

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL



Diseño de concreto utilizando cenizas de cascarilla de arroz, 2018

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

AUTOR

Wilper Maurilio Faya Castro

ASESOR

Carmen Chilon Muñoz

<https://orcid.org/0000-0002-7644-4201>

Chiclayo, 2023

Diseño de concreto utilizando cenizas de cascarilla de arroz, 2018

PRESENTADA POR

Wilper Maurilio Faya Castro

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

APROBADA POR

Fidel Ortiz Zapata

PRESIDENTE

Pedro Patazca Rojas

SECRETARIO

Carmen Chilon Muñoz

VOCAL

Dedicatoria

Para mi papá Rogil Wilper Faya Hernández y mi mamá Wilma Sofía Castro Fernández, quienes estuvieron presentes en todos los días de mi vida y responsabilizándose en mi educación. También a mi tía Perpetua Castro Fernández, quien fue una segunda mamá y quien me daba buenos consejos. A mis hermanos, porque en algún momento de mi vida universitaria me ayudaron económicamente y aconsejándome día a día. Pero principalmente, se lo dedico a Dios, nuestro creador, ya que él siempre nos da el alimento de cada día, nos bendice y nos protege siempre.

Agradecimientos

La realización exitosa de mi tesis es gracias a mi papá y a mi mamá, quienes me brindaron la solvencia monetaria y quienes estuvieron presentes en todo momento de mi carrera profesional. También, a la Universidad y a los docentes, quienes me brindaron todos los medios posibles para poderme desarrollar profesionalmente. Pero principalmente a Dios, por darme la oportunidad de demostrar que como futuro profesional seré capaz de enfrentarme ante cualquier situación.

TESIS

INFORME DE ORIGINALIDAD

25% INDICE DE SIMILITUD	23% FUENTES DE INTERNET	12% PUBLICACIONES	11% TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------	---------------------------------------

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	3%
2	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	repositorio.unach.edu.pe Fuente de Internet	1%
9	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	1%

10	pdfcookie.com Fuente de Internet	1 %
11	minagri.gob.pe Fuente de Internet	1 %
12	Submitted to Universidad Tecnologica del Peru Trabajo del estudiante	1 %
13	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	Espinosa Pesqueira Manuel. "Caracterizacion del contenido de SiO2 en cascarilla de arroz y su uso potencial como precursor de ceramicas", TESIUNAM, 1996 Publicación	<1 %
16	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1 %
17	industrial.umsa.bo Fuente de Internet	<1 %
18	Submitted to Universidad de Huanuco Trabajo del estudiante	<1 %
19	#N/A. "PMR de San Juan de Lurigancho 2021-IGA0018085", Ordenanza N° 416-MDSJL, 2022 Publicación	<1 %

20	repositorio.unu.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
21	idoc.pub Fuente de Internet	<1 %
22	www.usat.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
23	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
24	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
25	repositorio.unamba.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
26	mail.polodelconocimiento.com Fuente de Internet	<1 %
27	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
28	vsip.info Fuente de Internet	<1 %
29	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
30	riunet.upv.es Fuente de Internet	<1 %
31	es.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %

32	HUAMAN ROJAS DENNIS JOHN. "PIGARS de la Provincia de Tarma 2021-IGA0013682", O.M. N° 009-2021-CMT, 2021 Publicación	<1 %
33	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
34	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1 %
35	pirhua.udep.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
36	repositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
37	Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante	<1 %
38	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
39	Richard Ahumada, Holman Ospina-Mateus, Katherinne Salas-Navarro. "Use of the rice and corn husk ashes as an innovative pozzolanic material in ceramic tile adhesive production", Procedia Computer Science, 2022 Publicación	<1 %
40	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

41	Submitted to Universidad Nacional de Colombia Trabajo del estudiante	<1 %
42	repositorio.ucss.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
43	Julián Dávalos, Ashley Bonilla, Mónica A. Villaquirán-Caicedo, Ruby M. de Gutiérrez, Jesús Ma. Rincón. "Preparation of glass-ceramic materials from coal ash and rice husk ash: Microstructural, physical and mechanical properties", Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio, 2020 Publicación	<1 %
44	dspace.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
45	repositorio.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
46	fr.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
47	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	<1 %
48	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	<1 %
49	repositorio.ucp.edu.pe	

