 400.022 para el agregado fino muestra la siguiente fórmula para determinar la absorción.

$$Ab = \frac{500 - W_o}{W_o} * 100$$

Donde:

Ab = Absorción del agregado (%).

Wo = Peso en el aire de la muestra secada en el horno (g).

C. Desarrollo

Para realizar la prueba de absorción de humedad se requiere de una balanza con sensibilidad de 1g, un horno ventilado con temperatura 100°C a 115°C y con un volumen de al menos 2,5 veces el de los especímenes que se van a secar al mismo tiempo y uno o varios recipientes en los que se pueda sumergir completamente un espécimen.

La norma técnica peruana 399.611 menciona que para este ensayo se necesita como mínimo 3 especímenes, el porcentaje de estas 3 muestras la norma dice que debe ser 6% y 7.5 % como máximo por muestra individual.

Equipos utilizados:

Balanza: Se usó una balanza marca OHAUS

Horno de Secado: Se usó un horno marca HUMBOLDT.

Procedimiento

Se inicia con el secado, se introducen todos los especímenes en el horno a una temperatura entre 100 °C y 115 °C, deben estar separados entre sí y de las paredes del horno mínimo 25mm. Se deben secar hasta obtener una masa seca (Ms) constante, después de un período mínimo de secado de 24 h y hasta que en dos pesajes sucesivos, a intervalos de 2 h, la masa presente una disminución de menos del 0,2 % con respecto a la masa anterior.



Después de que se enfríen se inicia el proceso de saturación, se sumergen los especímenes en los recipientes con agua a temperatura entre 15°C y 27°C durante 24 ± 2 horas, no se deben apilar unos encima de otros, para cada espécimen debe quedar una altura de agua sobre todo su volumen, entre 25 mm y 50 mm, se debe ajustar la cantidad de agua tantas veces como sea necesario para compensar la pérdida del nivel por evaporación.



Figura 29: Enfriamiento de adoquines al aire libre

Fuente: Elaboración Propia



Figura 30: Saturado de adoquines

Fuente: Elaboración Propia

Terminado el período de saturación se deben pesar los especímenes sumergidos en agua suspendidos mediante un alambre para obtener su masa inmersa en agua y suspendida (M_a). Luego se deben retirar del agua y se deben dejar escurrir durante 1 min, colocándolos sobre una malla metálica con aberturas de mínimo 9,5 mm. Se debe secar luego el agua superficial con un paño seco y se deben tomar su masa inmediatamente para después obtener su masa saturada (húmeda) (M_h).



Figura 31: Pesado de adoquines
Fuente: Elaboración Propia

Finalmente se procede a realizar los Cálculos así:

La absorción de agua (A_a) del total de la masa del espécimen se debe calcular para cada espécimen mediante la siguiente ecuación, con una aproximación de 0,1 %.

$$\text{Absorción } (A_a\%) = \left(\frac{M_h - M_s}{M_s} \right) \times 100$$

En donde

M_h = Masa saturada (húmeda) del espécimen, en g.

M_s = Masa seca del espécimen, en g.

M_a = Masa inmersa en agua y suspendida del espécimen, en g.

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DENSIDAD, ABSORCIÓN Y VACÍOS EN
CONCRETO ENDURECIDO NORMA ASTM C 642**

PROYECTO : INFLUENCIA DEL POLVILLO DE ACERO Y DE CASCARA DE ARROZ RECICLADOS
EN LA RESISTENCIA A COMPRESION POR UNIDAD Y PILA PARA ADOQUINES
DE CONCRETO LIMA -2020.

REGISTRO N°: MTL20-TS-31

SOLICITANTE : IVAN MICHEL RISCO DIAZ

REALIZADO POR: J. Cueto

UBICACIÓN : INSTALACIONES DEL LABORATORIO MATESTLAB SAC

REVISADO POR: H.Flores

FECHA DE ENSAYO: 09/02/2022

TURNO: Diurno

Tipo de muestra : Unidades de Albañilería

Presentación : Bloque macizo

Resistencia de diseño (F_m): 280 kg/cm²

DENSIDAD, ABSORCIÓN Y VACÍOS EN CONCRETO ENDURECIDO NORMA ASTM C 642 / NTP 339.187

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	MASA DE ESPECIMEN SECO N°1	MASA DE ESPECIMEN SATURADO N°2	% ABSORCION
PATRON	02/02/2022	09/02/2022	7	10.00	20.00	8.00	3120.1	3680.4	17.96
PATRON	02/02/2022	09/02/2022	7	10.00	20.00	8.00	3186.4	3789.5	18.93
PATRON	02/02/2022	09/02/2022	7	10.00	20.00	8.00	3145.4	3850.4	22.41
PATRON	02/02/2022	09/02/2022	7	10.00	20.00	8.00	3132.0	3789.6	21.00
2,5 P.A - 2,5 C.A	03/02/2022	10/02/2022	7	10.00	20.00	8.00	3247.5	3678.0	13.26
2,5 P.A - 2,5 C.A	03/02/2022	10/02/2022	7	10.00	20.00	8.00	3259.4	3748.5	15.01
2,5 P.A - 2,5 C.A	03/02/2022	10/02/2022	7	10.00	20.00	8.00	3289.4	3689.4	12.16
2,5 P.A - 2,5 C.A	03/02/2022	10/02/2022	7	10.00	20.00	8.00	3245.6	3678.1	13.33
5 P.A - 5 C.A	04/02/2022	11/02/2022	7	10.00	20.00	8.00	3345.8	3612.1	7.96
5 P.A - 5 C.A	04/02/2022	11/02/2022	7	10.00	20.00	8.00	3356.8	3625.4	8.00
5 P.A - 5 C.A	04/02/2022	11/02/2022	7	10.00	20.00	8.00	3389.4	3678.4	8.53
5 P.A - 5 C.A	04/02/2022	11/02/2022	7	10.00	20.00	8.00	3378.6	3710.9	9.84

Figura 32: Resultados de ensayo de absorción de humedad a los adoquines de concreto a los 7 días

Fuente: resultados de laboratorio

CONCRETO ENDURECIDO NORMA ASTM C 642

PROYECTO : INFLUENCIA DEL POLVILLO DE ACERO Y DE CASCARA DE ARROZ RECICLADOS
EN LA RESISTENCIA A COMPRESION POR UNIDAD Y PILA PARA ADOQUINES
DE CONCRETO LIMA -2020.

REGISTRO N°: MTL20-TS-31

SOLICITANTE : IVAN MICHEL RISCO DIAZ

REALIZADO POR: J. Cueto

UBICACIÓN : INSTALACIONES DEL LABORATORIO MATESTLAB SAC

REVISADO POR: H.Flores

FECHA DE ENSAYO: 16/02/2022

TURNO: Diurno

Tipo de muestra : Unidades de Albañilería

Presentación : Bloque macizo

Resistencia de diseño (F'm: 280 kg/cm²)

DENSIDAD, ABSORCIÓN Y VACÍOS EN CONCRETO ENDURECIDO NORMA ASTM C 642 / NTP 339.187

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	MASA DE ESPECIMEN SECO N°1	MASA DE ESPECIMEN SATURADO N°2	% ABSORCION
PATRON	02/02/2022	16/02/2022	14	10.00	20.00	8.00	3189.2	3848.4	20.67
PATRON	02/02/2022	16/02/2022	14	10.00	20.00	8.00	3196.2	3879.5	21.38
PATRON	02/02/2022	16/02/2022	14	10.00	20.00	8.00	3178.9	3947.5	24.18
PATRON	02/02/2022	16/02/2022	14	10.00	20.00	8.00	3199.5	3963.5	23.88
2,5 P.A - 2,5 C.A	03/02/2022	17/02/2022	14	10.00	20.00	8.00	3310.5	3845.1	16.15
2,5 P.A - 2,5 C.A	03/02/2022	17/02/2022	14	10.00	20.00	8.00	3378.2	3885.5	15.02
2,5 P.A - 2,5 C.A	03/02/2022	17/02/2022	14	10.00	20.00	8.00	3356.2	3878.6	15.57
2,5 P.A - 2,5 C.A	03/02/2022	17/02/2022	14	10.00	20.00	8.00	3399.4	3896.1	14.61
5 P.A - 5 C.A	04/02/2022	18/02/2022	14	10.00	20.00	8.00	3458.4	3895.4	12.64
5 P.A - 5 C.A	04/02/2022	18/02/2022	14	10.00	20.00	8.00	3496.5	3845.5	9.98
5 P.A - 5 C.A	04/02/2022	18/02/2022	14	10.00	20.00	8.00	3478.1	3836.9	10.32
5 P.A - 5 C.A	04/02/2022	18/02/2022	14	10.00	20.00	8.00	3489.5	3866.1	10.79

Figura 33: Resultados de ensayo de absorción de humedad a los adoquines de concreto a los 14 días

Fuente: resultados de laboratorio

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DENSIDAD, ABSORCIÓN Y VACÍOS EN
CONCRETO ENDURECIDO NORMA ASTM C 642**

PROYECTO : INFLUENCIA DEL POLVILLO DE ACERO Y DE CASCARA DE ARROZ RECICLADOS
EN LA RESISTENCIA A COMPRESION POR UNIDAD Y PILA PARA ADOQUINES
DE CONCRETO LIMA -2020.

REGISTRO N°: MTL20-TS-31

SOLICITANTE : IVAN MICHEL RISCO DIAZ

REALIZADO POR: J. Cueto

UBICACIÓN : INSTALACIONES DEL LABORATORIO MATESTLAB SAC

REVISADO POR: H.Flores

FECHA DE ENSAYO: 02/03/2022

TURNO: Diurno

Tipo de muestra : Unidades de Albañilería

Presentación : Bloque macizo

Resistencia de diseño (F'm: 280 kg/cm²)

DENSIDAD, ABSORCIÓN Y VACÍOS EN CONCRETO ENDURECIDO NORMA ASTM C 642 / NTP 339.187

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	MASA DE ESPECIMEN SECO N°1	MASA DE ESPECIMEN SATURADO N°2	% ABSORCION
PATRON	02/02/2022	02/03/2022	28	10.00	20.00	8.00	3210.5	3859.2	20.21
PATRON	02/02/2022	02/03/2022	28	10.00	20.00	8.00	3236.4	3945.2	21.90
PATRON	02/02/2022	02/03/2022	28	10.00	20.00	8.00	3217.8	3989.6	23.99
PATRON	02/02/2022	02/03/2022	28	10.00	20.00	8.00	3248.1	3978.4	22.48
2,5 P.A - 2,5 C.A	03/02/2022	03/03/2022	28	10.00	20.00	8.00	3349.8	3812.2	13.80
2,5 P.A - 2,5 C.A	03/02/2022	03/03/2022	28	10.00	20.00	8.00	3382.4	3845.5	13.69
2,5 P.A - 2,5 C.A	03/02/2022	03/03/2022	28	10.00	20.00	8.00	3365.7	3881.2	15.32
2,5 P.A - 2,5 C.A	03/02/2022	03/03/2022	28	10.00	20.00	8.00	3385.0	3812.4	12.63
5 P.A - 5 C.A	04/02/2022	04/03/2022	28	10.00	20.00	8.00	3512.2	3845.2	9.48
5 P.A - 5 C.A	04/02/2022	04/03/2022	28	10.00	20.00	8.00	3523.4	3849.6	9.26
5 P.A - 5 C.A	04/02/2022	04/03/2022	28	10.00	20.00	8.00	3569.2	3879.4	8.69
5 P.A - 5 C.A	04/02/2022	04/03/2022	28	10.00	20.00	8.00	3526.5	3896.1	10.48

Figura 34: Resultados de ensayo de absorción de humedad a los adoquines de concreto a los 28 días
Fuente: resultados de laboratorio

3.1. Resultados del objetivo específico 1

Del objetivo específico 1; “Calcular como influye la adición de polvillo de acero reciclado y de cascara de arroz en la resistencia a la compresión en adoquines de concreto”.

