



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Diseño de adoquines de concreto para pavimento tipo II con incorporación de cenizas de cascarilla de arroz, Lima - 2018.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTORES:

Jhon Charles Cabeza Cruz

Alan Jordan Morillo Baldeon

ASESORES:

Dra. María Ysabel García Álvarez.

Mg. Jaime Espinoza Sandoval.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial.

LIMA – PERÚ

2018

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	Código : F07-PP-PR-02.02
		Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 12 de 120

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a), **CABEZA CRUZ, JHON CHARLES**

Cuyo título es: **"DISEÑO DE ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTO TIPO II CON INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CASCARILLA DE ARROZ, LIMA-2018"**

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: **15 (número) QUINCE (letras)**.

Lima, San Juan de Lurigancho, 10 de Diciembre de 2018



Mgtr. Ing. RODRIGUEZ SOLIS CARMEN BEATRIZ
 PRESIDENTE



Mgtr. Ing. DELGADO ORTEGA HENRRY SAUL
 SECRETARIO



Mgtr. Ing. ESPINOZA SANDOVAL JAIME HEMAN
 VOCAL

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	Código : F07-PP-PR-02.02
		Versión : 09
		Fecha : 23-03-2018
		Página : 71 de 120

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a), **MORILLO BALDEON, ALAN JORDAN**
 Cuyo título es: **"DISEÑO DE ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTO TIPO II CON INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CASCARILLA DE ARROZ, LIMA-2018"**

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: **15 (número) QUINCE (letras).**

Lima, San Juan de Lurigancho, 10 de Diciembre de 2018



Mgtr. Ing. RODRIGUEZ SOLIS CARMEN BEATRIZ
 PRESIDENTE



Mgtr. Ing. DELGADO ORTEGA HENRRY SAUL
 SECRETARIO



Mgtr. Ing. ESPINOZA SANDOVAL JAIME HEMAN
 VOCAL

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

COMPROMISO DE HONOR

Conforme a la Resolución del Consejo Directivo No033-2016-SUNEDU/CD y el Reglamento del Registro Nacional de trabajos de investigación para optar grados académicos y títulos profesionales – RENATI del 06 de setiembre de 2016 en el que se establece que “los estudiantes desarrollarán el Proyecto de Investigación de forma individual o en pares para obtener el título profesional”. Acatando la normatividad vigente y teniendo en cuenta si alguno de los integrantes se retira, se inhabilita por exceso de faltas, o por incumplimiento a las normas que estipula la universidad *pierde todo el derecho a la propiedad intelectual del proyecto de investigación*. En consecuencia, se sostiene que el estudiante que se retira, por los motivos anteriormente expuestos no podrá utilizar el tema elegido de manera personal en otra ocasión y tendrá que repetir la correspondiente experiencia curricular, cediendo la autoría al otro integrante del equipo de investigación.

Por tal motivo (escribir los datos completos de los integrantes del grupo) realizamos el correspondiente compromiso de honor, superando diferencias y dificultades para permanecer unidos y culminar el proyecto de investigación en un Informe de Tesis en la siguiente experiencia curricular que es Desarrollo de Proyecto de Investigación, el cual será sustentado y defendido para la obtención del título profesional.

Como señal de conformidad, firmamos el correspondiente compromiso y estampamos nuestra huella digital.

San Juan de Lurigancho, 10 Diciembre de 2018.



Jhon Charles Cabeza Cruz

DNI 45940045



Alan Jordan Morillo Baldeon

DNI 73237515

DEDICATORIA

A las personas más importante de nuestra existencia, a nuestros padres y hermanos, ya que gracias a ellos hoy en día somos capaces de ver la vida de diferente manera, por la ayuda altruista que nos brindaron, y por las enseñanzas recibidas a través de sus consejos.

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios, ya que sin él las cosas buenas no pasarían, por darnos a la familia que tenemos, por permitirnos captar enseñanzas, por fortalecernos y no dejarnos caer ante los inconvenientes día a día. También agradecer a nuestros maestros por el conocimiento brindado de nuestra carrera y un agradecimiento en especial a la Dra. María Ysabel García Álvarez y al Mg. Jorge Escalante Contreras, ya que gracias a su apoyo y enseñanza es posible la realización de la presente tesis.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Alan Jordan Morillo Baldeon, identificado con el DNI: 73237515, indico que la presente tesis titulada como “Diseño de adoquines de concreto para pavimento tipo II con incorporación de cenizas de cascarilla de arroz, Lima – 2018”, declaro bajo juramento que la presente tesis es realizada bajo criterios, ideas, análisis y síntesis; en la cual es exclusivamente responsabilidad del autor cualquier falsedad u omisión de documentos que no se presente en ella.

Lima, diciembre del 2018



Morillo Baldeon, Alan Jordan
DNI: 73237515

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Jhon Charles Cabeza Cruz, identificado con el DNI: 45940045, indico que la presente tesis titulada como “Diseño de adoquines de concreto para pavimento tipo II con incorporación de cenizas de cascarilla de arroz, Lima – 2018”, declaro bajo juramento que la presente tesis es realizada bajo criterios, ideas, análisis y síntesis; en la cual es exclusivamente responsabilidad del autor cualquier falsedad u omisión de documentos que no se presente en ella.

Lima, diciembre del 2018



Cabeza Cruz, Jhon Charles.

DNI: 45940045

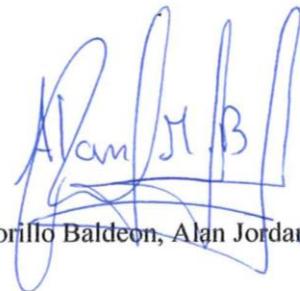
PRESENTACIÓN

Señores jurados

De acuerdo a las normas establecidas dentro de la universidad cesar vallejo y respetando el reglamento de grados y títulos, se presenta ante ustedes nuestra tesis titulada “Diseño de adoquines de concreto para pavimento tipo II con incorporación de cenizas de cascarilla de arroz, Lima – 2018”, en la que nos sometemos a su evaluación, esperando que se cumplan con todos los parámetros requeridos para su evaluación de acuerdo al reglamento de la presente universidad para optar el título profesional de Ingeniero Civil.



Cabeza Cruz, Jhon Charles



Morillo Baldeon, Alan Jordau

ÍNDICE GENERAL

ACTA DE APROBACIÓN DE TESIS	ii
COMPROMISO DE HONOR	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	vii
PRESENTACIÓN	ix
ÍNDICE GENERAL	x
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xv
ÍNDICE DE TABLAS	xvii
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	xix
RESUMEN	xx
ABSTRACT	xxi
I. INTRODUCCIÓN	22
1.1. Realidad problemática	22
1.2. Trabajo Previos	23
1.2.1. Antecedentes Internacionales	23
1.2.2. Antecedentes Nacionales	27
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	31
1.3.1. Variable Dependiente: Propiedades mecánicas de un adoquín de concreto... 31	
1.3.2. Variable Independiente: Incorporación de cenizas de cascarilla de arroz..... 40	
1.4. Formulación del problema	43
1.4.1. Problema General	43
1.4.2. Problemas Específicos	44
1.5. Justificación del estudio.....	44

1.5.1. Justificación Teórica	44
1.5.2. Justificación Práctica	45
1.5.3. Justificaciones Económica	45
1.6. Hipótesis	45
1.6.1. Hipótesis General.....	45
1.6.2. Hipótesis Específicas	45
1.7. Objetivos.....	46
1.7.1 Objetivos General	46
1.7.2. Objetivos Específicos	46
II. MÉTODO.....	47
2.1Diseño de la investigación	47
2.1.2. Tipo de investigación.....	47
2.1.3. Nivel de investigación	47
2.1.4 Diseño de la investigación	47
2.2. Variables, operacionalización	48
2.2.1. Variables	48
2.2.2. Operacionalización de las variables	49
2.3. Población y muestra.....	51
2.3.1. Población	51
2.3.2. Muestra	51
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	51
2.4.1. Técnicas	51
2.4.2. Instrumentos	51
2.4.3. Validez y confiabilidad.....	51
2.5. Métodos de análisis de datos.....	52
2.6. Procedimientos para la obtención de resultados	52
2.7. Aspectos éticos	54

III. RESULTADOS	56
3.1. Resistencia al Módulo de rotura (flexión)	56
3.2. Resistencia a la compresión	62
3.3. Porcentaje de absorción	68
3.4. Densidad o peso específico.....	74
3.5. Porcentaje de contenido de humedad.....	80
3.6. Variación dimensional	87
IV. DISCUCIONES	100
V. CONCLUSIONES	101
VI. RECOMENDACIONES	103
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFIAS	105

ÍNDICE DE ANEXOS.

Anexo 01 matriz de consistencia	109
Anexo 02 Fichas de juicio de expertos	110
Anexo 03 Fichas de juicio de expertos N° 01	111
Anexo 04 Fichas de juicio de expertos N° 02	112
Anexo 05 Fichas de juicio de expertos N° 03	113
Anexo 06: Ficha de Juicio de expertos N° 04	114
Anexo 07: Ensayo de laboratorio, contenido de humedad (AF)	115
Anexo 08: Ensayo de laboratorio, peso unitario suelto y compactado (AF).....	116
Anexo 09: Ensayo de laboratorio, porcentaje de absorción (AF).....	117
Anexo 10: Ensayo de laboratorio, análisis granulométrico (AF)	118
Anexo 11: Ficha de ensayo de granulometría y características del agregado	119
Anexo 12: Documento de procedencia de la Cascarilla de arroz	120
Anexo 13: Diseño de mezcla para el adoquín pag.01.....	121
Anexo 14: Diseño de mezcla para el adoquín pag.02.....	122
Anexo 15: Resistencia a la compresión de adoquines de concreto con incorporación 0% de CCA	123
Anexo 16: Resistencia a la compresión de adoquines de concreto con incorporación 5% de CCA	124
Anexo 17: Resistencia a la compresión de adoquines de concreto con incorporación 10% de CCA.....	125
Anexo 18: Resistencia a la compresión de adoquines de concreto con incorporación 15 % de CCA	126
Anexo 19: Porcentaje de absorción de adoquines de concreto con incorporación 0% de CCA	127
Anexo 20: Porcentaje de absorción de adoquines de concreto con incorporación 5% de CCA	128
Anexo 21: Porcentaje de absorción de adoquines de concreto con incorporación 10% de	

CCA.....	129
Anexo 22: Porcentaje de absorción de adoquines de concreto con incorporación 15 % de CCA.....	130
Anexo 23: Resistencia a la flexión de adoquines de concreto con incorporación 0% de CCA.....	131
Anexo 24: Resistencia a la flexión de adoquines de concreto con incorporación 5% de CCA.....	132
Anexo 25: Resistencia a la flexión de adoquines de concreto con incorporación 10% de CCA.....	133
Anexo 26: Resistencia a la flexión de adoquines de concreto con incorporación 15 % de CCA.....	134
Anexo 27: Peso seco, saturado y sumergido.....	135
Anexo 28: Ensayo del agregado fino.....	136
Anexo 29: Elaboración de la ceniza de la cascarilla de arroz.....	137
Anexo 30: Elaboración del adoquín de concreto.....	138
Anexo 31: Ensayo de variación dimensional.....	139
Anexo 32: Ensayo de compresión y módulo de rotura.....	140
Anexo 33: Ensayo de peso seco, saturado y sumergido.....	141

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Adoquines de concreto con adición de cenizas volantes.....	32
Figura 2. Hidratación del cemento portland	33
Figura 3. Ensayo de compresión de adoquines de concreto.....	36
Figura 4. Esquema de ensayo de módulo de rotura de un adoquín de concreto.....	37
Figura 5. Principales zonas de producción de cascarilla de arroz	42
Figura 6. Proceso de fabricación de estufa de aserrín.....	53
Figura 7. Curva granulométrica.....	54
Figura 8. Módulo de rotura para el adoquín al 0% de reemplazo de CCA	58
Figura 9 Módulo de rotura para el adoquín al 5% de reemplazo de CCA	59
Figura 10 Módulo de rotura para el adoquín al 10% de reemplazo de CCA	59
Figura 11 Módulo de rotura para el adoquín al 15% de reemplazo de CCA	60
Figura 12 Medias del ANOVA en el módulo de rotura	61
Figura 13 Resistencia a compresión para el adoquín al 0% de reemplazo de CCA.....	64
Figura 14 Resistencia a compresión para el adoquín al 5% de reemplazo de CCA.....	65
Figura 15 Resistencia a compresión para el adoquín al 10% de reemplazo de CCA... 65	
Figura 16 Resistencia a compresión para el adoquín al 15% de reemplazo de CCA.... 66	
Figura 17 Resistencia a compresión de las medias con reemplazo de CCA.....	67
Figura 18 Porcentaje de absorción para el adoquín al 0% de reemplazo de CCA.....	71
Figura 19 Porcentaje de absorción para el adoquín al 5% de reemplazo de CCA.....	71
Figura 20 Porcentaje de absorción para el adoquín al 10% de reemplazo de CCA	72
Figura 21 Porcentaje de absorción para el adoquín al 15% de reemplazo de CCA	72
Figura 22 Medias de los valores de porcentajes de absorción con reemplazo de CCA	74
Figura 23 Densidad del adoquín al 0% de reemplazo de CCA	77
Figura 24 Densidad del adoquín al 5% de reemplazo de CCA	77
Figura 25 Densidad del adoquín al 10% de reemplazo de CCA	78
Figura 26 Densidad del adoquín al 15% de reemplazo de CCA	78

Figura 27. Medias de los valores de la densidad con reemplazo de CCA.....	80
Figura 28. Porcentaje de contenido de humedad al 0% de reemplazo de CCA.....	83
Figura 29. Porcentaje de contenido de humedad al 5% de reemplazo de CCA.....	84
Figura 30. Porcentaje de contenido de humedad al 10% de reemplazo de CCA.....	84
Figura 31. Porcentaje de contenido de humedad al 15% de reemplazo de CCA.....	85
Figura 32. Medias de los valores del 0% de contenido de humedad con reemplazo de CCA	86
Figura 33. Variación dimensional (largo) al 0% de reemplazo de CCA.....	90
Figura 34. Variación dimensional (largo) al 5% de reemplazo de CCA.....	90
Figura 35. Variación dimensional (largo) al 10% de reemplazo de CCA.....	91
Figura 36. Variación dimensional (largo) al 15% de reemplazo de CCA.....	91
Figura 37. Variación dimensional (Ancho) al 0% de reemplazo de CCA.....	93
Figura 38. Variación dimensional (Ancho) al 5% de reemplazo de CCA.....	94
Figura 39. Variación dimensional (Ancho) al 15% de reemplazo de CCA.....	94
Figura 40. Variación dimensional (Espesor) al 0% de reemplazo de CCA.....	96
Figura 41. Variación dimensional (Espesor) al 5% de reemplazo de CCA.....	97
Figura 42. Variación dimensional (Espesor) al 10% de reemplazo de CCA.....	97
Figura 43. Variación dimensional (Espesor) al 15% de reemplazo de CCA.....	98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de adoquines según su uso.....	31
Tabla 2. Componentes principales del cemento	32
Tabla 3. Propiedades químicas y físicas del cemento SOL tipo I	34
Tabla 4. Valores máximos admisibles para el uso del agua en el concreto.....	35
Tabla 5. Resistencia a la compresión de adoquín estándar	37
Tabla 6. Parámetros del módulo de rotura.....	38
Tabla 7. Absorción en adoquines	38
Tabla 8. Composición química de CA y CCA.	43
Tabla 9. Operacionalización de la variable independiente	49
Tabla 10. Operacionalización de la variable dependiente	50
Tabla 11. Juicios de expertos.....	52
Tabla 12. Módulo de rotura en adoquines de concreto.....	56
Tabla 13. Módulo de rotura para 0% de reemplazo de CCA	56
Tabla 14. Módulo de rotura para 5% de reemplazo de CCA	56
Tabla 15. Módulo de rotura para 10% de reemplazo de CCA	57
Tabla 16. Módulo de rotura para 15% de reemplazo de CCA	57
Tabla 17. Prueba de normalidad para el módulo de rotura.....	58
Tabla 18. Módulo de rotura descriptiva del ANOVA	60
Tabla 19. ANOVA del módulo de rotura	61
Tabla 20. Espesor nominal y resistencia a la compresión del adoquín	62
Tabla 21. Resistencia a la compresión al 0% de reemplazo de CCA.....	62
Tabla 22. Resistencia a la compresión al 5% de reemplazo de CCA.....	63
Tabla 23. Resistencia a la compresión al 10% de reemplazo de CCA.....	63
Tabla 24. Resistencia a la compresión al 15% de reemplazo de CCA.....	63
Tabla 25. Prueba de normalidad para la resistencia de compresión.....	64
Tabla 26. Resistencia a la compresión descriptiva del ANOVA.....	67

Tabla 27. Resistencia a la compresión del ANOVA	67
Tabla 28. Absorción máxima del adoquín de concreto	68
Tabla 29. Porcentaje de absorción al reemplazo de 0% de CCA.....	69
Tabla 30. Porcentaje de absorción al reemplazo de 5% de CCA	69
Tabla 31. Porcentaje de absorción al reemplazo de 10% de CCA	69
Tabla 32. Porcentaje de absorción al reemplazo de 15% de CCA.....	70
Tabla 33. Prueba de normalidad del porcentaje de absorción	70
Tabla 34. Porcentaje de absorción descriptiva del ANOVA.....	73
Tabla 35. Porcentaje de absorción del ANOVA.	73
Tabla 36. Densidad del adoquín con reemplazo de 0% de CCA.....	75
Tabla 37. Densidad del adoquín con reemplazo de 5% de CCA.....	75
Tabla 38. Densidad del adoquín con reemplazo de 10% de CCA.....	76
Tabla 39. Densidad del adoquín con reemplazo de 15% de CCA.....	76
Tabla 40. Prueba de normalidad de la densidad del adoquin con reemplazo de CCA...	76
Tabla 41. Descriptivos de la ANOVA en la densidad	79
Tabla 42. ANOVA de la densidad.....	79
Tabla 43. Porcentaje de contenido de humedad al 0% de reemplazo de CCA.....	81
Tabla 44. Porcentaje de contenido de humedad al 5% de reemplazo de CCA.....	81
Tabla 45. Porcentaje de contenido de humedad al 10% de reemplazo de CCA.....	82
Tabla 46. Porcentaje de contenido de humedad al 15% de reemplazo de CCA.....	82
Tabla 47. Prueba de normalidad en el porcentaje de contenido de humedad en reemplazo de CCA	83
Tabla 48. Descriptivos de la ANOVA en el porcentaje de contenido de humedad	86
Tabla 49. ANOVA en el porcentaje de contenido de humedad	86
Tabla 50. Tolerancia dimensional máxima (mm).....	87
Tabla 51. Variación dimensional al 0% de reemplazo de CCA	87
Tabla 52. Variación dimensional al 5% de reemplazo de CCA	88

Tabla 53. Variación dimensional al 10% de reemplazo de CCA	88
Tabla 54. Variación dimensional al 15% de reemplazo de CCA	88
Tabla 55. Promedio dimensional de los adoquines con incorporación de CCA	89
Tabla 56. Prueba de normalidad en la variación dimensional (largo) con reemplazo de CCA.	89
Tabla 57. Descriptivos de la ANOVA en la variación dimensional (largo).....	92
Tabla 58. ANOVA en la variación dimensional (largo).....	92
Tabla 59. Prueba de normalidad en la variación dimensional (ancho) con reemplazo de CCA	93
Tabla 60. Prueba de Kruskal – Wallis (ancho).....	95
Tabla 61. Estadísticos contables (a, b)	95
Tabla 62. Prueba de normalidad en la variación dimensional (espesor) con reemplazo de CCA	96
Tabla 63. Prueba de Kruskal – Wallis (espesor)	99
Tabla 64. Estadísticos de contraste (a, b)	99

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 01. Absorción (%) para adoquines de concreto.....	38
Ecuación 02. Contenido de humedad para adoquines de concreto.....	39
Ecuación 03. Peso unitario para adoquines de concreto.....	39

RESUMEN

En esta investigación se pretende emplear la ceniza de cascarilla de arroz (CCA) para sustituir cierto porcentaje del cemento y aumentar los valores que definen las propiedades de los adoquines a nivel mecánico, además de recomendar las ventajas económicas y ambientales en el uso de este tipo de material reciclado. Se procederá con la fabricación de cuatro muestras de proporciones de reemplazo de cemento de 0%, 5%, 10% y 15%, por CCA, considerando para el diseño de mezclas y de ensayos de materiales la secuencia y metodología de las normas técnicas ACI, ASTM C78, AASHTO T97 y la NTP 399.611, después serán curadas durante 28 días, para ser llevadas a laboratorio y comprobar los resultados que nos permitan tener una referencia de la mejor dosificación que logre un resultado óptimo en las propiedades mecánicas que hemos propuesto para el uso de un adoquín de tránsito liviano. El empleo de la CCA tiene muchas aplicaciones en el ámbito de la construcción, además de mejorar las propiedades, es factible ambiental y económicamente, ya que en su fabricación requiere menos energía y elimina menos componentes contaminantes al medio ambiente comparado con la fabricación del cemento, que libera aproximadamente 1kg de dióxido de carbono por cada kilogramo de material fabricado, y además porque las concreteras, fabricantes de prefabricados o anexos, prepararan concreto con menos cantidad de cemento, produciendo un beneficio económico para las mismas, es por ello que se realizaron estudios de las propiedades más relevantes en adoquines, a los que al concluir la investigación se concluyó que la resistencia a compresión no aumenta con la incorporación de ceniza de cascarilla de arroz en ninguno de sus porcentajes en comparación del adoquín de concreto patrón.

Palabras claves: Ceniza, porcentaje, cemento, propiedades y resistencia.

ABSTRACT

This research is intended to use rice husk ash (CCA) to replace a certain percentage of cement and increase the values that define the properties of the paving stones at the mechanical level, as well as recommending the economic and environmental advantages in the use of this type of recycled material. We will proceed with the manufacture of four samples of proportions of replacement of cement of 0%, 5%, 10% and 15%, by CCA, considering for the design of mixtures and materials tests the sequence and methodology of the technical standards ACI , ASTM C78, AASHTO T97 and NTP 399.611, will then be cured for 28 days, to be taken to the laboratory and check the results that allow us to have a reference of the best dosage that achieves an optimal result in the mechanical properties that we have proposed for the use of a light traffic cobblestone. The use of the CCA has many applications in the field of construction, besides improving the properties, it is feasible environmentally and economically, since in its manufacture it requires less energy and eliminates less pollutant components to the environment compared with the manufacture of cement, which releases approximately 1kg of carbon dioxide for each kilogram of material manufactured, and also because the concrete companies, manufacturers of prefabricated or annexed, prepare concrete with less cement, producing an economic benefit for them, that is why studies were carried out of the most relevant properties in paving stones, to which at the conclusion of the investigation it was concluded that the compression resistance does not increase with the incorporation of rice husk ash in any of its percentages compared to the standard concrete paver.

Keywords: Ash, percentage, cement, properties and resistance.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Actualmente vemos como muchas empresas agroindustriales desechan muchos residuos sólidos al medio ambiente, generando así contaminación ambiental, provocando muchas veces daños a la salud de las personas o pobladores cercanos, por la cual dentro de la investigación a desarrollar proponemos aprovechar los desechos agroindustriales que representan contaminación ambiental, lo que se quiere es reemplazar en cierto porcentaje al cemento convencional, reduciendo así el índice de contaminación ya que las fábricas destinadas a este proceso emiten demasiada contaminación a corto y largo plazo, se estima que por cada kilogramo de cemento se emite un kilogramo de dióxido de carbono, resultados que de alguna u otra manera perjudica y altera al ambiente natural, mientras que la cascarilla de arroz emana menor cantidad de CO₂ al ambiente, hecho que se refleja positivamente por que reduce índices de contaminación.

Además, minimizar costos a través de este producto es otro punto clave, ya que muchas zonas del país como los asentamientos humanos, viviendas ubicadas en laderas, etc, podrían reemplazar y utilizar este material para la construcción de sus precarias viviendas y obtener mayor seguridad y calidad de vida con la inclusión de este producto. Así mismo cabe recalcar que el Perú es un país sísmico, debido a que nos localizamos dentro del cinturón de fuego del pacífico, por la cual es recomendable tomar las medidas y precauciones necesarias usando materiales que otorguen mayor seguridad a las viviendas.

En nuestro país se produce aproximadamente de 3.5 millones de toneladas de arroz al año de lugares como, Amazonas, Piura, Lambayeque, Cajamarca, La libertad, Arequipa y San Martín, el mayor productor, del cual se desecha 600,000 toneladas de cascarilla de arroz anualmente, información importante para tomar en cuenta que con esos índices de producción se podría obtener gran cantidad de concreto, hecho beneficioso para el país ya que se contribuye a minimizar el impacto de contaminación, además de obtener estructuras seguras y ecológicas que son capaces de dar seguridad y cumplan totalmente con los parámetros y normas vigentes aceptadas en la actualidad. (Ministerio de Agricultura y Riego).

1.2. Trabajos Previos

1.2.1 Antecedentes Internacionales

Nelson Camargo Pérez & Carlos Higuera Sandoval, (2017). Concreto hidráulico modificado con sílice obtenida de la cascarilla de arroz. Revista de la Universidad Militar Nueva Granada de la facultad de Ciencia e Ingeniería Neogranadina, Vol 27(1), (pg 91-109). Bogotá, Colombia. Tipo Aplicativo y diseño experimental. Tuvo como objetivo minimizar la utilización del cemento para el concreto, mediante el uso de otras fuentes semejantes. En la investigación se estudia el comportamiento del concreto a nivel químico, mecánico y físico, con reemplazo de cemento por CCA de 5%, 15% y 30%, así mismo se tiene una muestra patrón con resistencias de 350 kg/cm² a la compresión y 42 kg/cm² a flexión. Se utilizó un cemento local llamado Holcim M1 Concretera, los agregados se caracterizaron mediante las normas INVIAS 2013, y la CA se consiguió de una fábrica DiCorp, que procesa arroz. La etapa de incinerado de la cascarilla de arroz fue a 800°C por 60 min en un horno, paso por un proceso de molienda, siendo el material usado los pasantes por el tamiz N° 100, además se caracterizó la ceniza mediante laboratorios de INCITEMA. Llegó a la conclusión que los mejores resultados se dieron para la muestra de 5%, la cual posee una resistencia de 356.9 kg/cm² a la compresión, y 47.82 kg/cm² a flexión, superando a la muestra patrón.

Samuel Benavides Vásquez & Luis Cañaveras Beleño, (2017). Impacto en las propiedades mecánicas del concreto debido a la incorporación de geotextil en su macroestructura. Universidad de Cartagena. Trabajo de investigación para lograr el título de Ingeniero Civil. Tipo Aplicada y diseño experimental. Pretendía analizar el comportamiento mecánico del concreto al incorporar en su macroestructura geotextiles tejidos, en la cual se encontró un cambio en la capacidad de resistir la compresión utilizando la norma NTC 673, y la resistencia a la tracción con la NTC 2871 y llegó a la conclusión de que la incorporación de geotextil a la macro estructura del concreto, reduce en gran medida la manejabilidad de este, puesto que, se redujo en un 57%, pasó de tener un asentamiento de 7cm a uno de 3,3 cm, este caso se presentó con la incorporación del 10% de fibra de geotextil.

Jairo Alberto Narváez, (2017). Determinación de la influencia del bagazo de caña de azúcar como agregado orgánico en la resistencia a la compresión de bloques para

mampostería liviana. Universidad técnica de Ambato, Ecuador. Trabajo experimental previo para la obtención del título de ingeniero civil. Tuvo como objetivo principal utilizar las fibras de bagazo de caña y reemplazarlas entre 0.5% y 2 % en función al peso del cemento utilizando fibras de 1” y 2” de longitud, en las cuales fueron utilizados en este procedimiento bloques de tipo E, cuyas dimensiones para los ensayos realizados fueron 40 cm x 20 cm x 15 cm. En la cual concluyó que las fibras de bagazo de 1” en concentraciones de 0.5% son adecuados como uso de agregado organico en bloques alivianados, con respecto a la resistencia a la compresión.

Ninfa Duran Herrera & Norexi Velasquez Amado, (2016). Evaluación de la aptitud de concretos, reemplazando parcialmente el cemento Portland por cenizas volantes y cenizas de bagazo de caña de azúcar. De la universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, de Colombia. Trabajo de tesis para optar por el grado profesional de Ingeniero Civil. Tipo Aplicativo y diseño experimental. Propuso estudiar la aptitud que tenía el concreto frente a una propiedad mecánica (resistencia a compresión), reemplazando en un porcentaje el cemento Portland tipo I por ceniza obtenida de la quema de residuos de caña de azúcar y cenizas volantes en porcentajes de reemplazo de 5%, 10%. 15% y 20%, sometiénolos a pruebas de laboratorio y verificando los resultados. Se realizaron las distintas mezclas, para la fabricación de probetas, teniendo un tiempo de curado de 7, 14 y 28 días y fueron llevadas a laboratorio para las pruebas de resistencia. Llegó a la conclusión que el porcentaje óptimo es de un 5% de reemplazo para ambos tipos de ceniza, logrando un 9.16% más en los ensayos a compresión, a comparación patrón.

Carlos Haro Molina, (2016). Análisis comparativo de la resistencia a flexión entre el hormigón tradicional y hormigón adicionando cenizas de cascarilla de arroz (CCA) y hormigón adicionando ceniza de bagazo de caña de azúcar. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. Tipo de investigación experimental para la obtención del grado de Ingeniero Civil. Tipo Aplicativo y diseño experimental. Tuvo como fin analizar la flexión de unas vigas de hormigón armado agregando CCA y otro adicionando cenizas de la calcinación de residuos de la caña de azúcar procesada, así mismo se fabricaron vigas como muestra patrón estándar de concreto de 240 kg/cm² a compresión y acero de 4200 kg/cm² a tracción, y vigas con porcentajes de sustitución de cemento de 5%, 10%, 15% y 20%. Concluyó que la resistencia a flexión más elevada se dio en el

reemplazo de cemento portland por la CCA en un 10%, resultando 192.22 kg/cm², mejorando en un 15.41% a las vigas patrón a los 60 días de curado además de una deformación unitaria de 4.295mm.

Pablo Bastidas Gutiérrez & Gabriela Ortiz Vizúete, (2016). Comportamiento de la ceniza de cascarilla de arroz en las propiedades físico - mecánicas en mezclas de hormigón estándar. Universidad Central del Ecuador. Trabajo para obtener el título profesional de Ingeniero Civil. Tipo Aplicada y diseño experimental. Tuvo como objetivo analizar las propiedades físico-mecánicas entre hormigón estándar y hormigón con incorporación de CCA, con el fin de mejorar las condiciones ambientales debido a contaminación por eliminación de la cascarilla que hoy en día no tiene ningún fin más que de relleno sanitario. Propone dos porcentajes de reemplazo para su análisis, de 5% y 10%, con referencia a un concreto estándar bajo las mismas condiciones, en la cual compararon las propiedades físicas y mecánicas y se llegó a la conclusión que la mejor proporción que mejoraba las propiedades del concreto fue de 10% de reemplazo con ceniza de cascarilla de arroz que alcanzo 245.18 kg/cm² a los 28 días de curado superando al estándar que logro 203.14 kg/cm², pero se requirió un 1% más de agua con respecto a la concreto patrón.

