



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

“EFECTO DE TRES NIVELES DE PET RECICLADO
COMO REEMPLAZO DE AGREGADO FINO EN LA
RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DEL CONCRETO
CONVENCIONAL $f'c$ 210 kg/cm²”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Julio Ulises Cholán De la Cruz

Asesor:

M. Cs. Ing. Irene del Rosario Ravines Azañero

Cajamarca – Perú

2016

APROBACIÓN DE LA TESIS

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por el Bachiller **Julio Ulises Cholán De la Cruz**, denominada:

EFFECTO DE TRES NIVELES DE PET RECICLADO COMO REEMPLAZO DE AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DEL CONCRETO CONVENCIONAL $f'c$ 210 kg/cm²

M. Cs. Ing. Ravines Azañero, Irene del Rosario
ASESOR

Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga
JURADO
PRESIDENTE

Ing. Gerson Quispe Rodríguez
JURADO
SECRETARIO

Ing. Anita Elizabet Alva Sarmiento
JURADO
VOCAL

DEDICATORIA

A mis Padres Gerardo y Pascuala, que Son la razón de mi superación permanente y aliento para seguir adelante, a quienes agradeceré toda mi vida por su ejemplo de trabajo, apoyo permanente, abnegado sacrificio, y continuos consejos que me brindaron durante mi formación profesional, a mis hermanos Nelson, Etelvina, Marilín y Roció, a quienes siempre les tendré presente por su permanente fortaleza, vigor y voluntad; actitudes que siempre recordaré.

AGRADECIMIENTO

- *A Dios, por guiar mis pasos por buen camino e iluminar, al estar junto a él se cumplen los objetivos ya que sin él nada sería posible.*
- *A mis padres por la comprensión, apoyo y fe incondicional por su esfuerzo y colaboración en toda la etapa de mi vida.*
- *Al Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga, por sus enseñanzas impartidas a lo largo del desarrollo de mi carrera y haberme orientado en el desarrollo de esta investigación.*
- *A mi asesor, Ing. Irene del Rosario Ravines Azañero, por su voluntad y colaboración en el asesoramiento durante la elaboración de esta tesis.*
- *A los docentes de la escuela académica profesional de Ingeniería Civil, por compartir sus enseñanzas durante mi vida universitaria.*

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Contenido

| | |
|--|-------------|
| APROBACIÓN DE LA TESIS..... | ii |
| DEDICATORIA..... | iii |
| AGRADECIMIENTO | iv |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS | v |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | vii |
| ÍNDICE DE FIGURAS | viii |
| RESUMEN..... | xi |
| ABSTRACT | xii |
| CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN..... | 13 |
| 1.1. Realidad problemática | 13 |
| 1.2. Formulación del problema..... | 14 |
| 1.3. Justificación..... | 14 |
| 1.4. Limitaciones | 14 |
| 1.5. Objetivos | 15 |
| CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO..... | 16 |
| 2.1. Antecedentes | 16 |
| 2.2. Bases teóricas..... | 17 |
| 2.3. Definición de términos básicos. | 33 |
| CAPÍTULO 3. HIPÓTEIS | 34 |
| 3.1. Formulación de la hipótesis. | 34 |
| 3.2. Variables | 34 |
| CAPÍTULO 4. METODOLOGÍA..... | 35 |
| 4.1. Operacionalización de variables | 35 |

| | | |
|-------------------------------------|---|------------|
| 4.2. | Diseño de investigación | 35 |
| 4.3. | Unidad de estudio | 36 |
| 4.4. | Población | 36 |
| 4.5. | Muestra (muestreo o selección)..... | 36 |
| 4.6. | Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos | 36 |
| 4.7. | Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos | 36 |
| CAPÍTULO 5. DESARROLLO..... | | 41 |
| 5.1. | Ensayos de los agregados..... | 41 |
| 5.2. | Diseño de mezcla..... | 49 |
| 5.3. | Ensayos para el concreto fresco:..... | 49 |
| 5.4. | Ensayos para el concreto endurecido:..... | 50 |
| CAPÍTULO 6. RESULTADOS | | 125 |
| 6.1 | Ensayo de resistencia a compresión. | 125 |
| CAPÍTULO 7. DISCUSIÓN..... | | 133 |
| 7.1 | Ensayo de resistencia a compresión. | 133 |
| CONCLUSIONES | | 138 |
| RECOMENDACIONES..... | | 139 |
| REFERENCIAS | | 140 |
| FOTOGRAFIAS..... | | 142 |
| ANEXOS..... | | 150 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|-----|
| Tabla n.º 1. Proporciones típicas en volumen absoluto de los componentes del concreto..... | 19 |
| Tabla n.º 2. Propiedades del PET virgen | 22 |
| Tabla n.º 3. Ventajas y desventajas del PET. | 23 |
| Tabla n.º 4. Cantidad de especímenes de concreto ensayo. | 25 |
| Tabla n.º 5. Número de muestras por ensayo tomadas por conveniencia. | 36 |
| Tabla n.º 6. Ensayo a compresión a los 7 días de las probetas al 0% de PET. | 125 |
| Tabla n.º 7. Ensayo a compresión a los 7 días de las probetas al 5% de PET. | 125 |
| Tabla n.º 8. Ensayo a compresión a los 7 días de las probetas al 10% de PET. | 126 |
| Tabla n.º 9. Ensayo a compresión a los 7 días de las probetas al 15% de PET. | 126 |
| Tabla n.º 10. Ensayo a compresión a los 14 días de las probetas al 0% de PET. | 127 |
| Tabla n.º 11. Ensayo a compresión a los 14 días de las probetas al 5% de PET. | 127 |
| Tabla n.º 12. Ensayo a compresión a los 14 días de las probetas al 10% de PET. | 128 |
| Tabla n.º 13. Ensayo a compresión a los 14 días de las probetas al 15% de PET. | 128 |
| Tabla n.º 14. Ensayo a compresión a los 28 días de las probetas al 0% de PET. | 129 |
| Tabla n.º 15. Ensayo a compresión a los 28 días de las probetas al 5% de PET. | 129 |
| Tabla n.º 16. Ensayo a compresión a los 28 días de las probetas al 10% de PET. | 130 |
| Tabla n.º 17. Ensayo a compresión a los 28 días de las probetas al 15% de PET. | 130 |
| Tabla n.º 18. Resumen de resultados de resistencia a compresión axial de las probetas. | 130 |
| Tabla n.º 19. Resumen de resultados de resistencia a compresión axial de las probetas. | 131 |
| Tabla n.º 20. Resumen de resultados de resistencia a compresión a los 7 días. | 131 |
| Tabla n.º 21. Resumen de resultados de resistencia a compresión a los 14 días. | 132 |
| Tabla n.º 22. Resumen de resultados de resistencia a compresión a los 28 días. | 132 |
| Tabla n.º 23. Ensayo a compresión a los 7, 14 Y 28 días con 0, 5, 10 y 15% de PET reciclado.. | 133 |
| Tabla n.º 24. Resistencia a la compresión promedio..... | 150 |
| Tabla n.º 25. Volumen Unitario de Agua..... | 151 |
| Tabla n.º 26. Contenido de aire | 152 |
| Tabla n.º 27. Relación Agua - Cemento..... | 152 |
| Tabla n.º 28. Peso del Agregado Grueso por Unidad de Volumen de Concreto..... | 153 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura n.º 1. Espécimen de concreto | 24 |
| Figura n.º 2. Recicladora Guevara. | 37 |
| Figura n.º 3. Ubicación de recicladora Guevara. | 37 |
| Figura n.º 4. Ubicación del "MOLINO SAN ANTONIO". | 38 |
| Figura n.º 5. Ubicación de la "CANTERA BAZAN". | 39 |
| Figura n.º 6. Curva esfuerzo deformación de la probeta 1 a los 7 días (P1-0%). | 50 |
| Figura n.º 7. Curva esfuerzo deformación de la probeta 2 a los 7 días (P2-0%). | 51 |
| Figura n.º 8. Curva esfuerzo deformación de la probeta 3 a los 7 días (P3-0%). | 52 |
| Figura n.º 9. Curva esfuerzo deformación de la probeta 4 a los 7 días (P4-0%). | 53 |
| Figura n.º 10. Curva esfuerzo deformación de la probeta 5 a los 7 días (P5-0%). | 54 |
| Figura n.º 11. Curva esfuerzo deformación de la probeta 6 a los 7 días (P6-0%). | 55 |
| Figura n.º 12. Curva esfuerzo deformación de la probeta 1 a los 7 días (P1-5%). | 56 |
| Figura n.º 13. Curva esfuerzo deformación de la probeta 2 a los 7 días (P2-5%). | 57 |
| Figura n.º 14. Curva esfuerzo deformación de la probeta 3 a los 7 días (P3-5%). | 58 |
| Figura n.º 15. Curva esfuerzo deformación de la probeta 4 a los 7 días (P4-5%). | 59 |
| Figura n.º 16. Curva esfuerzo deformación de la probeta 5 a los 7 días (P5-5%). | 60 |
| Figura n.º 17. Curva esfuerzo deformación de la probeta 6 a los 7 días (P6-5%). | 61 |
| Figura n.º 18. Curva esfuerzo deformación de la probeta 1 a los 7 días (P1-10%). | 62 |
| Figura n.º 19. Curva esfuerzo deformación de la probeta 2 a los 7 días (P2-10%). | 63 |
| Figura n.º 20. Curva esfuerzo deformación de la probeta 3 a los 7 días (P3-10%). | 64 |
| Figura n.º 21. Curva esfuerzo deformación de la probeta 4 a los 7 días (P4-10%). | 65 |
| Figura n.º 22. Curva esfuerzo deformación de la probeta 5 a los 7 días (P5-10%). | 66 |
| Figura n.º 23. Curva esfuerzo deformación de la probeta 6 a los 7 días (P6-10%). | 67 |
| Figura n.º 24. Curva esfuerzo deformación de la probeta 1 a los 7 días (P1-15%). | 68 |
| Figura n.º 25. Curva esfuerzo deformación de la probeta 2 a los 7 días (P2-15%). | 69 |
| Figura n.º 26. Curva esfuerzo deformación de la probeta 3 a los 7 días (P3-15%). | 70 |
| Figura n.º 27. Curva esfuerzo deformación de la probeta 4 a los 7 días (P4-15%). | 71 |
| Figura n.º 28. Curva esfuerzo deformación de la probeta 5 a los 7 días (P5-15%). | 72 |
| Figura n.º 29. Curva esfuerzo deformación de la probeta 6 a los 7 días (P6-15%). | 73 |
| Figura n.º 30. Curva esfuerzo deformación de la probeta 7 a los 14 días (P7-0%). | 74 |
| Figura n.º 31. Curva esfuerzo deformación de la probeta 8 a los 14 días (P8-0%). | 75 |
| Figura n.º 32. Curva esfuerzo deformación de la probeta 9 a los 14 días (P9-0%). | 76 |
| Figura n.º 33. Curva esfuerzo deformación de la probeta 10 a los 14 días (P10-0%). | 77 |
| Figura n.º 34. Curva esfuerzo deformación de la probeta 11 a los 14 días (P11-0%). | 78 |
| Figura n.º 35. Curva esfuerzo deformación de la probeta 12 a los 14 días (P12-0%). | 79 |
| Figura n.º 36. Curva esfuerzo deformación de la probeta 7 a los 14 días (P7-5%). | 80 |