	Fuente de Internet	<1 %
50	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
51	INGENIEROS INNOVADORES PROYECTISTAS AMBIENTALES E.I.R.L.. "Actualización al EIA para la Planta de Harina y Aceite de Pescado de Alto Contenido Proteínico de 214 t/h de Capacidad, Ubicada en el Distrito de Razuri, La Libertad-IGA0004895", R.D. N° 240-2019-PRODUCE/DGAAMPA, 2021 Publicación	<1 %
52	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
53	repositorio.upeu.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
54	www.hormigonelaborado.com Fuente de Internet	<1 %
55	repositorio.unj.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
56	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
57	www2.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %

58	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %
59	Submitted to Universidad Católica Sedes Sapientiae Trabajo del estudiante	<1 %
60	lacamara.pe Fuente de Internet	<1 %
61	Submitted to Universidad Rey Juan Carlos Trabajo del estudiante	<1 %
62	repositorio.ulasamericas.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
63	tesis.unsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
64	"Efecto de la rigidez en el desempeño sísmico de edificios estructurados con muros de hormigón armado", Pontificia Universidad Catolica de Chile, 2021 Publicación	<1 %
65	Submitted to Universidad Santo Tomas Trabajo del estudiante	<1 %
66	Submitted to Universidad Señor de Sipan Trabajo del estudiante	<1 %
67	repositorio.unesum.edu.ec Fuente de Internet	<1 %

revistas.lamolina.edu.pe

68	Fuente de Internet	<1 %
69	Submitted to Institución Tecnológica Metropolitana de Medellín Trabajo del estudiante	<1 %
70	Martínez Zamora Carlos Daniel. "Higiene bucal para el paciente con tratamiento de endodoncia", TESIUNAM, 2023 Publicación	<1 %
71	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
72	www.academia.edu Fuente de Internet	<1 %
73	#N/A. "Actualización del PMR del Distrito de Santa María del Mar 2016-IGA0003718", Ordenanza N° 227-2016-MDSMM, 2020 Publicación	<1 %
74	Cruz Villegas Diana Itzel. "Diagnóstico en ortodoncia con sistema de trazado digital", TESIUNAM, 2022 Publicación	<1 %
75	Submitted to Universidad Cooperativa de Colombia Trabajo del estudiante	<1 %
76	es.cyclopaedia.net Fuente de Internet	<1 %

77	CESEL S A. "ITS para la Modificación de Componentes del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Central Hidroeléctrica Curibamba-IGA0006967", R.D. N° 345-2014-MEM-DGAAE, 2021 Publicación	<1 %
78	Submitted to Universidad Internacional de la Rioja Trabajo del estudiante	<1 %
79	Cesar Loo Gil. "Percepción social de la inseguridad alimenticia", tecnoHumanismo, 2021 Publicación	<1 %
80	Submitted to Universidad Nacional Autonoma de Chota Trabajo del estudiante	<1 %
81	natura2000.eea.europa.eu Fuente de Internet	<1 %
82	recercat.cat Fuente de Internet	<1 %
83	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
84	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
85	repositorio.uwiener.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

86	<p>Alberto J. Piamo Morales, Ferrer Marrero Daisy, Digna Chávez Jiménez, Isnerio Arzuaga Anderson et al. "Caracterización histopatológica del cáncer de vesícula en el Hospital "Joaquín Albarrán", La Habana, Cuba, en el periodo 2010-2019", Gaceta Medica Boliviana, 2020</p> <p>Publicación</p>	<1 %
87	<p>Castellon Osnaya Beatríz Alejandra. "Tecnología del Concreto", TESIUNAM, 2006</p> <p>Publicación</p>	<1 %
88	<p>Jorge Villacrés-Vallejo. "Conservación de la familia Fabácea en el Jardín Botánico del Instituto de Medicina Tradicional - EsSalud", Revista Peruana de Medicina Integrativa, 2021</p> <p>Publicación</p>	<1 %
89	<p>Martínez Herrera Iván Emilio. "Producción de concretos ligeros con agregados vitrocerámicos elaborados con lodos de plantas potabilizadoras", TESIUNAM, 2016</p> <p>Publicación</p>	<1 %
90	<p>Morales Alvarado Norman Gustavo. "Resultados de ICSI con espermatozoides criopreservados en azoospermia obstructiva vs no obstructiva", TESIUNAM, 2014</p> <p>Publicación</p>	<1 %
91	<p>OPCIONES SOSTENIBLES S.A.C.. "EIA-SD para Ampliación y Mejora Tecnológica de los</p>	<1 %