Luis Terreros Rojas & Iván Carvajal Corredor, (2016). Análisis de las propiedades mecánicas de un concreto convencional adicionando fibra de cáñamo. Universidad Católica de Colombia, Trabajo de grado para Ingeniero Civil. Tipo Aplicada y diseño experimental. Estudió las propiedades de resistencia a la compresión y resistencia a la flexión añadiendo a la mezcla de concreto con fibra de cáñamo, se hizo pruebas a compresión a los 7, 14 y 28 días de curado. Se concluyó un aspecto en común, que la forma de agrietarse en los cilindros ensayados a compresión, en el cual la probeta patrón se agrieto totalmente, mientras que el cilindro adicionando la fibra se fracturo parcialmente.

Marlon Jhonathan Espinoza, (2015). Comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras de bagazo de caña de azúcar. Universidad de Cuenca, Ecuador. Trabajo experimental para obtener el grado de magíster en construcciones. Tipo Aplicativo y diseño experimental. Tuvo como objetivo principal incorporar fibras de bagazo caña de

azúcar en porcentajes de 1.50, 2.50, 5.00 y 8.00 con relación al volumen de la mezcla, cuya muestra fue realizada de especímenes de concreto de forma cilíndrica. Concluyó que el mejor reemplazo con respecto al volumen fue de 1.5 %, generando así mejores características mecánicas (compresión y flexión por tracción) del concreto a comparación de los demás reemplazos.

Manuel de Jesús Pellegrini, (2014). Durabilidad de morteros con reemplazos de ceniza de cascarilla de arroz y nano-sio₂. Centro de investigación de materiales avanzados, S.C. departamento de física de materiales, Chihuahua – México. Trabajo experimental previo para obtener el grado de doctor en ciencias de los materiales. Tuvo como objetivo principal aumentar el desempeño de las características físicas y mecánicas en el concreto, en la cual se evaluó el desempeño de la CCA de 5-30% en reemplazo del cemento Portland ordinario. Concluyendo que el máximo desempeño referente a la adsorción fue en el reemplazo de 10% de CCA y respecto a la resistencia a la compresión en uso simultáneo es más efectivo que en reemplazos individuales, además se concluyó que el contenido óptimo del reemplazo está en función de la relación de agua y cemento.

Vargas, J; Alvarado, P; Vega – Braudrit, J& Porras, M, (2013). Caracterización del subproducto cascarilla de arroz en búsqueda de posibles aplicaciones como materia prima en procesos. Revista del Instituto de investigaciones químicas y biológicas de la facultad de ciencias químicas y farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Vol 23(1), (pg 1-16). Guatemala. Tipo Aplicativo y diseño cuasi experimental. Tuvo como objetivo incorporar la cascara de arroz como materia prima en diferentes procesos, tales como materiales lignocelulósicos en la elaboración de nuevos productos, llegando a la conclusión que la cascara de arroz mediante procedimientos de las normas ASTM (American Society for Testing Materials), llega a la conclusión que presenta un alfa celulosa de 19.74% y lignina 6,27%, es por ello que este material es fuente aprovechable de sílice.

1.2.2 Antecedentes Nacionales

Urbina, Leslie (2018). Influencia de la sustitución del cemento por ceniza de cascarilla de arroz, en las propiedades mecánicas del concreto, Trujillo 2018. Universidad Privada del Norte en Trujillo. Trabajo de investigación para obtener el título profesional de ingeniero civil. El trabajo de tiene un carácter aplicativo y de diseño experimental. Se prepararon probetas de concreto con proporciones de sustitución de cemento por ceniza de cascarilla de arroz, en las proporciones de 4%, 6% y 8%, logrando un máximo en la capacidad de resistir la compresión de 239.38 kg/cm², a los 28 días de curado.

Aliaga, Agustín (2017). Evaluación de ceniza de cascarilla de arroz y tipos de agregados finos sobre la compresión, sorptividad y densidad de morteros de cemento portland tipo I, Trujillo 2017. Universidad privada del norte en Trujillo. Tesis para optar por el título profesional de ingeniero civil. Esta tesis es de investigación de tipo aplicada y de diseño experimental. Se hicieron 5 proporciones de reemplazo de ceniza de cascarilla de arroz por arena fina o arena gruesa en morteros, y se utilizó el cemento portland tipo I. se clasificó a la ceniza de cascarilla de arroz mediante un análisis llamado termogravimétrico, para ver su comportamiento a la hora de quemarla, así mismo se clasificó a los agregados, para luego continuar con la fabricación de cubo de 5 cm de arista y fueron ensayados para evaluar su capacidad de resistencia a la compresión según norma ASTM C109, sorptividad con la norma ASTM C1585, y densidad mediante la norma ASTM C642. La resistencia más elevada se logró con la proporción de 2% de reemplazo de arena fina logrando 91.8 kg/cm² en la resistencia a la compresión, mientras que en la arena gruesa con el 1% de reemplazo se logró 226.8 kg/cm².

Manrique, Julio (2017). Evaluación de niveles de cascara de arroz y su influencia sobre la resistencia a la compresión en la fabricación del adobe. Zungaro Cocha, 2016. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana en Piura. Tesis para obtener el título de doctor en Ambiente y Desarrollo Sostenible. Fue de tipo aplicativo y su diseño fue experimental. Se fabricaron adobes añadiendo cascarilla de arroz en la preparación en porcentajes de 10%, 20%, 30% y 40%, se secaron durante 35 días en sombra, presentaron variación con respecto a los pesos iniciales siendo el mayor de 40% y en los pesos finales el mayor fue de 10%, se comprueba de esta manera que el ladrillo de

40% es más ligero, así mismo se hicieron pruebas de resistencia a compresión en la cual el adobe con 40% logro la más alta, con 80.58 cm² en comparación con el de 10% que hizo 27.84 cm². Se concluye entonces que el adobe con 40% de adición de cascara de arroz no solo aumenta la resistencia sino baja el peso de los adobes.

Beltrán (2017), en su tesis “Análisis Comparativo de Concretos Adicionados Con Puzolanas Artificiales de Ceniza de Cascarilla de Arroz (CCA), FL y ASH y Puzolana Natural”, de tipo aplicativo y de diseño experimental, con el cual logró el título de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional de San Agustín en la ciudad de Arequipa, explica que la contaminación ambiental está en constante crecimiento, siendo el rubro de la construcción civil uno de los que contamina más debido a la alta liberación de gases invernaderos. Así mismo explica que la cascarilla de arroz es un material de lenta degradación, y densidad muy elevada que ocupa grandes espacios en vertederos, y que la ceniza de este producto puede ser aprovechado por su alta capacidad puzolánica a bajas temperatura de calcinación, obteniendo sílice amorfa en un porcentaje de 86.5%. En este trabajo se fabricaron 3 tipos de probetas de concreto reemplazando el cemento por CCA en proporciones de 10%, 20% y 30%, y ensayadas según norma ASTM C 39/39M a compresión, a edades de 1, 7, 28 y 56 días, logrando un máximo de 866.74 kg/cm² a los 56 días con el 20% de reemplazo de CCA, superando a la muestra patrón que logró 833.04 kg/cm². Así mismo se analizó el módulo de elasticidad que resultó 486645.21 a comparación de la muestra patrón de 477548.07. Al igual que las características de permeabilidad, resistividad y ultrasonido resultaron con mejores características en la muestra de 20% de reemplazo de CCA. Se recomienda tener cuidado en la quema de la cascara de arroz, siendo una temperatura adecuada de 600°C, durante 2 horas para eliminar materia orgánica, de esta forma se obtiene un 86.5% de sílice, que contiene un 97.78% de sílice amorfa altamente puzolánica. Se concluye que considerar la adición de CCA en los concretos puede lograr un desarrollo sostenible, ya que es ecológicamente viable y mejora las características del concreto.

Anita Hayde Huaroc Palacios (2015). Influencia del porcentaje de micro sílice a partir de la ceniza de cascarilla de arroz sobre la resistencia a la compresión, asentamiento, absorción y peso unitario de un concreto mejorado. Universidad Privada del Norte. Trabajo de tesis para obtener el título de ingeniero civil. Tipo de investigación aplicada cuyo diseño es experimental. Su propósito fue calcular el porcentaje de micro sílice

adecuado para lograr mejores características en el concreto, para los cual hizo trabajo de laboratorio para hallar la caracterización de los agregados y seguidamente el diseño un concreto patrón según método ACI 211, con 280 kg/cm², 3” a 4” de asentamiento y 0.54 de relación agua cemento. Para la fabricación del concreto mejorado primero se quemó la cascarilla de arroz de 400°C a 600°C en un horno, la ceniza obtenida fue molida a mano y luego en un molino de bolas, y tamizado por la malla número 325 y 400, este producto se incluyó en mezcla que iban desde el 1% a 10% de adición con respecto al peso del cemento, además de un plastificante para no aumentar más agua. Como mejores resultados se obtuvo a los 28 días de curado a la muestra con 6% de micro sílice, cuya capacidad a la compresión fue de 376kg/cm², buen asentamiento, menor absorción y un peso unitario más alto.

Linarez, Claudio (2015). Elaboración de ladrillos ecológicos a partir de residuos agrícolas (cascara y ceniza de arroz), como material sostenible para la construcción. Iquitos – Loreto – 2014. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Tesis para optar por el título profesional de ingeniería en Gestión Ambiental. La investigación tiene un fin aplicativo y el tipo de diseño es la investigación experimental. Se inició con la fabricación de 4 tipos de ladrillos a base de cemento, cascarilla de arroz y ceniza de cascarilla de arroz a diferentes concentraciones. se fabricaron 6 muestras del tipo 1 y 6 del tipo 2, además de 4 de cada tipo restante, después de 7 días de curado se dejó almacenado hasta los 28 días desde su fabricación. La propuesta con mejores características fue el tipo 2 con resistencia a compresión de 20,13 kg/cm² clasificando para TIPO LADRILLO I, debido a que su resistencia es menor a 50, entonces es apropiado para edificaciones con exigencia mínimas en las condiciones de servicio.

Ruiz, Annel (2015). Resistencia a la compresión del mortero cemento-arena incorporando ceniza de cascara de arroz, afrecho de cebada y bagazo de caña de azúcar. Universidad Privada del Norte en Cajamarca. Tesis para optar el grado de ingeniero civil. Investigación de tipo aplicativo con diseño experimental. Se fabricaron morteros adicionando cenizas de 3 tipos como son de la cascarilla de arroz, del afrecho de cebada y bagazo de caña de azúcar en proporciones de 0.5%, 1% y 1.5% de cada uno en relación al cemento, para tiempos de hidratación de 3, 7 y 14 días para los respectivos ensayos. Se logró un máximo en cada caso con la proporción de ceniza de bagazo de caña de

azúcar de 1%, con 0.5% en la CCA y con 0.5% en la ceniza de afrecho de cebada, en los ensayos de resistencia a la compresión.

Barrantes, (2015) en su tesis “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”, de tipo aplicada y de diseño experimental, trabajo de investigación para sustentar la tesis de Ingeniero Civil, en la universidad Nacional de Trujillo, explicó que la utilización de la ceniza volante para fabricar adoquines de tránsito liviano es viable debido que proporciona mejoras en las características de este material. Explica que se fabricaron 30 probetas, según las normas NTP 399.611, de 20cm x 10cm x 4cm, reemplazando porcentajes de 10%, 20%, 30%, 40% y 50% del cemento por ceniza en peso, dejando un tiempo de curado de 28 días para realizar las pruebas absorción y compresión según ASTM C109 y ASTM C20. En síntesis, la utilización de 30% de ceniza volante a cambio de cemento aumenta la capacidad de resistir la compresión, siendo máxima de 361.33 kg/cm² obtenida a un 20%, mientras que, si sube o baja de este porcentaje de reemplazado, la resistencia es menor.

Puma, Rodolfo y Pineda, Tony (2014). Evaluación de la ceniza de cascarilla de arroz, en la fabricación de cemento portland puzolánico tipo IP. Universidad Nacional de San Antonio de Abad del Cusco. Investigación para obtener la profesión de ingeniero químico. Su investigación fue aplicada y de diseño experimental. Inicialmente caracterizaron a la cascarilla para tener una referencia de las condiciones que se presentaba, en la obtención de la ceniza se procuró mantenerla entre 400 a 700°C lo cual permitió que formara más sílice amorfa, se obtuvo una pureza de 81.9% durante dos horas en el horno. El producto obtenido fue añadido a la fabricación del cemento portland el cual produjo un significativo aumento en la resistencia a ser comprimido a los 3, 7 y 28 días de curado y ensayado con el 20% de adición, comprobado la viabilidad de reemplazo total de las puzolanas tradicionales.

Loayza Goicochea (2014), en su tesis “Efecto de la ceniza de Cáscara de Arroz sobre la Resistencia a la Compresión del Concreto Normal”, de tipo aplicada y de diseño experimental, para obtener el título de Ingeniero Civil en la escuela de pregrado de la

Universidad Nacional de Cajamarca, da a conocer el efecto que presenta la incorporación de cenizas de cascarilla de arroz en un 5%, 10%, 15%, y 20% de reemplazo en peso de cemento para mejorar las propiedades en el concreto de 210kg/cm², las CCA fueron obtenidas por calcinación a campo abierto, fueron introducidas a una máquina de molienda Los Ángeles, hasta lograr que las partículas pasen por el tamiz N° 200 (75um). Los agregados utilizados fueron de origen pluvial y el cemento fue Pacasmayo Tipo I, se procedió con un diseño de mezclas para hallar una dosificación adecuada. Se hicieron ensayos a compresión a los 7, 14 y 28 días, estos ensayos fueron desarrollados mediante el uso de las normas NTP y la ASTM, así como también para granulometría y curado. Se dio a conocer que la incorporación de CCA en un 15% de reemplazo al cemento es la cantidad óptima, logrando un 34% más en la compresión que la del patrón, aproximadamente de 96.68 kg/cm², además aumenta la durabilidad y trabajabilidad del concreto.

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1. Variable Dependiente: Adoquín de concreto.

Adoquín de concreto y sus componentes.

Según la NTP 399.611 (2010), es una pieza de concreto de forma nominal prefabricado, que cumple con la NTP, la cual es utilizado en acabados arquitectónicos, para veredas de uso peatonal, pavimentos de tránsito vehicular ligero y tránsito vehículos pesados.

Tabla 1: *Tipo de adoquines según su uso*

TIPO	USO
<i>I</i>	Adoquines para pavimentos de uso peatonal.
<i>II</i>	Adoquines para pavimentos de tránsito vehicular ligero.
<i>III</i>	A. para tránsito pesado, patios industriales y de contenedores

Fuente: RNE C.E.0.10



Figura 1: Adoquines de concreto con adición de cenizas volantes

Fuente: Barrantes, 2015 (p. 14)

Cemento:

Según IECA, (2017, p.02), es un conglomerante hidráulico que finamente molido y combinado con el agua forma una pasta endurecida por reacciones y ciertos procesos de hidratación de los cuales se obtienen propiedades mayores mejorando la resistencia y durabilidad. La base de todos los cementos es el Clinker se dice que es un producto que se obtiene a elevadas temperaturas (casi 1450°C) en conjunto con la cal, óxido férrico y sílice, obtenidos de productos primarios como las arcillas, minerales y la caliza.

Tabla 2. Componentes principales del cemento

Componente	Fórmula química	Fórmula abreviada
Silicato tricíclico	$3CaO-SiO_2$	C_3S
Silicato <u>dicálcico</u>	$2Ca-SiO_3$	C_2S
Aluminio <u>tricálcico</u>	$3CaO-Al_2O_3$	C_3A
<u>Ferroaluminato</u>	$4CaO-Al_2O_3-$	C_4AF
<u>Tetracálcico</u>	Fe_2O_3	

Fuente: IECA 2017

El cemento portland al juntarse con el agua se inicia el proceso de hidratación, y continuamente a través de tiempo contribuye a su endurecimiento. En este proceso de producen los geles de sílice que se representa de la siguiente manera C-S-H, la cual otorga de resistencia mecánica al cemento, pero también se produce el hidróxido cálcico que ayuda a evitar la corrosión del acero de refuerzo, pero no contribuye en las características de resistencia mecánica. Este proceso del cemento inicia dentro de las 2

horas siguientes, se da cuando el concreto pierde elasticidad para adquirir rigidez, ya a los 28 días se empieza a caracterizar las propiedades del concreto.

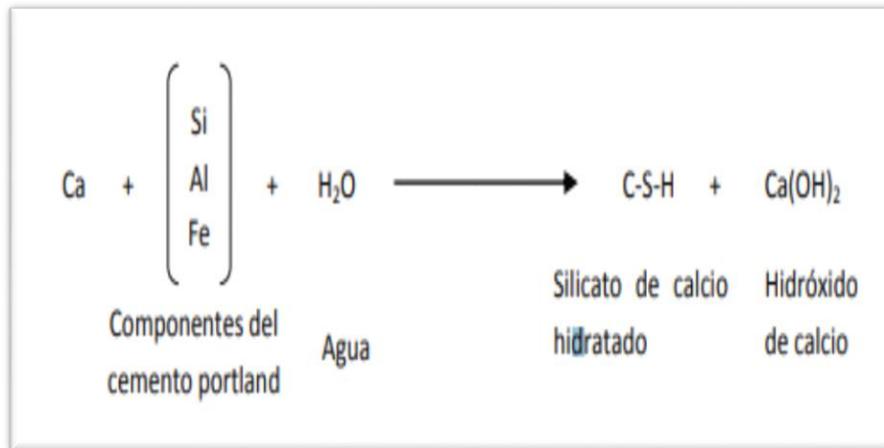


Figura 2: Hidratación del cemento portland
Fuente: Díaz 2011

El cemento usado para la fabricación de probetas fue de la marca Sol, portland tipo I fabricado por la empresa CEMENTOS LIMA SAC, que cumplen con la normativa vigente de NTP y la ASTM, la cual se muestran sus parámetros a continuación.

Tabla 3. *Propiedades químicas y físicas del cemento sol tipo I.*

Parámetro	Unidad	Cemento	Requisitos NTP-334,009/ ASTM C-150
Contenido de aire	%	6.62	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.08	Máximo 0.80
Superficie específica	m ² /kg	336	Mínimo 260
Densidad	g/kg	3.12	No específica
Resistencia a la Compresión			
Resistencia a la compresión a 3 días	Kg/cm ²	296	Mínimo 122
Resistencia a la compresión a 7 días	Kg/cm ²	357	Mínimo 194
Resistencia a la compresión a 28 días	Kg/cm ²	427	Mínimo 285*
Tiempo de Fraguado			
Fraguado <u>Vicat</u> inicial	Min	127	Mínimo 45
Fraguado <u>Vicat</u> final	Min	305	Máximo 375
Composición Química			
<u>MgO</u>	%	2.93	Máximo 6.0
SO ₃	%	3.00	Máximo 3.5
Pérdida al fuego	%	2.2	Máximo 3.5
Residuo insoluble	%	0.7	Máximo 1.5
Fases Mineralógicas			
C2S	%	11.9	No específica
C3S	%	54.2	No específica
C3A	%	10.1	No específica
C4AF	%	9.7	No específica

Fuente: UNACEM

Agua

Los parámetros que deben cumplir las características del agua para la preparación de la mezcla se presentan en la NTP 339.008, además se prefiere que sea potable. En caso no

se cuente con agua adecuada, se realizará un análisis para verificar sus características. El agua no potable que tenga en su composición 2000 ppm a menos, de sólidos disueltos totales normalmente son aptos para el uso en el concreto, pero si pasan este límite se procederá a una investigación mediante ensayos para ver el efecto que tiene en la resistencia y el fraguado del concreto. En esta investigación se usará agua potable teniendo como límites los siguientes parámetros:

Tabla 4: *Valores máximos admisibles para el uso del agua en mezclas cementicias.*

Sustancia disuelta	Valores máximos admisibles
Cloruros	300ppm
Sulfatos	300ppm
Sales de Magnesio	150ppm
Sales Solubles	1500ppm
P.H.	Mayor de 7
Sólidos en suspensión	1500 ppm
Materia Orgánica	10 ppm

Fuente: NTP 339.008

Agregados

Los agregados son un material granulado de fuente natural y artificial, que componen gran parte del concreto, alrededor de 60% al 75%. Por tal motivo sus características determinan en estado fresco y endurecido las propiedades del concreto, en la dosificación y en temas económicos también. Las propiedades físicas están normadas por la NTP 400.022 (ver anexo).

Para esta investigación se utilizará agregados de la cantera de – Yerbabuena Unicón, de su local en la Molina. Donde los agregados son controlados y ensayados en consideración las normas del RNE, así como el código ACI - 318, adecuándose con las expectativas de falla y principios de aceptación dispuestos por estas.

Propiedades mecánicas.

a) Resistencia a la Compresión

Según Portland Cement Association (2015, pg.186) dice que f_c' (resistencia a la compresión) es una característica de la mezcla que se determina mediante el promedio

de las resistencias obtenidas por tres probetas consecutivas con un tiempo de curado de 28 días, y como mínimo debe de ser de 180 kg/cm^2 según el ACI 318 indica, además cualquier resistencia no puede ser menor a 36 kg/cm^2 de la resistencia especificada por el fabricante.

Así mismo para la determinar la resistencia de los adoquines, además de cumplir con las normas del ACI, también se ciñen a las características que se especifican en la NTP 399.611 (2010), que dice que la resistencia a la compresión es aquel valor que depende de la utilización y la designación del adoquín, siendo tres los tipos de pavimentos adoquinados, el tipo I es para pavimento de tránsito peatonal y liviano, el tipo II es para pavimento de tránsito vehicular medio, y el tipo III es para tránsito de vehículos pesado, los cuales son detallados en la norma técnica peruana (NTP 399.611.)



Figura 3. Ensayo de compresión para adoquines de concreto.

Fuente propia del investigador

Tabla 5. Resistencia a la compresión de adoquín estándar.

TIPO	ESPESOR (mm)	PROMEDIO (MPa)	MINIMO (MPa)
I	40	31	28
	60	31	28
II	60	41	37
	80	37	33
III	100	35	32
	≥ 80	55	50

Fuente: normas RNE CE.010.

b) Resistencia al módulo de rotura.

La resistencia al módulo de rotura (M_r), o flexotracción es la propiedad que tienen los adoquines para resistir la flexión, es decir, al esfuerzo que genera el tránsito para producir rajaduras por flexión. Según la norma NTC 2017, es la fuerza máxima en la capa exterior de una de las caras del adoquín al producirse el fallo. Consiste en ejercer una fuerza F sobre el mismo, transmitida por medio de una barra cilíndrica superior a compresión y dos inferiores estáticos (ver anexo 32). Para la sección de corte de compresión se escogerá según criterios geométricos, es decir, para adoquines rectángulos será el eje de simetría longitudinal y para los de otras formas será el eje de simetría menor de la misma.

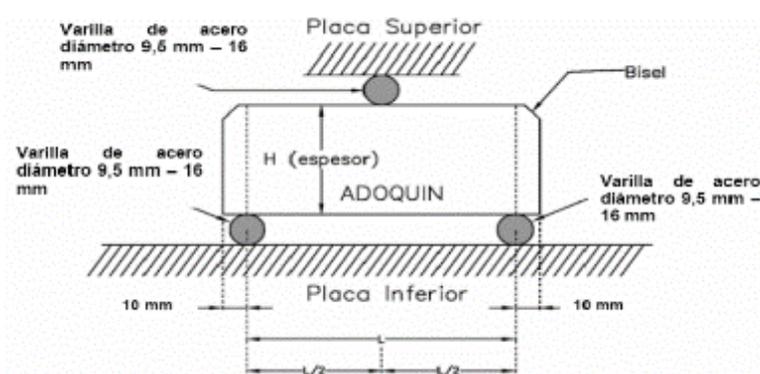


Figura 4. Esquema de ensayo de módulo de rotura en adoquín de concreto
Fuente: INTE 06-02-14

Tabla 6. *Parámetros del módulo de rotura.*

Módulo de rotura (M_r) a los 28 días mínimo [MPa]	
Promedio de 3 adoquines	Individual
5.0	4.2

Fuente: normas NTC 2017

c) Absorción

La absorción se mide en porcentaje, siendo el máximo un 6% en promedio de 3 adoquines y un 7.5% en solo un adoquín, para el pavimento tipo II. Esta característica tiene más relevancia en lugares con climas que propician heladas y el deshielo, así como altas concentraciones de sulfatos. Para definir la absorción se necesita tres muestras, que en primer lugar deben ser pesadas y luego se ponen en agua a temperaturas de 15.6°C a 26.7°C durante 24 horas (ver anexo 33), después se vuelven a pesar en condiciones sumergidas en su totalidad y al mismo tiempo suspendidas en el agua con un alambre, y se registra el peso sumergido (W_i) en kg. En seguida se retira del agua y se deja en una maya gruesa para que drene durante 1 minuto, se limpia el agua superficial que se vea, con un pañuelo húmedo, se pesa y registra W_s (peso saturado) en kg. Para el determinar el peso seco (W_d) en kg, se introducen los especímenes a un horno ventilado durante 24 horas entre 100 °C a 115°C, hasta lograr que el peso sea no menor a 0.2% del peso saturado (NTP399.604, pg. 11-12). Finalmente se determina la absorción mediante la presente ecuación, además de considerar los parámetros normados.

Ecuación 01. *Absorción (%) para adoquines de concreto.*

$$\text{Absorción} = [(W_s - W_d) / W_d] \times 100\% \dots(1)$$

Fuente: NTP 399.604

Tabla 7. *Absorción en adoquines.*

Tipo de adoquín	Absorción máxima (%)	
	Promedio de 3 unidades	Unidad individual
I y II	6	7.5
III	5	7

Fuente: NTP 399.611

Contenido de humedad

Se mide en porcentaje al igual que la absorción, se calcula de la siguiente manera:

Ecuación 02. *Contenido de humedad para adoquines de concreto.*

$$\text{Contenido de Humedad} = [(W_r - W_d) / (W_s - W_d)] \times 100\% \dots (2)$$

Fuente: NTP 399.604

d) Peso unitario

La densidad (D), se mide en kg/m^3 . Para su cálculo se determina con la siguiente formula:

Ecuación 03. *Peso unitario para adoquines de concreto.*

$$D = [W_d / (W_s - W_i)] \times 1000 \dots (3)$$

Fuente: NTP 399.604

e) Variación dimensional

En promedio las medidas de los adoquines en cuanto al largo, ancho no deben ser mayores o menores a 1.6 mm, respecto a lo indicado por su fabricante, en cambio el espesor no debe ser menor, ni pasar los 3.2 mm. (NTP 399.611). Para medir los especímenes se utiliza una regla milimetrada metálica tipo Vernier, que posean quijadas paralelas.

Diseño de mezclas

El presente método utilizado en la tesis es el método ACI 211.1, el cual requiere un previo estudio de la caracterización de los agregados, que son, peso unitario compactado (kg/m^3), el peso unitario suelto (kg/m^3), peso unitario compactado (kg/m^3), peso específico (kg/m^3), módulo de fineza, tamaño máximo nominal (TMN), los porcentajes de absorción y de contenido de agua, además de la resistencia que se necesita que tenga el concreto, las características del cemento y seleccionar el slump para el tipo de asentamiento que se requiere.

En el diseño de mezclas según método ACI, el primer paso es calcular la resistencia promedio requerida, el cual se halla de dos maneras, la primera es con los registros anteriores de resistencia de probetas en obra, y cuando no se tiene los datos de los registros anteriores entonces se calcula aumentando la resistencia en 70 kg/cm^2 si se quiere diseñar resistencias menores que 210 kg/cm^2 , además se debe aumentar 84

kg/cm² para valores entre 210 kg/cm² y 350 kg/cm², y 98 kg/cm² para resistencia mayores a 350 kg/cm². El segundo paso es hallar el contenido de aire atrapado que depende del TMN del agregado grueso, utilizando un cuadro que nos da la norma ACI 211.1, así mismo el volumen unitario del H₂O está en función del asentamiento y el TMN del agregado grueso. El siguiente paso es calcular la relación agua cemento, que depende de la resistencia promedio requerida y si va o no a tener aire incorporado y se halla mediante una tabla en la norma, después la cantidad de cemento a utilizar se determina con la división del volumen de agua entre la relación agua cemento, también el peso del agregado se halla mediante el cociente entre el volumen del agregado por unidad de volumen de concreto entre su peso unitario compactado, el volumen del agregado por unidad de concreto se determina mediante una tabla del ACI que está en función del TMN del A.G y el módulo de fineza del A.F. Para hallar el volumen del A.F se suman los volúmenes de cemento, agua y A.G calculados anteriormente y por diferencia a la unidad se determina el volumen de A.F.

Para corregir la cantidad de agua real que se le debe añadir a la mezcla se calcula el contenido de humedad en los agregados con el porcentaje de contenido de H₂O y sus masas en seco, tanto en el agregado fino y grueso, y se resta al volumen unitario de agua hallado, para determinar el agua efectiva, finalmente se tiene las proporciones del diseño.

1.3.2. Variable Independiente: Cenizas de cascarilla de arroz

Cascarilla de arroz (CA).

Según Felipe Calderón. (2002) define como cascarilla de arroz, al subproducto obtenida de las industrias molineras, que se puede obtener en abundancia en las zonas que presentan mayor cosecha de arroz, en la cual muchos países latinoamericanos ofrecen buenas propiedades y características para ser usado en distintos ámbitos como la ganadería, agroindustrias y construcción.

Según Castro (2012, p. 20), indica que son desperdicios muy relevantes durante el procesamiento de arroz, que se da en muchos países. En Colombia se genera año tras año alrededor de 100.000 ton/ año, y debido a la baja degradabilidad que este presenta suele acumularse en el ambiente. Además de presentar diferentes usos y beneficios desde suplemento alimenticio, usado para la agricultura y muy fuertemente en la

construcción un hecho muy beneficioso puesto que contribuye en la economía, sostenibilidad y calidad.

Dentro de las características de la C.A, tenemos su consistencia que es quebradiza, color variante del pardo al color púrpura oscurecido, posee una poca densidad la cual le permite poder adherirse mejor a espacios estrechos, presentando una densidad de 125 kg/m^3 , en otras palabras, se puede decir que 1 tonelada puede ocupar 8 m^3 .

En Arequipa la producción anual es de 395,500 de ahí la importancia de buscar alternativos los cuales representan un ahorro en el uso de este material a la vez eliminar la emisión de CO_2 objetivo principal de eliminar los problemas ecológicos y sostenibles en el país. Por ejemplo, en la elaboración del cemento portland, se libera 1 tn de CO_2 y otros químicos como el NO_2 2 y CO_2 , según investigación de Villegas 2012.

Ventajas de la cascarilla de arroz

- Disponible en grandes cantidades,
- Al quemarse produce grandes cantidades ceniza
- Posee alrededor de 90% de sílice.

La cascarilla de arroz presenta un poder calorífico de 3.281,6 kcal/kg, su combustión presenta dificultad, debido a que tiene una estructura relativamente cerrada. La cascarilla de arroz genera un 17.8% de ceniza rica en sílice alrededor de (94.5%).

Diversos materiales y cementos a los cuales se les ha añadido cenizas de cascarilla de arroz han presentado un amplio uso tanto como son las puzolanas y materiales abrasivos debido a la presencia alta de sílice (Peña 2001).

