



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

“INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
AXIAL AL SUSTITUIR PARCIALMENTE CEMENTO
PORTLAND TIPO I POR DIATOMITA EN UN CONCRETO
 $f_c' = 210 \text{ kg/cm}^2$, 2016”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera Civil

Autor:

Bach. Jhanina Katiusca Ordoñez Malaver

Asesor:

Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno

Cajamarca – Perú

2016

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|--|------|
| APROBACIÓN DE LA TESIS | ii |
| DEDICATORIA | iii |
| AGRADECIMIENTO | iv |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS | v |
| ÍNDICE DE TABLAS | viii |
| ÍNDICE DE FIGURAS | ix |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS | x |
| RESUMEN | xi |
| ABSTRACT | xii |
| | |
| CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN..... | 13 |
| CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO..... | 17 |
| 2.1. Antecedentes..... | 17 |
| 2.2. Bases teóricas..... | 20 |
| 2.2.1. Fundamentos del concreto..... | 20 |
| 2.2.2. Adiciones en la industria del concreto | 26 |
| 2.2.3. Diatomita | 30 |
| 2.2.3.1. Características | 31 |
| 2.2.3.2. Tratamiento | 33 |
| 2.2.3.3. Usos | 34 |
| 2.2.4. Requerimientos y características física de los agregados en concretos según la norma ASTM / NTP. | 35 |
| 2.2.5. Dosificación de mezcla | 44 |
| 2.2.5.1. Secuencia del diseño | 45 |
| 2.2.6. Ensayo en el concreto según norma ASTM / NTP | 49 |
| 2.2.6.1. Ensayos en el concreto fresco..... | 49 |
| 2.2.6.2. Especímenes de concreto para ensayo de resistencia a compresión axial (ASTM C31/NTP 339.183) | 51 |
| 2.2.6.3. Ensayos en el concreto endurecido | 51 |
| 2.3. Definición de términos básicos..... | 57 |
| 2.4. Hipótesis | 61 |
| | |
| CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA..... | 61 |
| 3.1 Operacionalización de variables | 61 |
| 3.2 Diseño de investigación | 62 |
| 3.3 Unidad de estudio | 62 |
| 3.4 Población | 62 |
| 3.5 Muestra (muestreo o selección)..... | 63 |

| | | |
|-------------|---|----|
| 3.6 | Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos..... | 63 |
| 3.7 | Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos | 64 |
| 3.7.1 | Identificación de lugar de trabajo | 65 |
| 3.7.2 | Obtención de materiales..... | 66 |
| 3.7.3 | Movilización de materiales, herramientas y equipos al laboratorio de concreto- UPN..... | 67 |
| 3.7.4 | Ensayos de agregados | 67 |
| 3.7.4.1 | Granulometría de los agregados (ASTM C136 / NTP 400.012)..... | 68 |
| 3.7.4.2 | Absorción y contenido de humedad (ASTM C566 / NTP 339.185)..... | 68 |
| 3.7.4.5 | Resistencia a la abrasión o desgaste del agregado grueso (ASTM C131 / NTP 400.019)..... | 70 |
| 3.7.4.6 | Materiales más fino que pasas por el tamiz normalizado (N° 200) por lavado en agregados (NTP 400.018)..... | 71 |
| 3.7.5 | Aceptación de materiales para la investigación | 71 |
| 3.7.6 | Elaboración de diseño de mezcla Patrón | 72 |
| 3.7.6.1 | Características del concreto: | 72 |
| 3.7.6.2 | Características de los materiales - agregado fino | 72 |
| 3.7.6.3 | Características de los materiales - agregado grueso..... | 73 |
| 3.7.6.4 | Características de los materiales – cemento..... | 73 |
| 3.7.6.5 | Diseño de mezcla..... | 73 |
| 3.7.7 | Elaboración de diseño modificados | 73 |
| 3.7.8 | Elaboración de mezcla de concreto | 74 |
| 3.7.8.1 | Mezclado..... | 74 |
| 3.7.8.2 | Ensayo en concreto fresco..... | 74 |
| 3.7.9 | Elaboración y vaciado de probetas de concreto- diseño Patrón y Modificado | 77 |
| 3.7.9.1 | Moldes | 77 |
| 3.7.9.2 | Número de especímenes | 77 |
| 3.7.9.3 | Elaboración de especímenes | 77 |
| 3.7.9.4 | Desencofrado y rotulado | 78 |
| 3.7.10 | Curado de probetas..... | 78 |
| 3.7.11 | Ensayo para determinar la resistencia a compresión axial | 78 |
| 3.7.12 | Procesamiento de datos | 79 |
| 3.7.13 | Presentación de resultados..... | 79 |
| CAPÍTULO 4. | RESULTADOS | 80 |
| 4.1 | Resultados de las características físico mecánicas de los agregados | 80 |
| 4.1.1 | Agregado fino | 80 |
| 4.1.1.1 | Granulometría:..... | 80 |
| 4.1.1.2 | Otros ensayos:..... | 81 |
| 4.1.1.3 | Interpretación de resultados: | 82 |
| 4.1.2 | Agregado grueso | 82 |
| 4.1.2.1 | Granulometría:..... | 82 |
| 4.1.2.2 | Otros ensayos:..... | 84 |
| 4.1.2.3 | Interpretación de resultados: | 84 |
| 4.1.2.4 | Evaluación de resultados: | 85 |