| | | |
|----------------|--|-----|
| Figura n.º 37. | Curva esfuerzo deformación de la probeta 8 a los 14 días (P8-5%). | 81 |
| Figura n.º 38. | Curva esfuerzo deformación de la probeta 9 a los 14 días (P9-5%). | 82 |
| Figura n.º 39. | Curva esfuerzo deformación de la probeta 10 a los 14 días (P10-5%). | 83 |
| Figura n.º 40. | Curva esfuerzo deformación de la probeta 11 a los 14 días (P11-5%). | 84 |
| Figura n.º 41. | Curva esfuerzo deformación de la probeta 12 a los 14 días (P12-5%). | 85 |
| Figura n.º 42. | Curva esfuerzo deformación de la probeta 7 a los 14 días (P7-10%). | 86 |
| Figura n.º 43. | Curva esfuerzo deformación de la probeta 8 a los 14 días (P8-10%). | 87 |
| Figura n.º 44. | Curva esfuerzo deformación de la probeta 9 a los 14 días (P9-10%). | 88 |
| Figura n.º 45. | Curva esfuerzo deformación de la probeta 10 a los 14 días (P10-10%). | 89 |
| Figura n.º 46. | Curva esfuerzo deformación de la probeta 11 a los 14 días (P11-10%). | 90 |
| Figura n.º 47. | Curva esfuerzo deformación de la probeta 12 a los 14 días (P12-10%). | 91 |
| Figura n.º 48. | Curva esfuerzo deformación de la probeta 7 a los 14 días (P7-15%). | 92 |
| Figura n.º 49. | Curva esfuerzo deformación de la probeta 8 a los 14 días (P8-15%). | 93 |
| Figura n.º 50. | Curva esfuerzo deformación de la probeta 9 a los 14 días (P9-15%). | 94 |
| Figura n.º 51. | Curva esfuerzo deformación de la probeta 10 a los 14 días (P10-15%). | 95 |
| Figura n.º 52. | Curva esfuerzo deformación de la probeta 11 a los 14 días (P11-15%). | 96 |
| Figura n.º 53. | Curva esfuerzo deformación de la probeta 12 a los 14 días (P12-15%). | 97 |
| Figura n.º 54. | Curva esfuerzo deformación de la probeta 13 a los 28 días (P13-0%). | 98 |
| Figura n.º 55. | Curva esfuerzo deformación de la probeta 14 a los 28 días (P14-0%). | 99 |
| Figura n.º 56. | Curva esfuerzo deformación de la probeta 15 a los 28 días (P15-0%). | 100 |
| Figura n.º 57. | Curva esfuerzo deformación de la probeta 16 a los 28 días (P16-0%). | 101 |
| Figura n.º 58. | Curva esfuerzo deformación de la probeta 17 a los 28 días (P17-0%). | 102 |
| Figura n.º 59. | Curva esfuerzo deformación de la probeta 18 a los 28 días (P18-0%). | 103 |
| Figura n.º 60. | Curva esfuerzo deformación de la probeta 13 a los 28 días (P13-5%). | 104 |
| Figura n.º 61. | Curva esfuerzo deformación de la probeta 14 a los 28 días (P14-5%). | 106 |
| Figura n.º 62. | Curva esfuerzo deformación de la probeta 15 a los 28 días (P15-5%). | 107 |
| Figura n.º 63. | Curva esfuerzo deformación de la probeta 16 a los 28 días (P16-5%). | 108 |
| Figura n.º 64. | Curva esfuerzo deformación de la probeta 17 a los 28 días (P17-5%). | 109 |
| Figura n.º 65. | Curva esfuerzo deformación de la probeta 18 a los 28 días (P18-5%). | 110 |
| Figura n.º 66. | Curva esfuerzo deformación de la probeta 13 a los 28 días (P13-10%). | 111 |
| Figura n.º 67. | Curva esfuerzo deformación de la probeta 14 a los 28 días (P14-10%). | 113 |
| Figura n.º 68. | Curva esfuerzo deformación de la probeta 15 a los 28 días (P15-10%). | 114 |
| Figura n.º 69. | Curva esfuerzo deformación de la probeta 16 a los 28 días (P16-10%). | 115 |
| Figura n.º 70. | Curva esfuerzo deformación de la probeta 17 a los 28 días (P17-10%). | 116 |
| Figura n.º 71. | Curva esfuerzo deformación de la probeta 18 a los 28 días (P18-10%). | 117 |
| Figura n.º 72. | Curva esfuerzo deformación de la probeta 13 a los 28 días (P13-15%). | 118 |
| Figura n.º 73. | Curva esfuerzo deformación de la probeta 14 a los 28 días (P14-15%). | 119 |
| Figura n.º 74. | Curva esfuerzo deformación de la probeta 15 a los 28 días (P15-15%). | 120 |

| | |
|---|-----|
| Figura n.º 75. Curva esfuerzo deformación de la probeta 16 a los 28 días (P16-15%). | 121 |
| Figura n.º 76. Curva esfuerzo deformación de la probeta 17 a los 28 días (P17-15%). | 122 |
| Figura n.º 77. Curva esfuerzo deformación de la probeta 18 a los 28 días (P18-15%). | 123 |
| Figura n.º 78. Variación de la resistencia de los especímenes de concreto a los 7, 14 y 28 días. | 134 |
| Figura n.º 79. Variación de la resistencia de cada tipo de espécimen de concreto. | 134 |
| Figura n.º 80. Variación de la resistencia de los especímenes de concreto con PET reciclado respecto al espécimen patrón | 135 |
| Figura n.º 81. Variación de la resistencia de los especímenes con PET reciclado respecto al especimen patrón | 136 |

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo determinar la resistencia a compresión axial reemplazando el agregado fino por PET reciclado en 5%, 10% y 15% en un concreto convencional $f_c = 210$ kg/cm² según la NTP 339.034 HORMIGON CONCRETO (2008). Para este estudio se utilizó agregados de la cantera "Bazán", ubicada salida a Bambamarca a la altura del grifo 3M y cemento Portland tipo I, Se evaluó las propiedades físico-mecánicas de los agregados usados, los cuales presentan los siguientes valores: módulo de finura 2.98, gravedad específica 2.59 gr/cm³, absorción 0.911%, peso unitario suelto 1729 kg/m³, peso unitario compactado 1832 kg/m³ y contenido de humedad 6.60% para agregado fino, de la misma manera para el agregado grueso su módulo de finura es 6.99, gravedad específica 2.64 gr/cm³, absorción 1.64%, peso unitario suelto 1460 kg/m³, peso unitario compactado 1526 kg/m³ y contenido de humedad 0.76%, cumplen con las especificaciones en la norma ASTM C33-NTP 400.037. Se realizó el diseño de concreto mediante el método ACI del Comité 211 para un $f_c = 210$ kg/cm² muestra patrón y 3 muestras con diferentes porcentajes de PET reciclado 5%, 10% y 15% reemplazando el agregado fino, evaluados en 3 periodos de curado 7, 14 y 28 días; determinándose que a 7 días de curado la resistencia alcanzada fue de 144.38 kg/cm² con 0% de PET reciclado; 138 kg/cm² al reemplazar 5% de PET; 131.13 kg/cm² al reemplazar 10% de PET y 123.39 kg/cm² al reemplazar 15% de PET reciclado; a los 14 días de curado la resistencia alcanzada fue de 181.23 kg/cm² con 0% de PET reciclado; 176.06 kg/cm² al reemplazar 5% de PET; 170.64 kg/cm² al reemplazar 10% de PET y 164.91 kg/cm² al reemplazar 15% de PET reciclado; para un tiempo de 28 días de curado la resistencia alcanzada fue de 211.21 kg/cm² con 0% de PET reciclado; 204.72 kg/cm² al reemplazar 5% de PET; 195.31 kg/cm² al reemplazar 10% de PET y 187.20 kg/cm² al reemplazar 15% de PET reciclado. Finalmente se concluye que la resistencia a compresión axial respecto al concreto patrón de los ensayos realizados a los 28 días de curado disminuye con la utilización del 5% PET reciclado en un 5.28 kg/cm², con la utilización del 10% PET reciclado, disminuye un 14.69 kg/cm² y con la utilización del 15% PET reciclado, disminuye un 22.80 kg/cm²; evidenciándose que disminuyen en 3.07%, 7.53% y 11.37% conforme aumenta el porcentaje de PET reciclado en 5, 10 y 15% respectivamente.