Producción de arroz en el Perú

De acuerdo a estudios hechos por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), en la región Costa del Perú, el 95% de la producción del arroz se cosecha con un tipo de semillas en las cuales lo denominan como semilla mejorada; en la Selva se utilizan solo para autoconsumo, pero sufre un cambio particular en la región de Jaén-Bagua, en la cual es una de las zonas con más cosecha al igual que en Camaná ubicada en la Costa sur del departamento de Arequipa (el cual produce el 16 por ciento de todo el país).

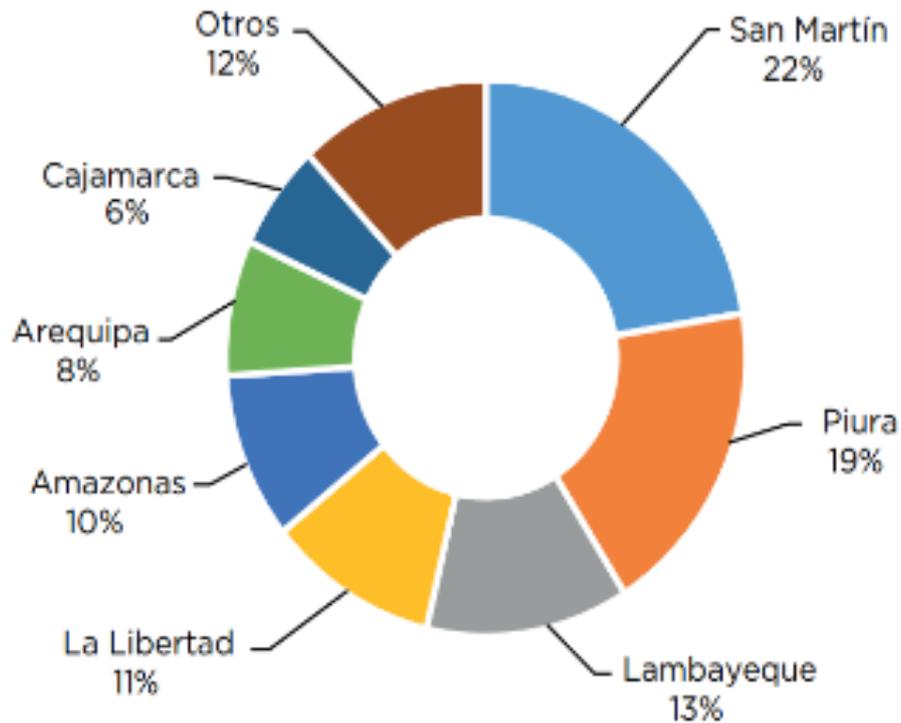


Figura 5. Principales zonas de producción de cascarilla de arroz.

Fuente: MINAGRI 2017

Ceniza de Cascarilla de Arroz (CCA).

En una investigación realizado por la Dr. Rosaura Vázquez “Las cenizas de cáscara de arroz, adición puzolánica en cemento y concreto” En el cual anuncia la importancia y las ventajas de usar las CCA en la conservación del medio ambiente y a su vez nos resulta una alternativa para la fabricación de concretos mucho más resistentes y durables. Así mismo, Haro (2006, p. 16-18), menciona que la adición de las CCA produce mejoras de gran medida en las propiedades del cemento y del concreto, como en la durabilidad. Comprobó que la CCA disminuye la corrosión que el ácido clorhídrico le produce al concreto, además que disminuye parcialmente la expansión de ataques de sulfatos y a la reacción álcali-sílice.

Para esta investigación la fuente de cáscara será de las molineras de Chiclayo, y obtenida a partir de una combustión a cielo abierto para ser calcinadas, mediante el método de cocina de aserrín. Las cenizas serán molidas mediante un molino de mano hasta que pasen por el tamiz N° 100.

La incorporación de CCA, en porcentajes altos de concentración de sílice amorfa, al contacto con el hidróxido de calcio se produce una reacción química que

produce silicato cálcico, en el proceso de hidratación del cemento, en la cual contribuye con la resistencia del concreto en los primeros días de endurecimiento, pero conforme pase el tiempo no aumentara significativamente. Se puede decir respecto a la CCA, que no existe por el momento otro material de características puzolánicas que, a parte de su capacidad de aglomerante, pueda mejorar las propiedades de resistencia del concreto entre los 3 primeros días de endurecida mezcla. por consecuencia este material es considerado más eficaz que las puzolanas usualmente utilizadas que son relacionadas con la perdida de resistencia a edades tempranas.

Tabla 8. *Composición química de CA y CCA.*

CASCARILLA DE ARROZ		CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ	
COMPONENTE	%	COMPONENTE	%
CARBONO	39.1	Ceniza de sílice (SiO_2)	94.1
HIDROGENO	5.2	Oxido de calcio (CaO)	0.55
NITRÓGENO	0.6	Oxido de magnesio (MgO)	0.95
OXIGENO	37.2	Oxido de potasio (K_2O)	2.1
AZUFRE	0.1	Oxido de Sodio (Na_2O)	0.13
CENIZAS	17.8	Sulfato	0.09
		Cloro	0.07
		Oxido de titanio (TiO_2)	0.07
		Oxido de aluminio (Al_2O_3)	0.12
		Otros componentes($P_2O_5F_2O_3$)	1.82
TOTAL	100	Total	100

Fuente: Orinoquia 2010 (p.156)

1.4. Formulación del problema

Los problemas de investigación son producto de la realidad problemática que a continuación son presentados:

1.4.1 Problema general

¿De qué manera mejora la incorporación de ceniza de cascarilla de arroz al diseño de un adoquín de concreto tipo 2, Lima 2018?

1.4.2 Problemas específicos

Los problemas específicos de la investigación fueron los siguientes:

- ¿Qué tanto mejora el módulo de rotura en el diseño del adoquín de concreto con la incorporación de ceniza de cascarilla de arroz, Lima 2018?
- ¿Qué tanto mejora la resistencia a compresión en el diseño de un adoquín de concreto con la incorporación de ceniza de cascarilla de arroz, Lima 2018?
- ¿Qué tanto mejora la absorción en el diseño de un adoquín de concreto con la incorporación de ceniza de cascarilla de arroz, Lima 2018?
- ¿Qué tanto varía la densidad en el diseño de un adoquín de concreto con la incorporación de ceniza de cascarilla de arroz, Lima 2018?
- ¿Qué tanto varía el contenido de humedad en el diseño de un adoquín de concreto con la incorporación de ceniza de cascarilla de arroz, Lima 2018?
- ¿Qué tanto varía la variación dimensional en el diseño de un adoquín de concreto con la incorporación de ceniza de cascarilla de arroz, Lima 2018?

1.5. Justificación del estudio

1.5.1 Justificación teórica

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.

Según Mafla, (2009) dice que los investigadores siempre están en la búsqueda materiales cementantes que mejoren las propiedades del concreto a nivel de resistencia mecánica, o a la corrosión por ácidos, la conductividad eléctrica, así mismo con el apantallamiento de las señales electromagnéticas, además de la radiación iónica, y otras propiedades de diferente índole.

1.5.2 Justificación práctica.

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

1.5.3 Justificación económica

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.

1.6. Hipótesis

1.6.1 Hipótesis general

La incorporación de cenizas de cascarilla de arroz mejora el diseño de un adoquín de concreto, Lima 2018

1.6.2 Hipótesis específicas

HE1: El módulo de rotura en el diseño del adoquín de concreto mejora con la incorporación de cenizas de cascarilla de arroz, Lima 2018.

HE2: La resistencia a la compresión en el diseño del adoquín de concreto mejora con la incorporación de cenizas de cascarilla de arroz, Lima 2018.

HE3: La absorción en el diseño del adoquín de concreto mejora con la incorporación de cenizas de cascarilla de arroz, Lima 2018.

HE4: La densidad en el diseño del adoquín de concreto varía con la incorporación de cenizas de cascarilla de arroz, Lima 2018.

HE5: El contenido de humedad en el diseño del adoquín de concreto varía con la incorporación de cenizas de cascarilla de arroz, Lima 2018.

HE6: La variación dimensional en el diseño del adoquín de concreto varía con la incorporación de cenizas de cascarilla de arroz, Lima 2018.

1.7. Objetivos

1.7.1 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.

1.7.2 Objetivos específicos

Los objetivos específicos son los siguientes:

OE1: Determinar la mejora del módulo de rotura en el diseño del adoquín del concreto con la incorporación de cenizas de cascarilla de arroz, Lima 2018.

OE2: Determinar la mejora de la resistencia a la compresión en el diseño del adoquín de concreto con la incorporación de cenizas de cascarilla de arroz, Lima 2018.

OE3: Determinar la mejora de la absorción en el diseño del adoquín de concreto con la incorporación de ceniza de cascarilla de arroz, Lima 2018.

OE4: Determinar la variación de la densidad en el diseño del adoquín del concreto con la incorporación de ceniza de cascarilla de arroz, Lima 2018.

OE5: Determinar la variación del contenido de humedad en el diseño del adoquín de concreto con la incorporación de ceniza de cascarilla de arroz, Lima 2018.

OE6: Determinar el cambio de la variación dimensional en el diseño del adoquín de concreto con la incorporación de ceniza de cascarilla de arroz, Lima 2018.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de investigación

2.1.1 Método

Este trabajo de investigación se basa en el método analítico-sintético desde un planteamiento cuantitativo. Con relación al método analítico-sintético analiza los eventos, iniciando a partir de cada una de los temas abarcados en el objeto de estudio, o sea analizarlas, para después juntarlas y analizarlas de forma unificada y llegar a una conclusión (Bernal, 2010, p.60). Y analiza de forma cuantitativa, porque utilizó la acumulación de información para sustentar la hipótesis, a través de la medición numérica (Hernández, 2010, p.4)

2.1.2 Tipo de investigación

Según Carrasco Sergio, (2009), la investigación aplicada busca conocer, actuar, construir y modificar una realidad problemática, se puede decir también que es aplicativo porque tiene propósitos prácticos, en otras palabras, se indaga para intervenir o modificar un área de estudio determinado, por la cual es necesario contribuir con fuentes teóricas. Por ello el presente trabajo de investigación sería aplicada, porque podemos mejorar las características de los adoquines de concreto empleando cenizas de cascarilla de arroz.

2.1.3 Nivel de investigación.

Según Supo José, (2014), el nivel de investigación es explicativa porque se investiga el cambio que tiene una variable con respecto de otras. Por la cual veremos que al incorporar la ceniza de cascarilla de arroz nuestra variable adoquín de concreto mejorará sus propiedades mecánicas.

2.1.4 Diseño de la investigación.

Según Supo José, (2014), el diseño de la investigación es experimental, ya que tendremos 4 grupos de control, en la cual se realizará mediciones en un mismo grupo, en la cual se escogerán las muestras de forma aleatoria, es decir se comparan los resultados de nuestros ensayos del adoquín patrón con los adoquines que presenten incorporación de cenizas de cascarilla de arroz al 5%, luego con el 10% y finalmente con el 15%.

2.2. Variables, operacionalización

2.2.1. Variables

Según Sampieri (2010, p.93) dice que la propiedad de una variable es poder medir y observar el cambio de la misma.

Una variable es una propiedad que tiene una variación que puede medirse u observarse”

Variable Independiente: Cenizas de cascarilla de arroz.

Variable Dependiente: Diseño de adoquín de concreto.

2.2.2. Operacionalización de las variables

Tabla 09. Operacionalización de variable independiente.

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Definición de Indicador	Instrumento de medición	Escala
Ceniza de cascarilla de arroz (VI)	Según Felipe Calderón. (2002) La cascarilla de arroz es un subproducto de la industria molinera, que resulta abundantemente en las zonas arroceras de muchos países y que ofrece buenas propiedades para ser usado en distintos ámbitos como la ganadería, agroindustrias y construcción.	Según Loayza Goicochea (2014), dice que el concreto adiconado con ceniza de cascarilla de arroz obtiene resistencias superiores con respecto al concreto patrón en sus diferentes edades de curado, siendo el 15% el porcentaje óptimo de adición.	Composición e incorporación a la mezcla de concreto, reemplazando al cemento.	0 % de incorporación	Esta compuesto por los materiales para el adoquin con incorporación del 0% de cenizas de cascarilla de arroz, reemplazando el cemento.	Fichas de registro	Razon
				5 % de incorporación	Esta compuesto por los materiales para el adoquin con incorporación del 5% de cenizas de cascarilla de arroz, reemplazando el cemento.	Fichas de registro	Razon
				10 % de incorporación	Esta compuesto por los materiales para el adoquin con incorporación del 10% de cenizas de cascarilla de arroz, reemplazando el cemento.	Fichas de registro	Razon
				15 % de incorporación	Esta compuesto por los materiales para el adoquin con incorporación del 15% de cenizas de cascarilla de arroz, reemplazando el cemento.	Fichas de registro	Razon

Fuente: Propia

Tabla 10. Operacionalización de variable dependiente.

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Definición de Indicador	Instrumento de medición	Escala
Diseño de Adoquines de concreto (VD)	Según Elías Buzon Ojeda, de la revista Inge-CUC (pg. 73), dice que "los adoquines son elementos macizos de concreto o mortero, prefabricados, con paredes verticales, que ajustan bien unos contra otros, para formar una superficie completa, dejando solo una pequeña junta entre ellas, y que sirve como capa de rodadura o superficie para los pavimentos que llevan su nombre".	Juan Arango Londoño, de la revista Tecno-Logicas (pg. 124), menciona que los adoquines de concreto tienen como propiedades físicas y mecánicas mas importantes para consideraciones calidad el modulo de rotura, la resistencia la compresion, absorcion. Además segun Elías Buzon Ojeda, de la revista Inge-CUC (pg. 73), menciona que las otras características de igual importancia por ser parte de la capa visible del pavimento deben tener una tolerancia dimensional, peso unitario y absorcion. por otro lado Steven H. Kosmatka (2004, pg. 196-197) dice que las características deseadas requeridas del concreto que se pueden especificar se llama diseño de mezcla y que la resistencia especificada en el diseño debe se ser alcanzada en cualquier conjunto de tres ensayos consecutivos a los 28 dias de curado.	Diseño de mezcla para adoquines de 60mm de espesor	Granulometria	Se denomina granulometria, a la medición y graduación que se lleva a cabo de los granos de una formación sedimentaria (agregados).	Fichas de registro	Razon
				Contenido de humedad del agregado	Según la NTP 339.185 (2013), Se empleara la presente norma para el calculo del agregado fino.	Fichas de registro	Razon
				Peso específico y absorción del agregado	Según la NTP 400.022 (2013), Se empleara la presente norma para el calculo del agregado fino.	Fichas de registro	Razon
				Peso unitario suelto	Según la NTP 400.017 (2016), Se empleara la presente norma para el calculo del agregado fino.	Fichas de registro	Razon
				Peso unitario compactado	Según la NTP 400.017 (2016), Se empleara la presente norma para el calculo del agregado fino.	Fichas de registro	Razon
				Cemento Sol tipo I	Según IECA (2017), es un conglomerante hidraulico.	Fichas de registro	Razon
			Peso específico del agua	Según Castellanos (2006), el agua potable es comunmente utilizada para el concreto.	Fichas de registro	Razon	
			Propiedades mecánicas	Modulo de rotura	La Resistencia al módulo de rotura también llamada en un ensayo de flexión, el módulo de rotura en la flexión es el esfuerzo máximo en la fibra cuando se produce el fallo.	Fichas de registro	Razon
				Resistencia a la compresión	Según la NTP 399.611 (2010), es aquel valor referencial establecido en la presente NTP, como resistencia a la adoquin y utilización en la designación del adoquin.	Fichas de registro	Razon
				Absorción	Según la NTP 399.604 (2002), es el incremento de la masa del material al ser sumergido durante 24 horas a 15,6 °C a 26,7°C.	Fichas de registro	Razon
				Peso unitario (densidad)	Según la NTP 399.604 (2002), se calcula mediante los datos del peso saturado del espécimen, sumergido y peso seco.	Fichas de registro	Razon
				Contenido de humedad	Según la NTP 399.604 (2002), se calcula mediante los datos del peso saturado del espécimen, peso recibido de la unidad y peso seco.	Fichas de registro	Razon
				Variación de dimensional	Según la NTP 399.611 (2010), la tolerancia dimensional se aplica de acuerdo a la presente norma.	Fichas de registro	Razon
Tiempo de curado de la mezcla con CCA	28 dias	Es tiempo de curado, es el tiempo que transcurre para que el adoquin o probeta cumpla o llegue a la resistencia promedio de acuerdo a norma.	Fichas de registro	Razon			

Activar Win

Fuente: Propia

2.3. Población y Muestra

2.3.1 Población

Según Borja (2012, p. 30), dice que el universo o población es un grupo de elementos que son la razón de la investigación, con relación al tema estadística.

En este caso nuestra población estará conformada por 10, 000 unidades de adoquines de concreto con incorporación de CCA en la ciudad de Lima, de acuerdo a la NTP. 399.611 (2010)

2.3.2 Muestra

Hernández Sampieri (2006, p.173), menciona que la muestra es una parte de la población de estudio, en la cual se seleccionan ciertos datos, que son encuadrados con criterio, y tiene que ser característico del todo el universo.

Se elegirá 36 adoquines de concreto, en las cuales 27 adoquines de concreto tendrán incorporación de CCA y 09 adoquines de concreto serán nuestros adoquines patrón.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1 Técnicas

Se utiliza la observación experimental. Se influirá en el elemento de estudio, que es la fabricación de adoquines de concreto. Procederemos con la recomendación según norma ACI 318 para la realización de las muestras, y la ASTM para el proceso de ensayos y recolección de datos en los formatos estándares, de los resultados de las muestras en el laboratorio. En la técnica de observación visualizamos los hechos o fenómenos de la realidad de los ensayos de laboratorio (Borja, M. (2012)).

2.4.2 Instrumentos

Se emplearán fichas de recolección de datos, presentados en el anexo.

2.4.3 Validez y Confiabilidad

En su trabajo Hernández (2006), menciona que las personas que poseen amplios conocimientos en investigación tienden a demorar a realizar un instrumento de medición apropiado. Los instrumentos que se utilizarán (ficha de reporte y ensayos de laboratorio) en el presente proyecto son las fichas que han sido empleadas por tesis de la UNI (Rosales, 2008, p. 46), y la UPN, en sus tesis de investigación, es por eso que utilizamos como referencias válidas para esta investigación para producir el instrumento de medición, así mismo si no se recopila adecuadamente la información los resultados serán errados. La

validez se verifica por un juicio de expertos, por la cual para determinar la confiabilidad del instrumento de medición y su validez. Se solicitó la opinión de 4 expertos; 3 Ingenieros Civiles y un Metodólogo estadístico, obteniendo el siguiente resultado aceptable para el uso de las fichas de reporte:

Tabla 11: *Juicios de expertos.*

Expertos	Grado de Instrucción	Porcentaje
Santos Ricardo Padilla Pichen	Ing. Civil	85 %
Angie Rufasto Paccha	Ing. Civil	85%
Domingo Salazar Guillen	Ing. Civil	90%
Abel Díaz Carranza	Estadístico	90%
Total		87.5%

Fuente: Propia

2.5. Método de análisis de datos

El análisis estadístico de datos será inferencial porque a partir de datos recolectados de las probetas ensayadas, generalizamos las propiedades a la población. (Sergio Gómez Bastar (2012)). En las investigaciones cuantitativas, los datos recolectados se escriben de forma numérica. Los programas para nuestro análisis de información son el EXCEL y el SPSS, los cuales mostrarán los resultados mediante tablas, gráficos, cuadros entre otras.

2.6. Procedimientos para la obtención de resultados:

a) Producción de la ceniza de cascarilla de arroz (CCA)

Para la presente investigación primero se realizó la cocción de la cascara, la ceniza obtenida fue producida a cielo abierto, con un método llamado “Estufa de Aserrín”, que consiste en el uso de una lata de aceite, como contenedor de la cascarilla de arroz (CA) que fue introducida a compresión colocando antes unas guía para los ductos de entrada y salida del flujo de aire para la combustión de la CA como muestra la figura 04, de esta manera se produjo la CCA de forma sistemática. El siguiente proceso fue el de molienda de la CCA, el cual fue cernido con malla fina no graduada, para eliminar posibles objetos de mayor tamaño que perjudiquen el molido, para la etapa de la molienda se utilizó un molino de mano, cuyos discos moledores son de una aleación de hierro y acero y rectificadas para producción de

granos finos, siendo posteriormente tamizadas en la malla N° 100 y solo utilizando los pasantes a esta, para la elaboración de los adoquines de concreto.

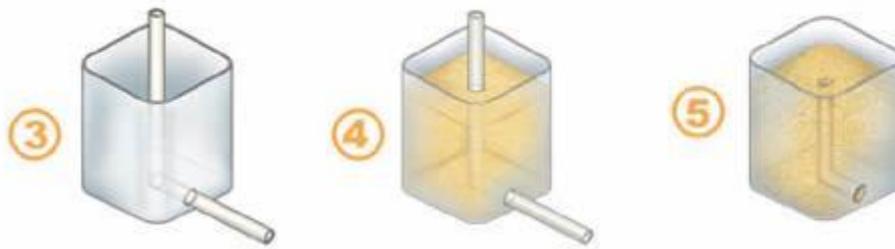


Figura 06: proceso de fabricación de Estufa Aserrín.

Fuente: EDOMEX

b) Diseño de mezcla empleada

Fue obtenido utilizando la metodología ACI, el cual, como la mayoría de métodos, necesitaba la caracterización de los agregados, por consiguiente, se llevó a laboratorio de LEM-FIC de la UNI, el agregado obtenido de la cantera de yerbabuena de UNICON, que está en el distrito de Carabaylo. Los estudios realizados fueron, el análisis granulométrico, peso unitario compactado, peso unitario suelto, peso específico, absorción y el contenido de humedad. En el diseño de mezcla se decidió darle un slump de 3 pulgadas, y hacer una interpolación en la TMN del agregado grueso, para introducir una medida más acertada para el diseño que se deseaba. Se obtuvo el diseño de mezclas para la muestra patrón del adoquín de concreto, mediante una hoja de cálculo EXCEL.

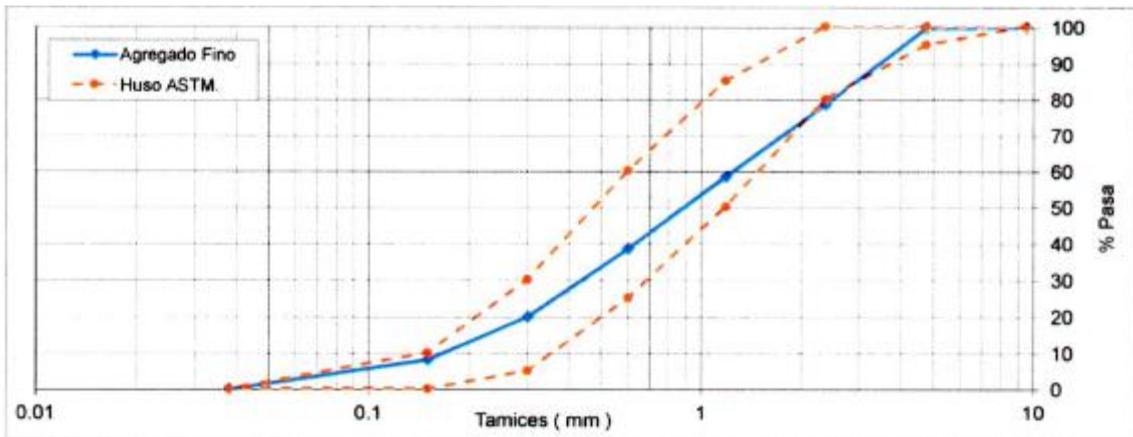


Figura 07: curva granulométrica.

Fuente: Propia

c) Fabricación de los adoquines de concreto

En la fabricación de adoquines se inició con la medición del agua y pesado de los materiales con una balanza milimetrada AND GF-20K, para la producción de 10 adoquines de cada proporción de reemplazo de cemento, entre 0%, 5%, 10% y 15%. Para el mezclado de los materiales se utilizó un trozo mezclador Bauker XH-PCM210, se inició mezclando el agregado con el cemento, y después el agua, logrando una consistencia plástica. La mezcla se colocó en dos capas en los moldes fabricados de fenólico laqueado (anexo 21), vibrándolos con una máquina lijadora por la parte inferior del fondo del molde, además de una varilla lisa de acero, enrasada con una plancha metálica y dejándolos fraguar por 24 horas para su posterior curado que duró 28 días calendario.

d) Ensayo de adoquines.

Los ensayos de esta investigación son compresión, flexión, adsorción peso unitario, contenido de humedad y variación dimensional en la cual comprobaremos si la incorporación de la CCA mejora las propiedades del diseño de los adoquines de concreto tipo 2, todos estos ensayos son realizados conforma a la norma técnica NTP 399.611 y NTP399.604.

2.7. Aspectos Éticos.

En nuestro trabajo de investigación se involucra, en todo momento, la responsabilidad de ética de investigación, en la cual se considera si es necesario el consentimiento del levantamiento de información de todos los involucrados en ello.

Por la cual es necesario desarrollar con honestidad, responsabilidad, claridad y honradez, la presente tesis, respetando en todo momento todos los derechos de la persona, colocando citas textuales, nombre del trabajo, tesis, libro, etc; de acuerdo a las normas establecidas para así poder desarrollar con veracidad la presente tesis.

III. RESULTADOS

3.1. Resistencia al Módulo de rotura (flexión).

En 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 la siguiente resistencia de acuerdo a la 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.

Tabla 12. *Módulo de rotura de adoquines de concreto.*

Módulo de rotura (M_r) a los 28 días mínimo (MPa)	
Promedio de 3 unidades	Individual
5.0	4.2

Fuente: NTC 2017, *adoquines de concreto.*

Para hallar la resistencia a la flexión se utilizó la máquina de ensayo: “Toni Technik LFP – 274-2018” y varillas de acero liso (ver figura 04), obteniendo los siguientes resultados:

- a) Para el adoquín de concreto con incorporación al 0% de ceniza de cascarilla de arroz.

Tabla 13. *Módulo de rotura para 0% de reemplazo de CCA*

Área (cm^2)	Carga de rotura (kg)	R. flexión (kg/cm^2)	Promedio
198	1,058	60.3	
200	929	58.0	
199	852	54.6	57.6

Fuente: *propia*

Se puede concluir que la resistencia de flexión para el adoquín de concreto con 0% de incorporación está dentro del límite permisible de acuerdo a norma.

- b) Para el adoquín de concreto con incorporación al 5% de ceniza de cascarilla de arroz.

Tabla 14. *Módulo de rotura para 5% de reemplazo de CCA*

Área (cm^2)	Carga de rotura (kg)	R. flexión (kg/cm^2)	Promedio
200	985	55.6	
198	930	62.6	
197	752	50.3	56.2

Fuente *propia*

Se puede concluir que la resistencia de flexión para el adoquín de concreto con 5% de incorporación está dentro del límite permisible de acuerdo a norma.

- c) Para el adoquín de concreto con incorporación al 10 % de ceniza de cascarilla de

arroz.

Tabla 15. *Módulo de rotura para 10% de reemplazo de CCA*

Área (cm ²)	Carga de rotura (kg)	R. flexión (kg/cm ²)	Promedio
202	776	51.2	
202	828	52.9	
197	674	45.1	49.7

Fuente: propia

Se puede concluir que la resistencia de flexión para el adoquín de concreto con 10% de incorporación no está dentro del límite permisible de acuerdo a norma.

- d) Para el adoquín de concreto con incorporación al 15 % de ceniza de cascarilla de arroz.

Tabla 16. *Módulo de rotura para 15% de reemplazo de CCA*

Área (cm ²)	Carga de rotura (kg)	R. flexión (kg/cm ²)	Promedio
200	856	55.2	
202	865	57.1	
199	615	41.7	51.3

Fuente: propia

Se puede concluir que la resistencia de flexión para el adoquín de concreto con 15% de incorporación no está dentro del límite permisible de acuerdo a norma.

Para aceptar o rechazar la hipótesis planteada también utilizaremos el programa IBM SPSS STATISTICS 21, en el SPSS se representara los porcentajes de reemplazo de ceniza de cascarilla de arroz de la siguiente manera:

- 1 = Adoquín de concreto con 0 % de incorporación de cenizas de cascarilla de arroz.
- 2 = Adoquín de concreto con 5 % de incorporación de cenizas de cascarilla de arroz.
- 3 = Adoquín de concreto con 10 % de incorporación de cenizas de cascarilla de arroz.
- 4 = Adoquín de concreto con 15 % de incorporación de cenizas de cascarilla de arroz.

Prueba de Normalidad para la resistencia a la flexión (módulo de rotura).

Ho: Presentan distribución normal.

Ha: Presentan distribución que no es normal.

P- valor de sig < 0.05 rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna.

P- valor de sig > 0.05 aceptar la hipótesis nula y rechazar la hipótesis alterna.

Tabla 17. Prueba de normalidad para el módulo de rotura.

Pruebas de normalidad							
ADOQUIN		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
MOD.ROTU RA	1	,218	3	.	,988	3	,788
	2	,203	3	.	,994	3	,848
	3	,306	3	.	,904	3	,399
	4	,344	3	.	,841	3	,217

Fuente: propia

Interpretación: En el cuadro se presentan los resultados de la prueba de normalidad para el indicador resistencia a la compresión y para la variable diseño de un adoquín de concreto, en la cual se opta por la prueba de Shapiro – Wilk, debido a que la muestra tomada para los resultados es < 30 ; obteniendo una significancia para el adoquín de concreto 1, 2,3 y 4 > 0.05 ; en la cual significa que para los adoquines de concreto presenta una distribución normal.

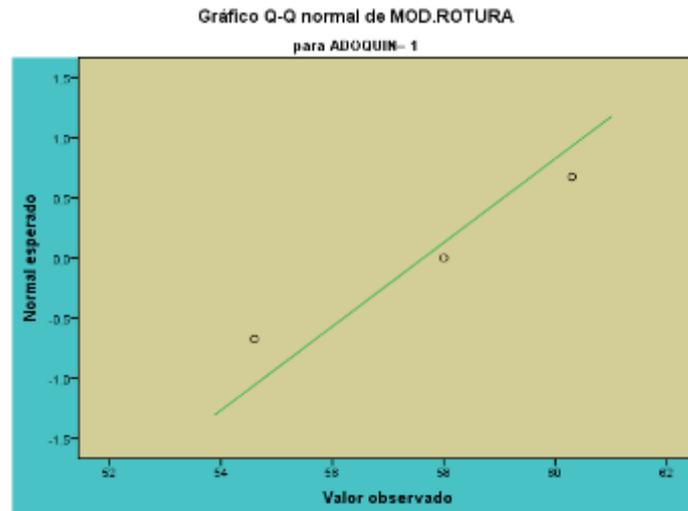


Figura 08. Módulo de rotura para el adoquín al 0% de reemplazo de CCA.

Fuente: propia

Interpretación: En el grafico se puede verificar que para el diseño del adoquín de concreto con incorporación al 0 % de cenizas de cascarilla de arroz, en la resistencia de flexión, presenta una distribución normal, ya que el punto se sitúa cerca de la diagonal.