Campos Cerro Negro y Ventarrón con un Área Total Acumulada de 348 ha para el Desarrollo Completo e Integral del Ciclo Productivo de Langostino Blanco Incluyendo la Producción de Larvas, en el Distrito de Zarumilla, Tumbes-IGA0007702", R.D. N° 166-2018-PRODUCE/DGAAMPA, 2020

Publicación

92	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	<1 %
93	Arroyo Velasco Neftali. "El concreto hidraulico en la construccion de pavimentos compactados con rodillo", TESIUNAM, 2004 Publicación	<1 %
94	Cordoba Carbajal Jorge Arturo. "Diseno estructural de una subestacion electrica", TESIUNAM, 1981 Publicación	<1 %
95	ECOFLUIDOS INGENIEROS S.A.. "Segunda Modificación del PAMA del Fondo AVO-IGA0017275", R.D.G. N° 084-2022-MIDAGRI-DVDAFIR-DGAAA, 2022 Publicación	<1 %
96	HIDROSUELOS S.A.S., SUCURSAL DEL PERU. "Instrumento de Gestión Ambiental Complementario al SEIA, del Proyecto Recuperación de Áreas Degradadas por Residuos Sólidos en el Sector Rosa Roja,	<1 %

Distrito de Pariñas, Provincia de Talara,
Departamento de Piura-IGA0020976", R.S. N°
001-2022-SGAS-GSP-MPT, 2022

Publicación

97	WALSH PERU S.A. INGENIEROS Y CIENTIFICOS CONSULTORES. "Plan de Abandono por Término de Actividades en el Lote 108-IGA0019135", R.D. N° 303-2021-MINEM/DGAAH, 2022	<1 %
Publicación		
98	de.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
99	documents.tips Fuente de Internet	<1 %
100	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
101	fr.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
102	repositorio.upt.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
103	upc.aws.openrepository.com Fuente de Internet	<1 %
104	upcommons.upc.edu Fuente de Internet	<1 %
105	DICA CONSULTORES GLOBALES S.A.C - DICACG S.A.C.. "PIGARS de la Provincia de	<1 %

Leoncio Prado 2019-IGA0007777", O.M. N°
018-2019-MPLP, 2020

Publicación

106 ECOLOGY YASJOMI E.I.R.L.. "PAD de la
Subestación Eléctrica de Transformación -
S.E.T. Carhuaz 66/13.8 kV-IGA0017543", R.D.
N° 0024-2022-MINEM/DGAAE, 2022

Publicación

107 Jimenez Gonzalez Carolina. "La restauracion
de minas superficiales en Mexico :
Diagnostico y propuestas", TESIUNAM, 2005

Publicación

108 NOELIA BOUZÓN ORGEIRA. "ACTIVADORES
ALCALINOS ALTERNATIVOS A PARTIR DE LA
CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ PARA LA
PREPARACIÓN DE GEOPOLÍMEROS",
Universitat Politecnica de Valencia, 2015

Publicación

109 PUKUNI CONSULTORES Y SERVICIOS
GENERALES S.A.C.. "EIA Linea de Transmisión
138 kV y Subestaciones para el Proyecto
Ángeles en los distritos de Ollachea y San
Gabán-IGA0002966", R.D. N° 382-2013-
MEM/AE, 2020

Publicación

110 rapsuskleitecnology.blogspot.com

Fuente de Internet

<1 %

111 López Román Jorge. "Análisis de las propiedades del concreto reforzado con fibras cortas de acero y macrofibras de polipropileno : influencia del tipo y consumo de fibra adicionado", TESIUNAM, 2015
Publicación <1 %