ABSTRACT

The objective of this research is to determine the axial compressive strength that replaces the fine aggregate with recycled PET at 5%, 10% and 15% in conventional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ according to NTP 339.034 CONCRETE (2008). For this study the aggregates of the quarry "Bazán", Salida a Bambamarca at the height of the tap 3M and Portland cement type I, were used. The physical-mechanical properties of the used aggregates were evaluated. The values are presented: Module fineness 2.98, specific gravity 2.59 gr/cm^3 , absorption 0.911%, loose unit weight 1729 kg/m^3 , compacted unit weight 1832 kg/m^3 and moisture content 6.60% for fine aggregate, in the same way for coarse aggregate its fineness modulus is 6.99, specific gravity 2.64 gr/cm^3 , absorption 1.64%, loose unit weight 1460 kg/m^3 , compacted unit weight 1526 kg/m^3 and moisture content 0.76%, complies with the specifications in ASTM C33-NTP 400.037. The concrete design was carried out using the ACI method of Committee 211 for a $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ standard sample and 3 samples with different percentages of PET recycled 5%, 10% and 15% replacing the fine aggregate, evaluated in 3 Curing periods 7, 14 and 28 days; determining that after 7 days of curing the resistance reached was 144.38 kg/cm^2 with 0% recycled PET; 138 kg/cm^2 when replacing 5% PET; 131.13 kg/cm^2 when replacing 10% PET and 123.39 kg/cm^2 when replacing 15% recycled PET; after 14 days of curing the resistance reached was 181.23 kg/cm^2 with 0% recycled PET; 176.06 kg/cm^2 when replacing 5% PET; 170.64 kg/cm^2 when replacing 10% PET and 164.91 kg/cm^2 when replacing 15% recycled PET; for a time of 28 days of curing the resistance reached was 211.21 kg/cm^2 with 0% recycled PET; 204.72 kg/cm^2 when replacing 5% PET; 195.31 kg/cm^2 when replacing 10% PET and 187.20 kg/cm^2 when replacing 15% recycled PET. Finally, it is concluded that the resistance to axial compression with respect to concrete, standard of the tests carried out, after 28 days of curing, decreases with the use of 5%, recycled PET at 5.28 kg/cm^2 , with the use of 10%, recycled PET, decreases by 14.69 kg/cm^2 and with the use of 15% of recycled PET, with a decrease of 22.80 kg/cm^2 ; evidencing that they decrease by 3.07%, 7.53% and 11.37% as the percentage of recycled PET increases by 5, 10 and 15% respectively.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Actualmente la acumulación de PET reciclable es un problema social en especial en países en vías de desarrollo como el nuestro. En el campo de los plásticos, los plásticos tienen un rol importante debido a su baja densidad, se hacen especialmente “visibles”; es decir, ocupan espacios relevantes de superficie al ser acumulados (Vargas, 2004).

En Australia se ha logrado crear una variante de concreto que no está reforzada con acero sino con plásticos, en lo que se conoce como “concreto verde”. No sólo hay ahorros en la cantidad de acero utilizado, también se reducen en un 90% las emisiones de CO₂ y el uso de combustibles fósiles. Además de ayudar con el problema de qué hacer con el creciente deshecho plástico. Tan sólo en Australia el 79% del plástico no es reciclado (Rabin, 2015).

En el Perú - Piura, los residuos plásticos son comercializados a través de recuperadores ubicados en el botadero municipal y acopiadores que los venden en Lima y Trujillo a las fábricas transformadoras. Piura tiene una producción per cápita de residuos promedio de 0.6 kg/día; se generan 7 298 kg/día (219 t/mes) de residuos plásticos, de los cuales se recuperan aproximadamente 20 t/mes. Los principales materiales plásticos recuperados son: polietileno polipropileno, PET, poliestireno, PVC, que en Piura se clasifican y se embalan para su comercialización. Sólo un reciclador realiza previamente la molienda. Los plásticos recuperados se venden entre S/. 0.12 y S/. 1.00 por kg, siendo los de mayor demanda el PET, El precio de estos plásticos asciende a S/. 1.20 (US\$ 0.35) por kg (Rivera, 2004).

Los residuos de las ciudades constituyen un problema difícil de solucionar y que la mayor parte son enterrados, desde el punto de vista económica y ambiental no es el adecuado porque gran parte de los residuos plásticos son biodegradables.

En estas circunstancias, esta investigación busca averiguar los posibles efectos al reemplazar PET reciclado como agregado fino en 5%, 10% y 15% sobre la resistencia a compresión axial del concreto convencional $f_c=210$ kg/cm², para identificar si sería recomendable usarlo en la construcción de viviendas en la ciudad de Cajamarca.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el efecto en la resistencia a compresión axial de los especímenes de concreto convencional al reemplazar el agregado fino por PET reciclado en diferentes porcentajes de volumen?

1.3. Justificación

Justificación teórica:

La presente Investigación ayudará a encontrar el efecto a una fusión ecologista que intente no solo mejorar la calidad de vida sino que también preservarla. La posible solución al medio ambiente es utilizar el concreto convencional al reemplazar agregado fino por PET reciclado en diferentes porcentajes para verificar si cumple con los parámetros establecidos en la norma ASTM C 31 en el Perú.

Justificación aplicativa o práctica:

La Investigación nos dará como resultado el efecto de resistencia a la compresión axial del concreto convencional al reemplazar el agregado fino por PET reciclado en diferentes porcentajes para identificar si cumple con la resistencia a la compresión axial y dar el uso correspondiente en las construcciones de concreto en la ciudad de Cajamarca.

Justificación metodológica:

La investigación nos permitió conocer cómo es el efecto de resistencia a la compresión axial del concreto convencional con el reemplazo de agregado fino por PET reciclado en diferentes porcentajes, además la carrera de ingeniería civil de nuestra universidad siempre busca la mejora continua de la calidad académica, promueve el desarrollo de tesis cuya temática es la investigación.

1.4. Limitaciones

La presente investigación presentó la limitación, que no se contó con una norma técnica para análisis granulométrico para clasificar como agregado fino o agregado grueso al PET reciclado molido. Se solucionó con la NTP 400.012 para asimilar las mismas características del PET molido con el agregado fino utilizado.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Determinar el efecto del PET reciclado como agregado fino en el concreto convencional $f_c = 210$ kg/cm².

1.5.2. Objetivos específicos

- a. Realizar ensayos granulométricos a los agregados de la cantera "Bazán".
- b. Preparar el Pet reciclado molido en agregado fino y realizar el ensayo de análisis granulométrico.
- c. Elaborar especímenes de concreto al reemplazar el agregado fino por PET reciclado al 0%, 5%, 10% y 15%, respecto al volumen.
- d. Realizar los ensayos de resistencia a compresión axial de los especímenes de concreto al reemplazar el agregado fino por PET reciclado al 0%, 5%, 10% y 15%.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

- Según la revista Instituto de la Vivienda (INVI), 2008, esta publicación trata sobre la investigación llevada a cabo en el Centro Experimental de la Vivienda Ecológica (CEVE) de fabricación de elementos estructurales utilizando materiales de PET reciclado, los componentes de construcción son livianos, de buena aislación térmica y resistencia a compresión axial.
- Chacón & Lema, 2012, se propuso realizar la comparación de la resistencia a compresión axial del concreto convencional $f_c=180$ kg/cm² y $f_c=210$ kg/cm² diseñados con el método ACI 211, con y sin PET reciclado como agregado fino al 5%, al reemplazar el PET reciclado disminuyó en un 13% y en un 3% respectivamente a los 28 días, a los 56 días el concreto con diseño de $f_c=210$ kg/cm² con PET reciclado alcanzó una resistencia a compresión axial superior a un 3% respecto al concreto convencional $f_c=210$ kg/cm²; manteniendo ambos la misma relación agua-cemento.
- Silgado & Villamizar, 2016, en el aprovechamiento del plástico Tereftalato de polietileno (PET) reciclado como agregado fino para el concreto, realiza el análisis estadístico de los resultados obtenidos para la resistencia a compresión axial con 10, 20 y 30% de PET reciclado como agregado fino alcanzó una resistencia de 2521, 1328 y 985 Psi a los 28 días, y disminuyó en 25.55%, 60.78% y 70.91% respecto a la resistencia patrón promedio alcanzado $f_c=3386$ Psi, por lo cual se puede decir que este tipo de concreto no cumple con la resistencia de diseño.
- Léctor & Villarreal, 2017, utilizan materiales plásticos reciclados para la elaboración de concreto $f_c=210$ kg/cm² en los diferentes porcentajes de 5%,10% y 15% de PET reciclado como agregado fino, planteando que al elaborar el concreto con PET reciclado obtendrá un concreto con mejores propiedades físicas – mecánicas lo cual obtiene resultados negativos a lo planteado, obteniendo una resistencia a compresión axial promedio a los 28 días de 215 kg/cm², 183.76 kg/cm², 145.74 kg/cm², 111.30 kg/cm² para las mezclas de concreto con 0%, 5%, 10% y 15% respectivamente, al 5% de PET disminuyó la resistencia a compresión axial en 14.61%, al 10% de PET disminuyó en 32.28% y al 15% de PET disminuyó en 48.28%.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Concreto

a. Fundamentos del concreto.

Según Rivva, 2008, la representación común del concreto convencional es básicamente una mezcla en ciertas proporciones de cemento, agua, agregados y opcionalmente aditivos, que inicialmente denota una estructura plástica y moldeable, que posteriormente adquiere una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes, creando una masa similar a la de una roca lo que lo hace un material ideal para la construcción.

El cemento y el agua reaccionan químicamente uniendo las partículas de los agregados, constituyendo un material heterogéneo. Algunas veces se añaden ciertas sustancias, llamadas aditivos, que mejoran o modifican algunas propiedades del concreto (Abanto, 2009)

Ventajas del concreto:

- La facilidad con que puede colocarse dentro de los encofrados de casi cualquier forma mientras aún tiene una consistencia plástica.
- Su elevada resistencia a la compresión lo que se hace adecuado para elementos sometidos fundamentalmente a compresión, como columnas y arcos.
- Su elevada resistencia al fuego y a la penetración del agua.

Desventajas del concreto:

- Con frecuencia el concreto se prepara en el sitio en condiciones en donde no hay un responsable absoluto de su producción, es decir el control de calidad no es tan bueno. El concreto es un material de escasa resistencia a la tracción. Esto hace difícil su uso en elementos estructurales que están sometidos a tracción por completo (como los tirantes) o en parte de sus secciones transversales (como vigas u otros elementos sometidos a flexión).