| | | |
|----------------------------|---|-----|
| 4.2 | Resultados de los diseños y las mezclas de concreto fresco..... | 86 |
| 4.2.1 | Diseño de mezcla de concreto Patrón P01 | 86 |
| 4.2.2 | Diseño Modificado..... | 87 |
| 4.3 | Resultados ensayos de concreto fresco | 89 |
| 4.3.1 | Diseño Patrón | 91 |
| 4.3.1.1 | Determinación de la consistencia del concreto mediante el cono de Abrams (asentamiento o slump) ASTM C143 / NTP 339.035. | 91 |
| 4.3.1.2 | Peso unitario y contenido de aire (ASTM C138 / NTP 399.046) | 91 |
| 4.3.1.3 | Contenido de aire del concreto fresco por el método de presión (ASTM C231 / NTP 339.80) | 92 |
| 4.3.1.4 | Temperatura de la mezcla de concreto (ASTM C1064 / NTP 339.184) | 92 |
| 4.3.2 | Diseño Modificados..... | 92 |
| 4.3.2.1 | Determinación de la consistencia del concreto mediante el cono de Abrams (asentamiento o slump) ASTM C143 / NTP 339.035. | 92 |
| 4.3.2.2 | Peso unitario y contenido de aire (ASTM C138 / NTP 399.046) | 93 |
| 4.3.2.3 | Contenido de aire del concreto fresco por el método de presión (ASTM C231 / NTP 339.80) | 93 |
| 4.3.2.4 | Temperatura de la mezcla de concreto (ASTM C1064 / NTP 339.184) | 93 |
| 4.3.3 | Interpretación de resultados: | 94 |
| 4.3.4 | Evaluación de resultados: | 99 |
| 4.4 | Resultados ensayos de concreto endurecido | 102 |
| 4.4.1 | Ensayo para determinar la resistencia a la compresión axial (ASTM C39/NTP 339.034)..... | 102 |
| 4.4.1.1 | Ensayo evaluación de diseño Patrón – concreto Patrón versus concreto requerido ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$)..... | 103 |
| 4.4.1.2 | Ensayo evaluación de concretos Modificados M01, M02, M03, M04 | 107 |
| 4.4.2 | Interpretación de resultados: | 122 |
| 4.4.2.1 | Concreto Patrón versus concreto de resistencia deseada ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$) | 122 |
| 4.4.2.2 | Concretos Modificados versus concreto Patrón. | 122 |
| 4.4.3 | Evaluación de resultados: | 123 |
| 4.4.3.1 | Evaluación de diseño Patrón ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$)..... | 123 |
| 4.4.3.2 | Evaluación de diseño Modificado – concreto Modificado versus concreto Patrón | 123 |
| 4.4.4 | Tipo de fractura presentada en cada cilindro de concreto | 124 |
| CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN..... | | 130 |
| CONCLUSIONES..... | | 135 |
| RECOMENDACIONES | | 137 |
| REFERENCIAS..... | | 138 |
| ANEXOS | | 141 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla N° 01: Definiciones para el concreto | 20 |
| Tabla N° 02: Diatomea Pennal y diatomea Central | 32 |
| Tabla N° 03: Composición química de Diatomitas | 33 |
| Tabla N° 04: Límites de granulometría según ASTM C-33 | 37 |
| Tabla N° 05: Clasificación de la arena por su módulo de fineza | 38 |
| Tabla N° 06: Graduación para el tipo de abrasión a realizarse de agregado grueso, utilizando 5000 gramos de muestra. | 42 |
| Tabla N° 07: Cantidad mínima de muestra | 43 |
| Tabla N° 08: Resistencia a la compresión promedio | 46 |
| Tabla N° 09: Asentamiento recomendado para diferentes estructuras | 46 |
| Tabla N° 10: Volumen unitario de agua | 47 |
| Tabla N° 11: Contenido de aire atrapado | 47 |
| Tabla N° 12: Relación agua - cemento por resistencia | 48 |
| Tabla N° 13: Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto | 48 |
| Tabla N° 14: Tiempo permisible de ensayo | 53 |
| Tabla N° 15: Operacionalización de la variable dependiente | 61 |
| Tabla N° 16: Operacionalización de la variable independiente | 62 |
| Tabla N° 17: Comparación norma versus especificaciones técnicas Fillite- requisitos químicos | 66 |
| Tabla N° 18: Normatividad para aceptación de materiales | 72 |
| Tabla N° 19: Cantidad de especímenes de concreto | 77 |
| Tabla N° 20: Granulometría del agregado fino | 80 |
| Tabla N° 21: Características físico mecánica del agregado fino | 81 |
| Tabla N° 22: Granulometría del agregado grueso | 83 |
| Tabla N° 23: Características físico mecánicas del agregado grueso | 84 |
| Tabla N° 24: Evaluación de agregado para ser usado en la investigación | 85 |
| Tabla N° 25: Parámetros de diseño | 86 |
| Tabla N° 26: Aporte de humedad de los agregados | 86 |
| Tabla N° 27: Cantidad de materiales diseño Patrón | 87 |
| Tabla N° 28: Cantidad de materiales diseño Modificado 01 | 87 |
| Tabla N° 29: Cantidad de materiales diseño Modificado 02 | 88 |
| Tabla N° 30: Cantidad de materiales para diseño Modificado 03 | 88 |
| Tabla N° 31: Cantidad de materiales para diseño Modificado 04 | 89 |
| Tabla N° 32: Ensayos en concreto fresco | 90 |
| Tabla N° 33: Resumen de resultados- ensayos en concreto fresco | 91 |
| Tabla N° 34: Asentamiento requerido ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$) versus asentamiento concreto Patrón | 91 |
| Tabla N° 35: Peso unitario requerido ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$) versus peso unitario concreto Patrón | 91 |
| Tabla N° 36: Contenido de aire ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$) versus contenido de aire concreto Patrón | 92 |
| Tabla N° 37: Temperatura requerida ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$) versus temperatura de concreto Patrón | 92 |
| Tabla N° 38: Asentamiento concreto patrón / concreto Modificados | 92 |
| Tabla N° 39: Peso unitario concreto Patrón / concreto Modificados | 93 |
| Tabla N° 40: Contenido de aire concreto Patrón / concreto Modificados | 93 |