112 Martínez Ricardo Javier. "Aspectos fundamentales de laboratorio para tecnología del concreto", TESIUNAM, 2001
Publicación <1 %

113 ORIZANO ALCEDO RICHARD JOSUE. "PMR de la Municipalidad Distrital de Ticlacayán 2022-IGA0015739", O.M. N° 002-2022-MDT, 2022
Publicación <1 %

114 SANTA MARIA FLORES MIGUEL SANTOS. "EIA del Proyecto de Planta de Tratamiento de Residuos Orgánicos e Inorgánicos de Chimbote-IGA0003590", R.D. N° 2994/2008/DIGESA/SA, 2020
Publicación <1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado

Índice

Resumen	32
Abstract	33
I. Introducción.....	34
II. Marco teórico.....	39
2.1. Antecedentes	39
2.1.1. Antecedentes a nivel mundial.....	39
2.1.2. Antecedentes a nivel nacional.....	40
2.1.3. Antecedentes a nivel local	41
2.2. Bases teóricas	43
2.2.1. Ley N°28611: Ley general del ambiente.....	43
2.2.2. Ley N°1278: Ley de la gestión integral de los residuos sólidos.....	43
2.2.3. Manual de diseño de concreto del instituto de la construcción y gerencia	44
2.2.4. Método del comité ACI-211.....	44
2.2.5. NTP: Normas técnicas del Perú	48
2.2.6. Norma ASTM C-1231: Uso de las almohadillas de neopreno en el cálculo del esfuerzo a compresión de cilindros de concreto en estado endurecido	49
2.2.7. Adiciones minerales.....	49
2.2.8. Cemento.....	51
2.2.9. Concreto	54
2.2.10. Cascarilla de arroz (CA).....	55
2.2.11. Cenizas de cascarilla de arroz (CCA).....	55
2.2.12. Estudio de impacto ambiental.....	55

2.2.13. Evaluación de impacto ambiental (EIA)	55
2.2.14. Evaluación de costos	55
III. Metodología y métodos	56
3.1. Nivel y tipo de investigación	56
3.2. Diseño de investigación	56
3.3. Población, muestra y muestreo	56
3.3.1. Población	56
3.3.2. Muestra	56
3.3.3. Muestreo	58
3.4. Criterios de selección	58
3.4.1. Variable independiente	58
3.4.2. Variables dependientes	58
3.4.3. Variable interviniente	58
3.5. Operacionalización de las variables	59
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección y de procesamiento de datos	60
3.6.1. Técnicas de recolección y de procesamiento de datos	60
3.6.2. Instrumentos de recolección y de procesamiento de datos	61
3.7. Procedimientos	61
3.8. Plan de procesamiento y análisis de datos	62
3.8.1. Etapa I (Compilar información)	62
3.8.2. Etapa II (Obtener los materiales para la investigación)	62
3.8.3. Etapa III (Ensayos químicos y de laboratorio con el correcto procesar de datos).	63

3.8.4. Etapa IV (Diseños de mezclas)	63
3.8.5. Etapa V (Trabajo de laboratorio y estudios definitivos)	63
3.8.6. Etapa VI (Análisis de resultados)	63
3.9. Matriz de consistencia.....	64
3.10. Consideraciones éticas	65
IV. Resultados	66
4.1. Cenizas de cascarilla de arroz (CCA).....	66
4.1.1. Características físicas de las cenizas de cascarilla de arroz	66
4.1.2. Características químicas de las cenizas de cascarilla de arroz	66
4.1.3. Características mecánicas de las cenizas de cascarilla de arroz	67
4.1.4. Ensayos de la densidad de las cenizas de cascarilla de arroz	67
4.2. Ensayos de la piedra y de la arena.....	67
4.2.1. Ensayo de la granulometría de la piedra y de la arena.....	67
4.2.2. Cálculo del porcentaje de la humedad de la piedra y de la arena	72
4.2.3. Cálculo del peso específico de la piedra y de la arena (NTP 400.022).....	73
4.2.4. Cálculo de la absorción de la piedra y de la arena (NTP 400.022)	74
4.2.5. Cálculo del peso volumétrico suelto de la piedra y de la arena (NTP 400.017).....	75
4.2.6. Cálculo del peso volumétrico compactado de la piedra y de la arena (NTP 400.017)	76
4.2.7. Resultados de los ensayos	77
4.3. Concreto en estado fresco	78
4.3.1. Cálculo del diseño de mezcla mediante el método ACI-211 (NTP 339.034)	78