Para superar estas limitaciones se utiliza acero, con su elevada resistencia a tracción. La combinación resultante de ambos materiales, se conoce como concreto armado, posee muchas de las mejores propiedades de cada uno. Esta combinación es la que permite la masiva utilización del concreto armado en la construcción de edificios, puentes, pavimentos, presas, tanques, etc (Abanto, 2005).

b. Requisitos del concreto.

Los principales requisitos del concreto endurecido son:

1. Que sus elementos constituyentes cumplan con las Normas NTP o ASTM correspondientes y estén distribuidos uniformemente en la mezcla.
2. Que tenga las propiedades requeridas, tanto al estado no endurecido como al endurecido.
3. Que sea impermeable al agua u otros líquidos, y resistente a las acciones del clima, al desgaste y a otros agentes destructores a los cuales puedan estar expuesto.
4. Que no tenga contracción excesiva al enfriarse o secarse.
5. Que tenga una apariencia o acabado arquitectónico dados cuando ello sea requerido.
6. Que tenga alta resistencia a la abrasión o productos químicos agresivos.
7. Que sea resistente al fuego, ligero de peso, y con un acabado superficial con la textura requerida en las especificaciones.

El conocimiento de los aspectos esenciales de una construcción en concreto capacita al diseñador para elaborar los planos y especificaciones de obra; al constructor para cumplir los requisitos de éstos y al supervisor para verificar su cumplimiento (Rivva, 2008).

c. Componentes del concreto

Componentes del concreto: El concreto define para este material cuatro componentes: Cemento, agua, agregados, aire (elemento pasivo) y aditivos (elementos activos).

Si bien la definición tradicional consideraba a los aditivos como un elemento opcional, en la práctica moderna mundial estos constituyen un ingrediente normal, por cuanto está científicamente demostrada la conveniencia de su empleo en mejorar condiciones de trabajabilidad, resistencia y durabilidad, siendo a la larga una solución más económica si se toma en cuenta el ahorro en mano de obra y equipo de colocación y compactación, mantenimiento, reparaciones e incluso en reducción de uso de cemento (Pasquel, 1998).

Se esquematizan las proporciones de volumen absoluto de los componentes del concreto, concluiremos que el cemento es el ingrediente activo que interviene en menor cantidad, pero sin embargo es el que define las tendencias del comportamiento y está ligado a las reacciones químicas que suelen al entrar en contacto con el agua y los aditivos (carbajal,1998).

Tabla n.º 1. Proporciones típicas en volumen absoluto de los componentes del concreto.

| |
|--------------------------------|
| Aire = 1 % a 3 % |
| Cemento = 7 % a 15 % |
| Agua = 15 % a 22 % |
| Agregados = 60 % a 75 % |

Fuente: Carbajal, 1998.

d. Materiales del concreto.

✓ **Cemento.**

Es un aglomerante hidrófilo, resultante de la calcinación de rocas calizas, areniscas y arcillas, de manera de obtener un polvo muy fino que en presencia de agua endurece adquiriendo propiedades resistentes y adherentes (Pasquel, 1998).

Tipos de cemento y sus aplicaciones.

- **Tipo I.** De uso general, donde no se requieren propiedades especiales.
- **Tipo II.** De moderada resistencia a los sulfatos y moderado calor de hidratación. Para emplearse en estructuras con ambientes agresivos y/o en vaciados masivos.
- **Tipo III.** Desarrollo rápido de resistencia con elevado calor de hidratación. Para uso en clima frío o en los casos en que se necesita adelantar la puesta en servicio de las estructuras.
- **Tipo IV.** De bajo calor de hidratación. Para concreto masivo.
- **Tipo V.** Alta resistencia a los sulfatos. Para ambientes muy agresivos (Pasquel, 1998).

✓ **Agua.**

Para mezcla:

Se ha visto que el agua es el elemento indispensable para la hidratación del cemento y el desarrollo de sus propiedades, por lo tanto este componente debe cumplir ciertos requisitos para llevar a cabo su función en la combinación química, sin ocasionar

problemas colaterales si tiene ciertas sustancias que pueden dañar al concreto (Pasquel, 1998).

Funciones principales del agua.

- Reaccionar con el cemento para hidratarlo,
- Actuar como lubricante para contribuir a la trabajabilidad del conjunto
- Procurar la estructura de vacíos necesaria en la pasta para que los productos de hidratación tengan espacio para desarrollarse.

Por lo tanto, la cantidad de agua que interviene en la mezcla de concreto es normalmente por razones de trabajabilidad, mayor de la necesaria para la hidratación del cemento.

Para curado:

En general, los mismos requisitos que se exigen para el agua de mezcla deben ser cumplidos por las aguas para curado según la norma ASTM C-31, y por otro lado en las obras es usual emplear la misma fuente de suministro de agua tanto para la preparación como para el curado del concreto.

Otro factor que incide en esta consideración es que el agua de curado permanece relativamente poco tiempo en contacto con el concreto, pues en la mayoría de especificaciones el tiempo máximo exigido para el curado con agua no supera los 14 días (Pasquel, 1998).

✓ **Agregados para el concreto.**

- Agregado grueso.

Se define como agregado grueso al material retenido en el tamiz NTP 4.75mm (N°4) y cumple los límites establecidos en la norma NTP 400.037. El agregado grueso podrá consistir de grava natural o triturada, piedra partida, o agregados metálicos naturales o artificiales. El agregado grueso empleado en la preparación de concretos livianos podrá ser natural o artificial (Rivva, 2013).

- Agregado fino.

Se define como agregado fino a aquel, proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, que pasa el tamiz NTP 9.5mm (3/8") y que cumple con los límites establecidos en la norma NTP 400.037. El agregado fino puede consistir de arena natural o manufacturada, o una combinación de ambas. Sus partículas serán limpias, de perfil perfectamente angular, duras, compactas y resistentes (Rivva, 2013).

✓ **Resistencia y durabilidad:**

En general las especificaciones del concreto requerirán una resistencia mínima a compresión. Estas especificaciones también podrían imponer limitaciones en la máxima relación agua/cemento (a/c) y el contenido mínimo de cemento. Como sabemos, no necesariamente la resistencia a compresión a 28 días será la más importante, debido a esto la resistencia a otras edades podría controlar el diseño.

Las especificaciones también podrían requerir que el concreto cumpla ciertos requisitos de durabilidad, tales como resistencia al congelamiento y deshielo o ataque químico.

INFORMACION REQUERIDA PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS

- ✓ Análisis granulométrico de los agregados
- ✓ Peso unitario compactado de los agregados (fino y grueso)
- ✓ Peso específico de los agregados (fino y grueso)
- ✓ Contenido de humedad y porcentaje de absorción de los agregados (fino y grueso)
- ✓ Perfil y textura de los agregados
- ✓ Tipo y marca del cemento
- ✓ Peso específico del cemento
- ✓ Relaciones entre resistencia y la relación agua/cemento, para combinaciones posibles de cemento y agregados.

PASOS PARA EL PROPORCIONAMIENTO

Podemos resumir la secuencia del diseño de mezclas de la siguiente manera:

1. Estudio detallado de los planos y especificaciones técnicas de obra.
2. Elección de la resistencia promedio (f'_{cr}).
3. Elección del Asentamiento (Slump)
4. Selección del tamaño máximo del agregado grueso.
5. Estimación del agua de mezclado y contenido de aire.
6. Selección de la relación agua/cemento (a/c).
7. Cálculo del contenido de cemento.
8. Estimación del contenido de agregado grueso y agregado fino.
9. Ajustes por humedad y absorción.
10. Cálculo de proporciones en peso.
11. Cálculo de proporciones en volumen.
12. Cálculo de cantidades por tanda.

2.2.2.PET

El PET, polietileno de Tereftalato, es un polímero o plástico de alta calidad, a partir de la década de los 70 se emplea en la fabricación de envases ligeros, transparentes y resistentes, principalmente para bebidas (Chacón & Lema, 2012).

RECICLAJE DEL PET

Es una de las iniciativas que ha tenido resultados positivos y de donde se obtendrá el PET para el estudio es el Centro de Capacitación para el cuidado de la Naturaleza (CCUNA), nace de un acuerdo con la Oficina de la Cooperación al Desarrollo de la Embajada de Bélgica, quienes reunieron en el 2009 alrededor de \$ 22 mil dólares para ejecutar proyectos ecológicos como la campaña de reciclaje.

- a. Según Juárez et. al, 2011, este trabajo forma parte de un proyecto de investigación mayor, el cual, está encaminado a la generación de alternativas para contribuir en la disminución de las toneladas de botellas de PET que son dispuestas a rellenos sanitarios, así como proponer nuevas formas de ayuda a grupos marginados. el PET en botellas es uno de los desarrollos de ingeniería que cuentan con diseños ergonómicos de plástico con características que lo han acreditado en la industria de las bebidas carbonatadas como uno de los más importantes. En la siguiente tabla se encuentran las propiedades y sus valores del PET.

Tabla n.º 2. Propiedades del PET virgen

| PROPIEDADES | UNIDAD | VALOR TÍPICO |
|--|------------|------------------|
| Viscosidad Intrínseca | dl/g | 0.783 |
| Densidad | g/cm^3 | 1.33 - 1.34 |
| Color | - | Cristal |
| Forma física | N/A | Hojuela (flakes) |
| Tamaño | cm | 1.25 |
| Origen | N/A | Botellas |
| Temperatura de transición vítrea | °C | 69-115 |
| Resistencia a la tracción | kgf/cm^2 | 55.89 |
| Módulo de elasticidad | kgf/cm^2 | 599.96 |
| Resistencia al impacto | | No rompe |
| Valor límite de viscosidad medido en ácido dicloroacético a 25°C | | 1.07 |
| Punto de fusión °C | | aprox. 252/260 |
| Acetadehído | | ppm<1 |
| Contenido en grupos carboxílicos | | mval/kg 20 |
| Densidad aparente g/cm^3 aprox. | | 0.85 |

Fuente: Juárez M., et al, 2011

- b. Un kilogramo de PET está compuesto por 64% de petróleo, 23% de derivados líquidos del gas natural y 13% de aire. A partir del petróleo crudo, se extrae el paraxileno y se oxida con el aire para dar ácido tereftálico (Serrano, 2001).
- c. El PET es un material caracterizado por su gran ligereza y resistencia mecánica a la compresión, alto grado de transparencia y brillo, conserva el sabor y aroma de los alimentos, es una barrera contra los gases, reciclable 100% y con posibilidad de producir envases reutilizables, lo cual ha llevado a desplazar a otros materiales, además puede ser elaborado con material reciclable. Para el consumidor tiene las características de ser: seguro, ligero, resistente a romperse o quebrarse, una vez usado el envase permite volver a sellarse fácil y herméticamente con la misma tapa, sus diferentes ventajas y desventajas se encuentran indicadas en la tabla n° 2.