Luego de desarrollar el procedimiento del objetivo específico 1, se obtuvieron los siguientes resultados:

AGREGADO FINO ASTM C33/C33M - 18 - ARENA GRUESA							
Malla		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	ASTM "LIM INF"	ASTM "LIM SUP"
4"	100.00 mm					100.00	100.00
3 1/2"	90.00 mm					100.00	100.00
3"	75.00 mm					100.00	100.00
2 1/2"	63.00 mm					100.00	100.00
2"	50.00 mm					100.00	100.00
1 1/2"	37.50 mm					100.00	100.00
1"	25.00 mm					100.00	100.00
3/4"	19.00 mm					100.00	100.00
1/2"	12.50 mm					100.00	100.00
3/8"	9.50 mm				100.00	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	8.2	2.14	2.14	97.86	95.00	100.00
# 8	2.36 mm	59.1	15.41	17.55	82.45	80.00	100.00
# 16	1.18 mm	104.0	27.12	44.67	55.33	50.00	85.00
# 30	600 µm	104.8	27.33	71.99	28.01	25.00	60.00
# 50	300 µm	63.3	16.51	88.50	11.50	5.00	30.00
# 100	150 µm	31.1	8.11	96.61	3.39	0.00	10.00
Fondo	-	13.0	3.39	100.00	0.00	-	-
						MF	3.21
						TMN	---

Figura 35: Ensayo granulométrico del agregado fino huso 89

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los resultados obtenidos, el tamaño máximo del agregado fino de huso 89 es 3/8” y su tamaño máximo nominal es representado por el tamiz N° 4. En la siguiente figura se muestra la curva granulométrica del agregado fino de huso 89 y las curvas del límite superior e inferior definidas con el tamaño máximo nominal en la tabla de husos de la NTP 400.037.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
P. específico de masa seco (kg/m ³)	2658.000
P. específico de masa SSS (kg/m ³)	2632.000
P. específico de masa aparente (kg/m ³)	2710.000
P. unitario compactado (kg/m ³)	1786
P. unitario suelto (kg/m ³)	1623
Absorción (%)	1.90
Contenido de humedad (%)	2.10
Módulo de fineza	3.10
% < Malla n° 200 (0.75 μm)	2.10

Figura 36: Características físicas del agregado fino huso 89
Fuente: Elaboración propia

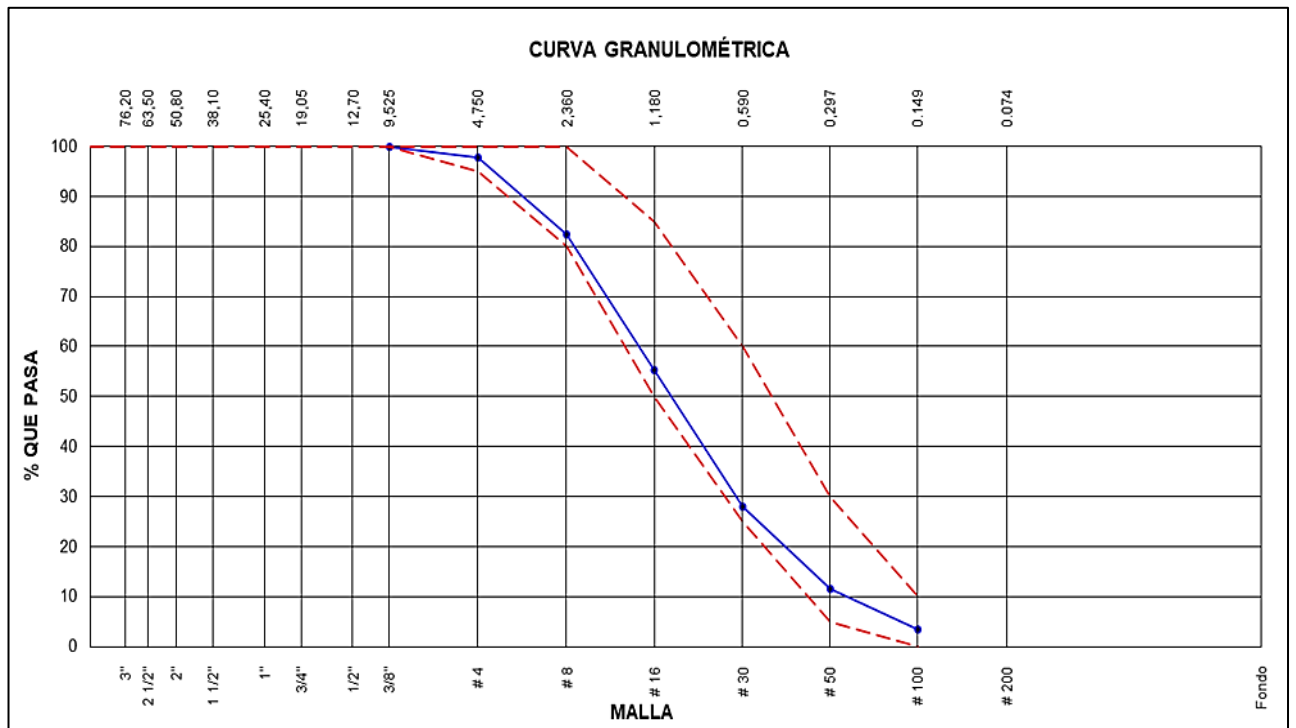


Figura 37: Curva granulométrica del agregado fino huso 89
Fuente: Elaboración propia

AGREGADO GRUESO ASTM C33/C33M - 18 - HUSO # 89							
ABERTURA DE TAMICES Marco de 8" de diámetro		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	ESPECIFICACIÓN	
Nombre	mm					Mínimo	Máximo
4 in'	100.00 mm				100.00	100.00	100.00
3 1/2 in	90.00 mm				100.00	100.00	100.00
3 in	75.00 mm				100.00	100.00	100.00
2 1/2 in	63.00 mm				100.00	100.00	100.00
2 in	50.00 mm				100.00	100.00	100.00
1 1/2 in	37.50 mm				100.00	100.00	100.00
1 in	25.00 mm				100.00	100.00	100.00
3/4 in	19.00 mm				100.00	100.00	100.00
1/2 in	12.50 mm	49.6	2.42	2.42	97.58	100.00	100.00
3/8 in	9.50 mm	146.1	7.13	9.55	90.45	90.00	100.00
No. 4	4.75 mm	1408.0	68.74	78.29	21.71	20.00	55.00
No. 8	2.36 mm	438.7	21.42	99.71	0.29	5.00	30.00
No. 16	1.18 mm	5.4	0.26	99.97	0.03	0.00	10.00
No. 30	600 µm	0.4	0.02	99.99	0.01	0.00	6.50
No. 50	300 µm	0.2	0.01	100.00		0.00	5.00
No. 100	150 µm			100.00		0.00	0.00
No. 200	75 µm			100.00		0.00	0.00
< No. 200	< No. 200			100.00	0.00	-	-
						MF	5.90
						TMN	3/8"

Figura 38: Ensayo granulométrico del agregado grueso huso 89

Fuente: Elaboración propia

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
P. específico de masa seco (kg/m ³)	2658.000
P. específico de masa SSS (kg/m ³)	2632.000
P. específico de masa aparente (kg/m ³)	2710.000
P. unitario compactado (kg/m ³)	1823
P. unitario suelto (kg/m ³)	1583
Absorción (%)	0.58
Tamaño máximo	3/4"
Tamaño máximo nominal	1/2"
Módulo de fineza	5.19
% < Malla n° 200 (0.75 µm)	0.85
Contenido de humedad	1.50

Figura 39: Características físicas del agregado grueso huso 89

Fuente: Elaboración propia

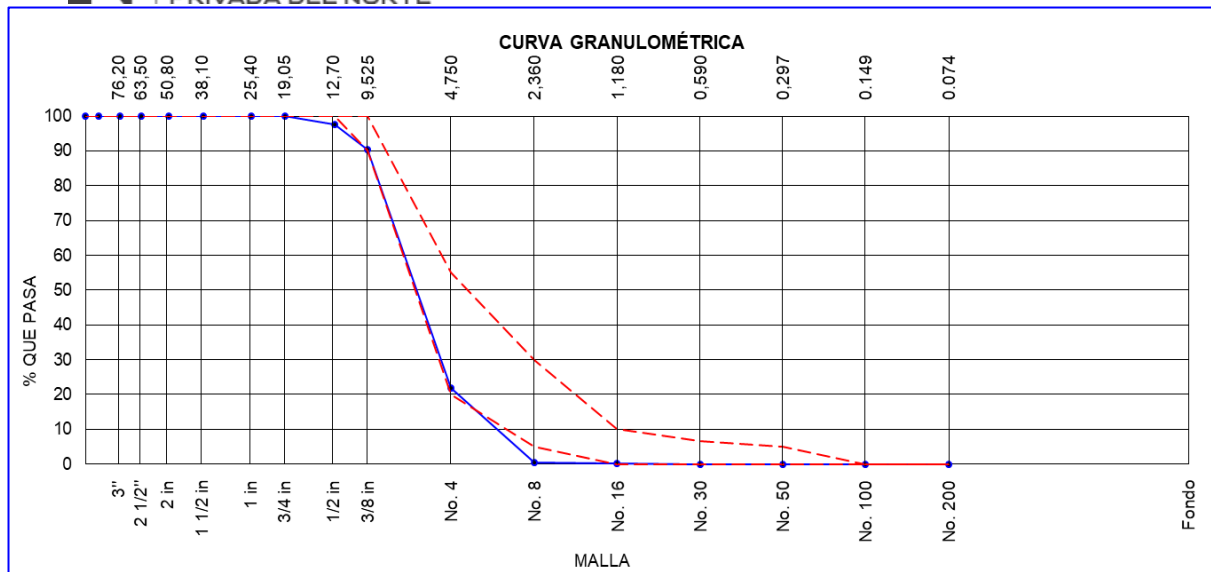


Figura 40: Curva granulométrica del agregado grueso huso 89

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la figura anterior, el tamaño máximo nominal del agregado grueso de huso 89 es 1/2" y su tamaño máximo es 3/4". El tamaño máximo nominal se utilizó para identificar el límite superior e inferior definidas en la tabla de usos de la NTP 400.037. Además, el agregado cumple con el máximo de 0.25% de partículas de arcilla.

▪ Resistencia a la compresión

El ensayo se realizó con unidades secas, a las cuales se les cubrió con yeso-cemento para uniformizar el contacto entre éstas y los cabezales de la máquina de compresión, tal como se muestra en la Figura.

La resistencia a compresión unitaria f'_b se determinó dividiendo la carga de rotura entre el área bruta (unidades sólidas) o entre el área neta (unidades huecas). Y la resistencia a compresión característica f'_b se obtuvo restando una desviación estándar al promedio de los resultados de resistencia unitaria a compresión usando la siguiente fórmula contigua:

Cálculo y resultados del ensayo de resistencia a la compresión.

$$Fb = \frac{F}{A}$$

Donde:

F: Carga máxima o fuerza de rotura en kg.

A: Área neta del bloque en cm².

F'b: Resistencia neta kg/cm².

O: Desviación estándar.

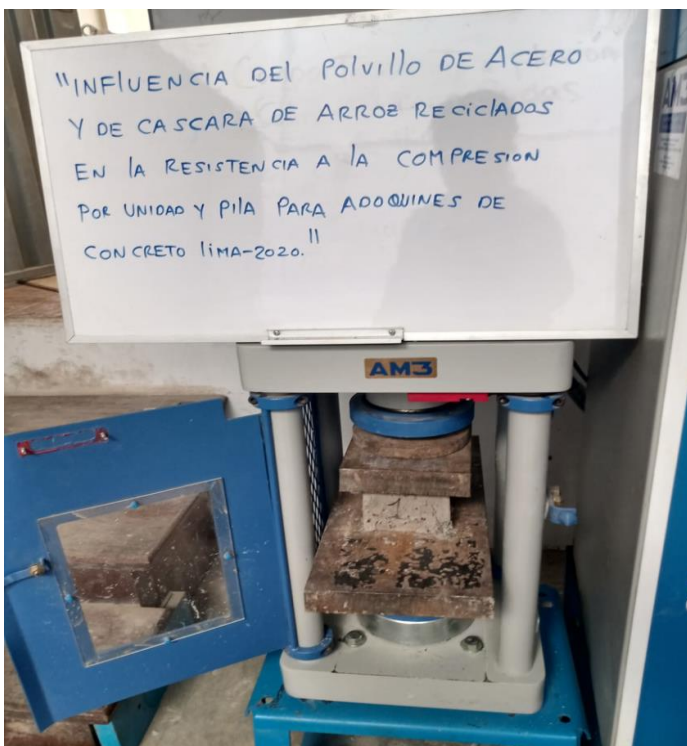


Figura 41: Ensayo de Compresión del bloque de concreto con agregado reciclado
Fuente: Resultados de Laboratorio

Se utilizaron 6 muestras a los 7, 6 muestras a los 14 y 6 muestras a los 28 días.

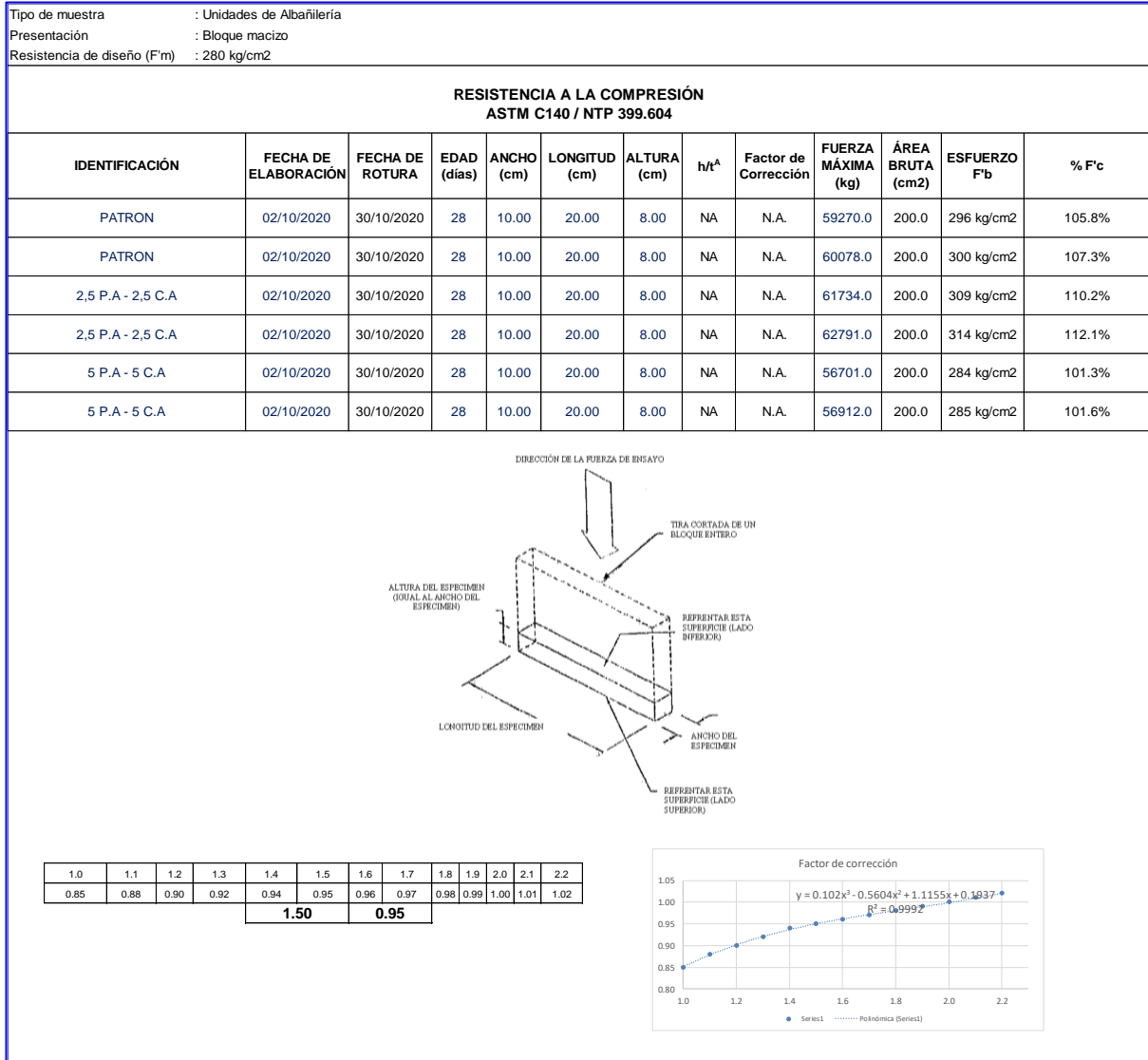


Figura 42: Resultados del ensayo de compresión de los bloques de agregado reciclado a los 28 días
Fuente: Resultados de Laboratorio

Ensayo de resistencia a la compresión

En la Tabla 14, se puede observar los resultados comparativos del ensayo de resistencia a la compresión entre el bloque elaborado y el bloque de concreto convencional.