4.3.2. Verificación del asentamiento o slump (NTP 339.035)	80
4.3.3. Cálculo del peso volumétrico del concreto (NTP 400.014)	81
4.3.4. Elaboración de las muestras cilíndricas (NTP 339.034)	83
4.4. Concreto en estado endurecido	84
4.4.1. Curado de las muestras cilíndricas (NTP 339.034)	84
4.4.2. Cálculo de la resistencia del concreto a la compresión (NTP 339.034)	85
4.4.3. Crítica de la resistencia del concreto a la compresión (NTP 339.034)	87
4.5. Evaluación del impacto ambiental (EIA)	90
4.5.1. Evaluación del impacto ambiental para el concreto sin adiciones de cenizas de cascarilla de arroz	90
4.5.2. Evaluación del impacto ambiental para el concreto usando cenizas de cascarilla de arroz.....	93
4.6. Comparación de costos	96
4.6.1. Costo unitario de las cenizas de cascarilla de arroz.....	96
4.6.2. Costos utilizando el diseño tradicional.....	97
4.6.3. Costos utilizando las cenizas de cascarilla de arroz al 1%	98
4.6.4. Costos utilizando las cenizas de cascarilla de arroz al 2%	99
4.6.5. Costos utilizando las cenizas de cascarilla de arroz al 3%	100
4.6.6. Análisis de todos los costos	101
V. Discusión	102
5.1. Discusión de las cenizas de cascarilla de arroz.....	102
5.2. Discusión de los ensayos de la piedra y de la arena.....	102

5.3. Discusión del concreto en estado fresco.....	102
5.4. Discusión del concreto en estado endurecido.....	102
5.5. Discusión de la evaluación de impacto ambiental	103
5.6. Discusión de la comparación de costos.....	103
VI. Conclusiones	104
VII.Recomendaciones	105
VIII. Referencias bibliográficas	106
IX. Anexos	110
Anexo 1: Documentos.....	110
Anexo 2: Gráficos	117
Anexo 3: Tablas	120
Anexo 4: Fotografías	131
Anexo 5: Otros.....	146

Lista de cuadros

Cuadro N°1. Determinación del f'_{cr}	44
Cuadro N°2. Selección de slump o asentamiento	44
Cuadro N°3. Contenido de aire atrapado	45
Cuadro N°4. Relación agua/cemento por resistencia	46
Cuadro N°5. Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto para diversos módulos de fineza del pino (b/b_0)	47
Cuadro N°6. Peso del agregado grueso por unidad de volumen de concreto	47
Cuadro N°7. Fórmula para humedad de agregados	48
Cuadro N°8. Fórmula para el cálculo de agua efectiva	48
Cuadro N°9. Componentes químicos del cemento	52
Cuadro N°10. Total de testigos por porcentaje de cenizas de cascarilla de arroz	57
Cuadro N°11. Operacionalización de las variables	59
Cuadro N°12. Matriz de consistencia	64
Cuadro N°13. Porcentaje de la composición química de las cenizas de cascarilla de arroz ...	66
Cuadro N°14. Cálculo de la densidad de las cenizas de cascarilla de arroz	67
Cuadro N°15. Análisis granulométrico del agregado grueso de la cantera Tres Tomas	68
Cuadro N°16. Análisis granulométrico del agregado grueso de la cantera La Victoria	69
Cuadro N°17. Análisis granulométrico del agregado fino de la cantera Tres Tomas	70
Cuadro N°18. Análisis granulométrico del agregado fino de la cantera La Victoria	71
Cuadro N°19. Contenido de humedad del agregado grueso	72
Cuadro N°20. Contenido de humedad del agregado fino	72
Cuadro N°21. Determinación del peso específico del agregado grueso	73
Cuadro N°22. Determinación del peso específico del agregado fino	74
Cuadro N°23. Determinación de la absorción del agregado grueso	75
Cuadro N°24. Determinación de la absorción del agregado fino	75
Cuadro N°25. Determinación del peso volumétrico suelto del agregado grueso	76
Cuadro N°26. Determinación del peso volumétrico suelto del agregado fino	76
Cuadro N°27. Determinación del peso volumétrico compactado del agregado grueso	77
Cuadro N°28. Determinación del peso volumétrico compactado del agregado fino	77
Cuadro N°29. Resultados de los ensayos de las cenizas de cascarilla de arroz	77
Cuadro N°30. Resultados de los ensayos del agregado grueso	78
Cuadro N°31. Resultados de los ensayos del agregado fino	78
Cuadro N°32. Diseño de mezclas de concreto patrón	78