Tabla n° 3. Ventajas y desventajas del PET.

| VENTAJAS | DESVENTAJAS |
|--|--|
| 1. Bueno como barrera para los gases, como CO ₂ , Humedad y el O ₂ | 1. Tiene un número infinito de reciclado. |
| 2. Es transparente y cristalino, aunque admite algunos colorantes | 2. No se destruye de forma natural. |
| 3. Irrompible. | 3. Tiene desprendimiento de sustancias tóxicas cuando es sometido a temperaturas por arriba de los 230 °C. |
| 4. Liviana. | - |
| 5. Impermeable. | - |
| 6. No tóxica. | - |
| 7. Inerte (al contenido). | - |
| 8. Resistencia a esfuerzos permanentes y al desgaste, ya que presenta alta rigidez y dureza. | - |
| 9. Alta resistencia química y buenas propiedades térmicas. | - |
| 10. Totalmente reciclable. | - |
| 11. Superficie barnizable. | - |

Fuente: Juárez M., et al, 2011.

2.2.3. Elaboración de los especímenes de concreto.

Los especímenes de concreto patrones se elaboraron según las dimensiones del espécimen estándar es de 6x12 pulgadas, siguiendo los siguientes parámetros:

Según Norma ASTM C31

Los Moldes: deben ser de acero, hierro forjado, PVC u otro material no absorbente y que no reaccione con el cemento. Antes de usarse los moldes deben ser cubiertos ligeramente con aceite mineral o un agente separador de encofrado no reactivo.

Varilla: debe ser de fierro liso diámetro 5/8", de 60 cm de largo y con una de sus extremos boleados.

Mazo: debe usarse un mazo de goma que pese entre 0.60 y 0.80 Kg.

Equipo adicional: badilejo, plancha de metal y depósito que contenga el íntegro de la mezcla a colocar en la probeta (una carretilla de obra cumple este requerimiento).

Figura n.º 1. Espécimen de concreto



Fuente: Elaboración propia, 2016.

- **Resistencia a la compresión. (ASTM C31).**

La resistencia a la compresión de los especímenes de concreto (f'_c), en términos generales, define no sólo el nivel de su calidad estructural, sino también el nivel de su resistencia a la intemperie o a cualquier otra causa de deterioro. El principal componente de la resistencia a la compresión de los especímenes de concreto son: la resistencia a la compresión axial del concreto (f'_c).

Instrumentos.- Máquina de compresión axial fue empleada en el laboratorio para ensayos de compresión axial.

Muestra.- Estará constituida por 18 especímenes de concreto, por cada porcentaje de PET reciclado, 0%, 5%, 10% y 15%.

Procedimiento.-

- Se realiza el ensayo en la máquina de compresión, se aplica una carga vertical con una velocidad controlada por el técnico de tal manera que no llegue a la rotura en unos 3 a 5 minutos. Luego se debe anotar cada 500 kg de carga su respectiva deformación en el deformímetro.
- Se calcula la resistencia a compresión con la siguiente ecuación:

$$f'_c = \frac{P}{A}$$

En donde:

f_c = es la resistencia a la compresión del espécimen en kg/cm².

P = es la carga de rotura aplicada indicada por la máquina en da kg.

A = es el promedio del área superior tomando tres medidas en cm².

Número de Muestras.

Tabla n° 4. Cantidad de especímenes de concreto ensayo.

| Tratamiento | Especímen ensayados | | | Porcentaje de PET reciclado (%) | Total de Especímen |
|--|---------------------|---------------|---------------|---------------------------------|--------------------|
| | A los 07 días | A los 14 días | A los 28 días | | |
| Concreto f_c = 210 kg/cm ² reemplazando diferentes porcentajes de agregado fino por PET reciclado | 6 | 6 | 6 | 0 | 18 |
| | 6 | 6 | 6 | 5 | 18 |
| | 6 | 6 | 6 | 10 | 18 |
| | 6 | 6 | 6 | 15 | 18 |
| TOTAL: | 24 | 24 | 24 | | 72 |

Fuente: Elaboración propia, 2016

2.2.4. Ensayos de laboratorio.

2.2.4.1. CONTENIDO DE HUMEDAD. NTP 400.010

FUNDAMENTO TEÓRICO

Es la cantidad de agua que contiene el agregado en un momento dado. Cuando dicha cantidad se exprese como porcentaje de la muestra seca (en estufa), se denomina Porcentaje de humedad, pudiendo ser mayor o menor que el porcentaje de absorción. Los agregados generalmente se los encuentra húmedos, y varían con el estado del tiempo, razón por la cual se debe determinar frecuentemente el contenido de humedad, para luego corregir las proporciones de una mezcla.

El agregado fino retiene mayor cantidad de agua que el agregado grueso.

Los agregados se presentan en los siguientes estados: seco al aire, saturado superficialmente seco y húmedos; en los cálculos para el proporcionamiento de los componentes del concreto, se considera al agregado en condiciones de saturado y superficialmente seco, es decir con todos sus poros abiertos llenos de agua y libre de humedad superficial.

Los agregados pueden tener algún grado de humedad lo cual está directamente relacionado con la porosidad de las partículas. La porosidad depende a su vez del tamaño de los poros, su permeabilidad y la cantidad o volumen total de poros.

Las partículas de agregado pueden pasar por cuatro estados, los cuales se describen a continuación:

Totalmente seco: Se logra mediante un secado al horno a 110°C hasta que los agregados tengan un peso constante. (Generalmente 24 horas).

Parcialmente seco: Se logra mediante exposición al aire libre.

Saturado y Superficialmente seco. (SSS): En un estado límite en el que los agregados tienen todos sus poros llenos de agua pero superficialmente se encuentran secos. Este estado sólo se logra en el laboratorio.

Totalmente Húmedo: Todos los agregados están llenos de agua y además existe agua libre superficial.

EQUIPO Y MATERIALES:

- ✓ Balanza con sensibilidad de 0.1 g. y cuya capacidad no sea menor de 1kg.
- ✓ Recipiente adecuado para colocar la muestra.
- ✓ Temperatura en el horno de 105°C a 110°C.
- ✓ Taras.

2.2.4.2. PESO UNITARIO VOLUMÉTRICO SUELTO Y COMPACTADO, VACÍOS EN EL AGREGADO. ASTM C29 - NTP 400.017

FUNDAMENTO TEÓRICO

Es el peso del material seco que se necesita para llenar cierto recipiente de volumen unitario.

El peso unitario de los agregados está en función directa del tamaño, forma y distribución de las partículas, y el grado de compactación (suelto o compactado).

Se denomina peso volumétrico del agregado, al peso que alcanza un determinado volumen unitario. Generalmente se expresa en kilos por metro cúbico. Este valor es requerido cuando se trata de agregados ligeros o pesados y para convertir cantidades en volumen y viceversa, cuando el agregado se maneja en volumen.

✓ **Preparación de muestra.**

Para la determinación del peso unitario, la muestra deberá estar completamente mezclada y secada a temperatura ambiente.

✓ **Peso Unitario Suelto**

Es aquel en el que se establece la relación peso/volumen dejando caer libremente desde cierta altura el agregado (15 cm aproximadamente), en un recipiente de volumen conocido y estable. Este dato es importante porque permite convertir pesos en volúmenes y viceversa cuando se trabaja con agregados.

✓ **Peso Unitario compactado**

Este proceso es parecido al del peso unitario suelto, pero compactando el material dentro del molde, este se usa en algunos métodos de diseño de mezcla como lo es el de American Concrete Institute.

FORMULAS A UTILIZAR

✓ **Peso unitario volumétrico suelto**

Método 1:

$$PUSS = \frac{(\text{Peso}_{\text{recipiente+muestra}} - \text{Peso}_{\text{recipiente}})}{\text{Volumen del recipiente}}$$

Método 2:

$$P.U.Vs. = W_m * (f)$$

$$f = 1000/W_a$$

Dónde:

W_m = Peso neto del agregado suelto

W_a = Peso del agua para llenar el recipiente

f = Factor de corrección

P.U.Vs. = Peso unitario volumétrico suelto

✓ **Peso unitario volumétrico compactado**

Método 1:

$$PUSS = \frac{(\text{Peso}_{\text{recipiente+muestra}} - \text{Peso}_{\text{recipiente}})}{\text{Volumen del recipiente}}$$

Método 2:

$$P.U.V.c. = W_m * (f)$$

$$f = 1000/W_a$$

Dónde:

W_m = Peso neto del agregado suelto

W_a = Peso del agua para llenar el recipiente

f = Factor de corrección

P.U.V.c.= Peso unitario volumétrico compactado

**2.2.4.3. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO. ASTM C127,
ASTM C128 - NTP 400.021.**

FUNDAMENTO TEÓRICO

✓ **Peso Específico:**

El peso específico de una sustancia se define como su peso por unidad de volumen.

Se calcula dividiendo el peso de un cuerpo o porción de materia entre el volumen que éste ocupa. En el Sistema Técnico, se mide en kilopondios por metro cúbico (kp/m³).

En el Sistema Internacional de Unidades, en newton por metro cúbico (N/m³).

✓ **Peso Específico Aparente:**

Es la relación de la masa en el aire de un volumen unitario del material, a la masa en el aire de un volumen igual de agua destilada libre de gas, a una temperatura especificada. Cuando el material es un sólido, se considera el volumen de la porción impermeable.

