



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

“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 para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Br. Anita Haydee Huaroc Palacios

Asesor:

Ing. Iván Eugenio Vásquez Alfaro

Trujillo – Perú

2017

APROBACIÓN DE LA TESIS

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por la Bachiller **Anita Haydee Huaroc Palacios**, denominada:

**“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”**

Ing. Iván Eugenio Vásquez Alfaro
ASESOR

Ing. Nombres y Apellidos
**JURADO
PRESIDENTE**

Ing. Nombres y Apellidos
JURADO

Ing. Nombres y Apellidos
JURADO

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DE LA TESIS.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	v
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT	xii
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. Realidad problemática	13
1.2. Formulación del problema.....	15
1.3. Justificación.....	15
1.4. Limitaciones	16
1.5. Objetivos	17
1.5.1. Objetivo General.....	17
1.5.2. Objetivos Específicos	17
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....	18
2.1. Antecedentes	18
2.2. Bases Teóricas	19
2.2.1. Ensayos en el concreto.....	19
2.2.1.1. Concreto en estado Fresco.....	19
2.2.1.1.1. Asentamiento (NTP 339.035)	19
2.2.1.2. Concreto en estado Endurecido	20
2.2.1.2.1. Resistencia a la compresión (NTP 339.034)	20
2.2.1.2.2. Absorción y peso unitario del concreto (ASTM C642).....	21
2.2.1.2.3. Caracterización de agregados grueso - fino.....	21
2.2.1.2.4. Diseño de mezclas de concreto (ACI 211)	25
2.3. Definición de términos básicos	28
2.3.1. Durabilidad del Concreto.....	28
2.3.2. Ataque al concreto por cloruros	29
2.3.2.1. Cloruros en el concreto	29
2.3.2.2. Procedencia y penetración de cloruros.....	30
2.3.3. Micro sílice	30
2.3.3.1. Antecedentes Históricos	30
2.3.3.2. Micro sílice a partir de la ceniza de cascarilla de arroz	31
2.3.3.3.1. Cascarilla de arroz	31

a.) Producción de arroz en el Perú	32
b.) Ceniza de cascarilla de arroz para concreto	32
c.) Método de elaboración	33
d.) Normalización para la CCA (ASTM C618)	35
e.) Puzolana	36
2.3.4. Cemento Portland	38
2.3.4.1. El cemento y la producción del CO ₂	38
2.3.4.2. Composición química del cemento	39
CAPÍTULO 3. HIPÓTESIS.....	41
3.1. Formulación de la hipótesis	41
3.2. Operacionalización de variables	41
CAPÍTULO 4. MATERIAL Y MÉTODOS	44
4.1. Tipo de diseño de investigación.....	44
4.2. Material.	44
4.2.1. Unidad de estudio.....	44
4.2.2. Población.....	44
4.2.3. Muestra.....	44
4.3. Métodos.....	47
4.3.1. Técnicas, procedimientos e instrumentos	47
4.3.1.1. Ceniza de cascarilla de arroz.....	47
4.3.1.2. Caracterización de agregados	47
4.3.1.3. Diseño de mezclas de concreto (ACI 211)	55
4.3.1.4. Ensayos en el concreto.....	61
CAPÍTULO 5. DESARROLLO.....	65
5.1. Ceniza de cascarilla de arroz.....	65
5.2. Caracterización de Agregados.....	65
5.2.1. Ensayo granulométrico del agregado fino y grueso (NTP 400.012)	65
5.2.2. Determinación del contenido de humedad del agregado (NTP 339.185)	69
5.2.3. Determinación del peso unitario suelto y compactado (NTP 400.017)	71
5.2.4. Determinación del Peso específico y absorción (NTP 400.012)	72
5.3. Elaboración del diseño de mezcla (ACI-211).	74
5.4. Super plastificante EUCO 37	82
CAPÍTULO 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	84
CONCLUSIONES.....	112
RECOMENDACIONES	114
REFERENCIAS.....	115
APÉNDICE	119
ANEXOS	132