Cuadro N°33. Diseño de mezclas de concreto con adición de cenizas de cascarilla de arroz al 1%	79
Cuadro N°34. Diseño de mezclas de concreto con adición de cenizas de cascarilla de arroz al 2%	79
Cuadro N°35. Diseño de mezclas de concreto con adición de cenizas de cascarilla de arroz al 3%	80
Cuadro N°36. Peso unitario del diseño de concreto patrón	81
Cuadro N°37. Peso unitario del diseño de concreto con adición de cenizas de cascarilla de arroz al 1%	82
Cuadro N°38. Peso unitario del diseño de concreto con adición de cenizas de cascarilla de arroz al 2%	82
Cuadro N°39. Peso unitario del diseño de concreto con adición de cenizas de cascarilla de arroz al 3%	83
Cuadro N°40. Edad del testigo versus tiempo de ensayo	85
Cuadro N°41. Resultado de las prometidas sometidas a la compresión del diseño de concreto sin adición de cenizas de cascarilla de arroz	86
Cuadro N°42. Resultado de las prometidas sometidas a la compresión del diseño de concreto con adición de cenizas de cascarilla de arroz al 1%	86
Cuadro N°43. Resultado de las prometidas sometidas a la compresión del diseño de concreto con adición de cenizas de cascarilla de arroz al 2%	87
Cuadro N°44. Resultado de las prometidas sometidas a la compresión del diseño de concreto con adición de cenizas de cascarilla de arroz al 3%	87
Cuadro N°45. Comparación de los resultados de los testigos de las probetas sometidas a compresión del diseño de concreto desde el 0% hasta el 3% de cenizas adicionadas	88
Cuadro N°46. Matriz de Leopold del diseño de concreto sin adición de cenizas de cascarilla de arroz	90
Cuadro N°47. Matriz de Leopold del diseño de concreto con adición de cenizas de cascarilla de arroz	93
Cuadro N°48. Costo unitario de las cenizas de cascarilla de arroz	96
Cuadro N°49. Costo de probetas utilizando el diseño de concreto sin adición de cenizas de cascarilla de arroz	97
Cuadro N°50. Costo de probetas utilizando el diseño de concreto con adición de cenizas de cascarilla de arroz al 1%	98

Cuadro N°51. Costo de probetas utilizando el diseño de concreto con adición de cenizas de cascarilla de arroz al 2% 99

Cuadro N°52. Costo de probetas utilizando el diseño de concreto con adición de cenizas de cascarilla de arroz al 3% 100

Cuadro N°53. Costos unitarios totales al 0%, 1%, 2% y 3% 101

Lista de gráficas

Gráfica N°1. Representación gráfica del análisis granulométrico del agregado grueso de la cantera Tres Tomas	68
Gráfica N°2. Representación gráfica del análisis granulométrico del agregado grueso de la cantera La Victoria	69
Gráfica N°3. Representación gráfica del análisis granulométrico del agregado fino de la cantera Tres Tomas	70
Gráfica N°4. Representación gráfica del análisis granulométrico del agregado fino de la cantera La Victoria	71
Gráfica N°5. Comparación entre los testigos sometidos a la compresión del diseño de concreto sin adición de cenizas de cascarilla de arroz con el diseño de concreto con cenizas de cascarilla de arroz al 1%	88
Gráfica N°6. Comparación entre los testigos sometidos a la compresión del diseño de concreto sin adición de cenizas de cascarilla de arroz con el diseño de concreto con cenizas de cascarilla de arroz al 2%	89
Gráfica N°7. Comparación entre los testigos sometidos a la compresión del diseño de concreto sin adición de cenizas de cascarilla de arroz con el diseño de concreto con cenizas de cascarilla de arroz al 3%	89