| | |
|--|-----|
| Tabla N° 41: Temperatura de la mezcla de concreto Patrón / concreto Modificados | 93 |
| Tabla N° 42: Evaluación de concreto Patrón P01 – aceptación del diseño | 99 |
| Tabla N° 43: Evaluación de concretos Modificados M01, M02, M03, M04 – aceptación del diseño - asentamiento | 100 |
| Tabla N° 44: Evaluación de concretos Modificados M01, M02, M03, M04 – aceptación del diseño – peso unitario | 100 |
| Tabla N° 45: Evaluación de concretos modificados M01, M02, M03, M04 – aceptación del diseño – contenido de aire | 101 |
| Tabla N° 46: Evaluación de concretos Modificados M01, M02, M03, M04 – aceptación del diseño – temperatura del concreto | 101 |
| Tabla N° 47: Variación de resistencia a compresión sobre probetas | 102 |
| Tabla N° 48: Resistencia a compresión axial - concreto endurecido – resistencia concreto Patrón P01 | 104 |
| Tabla N° 49: Requisitos de resistencia - concreto Patrón P01 | 106 |
| Tabla N° 50: Resumen resistencia a la compresión diseño Patrón P01 / Resistencia Requerida ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$) | 107 |
| Tabla N° 51: Resistencia a compresión axial - concreto endurecido – resistencia concreto Modificado M01 | 108 |
| Tabla N° 52: Resistencia a compresión axial - concreto endurecido – resistencia concreto Modificado M02 | 110 |
| Tabla N° 53: Resistencia a compresión axial - concreto endurecido – resistencia concreto Modificado M03 | 112 |
| Tabla N° 54: Resistencia a compresión axial - concreto endurecido – resistencia concreto Modificado M04 | 114 |
| Tabla N° 55: Requisitos de resistencia - concreto Modificado M01 | 116 |
| Tabla N° 56: Requisitos de resistencia - concreto Modificado M02 | 117 |
| Tabla N° 57: Requisitos de resistencia - concreto Modificado M03 | 118 |
| Tabla N° 58: Requisitos de resistencia - concreto Modificado M04 | 119 |
| Tabla N° 59: Resumen - resultados del ensayo a compresión del concreto endurecido diseño Patrón / diseños Modificados | 120 |
| Tabla N° 60: Resumen- evaluación de ensayos concreto | 133 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura N° 01: Diatomea Pennal y diatomea central | 28 |
| Figura N° 02: Diagrama de flujo del proceso de obtención de Diatomita | 33 |
| Figura N° 03: Condiciones de humedad en agregados..... | 38 |
| Figura N° 04: Fractura tipo I | 55 |
| Figura N° 05: Fractura tipo II | 55 |
| Figura N° 06: Fractura tipo III | 56 |
| Figura N° 07: Fractura tipo IV..... | 56 |
| Figura N° 08: Fractura tipo V..... | 56 |
| Figura N° 9: Fractura tipo V..... | 57 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|--|-----|
| Gráfico N° 01: Curva granulométrica del agregado fino | 81 |
| Gráfico N° 02: Curva granulométrica del agregado grueso | 83 |
| Gráfico N° 03: Resumen, asentamiento de concreto en estado fresco | 96 |
| Gráfico N° 04: Resumen, peso unitario de mezcla de concreto fresco | 97 |
| Gráfico N° 05: Resumen, Contenido de Aire | 98 |
| Gráfico N° 06: Resumen, temperatura del concreto | 99 |
| Gráfico N° 07: Incremento porcentual diseño Patrón versus Modificados | 120 |
| Gráfico N° 08: Variación porcentual diseño Patrón versus Modificados | 121 |
| Gráfico N° 09: comparación resistencia a compresión axial ($f'c$) diseño Patrón versus Modificados | 121 |

