



FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

“RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL Y PESO VOLUMÉTRICO DEL CONCRETO CON MADERA NATURAL E IMPERMEABILIZADA USANDO ACEITE AUTOMOTRIZ Y AGUAJE”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero civil

Autor:

Ba. César Augusto Marrufo Urteaga

Asesor:

Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno

Cajamarca – Perú
2017

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DE LA TESIS.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT	xiii
CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Realidad problemática	1
1.2. Formulación del problema.....	3
1.3. Justificación.....	3
1.4. Delimitaciones	4
1.5. Limitaciones	4
1.6. Objetivos	4
1.6.1. <i>Objetivo general</i>	4
1.6.2. <i>Objetivos específicos</i>	5
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Antecedentes	6
2.2. Bases teóricas.....	8
2.2.1. <i>Concreto</i>	8
2.2.2. <i>Concreto ligero</i>	9
2.2.3. <i>La madera como agregado</i>	13
2.2.4. <i>Propiedades de los agregados</i>	15
2.2.5. <i>Elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio NTP 339.036.1999</i>	24

2.2.6.	<i>Ensayo de resistencia a compresión en muestras cilíndricas NTP 339.034.2008.</i>	26
2.2.7.	<i>Ensayo para determinar el peso unitario o peso volumétrico del concreto NTP 339.046.2008.</i>	29
2.3.	Definición de términos básico.	30
2.3.1.	<i>Concreto.</i>	30
2.3.2.	<i>Cemento.</i>	30
2.3.3.	<i>Agregados.</i>	30
2.3.4.	<i>Madera Eucalyptus globulus.</i>	30
2.3.5.	<i>Agua o pasta de cemento.</i>	31
2.3.6.	<i>Aceite.</i>	31
2.3.7.	<i>Aditivo.</i>	31
2.3.8.	<i>Resistencia a la compresión axial.</i>	31
2.3.9.	<i>Peso unitario.</i>	31
2.4.	Hipótesis	31
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA.....		32
3.1.	Operacionalización de variables	32
3.2.	Diseño de investigación	33
3.3.	Unidad de estudio	33
3.4.	Población	33
3.5.	Muestra (muestreo o selección)	34
3.6.	Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos	34
3.7.	Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos	35
CAPÍTULO 4. RESULTADOS.....		36
4.1.	Propiedades de los agregados.	36
4.2.	Diseño de mezclas – método A.C.I.	39
4.3.	Propiedades del concreto en estado fresco.	40
4.3.1.	<i>Asentamiento o Slump.</i>	40
4.3.2.	<i>Peso volumétrico o peso unitario del concreto.</i>	41
4.4.	Propiedades del concreto en estado endurecido.	42
4.4.1.	<i>Resistencia a compresión axial.</i>	42
4.4.2.	<i>Graficas de esfuerzo vs. Deformación</i>	52

CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN	63
5.1. Resistencia a compresión axial.	63
5.2. Peso volumétrico.....	67
CONCLUSIONES	69
RECOMENDACIONES	71
REFERENCIAS	72
ANEXOS	74
ANEXO A. PANEL FOTOGRÁFICO.	
ANEXO B. PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS.	
ANEXO C. DISEÑO DE MEZCLAS.	
ANEXO D. PROPIEDADES DEL CONCRETO FRESCO.	
ANEXO E. RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL.	
ANEXO F. PESO VOLUMÉTRICO DEL CONCRETO.	
ANEXO G. FICHA TÉCNICA DE CEMENTO.	
ANEXO H. FICHA TÉCNICA DE MADERA EUCALIPTUS GLÓBULOS.	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Clasificación de maderas según su densidad.	13
Tabla 2	Clasificación de maderas según su módulo de elasticidad.	13
Tabla 3	Clasificación de maderas según su esfuerzo admisible	14
Tabla 4	Cantidad mínima de muestra para agregado grueso.	15
Tabla 5	Cantidad mínima de muestra para lavado	16
Tabla 6	cantidad mínima de muestra para lavado	17
Tabla 7	Cantidad de muestra de agregado.....	18
Tabla 8:	Elección de método y numero de esferas.....	22
Tabla 9	cantidad de material según gradación de agregado.....	23
Tabla 10	Tolerancia de desencofrado.	27
Tabla 11	Operacionalización de variables	32
Tabla 12	Matriz de consistencia	33
Tabla 13	Número de probetas a realizar.....	34
Tabla 14	Resumen de propiedades físico-mecánicas de agregado grueso.....	36
Tabla 15	Resumen de propiedades físico-mecánicas de agregado fino.	36
Tabla 16	Análisis granulométrico agregado grueso	37
Tabla 17	Análisis granulométrico agregado fino.	38
Tabla 18	Resumen de diseño de mezclas para el diseño patrón.*.....	39
Tabla 19	Resumen de diseño de mezclas para el diseño con 25% de sustitución.*	39
Tabla 20	Resumen de diseño de mezclas para el diseño con 50% de sustitución.*	39
Tabla 21	Resumen de diseño de mezclas para el diseño con 75% de sustitución.*	39
Tabla 22	Resumen de Asentamiento o Slump.....	40
Tabla 23	Peso volumétrico o peso unitario de concreto.....	41
Tabla 24	Resumen de resistencia a la compresión axial del concreto patrón a los 7 días	42
Tabla 25	Resumen de resistencia a la compresión axial del concreto patrón a los 14 días	42
Tabla 26	Resumen de resistencia a la compresión axial del concreto patrón a los 28 días	42
Tabla 27	Resumen de resistencia a la compresión axial del concreto con 25% de sustitución por madera sin impermeabilizar a los 7 días	43
Tabla 28	Resumen de resistencia a la compresión axial del concreto con 25% de sustitución por madera sin impermeabilizar a los 28 días	43
Tabla 29	Resumen de resistencia a la compresión axial del concreto con 50% de sustitución por madera sin impermeabilizar a los 7 días	43
Tabla 30	Resumen de resistencia a la compresión axial del concreto con 50% de sustitución por madera sin impermeabilizar a los 28 días	44
Tabla 31	Resumen de resistencia a la compresión axial del concreto con 25% de sustitución por madera impermeabilizada con aceite a los 7 días.....	44
Tabla 32	Resumen de resistencia a la compresión axial del concreto con 25% de sustitución por madera impermeabilizada con aceite a los 28 días.....	45
Tabla 33	Resumen de resistencia a la compresión axial del concreto con 50% de sustitución por madera impermeabilizada con aceite a los 7 días.....	45
Tabla 34	Resumen de resistencia a la compresión axial del concreto con 50% de sustitución por madera impermeabilizada con aceite a los 28 días.....	46
Tabla 35	Resumen de resistencia a la compresión axial del concreto con 75% de sustitución por madera impermeabilizada con aceite a los 7 días.....	46
Tabla 36	Resumen de resistencia a la compresión axial del concreto con 75% de sustitución por madera impermeabilizada con aceite a los 28 días.....	47
Tabla 37	Resumen de resistencia a la compresión axial del concreto con 50% de sustitución por madera impermeabilizada aguaje a los 7 días	47