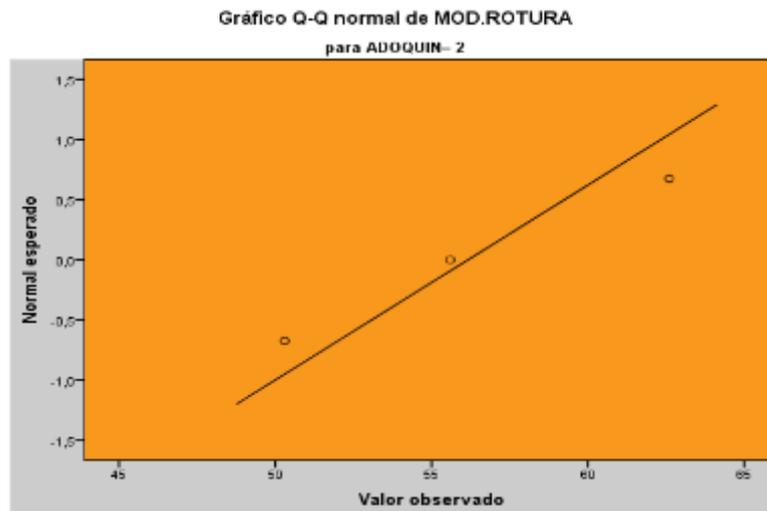


Figura 09. Módulo de rotura para el adoquín al 5% de reemplazo de CCA.

Fuente: propia

Interpretación: En el grafico se puede verificar que para el diseño del adoquín de concreto con incorporación al 5 % de cenizas de cascarilla de arroz, en la resistencia de flexión, presenta una distribución normal, ya que el punto se sitúa cerca y sobre la diagonal.

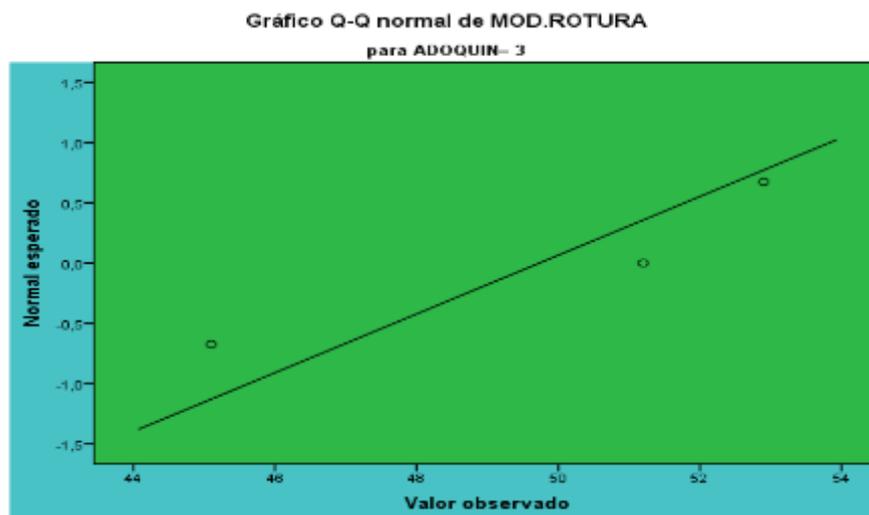


Figura 10. Módulo de rotura para el adoquín al 10% de reemplazo de CCA.

Fuente: propia

Interpretación: En el grafico se puede verificar que para el diseño del adoquín de concreto con incorporación al 10 % de cenizas de cascarilla de arroz, en la resistencia de flexión, presenta una distribución normal, ya que el punto se sitúa cerca de la diagonal.

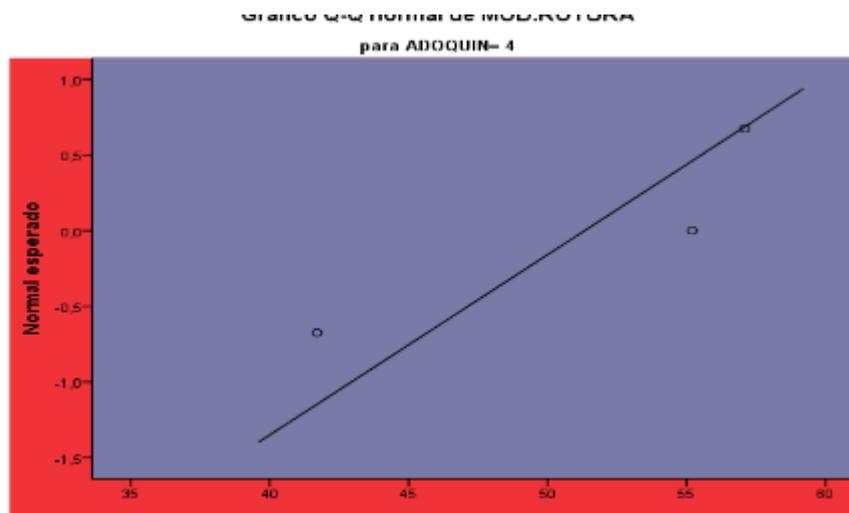


Figura 11. Módulo de rotura para el adoquín al 15% de reemplazo de CCA.

Fuente: propia

Interpretación: En el gráfico se puede verificar que para el diseño del adoquín de concreto con incorporación al 15 % de cenizas de cascarilla de arroz, en la resistencia de flexión, presenta una distribución normal, ya que el punto se sitúa cerca y sobre la diagonal.

Prueba de hipótesis para el ensayo resistencia a la flexión.

La prueba de hipótesis se va a verificar a través de la ANOVA.

Ho: En el ensayo de la resistencia al módulo de rotura (flexión) para el diseño del adoquín de concreto no mejora con la incorporación de cenizas de cascarilla de arroz, Lima del 2018.

Ha: En el ensayo de la resistencia a la compresión para el diseño del adoquín de concreto mejora con la incorporación de cenizas de cascarilla de arroz, Lima del 2018.

P- valor de sig < 0.05 rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna.

P- valor de sig > 0.05 aceptar la hipótesis nula y rechazar la hipótesis alterna.

Tabla 18. Módulo de rotura descriptiva del ANOVA.

N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo	
				Límite inferior	Límite superior			
1	3	57,6333	2,86764	1,65563	50,5097	64,7569	54,60	60,30
2	3	56,1667	6,16955	3,56199	40,8407	71,4927	50,30	62,60
3	3	49,7333	4,10163	2,36807	39,5443	59,9223	45,10	52,90
4	3	51,3333	8,39663	4,84779	30,4750	72,1917	41,70	57,10
Total	12	53,7167	5,99922	1,73182	49,9049	57,5284	41,70	62,60

Fuente: propia

Tabla 19. ANOVA del módulo de rotura.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	128,670	3	42,890	1,284	,344
Intra-grupos	267,227	8	33,403		
Total	395,897	11			

Fuente: propia

Interpretación: En la presente tabla nos presenta los resultados de la prueba del ANOVA, para el ensayo resistencia al módulo de rotura (flexión) y para la variable diseño de un adoquín de concreto, en la cual alcanza un nivel de significancia > 0.05 , por la cual se acepta la hipótesis nula.

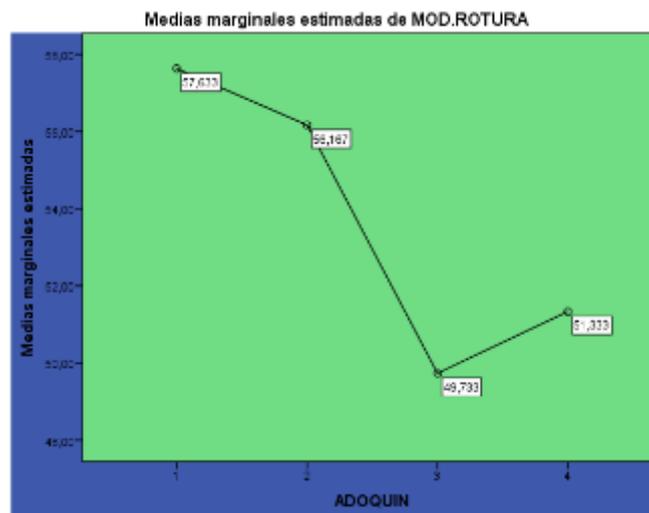


Figura 12. Medias del ANOVA en el módulo de rotura.

Fuente: propia

Interpretación: En el gráfico nos presenta los resultados de las medias de la prueba del ANOVA, en la cual se verifica que la resistencia al módulo de rotura del adoquín de concreto no desciende progresivamente de acuerdo a la incorporación de cenizas de cascarilla de arroz.

Problema específico 1:

¿Qué tanto mejora el módulo de rotura en el diseño del adoquín de concreto con la incorporación de ceniza de cascarilla de arroz, Lima 2018?

De acuerdo a los resultados obtenidos tanto en el laboratorio y con el programa SPSS, se indica que la resistencia al módulo de rotura no mejora con la incorporación de cenizas de cascarilla de arroz, Lima 2018; en ninguno de sus porcentajes añadidos, además se puede

indicar que para un porcentaje de 5 % de incorporación de cenizas de cascarilla de arroz está dentro de la resistencia promedio del límite permisible de acuerdo a la norma colombiana de adoquines de concreto 2017.

3.2. Resistencia a la compresión.

Fue realizado mediante la norma NTP – 399.611.2010 - Revisado 2015 y NTP. 399.604.2002, nos indica que se deben de utilizar 3 muestras por cada lote, en la cual tendremos 3 muestras de adoquines de concreto con 0% de incorporación de cenizas de cascarilla de arroz, 3 muestras de adoquines de concreto con 5% de incorporación de cenizas de cascarilla de arroz, 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 cenizas de cascarilla de arroz. En la cual de acuerdo a norma deberá de poseer la resistencia siguiente:

Tabla 20. *Espesor nominal y resistencia a la compresión del adoquín.*

Tipo	Espesor nominal (mm)	Resistencia a la compresión min MPa (kg/cm ²)	
		Promed. de 3 unid.	Unidad 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)	≥ 80	55 (561)	50 (510)

Fuente: NTP. 399.611.2010 – revisado 2015

Para hallar la resistencia a compresión se utilizó la máquina de ensayo: “Toni Technik LFP – 274-2018”, obteniendo los siguientes resultados:

- a) Para el adoquín de concreto con incorporación al 0% de ceniza de cascarilla de arroz.

Tabla 21. *Resistencia a la compresión al 0% de reemplazo de CCA.*

Área bruta (cm ²)	Carga (P) (kg)	R. compresión (kg/cm ²)	Promedio
200	143830	719.2	
200	139003	695.0	
198	137032	692.1	702.1

Fuente: propia

Para el adoquín de concreto con incorporación al 5 % de ceniza de cascarilla de arroz.
 Tabla 22. *Resistencia a la compresión al 5% de reemplazo de CCA.*

Área bruta (cm^2)	Carga (P) (kg)	R. compresión (kg/cm^2)	Promedio
200	135500	677.5	
200	129913	649.6	
200	130892	654.5	660.53

Fuente: propia

- b) Para el adoquín de concreto con incorporación al 10 % de ceniza de cascarilla de arroz.

Tabla 23. *Resistencia a la compresión al 10% de reemplazo de CCA.*

Área bruta (cm^2)	Carga (P) (kg)	R. compresión (kg/cm^2)	Promedio
199	119091	598.4	
201	119872	596.4	
201	127781	635.7	610.17

Fuente: propia

- c) Para el adoquín de concreto con incorporación al 15 % de ceniza de cascarilla de arroz.

Tabla 24. *Resistencia a la compresión al 15% de reemplazo de CCA.*

Área bruta (cm^2)	Carga (P) (kg)	R. compresión (kg/cm^2)	Promedio
200	113693	568.5	
202	124504	616.4	
200	113598	568.0	584.3

Fuente: propia

Para aceptar o rechazar la hipótesis planteada también utilizaremos el programa IBM SPSS STATISTICS 21.

Prueba de Normalidad para la resistencia a la compresión.

Ho: Presentan distribución normal.

Ha: Presentan distribución que no es normal.

P- valor de sig < 0.05 rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna.

P- valor de sig > 0.05 aceptar la hipótesis nula y rechazar la hipótesis alterna.

Tabla 25. Prueba de normalidad para la resistencia de compresión.

ADOQUIN	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
		Estadístic o	gl	Sig.	Estadístic o	gl	Sig.
RES.COMPRES IÓN	1	,350	3	.	,829	3	,186
	2	,324	3	.	,877	3	,316
	3	,369	3	.	,788	3	,086
	4	,382	3	.	,758	3	,017

Fuente: propia

Interpretación: En la presente tabla nos presenta los resultados de la prueba de normalidad para el indicador resistencia a la compresión y para la variable diseño de un adoquín de concreto, en la cual se opta por la prueba de Shapiro – Wilk, debido a que la muestra tomada para los resultados es < 30 ; obteniendo una significancia para el adoquín de concreto 1,2 y 3 > 0.05 y para el adoquín de concreto 4 < 0.05 ; en la cual significa que para el adoquín de concreto 1,2 y 3 presenta una distribución normal, mientras que el adoquín de concreto 4 presentan una distribución que no es normal.

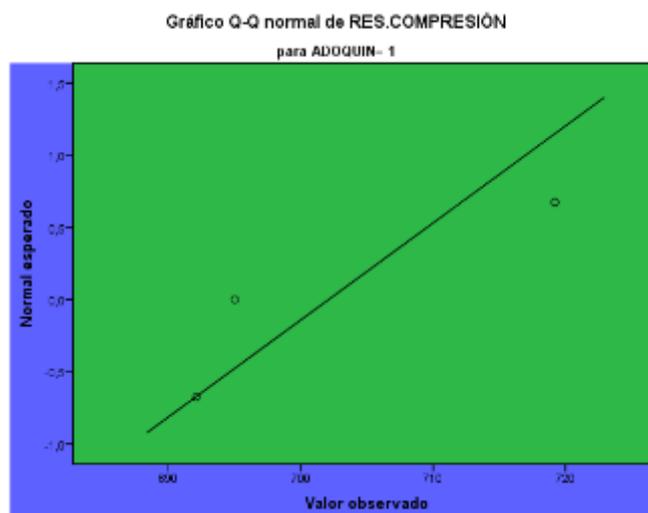


Figura 13. Resistencia a compresión para el adoquín al 0% de reemplazo de CCA.

Fuente: propia

Interpretación: En el grafico se puede verificar que para el diseño del adoquín de concreto con incorporación al 0% de cenizas de cascarilla de arroz, en la resistencia de compresión, presenta una distribución normal, ya que el punto se sitúa sobre la diagonal.

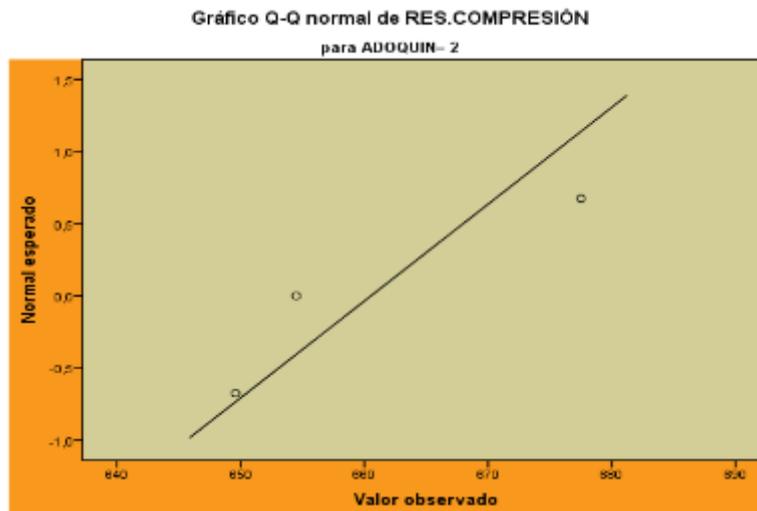


Figura 14. Resistencia a compresión para el adoquín al 5% de reemplazo de CCA.

Fuente: propia

Interpretación: En el grafico se puede verificar que para el diseño del adoquín de concreto con incorporación al 5 % de cenizas de cascarilla de arroz, en la resistencia de compresión, presenta una distribución normal, ya que el punto se sitúa sobre la diagonal.

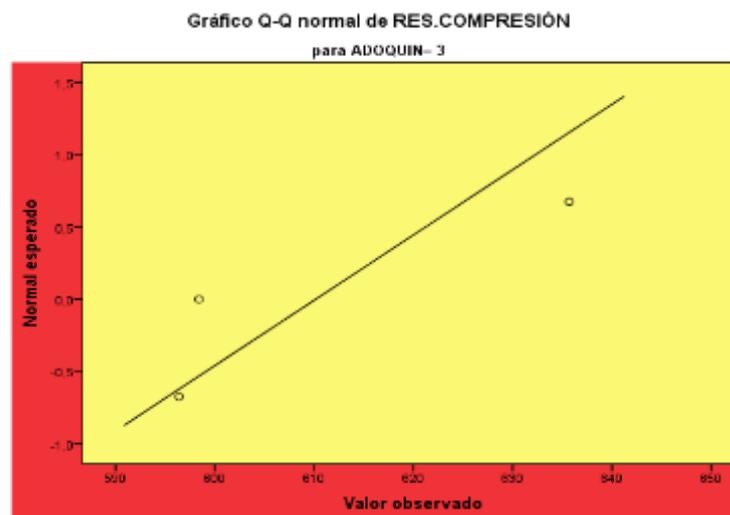


Figura 15. Resistencia a compresión para el adoquín al 10% de reemplazo de CCA.

Fuente: propia

Interpretación: En el grafico se puede verificar que para el diseño del adoquín de concreto con incorporación al 10 % de cenizas de cascarilla de arroz, en la resistencia de compresión, presenta una distribución normal, ya que el punto se sitúa cerca de la diagonal.

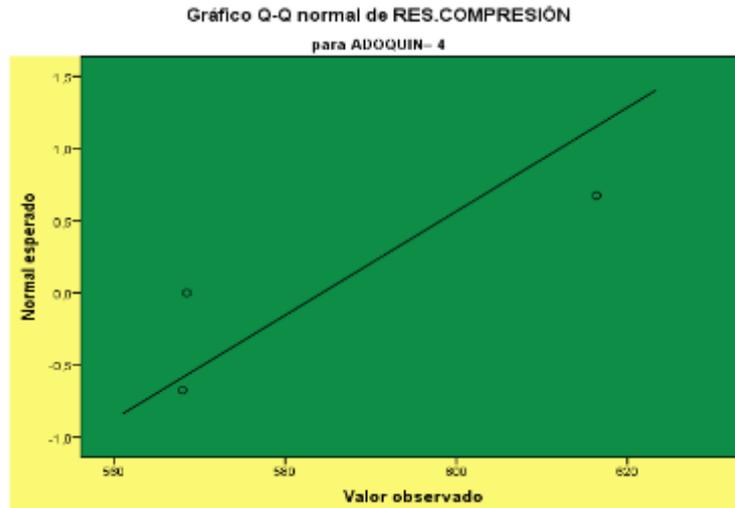


Figura 16. Resistencia a compresión para el adoquín al 15% de reemplazo de CCA.

Fuente: propia

Interpretación: En el gráfico se puede verificar que para el diseño del adoquín de concreto con incorporación al 15 % de cenizas de cascarilla de arroz, en la resistencia de compresión, presenta una distribución que no es normal, ya que el punto no se sitúa tan cerca de la diagonal.

Prueba de hipótesis para el ensayo resistencia a la compresión.

La prueba de hipótesis se va a verificar a través de la ANOVA.

Ho: En el ensayo de la resistencia a la compresión para el diseño del adoquín de concreto no mejora progresivamente con la incorporación de cenizas de cascarilla de arroz, Lima del 2018.

Ha: En el ensayo de la resistencia a la compresión para el diseño del adoquín de concreto mejora progresivamente con la incorporación de cenizas de cascarilla de arroz, Lima del 2018.

P- valor de sig < 0.05 rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna.

P- valor de sig > 0.05 aceptar la hipótesis nula y rechazar la hipótesis alterna.

Tabla 26. Resistencia a la compresión descriptiva del ANOVA.

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
1	3	702,1000	14,87985	8,59089	665,1364	739,0636	692,10	719,20
2	3	660,5333	14,89642	8,60045	623,5286	697,5381	649,60	677,50
3	3	610,1667	22,13512	12,7797	555,1800	665,1533	596,40	635,70
4	3	584,3000	27,80054	16,0506	515,2396	653,3604	568,00	616,40
Total	12	639,2750	50,64818	14,6208	607,0947	671,4553	568,00	719,20

Fuente: propia

Tabla 27. Resistencia a la compresión del ANOVA.

RES.COMPRESIÓN					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	24805,329	3	8268,443	19,385	,001
Intra-grupos	3412,293	8	426,537		
Total	28217,622	11			

Fuente: propia

Interpretación: En la presente tabla nos presenta los resultados de la prueba del ANOVA, para el ensayo resistencia a la compresión y para la variable diseño de un adoquín de concreto, en la cual alcanza un nivel de significancia < 0.05 , por la cual se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna.

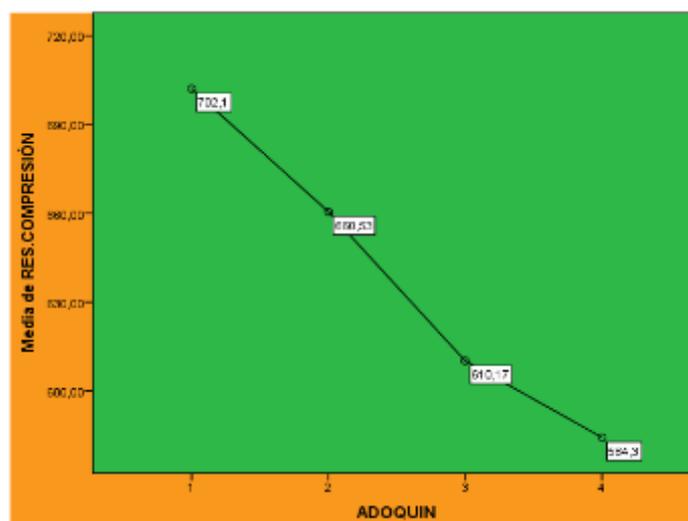


Figura 17. Resistencia a compresión de las medias con reemplazo de CCA.

Fuente: propia

Interpretación: En el gráfico nos presenta los resultados de las medias de la prueba del ANOVA, en la cual se verifica que la resistencia del adoquín de concreto desciende progresivamente de acuerdo a la incorporación de cenizas de cascarilla de arroz.

Problema específico 2:

¿Qué tanto mejora la resistencia a compresión en el diseño de un adoquín de concreto con la incorporación de ceniza de cascarilla de arroz, Lima 2018?

De acuerdo a los resultados obtenidos tanto en el laboratorio y con el programa SPSS, se indica que la resistencia a la compresión no mejora con la incorporación de cenizas de cascarilla de arroz, Lima 2018; en ninguno de sus porcentajes añadidos, además se puede indicar que conforme se va añadiendo la ceniza de cascarilla de arroz la resistencia a la compresión disminuye proporcionalmente. Por ello se estaría rechazando la hipótesis planteada.

3.3 Porcentaje de absorción.

En el ensayo variación dimensional de acuerdo a la norma técnica peruana (NTP – 399.611.2010 - Revisado 2015 y NTP. 399. 604.2002), nos indica que se deben de utilizar 3 muestras por cada lote, en la cual tendremos 3 muestras de adoquines de concreto con 0% de incorporación de cenizas de cascarilla de arroz, 3 muestras de adoquines de concreto con 5% de incorporación de cenizas de cascarilla de arroz, 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 cenizas de cascarilla de arroz. Para hallar el porcentaje de absorción se deberá de utilizar la siguiente fórmula de acuerdo a norma:

Ecuación 01. *Absorción (%) para adoquines de concreto.*

$$\text{Absorción} = [(Ws - Wd) / Wd] \times 100\% \dots(1)$$

Fuente: NTP 399.604

Ws = peso saturado del espécimen (Kg).

Wd = peso seco al horno del espécimen (Kg).

Además debe de cumplir con el siguiente límite de acuerdo a norma.

Tabla 28. *Absorción máxima del adoquín de concreto.*

Tipo de adoquín	Absorción máxima (%)	
	Promedio de 3 unidades	Unidad individual
I y II	6	7.5
III	5	7

Fuente: NTP 399.604

- a) Para el adoquín de concreto con incorporación al 0% de ceniza de cascarilla de arroz.

Tabla 29. *Porcentaje de absorción al reemplazo de 0% de CCA.*

P. saturado (Ws)	P. seco (Wd)	% absorción	Promedio
2822.4	2664.1	5.94	
2823.3	2673.9	5.59	5.68
2831.3	2683.2	5.52	

Fuente: propia

Se puede concluir que el porcentaje de absorción para el adoquín de concreto con 0% de incorporación está dentro del límite permisible de acuerdo a norma.

b) Para el adoquín de concreto con incorporación al 5 % de ceniza de cascarilla de arroz.

Tabla 30. *Porcentaje de absorción al reemplazo de 5% de CCA.*

P. saturado (Ws)	P. seco (Wd)	% absorción	Promedio
2770.8	2604.2	6.40	
2734.6	2582.3	5.90	6.22
2720.7	2558.3	6.35	

Fuente: propia

Se puede concluir que el porcentaje de absorción para el adoquín de concreto con 5% de incorporación está dentro del límite permisible de acuerdo a norma.

c) Para el adoquín de concreto con incorporación al 10 % de ceniza de cascarilla de arroz.

Tabla 31. *Porcentaje de absorción al reemplazo de 10% de CCA.*

P. saturado (Ws)	P. seco (Wd)	% absorción	Promedio
2673.6	2504.2	6.76	
2789.3	2609.8	6.88	6.8
2826.6	2647.5	6.76	

Fuente: propia

Se puede concluir que el porcentaje de absorción para el adoquín de concreto con 10% de incorporación está dentro del límite permisible de acuerdo a norma.

d) Para el adoquín de concreto con incorporación al 15 % de ceniza de cascarilla de arroz.

Tabla 32. *Porcentaje de absorción al reemplazo de 15% de CCA.*

P. saturado (Ws)	P. seco (Wd)	% absorción	Promedio
2729.6	2579.4	5.82	
2744.8	2578.2	6.46	6.2
2727.5	2565.6	6.31	

Fuente: propia

Se puede concluir que el porcentaje de absorción para el adoquín de concreto con 15% de incorporación está dentro del límite permisible de acuerdo a norma.

Para aceptar o rechazar la hipótesis planteada también utilizaremos el programa IBM SPSS STATISTICS 21.

Prueba de Normalidad para el porcentaje de absorción.

Ho: Presentan distribución normal.

Ha: Presentan distribución que no es normal.

P- valor de sig < 0.05 rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna.

P- valor de sig > 0.05 aceptar la hipótesis nula y rechazar la hipótesis alterna.

Tabla 33. *Prueba de normalidad del porcentaje de absorción.*

	ADOQUIN	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
ABSORCIÓN	1	,328	3	.	,871	3	,298
N	2	,353	3	.	,824	3	,174
	3	,385	3	.	,750	3	,000
	4	,299	3	.	,914	3	,432

Fuente: propia

Interpretación: En la presente tabla nos presenta los resultados de la prueba de normalidad para el indicador porcentaje de absorción y para la variable diseño de un adoquín de concreto, en la cual se opta por la prueba de Shapiro – Wilk, debido a que la muestra tomada para los resultados es < 30; obteniendo una significancia para el adoquín de concreto 1,2 y 4 > 0.05 y para el adoquín de concreto 3 < 0.05; en la cual significa que para el adoquín de concreto 1,2 y 4 presenta una distribución normal, mientras que el adoquín de concreto 3 presentan una distribución que no es normal.

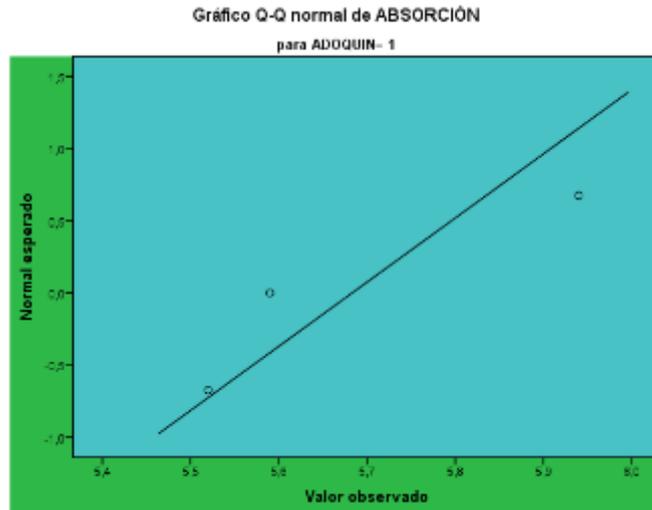


Figura 18. Porcentaje de absorción para el adoquín al 0% de reemplazo de CCA.

Fuente: propia

Interpretación: En el grafico se puede verificar que para el diseño del adoquín de concreto con incorporación al 0% de cenizas de cascarilla de arroz, en el porcentaje de absorción presenta una distribución normal, ya que el punto se sitúa sobre la diagonal.

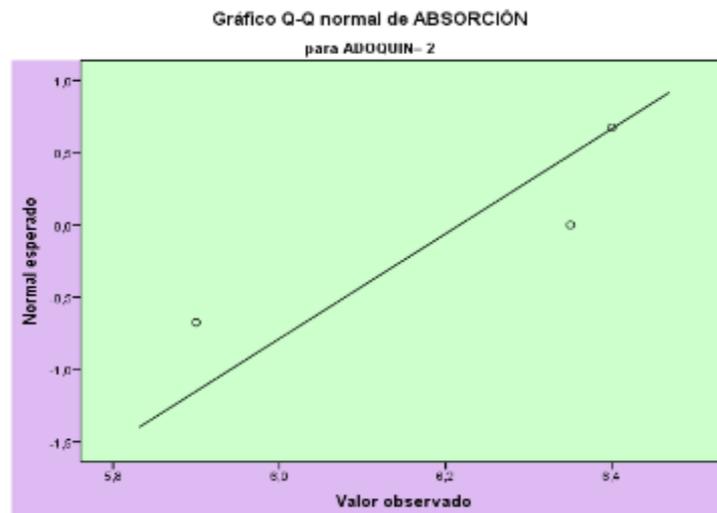


Figura 19. Porcentaje de absorción para el adoquín al 5% de reemplazo de CCA.

Fuente: propia

Interpretación: En el grafico se puede verificar que para el diseño del adoquín de concreto con incorporación al 5 % de cenizas de cascarilla de arroz, en el porcentaje de absorción presenta una distribución normal, ya que el punto se sitúa sobre la diagonal.

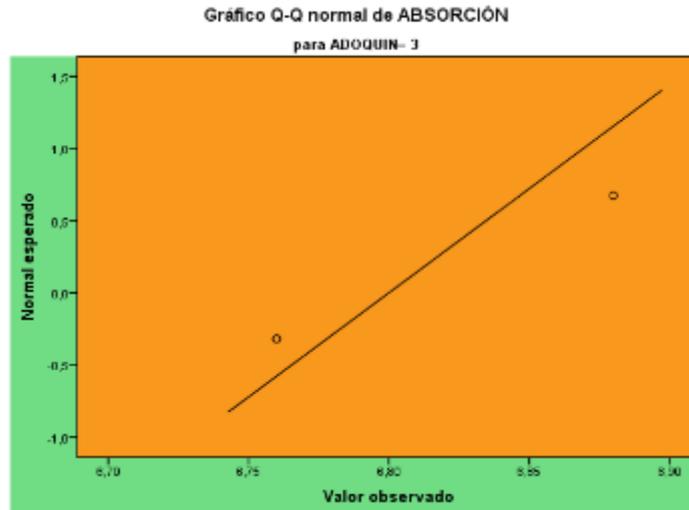


Figura 20. Porcentaje de absorción para el adoquín al 10% de reemplazo de CCA.