RESUMEN

En la presente tesis se ha determinado la influencia en la resistencia a compresión axial al sustituir parcialmente cemento Portland tipo I por Diatomita en un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. La resistencia a compresión axial fue evaluada mediante la elaboración de especímenes de concreto que fueron ensayados a la edad de 28 días; para dar inicio a la investigación se determinó las propiedades de los agregados usados, evaluando las propiedades físico mecánicas según las normas ASTM / NTP, que establece los requisitos mínimos para ser usados en la elaboración concreto, también se realizó ensayos del concreto en estado fresco y endurecido, sobresaliendo el ensayo de resistencia a la compresión axial del concreto (ASTM C39 / NTP 339.034). La metodología de la investigación consistió en elaborar un diseño de mezclas de concreto siguiendo las recomendaciones de ACI 211, con una resistencia requerida de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a la que denominé diseño patrón, a partir de este diseño elaboré 4 diseños para la investigación, a los que denominé diseños modificados, en estos diseños se realizó la sustitución parcial de cemento Portland tipo I por Diatomita en diferentes porcentajes 10%, 20% 30% y 40% respecto al peso del material cementante, manteniendo constante el peso del resto de materiales parte del diseño de mezcla (agregados y agua), los diseños fueron plasmados en la elaboración de especímenes de concreto que luego fueron ensayados. Considerando los resultados obtenidos se concluye que existe una influencia positiva al sustituir parcialmente cemento Portland tipo I por Diatomita donde al sustituir 10% de cemento Portland tipo I por Diatomita se alcanza una resistencia a la compresión axial máxima de $f'c = 247.12 \text{ kg/cm}^2$ incrementándose un 7.73%.

ABSTRACT

In this thesis it has been determined the influence on the resistance to axial compression to partially replace Portland cement type I by Diatomite in a concrete $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Axial compression resistance was evaluated by preparing concrete specimens were tested at the age of 28 days; to begin to research the properties of the aggregates used it was determined by evaluating the physical and mechanical properties according to ASTM / NTP standards, which sets minimum requirements for use in concrete manufacture, testing of concrete was also performed in fresh and hardened, standing the test of resistance to axial compression of concrete (ASTM C39 / NTP 339,034). The methodology of the research was to develop a concrete mix design following the recommendations of ACI 211, with a strength required of $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ to which denominated design pattern from this design develop 4 designs for research, which denominated modified designs, in these designs the partial replacement of Portland cement type I 10% 20% 30% and 40% was held by Diatomite in different percentages based on the weight of cementitious material, keeping constant weight of other materials of the mix design (aggregates and water), the designs were reflected in the development of concrete specimens were then tested. Considering the results it is concluded that there is a positive influence to partially replace Portland cement type I by Diatomite where 10% when replacing Portland cement type I by Diatomite maximum resistance to axial compression = 247.12 kg/cm^2 is reached represented by 107.73%.