Tabla 14

Comparación del ensayo de resistencia a la compresión entre el adoquín elaborado y el adoquín convencional

DESCRIPCION		ENSAYO DE RESISTENCIA PROMEDIO en Kg/cm ²	ACEPTACION DE LA UNIDAD
ADOQUINES ELABORADOS	a los 7 días	242.50	P
ADOQUIN CONVENCIONAL		236.50	P
ADOQUINES ELABORADOS	a los 14 días	274.5	P
ADOQUIN CONVENCIONAL		270.00	P
ADOQUINES ELABORADOS	a los 28 días	311.50	P
ADOQUIN CONVENCIONAL		298.00	P

Fuente: Resultados de Laboratorio

A continuación se procede a realizar el análisis Inferencial del Objetivo específico 1.

Inferencia Estadística del Objetivo Especifico 1

Calcular como influye la adición de polvillo de acero reciclado y de cascara de arroz en la resistencia a la compresión en adoquines de concreto.

Hipótesis específica 1.

Planteamiento de la prueba de hipótesis del investigador:

La adición del polvillo de acero y de cascara de arroz reciclado incrementa la resistencia a la compresión en adoquines de concreto.

Planteamiento estadístico de la prueba de hipótesis:

Hipótesis Nula (H₀): No existe un efecto significativo del porcentaje de polvillo de acero reciclado y de cáscara de arroz en la resistencia a la compresión por unidad de los adoquines de concreto Lima-2020 con respecto al diseño patrón.

Hipótesis Alternativa (H_a): Existe un efecto significativo del porcentaje de polvillo de acero reciclado y de cáscara de arroz en la resistencia a la compresión por unidad de los adoquines de concreto Lima-2020 con respecto al diseño patrón.

Existe al menos un $i / \mu_i \neq \mu_{\text{patrón}}$

Consideraciones del Diseño experimental:

Factor: Es el porcentaje de polvillo de acero reciclado y de cáscara de arroz.

Tratamiento: Dosificaciones del % de polvillo de acero reciclado y de cáscara de arroz en las unidades de los adoquines de concreto Lima-2020.

Niveles del factor: 2.5% y 5% de polvillo de aluminio y cascara de maní molido.

Variable Respuesta o dependiente: Resistencia a la compresión.

Observaciones o unidades de estudio: Valores de la resistencia a la compresión para cada grupo y nivel de tratamiento a una edad de 28 días, en unidades de adoquines.

Estadístico de Prueba

Dado que la variable respuesta es cuantitativa, el tipo de prueba es de diferencia de medias para más de dos grupos y el tamaño de la muestra es pequeña e iguales, se utilizó el análisis de varianza ANOVA de un factor para contrastar las hipótesis y la prueba de rango post hoc de Tukey para comparar cuál de los tratamientos es la que mejor efecto tiene.

Requisitos para el ANOVA

Probar los supuestos de Normalidad mediante la Prueba de Shapiro Wilk y de Homocedasticidad (igualdad de varianzas) mediante la Prueba de Levene.

Los resultados de los supuestos y de las pruebas de hipótesis se realizaron el programa estadístico SPSS v.25.

Decisión para aceptar o rechazar la hipótesis nula para cualquier prueba

Si el p-valor (sig) o significancia de la prueba es menor a α se Rechaza H_0 y se acepta H_a . ($\text{sig} < \alpha$ entonces se acepta H_a). Donde α es el nivel de significancia y representa el % de error que estamos dispuesto a asumir. tomaremos el valor de significancia $\alpha = 0.05$.

Tabla 15

Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión de unidades de albañilería.

Identificación	Días	Esfuerzo (kg/cm ²)	% f'c	Esfuerzo a los 28 días (kg/cm ²)
DISEÑO PATRON	7	236	84.4%	279.70
	7	237	84.5%	280.47
	7	236	84.4%	279.53
	7	237	84.6%	280.25
	14	270	96.3%	280.39
	14	270	96.4%	280.09
	14	269	96.1%	279.88
	14	270	96.3%	280.28
	28	296	105.8%	279.77
	28	300	107.3%	279.64
	28	300	107.3%	279.59
	28	297	106.0%	280.26
DISEÑO CON 2.5% DE POLVO DE ACERO 2.5% DE CASCARA DE ARROZ	7	243	86.7%	280.12
	7	242	86.4%	280.17
	7	245	87.4%	280.42
	7	242	86.6%	279.59
	14	274	97.8%	280.10
	14	275	98.3%	279.90
	14	275	98.2%	279.92
	14	275	98.2%	280.09
	28	309	110.2%	280.30
	28	314	112.1%	280.04
	28	309	110.4%	279.80
	28	314	112.2%	279.91
DISEÑO CON 5% DE POLVO DE	7	228	81.3%	280.62
	7	228	81.4%	280.12
	7	228	81.6%	279.56

ACERO 5%	7	226	80.9%	279.46
DE CASCARA	14	265	94.6%	280.15
DE ARROZ	14	265	94.8%	279.59
	14	264	94.3%	279.87
	14	265	94.7%	279.93
	28	284	101.3%	280.49
	28	285	101.6%	280.43
	28	285	101.7%	280.31
	28	285	101.7%	280.26

Fuente: Resultados de Laboratorio

Factor	Observaciones				Variable Respuesta
	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Probeta 4	
Control					
Tratamiento 0	279.77	279.64	279.59	280.26	Resistencia a la Compresión
Tratamiento 1	280.30	280.04	279.80	279.91	
Tratamiento 2	280.49	280.43	280.31	280.26	

Figura 43: Tratamiento de probetas

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16

Análisis Descriptivo de mediciones de la resistencia a la compresión en cada tratamiento

Descriptivos								
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN UNIDADES DE ADOQUINES								
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Mezcla Patrón	4	279,7975	,31160	,15580	279,3017	280,2933	279,59	280,26
Tratamiento 1 al 2.5%	4	280,0125	,21531	,10765	279,6699	280,3551	279,80	280,30
Tratamiento 2 al 5%	4	280,3775	,10782	,05391	280,2059	280,5491	280,26	280,50
Total	12	280,0625	,32376	,09346	279,8568	280,2682	279,59	280,50

Fuente: Elaboración propia

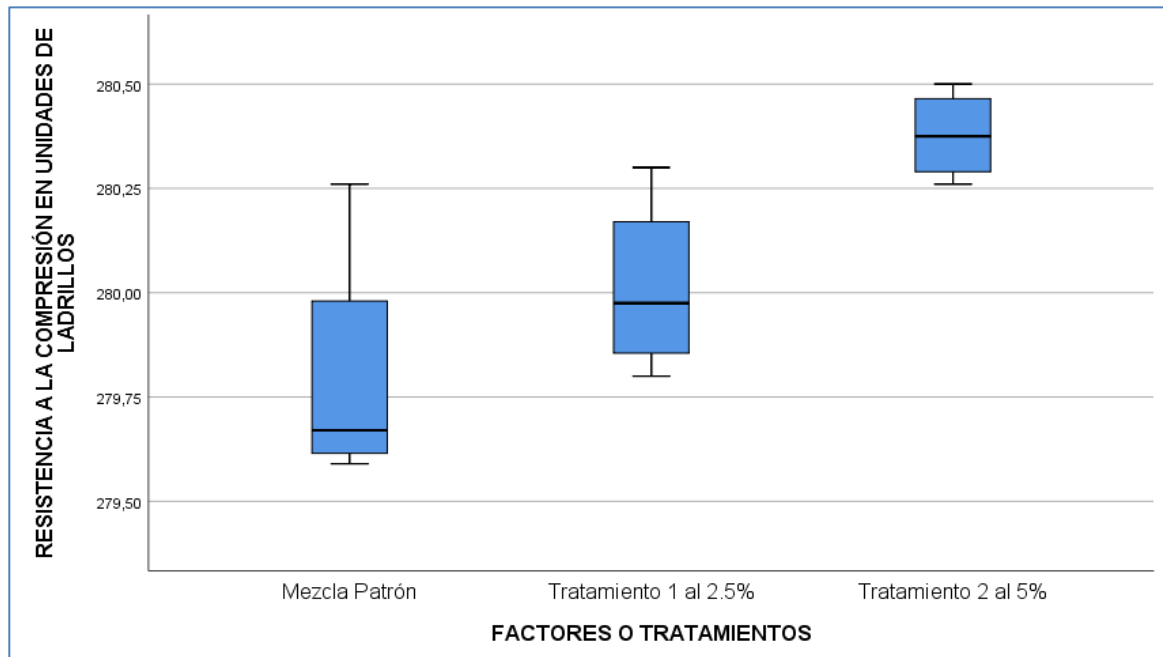


Figura 44: Prueba de Bigotes de Factores o Tratamientos
Fuente: Elaboración propia

De los resultados obtenidos notamos que la media y la mediana de la resistencia a la compresión de los grupos experimentales es mayor al diseño patrón, ahora mediante la prueba del ANOVA de un factor comprobaremos si estas diferencias son significativas o no.

Consideraciones de la prueba

Normalidad

- Planteamiento de las hipótesis

Ho: Los datos provienen de una distribución normal

Ha: Los datos no provienen de una distribución normal

Pruebas de normalidad							
	FACTORES O TRATAMIENTOS	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN UNIDADES DE ADOQUINES	Mezcla Patrón	,355	4	.	,780	4	,071
	Tratamiento 1 al 2.5%	,199	4	.	,959	4	,774
	Tratamiento 2 al 5%	,203	4	.	,963	4	,796

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 45: Resultados de la prueba de Normalidad

Fuente: Elaboración propia

Decisión

Como Los p-valores sig. de la prueba de Shapiro Wilk tanto del patrón como los experimentales son mayores > 0.05 entonces aceptamos la hipótesis nula H_0 .

Por tanto, se concluye que la variable resistencia a la compresión en todos los grupos se distribuyen normalmente.

Homogeneidad de las varianzas

- Planteamiento de las hipótesis

H_0 : Las varianzas en ambos grupos son iguales

H_a : Existe diferencia significativa entre las varianzas

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN UNIDADES DE ADOQUINES	Se basa en la media	1,466	2	9	,281
	Se basa en la mediana	,369	2	9	,701
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,369	2	4,401	,711
	Se basa en la media recortada	1,201	2	9	,345

Figura 46: Resultados de la prueba de homogeneidad de varianzas

Fuente: Elaboración propia

- De la prueba de Levene, se tiene que el pvalor sig. es igual a $0.281 > 0.05$, entonces según la regla de decisión de la prueba aceptamos H_0 con un nivel de significancia del 5%, lo cual concluimos que los grupos tienen varianzas iguales.
- Una vez demostrados los supuestos de normalidad e igualdad de varianzas, se procedió a realizar la prueba del ANOVA de un factor, obteniendo los siguientes resultados:

ANOVA					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN UNIDADES DE ADOQUINES					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,677	2	,339	6,602	,017
Dentro de grupos	,462	9	,051		
Total	1,139	11			

Figura 47: Resultados de la prueba Anova. Primer cuadro
Fuente: Elaboración propia

- Como el pvalor sig. entre grupos es menor al valor de significancia del 5%, entonces rechazamos la hipótesis nula H_0 y aceptamos la hipótesis del investigador H_a , es decir como $0.017 < 0,05$ entonces aceptamos H_a , lo cual podemos afirmar con un nivel de significancia del 5% que existe por lo menos alguna diferencia significativa en la resistencia a la compresión de un tratamiento respecto al patrón.
- Para determinar que tratamiento da un mayor aumento significativo, realizaremos la prueba post hoc de Tukey de rango múltiple.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN UNIDADES DE ADOQUINES			
HSD Tukey^a			
FACTORES O TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Mezcla Patrón	4	279,8025	
Tratamiento 1 al 2.5%	4	280,0125	280,0125
Tratamiento 2 al 5%	4		280,3775
Sig.		,424	,110
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.			
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.			