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01. <i>Concretos según su consistencia</i>	20
Tabla 02. <i>Clasificación de los agregados por su peso unitario</i>	24
Tabla 03. <i>Cantidad de ceniza por distintos cereales</i>	32
Tabla 04. <i>Composición química de la cáscara de arroz</i>	32
Tabla 05. <i>Clasificación de las puzolanas según norma ASTM C618</i>	35
Tabla 06. <i>Requerimientos físicos de la puzolana según la norma ASTM C618</i>	35
Tabla 07. <i>Requerimientos químicos de la puzolana según la norma ASTM C618</i>	36
Tabla 08. <i>Componentes principales del cemento portland</i>	39
Tabla 09. <i>Compuestos principales del cemento portland no hidratado</i>	40
Tabla 10. <i>Componentes metodológicos y referenciales de la hipótesis</i>	41
Tabla 11. <i>Operacionalización de la variable resistencia a la compresión</i>	42
Tabla 12. <i>Operacionalización de la variable asentamiento</i>	42
Tabla 13. <i>Operacionalización de la variable absorción</i>	43
Tabla 14. <i>Operacionalización de la variable peso unitario</i>	43
Tabla 15. <i>Apoyo al cálculo de una muestra por niveles de confianza</i>	45
Tabla 16. <i>Tamices más empleados en análisis granulométrico para agregado fino</i>	48
Tabla 17. <i>Tamices más empleados en análisis granulométrico para agregado grueso</i>	48
Tabla 18. <i>Determinación de la granulometría de agregados</i>	49
Tabla 19. <i>Resistencia a la compresión promedio</i>	55
Tabla 20. <i>Consistencia y asentamientos</i>	56
Tabla 21. <i>Contenido de aire atrapado</i>	56
Tabla 22. <i>Volumen de agua por metro cúbico</i>	57
Tabla 23. <i>Relación agua/cemento por resistencia</i>	58
Tabla 24. <i>Peso Específico del cemento Portland Pacasmayo tipo I</i>	58
Tabla 25. <i>Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto</i>	59
Tabla 26. <i>Granulometría del agregado fino</i>	66
Tabla 27. <i>Granulometría del agregado grueso</i>	68
Tabla 28. <i>Contenido de humedad de las muestras del agregado fino</i>	70
Tabla 29. <i>Contenido de humedad de las muestras del agregado grueso</i>	70
Tabla 30. <i>Peso unitario suelto y compactado seco de las muestras del agregado fino</i>	72
Tabla 31. <i>Peso unitario Suelto y compactado seco de las muestras del agregado grueso</i>	72
Tabla 32. <i>Absorción y peso específico de las muestras del agregado fino</i>	73
Tabla 33. <i>Absorción y peso específico de las muestras del agregado grueso</i>	74
Tabla 34. <i>Contenido de aire atrapado</i>	75
Tabla 35. <i>Volumen de agua por m³</i>	76
Tabla 36. <i>Relación agua/cemento por resistencia</i>	77
Tabla 37. <i>Peso Específico del cemento Portland Pacasmayo tipo I</i>	78
Tabla 38. <i>Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto</i>	78
Tabla 39. <i>Características físicas del agregado fino</i>	84
Tabla 40. <i>Características físicas del agregado grueso</i>	85
Tabla 41. <i>Requerimientos físicos de la puzolana según la norma ASTM C618</i>	86
Tabla 42. <i>Resultados de la caracterización de la ceniza cuando está mojada, por la malla n°325</i> 87	
Tabla 43. <i>Proporciones del diseño de mezcla final para 1m³ de concreto</i>	90
Tabla 44. <i>Variable independiente y dependiente (asentamiento) para la correlación</i>	94
Tabla 45. <i>Resultados de regresión para la variable dependiente (asentamiento)</i>	95
Tabla 46. <i>Porcentaje de ganancia de resistencia de las probetas con adición de CCA y súper plastificante al 1% respecto al promedio de la mezcla patrón S/SP y mezcla patrón C/SP al 1%.</i> ..	98
Tabla 47. <i>Variable independiente y dependiente (resistencia a la compresión) para la correlación</i>	100
Tabla 48. <i>Resultados de regresión para la variable dependiente (resistencia a la compresión)</i> ..	101

Tabla 49. <i>Proporciones del diseño de mezcla final para 1m³ de concreto.</i>	102
Tabla 50. <i>Proporciones del diseño de mezcla de 376 kg/cm².</i>	103
Tabla 51. <i>Variable independiente y dependiente (absorción) para la correlación</i>	106
Tabla 52. <i>Resultados de regresión para la variable dependiente (absorción)</i>	107
Tabla 53. <i>Variable independiente y dependiente (peso unitario) para la correlación</i>	109
Tabla 54. <i>Resultados de regresión para la variable dependiente (peso unitario)</i>	110
Tabla 55. <i>Resultados del asentamiento de las mezclas de concreto.</i>	119
Tabla 56. <i>Dimensiones de las probetas de concreto para el ensayo a la compresión.</i>	119
Tabla 57. <i>Resultados de la resistencia a la compresion a los 28 días.</i>	121
Tabla 58. <i>Peso seco, saturado y sumergido de las probetas de concreto para el ensayo de absorción y peso unitario.</i>	122
Tabla 59. <i>Resultados de la absorción de las probetas de concreto.</i>	123
Tabla 60. <i>Resultado del peso unitario de las probetas de concreto.</i>	123
Tabla 61. <i>Resultados del análisis termo gravimétrico de la ceniza.</i>	130