✓ **Peso Específico de Masa:**

Viene a ser la relación entre la masa en el aire de un volumen unitario del material permeable (Incluyendo los poros permeables e impermeables, naturales del material), a la masa en el aire (de igual densidad) de un volumen igual de agua destilada, libre de gas y a una temperatura especificada.

✓ **Peso Específico de Masa Saturada Superficialmente Seca:**

Tiene la misma definición que el Peso Específico de Masa, con la salvedad de que la masa incluye el agua en los poros permeables.

✓ **Absorción:**

Capacidad que tienen los agregados para llenar de agua los vacíos permeables de su estructura interna, al ser sumergidos durante 24 horas en ésta, depende de la porosidad.

Esta particularidad de los agregados, que dependen de la porosidad, es de suma importancia para realizar correcciones en las dosificaciones de mezclas de concreto. Además esta influye en otras propiedades del agregado, como la adherencia con el cemento, la estabilidad química, la resistencia a la abrasión y la resistencia del concreto al congelamiento y deshielo.

Es aconsejable, determinar el porcentaje de absorción entre los 10 Y 30 primeros minutos, ya que la absorción total en la práctica nunca se cumple.

2.2.4.4. DETERMINACION DEL MODULO DE FINURA Y COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD – ENSAYO GRANULOMETRICO. ASTM C 136 – MTC E 204 – NTP 400.012.

FUNDAMENTO TEÓRICO:

La granulometría se refiere a la distribución de las partículas del agregado. El análisis granulométrico divide la muestra en fracciones, de elementos del mismo tamaño, según la abertura de los tamices utilizados. Para nuestro caso analizaremos por separado el agregado grueso del fino, después de este análisis y gracias a estos datos podremos obtener además el tamaño máximo nominal y el módulo de finura de ambos agregados, los cuales serán muy importantes para el diseño de mezclas a realizar luego.

MODULO DE FINURA (MF):

Viene a ser la relación entre la sumatoria de los porcentajes retenidos acumulados en cada uno de los tamices: para agregado fino (Nº 4, Nº 8, Nº 16, Nº 30, Nº 50, Nº 100, Nº 200) sobre 100 y para agregado grueso (3", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2" y 3/8").

✓ **MODULO DE FINURA DEL AGREGADO FINO (MF):**

La suma de los porcentajes retenidos acumulados de las mallas estándar para el agregado fino (Nº 4, Nº 8, Nº 16, Nº 30, Nº 50, Nº 100, Nº 200) todo entre 100.

$$MF = \frac{\% \text{ ret. Acum malla (Nº 4, Nº 8, Nº 16, Nº 30, Nº 50, Nº 100)}}{100}$$

✓ **MODULO DE FINURA DEL AGREGADO GRUESO (MF):**

La suma de los porcentajes retenidos acumulados de las mallas estándar para el agregado total todo entre 100.

$$MF = \frac{\% \text{ Ret.Acum.}(3, 1 \frac{1}{2}" , 1" , \frac{3}{4}" , \frac{1}{2}" \text{ y } \frac{3}{8}")}{100}$$

ESPECIFICACIONES TECNICAS:

Para el módulo de finura las especificaciones técnicas que a continuación se dan están referidas exclusivamente al agregado fino:

- El módulo de finura no debe ser menor que 2.3 ni mayor que 3.1
- La variación del módulo de finura, no debe exceder de 0.2 de la base del módulo para una determinada obra.
- Los agregados finos cuyos módulos de finura varían entre 2.2 y 2.8 se obtienen concretos de buena trabajabilidad y reducida segregación.
- Los agregados finos cuyos módulos de finura varían entre 2.8 y 3.2 son los más indicados para producir concretos de alta resistencia.
- La graduación debe estar dentro de las tablas N° 1 y N° 2 para el Agregado fino y Agregado grueso respectivamente.

MATERIAL Y EQUIPO:

- ✓ Una Balanza con sensibilidad 1 gr.
- ✓ Juego de Tamices conformados por N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100, N° 200. (Agregado Fino).
- ✓ Juego de Tamices conformados por 3", 1 ½", 1", ¾", ½", 3/8", N° 4. (Agregado Grueso)
- ✓ Horno a temperatura constante de 100 °C.

2.2.4.5. RESISTENCIA A LA ABRASIÓN. ASTM C 131

FUNDAMENTO TEÓRICO:

Propiedad que depende de las características de la roca madre.

Consiste en colocar cierta cantidad de material junto a una determinada cantidad de Esferas de acero. Se inicia la rotación del tambor (500 Rev.), luego del número

establecido de vueltas se extrae el material y se tamiza el material con la malla N° 200.

Máquina de los Ángeles.

La máquina a utilizar para el ensayo de abrasión Los Ángeles, debe estar conforme, en todas sus características esenciales, consiste en un cilindro hueco de acero, de un diámetro interior de 7115 mm y una longitud interior de 5085 mm, cerrado en ambos extremos y montado en un par de soportes que sobresalen uno en cada extremo, de forma tal que puede rotar sobre su eje en una posición horizontal dentro de una tolerancia en desnivel de 1%. El tambor debe tener una abertura para la introducción de la muestra, e igualmente una cubierta hermética adecuada que, mediante tornillos, protege el entorno contra el polvo.

EQUIPOS E INSTRUMENTOS A UTILIZAR

- ✓ Máquina de los ángeles.
- ✓ Balanza, capacidad 300 gr.
- ✓ Horno de 50 Lt. Temperatura $100 \pm 5^\circ\text{C}$.
- ✓ Tamiz N° 12.
- ✓ 05 Kg de agregado grueso.

2.2.4.6. MATERIAL QUE PASA POR LA MALLA N° 200. ASTM C 117.

OBJETIVO

Determinar el contenido de partículas que pasan la malla N° 200 – 0.075 mm.

FUNDAMENTO TEORICO

Esta norma detalla el método de prueba para determinar el contenido de partículas más finas de la criba o malla de diámetro de 0.075 mm (N° 200) por medio de lavado. Durante esta prueba, las partículas de arcilla y otras que se disuelven por el agua de lavado, y las que son solubles en el agua, son separadas.

MATERIALES Y EQUIPOS

- ✓ 500 gramos de arena.
- ✓ Balanza: debe tener una sensibilidad de 0.1% de la masa de la muestra que se ensaye.

- ✓ Cribas o tamices: es necesario un juego de dos cribas armadas de tal forma que la inferior sea la $D=0.075$ (malla N° 200) y la superior 1 a 1.18 mm (N° 16); ambas deben cumplir las especificaciones.
- ✓ Recipiente: debe usarse un vaso de tamaño suficiente para contener la muestra cubierta con agua y que permita una agitación vigorosa sin que se pierda nada de la muestra ni del agua.
- ✓ Horno de secado: debe estar equipado con termostato para mantener la temperatura a $110 \pm 5^\circ\text{C}$; contar con termómetro y ventilación suficiente y adecuada.

2.3. Definición de términos básicos.

1. Concreto:

El concreto es una mezcla, adecuadamente dosificada, de cemento, agua y agregado fino y grueso. Adicionalmente también puede tener en su composición aditivos, adiciones y fibra (Rivva, 2008).

2. Agregados:

Es el conjunto de partículas de origen natural y artificial, que pueden ser tratados o elaborados y fijados, cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados por esta norma. Se les llama áridos (Rivva, 2013).

3. Cemento:

Material pulverizado que por adición de una cantidad conveniente de agua forma una pasta aglomerante capaz de endurecer, tanto bajo el agua como el aire. Quedan excluidas las cales hidráulicas, las cales aéreas y los yesos (NTP, 2001).

4. PET (Polietileno Tereftalato):

Es un plástico que forma parte del grupo de los materiales sintéticos termos formables, tiene varios usos; entre los que destacan: fibras, envases y empaques misceláneos. Este compuesto se obtiene de la combinación entre el ácido tereftálico y el etilenglicol (Juárez, 2011).

5. PET reciclado:

El Tereftalato de polietileno es un material que es reciclado, es un tipo de plástico utilizado mayormente en los envases de bebidas, en especial botellas de agua, y en textiles. El reciclaje de PET, tiene una gran importancia dentro de los plásticos, por su presencia masiva (Juárez, 2011).

6. Resistencia a compresión axial:

El método consiste en aplicar una carga de compresión axial a las muestras cilíndricas a una velocidad normalizada en un rango prescrito mientras ocurre la falla. La resistencia a compresión axial en la probeta es calculada por carga máxima alcanzada durante el ensayo entre el área de la sección recta de la probeta (NTP 339.034, 2008).

CAPÍTULO 3. HIPÓTEIS

3.1. Formulación de la hipótesis.

La resistencia a la compresión axial de los especímenes de concreto $f_c = 210$ kg/cm², se incrementa hasta un 5%, si se reemplaza el agregado fino por PET reciclado en porcentajes de 5, 10 y 15%.

3.2. Variables

- Variables independientes:
Porcentaje de reemplazo del agregado fino por PET reciclado.
- Variables dependientes:
Resistencia a la compresión axial de los especímenes de concreto.

CAPÍTULO 4. METODOLOGÍA

4.1. Operacionalización de variables

VARIABLES INDEPENDIENTES:

| VARIABLE INDEPENDIENTE | CONCEPTO | INDICADORES | INDICES |
|--|--|-------------|---------|
| Porcentaje de reemplazo del agregado fino por PET reciclado. | El PET reciclado (Polietileno Tereftalato) son materiales utilizados mayormente en envases de bebidas, por la cual es posible reciclarlo, molerlo y reemplazar el agregado fino en diferentes porcentajes en los especímenes de concreto (Juárez, 2011). | 5% de PET | % |
| | | 10% de PET | |
| | | 15% de PET | |

Fuente: Elaboración propia, 2016.

VARIABLES DEPENDIENTES:

| VARIABLE DEPENDIENTE | CONCEPTO | INDICADORES | INDICES |
|--|--|-----------------------------|-------------------|
| Resistencia a la compresión axial de los especímenes de concreto | La resistencia a compresión axial del concreto es la medida más común de desempeño que se emplea para diseñar edificios y otras estructuras, se mide tronando probetas cilíndricas de concreto en una máquina de ensayos de compresión y se calcula a partir de la carga de ruptura dividida entre el área de la sección que resiste a la carga y se reporta en MPa (NTP 339.034, 2008). | Resistencia a la Compresión | $\frac{kg}{cm^2}$ |

Fuente: Elaboración propia, 2016.