Figura 48: Resultados de la prueba Anova, segundo cuadro
Fuente: Elaboración propia

- De la prueba de Tukey podemos apreciar 2 sub grupos, en el primer grupo no existe diferencia significativa de las resistencias a la compresión entre el diseño patrón y el tratamiento 1, mientras que en el segundo grupo tampoco existe diferencias significativas de las resistencias a la compresión entre los tratamientos 1 y 2, pero entre ambos grupos se puede notar que si existe diferencias significativas entre las medias de las resistencias a la compresión entre el diseño patrón y el diseño del tratamiento 2.
- Por lo tanto, de los resultados del ANOVA y de la prueba de Tukey podemos concluir estadísticamente que existe evidencia suficiente para afirmar con un nivel de significancia del 5% que al añadir el 5% de polvillo de acero reciclado y cascara de arroz aumenta significativamente la resistencia a la compresión por unidad de adoquines de concreto Lima-2020 con respecto al diseño patrón, mientras que en el porcentajes del 2,5% no podemos afirmar que el aumento de la media sea significativa con respecto al diseño patrón.

3.2. Resultados específicos del Objetivo 2

Basados en el Objetivo Especifico 2 “Evaluar en qué medida influye la adición del polvillo de acero reciclado y de cascara de arroz en la abrasión de adoquines de concreto”.

Después de desarrollar el procedimiento del objetivo específico 1, obtuvimos los siguientes resultados:

Se realizó el Análisis Inferencial del Objetivo Especifico 2

A continuación se procede a realizar el análisis Inferencial del Objetivo específico 2.

Inferencia Estadística del Objetivo Especifico 2

Evaluar en qué medida influye la adición del polvillo de acero reciclado y de cascara de arroz en la abrasión de adoquines de concreto.

Hipótesis específica 2

La adición del polvillo de acero y de cascara de arroz reciclado contribuye a disminuir la abrasión de adoquines de concreto.

Planteamiento estadístico de la prueba de hipótesis:

Hipótesis Nula (H₀): No existe un efecto significativo del porcentaje de polvillo de acero reciclado y de cáscara de arroz en la resistencia a la abrasión de los adoquines de concreto Lima-2020 con respecto al diseño patrón.

$$\mu_{\% \text{abrasión}1} = \mu_{\% \text{abrasión}2} = \mu_{\% \text{abrasión_patrón}}$$

Hipótesis Alterna (H_a): Si existe un efecto significativo del porcentaje de polvillo de acero reciclado y de cáscara de arroz en la resistencia a la abrasión de los adoquines de concreto Lima-2020 con respecto al diseño patrón.

Existe al menos un $i / \mu_i \neq \mu_{\% \text{abrasión_patrón}}$

Consideraciones del Diseño experimental:

Factor: Es el porcentaje de polvillo de acero reciclado y de cáscara de arroz.

Tratamiento: Dosificaciones del % de polvillo de acero reciclado y de cáscara de arroz en las unidades de los adoquines de concreto Lima-2020.

Niveles del factor: 2.5% y 5% de polvillo de aluminio y cascara de maní molido.

Variable Respuesta o dependiente: porcentaje de abrasión.

Observaciones o unidades de estudio: Valores de los porcentajes de abrasión para cada grupo y nivel de tratamiento para los 7, 14 y 28 días de curado.

Estadístico de Prueba

Dado que la variable respuesta es cuantitativa, el tipo de prueba es de diferencia de medias para más de dos grupos y el tamaño de la muestra es pequeña e iguales, se utilizó el análisis de varianza ANOVA de un factor para contrastar las hipótesis y la prueba de rango post hoc de Tukey para comparar cuál de los tratamientos es la que mejor efecto tiene.

Requisitos para el ANOVA

Probar los supuestos de Normalidad mediante la Prueba de Chapiro Wilk y de Homocedasticidad (igualdad de varianzas) mediante la Prueba de Levene.

Los resultados de los supuestos y de las pruebas de hipótesis se realizaron el programa estadístico SPSS v.25.

Decisión para aceptar o rechazar la hipótesis nula para cualquier prueba

Si el p-valor (sig) o significancia de la prueba es menor a α se Rechaza H_0 y se acepta H_a . (sig < α entonces se acepta H_a). Donde α es el nivel de significancia y representa el % de error que estamos dispuesto a asumir. tomaremos el valor de significancia $\alpha = 0.05$.

Tabla 17

Datos del laboratorio de los porcentajes de abrasión para las diferentes edades de curado.

% DE ABRASIÓN			
DISEÑO	7 días	14 días	28 días
PATRON	26	24	22
2,5 P.A - 2,5 C.A	24	22	20
5 P.A - 5 C.A	21	19	17

Fuente: Resultados de Laboratorio

Consideraciones de la prueba

Prueba de Normalidad de los % de abrasión para cada diseño en cada edad de curado

- Planteamiento de las hipótesis

Ho: Los datos provienen de una distribución normal

Ha: Los datos no provienen de una distribución normal

Pruebas de normalidad							
	TIPO DE DISEÑO	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
% ABRASIÓN A 7 DÍAS DE CURADO	Diseño Patrón	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Diseño con 2.5% PA + 2.5% CA	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Diseño con 5% PA + 5% CA	,175	3	.	1,000	3	1,000
% ABRASIÓN A 14 DÍAS DE CURADO	Diseño Patrón	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Diseño con 2.5% PA + 2.5% CA	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Diseño con 5% PA + 5% CA	,175	3	.	1,000	3	1,000
% ABRASIÓN A 28 DÍAS DE CURADO	Diseño Patrón	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Diseño con 2.5% PA + 2.5% CA	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Diseño con 5% PA + 5% CA	,175	3	.	1,000	3	1,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 49: Resultados de la prueba de Normalidad

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados de la prueba de Normalidad de Shapiro Wilk, observamos que todos los valores sig de la prueba para todos los diseños y edades son iguales a 1.000 y a la vez mayores al valor de significancia asumido de 0.05, por lo tanto, según la regla de decisión aceptamos la hipótesis nula y concluimos con un nivel de significancia del 5% que, los datos en todos los diseños y edades siguen una distribución normal.

Prueba de Homogeneidad o igualdad de varianzas de los diseños en cada edad de curado

- Planteamiento de las hipótesis

Ho: Existe igualdad de varianzas entre los diseños

Ha: No existe igualdad de varianzas entre los diseños

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
% ABRASIÓN A 7 DÍAS DE CURADO	Se basa en la media	,000	2	6	1,000
	Se basa en la mediana	,000	2	6	1,000
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,000	2	6,000	1,000
	Se basa en la media recortada	,000	2	6	1,000
% ABRASIÓN A 14 DÍAS DE CURADO	Se basa en la media	,000	2	6	1,000
	Se basa en la mediana	,000	2	6	1,000
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,000	2	6,000	1,000
	Se basa en la media recortada	,000	2	6	1,000
% ABRASIÓN A 28 DÍAS DE CURADO	Se basa en la media	,000	2	6	1,000
	Se basa en la mediana	,000	2	6	1,000
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,000	2	6,000	1,000
	Se basa en la media recortada	,000	2	6	1,000

Figura 50: Resultados de la prueba de Homogeneidad
Fuente: Elaboración propia

Según los resultados de la prueba de Homogeneidad de varianzas de Levene, que se basa en la media indican que los valores sig. de la prueba para cada diseño y edad son iguales a 1.000 y son mayores al valor de significancia asumido de 0.05, por lo tanto, no rechazamos la hipótesis nula y concluimos con un nivel de significancia del 5% que, existe igualdad de varianzas entre los diseños para todas las edades.

Debido a que el supuesto de normalidad se ha cumplido, probaremos la hipótesis del investigador a través de la prueba paramétrica ANOVA de un factor.

Prueba ANOVA de un factor para el % de Abrasión en cada edad de curado

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
% ABRASIÓN A 7 DÍAS DE CURADO	Entre grupos	38,000	2	19,000	76,000	,000
	Dentro de grupos	1,500	6	,250		
	Total	39,500	8			
% ABRASIÓN A 14 DÍAS DE CURADO	Entre grupos	38,000	2	19,000	76,000	,000
	Dentro de grupos	1,500	6	,250		
	Total	39,500	8			
% ABRASIÓN A 28 DÍAS DE CURADO	Entre grupos	38,000	2	19,000	76,000	,000
	Dentro de grupos	1,500	6	,250		
	Total	39,500	8			

Figura 51: Resultados de la Prueba ANOVA de un factor para el % de Abrasión en cada edad de curado
Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la prueba indican que, con un nivel de significancia del 5%, que existe evidencia suficiente para aceptar la hipótesis del investigador, debido a que los valores sig de la prueba entre grupos o diseños para todas las edades de curado son iguales a 0.000 y son menores al valor de significancia asumido de 0.05, esto es, existe diferencias significativas entre las medias de las resistencias a la abrasión entre el diseño patrón y al menos uno de los diseños experimentales, ahora a través de la prueba de Tukey veremos cuál de los tratamientos o diseños experimentales es el que mejor efecto positivo tiene.

Prueba Post hoc de Tukey para el % de Abrasión en cada edad de curado

Comparaciones múltiples							
HSD Tukey							
Variable dependiente	(I) TIPO DE DISEÑO	(J) TIPO DE DISEÑO	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
% ABRASIÓN A 7 DÍAS DE CURADO	Diseño Patrón	Diseño con 2.5% PA + 2.5% CA	2,00000*	,40825	,006	,7474	3,2526
		Diseño con 5% PA + 5% CA	5,00000*	,40825	,000	3,7474	6,2526
	Diseño con 2.5% PA + 2.5% CA	Diseño Patrón	-2,00000*	,40825	,006	-3,2526	-,7474
		Diseño con 5% PA + 5% CA	3,00000*	,40825	,001	1,7474	4,2526
	Diseño con 5% PA + 5% CA	Diseño Patrón	-5,00000*	,40825	,000	-6,2526	-3,7474
		Diseño con 2.5% PA + 2.5% CA	-3,00000*	,40825	,001	-4,2526	-1,7474
% ABRASIÓN A 14 DÍAS DE CURADO	Diseño Patrón	Diseño con 2.5% PA + 2.5% CA	2,00000*	,40825	,006	,7474	3,2526
		Diseño con 5% PA + 5% CA	5,00000*	,40825	,000	3,7474	6,2526
	Diseño con 2.5% PA + 2.5% CA	Diseño Patrón	-2,00000*	,40825	,006	-3,2526	-,7474
		Diseño con 5% PA + 5% CA	3,00000*	,40825	,001	1,7474	4,2526
	Diseño con 5% PA + 5% CA	Diseño Patrón	-5,00000*	,40825	,000	-6,2526	-3,7474
		Diseño con 2.5% PA + 2.5% CA	-3,00000*	,40825	,001	-4,2526	-1,7474
% ABRASIÓN A 28 DÍAS DE CURADO	Diseño Patrón	Diseño con 2.5% PA + 2.5% CA	2,00000*	,40825	,006	,7474	3,2526
		Diseño con 5% PA + 5% CA	5,00000*	,40825	,000	3,7474	6,2526
	Diseño con 2.5% PA + 2.5% CA	Diseño Patrón	-2,00000*	,40825	,006	-3,2526	-,7474
		Diseño con 5% PA + 5% CA	3,00000*	,40825	,001	1,7474	4,2526
	Diseño con 5% PA + 5% CA	Diseño Patrón	-5,00000*	,40825	,000	-6,2526	-3,7474
		Diseño con 2.5% PA + 2.5% CA	-3,00000*	,40825	,001	-4,2526	-1,7474

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Figura 52: Resultados de la Prueba Post hoc de Tukey para el % de Abrasión en cada edad de curado
Fuente: Elaboración propia

De los resultados de la prueba de Tukey podemos observar que los valores sig de la prueba son iguales a 0.006, 0.001 y 0.000 y estos valores son menores al valor de significancia asumido de 0.05, por tanto, según la regla de decisión podemos concluir que existen diferencias significativas de las medias del % de abrasión entre todos los diseños y para cada edad de curado.

Ahora bien, también podemos observar en el cuadro de resultados que, al comparar el diseño patrón frente a los otros dos diseños experimentales en cada edad de curado, notamos que en la columna diferencia de medias (I-J) tenemos valores positivos 2 y 5, lo cual indica que la media del % de abrasión del diseño patrón es significativamente mayor que los diseños, pero la del diseño con el 5% de PA y 5% de CA es significativamente menor, de esta manera podemos concluir que si existe un efecto significativo del porcentaje de polvillo de acero reciclado y de cascara de arroz en la resistencia a la abrasión de los adoquines de concreto Lima 2020 con respecto al diseño patrón, siendo el diseño con el 5% de PA y 5% de CA la que tiene un menor desgaste significativo.

3.3. Resultados específicos del Objetivo 3

Basados en el Objetivo Especifico 3 “ Cuantificar cual es la influencia de la adición del polvillo de acero reciclado y de cascara de arroz en la absorción de humedad de adoquines de concreto”.

Después de desarrollar el procedimiento del objetivo específico 3, obtuvimos los siguientes resultados:

Se realizo el Análisis Inferencial del Objetivo Especifico 3.

A continuación se procede a realizar el análisis Inferencial del Objetivo específico 3.

Inferencia Estadística del Objetivo Especifico 3

Cuantificar cual es la influencia de la adición del polvillo de acero reciclado y de cascara de arroz en la absorción de humedad de adoquines de concreto.

Hipótesis específica 3

La adición del polvillo de acero y de cascara de arroz reciclado disminuye la absorción de humedad en adoquines de concreto.

Planteamiento estadístico de la prueba de hipótesis:

Hipótesis Nula (H₀): No existe un efecto significativo del porcentaje de polvillo de acero reciclado y de cáscara de arroz en los porcentajes de absorción de los adoquines de concreto Lima-2020 con respecto al diseño patrón.

$$\mu_{\% \text{ absorción1}} = \mu_{\% \text{ absorción2}} = \mu_{\% \text{ absorción_patrón}}$$

Hipótesis Alterna (H_a): Si existe un efecto significativo del porcentaje de polvillo de acero reciclado y de cáscara de arroz en los porcentajes de absorción de los adoquines de concreto Lima-2020 con respecto al diseño patrón.