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01. Degradación del concreto-vivienda buenos aires (Trujillo).....	13
Figura 02. Tasa de crecimiento del sector construcción.....	15
Figura 03. Composición química de la ceniza de cascarilla de arroz.....	33
Figura 04. Proceso de obtención de la ceniza de cáscara de arroz.....	34
Figura 05. Clasificación de los materiales puzolánicos.....	37
Figura 06. Gráfico para curva granulométrica.....	50
Figura 07. Curva granulométrica del agregado fino.....	67
Figura 08. Curva granulométrica del agregado grueso.....	69
Figura 09. Información técnica del súper plastificante EUCO 37.....	83
Figura 10. Direcciones para el uso del EUCO 37.....	83
Figura 11. Resultados del análisis termo gravimétrico.....	88
Figura 12. Resultados del asentamiento promedio.....	91
Figura 13. Representación de los resultados del asentamiento del 0% al 2% de CCA.....	92
Figura 14. Representación de los resultados del asentamiento del 3% al 6% de CCA.....	93
Figura 15. Representación de los resultados del asentamiento del 7% al 10% de CCA.....	94
Figura 16. Correlación entre variable independiente y variable dependiente (asentamiento).....	95
Figura 17. Resultados de la resistencia a la compresión promedio a los 28 días.....	97
Figura 18. Correlación entre variable independiente y variable dependiente (resistencia a la compresión).....	101
Figura 19. Resultados de la absorción promedio.....	104
Figura 20. Correlación entre variable independiente y variable dependiente (absorción).....	106
Figura 21. Resultados del peso unitario promedio.....	108
Figura 22. Correlación entre variable independiente y variable dependiente (peso unitario).....	110
Figura 23. Agregado fino utilizado en la investigación.....	132
Figura 24. Agregado grueso utilizado en la investigación.....	132
Figura 25. Tamices de agregado en la máquina vibratoria.....	132
Figura 26. Ensayo de granulometría.....	133
Figura 27. Ensayo peso específico de la arena.....	133
Figura 28. Peso de la muestra más agua para el ensayo del peso específico y absorción.....	133
Figura 29. Molino “molinorte” de donde se extrajo la cascarilla de arroz.....	134
Figura 30. Horno cilíndrico a gas donde se quemó la cascarilla de arroz.....	134
Figura 31. Extracción de la ceniza de cascarilla de arroz del horno.....	135
Figura 32. Colocación de la ceniza en el molino a mano.....	135
Figura 33. Colocación de la ceniza en el molino de bolas.....	135
Figura 34. Malla n°400 de tamizado para la ceniza.....	136
Figura 35. Mezcla de concreto en trompo.....	136
Figura 36. Asentamiento de 9.7 cm de la mezcla patrón.....	136
Figura 37. Asentamiento de 21.7 cm de la mezcla patrón con súper plastificante al 1%.....	137
Figura 38. Asentamiento de 21.7 cm de la mezcla patrón con súper plastificante y ceniza de cascarilla de arroz al 1%.....	138
Figura 39. Asentamiento de 21.7 cm de la mezcla patrón con súper plastificante y ceniza de cascarilla de arroz al 2%.....	138
Figura 40. Asentamiento de 20 cm de la mezcla patrón con súper plastificante y ceniza de cascarilla de arroz al 3%.....	138
Figura 41. Asentamiento de 18.1 cm de la mezcla patrón con súper plastificante y ceniza de cascarilla de arroz al 4%.....	138
Figura 42. Asentamiento de 18.0 cm de la mezcla patrón con súper plastificante y ceniza de cascarilla de arroz al 5%.....	139