Lista de documentos

Documento N°1.1. Declaración jurada	110
Documento N°1.2. Informe de Ensayo de Cenizas de Cascarilla de Arroz	111
Documento N°1.3. Informe de Ensayo de Materiales	112
Documento N°1.4. Informe de Rotura de probetas de concreto patrón	113
Documento N°1.5. Informe de Rotura de probetas de concreto con cenizas de cascarilla de arroz al 1%	114
Documento N°1.6. Informe de Rotura de probetas de concreto con cenizas de cascarilla de arroz al 2%	115
Documento N°1.7. Informe de Rotura de probetas de concreto con cenizas de cascarilla de arroz al 3%	116

Lista de gráficos

Gráfico N°2.1. Principales regiones productoras de arroz en el Perú	117
Gráfico N°2.2. Superficie cosechada de arroz cáscara en el departamento de Lambayeque (representación en hectáreas)	117
Gráfico N°2.3. Producción de arroz cáscara en el departamento de Lambayeque (representación en toneladas)	118
Gráfico N°2.4. Rendimiento de arroz cáscara en el departamento de Lambayeque (representación en kilogramos por hectáreas)	118
Gráfico N°2.5. Ganancia de arroz cáscara en el departamento de Lambayeque (representación en soles por hectáreas)	119
Gráfico N°2.6. Precio mayorista mensual en el departamento de Lambayeque	119

Lista de tablas

Tabla N°3.1. Calendario de siembras (promedio de las 5 últimas campañas agrícolas)	120
Tabla N°3.2. Calendario de cosechas (promedio de las 5 últimas campañas agrícolas)	120
Tabla N°3.3. Producción de arroz cáscara y cascarilla de arroz en el molino San Nicolás SRL	120
Tabla N°3.4. Producción de arroz cáscara y cascarilla de arroz en el molino Escaly SRL	121
Tabla N°3.5. Producción de arroz cáscara y cascarilla de arroz en el molino Las Delicias SAC	122
Tabla N°3.6. Producción de arroz cáscara y cascarilla de arroz en los molinos San Jorge EIRL	123
Tabla N°3.7. Producción de arroz cáscara y cascarilla de arroz en el molino & Cia Semper SAC	124
Tabla N°3.8. Producción de arroz cáscara y cascarilla de arroz en el molino San Fernando SRL	125
Tabla N°3.9. Producción de arroz cáscara y cascarilla de arroz en el molino del Centro SCRL LTDA	126
Tabla N°3.10. Producción de arroz cáscara y cascarilla de arroz en el molino Cristo Morado SAC	127
Tabla N°3.11. Producción de arroz cáscara y cascarilla de arroz en el molino San Antonio SAC	128
Tabla N°3.12. Producción de arroz cáscara y cascarilla de arroz en los molinos G & B SAC	129
Tabla N°3.13. Cuadro de comparación de la producción de arroz cáscara y cascarilla de arroz en los molinos del departamento de Lambayeque	130