Fuente: propia

Interpretación: En el grafico se puede verificar que para el diseño del adoquín de concreto con incorporación al 10 % de cenizas de cascarilla de arroz, en el porcentaje de absorción presenta una distribución que no es normal, ya que el punto no se sitúa sobre la diagonal.

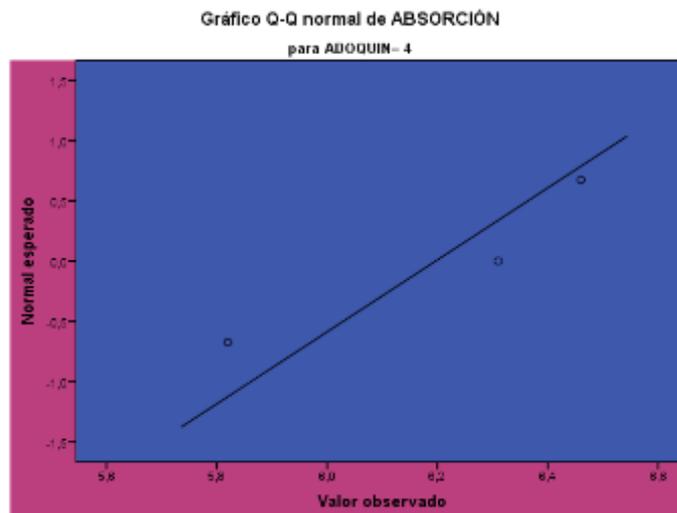


Figura 21. Porcentaje de absorción para el adoquín al 15% de reemplazo de CCA.

Fuente: propia

Interpretación: En el grafico se puede verificar que para el diseño del adoquín de concreto con incorporación al 5 % de cenizas de cascarilla de arroz, en el porcentaje de absorción presenta una distribución normal, ya que el punto se sitúa sobre la diagonal.

Prueba de hipótesis para el ensayo porcentaje de Absorción.

La prueba de hipótesis se va a verificar a través de la ANOVA.

Ho: En el ensayo de porcentaje de absorción para el diseño del adoquín de concreto no mejora progresivamente con la incorporación de cenizas de cascarilla de arroz, Lima del 2018.

Ha: En el ensayo de porcentaje de absorción para el diseño del adoquín de concreto mejora progresivamente con la incorporación de cenizas de cascarilla de arroz, Lima del 2018.

P- valor de sig < 0.05 rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna.

P- valor de sig > 0.05 aceptar la hipótesis nula y rechazar la hipótesis alterna.

Tabla 34. *Porcentaje de absorción descriptiva del ANOVA*

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
1	3	5,6833	,22502	,12991	5,1244	6,2423	5,52	5,94
2	3	6,2167	,27538	,15899	5,5326	6,9007	5,90	6,40
3	3	6,8000	,06928	,04000	6,6279	6,9721	6,76	6,88
4	3	6,1967	,33471	,19325	5,3652	7,0281	5,82	6,46
Total	12	6,2242	,46332	,13375	5,9298	6,5185	5,52	6,88

Fuente: propia

Tabla 35. *Porcentaje de absorción del ANOVA.*

ABSORCIÓN					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	1,875	3	,625	10,274	,004
Intra-grupos	,487	8	,061		
Total	2,361	11			

Fuente: propia

Interpretación: En la presente tabla nos presenta los resultados de la prueba del ANOVA, para el ensayo porcentaje de absorción y para la variable de diseño de un adoquín de concreto, en la cual alcanza un nivel de significancia < 0.05, por la cual se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna.

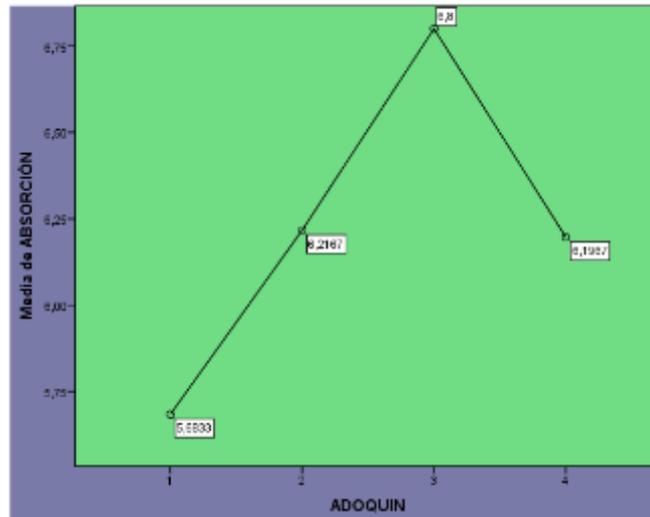


Figura 22. Medias de los valores de porcentajes de absorción con reemplazo de CCA.

Fuente: propia

Interpretación: En el grafico nos presenta los resultados de las medias de la prueba del ANOVA, en la cual se verifica el porcentaje de absorción del adoquín de concreto, donde obtenemos que las medias están dentro de la curva de potencia, en la cual se puede decir que las medias no son semejantes y pueden mejorar de acuerdo a la incorporación de cenizas de cascarilla de arroz, por la cual se acepta la H_a .

Problema específico 3:

¿Qué tanto mejora la absorción en el diseño de un adoquín de concreto con la incorporación de ceniza de cascarilla de arroz, Lima 2018?

De acuerdo a los resultados obtenidos tanto en el laboratorio y con el programa SPSS, se indica que el porcentaje de absorción mejora con la incorporación de cenizas de cascarilla de arroz, Lima 2018; en todos sus porcentajes añadidos, además se puede indicar que todas las medias de incorporación CCA, está dentro del límite que nos indica la norma (unidades individuales). Por ello se estaría aceptando la hipótesis planteada.

3.4 Densidad o peso específico.

En el ensayo para el porcentaje de contenido de humedad de acuerdo a la norma técnica peruana (NTP – 399.611.2010 - Revisado 2015 y NTP. 399. 604.2002), nos indica que se deben de utilizar 3 muestras por cada lote, en la cual tendremos 3 muestras de adoquines de concreto con 0% de incorporación de cenizas de cascarilla de arroz, 3 muestras de adoquines de concreto con 5% de incorporación de cenizas de cascarilla de arroz, 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 cenizas de cascarilla de

arroz. Para hallar el porcentaje de contenido de humedad se deberá de utilizar la siguiente formula de acuerdo a norma:

Ecuación 03. *Peso unitario para adoquines de concreto.*

$$D = [Wd / (Ws - Wi)] \times 1000 \dots (3)$$

Fuente: NTP 399.604

Wi = peso sumergido del espécimen (Kg).

Ws = peso saturado del espécimen (Kg).

Wd = peso seco al horno del espécimen (Kg).

a) Para el adoquín de concreto con incorporación al 0% de ceniza de cascarilla de arroz.

Tabla 36. *Densidad del adoquín con reemplazo de 0% de CCA.*

P. saturado (Ws)	P. seco (Wd)	P. sumergido (Wi)	Densidad	Promedio
2822.4	2664.1	1599.3	2178.2	
2823.3	2673.9	1603.2	2191.5	2187.8
2831.3	2683.2	1608.1	2193.6	

Fuente: propia

Se puede concluir que la densidad promedio de los 3 especímenes bajo condiciones de saturación fue de 2187.8 kg/m³, para el adoquín de concreto con 0% de incorporación.

b) Para el adoquín de concreto con incorporación al 5 % de ceniza de cascarilla de arroz.

Tabla 37. *Densidad del adoquín con reemplazo de 5% de CCA.*

P. saturado (Ws)	P. seco (Wd)	P. sumergido (Wi)	Densidad	Promedio
2770.8	2604.2	1550.7	2134.4	
2734.6	2582.3	1531.7	2146.7	2137.1
2720.7	2558.3	1519.8	2130.3	

Fuente: propia

Se puede concluir que la densidad promedio de los 3 especímenes bajo condiciones de saturación fue de 2137.1 kg/m³, para el adoquín de concreto con 5 % de incorporación.

c) Para el adoquín de concreto con incorporación al 10 % de ceniza de cascarilla de arroz.

Tabla 38. *Densidad del adoquín con reemplazo de 10% de CCA.*

P. saturado (Ws)	P. seco (Wd)	P. sumergido (Wi)	Densidad	Promedio
2673.6	2504.2	1474	2087.5	
2789.3	2609.8	1542.2	2092.7	2092.9
2826.6	2647.5	1565	2098.5	

Fuente: propia

Se puede concluir que la densidad promedio de los 3 especímenes bajo condiciones de saturación fue de 2092.9 kg/m³, para el adoquín de concreto con 10 % de incorporación.

- d) Para el adoquín de concreto con incorporación al 15 % de ceniza de cascarilla de arroz.

Tabla 39. *Densidad del adoquín con reemplazo de 15% de CCA.*

P. saturado (Ws)	P. seco (Wd)	P. sumergido (Wi)	Densidad	Promedio
2729.6	2579.4	1509.1	2113.4	
2744.8	2578.2	1518.8	2102.9	2107.7
2727.5	2565.6	1509.8	2106.9	

Fuente: propia

Se puede concluir que la densidad promedio de los 3 especímenes bajo condiciones de saturación fue de 2107.7 kg/m³, para el adoquín de concreto con 15 % de incorporación de ceniza de cascarilla de arroz.

Para aceptar o rechazar la hipótesis planteada también utilizaremos el programa IBM SPSS STATISTICS 21.

Prueba de Normalidad para el porcentaje de absorción.

Ho: Presentan distribución normal.

Ha: Presentan distribución que no es normal.

P- valor de sig < 0.05 rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna.

P- valor de sig > 0.05 aceptar la hipótesis nula y rechazar la hipótesis alterna.

Tabla 40. *Prueba de normalidad de la densidad del adoquín con reemplazo de CCA.*

ADOQUIN	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk			
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DENSIDAD	1	,339	3	.	,850	3	,241
	2	,292	3	.	,923	3	,463
	3	,181	3	.	,999	3	,940
	4	,229	3	.	,981	3	,739

Fuente: propia

Interpretación: En la presente tabla nos presenta los resultados de la prueba de normalidad para el indicador densidad y para la variable diseño de un adoquín de concreto, en la cual se opta por la prueba de Shapiro – Wilk, debido a que la muestra tomada para los resultados es < 30 ; obteniendo una significancia para el adoquín de concreto 1,2,3 y 4 > 0.05 ; en la cual significa que para el adoquín de concreto 1,2,3 y 4 presenta una distribución normal.

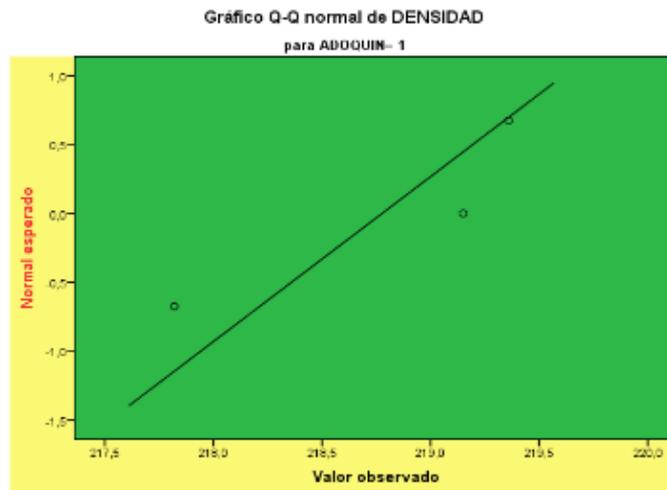


Figura 23. Densidad del adoquín al 0% de reemplazo de CCA.

Fuente: propia

Interpretación: En el grafico se puede verificar que para el diseño del adoquín de concreto con incorporación al 0% de cenizas de cascarilla de arroz, en la densidad presenta una distribución normal, ya que el punto se sitúa sobre la diagonal.

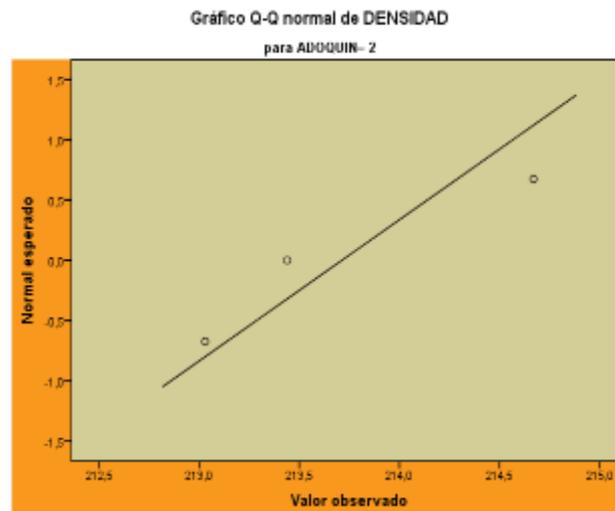


Figura 24. Densidad del adoquín al 5% de reemplazo de CCA

Fuente: propia

Interpretación: En el grafico se puede verificar que para el diseño del adoquín de concreto

con incorporación al 5 % de cenizas de cascarilla de arroz, en la densidad presenta una distribución normal, ya que el punto se sitúa cerca de la diagonal.

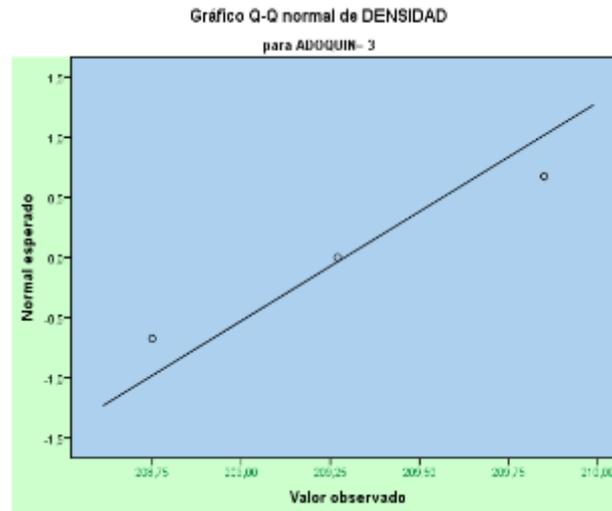


Figura 25. Densidad del adoquín al 10% de reemplazo de CCA.

Fuente: propia

Interpretación: En el grafico se puede verificar que para el diseño del adoquín de concreto con incorporación al 10 % de cenizas de cascarilla de arroz, en la densidad presenta una distribución normal, ya que el punto se sitúa sobre la diagonal.

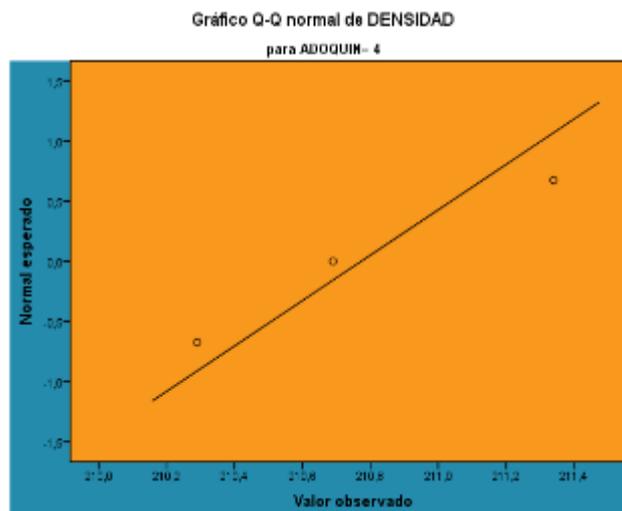


Figura 26. Densidad del adoquín al 15% de reemplazo de CCA.

Fuente: propia

Interpretación: En el grafico se puede verificar que para el diseño del adoquín de concreto con incorporación al 15 % de cenizas de cascarilla de arroz, en la densidad presenta una distribución normal, ya que el punto se sitúa cerca y sobre a la diagonal.

Prueba de hipótesis para el ensayo porcentaje de Absorción.

La prueba de hipótesis se va a verificar a través de la ANOVA.

Ho: En el ensayo de densidad para el diseño del adoquín de concreto no mejora progresivamente con la incorporación de cenizas de cascarilla de arroz, Lima del 2018.

Ha: En el ensayo de densidad para el diseño del adoquín de concreto mejora progresivamente con la incorporación de cenizas de cascarilla de arroz, Lima del 2018.

P- valor de sig < 0.05 rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna.

P- valor de sig > 0.05 aceptar la hipótesis nula y rechazar la hipótesis alterna.

Tabla 41. *Descriptivos del ANOVA en la densidad.*

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
1	3	218,7767	,83512	,48216	216,7021	220,8512	217,82	219,36
2	3	213,7133	,85348	,49276	211,5932	215,8335	213,03	214,67
3	3	209,2900	,55027	,31770	207,9230	210,6570	208,75	209,85
4	3	210,7733	,52994	,30596	209,4569	212,0898	210,29	211,34
Total	12	213,1383	3,83278	1,10643	210,7031	215,5736	208,75	219,36

Fuente: propia

Tabla 42. *ANOVA de la densidad.*

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	157,573	3	52,524	104,552	,000
Intra-grupos	4,019	8	,502		
Total	161,592	11			

Fuente: propia

Interpretación: En la presente tabla nos presenta los resultados de la prueba del ANOVA, para el ensayo de densidad y para la variable diseño de un adoquín de concreto, en la cual alcanza un nivel de significancia < 0.05, por la cual se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna

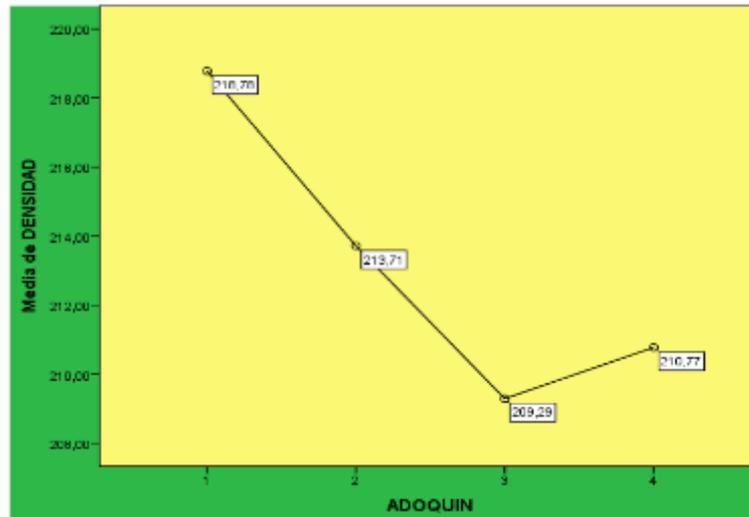


Figura 27. Medias de los valores de la densidad con reemplazo de CCA.

Fuente: propia

Interpretación: En el gráfico nos presenta los resultados de las medias de la prueba del ANOVA, en la cual se verifica el ensayo de densidad del adoquín de concreto, donde obtenemos que las medias están dentro de la curva de potencia, en la cual se puede decir que las medias no son semejantes y pueden mejorar de acuerdo a la incorporación de cenizas de cascarilla de arroz, por la cual se acepta la H_a .

Problema específico 4:

¿Qué tanto varía la densidad en el diseño de un adoquín de concreto con la incorporación de ceniza de cascarilla de arroz, Lima 2018?

De acuerdo a los resultados obtenidos tanto en el laboratorio y con el programa SPSS, se indica que la densidad varía con la incorporación de cenizas de cascarilla de arroz, en Lima 2018; en todos sus porcentajes añadidos, además se puede indicar que todas las medias de incorporación CCA.

3.5. Porcentaje de contenido de humedad.

En el ensayo para el porcentaje de contenido de humedad de acuerdo a la norma técnica peruana (NTP – 399.611.2010 - Revisado 2015 y NTP. 399. 604.2002), nos indica que se deben de utilizar 3 muestras por cada lote, en la cual tendremos 3 muestras de adoquines de concreto con 0% de incorporación de cenizas de cascarilla de arroz, 3 muestras de adoquines de concreto con 5% de incorporación de cenizas de cascarilla de arroz, 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 cenizas de cascarilla de arroz. *Para hallar el porcentaje de contenido de humedad se deberá de utilizar*

Ecuación 02. *Contenido de humedad para adoquines de concreto.*

$$\text{Contenido de Humedad} = [(W_r - W_d) / (W_s - W_d)] \times 100\% \dots (2)$$

Fuente: NTP 399.604

W_r = peso recibido del espécimen (Kg).

W_s = peso saturado del espécimen (Kg).

W_d = peso seco al horno del espécimen (Kg).

a) Para el adoquín de concreto con incorporación al 0% de ceniza de cascarilla de arroz.

Tabla 43. *Porcentaje de contenido de humedad al 0% de reemplazo de CCA.*

P. saturado (Ws)	P. seco (Wd)	P. recibido (Wr)	% Cont. de humedad	Promedio
2822.4	2664.1	2816.6	96.34	
2823.3	2673.9	2818.2	96.59	96.18
2831.3	2683.2	2824.8	95.61	

Fuente: propia

Se puede concluir que el porcentaje del contenido de humedad en promedio de los 3 especímenes bajo condiciones de saturación fue de 96.18%, para el adoquín de concreto con 0% de incorporación.

b) Para el adoquín de concreto con incorporación al 5 % de ceniza de cascarilla de arroz.

Tabla 44. *Porcentaje de contenido de humedad al 5% de reemplazo de CCA.*

P. saturado (Ws)	P. seco (Wd)	P. recibido (Wr)	% Cont. de humedad	Promedio
2770.8	2604.2	2759.9	93.46	
2734.6	2582.3	2728.5	95.99	95.25
2720.7	2558.3	2714.7	96.31	

Fuente: propia

Se puede concluir que el porcentaje del contenido de humedad en promedio de los 3 especímenes bajo condiciones de saturación fue de 95.25%, para el adoquín de concreto con 5 % de incorporación.

c) Para el adoquín de concreto con incorporación al 10 % de ceniza de cascarilla de arroz.

Tabla 45. *Porcentaje de contenido de humedad al 10% de reemplazo de CCA.*

P. saturado (Ws)	P. seco (Wd)	P. recibido (Wr)	% Cont. de humedad	Promedio
2673.6	2504.2	2667.3	96.28	
2789.3	2609.8	2782.8	96.38	96.23
2826.6	2647.5	2819.5	96.04	

Fuente: propia

Se puede concluir que el porcentaje del contenido de humedad en promedio de los 3 especímenes bajo condiciones de saturación fue de 96.23%, para el adoquín de concreto con 10 % de incorporación.

- d) Para el adoquín de concreto con incorporación al 15 % de ceniza de cascarilla de arroz.

Tabla 46. *Porcentaje de contenido de humedad al 15% de reemplazo de CCA.*

P. saturado (Ws)	P. seco (Wd)	P. recibido (Wr)	% Cont. de humedad	Promedio
2729.6	2579.4	2719.1	93.01	
2744.8	2578.2	2739.9	97.06	95.25
2727.5	2565.6	2720.5	95.68	

Fuente: propia

Se puede concluir que el porcentaje del contenido de humedad en promedio de los 3 especímenes bajo condiciones de saturación fue de 95.25%, para el adoquín de concreto con 0% de incorporación.

Para aceptar o rechazar la hipótesis planteada también utilizaremos el programa IBM SPSS STATISTICS 21.

Para la evaluación en el programa SPSS los adoquines de concreto tendrán la siguiente denominación:

Prueba de Normalidad para el porcentaje de contenido de humedad

Ho: Presentan distribución normal.

Ha: Presentan distribución que no es normal.

P- valor de sig < 0.05 rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna.

P- valor de sig > 0.05 aceptar la hipótesis nula y rechazar la hipótesis alterna.

Tabla 47. Prueba de normalidad en el porcentaje de contenido de humedad en reemplazo de CCA

ADOQUIN		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
HUMEDAD	1	,290	3	.	,926	3	,474
	2	,348	3	.	,833	3	,196
	3	,272	3	.	,947	3	,554
	4	,249	3	.	,967	3	,653

Fuente: propia

Interpretación: En la presente tabla nos presenta los resultados de la prueba de normalidad para el indicador porcentaje de contenido de humedad y para la variable diseño de un adoquín de concreto, en la cual se opta por la prueba de Shapiro – Wilk, debido a que la muestra tomada para los resultados es < 30 ; obteniendo una significancia para el adoquín de concreto 1,2,3 y 4 > 0.05 ; en la cual significa que para el adoquín de concreto 1,2,3 y 4 presenta una distribución normal.

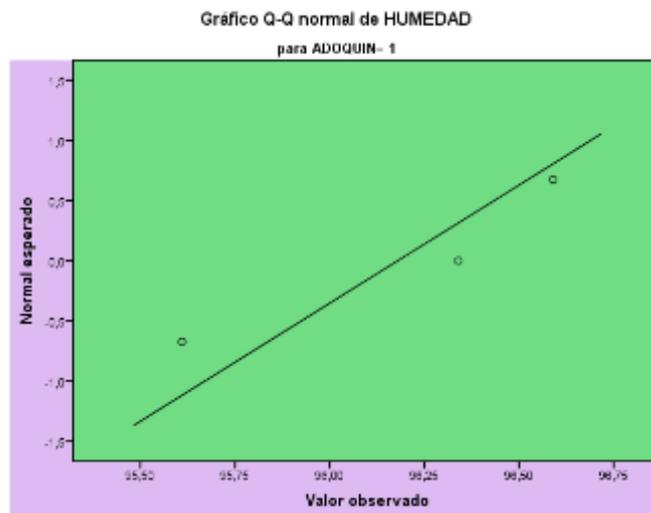


Figura 28. Porcentaje de contenido de humedad al 0% de reemplazo de CCA.

Fuente: propia

Interpretación: En el gráfico se puede verificar que para el diseño del adoquín de concreto con incorporación al 0% de cenizas de cascarilla de arroz, en el porcentaje de contenido de humedad presenta una distribución normal, ya que el punto se sitúa cerca de la diagonal.

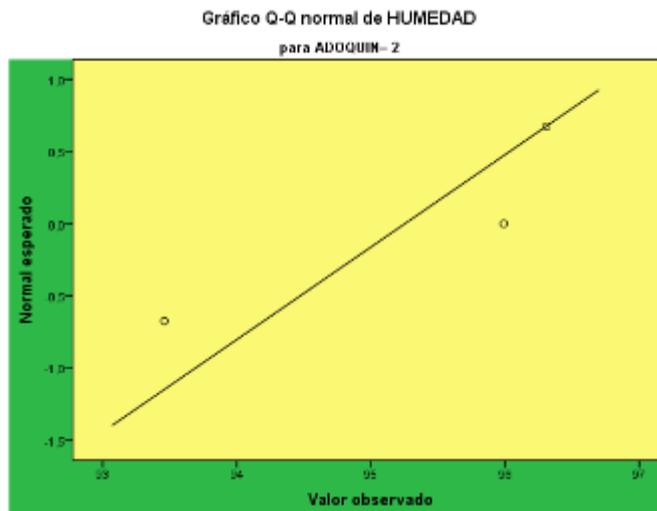


Figura 29. Porcentaje de contenido de humedad al 5% de reemplazo de CCA.

Fuente: propia

Interpretación: En el grafico se puede verificar que para el diseño del adoquín de concreto con incorporación al 5 % de cenizas de cascarilla de arroz, en el porcentaje de contenido de humedad presenta una distribución normal, ya que el punto se sitúa sobre la diagonal.

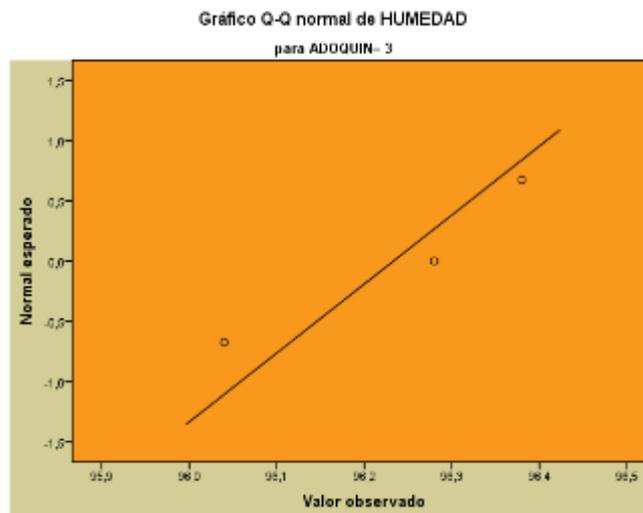


Figura 30. Porcentaje de contenido de humedad al 10% de reemplazo de CCA.

Fuente: propia

Interpretación: En el grafico se puede verificar que para el diseño del adoquín de concreto con incorporación al 10 % de cenizas de cascarilla de arroz, en el porcentaje de contenido de humedad presenta una distribución normal, ya que el punto se sitúa cerca de la diagonal.

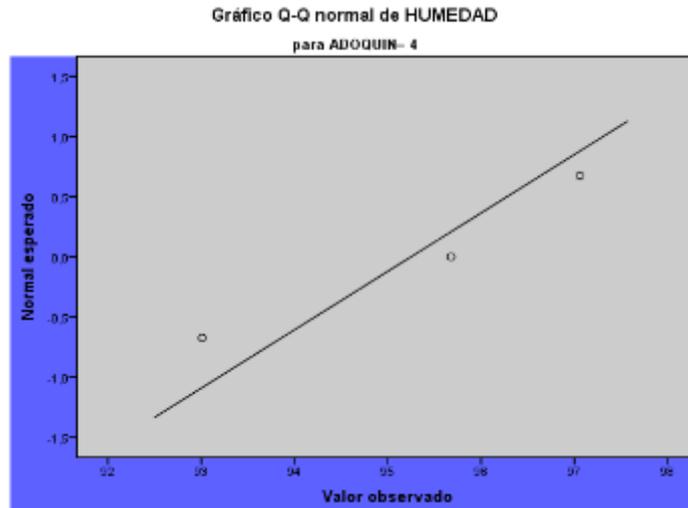


Figura 31. Porcentaje de contenido de humedad al 15% de reemplazo de CCA.

Fuente: propia

Interpretación: En el gráfico se puede verificar que para el diseño del adoquín de concreto con incorporación al 15 % de cenizas de cascarilla de arroz, en el porcentaje de contenido de humedad presenta una distribución normal, ya que el punto se sitúa cerca de la diagonal.

Prueba de hipótesis para el ensayo porcentaje de contenido de humedad.

La prueba de hipótesis se va a verificar a través de la ANOVA.

Ho: En el ensayo de porcentaje de contenido de humedad para el diseño del adoquín de concreto no varía progresivamente con la incorporación de cenizas de cascarilla de arroz, Lima del 2018.

Ha: En el ensayo de porcentaje de contenido de humedad para el diseño del adoquín de concreto varía progresivamente con la incorporación de cenizas de cascarilla de arroz, Lima del 2018.

P- valor de sig < 0.05 rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna.

P- valor de sig > 0.05 aceptar la hipótesis nula y rechazar la hipótesis alterna.

Tabla 48. Descriptivos del ANOVA en el porcentaje de contenido de humedad.