Existe al menos un $i / \mu_i \neq \mu_{\% \text{ absorción_patrón}}$

Consideraciones del Diseño experimental:

Factor: Es el porcentaje de polvillo de acero reciclado y de cáscara de arroz.

Tratamiento: Dosificaciones del % de polvillo de acero reciclado y de cáscara de arroz en las unidades de los adoquines de concreto Lima-2020.

Niveles del factor: 2.5% y 5% de polvillo de aluminio y cascara de maní molido.

Variable Respuesta o dependiente: porcentaje de absorción.

Observaciones o unidades de estudio: Valores de los porcentajes de absorción para cada grupo y nivel de tratamiento para los 7, 14 y 28 días de curado.

Estadístico de Prueba

Dado que la variable respuesta es cuantitativa, el tipo de prueba es de diferencia de medias para más de dos grupos y el tamaño de la muestra es pequeña e iguales, se utilizó el análisis de varianza ANOVA de un factor para contrastar las hipótesis y la prueba de rango post hoc de Tukey para comparar cuál de los tratamientos es la que mejor efecto tiene.

Requisitos para el ANOVA

Probar los supuestos de Normalidad mediante la Prueba de Chapiro Wilk y de Homocedasticidad (igualdad de varianzas) mediante la Prueba de Levene.

Los resultados de los supuestos y de las pruebas de hipótesis se realizaron el programa estadístico SPSS v.25.

Decisión para aceptar o rechazar la hipótesis nula para cualquier prueba

Si el p-valor (sig) o significancia de la prueba es menor a α se Rechaza H_0 y se acepta H_a . (sig < α entonces se acepta H_a). Donde α es el nivel de significancia y representa el % de error que estamos dispuesto a asumir. tomaremos el valor de significancia $\alpha = 0.05$.

Tabla 18

Datos del laboratorio de los porcentajes de absorción para las diferentes edades de curado.

% de Absorción			
Diseño	7 días	14 días	28 días
PATRON	17.96	20.67	20.21
PATRON	18.93	21.38	21.90
PATRON	22.41	24.18	23.99
PATRON	21.00	23.88	22.48
2,5 P.A - 2,5 C.A	13.26	16.15	13.80
2,5 P.A - 2,5 C.A	15.01	15.02	13.69
2,5 P.A - 2,5 C.A	12.16	15.57	15.32
2,5 P.A - 2,5 C.A	13.33	14.61	12.63
5 P.A - 5 C.A	7.96	12.64	9.48
5 P.A - 5 C.A	8.00	9.98	9.26
5 P.A - 5 C.A	8.53	10.32	8.69
5 P.A - 5 C.A	9.84	10.79	10.48

Fuente: Resultados de Laboratorio

Consideraciones de la prueba

Prueba de Normalidad de los % de absorción para cada diseño en cada edad de curado

- Planteamiento de las hipótesis

Ho: Los datos provienen de una distribución normal

Ha: Los datos no provienen de una distribución normal

Pruebas de normalidad							
	TIPO DE DISEÑO	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
% ABSORCIÓN A 7 DÍAS DE CURADO	Diseño Patrón	,216	4	.	,958	4	,764
	Diseño con 2.5% PA + 2.5% CA	,288	4	.	,936	4	,628
	Diseño con 5% PA + 5% CA	,275	4	.	,825	4	,154
% ABSORCIÓN A 14 DÍAS DE CURADO	Diseño Patrón	,279	4	.	,857	4	,251
	Diseño con 2.5% PA + 2.5% CA	,183	4	.	,983	4	,920
	Diseño con 5% PA + 5% CA	,297	4	.	,862	4	,266
% ABSORCIÓN A 28 DÍAS DE CURADO	Diseño Patrón	,188	4	.	,992	4	,966
	Diseño con 2.5% PA + 2.5% CA	,270	4	.	,949	4	,710
	Diseño con 5% PA + 5% CA	,248	4	.	,960	4	,777

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 53: Resultados de la Prueba de Normalidad
Fuente: Elaboración propia

Según los resultados de la prueba de Normalidad de Shapiro Wilk, observamos que todos los valores sig. de la prueba para todos los diseños y edades son mayores al valor de significancia asumido de 0.05, por lo tanto, según la regla de decisión aceptamos la hipótesis nula y concluimos con un nivel de significancia del 5% que, los datos en todos los diseños y edades siguen una distribución normal.

Prueba de Homogeneidad o igualdad de varianzas de los diseños en cada edad de curado

- Planteamiento de las hipótesis

Ho: Existe igualdad de varianzas entre los diseños

Ha: No existe igualdad de varianzas entre los diseños

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
% ABSORCIÓN A 7 DÍAS DE CURADO	Se basa en la media	2,709	2	9	,120
	Se basa en la mediana	2,328	2	9	,153
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	2,328	2	8,602	,156
	Se basa en la media recortada	2,690	2	9	,121
% ABSORCIÓN A 14 DÍAS DE CURADO	Se basa en la media	4,847	2	9	,037
	Se basa en la mediana	3,177	2	9	,090
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	3,177	2	4,588	,136
	Se basa en la media recortada	4,529	2	9	,044
% ABSORCIÓN A 28 DÍAS DE CURADO	Se basa en la media	,662	2	9	,539
	Se basa en la mediana	,638	2	9	,551
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,638	2	7,458	,555
	Se basa en la media recortada	,659	2	9	,541

Figura 54: Resultados de la Prueba de Homogeneidad
Fuente: Elaboración propia

Según los resultados de la prueba de Homogeneidad de varianzas de Levene, que se basa en la media indican que los valores sig. de la prueba para las edades de 7 y 28 días de curado son iguales a 0.120 y 0.539 respectivamente y son mayores al valor de significancia asumido de 0.05, por lo tanto, no rechazamos la hipótesis nula y concluimos con un nivel de significancia del 5% que, existe igualdad de varianzas entre los diseños para estas dos edades, mientras que para los 14 días de curado, el valor sig. de la prueba es igual a 0.037 y menor a 0.05, por lo tanto no existe homogeneidad de las varianzas entre los diseños a 14 días de curado.

Ahora, debido a que el supuesto de normalidad se ha cumplido, probaremos la hipótesis del investigador a través de la prueba paramétrica ANOVA de un factor.

Prueba ANOVA de un factor para el % de Absorción en cada edad de curado

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
% ABSORCIÓN A 7 DÍAS DE CURADO	Entre grupos	266,291	2	133,146	64,589	,000
	Dentro de grupos	18,553	9	2,061		
	Total	284,844	11			
% ABSORCIÓN A 14 DÍAS DE CURADO	Entre grupos	274,059	2	137,030	82,950	,000
	Dentro de grupos	14,868	9	1,652		
	Total	288,927	11			
% ABSORCIÓN A 28 DÍAS DE CURADO	Entre grupos	331,018	2	165,509	117,568	,000
	Dentro de grupos	12,670	9	1,408		
	Total	343,688	11			

Figura 55: Resultados de la Prueba ANOVA de un factor para el % de Absorción en cada edad de curado
Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la prueba indican que, con un nivel de significancia del 5%, que existe evidencia suficiente para aceptar la hipótesis del investigador, debido a que los valores sig. de la prueba entre grupos o diseños para todas las edades de curado son iguales a 0.000 y son menores al valor de significancia asumido de 0.05, esto es, existe diferencias significativas entre las medias de los porcentajes de absorción entre el diseño patrón y al menos uno de los diseños experimentales, ahora a través de la prueba de Tukey y T3 de Dunnett veremos cuál de los tratamientos o diseños experimentales es el que mejor efecto positivo tiene.

Se aplicará la prueba paramétrica de Tukey para los 7 y 28 días de curado debido a la homogeneidad de las varianzas y la prueba no paramétrica T3 de Dunnett para los 14 días de curado por la no homogeneidad.

Prueba Post hoc de Tukey para el % de Absorción en las edades de 7 y 28 días de curado

Comparaciones múltiples							
HSD Tukey							
Variable dependiente	(I) TIPO DE DISEÑO	(J) TIPO DE DISEÑO	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
% ABSORCIÓN A 7 DÍAS DE CURADO	Diseño Patrón	Diseño con 2.5% PA + 2.5% CA	6,63668*	1,01524	,000	3,8021	9,4712
		Diseño con 5% PA + 5% CA	11,49300*	1,01524	,000	8,6584	14,3276
	Diseño con 2.5% PA + 2.5% CA	Diseño Patrón	-6,63668*	1,01524	,000	-9,4712	-3,8021
		Diseño con 5% PA + 5% CA	4,85632*	1,01524	,003	2,0218	7,6909
	Diseño con 5% PA + 5% CA	Diseño Patrón	-11,49300*	1,01524	,000	-14,3276	-8,6584
		Diseño con 2.5% PA + 2.5% CA	-4,85632*	1,01524	,003	-7,6909	-2,0218
% ABSORCIÓN A 28 DÍAS DE CURADO	Diseño Patrón	Diseño con 2.5% PA + 2.5% CA	8,28446*	,83898	,000	5,9420	10,6269
		Diseño con 5% PA + 5% CA	12,66617*	,83898	,000	10,3237	15,0086
	Diseño con 2.5% PA + 2.5% CA	Diseño Patrón	-8,28446*	,83898	,000	-10,6269	-5,9420
		Diseño con 5% PA + 5% CA	4,38171*	,83898	,001	2,0393	6,7241
	Diseño con 5% PA + 5% CA	Diseño Patrón	-12,66617*	,83898	,000	-15,0086	-10,3237
		Diseño con 2.5% PA + 2.5% CA	-4,38171*	,83898	,001	-6,7241	-2,0393

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Figura 56: Resultados de la Prueba Post hoc de Tukey para el % de Absorción en las edades de 7 y 28 días de curado

Fuente: Elaboración propia

De los resultados de la prueba de Tukey podemos observar que los valores sig de la prueba son iguales a 0.003, 0.001 y 0.000 y estos valores son menores al valor de significancia asumido de 0.05, por tanto, según la regla de decisión podemos concluir que existen diferencias significativas de las medias del % de absorción entre todos los diseños y para las edades de 7 y 28 días de curado.

Ahora bien, también podemos observar en el cuadro de resultados que, al comparar el diseño patrón frente a los otros dos diseños experimentales en las edades de 7 y 28 días de curado, notamos que en la columna diferencia de medias (I-J) tenemos valores positivos, lo cual indica que la media del % de absorción del diseño patrón es significativamente mayor que los otros dos diseños, de esta manera podemos concluir que si existe un efecto significativo del porcentaje de polvillo de acero reciclado y de cascara de arroz en el porcentaje de absorción de los adoquines de concreto Lima 2020 disminuyéndole significativamente con respecto al diseño patrón.

Prueba Post hoc de T3 de Dunnett para el % de Absorción a la edad de 14 días de curado

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: % ABSORCIÓN A 14 DÍAS DE CURADO						
T3 Dunnett						
(I) TIPO DE DISEÑO	(J) TIPO DE DISEÑO	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Diseño Patrón	Diseño con 2.5% PA + 2.5% CA	7,19077*	,94259	,005	3,5902	10,7913
	Diseño con 5% PA + 5% CA	11,59488*	1,06175	,000	8,0502	15,1396
Diseño con 2.5% PA + 2.5% CA	Diseño Patrón	-7,19077*	,94259	,005	-10,7913	-3,5902
	Diseño con 5% PA + 5% CA	4,40411*	,67981	,004	2,0434	6,7648
Diseño con 5% PA + 5% CA	Diseño Patrón	-11,59488*	1,06175	,000	-15,1396	-8,0502
	Diseño con 2.5% PA + 2.5% CA	-4,40411*	,67981	,004	-6,7648	-2,0434

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Figura 57: Resultados de la Prueba Post hoc de T3 de Dunnett para el % de Absorción a la edad de 14 días de curado

Fuente: Elaboración propia

De los resultados de la prueba de T3 de Dunnett podemos observar que los valores sig de la prueba son iguales a 0.005, 0.004 y 0.000 y estos valores son menores al valor de significancia asumido de 0.05, por tanto, según la regla de decisión podemos concluir que

existen diferencias significativas de las medias del % de absorción entre todos los diseños y para la edad de 14 días de curado.

Ahora bien, también podemos observar en el cuadro de resultados que, al comparar el diseño patrón frente a los otros dos diseños experimentales a la edad de 14 días de curado, notamos que en la columna diferencia de medias (I-J) tenemos valores positivos, lo cual indica que la media del % de absorción del diseño patrón es significativamente mayor que los otros dos diseños, de esta manera podemos concluir que si existe un efecto significativo del porcentaje de polvillo de acero reciclado y de cascara de arroz en el porcentaje de absorción de los adoquines de concreto Lima 2020 disminuyéndole significativamente con respecto al diseño patrón.

4.1 Discusión

4.1.1. Discusión del objetivo específico 1

Según Devia & Valencia, E. (2019) en su tesis “Evaluación de la resistencia del concreto con reemplazo del agregado fino por ceniza de cascarilla de arroz” en sus resultados le permitió determinar el comportamiento del concreto de los finos con ceniza de cascarilla de arroz, realizando ensayos de laboratorio como: Granulometría, máquina de los ángeles, micro d-val, aplanamiento, alargamiento, forma, , para el análisis de los agregados y su comportamiento y desgaste, ; utilizando 3 vigas simples y 3 vigas modificadas con el porcentaje de reemplazo de la ceniza de cascarilla de arroz porcentaje representativo en la composición del concreto para un análisis de sus efectos, causas, comportamiento, se crearon 6 muestras cada una con una edad de curado de 7, 14 y 28 días, para los dos tipos de vigas las cuales fueron falladas y analizadas, como un concreto estándar, del cual se obtuvo el material predominante del 94,6% arena el 2,8% es una grava mal gradada la grava no cumple con las características solicitadas

En comparación con mi investigación obtuve los siguientes resultados con 2.5% de polvillo de acero y de cascara de arroz reciclados una resistencia a la compresión de 325.00 kg/cm², con 5% de polvillo de acero y de cascara de arroz reciclados una resistencia a la compresión de 307.00 kg/cm² y de lo cual podemos concluir que la resistencia a la compresión de los adoquines de concreto con polvillo de acero y de cascara de arroz reciclados de mi investigación se encuentra por debajo de las probetas de concreto con adición ceniza de cascarilla de arroz, pero cabe resaltar que el motivo de la misma es buscar la sostenibilidad, la cual ayuda al medio ambiente buscando utilizar materiales ceniza de cascarilla de arroz y también buscar una mejor trabajabilidad con los adoquines de concreto con polvillo de acero y de cascara de arroz reciclados.