Tabla 38 Resumen de resistencia a la compresión axial del concreto con 50% de sustitución por madera impermeabilizada aguaje a los 28 días	48
Tabla 39 Resumen de resistencia a la compresión axial del concreto con 25% de sustitución por madera impermeabilizada aguaje a los 7 días	48
Tabla 40 Resumen de resistencia a la compresión axial del concreto con 25% de sustitución por madera impermeabilizada aguaje a los 28 días	49
Tabla 41 Resumen de resistencia a la compresión axial del concreto con 75% de sustitución por madera sin impermeabilizar a los 7 días	49
Tabla 42 Resumen de resistencia a la compresión axial del concreto con 75% de sustitución por madera sin impermeabilizar a los 28 días	50
Tabla 43 Resumen de resistencia a la compresión axial del concreto con 75% de sustitución por madera impermeabilizada con aguaje a los 7 días.....	50
Tabla 44 Resumen de resistencia a la compresión axial del concreto con 75% de sustitución por madera impermeabilizada con aguaje a los 28 días.....	51
Tabla 45 Resumen de probetas eliminadas del cálculo.....	51
Tabla 46 porcentaje de resistencia a compresión axial con respecto al f_c de diseño patrón.	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura: 1 Ubicación de cantera Rio Chonta.....	5
Figura: 2 Clasificación del concreto con agregados livianos	9
Figura: 2 Medidas en planta del cono de Abramas.	24
Figura: 3 Medidas en elevación del cono de Abramas.	24
Figura: 4 Esquema de patrones de tipo de fracturas.....	28
Figura: 5 Granulometría de agregado grueso (Uso – 6, NTP 400.037, 2001)	37
Figura: 6: Granulometría de agregado fino (NTP3 400.037, 2001)	38
Figura: 7 Esfuerzo vs deformación de concreto patrón a los 7 días.	52
Figura: 8 Esfuerzo vs deformación de concreto patrón a los 14 días.	52
Figura: 9 Esfuerzo vs deformación de concreto patrón a los 28 días.	53
Figura: 10 Esfuerzo vs deformación de concreto con sustitución de agregado grueso al 25% por madera sin impermeabilizar a los 7 días.....	53
Figura: 11 Esfuerzo vs deformación de concreto con sustitución de agregado grueso al 25% por madera sin impermeabilizar a los 28 días.....	54
Figura: 12 Esfuerzo vs deformación de concreto con sustitución de agregado grueso al 50% por madera sin impermeabilizar a los 7 días.....	54
Figura: 13 Esfuerzo vs deformación de concreto con sustitución de agregado grueso al 50% por madera sin impermeabilizar a los 28 días.....	55
Figura: 14 Esfuerzo vs deformación de concreto con sustitución de agregado grueso al 25% por madera impermeabilizada con aceite a los 7 días.....	55
Figura: 15 Esfuerzo vs deformación de concreto con sustitución de agregado grueso al 25% por madera impermeabilizada con aceite a los 28 días.....	56
Figura: 16 Esfuerzo vs deformación de concreto con sustitución de agregado grueso al 50% por madera impermeabilizada con aceite a los 7 días.....	56
Figura: 17 Esfuerzo vs deformación de concreto con sustitución de agregado grueso al 50% por madera impermeabilizada con aceite a los 28 días.....	57
Figura: 18 Esfuerzo vs deformación de concreto con sustitución de agregado grueso al 75% por madera impermeabilizada con aceite a los 7 días.....	57
Figura: 19 Esfuerzo vs deformación de concreto con sustitución de agregado grueso al 75% por madera impermeabilizada con aceite a los 28 días.....	58
Figura: 20 Esfuerzo vs deformación de concreto con sustitución de agregado grueso al 50% por madera impermeabilizada con aguaje a los 7 días.	58
Figura: 21 Esfuerzo vs deformación de concreto con sustitución de agregado grueso al 50% por madera impermeabilizada con aguaje a los 28 días.	59
Figura: 22 Esfuerzo vs deformación de concreto con sustitución de agregado grueso al 25% por madera impermeabilizada con aguaje a los 28 días.	59
Figura: 23 Esfuerzo vs deformación de concreto con sustitución de agregado grueso al 25% por madera impermeabilizada con aguaje a los 7 días.	60
Figura: 24 Esfuerzo vs deformación de concreto con sustitución de agregado grueso al 75% por madera sin impermeabilizar a los 7 días.....	60
Figura: 25 Esfuerzo vs deformación de concreto con sustitución de agregado grueso al 75% por madera sin impermeabilizar a los 28 días.....	61
Figura: 26 Esfuerzo vs deformación de concreto con sustitución de agregado grueso al 75% por madera impermeabilizada con aguaje a los 7 días.	61
Figura: 27 Esfuerzo vs deformación de concreto con sustitución de agregado grueso al 75% por madera impermeabilizada con aguaje a los 28 días.	62
Figura: 28 Variación de resistencia a compresión según el porcentaje de sustitución de agregado grueso por madera.....	64