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
1	3	96,1800	,50922	,29400	94,9150	97,4450	95,61	96,59
2	3	95,2533	1,56129	,90141	91,3749	99,1318	93,46	96,31
3	3	96,2333	,17474	,10088	95,7993	96,6674	96,04	96,38
4	3	95,2500	2,05896	1,18874	90,1353	100,3647	93,01	97,06
Total	12	95,7292	1,23118	,35541	94,9469	96,5114	93,01	97,06

Fuente: propia

Tabla 49. ANOVA en el porcentaje de contenido de humedad.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	2,740	3	,913	,524	,678
Intra-grupos	13,934	8	1,742		
Total	16,674	11			

Fuente: propia

Interpretación: En la presente tabla nos presenta los resultados de la prueba del ANOVA, para el ensayo de porcentaje de contenido de humedad y para la variable diseño de un adoquín de concreto, en la cual alcanza un nivel de significancia > 0.05 , por la cual se acepta la hipótesis nula.

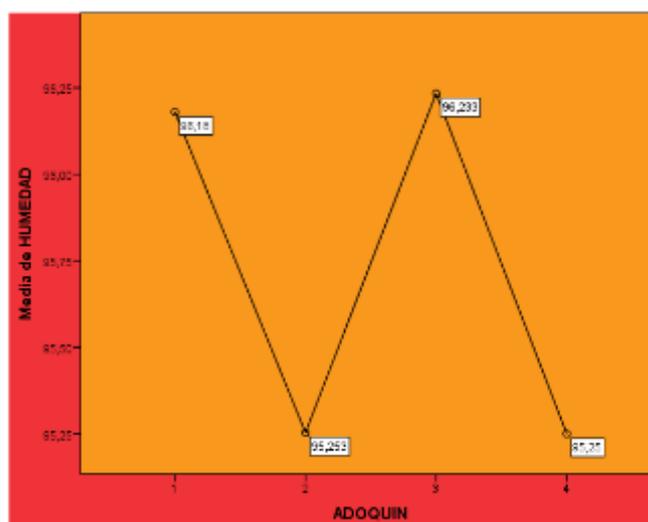


Figura 32. Medias de los valores del % de contenido de humedad con reemplazo de CCA.

Fuente: propia

Interpretación: En el gráfico nos presenta los resultados de las medias de la prueba del

ANOVA, en la cual se verifica el ensayo de porcentaje de contenido de humedad del adoquín de concreto, donde obtenemos que las medias no están dentro de la curva de potencia, en la cual se puede decir que las medias pueden ser semejantes de acuerdo a la incorporación de cenizas de cascarilla de arroz, por la cual se acepta la H_0 .

Problema específico 5:

¿Qué tanto varía el contenido de humedad en el diseño de un adoquín de concreto con la incorporación de ceniza de cascarilla de arroz, Lima 2018?

De acuerdo a los resultados obtenidos tanto en el laboratorio y con el programa SPSS, se indica que el porcentaje de contenido de humedad no mejora con la incorporación de cenizas de cascarilla de arroz, Lima 2018; además se puede indicar que todas las medias de incorporación CCA, no existe grandes variaciones a comparación del adoquín patrón.

3.6. Variación Dimensional.

En el ensayo variación dimensional de acuerdo a la norma técnica peruana (NTP – 399.611.2010 - Revisado 2015 y NTP. 399. 604.2002), nos indica que para el ensayo variación dimensional para medir los especímenes se utilizara un vernier (pie de rey), graduado en milímetros, en la cual deberán de cumplir el rango de sus dimensiones de acuerdo al siguiente cuadro.

Tabla 50. *Tolerancia dimensional, máxima (mm)*

Longitud	Ancho	Espesor
± 1.6	± 1.6	± 3.2

Fuente NTP. 399.611

Obteniendo los siguientes resultados para un adoquín de concreto para pavimento tipo II de dimensiones 20 cm x 10 cm x 6 cm:

- a) Para el adoquín de concreto con incorporación al 0% de ceniza de cascarilla de arroz.

Tabla 51. *Variación dimensional al 0% de reemplazo de CCA.*

Largo (cm)	Ancho (cm)	Espesor (cm)
19.9	9.9	6
20.1	10	6.1
20	9.9	6

Fuente: propia

b) Para el adoquín de concreto con incorporación al 5% de ceniza de cascarilla de arroz.

Tabla 52. Variación dimensional al 5% de reemplazo de CCA.

Largo (cm)	Ancho (cm)	Espesor (cm)
19.9	9.9	6.1
20	10	5.9
20	10	6.1

Fuente propia

c) Para el adoquín de concreto con incorporación al 10% de ceniza de cascarilla de arroz.

Tabla 53. Variación dimensional al 10% de reemplazo de CCA.

Largo (cm)	Ancho (cm)	Espesor (cm)
19.9	10	6
20	10	5.9
20.1	10	6

Fuente propia

d) Para el adoquín de concreto con incorporación al 15% de ceniza de cascarilla de arroz.

Tabla 54. Variación dimensional al 15% de reemplazo de CCA.

Largo (cm)	Ancho (cm)	Espesor (cm)
20	9.9	6.1
19.9	10.1	6.1
19.9	10	6,0

Fuente propia

En la cual se obtendría el promedio aritmético por cada 3 especímenes de acuerdo a norma.

Tabla 55. Promedio de dimensiones de los adoquines con incorporación de CCA

	Largo (cm)	Ancho (cm)	Espesor (cm)
Promedio en adoquines 0% de cca.	20.00	9.93	6.03
Promedio en adoquines con incorporación al 5% de cca.	19.97	9.97	6.03
Promedio en adoquines con incorporación al 10% de cca.	20.00	10.00	5.97
Promedio en adoquines con incorporación al 15% de cca.	19.93	10.00	6.10

Fuente: propia

Se puede concluir ante mano que no existe gran variación con los porcentajes incorporados de CCA, en comparación al adoquín de concreto patrón, en la cual se estaría rechazando la hipótesis planteada, para aceptar o rechazar la hipótesis planteada también utilizaremos el programa IBM SPSS STATISTICS 21.

Para la evaluación en el programa SPSS los adoquines de concreto tendrán la siguiente denominación:

3.6.1. Prueba de Normalidad para la Variación dimensional – dimensión largo.

Ho: Presentan distribución normal.

Ha: Presentan distribución que no es normal.

P- valor de sig < 0.05 rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna.

P- valor de sig > 0.05 aceptar la hipótesis nula y rechazar la hipótesis alterna.

Tabla 56. Prueba de normalidad en la variación dimensional (Largo) con reemplazo de CCA

ADOQUIN	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
LARG 1	,175	3	.	1,000	3	1,000
O 2	,385	3	.	,750	3	,000
3	,175	3	.	1,000	3	1,000
4	,385	3	.	,750	3	,000

Fuente: propia

Interpretación: En la presente tabla nos presenta los resultados de la prueba de normalidad para el indicador variación dimensional (en la dimensión largo) y para la variable diseño de un adoquín de concreto, en la cual se opta por la prueba de Shapiro – Wilk, debido a que la

muestra tomada para los resultados es < 30 ; obteniendo una significancia para el adoquín de concreto 1 y 3 > 0.05 y para el adoquín de concreto 2 y 4 < 0.05 ; en la cual significa que para el adoquín de concreto 1 y 3 presenta una distribución normal, mientras que el adoquín de concreto 2 y 4 presentan una distribución que no es normal.

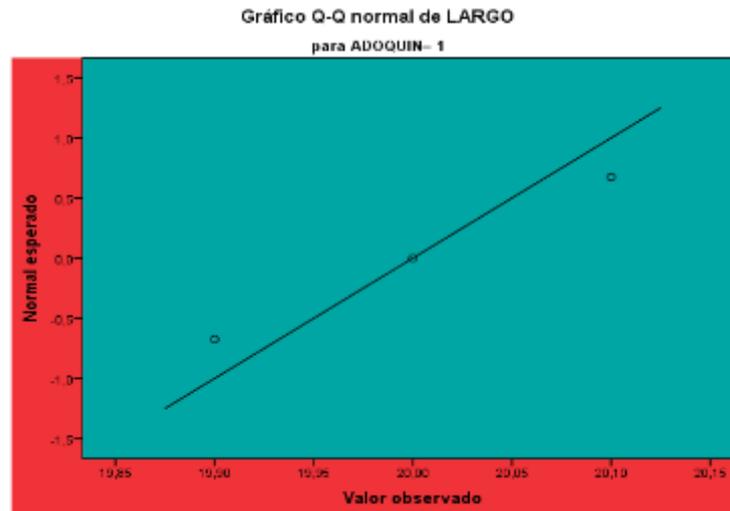


Figura 33. Variación dimensional (largo) al 0% de reemplazo de CCA.

Fuente: propia

Interpretación: En el grafico se puede verificar que para el diseño del adoquín de concreto con incorporación al 0% de cenizas de cascarilla de arroz, en la dimensión largo de la variación dimensional, presenta una distribución normal, ya que el punto se sitúa sobre la diagonal.

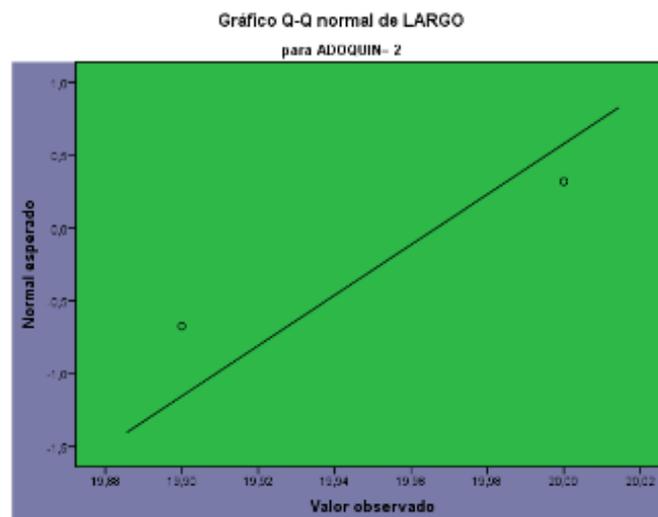


Figura 34. Variación dimensional (largo) al 5% de reemplazo de CCA.

Fuente: propia

Interpretación: En el grafico se puede verificar que para el diseño del adoquín de concreto con incorporación al 5% de cenizas de cascarilla de arroz, en la dimensión largo de la variación dimensional, presenta distribución que no es normal.

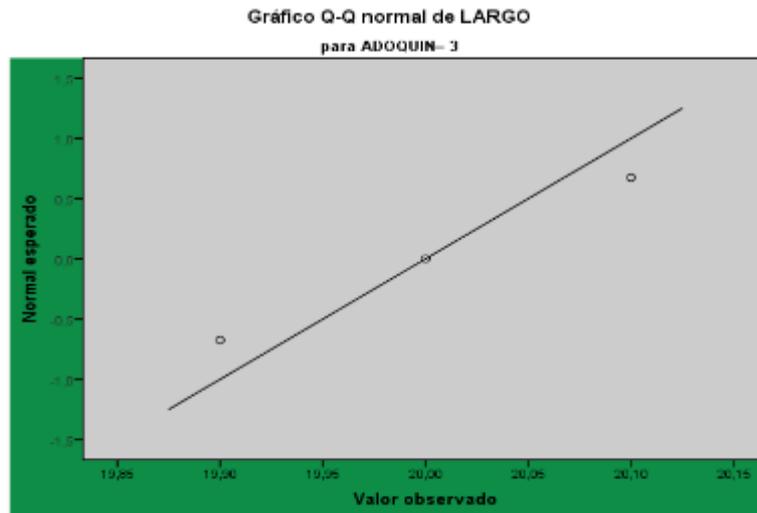


Figura 35. Variación dimensional (largo) al 10% de reemplazo de CCA.

Fuente: propia

Interpretación: En el grafico se puede verificar que para el diseño del adoquín de concreto con incorporación al 10% de cenizas de cascarilla de arroz, en la dimensión largo de la variación dimensional, presenta una distribución normal, ya que el punto se sitúa sobre la diagonal.

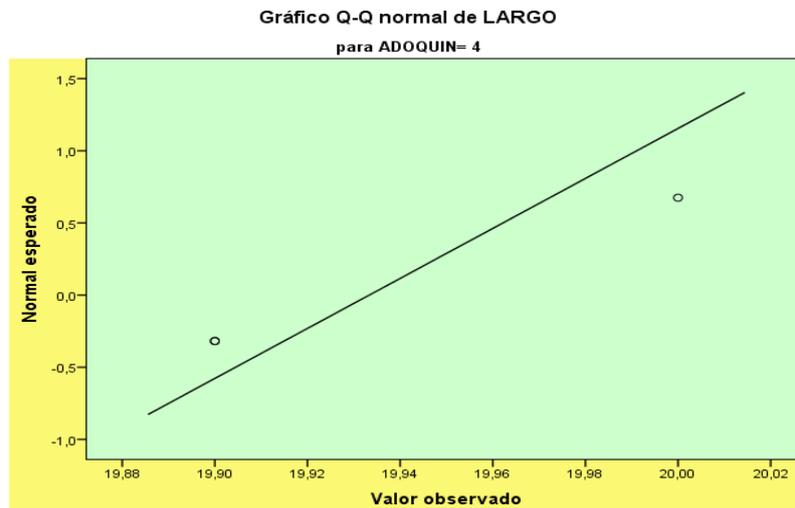


Figura 36. Variación dimensional (largo) al 15% de reemplazo de CCA.

Fuente: propia

Interpretación: En el gráfico se puede verificar que para el diseño del adoquín de concreto con incorporación al 15% de cenizas de cascarilla de arroz, en la dimensión largo de la variación dimensional, presenta distribución que no es normal.

Prueba de hipótesis para el ensayo variación dimensional en su dimensión largo.

La prueba de hipótesis se va a verificar a través de la ANOVA.

Ho: En el ensayo variación dimensional en su dimensión largo para el diseño del adoquín de concreto no mejora con la incorporación de cenizas de cascarilla de arroz, Lima del 2018.

Ha: En el ensayo variación dimensional en su dimensión largo, para el diseño del adoquín de concreto mejora con la incorporación de cenizas de cascarilla de arroz, Lima del 2018.

P- valor de sig < 0.05 rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna.

P- valor de sig > 0.05 aceptar la hipótesis nula y rechazar la hipótesis alterna.

Tabla 57. *Descriptivos del ANOVA en el la variación dimensional (largo).*

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
1	3	20,0000	,10000	,05774	19,7516	20,2484	19,90	20,10
2	3	19,9667	,05774	,03333	19,8232	20,1101	19,90	20,00
3	3	20,0000	,10000	,05774	19,7516	20,2484	19,90	20,10
4	3	19,9333	,05774	,03333	19,7899	20,0768	19,90	20,00
Total	12	19,9750	,07538	,02176	19,9271	20,0229	19,90	20,10

Fuente: propia

Tabla 58. *ANOVA en el la variación dimensional (largo).*

	Suma cuadrados	degl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,009	3	,003	,458	,719
Intra-grupos	,053	8	,007		
Total	,063	11			

Fuente: propia

Interpretación: En la presente tabla nos presenta los resultados de la prueba del ANOVA, para el ensayo variación dimensional (en la dimensión largo) y para la variable diseño de un adoquín de concreto, alcanza un nivel de significancia > 0.05, por la cual se acepta la hipótesis nula

3.6.2. Prueba de Normalidad para la Variación dimensional – dimensión ancho.

Ho: Presentan distribución normal.

Ha: Presentan distribución que no es normal.

P- valor de sig < 0.05 rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna.

P- valor de sig > 0.05 aceptar la hipótesis nula y rechazar la hipótesis alterna.

Tabla 59. Prueba de normalidad en la variación dimensional (Ancho) con reemplazo de CCA

ADOQUIN	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
ANCHO	1	,385	3	.	,750	3	,000
	2	,385	3	.	,750	3	,000
	4	,175	3	.	1,000	3	1,000

a. Corrección de la significación de Lilliefors

b. ANCHO es una constante cuando ADOQUIN = 3 y se ha desestimado.

Fuente: propia

Para el indicador variación dimensional (en la dimensión ancho) y para la variable diseño de un adoquín de concreto, en la cual se opta por la prueba de Shapiro – Wilk, debido a que la muestra tomada para los resultados es < 30; obteniendo una significancia para el adoquín de concreto 4 > 0.05 y para el adoquín de concreto 1 y 3 < 0.05; en la cual significa que para el adoquín de concreto 4 presenta una distribución normal, mientras que el adoquín de concreto 1 y 2 presentan una distribución que no es normal, en el caso del adoquín de concreto 3, se ha desestimado por tener datos constante.

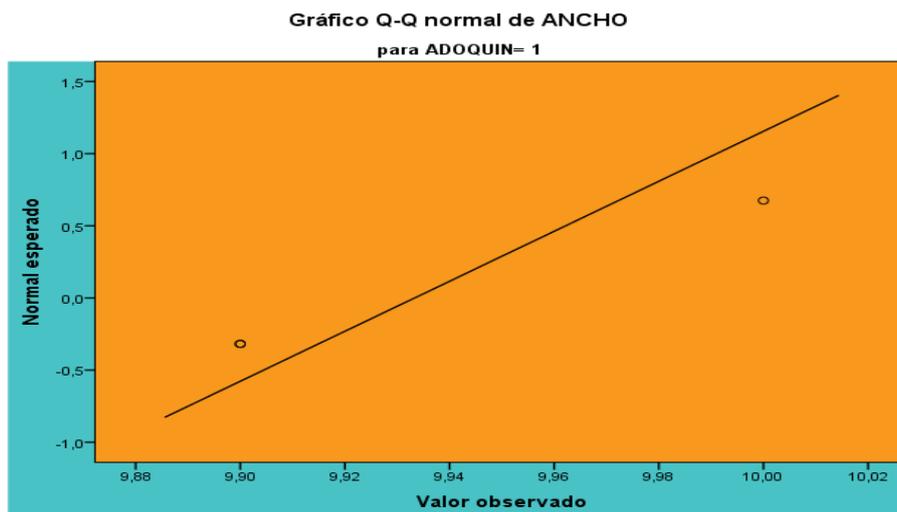


Figura 37. Variación dimensional (Ancho) al 0% de reemplazo de CCA.

Fuente: propia

Interpretación: En el grafico se puede verificar que para el diseño del adoquín de concreto con incorporación al 0% de cenizas de cascarilla de arroz, en la dimensión ancho de la variación dimensional, presenta en su mayoría de sus muestras una distribución que no es normal.

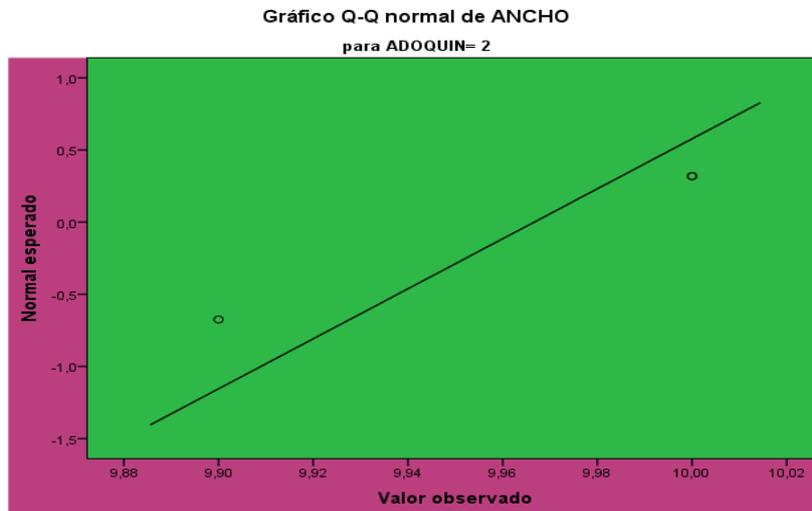


Figura 38. Variación dimensional (Ancho) al 5% de reemplazo de CCA.

Fuente: propia

Interpretación: En el grafico se puede verificar que para el diseño del adoquín de concreto con incorporación al 5% de cenizas de cascarilla de arroz, en la dimensión ancho de la variación dimensional, presenta en su mayoría de sus muestras una distribución que no es normal.

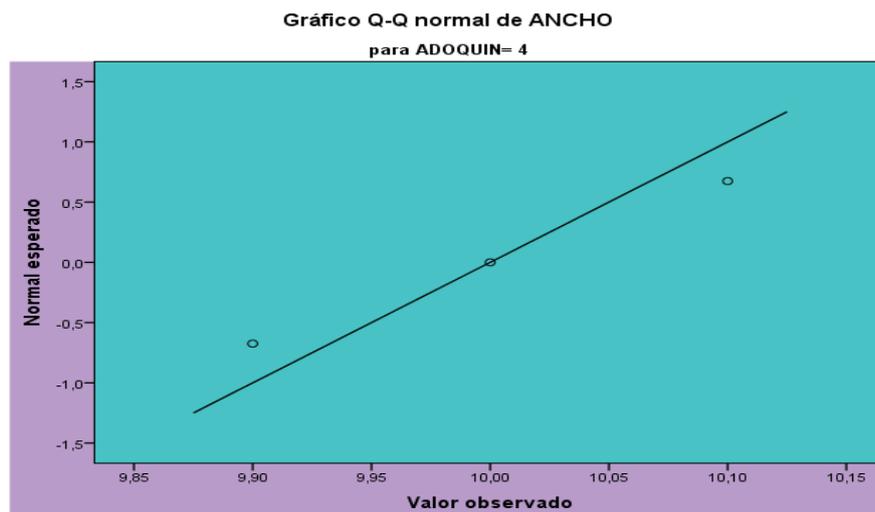


Figura 39. Variación dimensional (Ancho) al 15% de reemplazo de CCA.

Fuente: propia

Interpretación: En el grafico se puede verificar que para el diseño del adoquín de concreto con incorporación al 15% de cenizas de cascarilla de arroz, en la dimensión ancho de la variación dimensional, presenta una distribución normal, ya que el punto se sitúa sobre la diagonal.

Prueba de hipótesis para el ensayo variación dimensional en su dimensión largo.

La prueba de hipótesis se va a verificar a través de la prueba de KRUSKAL WALLIS.

Ho: En el ensayo variación dimensional en su dimensión ancho para el diseño del adoquín de concreto no mejora con la incorporación de cenizas de cascarilla de arroz, Lima del 2018.

Ha: En el ensayo variación dimensional en su dimensión ancho para el diseño del adoquín de concreto mejora con la incorporación de cenizas de cascarilla de arroz, Lima del 2018.

P- valor de sig < 0.05 rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna.

P- valor de sig > 0.05 aceptar la hipótesis nula y rechazar la hipótesis alterna.

Tabla 60. *Prueba de Kruskal-Wallis*

ADOQUIN	Rangos		
	N	Rango promedio	
ANCHO	1	3	4,33
	2	3	6,17
	3	3	8,00
	4	3	7,50
Total	12		

Fuente: propia

Tabla 61. *Estadísticos de contraste (a, b).*

	ANCHO
Chi-cuadrado	2,417
gl	3
Sig. asintót.	,491

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: ADOQUIN

Fuente: propia

Interpretación: En la presente tabla nos presenta los resultados de la prueba de KRUSKAL WALLIS, para el ensayo variación dimensional (en la dimensión ancho) y para la variable diseño de un adoquín de concreto, alcanza un nivel de significancia > 0.05, por la cual se acepta la hipótesis nula

3.6.3. Prueba de Normalidad para la Variación dimensional – dimensión espesor.

Ho: Presentan distribución normal.

Ha: Presentan distribución que no es normal.

P- valor de sig < 0.05 rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna.

P- valor de sig > 0.05 aceptar la hipótesis nula y rechazar la hipótesis alterna.

Tabla 62. Prueba de normalidad en la variación dimensional (Espesor) con reemplazo de CCA

ADOQUIN	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
ESPESOR	1	,385	3	.	,750	3	,000
	2	,385	3	.	,750	3	,000
	3	,385	3	.	,750	3	,000
	4	,385	3	.	,750	3	,000

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Fuente: propia

Interpretación: En la presente tabla nos presenta los resultados de la prueba de normalidad para el indicador variación dimensional (en la dimensión espesor) y para la variable diseño de un adoquín de concreto, en la cual se opta por la prueba de Shapiro – Wilk, debido a que la muestra tomada para los resultados es < 30; obteniendo una significancia para el adoquín de concreto 1,2,3 y 4 < 0.05; en la cual significa que para el adoquín de concreto 1,2,3 y 4 presentan una distribución que no es normal.

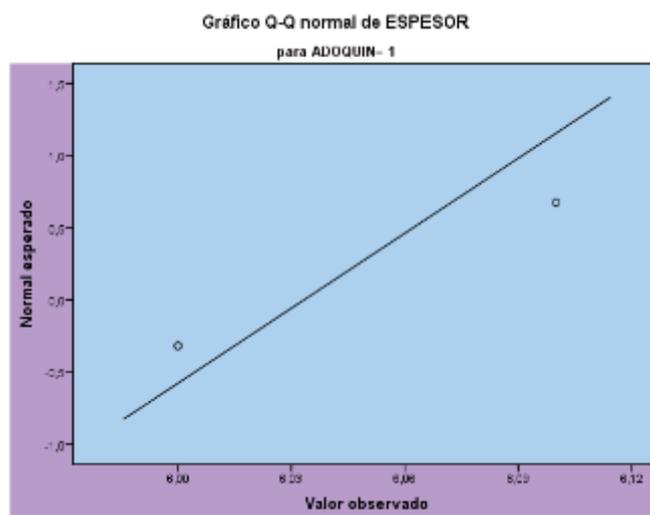


Figura 40. Variación dimensional (Espesor) al 0% de reemplazo de CCA.

Fuente: propia

Interpretación: En el grafico se puede verificar que para el diseño del adoquín de concreto con incorporación al 0% de cenizas de cascarilla de arroz, en la dimensión espesor de la variación dimensional, presenta en su mayoría de sus muestras una distribución que no es normal.

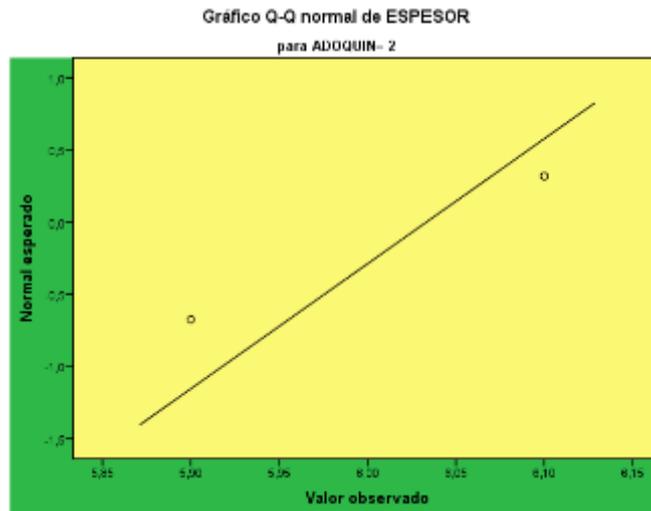


Figura 41. Variación dimensional (Espesor) al 5% de reemplazo de CCA.

Fuente: propia

Interpretación: En el grafico se puede verificar que para el diseño del adoquín de concreto con incorporación al 5% de cenizas de cascarilla de arroz, en la dimensión espesor de la variación dimensional, presenta en su mayoría de sus muestras una distribución que no es normal.

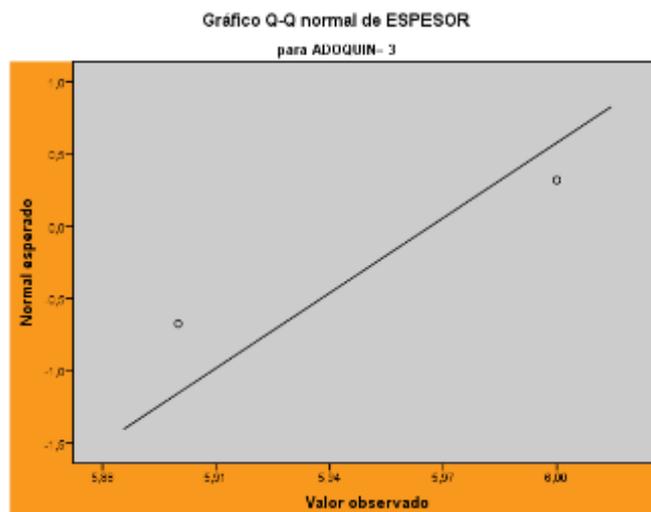


Figura 42. Variación dimensional (Espesor) al 10% de reemplazo de CCA.

Fuente: propia

Interpretación: En el grafico se puede verificar que para el diseño del adoquín de concreto

con incorporación al 10% de cenizas de cascarilla de arroz, en la dimensión espesor de la variación dimensional, presenta en su mayoría de sus muestras una distribución que no es normal.

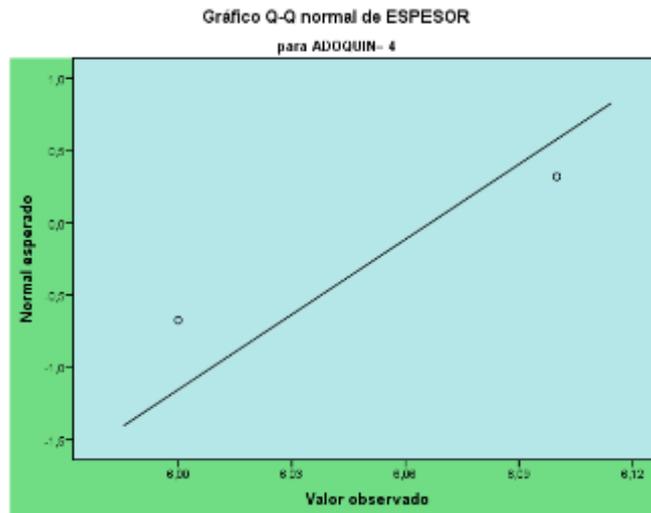


Figura 43. Variación dimensional (Espesor) al 15% de reemplazo de CCA.

Fuente: propia

Interpretación: En el gráfico se puede verificar que para el diseño del adoquín de concreto con incorporación al 15% de cenizas de cascarilla de arroz, en la dimensión espesor de la variación dimensional, presenta en su mayoría de sus muestras una distribución que no es normal.

Prueba de hipótesis para el ensayo variación dimensional en su dimensión espesor.

La prueba de hipótesis se va a verificar a través de la prueba de KRUSKAL WALLIS.

Ho: En el ensayo variación dimensional en su dimensión espesor para el diseño del adoquín de concreto no mejora con la incorporación de cenizas de cascarilla de arroz, Lima del 2018.

Ha: En el ensayo variación dimensional en su dimensión espesor para el diseño del adoquín de concreto mejora con la incorporación de cenizas de cascarilla de arroz, Lima del 2018.

P- valor de sig < 0.05 rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna.

P- valor de sig > 0.05 aceptar la hipótesis nula y rechazar la hipótesis alterna.

Tabla 63. Prueba de Kruskal-Wallis (Espesor)

		Rangos	
	ADOQUIN	N	Rango promedio
ESPESOR	1	3	6,67
	2	3	7,17
	3	3	3,83
	4	3	8,33
	Total	12	

Fuente: propia

Tabla 64. Estadísticos de contraste (a, b).

	ESPESOR
Chi-cuadrado	2,948
gl	3
Sig. asintót.	,400

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: ADOQUIN

Fuente: propia

Interpretación: En la presente tabla nos presenta los resultados de la prueba de KRUSKAL WALLIS, para el ensayo variación dimensional (en la dimensión espesor) y para la variable diseño de un adoquín de concreto, alcanza un nivel de significancia > 0.05 , por la cual se acepta la hipótesis nula.