4.1.2. Discusión del objetivo específico 2

Según Angarita & Lizarazo (2018) en su tesis Análisis del comportamiento mecánico de adoquines de concreto con adición de fibra de acero de llantas recicladas, donde su principal objetivo fue evaluar mecánicamente adoquines de concreto reforzados con fibra de acero reciclada de neumático, en la cual se busca identificar el aumento o disminución de la resistencia a la abrasión de los adoquines de concreto al adicionar fibras de acero. La metodología seguida para este proyecto es de tipo experimental, dado que se está evaluando en los adoquines de concreto la evolución de las diferentes propiedades. El tipo de adoquín diseñado es rectangular no biselado con dimensiones de 20 cm x 10 cm x 8 cm, estas medidas son tomadas ya que el adoquín fabricado es para tráfico pesado. Los resultados de los ensayos a la resistencia al desgaste fueron; con 0% de adición de fibra de acero fue 16.2%, con 0.02% de adición de fibra de acero fue 14.86%, con 0.05% de adición de fibra de acero fue 14.24% y con 0.09% de adición de fibra de acero fue 12.69%, se concluye que los resultados de los ensayos a la resistencia al desgaste disminuyeron a medida que aumentaba el volumen por adición de fibra de acero de llanta reciclada.

En comparación con mi investigación de la prueba de abrasión realizada a los adoquines se obtuvo; a los 7 días el diseño patrón obtuvo un 26%, el diseño con 2.5 P.A. + 2.5 C.A obtuvo un 24% y el diseño con 5 P.A. + 5 C.A obtuvo un 21%; a los 14 días el diseño patrón obtuvo un 24%, el diseño con 2.5 P.A. + 2.5 C.A obtuvo un 22% y el diseño con 5 P.A. + 5 C.A obtuvo un 19% y por último a los 28 días el diseño patrón obtuvo un 22%, el diseño con 2.5 P.A. + 2.5 C.A obtuvo un 20% y el diseño con 5 P.A. + 5 C.A obtuvo un 17%; también vemos que el desgaste disminuyó a medida que aumentaba el volumen por adición de polvillo de acero y cascara de arroz, pero si puedo concluir que la fibra de acero tiene mayor resistencia a la prueba de desgaste que el polvillo de acero y cascara de arroz

4.1.3. Discusión del objetivo específico 3

De acuerdo con Cabrera, L. (2014) en su tesis “Comparación de La Resistencia de Adoquines de Concreto y otros Elaborados con vidrio reciclado, Cajamarca, 2014, tiene como objetivo estudiar la influencia del vidrio molido sobre la resistencia y absorción de adoquines de concreto. Se utiliza la norma NTP 399.604 “Unidades de Albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto” y NTP 399.611 “Unidades de Albañilería. Adoquines de concreto para pavimentos. Requisitos”. El vidrio es empleado para el reemplazo parcial del agregado grueso tradicional del concreto. En lo referente al % de absorción promedio de los adoquines fabricados sin vidrio son 4.46% (muestra sin vidrio), 3.92% (muestra tipo A) y 4.59% (muestra tipo B), con lo que se cumple lo establecido en la norma NTP 399.611.

En el caso de adoquines con porcentaje de vidrio los valores del % de absorción promedio son 4.14% (5% de vidrio), 3.40% (10% de vidrio), 3.78% (15% de vidrio), 4.07% (25% de vidrio) y 3.78% (50% de vidrio), con lo que se cumpliría también lo establecido en la norma NTP 399.611 donde el máximo % de absorción es 7.5 % para adoquines de tipo II de tráfico vehicular ligero.

En comparación con mi investigación de la prueba de absorción realizada a los adoquines se obtuvo los siguientes promedios de los especímenes analizados; a los 7 días el diseño patrón obtuvo un 20.08%, el diseño con 2.5 P.A. + 2.5 C.A obtuvo un 13.44% y el diseño con 5 P.A. + 5 C.A obtuvo un 8.58%; a los 14 días el diseño patrón obtuvo un 22.53%, el diseño con 2.5 P.A. + 2.5 C.A obtuvo un 15.34% y el diseño con 5 P.A. + 5 C.A obtuvo un 10.93% y por último a los 28 días el diseño patrón obtuvo un 22.15%, el diseño con 2.5 P.A. + 2.5 C.A obtuvo un 13.86% y el diseño con 5 P.A. + 5 C.A obtuvo un 9.48%; también podemos observar que la % de absorción en nuestros adoquines es mucho mayor al

adoquín con adición de vidrio por lo tanto podemos concluir que la adición de vidrio reciclado produce una mayor impermeabilización que el polvillo de acero y cascara de arroz

4.2. Conclusión

4.2.1. Conclusión del objetivo específico 1

De los resultados obtenidos mediante la prueba ANOVA y la prueba de Tukey podemos concluir estadísticamente que existe evidencia suficiente para afirmar con un nivel de significancia del 5% que al añadir el 5% de polvillo de acero reciclado y cascara de arroz aumenta significativamente la resistencia a la compresión por unidad de adoquines de concreto Lima-2020 con respecto al diseño patrón, mientras que en el porcentaje del 2,5% no podemos afirmar el aumento de la media sea significativa con respecto al diseño patrón.

Por lo tanto los mejores porcentajes de reemplazo en adoquines son los del 5% de polvo de acero y el 5% de polvillo de cascara de arroz se encontraron en el rango de 10 a 30% debido a que presentan mejores resultados en la resistencia a la compresión.

La granulometría de los agregados obtenida cumple con los parámetros establecidos por la norma NTP 400.012, por ende, pueden ser utilizados en la fabricación de adoquines. Luego se elaboraron adoquines de concreto adicionando el 5% de polvo de acero y el 5% de polvillo de cascara de arroz empleando los requerimientos mínimos de la Norma Técnica Peruana (NTP) 399.611, para luego ser sometidos a la resistencia a la compresión. Los adoquines con el 5% de polvo de acero y el 5% de polvillo de cascara de arroz presentó una resistencia a la compresión de 280.25 kg/cm² a los 28 días y a partir de esto se determinó que si el porcentaje de adición aumenta la resistencia aumenta paulatinamente.

4.2.2. Conclusión del objetivo específico 2

De la prueba de abrasión realizada a los adoquines se obtuvo; a los 7 días el diseño patrón obtuvo un 26%, el diseño con 2.5 P.A. + 2.5 C.A obtuvo un 24% y el diseño con 5 P.A. + 5 C.A obtuvo un 21%; a los 14 días el diseño patrón obtuvo un 24%, el diseño con 2.5 P.A. + 2.5 C.A obtuvo un 22% y el diseño con 5 P.A. + 5 C.A obtuvo un 19% y por último a los 28 días el diseño patrón obtuvo un 22%, el diseño con 2.5 P.A. + 2.5 C.A obtuvo un 20% y el diseño con 5 P.A. + 5 C.A obtuvo un 17%;

De los resultados obtenidos de la prueba de Tukey podemos observar que los valores sig. de la prueba son iguales a 0.006, 0.001 y 0.000 y estos valores son menores al valor de significancia asumido de 0.05, por tanto, según la regla de decisión podemos concluir que existen diferencias significativas de las medias del % de abrasión entre todos los diseños y para cada edad de curado.

Ahora bien, también podemos observar en el cuadro de resultados que, al comparar el diseño patrón frente a los otros dos diseños experimentales en cada edad de curado, notamos que en la columna diferencia de medias (I-J) tenemos valores positivos 2 y 5, lo cual indica que la media del % de abrasión del diseño patrón es significativamente mayor que los diseños, pero la del diseño con el 5% de PA y 5% de CA es significativamente menor, de esta manera podemos concluir que si existe un efecto significativo del porcentaje de polvillo de acero reciclado y de cascara de arroz en la resistencia a la abrasión de los adoquines de concreto Lima 2020 con respecto al diseño patrón, siendo el diseño con el 5% de PA y 5% de CA la que tiene un menor desgaste significativo.

4.2.3. Conclusión del objetivo específico 3

De la prueba de absorción realizada a los adoquines se obtuvo los siguientes promedios de los especímenes analizados; a los 7 días el diseño patrón obtuvo un 20.08%, el diseño con

2.5 P.A. + 2.5 C.A obtuvo un 13.44% y el diseño con 5 P.A. + 5 C.A obtuvo un 8.58%; a los 14 días el diseño patrón obtuvo un 22.53%, el diseño con 2.5 P.A. + 2.5 C.A obtuvo un 15.34% y el diseño con 5 P.A. + 5 C.A obtuvo un 10.93% y por último a los 28 días el diseño patrón obtuvo un 22.15%, el diseño con 2.5 P.A. + 2.5 C.A obtuvo un 13.86% y el diseño con 5 P.A. + 5 C.A obtuvo un 9.48%;

De los resultados de la prueba de T3 de Dunnett podemos observar que los valores sig. de la prueba son iguales a 0.005, 0.004 y 0.000 y estos valores son menores al valor de significancia asumido de 0.05, por tanto, según la regla de decisión podemos concluir que existen diferencias significativas de las medias del % de absorción entre todos los diseños y para la edad de 14 días de curado.

Ahora bien, también podemos observar en el cuadro de resultados que, al comparar el diseño patrón frente a los otros dos diseños experimentales a la edad de 14 días de curado, notamos que en la columna diferencia de medias (I-J) tenemos valores positivos, lo cual indica que la media del % de absorción del diseño patrón es significativamente mayor que los otros dos diseños, de esta manera podemos concluir que si existe un efecto significativo del porcentaje de polvillo de acero reciclado y de cascara de arroz en el porcentaje de absorción de los adoquines de concreto Lima 2020 disminuyéndole significativamente con respecto al diseño patrón.

REFERENCIAS

- ANFALIT. (2002). Diagnóstico de la industria ladrillera . Bogotá: ANFALIT.
- Barrantes, J., & Holguin, R. (2015). Influencia del porcentaje de reemplazo de ceniza volante por cemento sobre la resistencia a la compresión y absorción en la fabricación de adoquines de tránsito liviano. Trujillo- Perú.
- Buzón, J. E. (2010). Fabricación de adoquines para uso en vías peatonales, usando cuesco de palma africana. Revista de la Facultad de Ingeniería.
- Contreras, K., & Peña, J. (2017). "Análisis de la resistencia a la compresión y permeabilidad en el concreto adicionando dosificaciones de cenizas volantes de carbón en la mezcla.". Universidad Privada Del Norte, Trujillo-Perú.
- Correa, J., Iral, R., & Rojas, L. (2006). Estudio de potencia de pruebas de homogeneidad de varianza . Medellín : Universidad Nacional de Colombia .
- EcuRed. (28 de Marzo de 2014). EcuRed. Obtenido de https://www.ecured.cu/Cemento_Portland
- Galicia Pérez, M. A., & Velásquez Curo, M. A. (2016). "Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de un concreto adicionado con ceniza de rastrojo de maíz elaborado con agregados de las canteras de Cunyac y Vicho con respecto a un concreto patrón de calidad $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ". Cusco - Perú.
- Giraldo, O. (2006). Dosificación de mezclas de hormigón. Medellín, Colombia .
- Gordejuela, I. (2004). Expansión por humedad de los productos cerámicos españoles. Madrid: Artículos Técnicos .
- López, J. (7 de Febrero de 2019). Economipedia. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/varianza.html>
- Lugo Mayor, J. D. (2014). Efecto de las cenizas volantes tratadas térmicamente como sustituto parcial del cemento en morteros. Santiago de Cali. Obtenido de https://bibliotecadigital.usb.edu.co/bitstream/10819/3123/1/Efecto_cenizas_volantes_lugo_20104.pdf
- Martínez Mayancela, C. R. (2016). Análisis comparativo de la resistencia a compresión entre un adoquin convencional y adoquines preparados con diferentes fibras: Sintética (polipropileno), orgánica (estopa de coco), inorgánica (vidrio). Ambato-Ecuador.

- Martinez, J. R. (2016). Análisis comparativo de la resistencia a compresión entre un adoquín convencional y adoquines preparados con diferentes fibras: sintética (polipropileno), orgánica (estopa de coco), inorgánica (vidrio). Ambato – Ecuador.
- Ma-tay Pinel, D. E. (2014). Valorización de cenizas de bagazo procedentes de honduras: Posibilidades de uso en matrices de cemento pórtland. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia-España.
- Montiel, J. (2017). Uso de agregados reciclados para la fabricación de adoquines que se pueden utilizar en la pavimentación de calles, avenidas y pasos peatonales. México.
- Mora, L. (11 de Noviembre de 2009). Tradingcenter. Obtenido de <https://tradingcenter.wordpress.com/2009/11/11/que-es-la-desviacion-estandar-y-como-interpretarla-1/>
- NTP 339.088. (2006). Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento portland. Lima : INDECOPI.
- NTP 339.185. (2013). Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. Lima: INDECOPI.
- NTP 399.604. (2002). Unidades de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto. Lima: INDECOPI.
- NTP 399.611. (2015). Unidades de albañilería. Adoquines de concreto para pavimentos. Requisitos. Lima: INDECOPI.
- NTP 400.012. (2013). Agregados. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. Lima: INDECOPI.
- NTP 400.017. (2011). Agregados. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. Lima: INDECOPI.
- NTP 400.021. (2013). Agregados. Método de ensayo normalizado. Lima: INDECOPI.
- NTP 400.022. (2013). Agregados. Método de ensayo normalizado para la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Lima: INDECOPI.
- Orrala Yagual , F. A., & Gómez Suárez , F. G. (2015). Estudio de la resistencia a la compresión del hormigón con adición de puzolana obtenida de la calcinación de residuos del cultivo de maíz producido en la provincia de Santa Elena. La Libertad, Ecuador.