Figura: 29 Resistencia a compresión axial según el porcentaje de sustitución de agregado grueso por madera a los 7 días de curado.....	65
Figura: 30 Resistencia a compresión axial según el porcentaje de sustitución de agregado grueso por madera a los 28 días de curado.....	66
Figura: 31 Peso volumétrico de concreto comparado con la sustitución de agregado....	67
Figura: 32 Peso volumétrico y f'c de concreto comparado con la sustitución de agregado.	68
Figura: 33 Vista general de la cantera José Acosta ubicada al costado del rio Chonta.....	
Figura: 34 Toma de muestra de agregados para análisis en laboratorio.....	
Figura: 35 Balanza electrónica con capacidad de 2000mg.....	
Figura: 36 Balanza electrónica con capacidad de 50 Kg.....	
Figura: 37 Tamices con aberturas desde ¾" hasta N°200.....	
Figura: 38 Recipientes estandarizados para cálculo de peso unitario de agregados.....	
Figura: 39 Balanza electrónica con capacidad de 2000 mg para peso específico.....	
Figura: 40 Canastilla para determinación de peso específico de agregado grueso.....	
Figura: 41 Molde cónico para determinación de estado saturado superficialmente seco del agregado fino.....	
Figura: 42 Fiola con capacidad de 1000 mL para la determinación de peso específico de agregado fino.....	
Figura: 43 Máquina de los Ángeles, para determinación de abrasión y desgaste de agregado grueso.....	
Figura: 44 Horno a temperatura de 100 C° +/- 10C° para secado de muestras.....	
Figura: 45 Cono de Abrams para determinar el Slump del concreto.....	
Figura: 46 Moldes cilíndricos para moldeado de probetas de curado.....	
Figura: 47 Poza para curado de probetas de concreto.....	
Figura: 48 Vernier para medir el diámetro de cada probeta de concreto.....	
Figura: 49 Pesado de material para determinación de contenido de humedad.....	
Figura: 50 Secado en horno de la muestra.....	
Figura: 51 Secado de material para ensayos de peso unitario, peso específico y abrasión.....	
Figura: 52 Ensayo de peso unitario de agregados: fino a la derecha, y agregado grueso ..	
Figura: 53 Ensayo de granulometría.....	
Figura: 54 Ensayo de peso específico de agregado fino.....	
Figura: 55 Ensayo de peso específico de agregado grueso, secado de material grueso ..	
Figura: 56 Ensayo de peso específico de agregado grueso, pesado de muestra en canastilla.....	
Figura: 57 Ensayo de abrasión con la máquina de los Ángeles.....	
Figura: 58 Material luego de masar por la máquina de los ángeles.....	
Figura: 59 Tamizado por Lavado de material que pasa por el tamiz N° 200.....	
Figura: 60 Material lavado sin partículas suspendidas.....	
Figura: 61 Llenado de las probetas de concreto.....	
Figura: 62 Materiales pesados para elaboración de probetas de concreto.....	
Figura: 63 Comprobación de Slump del concreto fresco, como máximo 4".....	
Figura: 64 Ensayo de peso unitario o peso volumétrico del concreto fresco.....	
Figura: 65 Medicion del asentamiento de concreto.....	
Figura: 66 Ensayo de compresión axial a probetas del diseño patrón.....	
Figura: 67 Ensayo de compresión axial de probetas con sustitución de agregado.....	
Figura: 68 Cortado de madera en aserradero a la medida de ½".....	
Figura: 69 Resultado de madera sin impermeabilizar.....	
Figura: 70 Resultado de madera impermeabilizada con aceite.....	
Figura: 71 Resultado de madera impermeabilizada con aguaje.....	

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar la resistencia a compresión axial y el peso volumétrico del concreto con madera en estado natural e impermeabilizada con aceite automotriz y aguaje, así mismo se determinó las propiedades físico – mecánicas de los agregados obtenidos de la cantera del río Chonta cuyo propietario es el señor José Acosta. El concreto utilizado se elaboraron bajo el diseño de mezclas establecido por el método del comité ACI 2001, se elaboraron un total de 134 probetas de las cuales 17 fueron para el concreto patrón y 117 para las diferentes sustituciones de agregado por madera impermeabilizada con aceite, aguaje y sin impermeabilizar, los porcentajes de sustitución fueron 25%, 50% y 75% con respecto el volumen del agregado grueso, Las probetas se curaron sumergiéndolas totalmente en agua y se determinó su resistencia a compresión axial según la NTP:339.034, para un tiempo de curado de 7 y 28 días. La resistencia obtenida del concreto patrón a los 28 días fue de 253.8 kg/cm^2 , y un peso volumétrico de 2232.5 kg/m^3 . La mayor resistencia se obtuvo con la sustitución de agregado grueso en 25% por madera impermeabilizada con aguaje obteniendo una resistencia de 130.5 kg/cm^2 y un peso volumétrico de 2220.1 kg/m^3 . Y la máxima disminución del peso volumétrico se obtuvo con la sustitución de agregado en 75% por madera sin impermeabilizar obteniendo un valor de 1817 kg/m^3 , y una resistencia de 34.8 kg/cm^2 .