4.2. Diseño de investigación

Es una investigación experimental aplicada, donde se varía la variable independiente que en este caso son los porcentajes al reemplazar el agregado fino por PET reciclado en los especímenes de concreto.

4.3. Unidad de estudio

Especímenes de concreto $f_c = 210$ kg/cm² con el reemplazo del agregado fino por PET reciclado al 0%, 5%, 10% y 15%.

4.4. Población

72 especímenes de concreto con el reemplazo del agregado fino por PET reciclado.

4.5. Muestra (muestreo o selección)

72 especímenes de concreto con PET reciclado. Se realiza un muestreo no probabilístico de los concretos de resistencia $f_c = 210$ kg/cm², variando el porcentaje agregado fino a utilizar en 0, 5, 10 y 15%.

Tabla n° 5. Número de muestras por ensayo tomadas por conveniencia.

| Resistencia a la compresión axial | Numero de probetas | | | | |
|-----------------------------------|--------------------|----|-----|-----|-----------|
| | 0% | 5% | 10% | 15% | Total |
| A los 7 días | 6 | 6 | 6 | 6 | 24 |
| A los 14 días | 6 | 6 | 6 | 6 | 24 |
| A los 28 días | 6 | 6 | 6 | 6 | 24 |
| Total de probetas = | | | | | 72 |

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Nota: Se elaboró 72 especímenes cilíndricos (unidades de estudio) de concreto, los cuales 24 especímenes se ensayó a resistencia a compresión a la edad de 7 días y otros a la edad de 14 y 28 días tal como se aprecia en la tabla.

4.6. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos

Se usó para la recolección de datos la Ficha técnica de Resistencia a la compresión axial de testigos cilíndricos en el laboratorio de concreto, para cada uno de los ensayos correspondientes, para poder determinar la resistencia de los especímenes de concreto al reemplazar el agregado fino por PET reciclado al 0%, 5%, 10% y 15%

4.7. Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos

A. Descripción del lugar de donde se compró el PET reciclado.

El lugar donde se realizó la compra y la inspección del PET reciclado (Botellas plásticas) se encuentra en el distrito y provincia de San Pablo – Cajamarca por “RECICLADORA GUEVARA”, ubicada en Jr. Lorenzo Iglesias S/N.

Figura n.º 2. Recicladora Guevara.



| COORDENADAS - UTM | |
|-------------------|------------|
| NORTE: | 9213056.92 |
| ESTE: | 740377.95 |
| ELEVACION: | 2391.00 |

Fuente: Elaboración propia, 2016

Figura n.º 3. Ubicación de recicladora Guevara.



Fuente: Google earth, 2016

La inspección y compra del material se realizó el 28 de septiembre del 2016, con la finalidad si cuenta con suficiente material reciclado de PET, se compró de PET reciclado 50 kg llegando al acuerdo de S/. 1.00 soles por cada kilogramo siendo el costo total de S/. 50.00 soles

B. Obtención de la muestra.

El molido del PET reciclado se realizó en la misma provincia de San Pablo – Cajamarca, en “MOLINO SAN ANTONIO” el 28 de septiembre de 2016 localizado en el Jr. Néstor Batanero N° 530.

Figura n.º 4. Ubicación del “MOLINO SAN ANTONIO”.



Fuente: Google earth, 2016

| COORDENADAS | |
|-------------|------------|
| NORTE: | 9212807.85 |
| ESTE: | 740526.90 |
| ELEVACION: | 2408.00 |

- ✓ Todo el PET reciclado comprado se molió en la maquina moledora de granos con 2.5 HP, todo el proceso demoro 2 horas. El peso total del PET reciclado obtenido fue de 49.5 kg.

C. Agregados.

La compra de los agregados se realizó el día 01 de septiembre del 2016, en la provincia de Cajamarca, cantera que lleva como nombre “CANTERA BAZAN”, donde se realizó la compra del agregado fino y del agregado grueso.

Figura n.º 5. Ubicación de la “CANTERA BAZAN”.



| COORDENADAS | |
|-------------|------------|
| NORTE: | 9210747.10 |
| ESTE: | 773424.39 |
| ELEVACION: | 2754.00 |

Fuente: Google earth, 2016

i. Procedimientos

1. Se realizó el muestreo a la cantera Bazán, de donde se obtuvo los agregados para la elaboración de los especímenes de concreto con y sin reemplazo de los diferentes % del agregado fino por PET reciclado.
2. Los ensayos se realizó en el laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte para obtener las propiedades físicas y mecánicas de los agregados que se usaron para la elaboración de los especímenes de concreto.
3. Se realizó la trituración y molido de las botellas plásticas (PET reciclado) en el molino San Antonio – San Pablo, y luego se reemplazó el agregado fino por el agregado obtenido del PET reciclado en los especímenes de concreto.
4. Se elaboró los especímenes de concreto con reemplazo del agregado fino por PET reciclado al 0%, 5%, 10% y 15% en proporciones de volumen.
5. Se realizaron los ensayos correspondientes en laboratorio para determinar el efecto al reemplazar PET reciclado molido en los especímenes de concreto y finalmente realizar una comparación con la norma ASTM C31.
6. Los ensayos correspondientes a resistencia a la compresión axial se realizó a los 7, 14 y 28 días de haber sido elaborados.

ii. Procesamiento de datos

El procesamiento de datos se realizó usando formatos establecidos por la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Privada del Norte para luego usar Microsoft Excel 2013 para facilitar el desarrollo se emplea hojas de cálculo del mismo.

CAPÍTULO 5. DESARROLLO

5.1. Ensayos de los agregados

5.1.1. Análisis granulométrico (ASTM C 136 – NTP 400.012):

PROCEDIMIENTO:

PARA EL AGREGADO FINO

1. Se tomó cierta cantidad de material y se colocó dentro de una estufa durante 24 horas con lo que se logró el secado del material.
2. Se pesó 1500.30 gr. de arena.
3. Con una serie de tamices se confecciono una escala descendente en aberturas, dichos tamices fueron: N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100, N° 200.
4. Se vertió el material sobre esta serie de tamices, se procedió a pesar y registrar los pesos retenidos en cada uno de los tamices.

PARA EL PET RECICLADO COMO AGREGADO FINO

1. Se tomó cierta cantidad de material del PET reciclado molido seco.
2. Se pesó 1007.08 gr. de PET reciclado.
3. Con una serie de tamices se confecciono una escala descendente en aberturas, dichos tamices fueron: N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100, N° 200.
4. Se vertió el material sobre esta serie de tamices, se procedió a pesar y registrar los pesos retenidos en cada uno de los tamices.

PARA EL AGREGADO GRUESO

1. Se tomó cierta cantidad de material y se colocó dentro de una estufa durante 24 horas con lo que se logró el secado del material.
2. Se pesó 2993.35 gr. de agregado grueso.
3. Con una serie de tamices se confecciono una escala descendente en aberturas, dichos tamices fueron: 3", 1 ½", 1", ¾", ½", 3/8", N° 4.

4. Se vierte el material sobre esta serie de tamices, se procedió a pesar y registrar los pesos retenidos en cada uno de los tamices.

5.1.2. Tamaño máximo de los agregados (ASTM C 136 – NTP 400.012):

1. Se tomó cierta cantidad de agregado grueso y se colocó en una serie de tamices en una escala descendente en aberturas, dichos tamices fueron: 3", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", N° 4.
2. Se lo agito a los tamices por un periodo suficiente de 2 minutos hasta que no pase ningún agregado a los demás tamices.
3. fue retenido el agregado grueso en el tamiz de 3/4".
4. Se procedió a pesar y registrar los pesos retenidos en cada uno de los tamices.

5.1.3. Módulo de finura (ASTM C 136 – NTP 400.012):

- **PARA AGREGADO FINO**

$$MF = \frac{\% \text{ ret. Acum malla (N}^\circ 4, \text{N}^\circ 8, \text{N}^\circ 16, \text{N}^\circ 30, \text{N}^\circ 50, \text{N}^\circ 100)}{100}$$

Se consiguió el módulo de finura del agregado fino de: MF= 2.98

- **PARA PET RECICLADO COMO AGREGADO FINO**

$$MF = \frac{\% \text{ ret. Acum malla (N}^\circ 4, \text{N}^\circ 8, \text{N}^\circ 16, \text{N}^\circ 30, \text{N}^\circ 50, \text{N}^\circ 100)}{100}$$

Se consiguió el módulo de finura del PET reciclado como agregado fino de:

MF= 2.95

- **PARA AGREGADO GRUESO**

$$MF = \frac{\% \text{ Ret. Acum. (3, 1 1/2", 1, 3/4", 1/2" y 3/8")}}{100}$$

Se consiguió el módulo de finura del agregado grueso de: MF= 6.99

- El módulo de finura no debe ser menor que 2.3 ni mayor que 3.1

- Los agregados finos cuyos módulos de finura varían entre 2.8 y 3.2 son los más indicados para producir concretos de alta resistencia.

5.1.4. Peso específico y absorción (ASTM C 127 – NTP 400.021):

PARA AGREGADO GRUESO:

FORMULAS A UTILIZAR

- ✓ **Peso Específico de Masa**

$$P_{em} = \frac{A}{B - C}$$

- ✓ **Peso Específico de Masa SSS**

$$P_{emsss} = \frac{B}{B - C}$$

- ✓ **Peso Específico Aparente**

$$P_{eap} = \frac{A}{A - C}$$

- ✓ **Porcentaje de Absorción**

$$Ab\% = \frac{B - A}{A} * 100$$

Dónde:

A = Peso en el aire de muestra secada en la estufa

B = Peso en el aire de la muestra saturada superficialmente seca

C = Peso en el agua de muestra saturada superficialmente seca

EQUIPO Y MATERIALES

- ✓ Balanza
- ✓ Canastilla
- ✓ Horno

PROCEDIMIENTO

1. Se seleccionó una muestra cuarteada seca de (5 Kg aproximadamente), se sumergió esta muestra en agua por 24 horas.
2. Luego se procedió a secar la muestra sobre una superficie ya sea con un secador o de manera natural (con el aire o el sol); moviendo de tal manera que pueda secarse toda la superficie del agregado.
3. A diferencia que el agregado fino ya no se le hace la prueba para ver si la muestra se encuentra en estado de SSS, sino es por simple observación.
4. Después se pesó una determinada cantidad de muestra. Esa muestra vendría a ser el peso al aire en estado de SSS. Para pesar utilizamos una canastilla, previamente pesando ésta para poder restarle su peso.
5. Nuevamente se sumergió la muestra en el agua, obteniendo así el peso de la muestra sumergida SSS.
6. Y por último se colocó la muestra al horno por 24 horas, obteniéndose el peso en el aire de la muestra seca al horno.