Figura 43. Asentamiento de 17.5 cm de la mezcla patrón con súper plastificante y ceniza de cascarilla de arroz al 6%	139
Figura 44. Asentamiento de 17.4 cm de la mezcla patrón con súper plastificante y ceniza de cascarilla de arroz al 7%	139
Figura 45. Asentamiento de 10.5 cm de la mezcla patrón con súper plastificante y ceniza de cascarilla de arroz al 9%	139
Figura 46. Asentamiento de 4.9 cm de la mezcla patrón con súper plastificante y ceniza de cascarilla de arroz al 10%	140
Figura 47. Probetas recién conformadas	140
Figura 48. Probetas antes de ir a la poza de curado	140
Figura 49. Probetas en la poza de curado por 28 días	141
Figura 50. Capeado con azufre de las probetas de concreto	141
Figura 51. Capeado con azufre de las probetas de concreto	141
Figura 52. Ensayo de resistencia a la compresión en el laboratorio de la Universidad Privada del Norte	142
Figura 53. Ensayo de resistencia a la compresión en el laboratorio de la Universidad Nacional de Trujillo	142
Figura 54. Probeta después de ensayo de resistencia a la compresión.....	143
Figura 55. Probetas de 20cm x 10 cm para ensayo de absorción y peso unitario	143
Figura 56. Desmoldado de probetas de 20cm x 10 cm para ensayo de absorción y peso unitario	143
Figura 57. Probetas de 20cm x 10cm antes de ir a la poza de curado.....	144
Figura 58. Ensayo de Arquímedes para calcular el peso sumergido de la probeta de concreto..	144
Figura 59. Cálculo del peso saturado de las probetas de concreto	144
Figura 60. Probetas puestas al horno para el cálculo del peso seco para el ensayo de absorción y peso unitario	145

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo principal evaluar cuál es el óptimo porcentaje de adición de micro sílice obtenida a partir de la ceniza de cascarilla de arroz aplicado en el concreto en estado fresco y endurecido.

Para evaluar cuál es el óptimo porcentaje de adición de ceniza de cascarilla de arroz, se propuso primero a diseñar una mezcla de referencia la cual se llamó mezcla patrón, se diseñó según el comité del ACI 211.

Antes de definir el diseño patrón se realizó la caracterización de los agregados como la granulometría (NTP 400.012), contenido de humedad (NTP 339.185), absorción (NTP 400.022), peso específico (NTP 400.021) y peso unitario (NTP 400.017). Estos agregados fueron traídos de la cantera “Calderón” ubicada en el Milagro. Una vez realizadas las pruebas normalizadas a los agregados, según las normas técnicas peruana, se procedió a diseñar la mezcla patrón.

Como se quiere un concreto mejorado para columnas y vigas, se diseñó una mezcla de concreto de 280 kg/cm², con un asentamiento de 7.6 cm – 10 cm (3” - 4”) y una relación a/c de 0.54.

Después de obtener el diseño de la mezcla patrón se optó por utilizar los porcentajes del 1% al 10% de ceniza de cascarilla de arroz, adicionándolo a la mezcla con respecto al peso del cemento, con la finalidad de obtener un estudio detallado sobre cómo se comporta la ceniza frente al concreto tanto en estado fresco (asentamiento) como en estado endurecido (resistencia a la compresión, absorción, peso unitario).

Para obtener el micro sílice a partir de la cascarilla de arroz se tuvo primero que calcinar la cascarilla de arroz en un horno a gas a una temperatura entre los 400° y 600 °C, luego obtenida la ceniza se procedió a colocarla en un molino a mano con la finalidad de reducir el tamaño de la ceniza, posteriormente se colocó la ceniza en un molino de bolas y finalmente para obtener un tamaño micro se tamizó la ceniza en la malla n°325 (0.045) y n° 400 (0.03 mm). Así fue como se obtuvo la micro sílice a partir de la ceniza de cascarilla de arroz.

Se recurrió al uso del súper plastificante (EUCCO 37) debido a que, conforme se iba adicionando los distintos porcentajes de ceniza, más seca se obtenía la mezcla. Se agregó a la mezcla el súper plastificante al 1% con respecto al peso del cemento y se evaluó el asentamiento, la resistencia a la compresión a los 28 días, la absorción y el peso unitario.

Se obtuvo como máxima resistencia 376 kg/cm² al 6% de adición de ceniza aumentando en un 27% con respecto a las probetas patrón. En cuanto al asentamiento con el 6% de adición obtuvo una mezcla buena, plástica y trabajable. En cuanto a la absorción, al 6% de adición el concreto obtuvo una baja absorción, y en cuanto al peso unitario el mayor peso unitario que alcanzó el concreto fue al 6% de adición de ceniza.