Problema específico 6:

¿Qué tanto varía la variación dimensional en el diseño de un adoquín de concreto con la incorporación de ceniza de cascarilla de arroz, Lima 2018?

De acuerdo a los resultados obtenidos tanto en el laboratorio y con el programa SPSS, se indica que la variación dimensional del adoquín de concreto no mejora con la incorporación de cenizas de cascarilla de arroz, Lima 2018; además se puede indicar que en todos los promedios de incorporación CCA, no existe grandes variaciones a comparación del adoquín patrón.

Discusiones

- De acuerdo a Loayza Goicochea Percy en su tesis titulada “Efectos de la ceniza de cascara de arroz sobre la resistencia a la compresión del concreto normal” en el año 2014, donde a pesar que no se realizó la caracterización de la CCA, nos indica que la resistencia a compresión aumento en todos los casos de reemplazo de CCA (5%, 10%, 15% y 20%) en comparación con su concreto patrón, donde la resistencia más óptima fue con la incorporación de 15% a comparación a su concreto patrón, reemplazo el peso de cemento por la CCA, dando una resistencia 374.66 kg/cm^2 a los 28 días de curado para el concreto 15% de incorporación (patrón resistencia 277.98 kg/cm^2), a diferencia de nuestra investigación donde la resistencia fue menor en el 15 % de incorporación en comparación a nuestro adoquín patrón.
- De acuerdo a Loayza Goicochea Percy en su tesis titulada “Efectos de la ceniza de cascara de arroz sobre la resistencia a la compresión del concreto normal” en el año 2014, que realizo su investigación con la CCA ya elaborada por la molinera Valle Dorado, ubicada en el departamento de Cajamarca, el cual mejora la resistencia de compresión con respecto a su concreto patrón, a diferencia de nuestro trabajo de investigación donde utilizamos cascara de arroz y la calcinamos nosotros mismo, para así obtener la CCA, obteniendo una disminución en comparación a nuestro concreto patrón.

Conclusiones:

1. Se puede concluir en 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).
2. 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.
3. 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%.
4. 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.
5. Consecuentemente se puede concluir que la ceniza de cascarilla de arroz no reacciono adecuadamente en el concreto del adoquín por la exposición en la calcinación a la intemperie y por la no realización de la caracterización de esta.
6. En conclusión, se puede decir respecto a los moldes para los adoquines de concreto a utilizar en esta tesis fue de madera fenólica, en la cual se obtuvo buenos resultados en todos los porcentajes de incorporación, por ello no existe tanta variación dimensional y se encuentra dentro del límite permitido de acuerdo a norma.

7. Respecto al módulo de rotura se concluye que la incorporación de cenizas de cascarilla de arroz, El Lima 2018; no mejora en ninguno de sus porcentajes añadidos, pero se puede indicar que para un porcentaje de 5 % de incorporación de cenizas de cascarilla de arroz está dentro de la resistencia promedio del límite permisible de acuerdo a la norma colombiana de adoquines de concreto 2017.

8. En conclusión, de acuerdo al porcentaje de absorción mejora con la incorporación de cenizas de cascarilla de arroz, en todos sus porcentajes añadidos en comparación al adoquín patrón, además se puede indicar que todas las incorporaciones de CCA, está dentro del límite que nos indica la norma (unidades individuales), por ello hace al adoquín de concreto con más capacidad de absorber la humedad.

Recomendaciones

1. Para la fabricación de las probetas se recomienda usar agregados de canteras formales debido a que poseen mejores resultados en las propiedades físicas, que a su vez mejoran la calidad de las muestras.
2. En el diseño de mezclas según ACI 211.1, para determinar la resistencia media requerida, se recomienda usar la desviación estándar de datos de resistencias a la compresión de probetas de registros anteriores hechos en laboratorio, porque nos asegura un mejor resultado en el diseño.
3. De acuerdo a los resultados obtenidos de los adoquines que disminuyen su resistencia con la incorporación de CCA, haciendo uso el diseño de mezclas planteado, se recomienda su uso para pavimentos tipo I, ya que están dentro de los rangos permitidos de resistencia.
4. Para la quema de la CA se recomienda utilizar el método de quema del “horno de ladrillo para la calcinación de cascara de arroz” del trabajo de investigación de Loayza Goicochea, Percy (2014, pg. 25), porque genera mejores resultados en términos de calidad de ceniza de cascarilla de arroz.
5. Para el uso de la CCA en el concreto se recomienda hacer una caracterización de sus propiedades de reactividad que posee con el cemento hidratado, quiere decir, que debemos saber si tiene la cantidad suficiente de sílice amorfa reactiva.
6. Para la fabricación de los adoquines se recomienda usar las maquinas vibratorias adoquineras que permiten tener un mejor acabado y calidad de adoquín.
7. Respecto a los resultados de módulo de rotura se recomienda utilizar los adoquines del 5% de adición de CCA para pavimentos adoquinados tipo I y II, debido a que están dentro de los límites permitidos según norma NTP 399.611.

8. Respecto a los resultados obtenidos en las pruebas de absorción se recomienda el uso de los adoquines con el 10% de incorporación de CCA, debido a que tiene mayor capacidad de absorber humedad en lugares clima subtropical.

9. En el trabajo de investigación presente, para la calcinación de la CCA se utilizaron tres métodos diferentes que no fueron efectivos debido a que el contenido de sílice no alcanzaron un valor de reactividad adecuada, y esto no contribuye al mejoramiento de la resistencia a la compresión, módulo de rotura y absorción, por tal motivo se recomienda utilizar la ceniza quemada a cielo abierto, proveniente de las molineras que eliminan la cascarilla de arroz en descampados, porque demuestra que tienen un mayor contenido de sílice amorfa reactiva según Loayza Goicochea, Percy (2014, pg. 25).

REFERENCIAS

Castillo, W., Rolando, L. (2018). Proyecto de investigación de implementación de la cáscara de arroz triturada aplicada en bloques y mortero para viviendas populares. Tesis de grado. Universidad Laica Vicente Rocafuerte. Guayaquil.

Urbina, L. (2018). Influencia de la sustitución del cemento por ceniza de cascarilla de arroz, en las propiedades mecánicas del concreto, Trujillo 2018. Tesis de grado. Universidad Privada del Norte. Trujillo.

Camargo, N. (2017). La ceniza de cascarilla de arroz como aporte a la resistencia del concreto hidráulico. Revista Orinoquia, Ciencia y Sociedad, 33-38.

Beltrán, K. (2017). Análisis comparativos de concretos adicionados con puzolanas artificiales de ceniza de cascarilla de arroz (cca), fly ash y puzolana natural. Tesis de grado. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Arequipa.

Huarc, A. (2017). Influencia del porcentaje de micro sílice a partir de la ceniza de cascarilla de arroz sobre la resistencia a la compresión, asentamiento, absorción y peso unitario de un concreto mejorado. Tesis de grado. Universidad Privada del norte. Trujillo.

Camargo, N. e Higuera, C. (2017). Concreto hidráulico modificado con sílice obtenida de la cascarilla de arroz. Revista Ciencia e Ingeniería Neogranadina, 27(1), 91-109.

Benavides, S. y Cañaveras, L. (2017). Impacto en las propiedades mecánicas del concreto debido a la incorporación de geotextil en su macroestructura. Tesis de grado. Universidad de Cartagena.

Manrique, J. (2017). Evaluación de niveles de cascara de arroz y su influencia sobre la resistencia a la compresión en la fabricación del adobe. Zungaro Cocha, 2016. Tesis de doctorado. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Piura.

Aliaga, A (2017). Evaluación de ceniza de cascarilla de arroz y tipos de agregados finos sobre la compresión, sorptividad y densidad de morteros de cemento portland tipo I, Trujillo 2017. Tesis de grado. Universidad Privada del Norte. Trujillo.

Narváez, J. (2017). Determinación de la influencia del bagazo de caña de azúcar como agregado orgánico en la resistencia a la compresión de bloques para mampostería liviana. Tesis de grado. Universidad técnica de Ambato, Ecuador.

Mauricio M., Pérez, E. (2016). Utilización de cenizas de cascarilla de arroz para mejorar el comportamiento estructural de la construcción del distrito del nuevo Cajamarca. Tesis de

grado. Universidad Católica Sedes Sapientiae. Cajamarca.

Ballesteros, C. (2016). Ecobloques para aplicaciones no estructurales en el sector de la construcción. Tesis de maestría. Pontificia Universidad Javeriana Cali. Santiago de Cali.

Haro, C. (2016). Análisis comparativo de la resistencia a flexión entre el hormigón tradicional y hormigón adicionado cenizas de cascarilla de arroz (CCA) y hormigón adicionado con cenizas de bagazo de caña de azúcar (CBC). Tesis de grado. Universidad Técnica de Ambato. Ambato.

Duran, N. y Velásquez, N. (2016). Evaluación de la aptitud de concretos, reemplazando parcialmente el cemento portland por cenizas volantes y cenizas de Bagazo de caña de azúcar. Tesis de grado. Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. Ocaña.

Akasaki, J., Morales, M., Silva, C., Fioriti, C. y Tashima, M. (2016). Evaluación del concepto de madurez en el hormigón con adición de cenizas de cascarilla de arroz. Revista Ingeniería de Construcción, 31(3), 175-182.

Bastidas, P. y Ortiz, G. (2016). Comportamiento de la ceniza de la cascarilla de arroz en las propiedades físico-mecánicas en mezclas de hormigón estándar. Tesis de grado. Universidad Central del Ecuador. Quito.

Terreros, L. y Carvajal, I. (2016). Análisis de las propiedades mecánicas de un concreto convencional adicionando fibra de cáñamo. Tesis de grado. Universidad Católica de Colombia

Reglamento Nacional de edificaciones (2016). C.E. 010. pág. 473-513.

Barrantes, J. (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. Tesis de grado. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo.

Huarc, A (2015). Influencia del porcentaje de micro sílice a partir de la ceniza de cascarilla de arroz sobre la resistencia a la compresión, asentamiento, absorción y peso unitario de un concreto mejorado. Tesis de grado. Universidad Privada del Norte. Trujillo.

Linarez, C. (2015). Elaboración de ladrillos ecológicos a partir de residuos agrícolas (cáscara y ceniza de arroz), como material sostenible para la construcción. Iquitos – Loreto – 2014. Tesis de grado. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Piura.

Plazas, S. y Gamba, G. (2015). Caracterización de las propiedades mecánicas de adoquines de concreto con adición de residuo de caucho reciclado producto de llantas usadas. Tesis de grado. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá.

Moreno, M (2015). Estudio técnico económico para la obtención de cemento hidráulico a partir del cemento portland y la cascara de arroz. Tesis de grado. Universidad Nacional de Piura. Piura.

Ruiz, A. (2015). Resistencia a la compresión del mortero cemento-arena incorporando ceniza de cascara de arroz, afrecho de cebada y bagazo de caña de azúcar. Tesis de grado. Universidad Privada del Norte. Cajamarca.

Plazas, S. y Gamba, G. (2015). Caracterización de las propiedades mecánicas de adoquines de concreto con adición de residuo de caucho reciclado producto de llantas usadas. Tesis de grado. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá.

Espinoza, M. (2015). Comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras de bagazo de caña de azúcar. Tesis de grado. Universidad de Cuenca, Ecuador.

Loayza, P. (2014). Efecto de la ceniza de cascara de arroz sobre la resistencia a la compresión. Tesis de grado. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo.

Pellegrini, M. (2014). Durabilidad de morteros con reemplazos de ceniza de cascarilla de arroz y nano-SiO₂. Tesis de doctorado. Centro de investigación en materiales avanzados, S.C.. Chihuahua.

Puma, R. y Pineda, T. (2014). Evaluación de la ceniza de cascarilla de arroz, en la fabricación de cemento portland puzolánico tipo IP. Tesis de grado. Universidad Nacional de San Antonio de Abad. Cusco.

Hernández, R., Fernandez, C. y Baptista, L. (2014). Metodología de la investigación. (Sexta edición). Volumen 1. McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. México.

Cadena, G. (2014). Mejoramiento de las propiedades mecánicas de concretos puzolánicos para incrementar su resistencia ante ataques de sulfatos. Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Querétaro. México.

Vargas, J., Alvarado, P., Vega- Braudrit, J. y Porras, M. (2013). Caracterización del subproducto cascarilla de arroz en búsqueda de posibles aplicaciones como materia prima en procesos. Revista del Instituto de investigaciones químicas y biológicas de la facultad de

ciencias químicas y farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Vol 23(1), (pg 1-16).

Gomez, S. (2012). Metodología de la investigación. (Primera edición). Volumen 1. RED TERCER MILENIO S.C.. México.

ANEXOS

Anexo 01. Matriz de consistencia.

DISEÑO DE ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTO TIPO II CON INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CASCARILLA DE ARROZ, LIMA 2018.					
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE		
¿De qué manera mejora la incorporación de ceniza de cascarilla de arroz en el diseño de un adoquín de concreto para pavimento tipo 2, Lima 2018?	Determinar la mejora que produce la incorporación de cenizas de cascarillas de arroz en el diseño de un adoquín de concreto, Lima 2018.	La incorporación de cenizas de cascarilla de arroz mejora el diseño de un adoquín de concreto, Lima 2018	Cenizas de cascarilla de arroz	Composición e incorporación CCA a la mezcla de concreto, reemplazando al cemento.	0% de incorporación
					5% de incorporación
					10% de incorporación
					15% de incorporación
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICOS	VARIABLE DEPENDIENTE		
¿Qué tanto mejora el módulo de rotura en el diseño del adoquín de concreto para pavimento tipo 2 con la incorporación de ceniza de cascarilla de arroz, Lima 2018?	Determinar la mejora del módulo de rotura en el diseño del adoquín de concreto para pavimento tipo 2 con la incorporación de cenizas de cascarilla de arroz, Lima 2018.	El módulo de rotura en el diseño del adoquín de concreto para pavimento tipo 2 mejora con la incorporación de cenizas de cascarilla de arroz, Lima 2018.	Diseño de un adoquines de concreto	Diseño de mezcla para un adoquín de 60 mm de espesor	Granulometría del agregado
					Contenido de humedad del agregado
					Peso específico y absorción del agregado
					Peso unitario suelto
					Peso unitario compactado
					Cemento Sol tipo I
					Peso específico del agua
					Módulo de rotura (flexión).
			Resistencia a la compresión		
			Absorción		
			Peso Unitario (densidad).		
			Contenido de humedad		
			Variación dimensional		
¿Qué tanto varía la densidad en el diseño del adoquín de concreto para pavimento tipo 2 con la incorporación de ceniza de cascarilla de arroz, Lima 2018?	Determinar la variación de la densidad en el diseño del adoquín de concreto para pavimento tipo 2 con la incorporación de ceniza de cascarilla de arroz, Lima 2018.	La densidad en el diseño del concreto para pavimento tipo 2 varía con la incorporación de cenizas de cascarilla de arroz, Lima 2018.			
¿Qué tanto varía el contenido de humedad en el diseño del adoquín de concreto para pavimento tipo 2 con la incorporación de ceniza de cascarilla de arroz, Lima 2018?	Determinar la variación del contenido de humedad en el diseño del adoquín de concreto para pavimento tipo 2 con la incorporación de ceniza de cascarilla de arroz, Lima 2018.	El contenido de humedad en el diseño del adoquín de concreto para pavimento tipo 2 varía con la incorporación de cenizas de cascarilla de arroz, Lima 2018.			
¿Qué tanto varía la variación dimensional en el diseño del adoquín de concreto para pavimento tipo 2 con la incorporación de ceniza de cascarilla de arroz, Lima 2018?	Determinar la variación de la variación dimensional en el diseño del adoquín de concreto para pavimento tipo 2 con la incorporación de ceniza de cascarilla de arroz, Lima 2018.	La variación dimensional en el diseño del adoquín de concreto para pavimento tipo 2 varía con la incorporación de cenizas de cascarilla de arroz, Lima 2018.		Tiempo de curado del adoquín	28 días

Fuente: Propia

Anexo 02: Ficha de Juicio de expertos.

Indicadores y criterios para la validación de Ficha de observación

Con la participación de especialistas del tema se solicitó determinar la validez del instrumento con los indicadores y criterios siguientes:

INDICADORES	CRITERIOS
Claridad	Formulado con lenguaje apropiado y entendible
Objetividad	Está expresado en realidad observada en laboratorio
Organización	Existe una organización lógica
Suficiencia	Tiene coherencia entre indicadores y las dimensiones
Intencionalidad	Adecuado para los análisis de laboratorio
Coherencia	Entre las variables e indicadores
Metodología	Responde al propósito buscado
Pertinencia	Es instrumento es útil para la presente investigación

Se calificó con:

00-20	Deficiente
21-40	Regular
41-60	Buena
61-80	Muy buena
91-100	Excelente

Resultado de la validación del cuestionario

Indicador	Expertos consultados			
	1	2	3	4
Claridad	90	85	80	90
Objetividad	90	80	80	95
Organización	90	90	90	85
Suficiencia	90	85	85	90
Intencionalidad	90	90	85	90
Coherencia	90	80	85	90
Metodología	90	85	90	90
Pertinencia	90	85	85	90

Anexo 03: Ficha de Juicio de expertos N°1



INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y Nombres del Informante:
- 1.2. Cargo e Institución donde labora:
- 1.3. Nombre del Instrumento motivo de la evaluación: FICHA OBSERVACIONAL.
- 1.4. Autor del Instrumento: MORILLO BALDEÓN, ALAN JORDAN.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN E INFORME.

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-40%	Regular 41-60%	Bueno 61-75%	Muy Bueno 76-90%	Excelente 91-100%
Claridad	Formulado con lenguaje apropiado y entendible				85	
Objetividad	Está expresado en realidad observada en laboratorio				80	
Organización	Existe una organización lógica				90	
Suficiencia	Tiene coherencia entre indicadores y las dimensiones				85	
Intencionalidad	Adecuado para los análisis de laboratorio				90	
Coherencia	Entre las variables e indicadores				80	
Metodología	Responde al propósito buscado				85	
Pertinencia	Es instrumento es útil para la presente investigación				85	

III. PROMEDIO DE VALORIZACIÓN: 85%

Nombres y Apellidos: ANGIE ZUFASTO PACCHA

Grado académico: ING. CIVIL

Firma del experto informante:

DNI: 10122088

Teléfono:

Anexo 04: Ficha de Juicio de expertos N°2



INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y Nombres del Informante:
- 1.2. Cargo e Institución donde labora:
- 1.3. Nombre del Instrumento motivo de la evaluación: FICHA OBSERVACIONAL.
- 1.4. Autor del Instrumento: MORILLO BALDEÓN, ALAN JORDAN.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN E INFORME.

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-40%	Regular 41-60%	Bueno 61-75%	Muy Bueno 76-90%	Excelente 91-100%
Claridad	Formulado con lenguaje apropiado y entendible				80	
Objetividad	Está expresado en realidad observada en laboratorio				80	
Organización	Existe una organización lógica				90	
Suficiencia	Tiene coherencia entre indicadores y las dimensiones				85	
Intencionalidad	Adecuado para los análisis de laboratorio				85	
Coherencia	Entre las variables e indicadores				85	
Metodología	Responde al propósito buscado				90	
Pertinencia	Es instrumento es útil para la presente investigación				85	

III. PROMEDIO DE VALORIZACIÓN:

85%

Nombres y Apellidos: SANTOS RICARDO BAQUILLA PICHEN

Grado académico: ING. CIVIL.

Firma del experto informante:

DNI: 18845637

Teléfono:

Anexo 05: Ficha de Juicio de expertos N°3



INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y Nombres del Informante: DÍAZ CARRANZA, ABEL
- 1.2. Cargo e Institución donde labora: ESTADÍSTICO - UCV
- 1.3. Nombre del Instrumento motivo de la evaluación: FICHA OBSERVACIONAL
- 1.4. Autor del Instrumento: MORILLO BALDEÓN, ALAN JORDAN

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN E INFORME.

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-40%	Regular 41-60%	Bueno 61-75%	Muy Bueno 76-90%	Excelente 91-100%
Claridad	Formulado con lenguaje apropiado y entendible				✓	
Objetividad	Está expresado en realidad observada en laboratorio				✓	
Organización	Existe una organización lógica				✓	
Suficiencia	Tiene coherencia entre indicadores y las dimensiones				✓	
Intencionalidad	Adecuado para los análisis de laboratorio				✓	
Coherencia	Entre las variables e indicadores				✓	
Metodología	Responde al propósito buscado				✓	
Pertinencia	Es instrumento es útil para la presente investigación				✓	

III. PROMEDIO DE VALORIZACIÓN:

90%

Nombres y Apellidos:

Grado académico:



Firma del experto informante:
DNI: 08561302
Teléfono: 992 587 332

Anexo 06: Ficha de Juicio de expertos N°4



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. **DATOS GENERALES:**

- 1.1. Apellidos y Nombres del Informante:
- 1.2. Cargo e Institución donde labora:
- 1.3. Nombre del Instrumento motivo de la evaluación: FICHA OBSERVACIONAL.
- 1.4. Autores del Instrumento: CABEZA CRUZ JHON CHARLES Y MORILLO BALDEÓN, ALAN JORDAN.

II. **ASPECTOS DE VALIDACIÓN E INFORME.**

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-40%	Regular 41-60%	Bueno 61-75%	Muy Bueno 76-90%	Excelente 91-100%
Claridad	Formulado con lenguaje apropiado y entendible				✓	
Objetividad	Está expresado en realidad observada en laboratorio					✓
Organización	Existe una organización lógica				✓	
Suficiencia	Tiene coherencia entre indicadores y las dimensiones				✓	
Intencionalidad	Adecuado para los análisis de laboratorio				✓	
Coherencia	Entre las variables e indicadores				✓	
Metodología	Responde al propósito buscado				✓	
Pertinencia	Es instrumento es útil para la presente investigación				✓	

III. **PROMEDIO DE VALORIZACIÓN:** 90%

Nombres y Apellidos: DOMINICO BERNARDI SALAZAR GUILLEN
Grado académico: INGENIERO CIVIL.

SYBIC S.A.C.

ING. DOMINICO BERNARDI SALAZAR GUILLEN
 GERENTE GENERAL

Firma del experto informante:
DNI: 07081035
Teléfono: 977105340

Anexo 07: Ensayo de laboratorio

a) Contenido de Humedad



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



Pág. 4 de 4

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : JHON CHARLES CABEZA CRUZ /ALAN JORDAN MORILLO BALDEÓN
Obra : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE ADOQUINES CON INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CASCARILLA DE ARROZ, LIMA 2018
Ubicación : DISTRITO CERCADO DE LIMA
Asunto : Ensayo de Contenido de Humedad en Agregados
Expediente N° : 18-3672
Recibo N° : 62587
Fecha de emisión : 07/03/2018

1.0. DE LA MUESTRA : ARENA GRUESA, procedente de la cantera YERBABUENA.

2.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.185:2013.
Procedimiento interno AT-PR-21.

3.0. RESULTADOS :

MUESTRA	PESO MUESTRA (g)	PESO MUESTRA SECA (g)	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
ARENA GRUESA	500	493.8	1.26

4.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.
Técnico : Sr. E. G. V.

Ms. Ing. Ana Torre Camillo
Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNI-LEM
La Calidad es nuestro compromiso
Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
apartado 1301 - Perú
(511) 381-3343
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
lem@uni.edu.pe
Laboratorio de Ensayo
de Materiales - UNI



Anexo 08: Ensayo de laboratorio
 b) Peso unitario suelto y compactado.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



Pág. 3 de 4

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : JHON CHARLES CABEZA CRUZ /ALAN JORDAN MORILLO BALDEÓN
Obra : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE ADOQUINES CON INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CASCARILLA DE ARROZ, LIMA 2018
Ubicación : DISTRITO CERCADO DE LIMA
Asunto : Ensayo de Peso Unitario y Contenido de Humedad en Agregados
Expediente N° : 18-3672
Recibo N° : 62587
Fecha de emisión : 07/03/2018

1.0. DE LA MUESTRA : ARENA GRUESA, procedente de la cantera YERBABUENA.
2.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 400.017:2016, para Peso Unitario y NTP 339.185:2013, para contenido de humedad
 Procedimiento interno AT-PR-20, AT-PR-21.

3.0. RESULTADOS :

MUESTRA	PESO UNITARIO SUELTO (Kg/m³)	PESO UNITARIO COMPACTADO (Kg/m³)	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
ARENA GRUESA	1745	1953	1.26

4.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.
 Técnico : Sr. E.G.V.


 Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
 Jefe (e) del laboratorio.

NOTAS:
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



Anexo 09: Ensayo de laboratorio

c) Porcentaje de absorción.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



Pág. 2 de 4

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : JHON CHARLES CABEZA CRUZ /ALAN JORDAN MORILLO BALDEÓN
Obra : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE ADOQUINES CON INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CASCARILLA DE ARROZ, LIMA 2018
Ubicación : DISTRITO CERCADO DE LIMA
Asunto : Ensayo de Peso Específico y Porcentaje de Absorción en Agregados
Expediente N° : 18-3672
Recibo N° : 62587
Fecha de emisión : 07/03/2018

1.0. DE LA MUESTRA : ARENA GRUESA, procedente de la cantera YERBABUENA.

2.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 400.022.2013.
Procedimiento interno AT-PR-22.

3.0. RESULTADOS :

MUESTRA	PESO ESPECÍFICO DE MASA	PESO ESPECÍFICO DE MASA SUPERFICIALMENTE SECO	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)
ARENA GRUESA	2.70	2.74	1.26

4.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.
Técnico : Sr. E.G.V.


Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
apartado 1301 - Perú
(511) 381-3343
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
lem@uni.edu.pe
Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



Anexo 10: Ensayo de laboratorio

d) Análisis granulométrico.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Centro de Ingeniería Civil Asociado por:



Association to Advance Collegiate Schools of Engineering and Technology



Engineering
Technology
Accreditation
Commission

Pág 1 de 4

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : JHON CHARLES CABEZA CRUZ / ALAN JORDAN MORILLO BALDEÓN
Obra : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE ADOQUINES CON INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CASCARILLA DE ARROZ, LIMA 2018
Ubicación : DISTRITO CERCADO DE LIMA
Asunto : Ensayo de Granulometría en Agregados
Expediente N° : 18-3672
Recibo N° : 62687
Fecha de emisión : 07/03/2018

1. DE LA MUESTRA : ARENA GRUESA, procedente de la cantera YERBABUENA.

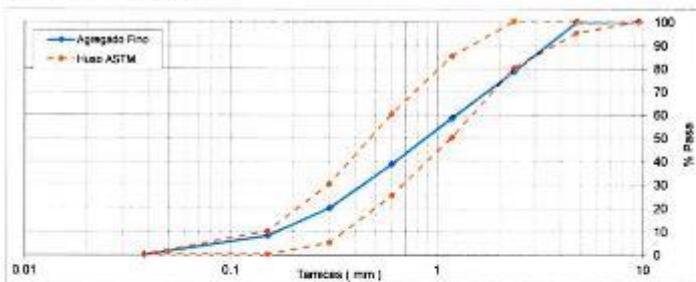
2. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 400.012.2013.
Procedimiento interno AT-PR-24.

3. RESULTADOS :

3.1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ		%RET	%RET ACUM.	% PASA	% PASA HUSO ASTM
(Pulg)	(mm)				
3/8"	9.50	0.0	0.0	100.0	100
N°4	4.75	0.2	0.2	99.9	95 - 100
N°8	2.36	21.1	21.3	78.8	80 - 100
N°16	1.18	20.2	41.4	58.6	50 - 85
N°30	0.60	20.0	61.4	38.6	25 - 60
N°50	0.30	18.7	80.0	20.0	5 - 30
N°100	0.15	11.7	91.8	8.3	0 - 10
FONDO		8.3	100.0	0.0	0
MÓDULO DE FINURA :		2.95			

3.2. CURVA GRANULOMÉTRICA



4. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación ha sido proporcionada por el solicitante.

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.
Técnico : Sr. E.G.V.



NOTAS

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
apartado 1301 - Perú
(511) 381-3343
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

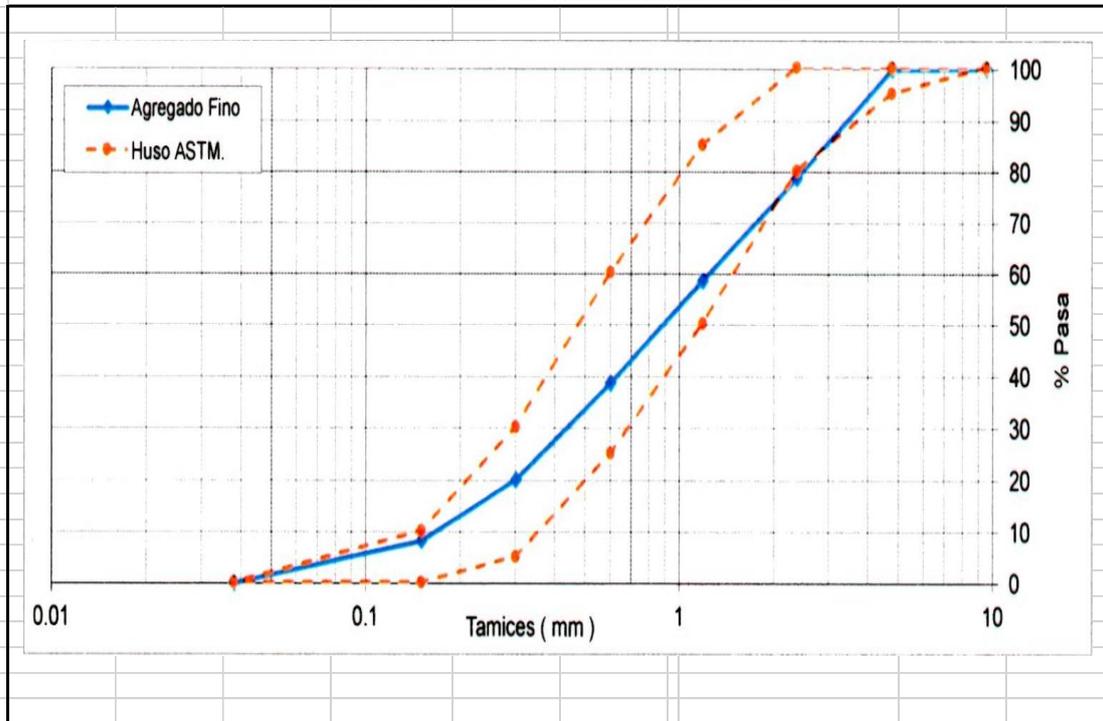
www.lem.uni.edu.pe
lem@uni.edu.pe
Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



Anexo 11. Fichas de ensayo de granulometría y caracterización del agregado

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
LABORATORIO :	Laboratorio N°1 de Ensayo de Materiales "Ing. Manuel Gonzales dela Cotera" - UNI	MUESTRA N° :	01		
JEFE DE LABORATORIO :	Ms. Ing. Ana Torre Cerrillo	FECHA DE MUESTREO :	22/10/2018		
MATERIAL :	ARENA GRUESA	FECHA DE INGRESO :	22/10/2018		
CANTERA :	Yerbabuena	FECHA DE ANÁLISIS :	23/10/2018		
NORMA TEC. REFERENCIA :	NTP 400.022:2013				
ESTUDIANTE RESP. :	Jhon Charles Cabeza Cruz/ Alan Jordan Morillo Baldeon				
GRANULOMETRÍA					
TAMIZ		% RETENIDO	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	% PASA HUSO ASTM
(Pulg)	(mm)				
2 1/2"	63.50	0.0	0.0	0.0	-
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	-
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	-
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	-
3/4"	19.05	0.0	0.0	0.0	-
1/2"	12.70	0.0	0.0	0.0	-
3/8"	9.50	0.0	0.0	100.0	100
N° 4	4.75	0.2	0.2	99.9	95-100
N° 8	2.36	21.1	21.3	78.8	80-100
N° 16	1.18	20.2	41.4	58.6	50-85
N° 30	0.60	20.0	61.4	38.6	25-60
N° 50	0.30	18.7	80.0	20.0	5-30
N° 100	0.15	11.7	91.8	8.3	0-10
< N° 100		8.3	100.0	0.0	0
PROPIEDADES FÍSICAS					
MODULO DE FINURA	2.96				
TAMAÑO MAX. NOM.					
PESO ESP. SSS	2.74	kg/m ³			
PESO VOL. COMPAC.	1953	kg/m ³			
PESO VOL. SUELTO	1745	kg/m ³			
% ABSORCION	1.26	%			
% HUMEDAD	1.26	%			
HUSO	ARENA				
OBSERVACIONES:					
PESO ESP. SECO =	493.8				

GRAFICO DE GRANULOMETRIA DEL AGREGADO



Anexo 12: Procedencia de la cascarilla de arroz.