PAVITEX. (30 de Marzo de 2016). PAVITEX - Pavimento Texturado Decorativo .

Obtenido de <http://www.pavitex.cl/las-ventajas-los-adoquines-concreto/>

Salgado, D. (12 de Diciembre de 2018). Obtenido de

http://www.estadisticacondago.com/images/estadistica_inferencial/pruebas%20de%20normalidad.pdf

Salgado, D. (12 de Diciembre de 2018). Estadística con Dago. Obtenido de

http://www.estadisticacondago.com/images/estadistica_inferencial/pruebas%20de%20normalidad.pdf

Salguero Caicedo , V. V. (2013). Adoquines modificados con fibra de polipropileno para el uso en vias de la ciudad de Quito. Universidad Central Del Ecuador, QUITO.

Sánchez. (2015). T-Student. Usos y abusos. Revista Mexicana de cardiología , 59-61.

Tello Arellano, A. A. (2014). "Utilización de los desechos de la madera en el diseño de accesorios del vestuario femenino". Ambato - Ecuador.

Torre, A. (2004). Curso basico de tecnología del concreto . Lima : Universidad Nacional de Ingeniería .

Tovar, M. (2008). Modos de transporte y su desarrollo . Escuela Superior De Ingeniería y Arquitectura , México.

Triantafilo, G. (2015). Propuesta de ahorro de energía eléctrica para la empresa ladrillera Ceramic Plus SRL. Cochabamba.

UMACON. (16 de Febrero de 2017). UMACON. Obtenido de

<http://www.umacon.com/noticia.php/es/diferencias-entre-cemento-concreto-hormigon-y-hormigon-armado/430>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia.

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO : “ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, ABRASIÓN Y ABSORCIÓN DE HUMEDAD DE ADOQUINES DE CONCRETO TRADICIONAL CON ADICIÓN DE POLVILLO RECICLADO DE ACERO Y CENIZAS RECICLADAS DE CÁSCARA DE ARROZ, LIMA 2020”

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN
<p>Problema General: ¿De qué manera influye la adición del polvillo de acero y de cascara de arroz reciclados en la resistencia a la compresión, abrasión y absorción de humedad de adoquines de concreto tradicional Lima–2020?</p>	<p>Objetivo General: Determinar de qué manera influye el polvillo de acero y de cascara de arroz reciclados en la resistencia a la compresión, abrasión y absorción de humedad de adoquines de concreto tradicional Lima–2020.</p>	<p>La adición del polvillo de acero y de cascara de arroz reciclado influye positivamente en la resistencia a la compresión de adoquines de concreto.</p>	<p>Polvillo de acero y de cascara de arroz.</p>	<p>% de polvillo de acero y de cascara de arroz que se agrega a la mezcla</p>	<p>Investigación cuasi experimental</p> <p>tipo aplicada</p>
<p>Problema Específico: ¿Cómo influye la adición de polvillo de acero reciclado y de cascara de arroz en la resistencia a la compresión en adoquines de concreto?</p>	<p>Objetivos específicos Calcular como influye la adición de polvillo de acero reciclado y de cascara de arroz en la resistencia a la compresión en adoquines de concreto.</p>	<p>La adición del polvillo de acero y de cascara de arroz reciclado incrementa la resistencia a la compresión en adoquines de concreto.</p>	<p>Resistencia a la compresión para adoquines de concreto.</p>	<p>Resistencia a la compresión para adoquines de concreto utilizando diferentes % de polvillo de acero y de cascara de arroz</p>	<p>Instrumentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fichas de observación - Documentación, base datos de desastres naturales <p>Técnicas</p>

<p>¿En qué medida influye la adición de polvillo de acero reciclado y de cascara de arroz en la abrasión de adoquines de concreto?</p>	<p>Evaluar en qué medida influye la adición del polvillo de acero reciclado y de cascara de arroz en la abrasión de adoquines de concreto.</p>	<p>La adición del polvillo de acero y de cascara de arroz reciclado contribuye a disminuir la abrasión de adoquines de concreto.</p>	<p>Abrasión en adoquines de concreto.</p>	<p>Resistencia a la abrasión en adoquines de concreto utilizando diferentes % de polvillo de acero y de cascara de arroz.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - La observación directa. - Análisis de materiales. - Fórmulas - Diseño de mezclas - Ensayos
<p>¿Cuál la influencia de la adición del polvillo de acero reciclado y de cascara de arroz en la absorción de humedad en adoquines de concreto?</p>	<p>Cuantificar cual es la influencia de la adición del polvillo de acero reciclado y de cascara de arroz en la absorción de humedad de adoquines de concreto.</p>	<p>La adición del polvillo de acero y de cascara de arroz reciclado disminuye la absorción de humedad en adoquines de concreto.</p>	<p>Absorción de humedad.</p>	<p>Absorción de humedad en adoquines de concreto utilizando diferentes % de polvillo de acero y de cascara de arroz.</p>	

Anexo 2. Ficha de resistencia a la compresión.

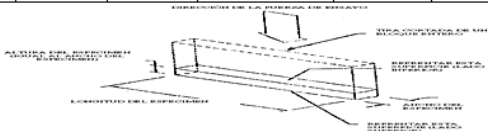

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA												
PROYECTO : INFLUENCIA DEL PÓLVILLO DE ACERO Y DE CASCARA DE ARROZ REICLADOS EN LA RESISTENCIA A COMPRESION POR UNIDAD Y PILA PARA ADQUINES DE CONCRETO LIMA -2020. SOLICITANTE : IVAN MICHEL RISCO DIAZ UBICACIÓN : INSTALACIONES DEL LABORATORIO MATESTLAB SAC									REGISTRO N°: MTL20-TS-31		REALIZADO POR: J. Cueto REVISADO POR: H. Flores FECHA DE ENSAYO: 09/10/2020 TURNO: Diurno	
Tipo de muestra : Unidades de Albañilería Presentación : Bloque macizo Resistencia de diseño (F'm) : 280 kg/cm ²												
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C140 / NTP 399.604												
IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (dias)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	h/t*	Factor de Corrección	FUERZA MÁXIMA (kg)	ÁREA BRUTA (cm ²)	ESFUERZO F'b	% F'o
PATRON	02/10/2020	09/10/2020	7	10.00	20.00	8.00	NA	N.A.	47250.0	200.0	236 kg/cm ²	84.4%
PATRON	02/10/2020	09/10/2020	7	10.00	20.00	8.00	NA	N.A.	47320.0	200.0	237 kg/cm ²	84.5%
2,5 P.A - 2,5 C.A	02/10/2020	09/10/2020	7	10.00	20.00	8.00	NA	N.A.	48579.0	200.0	243 kg/cm ²	86.7%
2,5 P.A - 2,5 C.A	02/10/2020	09/10/2020	7	10.00	20.00	8.00	NA	N.A.	48370.0	200.0	242 kg/cm ²	86.4%
5 P.A - 5 C.A	02/10/2020	09/10/2020	7	10.00	20.00	8.00	NA	N.A.	45500.0	200.0	228 kg/cm ²	81.3%
5 P.A - 5 C.A	02/10/2020	09/10/2020	7	10.00	20.00	8.00	NA	N.A.	45580.0	200.0	228 kg/cm ²	81.4%
												
OBSERVACIONES: * Muestras realizadas en el laboratorio de MATESTLAB SAC * Los insumos para la elaboración de los bloques fueron provistos por el solicitante y ensayados en el laboratorio de MATESTLAB SAC * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MATESTLAB SAC												
MATESTLAB SAC												
TECNICO LEM			JEFE LEM				COC - LEM					
Nombre y firma:			Nombre y firma:				Nombre y firma:					
							 Hans E. Ramos Chamorro INGENIERO CIVIL N° Reg. 193632					

Figura 58: Resistencia a la compresión por bloque de concreto a los 7 días de curado ASTM 140/NTP 399.604

Fuente: Resultados laboratorio.

Anexo 3. Ficha de resistencia al desgaste por abrasión.


DESGASTE POR ABRASIÓN ASTM C131/C131M-14			
PROYECTO	: INFLUENCIA DEL POLVILLO DE ACERO Y DE CASCARA DE ARROZ RECICLADOS EN LA RESISTENCIA A COMPRESION POR UNIDAD Y PILA PARA ADOQUINES DE CONCRETO LIMA -2020.	REGISTRO N°:	MTL20-TS-31
SOLICITANTE	: IVAN MICHEL RISCO DIAZ	REALIZADO POR	: J. Escobedo
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR	: H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE ENSAYO	: 09/02/2022
FECHA DE EMISION	: 09/02/2022	TURNO	: Diurno
Tipo de muestra	: Unidades de Albañilería / 7 días de curado		
Presentación	: Bloque macizo		
F _c de diseño	: 280 kg/cm ²		
DATOS DE DISEÑO PATRON		DATOS DE DISEÑO 2.5 P.A - 2.5 C.A	
PI	P500	ABRASION	
9450.2	6949.6	26	
DETALLE		RESULTADO	
Abrasión		26%	
DATOS DE DISEÑO 5 P.A - 5 C.A		DETALLE	
PI	P500	ABRASION	
9688.1	7636.7	21	
DETALLE		RESULTADO	
Abrasión		21%	
OBSERVACIONES:			
* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MATESTLAB SAC.			
* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.			
MATESTLAB SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	DOC - LEM
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:		A:
			 EDGAR ALAN RISCO BARALES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 21596K

Figura 61: Resistencia al desgaste por abrasión del bloque de concreto a los 7 días de curado ASTM 140/NTP 399.604

Fuente: Resultados laboratorio.

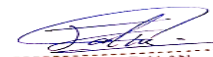
DESGASTE POR ABRASIÓN ASTM C131/C131M-14			
PROYECTO	: INFLUENCIA DEL POLVILLO DE ACERO Y DE CASCARA DE ARROZ RECICLADOS EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN POR UNIDAD Y PILA PARA ADOQUINES DE CONCRETO LIMA -2020.	REGISTRO N°:	MTL20-TS-31
SOLICITANTE	: IVAN MICHEL RISCO DIAZ	REALIZADO POR	: J. Escobedo
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR	: H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE ENSAYO	: 16/02/2022
FECHA DE EMISIÓN	: 16/02/2022	TURNO	: Diurno
Tipo de muestra	: Unidades de Albañilería / 14 días de curado		
Presentación	: Bloque macizo		
F'c de diseño	: 280 kg/cm ²		
DATOS DE DISEÑO PATRON		DATOS DE DISEÑO 2,5 P.A - 2,5 C.A	
PI	P500	ABRASION	
9470.8	7243.4	24	
DETALLE		RESULTADO	
Abrasión		24%	
DATOS DE DISEÑO 5 P.A - 5 C.A		DATOS DE DISEÑO 2,5 P.A - 2,5 C.A	
PI	P500	ABRASION	
9745.7	7858.2	19	
DETALLE		RESULTADO	
Abrasión		19%	
OBSERVACIONES:			
* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MATESTLAB SAC.			
* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.			
MATESTLAB SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:		A:
		 EDGAR ALAN RISCO BARDALES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 21596E	

Figura 62: Resistencia al desgaste por abrasión del bloque de concreto a los 14 días de curado ASTM 140/NTP 399.604
Fuente: Resultados laboratorio.

**DESGASTE POR ABRASIÓN ASTM
C131/C131M-14**

PROYECTO	: INFLUENCIA DEL POLVILLO DE ACERO Y DE CASCARA DE ARROZ RECICLADOS EN LA RESISTENCIA A COMPRESION POR UNIDAD Y PILA PARA ADOQUINES DE CONCRETO LIMA -2020.	REGISTRO N°:	MTL20-TS-31
SOLICITANTE	: IVAN MICHEL RISCO DIAZ	REALIZADO POR	: J. Escobedo
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR	: H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE ENSAYO	: 02/03/2022
FECHA DE EMISIÓN	: 02/03/2022	TURNO	: Diurno

Tipo de muestra	: Unidades de Albañilería / 28 días de curado
Presentación	: Bloque macizo
F'c de diseño	: 280 kg/cm ²

DATOS DE DISEÑO PATRON

PI	P500	ABRASION
9482.5	7369.5	22

DETALLE	RESULTADO
Abrasión	22%

DATOS DE DISEÑO 2,5 P.A - 2,5 C.A

PI	P500	ABRASION
9596.3	7689.33	20

DETALLE	RESULTADO
Abrasión	20%

DATOS DE DISEÑO 5 P.A - 5 C.A

PI	P500	ABRASION
9790.1	8148.2	17

DETALLE	RESULTADO
Abrasión	17%

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MATESTLAB SAC.
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.

MATESTLAB SAC


TECNICO LEM		JEFE LEM		CQC - LEM	
Nombre y firma:	D:	Nombre y firma:	D:	Nombre y firma:	D:
	M:		M:	 EDGAR ALAN RISCO BARDALES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 21596E	M:
	A:		A:		A:

Figura 63: Resistencia al desgaste por abrasión del bloque de concreto a los 28 días de curado ASTM 140/NTP 399.604

Fuente: Resultados laboratorio.

Anexo 4. Ficha de prueba de porcentaje de absorción.