ABSTRACT

The main objective of the present investigation is to evaluate the optimum percentage of addition of micro silica obtained from the rice husk ash applied to the concrete in the fresh and hardened condition.

To assess the optimal percentage of rice husk ash addition, it was first proposed to design a reference mixture which was called the masterbatch, which was designed according to the ACI 211 committee.

Before defining the standard design, the aggregates were characterized as granulometry (NTP 400.012), moisture content (NTP 339.185), absorption (NTP 400.022), specific weight (NTP 400.021) and unit weight (NTP 400.017). These aggregates were brought from the quarry "Calderón" located in the Milagro. Once the tests were carried out due to the aggregates, according to Peruvian technical standards, the pattern mixture was designed.

As an improved concrete for columns and beams is desired, a concrete mix of 280 kg/cm², with a settling of 7.6 cm - 10 cm (3" - 4") and an a / c ratio of 0.54 was designed.

After obtaining the design of the masterbatch it was decided to use the percentages from 1% to 10% of rice husk ash, adding it to the mixture with respect to the weight of the cement, in order to obtain a detailed study on how it behaves The ash against the concrete both in the fresh state (settling) and in the hardened state (resistance to compression, absorption and unit weight).

To obtain the micro silica from the rice husk it was first necessary to calcine the husk of rice in a gas oven at a temperature between 400° and 600 ° C, then obtained the ash was placed in a mill by hand In order to reduce the size of the ash, the ash was subsequently placed in a ball mill and finally to obtain a micro size, the ash was sieved in mesh No. 325 (0.045) and No. 400 (0.03 mm). This was how the micro silica was obtained from the rice husk ash.

The use of the superplasticizer (EUCO 37) was used because, as the different percentages of ash were added, the drier the mixture was obtained. The 1% supercriticaliser was added to the blend with respect to the weight of the cement and the settling, the 28 day compressive strength, the absorption and the unit weight were evaluated.

Maximum strength was 376 kg/cm² at 6% ash addition increasing by 27% with respect to the standard test specimens. As for the settling with the 6% of addition a good, plastic and workable mixture was obtained. As for the absorption, at 6% of addition a low absorption was obtained, and as for the unit weight the highest unit weight reached by the concrete was at 6% of ash addition.

NOTA DE ACCESO

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales

REFERENCIAS

Allauca, L., Amen, H., & Lung, J., (2009). Uso de sílice en hormigones de alto Desempeño. [en línea] Recuperado el 4 de junio de 2016. De <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/7684/1/Uso%20de%20s%C3%ADlice%20en%20hormigones%20de%20alto%20desempe%C3%B1o.pdf>

Arcos, C., Macíaz, D., Rodríguez, J., (2007). La Cascarilla de arroz como fuente de . En Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia, (47) pp. 7-20.

Asociación Colombiana de Productores de Concreto (2010). Colección del Concreto – Tecnología del concreto – Tomo 1 Materiales, Propiedades y Diseño de Mezclas. Colombia: ASOCRETO

Avendaño, E. (2006). Detección, tratamiento y prevención de patologías en sistemas de concreto estructural utilizados en infraestructura industrial. (Tesis de Licenciatura). Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

Becker, E. (2006). Durabilidad del Hormigón. [En Línea]. Recuperado el 25 de Septiembre de 2016. De <http://www.fceia.unr.edu.ar/~fermar/Bibliografia/DURABILIDAD%20DEL%20HORMIG%203N.pdf>.

Bermúdez Odriozola, M. Investigación: “Corrosión de las Armaduras del Hormigón Armado en Ambiente Marino: Zona de carrera de Mareas y zona Sumergida”. Madrid – España. 2007

Durabilidad de las Estructuras: Corrosión inducida por el Ión Cloruro (s.f.). [En Línea] Recuperado el 27 de Junio de 2016, de <http://www.actualizarmiweb.com/sites/icpa/publico/files/rev27ion.pdf>.

Fuchs, H. (2012). "La Micro Sílice o Humo De Sílice, Su historia y descripción como material". Disponible en <http://www.arqhys.com/construccion/microlilice.html> [Consulta] Noviembre 2015

Gonzáles, M (1998). *La corrosión del concreto en ambiente marino*. Perú: Asocem.

Gonzáles, V.P., Rodríguez, J.L. (2008) Influencia del porcentaje de micro sílice sobre la trabajabilidad en estado fresco y la resistencia a la compresión en estado endurecido de un concreto autocompactante. (Tesis de Titulación). UNT, Trujillo, Perú.