Lista de fotografías

Fotografía N°4.1. En la gerencia regional de agricultura para la recolección de datos de la cascarilla de arroz	131
Fotografía N°4.2. Clasificación de adiciones minerales para el concreto	131
Fotografía N°4.3. Residuos de cascarilla de arroz	132
Fotografía N°4.4. En algunos molinos para la recolección de datos de la cascarilla de arroz	132
Fotografía N°4.5. En algunos molinos para la recolección de datos de la cascarilla de arroz	133
Fotografía N°4.6. Cascarilla de arroz	133
Fotografía N°4.7. Incineración de la cascarilla de arroz	134
Fotografía N°4.8. Cenizas de cascarilla de arroz	134
Fotografía N°4.9. Moliendo las cenizas de cascarilla de arroz	135
Fotografía N°4.10. Puesta del material a los tamices	135
Fotografía N°4.11. Tamizando el material	136
Fotografía N°4.12. Producto final del tamizado	136
Fotografía N°4.13. Peso del caso precipitado en cero	137
Fotografía N°4.14. Peso de la muestra	137
Fotografía N°4.15. Slump del diseño de mezcla patrón	138
Fotografía N°4.16. Slump del diseño de mezcla con adición de cenizas de cascarilla de arroz al 1%	138
Fotografía N°4.17. Slump del diseño de mezcla con adición de cenizas de cascarilla de arroz al 2%	139
Fotografía N°4.18. Slump del diseño de mezcla con adición de cenizas de cascarilla de arroz al 3%	139
Fotografía N°4.19. Curado de algunos testigos al 0% y al 1% de adición de cenizas de cascarilla de arroz	140
Fotografía N°4.20. Curado de algunos testigos al 2% y al 3% de adición de cenizas de cascarilla de arroz	140
Fotografía N°4.21. Algunos testigos del diseño del concreto con el diseño patrón	141
Fotografía N°4.22. Algunos testigos del diseño del concreto con adición de cenizas de cascarilla de arroz al 1%	141
Fotografía N°4.23. Algunos testigos del diseño del concreto con adición de cenizas de cascarilla de arroz al 2%	142
Fotografía N°4.24. Algunos testigos del diseño del concreto con adición de cenizas de cascarilla de arroz al 3%	142

Fotografía N°4.25. Máquina de compresión	143
Fotografía N°4.26. Colocación de las almohadillas de neopreno	143
Fotografía N°4.27. Colocación de la banda y alineación de la probeta de concreto en la máquina de compresión	144
Fotografía N°4.28. Aplicación de la carga a compresión en el testigo de concreto	144
Fotografía N°4.29. Retiro de la probeta de concreto ensayada de la máquina de compresión	145
Fotografía N°4.30. Anotación de los resultados	145

Resumen

El propósito del proyecto a investigar nombrado "Diseño de concreto utilizando cenizas de cascarilla de arroz" tiene como objetivo principal "Diseñar y evaluar concreto utilizando cenizas de cascarilla de arroz mejoría las propiedades físicas y mecánicas y la resistencia a la compresión del concreto $f'c$ 210 kg/cm² para garantizan un resultado óptimo" proveniente de los sectores agrícolas de Chiclayo, ya que funcionara como adición mineral tipo sílice natural respectivamente para la elaboración del concreto; considerando su aporte técnico, económico, social y ambiental.

Se analizará las propiedades físicas y químicas, para luego realizar varias alternativas de diseño del concreto, ensayándolos a esfuerzos de compresión de forma independiente y eligiendo el diseño óptimo.

Este proyecto está planificado en 6 etapas: Etapa I (Compilar información), Etapa II (Obtener los materiales para la investigación), Etapa III (Ensayos químicos y de laboratorio con el correcto procesar de datos), Etapa IV (Diseños de mezclas), Etapa V (Trabajo de laboratorio y estudios definitivos) y Etapa VI (Análisis de resultados).

Palabras clave: Cascarilla de arroz, cenizas de cascarilla de arroz, concreto, curado, resistencia a la compresión, sílice.

Abstract

The present research project called "Concrete design using rice husk ash" has as its main objective "Designing and evaluating concrete using rice husk ash improves the physical and mechanical properties and the compressive strength of concrete $f'c$ 210 kg / cm² to guarantee an optimal result "from the agricultural sectors of Chiclayo, since it will function as a mineral addition of natural silica type respectively for the elaboration of concrete; considering its technical, economic, social and environmental contribution.

The physical and chemical properties will be analyzed, and then several concrete design alternatives will be made, independently testing them for compression forces and choosing the optimal design.

This project is planned in 6 stages: Stage I (Compile information), Stage II (Obtain materials for research), Stage III (Chemical and laboratory tests with correct data processing), Stage IV (Mix designs), Stage V (Laboratory work and definitive studies) and Stage VI (Analysis of results).

Keywords: Rice husk, rice husk ashes, concrete, curing, compressive strength, silica.