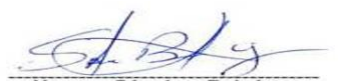
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DENSIDAD, ABSORCIÓN Y VACÍOS EN CONCRETO ENDURECIDO NORMA ASTM C 642									
PROYECTO : INFLUENCIA DEL POLVILLO DE ACERO Y DE CASCARA DE ARROZ RECICLADOS EN LA RESISTENCIA A COMPRESION POR UNIDAD Y PILA PARA ADOQUINES DE CONCRETO LIMA -2020.						REGISTRO N°: MTL20-TS-31			
SOLICITANTE : IVAN MICHEL RISCO DIAZ						REALIZADO POR: J. Cueto			
UBICACIÓN : INSTALACIONES DEL LABORATORIO MATESTLAB SAC						REVISADO POR: H. Flores			
						FECHA DE ENSAYO: 09/02/2022			
						TURNO: Diurno			
Tipo de muestra : Unidades de Albañilería Presentación : Bloque macizo Resistencia de diseño (F'm : 280 kg/cm ²									
DENSIDAD, ABSORCIÓN Y VACÍOS EN CONCRETO ENDURECIDO NORMA ASTM C 642 / NTP 339.187									
IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	MASA DE ESPECIMEN SECO N°1	MASA DE ESPECIMEN SATURADO N°2	% ABSORCION
PATRON	02/02/2022	09/02/2022	7	10.00	20.00	8.00	3120.1	3680.4	17.96
PATRON	02/02/2022	09/02/2022	7	10.00	20.00	8.00	3186.4	3789.5	18.93
PATRON	02/02/2022	09/02/2022	7	10.00	20.00	8.00	3145.4	3850.4	22.41
PATRON	02/02/2022	09/02/2022	7	10.00	20.00	8.00	3132.0	3789.6	21.00
2,5 P.A - 2,5 C.A	03/02/2022	10/02/2022	7	10.00	20.00	8.00	3247.5	3678.0	13.26
2,5 P.A - 2,5 C.A	03/02/2022	10/02/2022	7	10.00	20.00	8.00	3259.4	3748.5	15.01
2,5 P.A - 2,5 C.A	03/02/2022	10/02/2022	7	10.00	20.00	8.00	3289.4	3689.4	12.16
2,5 P.A - 2,5 C.A	03/02/2022	10/02/2022	7	10.00	20.00	8.00	3245.6	3678.1	13.33
5 P.A - 5 C.A	04/02/2022	11/02/2022	7	10.00	20.00	8.00	3345.8	3612.1	7.96
5 P.A - 5 C.A	04/02/2022	11/02/2022	7	10.00	20.00	8.00	3356.8	3625.4	8.00
5 P.A - 5 C.A	04/02/2022	11/02/2022	7	10.00	20.00	8.00	3389.4	3678.4	8.53
5 P.A - 5 C.A	04/02/2022	11/02/2022	7	10.00	20.00	8.00	3378.6	3710.9	9.84
OBSERVACIONES:									
* Muestras realizadas en el laboratorio de MATESTLAB SAC									
* Los insumos para la elaboración de los bloques fueron provistos por el solicitante y ensayados en el laboratorio de MATESTLAB SAC									
* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MATESTLAB SAC									
MATESTLAB SAC									
TECNICO LEM			JEFE LEM			CQC - LEM			
Nombre y firma:			Nombre y firma:			 Yovany Sánchez Balcázar INGENIERO CIVIL CIP. 108235			

Figura 64: Resultado de prueba de porcentaje de absorción del bloque de concreto a los 7 días de curado ASTM 140/NTP 399.604
Fuente: Resultados laboratorio.


MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DENSIDAD, ABSORCIÓN Y VACÍOS EN CONCRETO ENDURECIDO NORMA ASTM C 642									
PROYECTO	: INFLUENCIA DEL POLVILLO DE ACERO Y DE CASCARA DE ARROZ RECICLADOS EN LA RESISTENCIA A COMPRESION POR UNIDAD Y PILA PARA ADOQUINES DE CONCRETO LIMA -2020.						REGISTRO N°: MTL20-TS-31		
SOLICITANTE	: IVAN MICHEL RISCO DIAZ						REALIZADO POR: J. Cueto		
UBICACIÓN	: INSTALACIONES DEL LABORATORIO MATESTLAB SAC						REVISADO POR: H. Flores		
							FECHA DE ENSAYO: 16/02/2022		
							TURNO: Diurno		
Tipo de muestra : Unidades de Albañilería									
Presentación : Bloque macizo									
Resistencia de diseño (F'm): 280 kg/cm ²									
DENSIDAD, ABSORCIÓN Y VACÍOS EN CONCRETO ENDURECIDO NORMA ASTM C 642 / NTP 339.187									
IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	MASA DE ESPECIMEN SECO N°1	MASA DE ESPECIMEN SATURADO N°2	% ABSORCION
PATRON	02/02/2022	16/02/2022	14	10.00	20.00	8.00	3189.2	3848.4	20.67
PATRON	02/02/2022	16/02/2022	14	10.00	20.00	8.00	3196.2	3879.5	21.38
PATRON	02/02/2022	16/02/2022	14	10.00	20.00	8.00	3178.9	3947.5	24.18
PATRON	02/02/2022	16/02/2022	14	10.00	20.00	8.00	3199.5	3963.5	23.88
2,5 P.A - 2,5 C.A	03/02/2022	17/02/2022	14	10.00	20.00	8.00	3310.5	3845.1	16.15
2,5 P.A - 2,5 C.A	03/02/2022	17/02/2022	14	10.00	20.00	8.00	3378.2	3885.5	15.02
2,5 P.A - 2,5 C.A	03/02/2022	17/02/2022	14	10.00	20.00	8.00	3356.2	3878.6	15.57
2,5 P.A - 2,5 C.A	03/02/2022	17/02/2022	14	10.00	20.00	8.00	3399.4	3896.1	14.61
5 P.A - 5 C.A	04/02/2022	18/02/2022	14	10.00	20.00	8.00	3458.4	3895.4	12.64
5 P.A - 5 C.A	04/02/2022	18/02/2022	14	10.00	20.00	8.00	3496.5	3845.5	9.98
5 P.A - 5 C.A	04/02/2022	18/02/2022	14	10.00	20.00	8.00	3478.1	3836.9	10.32
5 P.A - 5 C.A	04/02/2022	18/02/2022	14	10.00	20.00	8.00	3489.5	3866.1	10.79
OBSERVACIONES:									
* Muestras realizadas en el laboratorio de MATESTLAB SAC									
* Los insumos para la elaboración de los bloques fueron provistos por el solicitante y ensayados en el laboratorio de MATESTLAB SAC									
* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MATESTLAB SAC									
MATESTLAB SAC									
TECNICO LEM			JEFE LEM				CQC - LEM		
Nombre y firma:			Nombre y firma:				Nombre y firma:		
							 Yovany Sánchez Balcázar INGENIERO CIVIL CIP. 108235		

Figura 65: Resultado de prueba de porcentaje de absorción del bloque de concreto a los 14 días de curado ASTM 140/NTP 399.604
Fuente: Resultados laboratorio.


MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DENSIDAD, ABSORCIÓN Y VACÍOS EN CONCRETO ENDURECIDO NORMA ASTM C 642										
PROYECTO	: INFLUENCIA DEL POLVILLO DE ACERO Y DE CASCARA DE ARROZ RECICLADOS EN LA RESISTENCIA A COMPRESION POR UNIDAD Y PILA PARA ADOQUINES DE CONCRETO LIMA -2020.						REGISTRO N°:			MTL20-TS-31
SOLICITANTE	: IVAN MICHEL RISCO DIAZ						REALIZADO POR:		J. Cueto	
UBICACIÓN	: INSTALACIONES DEL LABORATORIO MATESTLAB SAC						REVISADO POR:		H. Flores	
							FECHA DE ENSAYO:		02/03/2022	
							TURNO:		Diurno	
Tipo de muestra	: Unidades de Albañilería									
Presentación	: Bloque macizo									
Resistencia de diseño (F'm)	: 280 kg/cm ²									
DENSIDAD, ABSORCIÓN Y VACÍOS EN CONCRETO ENDURECIDO NORMA ASTM C 642 / NTP 339.187										
IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	MASA DE ESPECIMEN SECO N°1	MASA DE ESPECIMEN SATURADO N°2	% ABSORCION	
PATRON	02/02/2022	02/03/2022	28	10.00	20.00	8.00	3210.5	3859.2	20.21	
PATRON	02/02/2022	02/03/2022	28	10.00	20.00	8.00	3236.4	3945.2	21.90	
PATRON	02/02/2022	02/03/2022	28	10.00	20.00	8.00	3217.8	3989.6	23.99	
PATRON	02/02/2022	02/03/2022	28	10.00	20.00	8.00	3248.1	3978.4	22.48	
2,5 P.A - 2,5 C.A	03/02/2022	03/03/2022	28	10.00	20.00	8.00	3349.8	3812.2	13.80	
2,5 P.A - 2,5 C.A	03/02/2022	03/03/2022	28	10.00	20.00	8.00	3382.4	3845.5	13.69	
2,5 P.A - 2,5 C.A	03/02/2022	03/03/2022	28	10.00	20.00	8.00	3365.7	3881.2	15.32	
2,5 P.A - 2,5 C.A	03/02/2022	03/03/2022	28	10.00	20.00	8.00	3385.0	3812.4	12.63	
5 P.A - 5 C.A	04/02/2022	04/03/2022	28	10.00	20.00	8.00	3512.2	3845.2	9.48	
5 P.A - 5 C.A	04/02/2022	04/03/2022	28	10.00	20.00	8.00	3523.4	3849.6	9.26	
5 P.A - 5 C.A	04/02/2022	04/03/2022	28	10.00	20.00	8.00	3569.2	3879.4	8.69	
5 P.A - 5 C.A	04/02/2022	04/03/2022	28	10.00	20.00	8.00	3526.5	3896.1	10.48	
OBSERVACIONES:										
* Muestras realizadas en el laboratorio de MATESTLAB SAC										
* Los insumos para la elaboración de los bloques fueron provistos por el solicitante y ensayados en el laboratorio de MATESTLAB SAC										
* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MATESTLAB SAC										
MATESTLAB SAC										
TECNICO LEM			JEFE LEM				CQC - LEM			
Nombre y firma:			Nombre y firma:				Nombre y firma:			
							 Yovany Sánchez Balcázar INGENIERO CIVIL CIP. 108235			

Figura 66: Resultado de prueba de porcentaje de absorción del bloque de concreto a los 28 días de curado ASTM 140/NTP 399.604
Fuente: Resultados laboratorio.



Figura 36: Peso de agregado grueso (piedra chancada) para preparación de mezcla
Fuente: Elaboración propia.



Figura 37: llenado del recipiente (mezcla) para luego pesarla.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 38: llenado de arena en una muestra para luego compararlo
Fuente: Elaboración propia.



Figura 39: llenado de polvo el recipiente y su peso para su calculo respectivo
Fuente: Elaboración propia.



Figura 40: Ensayo del cono de Abrams
Fuente: Elaboración propia.

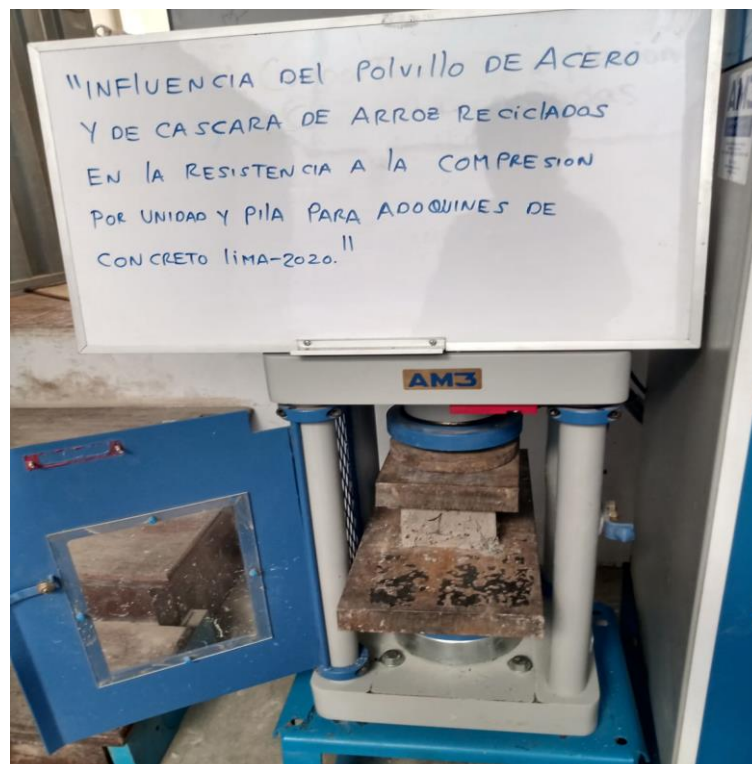


Figura 41: Ensayo de la compresión de bloque de concreto
Fuente: Elaboración propia.



Figura 42: Peso de la casca de arroz al 5% de influencia
Fuente: Elaboración propia.



Figura 43: Peso del polvillo de acero al 5% de influencia
Fuente: Elaboración propia.



Figura 44: Muestra del polvillo de acero y cascara de arroz en la mezcla
Fuente: Elaboración propia.



Figura 45: Peso exacto de la cascara de arroz para la mezcla
Fuente: Elaboración propia.



Figura 46: Peso exacto del polvillo de acero para la mezcla
Fuente: Elaboración propia.



Figura 47: Vaciado la mezcla en el molde para los adoquines de concreto
Fuente: Elaboración propia.



Figura 48: Muestra de los adoquines patrón al 2.5% y 5%
Fuente: Elaboración propia.



Figura 49: Muestra de los adoquines al 5% de influencia
Fuente: Elaboración propia.