NOTA DE ACCESO

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales

REFERENCIAS

1. Blanco, B. A. (2010). Evolución del Diseño en Concreto Armado en el Perú. Lima.
2. Cárdena, G.E. (2014). Mejoramiento de las propiedades mecánicas de concreto puzolánico para incrementar su resistencia ante ataques de sulfato. Mexico , Querétaro.
3. CEMA, F. I. (2014). Producción Sostenible de Cemento. España.
4. Céspedes, G. M. (2003). Resistencia a la Compresión del Concreto a partir de la velocidad de Pulsos de Ultrasonido. Piura.
5. Flavio, A. C. (2009). Tecnología del Concreto. Lima: San Marcos.
6. Gaitan, S. O. (1996). Análisis mineralógico y examen petrográfico de agregado fino para concreto de tres bancos de la región central del país. Guatemala.
7. Gonzales, d. I. (2005). Adiciones Minerales. Lima.
8. Hernández, S. M. (2008). Diseño sustentable de materiales de construcción; caso del concreto de matriz de cemento Pórtland. Mexico.
9. Jara, M. J. (2015). Influencia en la resistencia del concreto al incorporar parcialmente ceniza de Cáscara de arroz por cemento Portland. 2015.
10. Jara, V. D. (2013). Estudio del desempeño de las Diatomitas en la elaboración de concretos de alta resistencia. (U. n. Cuzco, Ed.) Cuzco, Perú.
11. Leandro, E. J. (2010). Evaluación del uso de la Diatomita como adición Mineral en el concreto de alta resistencia. Universidad Ricardo Palma-Facultad de Ingeniería, Lima.
12. Kosmatka .S.H. y Kerkhoff .B. (2004). Diseño y control de mezclas de concreto. EE.UU: PCA.
13. NRMCA-CIP 30, A. a. (s.f.). El Concreto en la Práctica ¿Qué , Por qué y cómo? CIP 30-Adiciones al Cemento.
14. NTP 334.009, N. T. (2013). Cementos Portland. Requisitos.

15. NTP 334.104, N. T. (2011). Ceniza Volante y puzolana natural cruda o calcinada para uso en concreto. Especificaciones.
16. NTP 339.034, N. T. (s.f.). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas.
17. NTP 339.035, N. T. (2009). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland.
18. NTP 339.046, N. T. (2008). Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto).
19. NTP 339.183, N. T. (2003). Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de hormigón (concreto) en el laboratorio. Lima, Perú.
20. NTP 339.185, N. T. (2002). Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.
21. NTP 400.011, N. T. (2008). Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concreto).
22. NTP 400.012, N. T. (2001). Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.
23. NTP 400.021, N. T. (2002). Método de ensayo Normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso.
24. Pasquel, C. E. (1993). Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú. Lima, Perú.
25. Pérez, F. M. (2013). La Importancia del concreto como material de Construcción. (I. T. Mexico, Productor.
26. Ramírez, C. J. (2010). Diatomitas en el Perú, Características y Aplicaciones. Dirección de Recursos Minerales y Energéticos DRME. Lima.
27. Rivva, L. E. (2000). Naturaleza y Materiales del Concreto. Lima.

28. Sánchez, S. C. (2008). Estudio Experimental del empleo de Diatomita en la producción de concreto de alto desempeño. Lima.
29. Sánchez M.F y Tapia M.R (2015). Relación de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto a edades de 3, 7, 14, 28 y 56 días respecto a la resistencia a la compresión de cilindros de concreto a 28 días. Trujillo : UPAO
30. Torre, C. A. (2004). Curso básico de Tecnología de Concreto. Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería.
31. Vásquez Arrieta, E., y Verdeja Gonzales, L. (1992). Contribución al Estudio de las diatomitas del Perú. Lima, Perú.
32. Vásquez, R. (2006). PUZOLANAS. (C. d.-F. Construcción., Ed.) Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería UNI-FIC.
33. Vicho, J. (2016). Estudio Experimental del empleo de la Diatomita en la producción de concreto con agregados de mina roja. Cuzco, Perú.
34. Vigil, P., y Vásquez, R. (2006). Las Cenizas de Cáscara de Arroz. Trabajo de Investigación., Piura.