Huerta, E. (2012,). El Boom de la Industria de la Construcción en el Perú. En Blog: Economía Peruana y Mundial. Recuperada el 23 de Junio de 2016, desde <http://econoblognet.blogspot.pe/2012/01/el-boom-de-la-industria-de-la.html>

Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto (2002). Guía para obtener un concreto durable – ACI 201. México: IMCYC

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2016). Producción de arroz cáscara se incrementó en 31,0% en abril de 2016. Oficina Técnica de Difusión. Recuperado el 26 de Septiembre de 2016, de <https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/noticias/nota-de-prensa-n113-2016-inei.pdf>.

Jerez, J.A. & Rivas, F.A. (2013). *Determinación de la influencia microsíllice y nanosíllice en el hormigón sometido a esfuerzo de compresión*. (Tesis de Grado). INACAP, Concepción-Talcahuano, Chile.

Jiménez, H.F. (2001). Obtención de concreto de alta resistencia mediante adición en el diseño de un superplastificante y ceniza de cascarilla de arroz. (Tesis de Grado). Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador.

Juárez, B.M. (2012). *Utilización de cáscara de arroz bajo el proceso de calcinación controlada como puzolana artificial en el diseño de morteros para acabados*. (Tesis de Grado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

Laínez, P. y Martínez, M. (2012). *Influencia del uso de microsíllice en las propiedades en estado fresco y endurecido en concreto de alta resistencia*. (Tesis de Grado). Universidad de el Salvador, El Salvador.

Laura, S. (2006). *Diseño de Mezclas de Concreto*. Perú.

Mariños, J.F.I., & Plasencia, N.E., (2010). *Determinación de concreto de alta resistencia con cemento portland tipo I y el superplastificante plastol 5000*. (Tesis de Grado). UPAO, Trujillo, Perú.

Mattey, P., Robayo, R., Díaz, J., Delvasto, S., Monzó, J. (2015). Aplicación de ceniza de cascarilla de arroz obtenida de un proceso agro-industrial para la fabricación de bloques en concreto no estructurales. En *Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales*, 35(2) pp. 285-294.

Ministerio de Economía y Finanzas. Clasificador Presupuestario de Gasto [en línea]. Recuperado el 25 de Septiembre del 2016 de http://www.mef.gob.pe/contenidos/archivos-descarga/Anexo_2_clasificador_gastos_RD027_2014EF5001.pdf

Prada, A. & Cortés, C. (2010). *La descomposición térmica de la cascarilla de arroz: una alternativa de aprovechamiento integral*. [En línea] Recuperado el 25 de Septiembre del 2016 de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-37092010000300013.

Rivera, G. (2013). *Concreto Simple*. Colombia: Aremzo.

Saavedra V. (2013). Cemento Portland. [En Línea] Recuperado el 16 de Septiembre de 2016, de http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivovz/curzoz/semana_7_cemento_tecnologia_2013.2.pdf.

Seguel Herrera, C. (2006). Investigación: "Hormigones de Alta Resistencia". Valdivia - Chile.

Tecnología en Arroz (s.f.). [En línea]. Recuperado el 26 de Octubre de 2016, de <http://www.inia.gob.pe/tecnologias/cultivos/132-cat-tecnologias/cultivos/391-tecnologia-en-arroz>.

Tello, A. (2008). Concreto en estado fresco [en línea] Recuperado el 3 de Septiembre de 2016. De http://cybertesis.urp.edu.pe/urp/2008/tello_am/pdf/tello_am-TH.4.pdf

Vásquez, R. & Viguil, P. (2003). *Las cenizas de cáscara de arroz, adición puzolánica en cemento y concreto*. [En línea] Recuperado el 16 de Septiembre de 2016 de: <http://es.slideshare.net/quimico0207/cascarilla-1>.

Villegas, C.A. (2012). Utilización de puzolanas naturales en la elaboración de prefabricados con base cementicia destinados a la construcción de viviendas de bajo costo. (Tesis de Grado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.

Villela Espinosa de los Monteros, I. J. (2004). Evaluación a la Microestructura y a las Propiedades Mecánicas del Acero Inoxidable 316LS y del Titanio Ti-6Al-4V como Biomateriales.

Yepes, P. (2014). *¿Cuánto CO₂ se emite cuando empleamos hormigón?* [En Línea] Recuperado el 16 de Septiembre de 2016 <http://horsost.blogs.upv.es/2014/11/08/cuanto-co2-se-emite-cuando-empleamos-hormigon/>.