EMPRESA VENDE PLANTAS
Av. Malecón Checa – San Juan de Lurigancho – Lima
Telf.: 982011485 / ventas@vendeplantas.com



“AÑO DEL DIÁLOGO Y RECONCILIACIÓN NACIONAL”

De: Luisa Duvan Eros de la Cruz.

REPRESENTANTE DE LA EMPRESA VENDE PLANTAS.

Presente.-

Me es grato dirigirme a usted para saludarlo cordialmente y dar atención a su solicitud, donde se requiere la procedencia de la cascarilla de arroz, en la cual se le indica lo siguiente:

Al respecto habiendo tomado conocimiento sobre su petitorio esta empresa le indica que la procedencia de la cascarilla de arroz es del distrito de Chaclacayo, Provincia y departamento de Lima.

Sin otro particular quedo ante usted.

Atentamente.

Lima, 13 de octubre del 2018

 VIVEROS CHACLACAYO ECO F.L.

GLADYS VIRGINIA BOZA CAUTI
GERENTE GENERAL

Luisa Duvan Eros de la Cruz.

REPRESENTANTE DE LA EMPRESA VENDE PLANTAS.

Anexo 13: Diseño de mezcla de adoquín pag.01.

DISEÑO DE MEZCLAS PARA ADOQUIN DE 6cm DE ESPESOR

DATOS		
CEMENTO	SOL/ TIPO I	UND
f _c	420	kg/cm ²
P _e	3.12	gr/cm ³
slump	3	pulg.
P _e agua	1000	kg/m ³

AGREGADOS	FINO 1	FINO 2
Perfil		
Peso unitario suelto(kg/m ³)	1745.00	1745.00
Peso unitario compactado(kg/m ³)	1953.00	1953.00
Peso específico (kg/m ³)	2700.00	2700.00
Modulo de fineza	2.96	2.96
TMN		1/4"
% abs	1.26%	1.26%
% w	1.26%	1.26%

<p>1.- CALCULO f_{cr} (resistencia de promedio requerida)</p> <p>o cuando no tenemos registro de resistencia de probetas correspondientes a obras anteriores</p> <p>f_{cr}= 518 kg/cm²</p>

<p>2.- CONTENIDO DE AIRE</p> <p>TMN= 1/4" AIRE= 3.5%</p>
--

<p>3.- CONTENIDO DE AGUA</p> <p>Agua= 240 Lt/m³</p>
--

<p>4.- RELACION a/c (por resistencia f_{cr})</p> <p>400 0.43</p> <p>450 0.38 x= 0.312 a/c</p> <p>518 x</p>
--

<p>5.- CONTENIDO DE CEMENTO 42.5</p> <p>c = 769.231 kg</p> <p>Factor C.= 18.100 bls de 45.5kg</p>
--

<p>6.- PESO DE AGREGADO FINO 2</p> <p>Peso a.f2= 683.55 kg</p>
--

Anexo 14: Diseño de mezcla de adoquín pag.02.

7.- VOLUMEN ABSOLUTO	
Cemento=	0.247 m3
Agua=	0.240 m3
Aire=	0.035 m3
Vol. A.fino2=	0.253 m3
Σ =	0.775 m3
Vol. A.fino=	0.225 m3

8.- CALCULAR EL PESO DEL AGREGADO FINO	
Peso a. fino=	608.27 kg

9.- PRESENTACIÓN DEL DISEÑO EN ESTADO SECO	
Cemento=	769.23 kg
Agregado fino=	608.27 kg
Agregado fino 2 =	683.55 kg
Agua=	240.00 lt

10.- CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS	
Agregado fino=	608.27 kg
Agregado fino=	615.93 kg
Agregado fino 2 =	683.55 kg
Agregado fino 2 =	692.16 kg

11.- APORTE DE AGUA A LA MEZCLA	
Agregado fino=	0.00 lt
Agregado fino 2 =	0.00 lt
Σ =	0.00 lt

12.- AGUA EFECTIVA	
Agua=	240.000 lt

13.- PROPORCIONAMIENTO DEL DISEÑO				
CEMENTO	A. FINO	A. FINO 2	AGUA	
769.23	615.93	692.16	240.00	
PROPORCIONES DEL DISEÑO (EN PESO)				
1.00	0.801	0.900	0.312	

Aprobado por el ingeniero Domingo German Salazar Guillen
CIP: 60019

SYBIC S.A.C.

ING. DOMINGO GERMAN SALAZAR GUILLEN
GERENTE GENERAL

Anexo 15: Resistencia a la compresión de adoquines de concreto con incorporación al 0% de CCA.

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : ALAN JORDAN MORILLO BALDEON / JHON CHARLES CABEZA CRUZ
Obra : DISEÑO DE ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTO TIPO II CON INCORPORACION DE CENIZAS DE CÁSCARILLA DE ARROZ
Ubicación : AV. DEL PARQUE 640, URB. CANTO REY, S.J.L.
Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión en Adoquines de Concreto.
Expediente N° : 18-4277
Recibo N° : 63221
Fecha de emisión : 05/12/2018

- 1.0. DE LA MUESTRA** : Adoquines de concreto al 0% de ceniza de cáscarilla de arroz.
- 2.0. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo uniaxial, TONI/TECHNIK
 Certificado de calibración LFP-274-2018
- 3.0. MÉTODO DEL ENSAYO** : Norma de referencia NTP 399.611.2010 y NTP 399.604.2002 Revisados el 2015.
 Procedimiento interno AT-PR-08.
- 4.0. RESULTADOS** : Fecha de Ensayo 04 de Diciembre 2018.

MUESTRAS	MASA DE LA MUESTRA (g)	DIMENSIONES (mm)			ÁREA BRUTA (cm ²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Mpa)
		LARGO	ANCHO	ALTURA				
M - 1	2828.2	200.0	100.0	61.0	200.0	143830	719.2	72.6
M - 2	2793.0	200.0	100.0	60.0	200.0	135003	695.0	70.1
M - 3	2904.7	200.0	99.0	61.0	198.0	137032	692.1	69.8
PROMEDIO =							702.1	70.8

5.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.
 Técnico : Sr. R. V. M.

Mag. Ing. Ana Torre Carrillo
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:
 1) Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

Anexo 16: Resistencia a la compresión de adoquines de concreto con incorporación al 5% de CCA.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : ALAN JORDAN MORILLO BALDEON / JHON CHARLES CABEZA CRUZ
Obra : DISEÑO DE ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTO TIPO II CON INCORPORACION DE CENIZAS DE CASCARILLA DE ARROZ
Ubicación : AV. DEL PARQUE 640, URB. CANTO REY, S.J.L.
Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión en Adoquines de Concreto.
Expediente N° : 18-4277
Recibo N° : 63221
Fecha de emisión : 05/12/2018

- 1.0. DE LA MUESTRA** : Adoquines de concreto con 5% de ceniza de cáscarilla de arroz.
2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial, TONI/TECHNIK
 Certificado de calibración LFP-274-2018
3.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 399.611:2010 y NTP 399.604:2002 Revisados el 2015.
 Procedimiento Interno AT-PR-09.
4.0. RESULTADOS : Fecha de Ensayo 04 de Diciembre 2018.

MUESTRAS	MASA DE LA MUESTRA (g)	DIMENSIONES (mm)			ÁREA BRUTA (cm²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm²)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Mpa)
		LARGO	ANCHO	ALTURA				
M - 1 :	2753.3	200.0	100.0	60.0	200.0	135600	677.5	95.4
M - 2 :	2736.7	200.0	100.0	60.0	200.0	129613	648.0	95.0
M - 3 :	2733.1	200.0	100.0	61.0	200.0	130892	654.5	96.0
PROMEDIO =							660.5	96.7

5.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.
 Técnico : Sr. R. V. M.

Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
 Jefe (a) del laboratorio

NOTAS:
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



Anexo 17: Resistencia a la compresión de adoquines de concreto con incorporación al 10% de CCA.

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : ALAN JORDAN MORILLO BALDEON / JHON CHARLES CABEZA CRUZ
Obra : DISEÑO DE ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTO TIPO II CON INCORPORACION DE CENIZAS DE CASCARILLA DE ARROZ
Ubicación : AV. DEL PARQUE 640, URB. CANTO REY, S.J.L.
Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión en Adoquines de Concreto.
Expediente N° : 18-4277
Recibo N° : 83221
Fecha de emisión : 05/12/2018

- 1.0. DE LA MUESTRA** : Adoquines de concreto con 10% de ceniza de cáscarilla de arroz.
2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial, TONI/TECHNIK
 Certificado de calibración LFP-274-2018
3.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 399.611:2010 y NTP 399.604:2002 Revisados el 2015.
 Procedimiento interno AT-PR-08.
4.0. RESULTADOS : Fecha de Ensayo 04 de Diciembre 2018.

MUESTRAS	MASA DE LA MUESTRA (g)	DIMENSIONES (mm)			ÁREA BRUTA (cm²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm²)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (Mpa)
		LARGO	ANCHO	ALTURA				
M - 1	2701.9	198.0	100.0	61.0	169.0	119061	598.5	60.4
M - 2	2718.4	201.0	100.0	60.0	201.0	115872	595.4	60.2
M - 3	2747.3	201.0	100.0	60.0	201.0	127781	655.7	64.2
PROMEDIO =							610.2	61.6

5.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por Técnico : Mag. Ing. C. Villegas M.
 Sr. R. V. M.

Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
 Jefe (a) del laboratorio

NOTAS:
 1) Está prohibida reproducir o modificar el Informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

Anexo 18: Resistencia a la compresión de adoquines de concreto con incorporación al 15% de CCA.

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
 A : ALAN JORDAN MORILLO BALDEON / JHON CHARLES CABEZA CRUZ
 Obra : DISEÑO DE ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTO TIPO II CON INCORPORACION DE CENIZAS DE CASCARILLA DE ARROZ
 Ubicación : AV. DEL PARQUE 640, URB. CANTO REY, S.J.L.
 Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión en Adoquines de Concreto.
 Expediente N° : 18-4277
 Recibo N° : 63221
 Fecha de emisión : 05/12/2018

- 1.0. DE LA MUESTRA** : Adoquines de concreto con 15% de ceniza de cáscarilla de arroz.
- 2.0. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo uniaxial, TONI/TECHNIK
 Certificado de calibración LFP-274-2018
- 3.0. MÉTODO DEL ENSAYO** : Norma de referencia NTP 399.611.2010 y NTP 399.604.2002 Revisados el 2015.
 Procedimiento interno AT-PR-09
- 4.0. RESULTADOS** : Fecha de Ensayo 04 de Diciembre 2018.

MUESTRAS	MASA DE LA MUESTRA (g)	DIMENSIONES (mm)			ÁREA BRUTA (cm ²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Mpa)
		LARGO	ANCHO	ALTURA				
M - 1	2696.8	200.0	100.0	80.0	200.0	113683	568.5	57.4
M - 2	2753.4	200.0	101.0	61.0	202.0	124604	616.4	62.2
M - 3	2715.0	200.0	100.0	80.0	200.0	113598	568.0	57.3
PROMEDIO =							584.3	59.0

5.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por Técnico : Mag. Ing. C. Villegas M.
 Sr. R. V. M.



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
 Jefe (a) del laboratorio

NOTAS:
 1) Está prohibido reproducir o modificar el Informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

Anexo 19: porcentaje de absorción en adoquines de concreto con incorporación al 0% de CCA.

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : ALAN JORDAN MORILLO BALDEON / JHON CHARLES CABEZA CRUZ
Obra : DISEÑO DE ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTO TIPO II CON INCORPORACION DE CENIZAS DE CASCARILLA DE ARROZ
Ubicación : AV. DEL PARQUE 640, URB. CANTO REY, S.J.L.
Asunto : Ensayo de Absorción en Adoquines de Concreto.
Expediente N° : 18-4277
Recibo N° : 63221
Fecha de emisión : 05/12/2018

1.0. DE LA MUESTRA : Adoquines de concreto con 0% de ceniza de cascarilla de arroz.
2.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 399.604:2002 Revisada el 2015.
 Procedimiento interno AT-PR-02.

3.0. CONDICIONES AMBIENTALES : Temperatura = 23.2 °C Humedad Relativa = 68.5%

4.0. RESULTADOS :

MUESTRA	ABSORCIÓN (%)
M - 1	5.9
M - 2	5.8
M - 3	5.5
PROMEDIO -	5.7

5.0. OBSERVACIONES : 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.
Técnico : Sr. R. V. M.



[Handwritten Signature]
 Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
 Jefa (e) del laboratorio

NOTAS:
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



Anexo 20: porcentaje de absorción en adoquines de concreto con incorporación al 5% de CCA.

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : ALAN JORDAN MORILLO BALDEON / JHON CHARLES CABEZA CRUZ
Obra : DISEÑO DE ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTO TIPO II CON INCORPORACION DE CENIZAS DE CASCARILLA DE ARROZ
Ubicación : AV. DEL PARQUE 640, URB. CANTO REY, S.J.L.
Asunto : Ensayo de Absorción en Adoquines de Concreto.
Expediente N° : 18-4277
Recibo N° : 63221
Fecha de emisión : 05/12/2018

- 1.0. DE LA MUESTRA** : Adoquines de concreto con 5% de ceniza de cascarilla de arroz.
2.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 399.604-2002 Revisada el 2015. Procedimiento interno AT-PR-02.
3.0. CONDICIONES AMBIENTALES : Temperatura = 22.5 °C Humedad Relativa = 67.2%
4.0. RESULTADOS :

MUESTRA	ABSORCIÓN (%)
M - 1	6.4
M - 2	5.9
M - 3	6.3
PROMEDIO =	6.2

5.0. OBSERVACIONES : 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.
 Técnico : Sr. R. V. M.



[Signature]
 Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

Anexo 21: porcentaje de absorción en adoquines de concreto con incorporación al 10% de CCA.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : ALAN JORDAN MORILLO BALDEON / JHON CHARLES CABEZA CRUZ
Obra : DISEÑO DE ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTO TIPO II CON INCORPORACION DE CENIZAS DE CASCARILLA DE ARROZ
Ubicación : AV. DEL PARQUE 640, URB. CANTO REY, S.J.L.
Asunto : Ensayo de Absorción en Adoquines de Concreto.
Expediente N° : 18-4277
Recibo N° : 63221
Fecha de emisión : 05/12/2018

1.0. DE LA MUESTRA : Adoquines de concreto con 10% de ceniza de cascarilla de arroz.
2.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 399.804:2002 Revisada el 2015. Procedimiento interno AT-PR-02.
3.0. CONDICIONES AMBIENTALES : Temperatura = 22.5 °C Humedad Relativa = 67.2%
4.0. RESULTADOS :

MUESTRA	ABSORCIÓN (%)
M - 1	6.8
M - 2	6.9
M - 3	6.8
PROMEDIO =	6.8

5.0. OBSERVACIONES : 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.
Técnico : Sr. R. V. M.



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:
1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNI-LEM
La Calidad es nuestro compromiso
Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
apartado 1301 - Perú
(511) 381-3343
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
lem@uni.edu.pe
Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



Anexo 22: Porcentaje de absorción en adoquines de concreto con incorporación al 15% de CCA.

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
 A : ALAN JORDAN MORILLO BALDEON / JHON CHARLES CABEZA CRUZ
 Obra : DISEÑO DE ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTO TIPO II CON INCORPORACION DE CENIZAS DE CASCARILLA DE ARROZ
 Ubicación : AV. DEL PARQUE 640, URB. CANTO REY, S.J.L.
 Asunto : Ensayo de Absorción en Adoquines de Concreto.
 Expediente N° : 18-4277
 Recibo N° : 63221
 Fecha de emisión : 05/12/2018

- 1.0. DE LA MUESTRA** : Adoquines de concreto con 15% de ceniza de cascarilla de arroz.
2.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 399.604:2002 Revisada el 2015. Procedimiento interno AT-PR-02.
3.0. CONDICIONES AMBIENTALES : Temperatura = 22.5 °C Humedad Relativa = 67.2%
4.0. RESULTADOS :

MUESTRA	ABSORCIÓN (%)
M - 1	5.8
M - 2	6.5
M - 3	6.3
PROMEDIO =	6.2

5.0. OBSERVACIONES : 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.
 Técnico : Sr. R. V. M.



[Signature]
 Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

Anexo 23: Resistencia a la flexión en adoquines de concreto con incorporación al 0% de CCA.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : ALAN JORDAN MORILLO BALDEON / JHON CHARLES CABEZA CRUZ
Obra : DISEÑO DE ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTO TIPO II CON INCORPORACION DE CENIZAS DE CASCARILLA DE ARROZ
Ubicación : AV. DEL PARQUE 840, URB. CANTO REY, S.J.L.
Asunto : Ensayo de Resistencia a la Flexión en Adoquines de Concreto
Expediente N° : 18-4277
Recibo N° : 63221
Fecha de emisión : 05/12/2018

1.0. DE LA MUESTRA : Adoquines de concreto con 0% de ceniza de cascarilla de arroz.

2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial, TONI TECHNIK
 Certificado de calibración: LFP-274-2018

3.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 399.613:2005.
 Procedimiento interno AT-PR-01.

4.0. RESULTADOS :

MUESTRAS	DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	DIMENSIONES (cm)			ÁREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Kg/cm ²)
		LARGO	ANCHO	ALTURA			
M - 1	16.0	20.0	9.9	6.1	198.0	1.058	60.3
M - 2	16.0	20.0	10.0	6.2	200.0	929	38.0
M - 3	15.9	19.9	10.0	6.1	199.0	852	54.6

5.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.
 Técnico : Sr. R. V. M.



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



Anexo 24: Resistencia a la flexión en adoquines de concreto con incorporación al 5% de CCA.

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
 A : ALAN JORDAN MORILLO BALDEON / JHON CHARLES CABEZA CRUZ
 Obra : DISEÑO DE ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTO TIPO II CON INCORPORACION DE CENIZAS DE CASCARILLA DE ARROZ
 Ubicación : AV. DEL PARQUE 640, URB. CANTO REY, S.J.L.
 Asunto : Ensayo de Resistencia a la Flexión en Adoquines de Concreto.
 Expediente N° : 18-4277
 Recibo N° : 63221
 Fecha de emisión : 05/12/2018

1.0. DE LA MUESTRA : Adoquines de concreto con 5% de ceniza de cascarilla de arroz.

2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial, TONI TECHNIK
 Certificado de calibración: LFP-274-2018

3.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 399.613:2005.
 Procedimiento interno AT-PR-01.

4.0. RESULTADOS :

MUESTRAS	DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	DIMENSIONES (cm)			AREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Kg/cm ²)
		LARGO	ANCHO	ALTURA			
M - 1	16.0	20.0	10.0	6.1	200.0	985	55.6
M - 2	16.0	20.0	9.8	6.0	198.0	930	62.6
M - 3	16.9	19.9	9.9	6.0	197.0	752	50.3

5.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.
 Técnico : Sr. R. V. M.



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Anexo 25: Resistencia a la flexión en adoquines de concreto con incorporación al 10% de CCA.

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : ALAN JORDAN MORILLO BALDEON / JHON CHARLES CABEZA CRUZ
Obra : DISEÑO DE ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTO TIPO II CON INCORPORACION DE CENIZAS DE CASCARILLA DE ARROZ
Ubicación : AV. DEL PARQUE 640, URB. CANTO REY, S.J.L.
Asunto : Ensayo de Resistencia a la Flexión en Adoquines de Concreto
Expediente N° : 18-4277
Recibo N° : 63221
Fecha de emisión : 05/12/2018

- 1.0. DE LA MUESTRA** : Adoquines de concreto con 10% de ceniza de cascarilla de arroz.
- 2.0. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo uniaxial. TONI TECHNIK
 Certificado de calibración: LFP-274-2018
- 3.0. MÉTODO DEL ENSAYO** : Norma de referencia NTP 399.613:2005.
 Procedimiento interno AT-PR-01.

4.0. RESULTADOS :

MUESTRAS	DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	DIMENSIONES (cm)			ÁREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Kg/cm ²)
		LARGO	ANCHO	ALTURA			
M - 1	15.0	20.0	10.1	6.0	202.0	776	51.2
M - 2	18.0	20.0	10.1	6.1	202.0	828	52.9
M - 3	15.9	19.9	9.9	6.0	197.0	674	45.1

5.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.
 Técnico : Sr. R. V. M.



[Signature]
 Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



Anexo 26: Resistencia a la flexión en adoquines de concreto con incorporación al 15% de CCA.

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : ALAN JORDAN MORILLO BALDEON / JHON CHARLES CABEZA CRUZ
Obra : DISEÑO DE ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTO TIPO II CON INCORPORACION DE CENIZAS DE CASCARILLA DE ARROZ
Ubicación : AV. DEL PARQUE 640, URB. CANTO REY, S.J.L.
Asunto : Ensayo de Resistencia a la Flexión en Adoquines de Concreto.
Expediente N° : 18-4277
Recibo N° : 63221
Fecha de emisión : 05/12/2018

1.0. DE LA MUESTRA : Adoquines de concreto con 15% de ceniza de cascarilla de arroz.

2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial, TONI TECHNIK
 Certificado de calibración: LFP-274-2018

3.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 399.813:2005.
 Procedimiento interno AT-PR-01.

4.0. RESULTADOS :

MUESTRAS	DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	DIMENSIONES (cm)			ÁREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Kg/cm ²)
		LARGO	ANCHO	ALTURA			
M-1	18.0	20.0	10.0	6.1	200.0	856	53.2
M-2	18.0	20.0	10.1	6.0	202.0	865	57.1
M-3	18.1	20.1	9.9	6.0	199.0	615	41.7

5.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M
 Técnico : Sr. R. V. M.



[Signature]
 Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
 Jefe (e) de laboratorio

NOTAS:
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Anexo 27: Peso seco, saturado y sumergido de los especímenes.



**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA CIVIL**

**FICHA DE REPORTE DE RESULTADOS DE LABORATORIO PARA % ABSORCIÓN, % CONT. DE
HUMEDAD Y DENSIDAD**

Laboratorio : UNI-LEM
 Nombre del estudiante responsable : Cabeza Cruz Jhon Charles y Morillo Baldeón Alan Jordan.
 Fecha de ensayo : 30/11/18
 Norma de referencia : NTP 399.611. (2010 - Rev. 2015) - NTP 399.604

N°	DESCR.	P. especimen	P .seco (kg)	P .saturado(kg)	P .sumergido (kg)
1	ADOQUIN PATRON	2816.6	2664.1	2822.4	1599.3
2	ADOQUIN PATRON	2818.2	2673.9	2823.3	1603.2
3	ADOQUIN PATRON	2824.8	2683.2	2831.3	1608.1
4	ADOQUIN CON INCORPORACIÓN 5%	2759.9	2604.2	2770.8	1550.7
5	ADOQUIN CON INCORPORACIÓN 5%	2728.5	2582.3	2734.6	1531.7
6	ADOQUIN CON INCORPORACIÓN 5%	2714.7	2558.3	2720.7	1519.8
7	ADOQUIN CON INCORPORACIÓN 10%	2667.3	2504.2	2673.6	1474
8	ADOQUIN CON INCORPORACIÓN 10%	2782.8	2609.8	2789.3	1542.2
9	ADOQUIN CON INCORPORACIÓN 10%	2819.5	2647.5	2826.6	1565
10	ADOQUIN CON INCORPORACIÓN 15%	2719.1	2579.4	2729.6	1509.1
11	ADOQUIN CON INCORPORACIÓN 15%	2739.9	2578.2	2744.8	1518.8
12	ADOQUIN CON INCORPORACIÓN 15%	2720.5	2565.6	2727.5	1509.8

Observaciones:

Anexo 28: Ensayo del agregado fino



Imagen peso específico

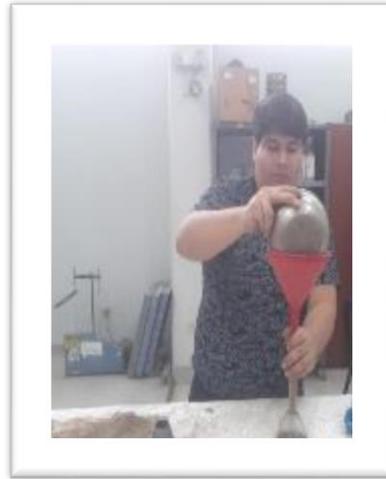


Imagen absorción



Imagen granulometría



Imagen muestra puesto al horno



Imagen peso unitario



Imagen peso unitario

Anexo 29: Elaboración de la ceniza de cascarilla de arroz



Imagen cascarilla obtenida



Imagen cascarilla quemada

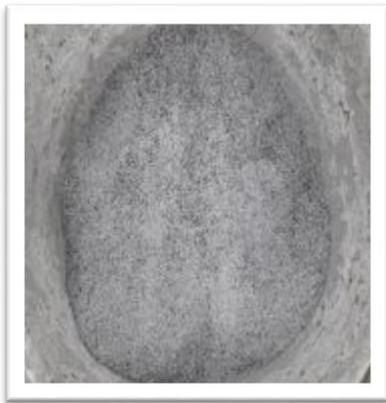


Imagen ceniza obtenida



Imagen ceniza molida



Imagen ceniza pasada por la malla N°



Imagen ceniza a incorporar.

Anexo 30: Elaboración del Adoquín de concreto



Imagen laqueado del molde



Imagen molde de adoquín



Imagen proporción del material



Imagen mezcla del material



Imagen vaciado y vibrado del adoquín



Imagen resultado del adoquín

Anexo 31: Ensayo de la Variación dimensional



Imagen del instrumento a utilizar vernier

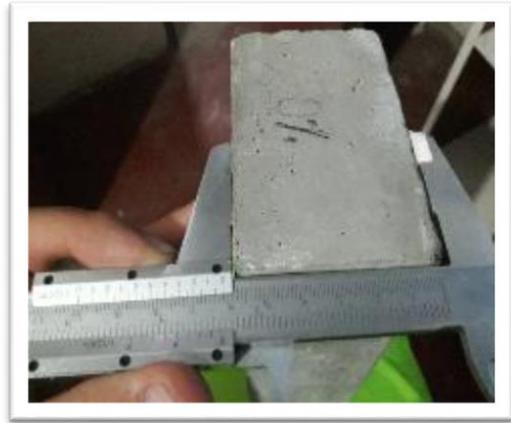


Imagen espesor del adoquín 01



Imagen largo del adoquín 01



Imagen ancho del adoquín 01



Imagen ancho del adoquín 01

Anexo 32: Ensayo de la compresión y módulo de rotura.



Imagen de Maquina de compresión y flexión



Imagen de muestras a ensayar



Imagen de adoquín expuesto a la resistencia del módulo de rotura (flexión)



Imagen de capeado de adoquines y resultado a la resistencia de compresión

Anexo 33: Ensayo de Peso seco, sumergido y saturado.



Imagen del equipo a utilizar de los pesos hallados



Imagen sumergida del adoquín a 24 horas



Imagen hallando el peso sumergido

Feedback Studio - Google Chrome
 https://ev.turnitin.com/app/carta/es/?s=1&o=1142356839&u=1061528595&lang=es

feedback studio | adoquines /0 19 de 35



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Diseño de adoquines de concreto para pavimento tipo II con incorporación de cenizas de cascarrilla de arroz, Lima - 2018.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL.

AUTORES:
 Jhon Charles Cabeza Cruz
 Alan Jordan Morillo Baldeon

ASESORES:
 Dra. María Ysabel García Álvarez.
 Mg. Jaime Espinoza Sandoval.

LINEA DE INVESTIGACION:
 Diseño de infraestructura vial.

LIMA – PERÚ
 2018

Resumen de coincidencias ✕

23 %

ver fuentes en inglés (beta)

Coincidencias

1	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	6 %	>
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	4 %	>
3	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %	>
4	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	1 %	>
5	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %	>
6	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %	>
7	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	1 %	>
8	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	1 %	>

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02
		Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1

Yo, María Ysabel García Álvarez, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Lima Este, revisor (a) de la tesis titulada

"Diseño de adoquines de concreto para pavimento tipo II con incorporación de cenizas de cascarilla de arroz, Lima-2018.", del estudiante Morillo Baldeon Alan Jordan, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 23% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lima, 11 de junio del 2019



Firma

Dra. Ing. María Ysabel García Álvarez

DNI: 21453567

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



**ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD
DE TESIS**

Código : FC6-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : 1 de 1

Yo, María Ysabel García Álvarez, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Lima Este, revisor (a) de la tesis titulada

"Diseño de adoquines de concreto para pavimento tipo II con incorporación de cenizas de cascarilla de arroz, Lima-2018.", del estudiante Cabeza Cruz, Jhon Charles, constata que la investigación tiene un índice de similitud de 23% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lima, 11 de junio del 2019

Firma

Dra. Ing. María Ysabel García Álvarez

DNI: 21453567

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	--	--------	-----------



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE ENTREGA DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL, DRA. ING. GARCÍA ÁLVAREZ MARÍA YSABEL A LA RECEPCIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN SOLICITA PARA LA ENTREGA DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA.

MORILLO BALDEON, ALAN JORDAN

INFORME TITULADO:

DISEÑO DE ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTO TIPO II CON INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CASCARILLA DE ARROZ, LIMA – 2018.

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: San Juan de Lurigancho, 10 de diciembre del 2018.

NOTA O MENCIÓN: 15 (QUINCE)



90.

DRA. ING. GARCÍA ÁLVAREZ MARÍA YSABEL.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE ENTREGA DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL, DRA. ING. GARCÍA ÁLVAREZ MARÍA YSABEL A LA RECEPCIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN SOLICITA PARA LA ENTREGA DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA.

CABEZA CRUZ, JHON CHARLES

INFORME TITULADO:

DISEÑO DE ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTO TIPO II CON INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CASCARILLA DE ARROZ, LIMA – 2018.

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: San Juan de Lurigancho, 10 de diciembre del 2018.

NOTA O MENCIÓN: 15 (QUINCE)




ING. GARCÍA ÁLVAREZ MARÍA YSABEL.