ABSTRACT

The present investigation had as objective to determine the axial compressive strength and the volumetric weight of the concrete with wood in the natural state and waterproofed with automotive oil and aguaje, as well as the physical and mechanical properties of the aggregates obtained from the quarry José Acosta (River Chonta). The concrete used was developed under the design of mixtures established by the ACI 2001 committee method, a total of 134 specimens were made, of which 17 were for the standard concrete and 117 for the different substitutions of aggregate by wood waterproofed with oil, and without waterproofing, the percentages of substitution were 25%, 50% and 75% with respect to the volume of the coarse aggregate. The specimens were cured by immersing them completely in water and their resistance to axial compression was determined according to the NTP: 339.034, for a time of curing of 7 and 28 days. The resistance obtained from the standard concrete at 28 days was 253.8 kg/cm^2 , and a volumetric weight of 2232.5 kg/m^3 . The greatest resistance was obtained by replacing coarse aggregate in 25% with waterproofed wood with watering, obtaining a resistance of kg/cm^2 , and a volumetric weight of 2220.1 kg/m^3 . And the maximum reduction of the volumetric weight was obtained with the substitution of aggregate in 75% for wood without waterproofing obtaining a value of 1817 kg/m^3 , and a resistance of 34.8 kg/cm^2 .

NOTA DE ACCESO

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales

REFERENCIAS

1. Norma técnica de edificaciones E0.60, 2009. concreto armado. Vivienda.
2. Norma técnica de edificaciones E0.10, 2014. Madera. Vivienda.
3. Norma técnica de edificaciones E0.20, 2006. Cargas. Vivienda.
4. Norma técnica peruana 339.185, 2002. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. 1° edición.
5. Norma técnica peruana 400.010, 2001. Extracción y preparación de muestras. 2° edición.
6. Norma técnica peruana 400.012, 2001. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. 2° edición.
7. Norma técnica peruana 400.017, 1999. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado. 2° edición.
8. Norma técnica peruana 400.018, 202. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado N°200 por lavado de agregados. 2° edición.
9. Norma técnica peruana 400.019, 2002. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles. 2° edición.
10. Norma técnica peruana 400.021, 2002. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso. 2° edición.
11. Norma técnica peruana 400.022, 2002. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino. 2° edición.
12. Norma técnica peruana 400.037, 2002. Especificaciones normalizadas para agregados en hormigón (concreto). 2° edición.
13. Norma técnica peruana 339.036, 1999. practica normalizada para lo obtención de muestras de concreto fresco. 3° edición.
14. Norma técnica peruana 339.035, 1999 Método de ensayo para la medición del asentamiento del hormigón con el cono de Abrams. 2° edición.
15. Norma técnica peruana 339.183, 1999 Método de ensayo para la elaboración de probetas de concreto en laboratorio. 1° edición.
16. Norma técnica peruana 339.034, 1999 Método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto
17. Norma técnica peruana 339.046, 2008. Ensayo para determinar el peso unitario o peso volumétrico del concreto.

18. Horna, E, (2015). Influencia del polietireno en la resistencia del concreto ligero. (tesis de titulación). Universidad Privada del Norte. Cajamarca- Perú.
19. Valdez, Suarez, Ing. Proaño, Gastón, (2003). Hormigones livianos. Ecuador.
20. Belardo, A.L, (2009). *Compuestos no- estructurales de cementos comerciales y aserrín de maderas argentinas*. (tesis de titulación). Universidad de Buenos Aires, Argentina.
21. Teodoro, H, (2005). Diseño de estructuras de concreto armado. Perú. FEPUCP.
22. Palma, J.J, (2012). *Diseño de viviendas de emergencia económicas y ecológicas usando materiales reciclados*. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Ingeniería, Perú.
23. Monroy, R.A, (1999). *Integración de aserrín en la fabricación de bloques de concreto-Única*. (Tesis de Titulación). Instituto Tecnológico de Monterrey, México.
24. Hormigones livianos, (2006). Pp (01-41). Argentina. Instituto del cemento portland argentino.
25. Armayo; Buncuga; Cahuape; Forgione; Navarrete, (2003). *Hormigón con agregado liviano*. (Tesis de Titulación). Facultad de ciencias exactas ingeniería y agrimensura Universidad Nacional del Rosario. Ecuador.
26. Martínez. D.D, (2003). *Hormigón de alta prestación*. (Tesis de Titulación). Universidad politécnica de Cartagena. Colombia.
27. Reporte estadístico mensual (2017). Asociación de productores de cemento.