PARA AGREGADO FINO

Formulas a utilizar.

✓ **Peso Específico de Masa**

$$P.e.m. = \frac{W_o}{(V - V_a)}$$

✓ **Peso Específico de Masa SSS**

$$P.e.m_{SSS} = \frac{500}{(V - V_a)}$$

✓ **Peso Específico Aparente**

$$P.e.a. = \frac{W_o}{(V - V_a) - (500 - W_o)}$$

✓ **Porcentaje de Absorción**

$$\%Abs = \frac{(500 - W_o)}{W_o}$$

Donde:

V: volumen del frasco usado en el ensayo (V)

W_o: peso en el aire de la muestra secada en la estufa (gr)

(V_a): peso en gramos o volumen en cm³ del agua añadida al frasco

EQUIPO Y MATERIALES:

- ✓ Balanza con sensibilidad
- ✓ Frasco volumétrico (fiola con capacidad de 500 cm³.)
- ✓ Molde cónico, metálico de $\varnothing < 4$ cm y $\varnothing > 8$ cm y con una altura de 9 cm.
- ✓ Varilla de metal con un extremo redondeado
- ✓ Estufa, capaz de mantener una temperatura constante de 110 °C.
- ✓ Probeta o volumenómetro
- ✓ Secadora

PROCEDIMIENTO

1. Por el método del cuarteo se selecciona aproximadamente 1 kg a 2 Kg de agregado, y se seca a 110°C hasta peso constante.
2. Se sumergió la muestra en agua durante 24 horas.
3. Se sacó la muestra del agua y se extiende la muestra sobre una superficie no absorbente exponiéndola al sol y se agita o remueve para seguir el secado uniforme. También se puede ir secando utilizando una secadora de cabello.
4. Se Continuó esta operación hasta que los granos de agregado no se adhieran entre sí marcadamente.
5. Se colocó la muestra en un molde cónico y se consolida con 25 golpes de pisón en 3 capas. En la primera capa 8 golpes, en la segunda también y en la última 9.
6. Si existe humedad libre el cono con A.F mantendrá su forma, siga secando y revolviendo constantemente y pruebe a intervalos hasta que el cono se derrumbe al quitar el molde, esto indica que el agregado a alcanzado la condición saturado superficialmente seco SSS.

7. Se Introdujo 500 gr. de la muestra SSS en una probeta, la cual se agregara previamente 100 cm³ de agua y luego agregar o completar hasta los 500 cm³ indicados en la fiola eliminando las burbujas de aire (agitando la fiola).
8. Se retiró la muestra con cuidado de la probeta y se secó en el horno a 105°C por 24 horas, luego se enfrió la muestra a temperatura constante y se pesó. Siendo este último peso, Wa.

5.1.5. Contenido de humedad (ASTM C 566):

PROCEDIMIENTO:

1. Se colocó la muestra húmeda a ensayar en un depósito adecuado determinándose dicho peso (peso del recipiente + muestra húmeda).
2. Se llevó el recipiente con la muestra húmeda a una estufa, para secarlo durante 24 horas a una temperatura de 110°C ± 5°C.
3. Luego se pesó el recipiente con la muestra seca (peso recipiente + muestra seca) y determinar la cantidad de agua evaporada.

$$H = (\text{Peso recipiente} + M. \text{Húmeda}) - (\text{Peso recipiente} + M. \text{Seca})$$

4. Se determinó luego el peso de la muestra seca.

$$MS = (\text{Peso recipiente} + M. \text{Seca}) - (\text{Peso recipiente})$$

5. Se determinó el contenido de humedad usando la siguiente expresión:

$$\omega\% = \frac{Ph - Ps}{Ps} \times 100$$

Donde:

Ph = Peso húmedo.

Ps = Peso seco.

5.1.6. Peso unitario (ASTM C 29 – NTP 400.017):

PROCEDIMIENTO

Procedimiento para calcular el peso unitario volumétrico suelto

1. Se Pesó el recipiente que vamos a utilizar en el ensayo (W_r).
2. Se tomó la medida de la altura y diámetro del recipiente para calcular el volumen.
3. Se seleccionó el agregado del cual se va a determinar su P.U.V.
4. Se Llenó el recipiente dejando caer el agregado desde una altura no mayor de 5 cm. por encima del borde superior del recipiente.
5. Lográndose determinar el peso de la muestra más el recipiente ($W_m + r$).
6. Se determinó el peso de la muestra y luego calculamos el P.U.V. mediante la fórmula mencionada anteriormente.

Procedimiento para calcular el peso unitario volumétrico compactado

1. Seleccionó el agregado del cual se va a determinar su P.U.V.
2. Se llenó el recipiente hasta la tercera parte dejando caer el agregado desde una altura no mayor de 15 cm. por encima del borde superior del recipiente.
3. Luego se apisonó la muestra con la barra compactadora mediante 25 golpes distribuidos uniformemente sobre la superficie.
4. Se llenó hasta 2/3 partes del recipiente y compactar nuevamente con 25 golpes como antes.
5. Luego se llenó la medida hasta rebosar, golpeándola 25 veces con la barra compactadora (varilla de acero de 16 mm de ancho y 60 cm., de longitud).
6. Se determinó el peso de la muestra compactada más el recipiente (W_m+r).
7. Se determinó el peso de la muestra compactada y luego se calculó el P.U.V. mediante la fórmula mencionada anteriormente.

EQUIPO Y MATERIALES USADOS

- ✓ Balanza, que permitió lecturas de por lo menos 0.1% del peso de la muestra.
- ✓ Barra compactadora de acero, circular, recta, de 5/8" de diámetro y 60 cm. de largo, con un extremo redondeado y un recipiente cilíndrico de metal, suficientemente rígido para condiciones duras de trabajo.
- ✓ Agregado extraído de la cantera.

5.1.7. Resistencia a la abrasión (ASTM C 131– NTP 400.019):

PROCEDIMIENTO:

1. Se Preparó el material de acuerdo a la gradación y determinar el peso inicial.
2. Se pesó 5000 gr. Y se colocó el material en la máquina de los ángeles y programar para 500 revoluciones.
3. Se pesó el material retenido en la malla N° 12 obtenido fue de 3409 gr.
4. Se determinó el porcentaje (%) de abrasión de 31.84%.

5.1.8. Porcentaje de los finos (ASTM C 117– NTP 400.018):

PROCEDIMIENTO

1. Preparó una muestra de 500 gr de agregado fino seco.
2. Luego se sometió a un proceso de agitación y se lavó hasta que el color del agua sea claro y utilizando para ello el tamiz N° 200.
3. Cuando se logró el lavado completo, se sacó cuidadosamente el contenido de dicho tamiz y se lo secó en la estufa.
4. Se calculó la cantidad de material que pasó el tamiz 0.075 mm (N° 200) por lavado, de la siguiente forma:

$$A = \frac{B - C}{C} * 100$$

Dónde:

A = Porcentaje del material fino que pasó por el tamiz N° 200 por lavado.

B = Peso original de la muestra seca, en gramos.

C = Peso de la muestra seca, después que se lavó en gramos.

5.2. Diseño de mezcla.

1. Luego de obtener los resultados de los ensayos de los agregados fino, grueso y del PET, se determinó emplear el método del Comité 211 del ACI.
2. Se determinó una resistencia a compresión de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y la resistencia promedio de $f'c = 294 \text{ kg/cm}^2$.
3. Se determinó el asentamiento del concreto para ser utilizado en columnas siendo una consistencia plástica de 3" a 4".
4. Obtenido el contenido de aire, volumen de agua, relación agua cemento; se determinó los pesos para el agregado fino, agregado grueso, cemento y la cantidad de agua.
5. Luego se calculó la cantidad de PET reciclado empleado como agregado fino respecto al volumen agregado pétreo fino.

5.3. Ensayos para el concreto fresco:

5.3.1. Elaboración de especímenes de concreto para prueba de resistencia a la compresión (ASTM C 31, NTP 339.033):

PROCEDIMIENTO

1. Obtenido los datos en pesos de los materiales a usar para elaborar el concreto se procedió a pesar por separado.
2. Luego se vertió al tronco mezclador que tiene el tambor una inclinación de 15 a 20 grados aproximadamente para su adecuada preparación en un tiempo de 5 a 10 minutos.

5.3.2. Asentamiento (Slump):

PROCEDIMIENTO

1. Luego de preparar el concreto no endurecido se procedió a efectuar el ensayo de consistencia.
2. Se colocó el molde sobre la plancha de apoyo horizontal, ambos limpios y humedecidos solo con agua.

3. Uno se pisó sobre las pisaderas evitando el movimiento del molde durante el llenado.
4. Se llenó el molde en tres capas y se apisona cada capa con 25 golpes de la varilla-pisón distribuidas uniformemente.
5. La capa inferior se llenó hasta aproximadamente 1/3 del volumen total y la capa media hasta aproximadamente 2/3 del volumen total del cono, es importante recalcar que no se debe llenar por alturas, sino por volúmenes.
6. Se logró obtener un asentamiento de 3.5", logrando determinar una consistencia plástica.

5.4. Ensayos para el concreto endurecido:

5.4.1. Resistencia a la compresión ASTM C 39:

1. Se colocó los especímenes de concreto en la maquina axial y se logró determinar las deformaciones y las cargas ultimas de cada una de las probetas.

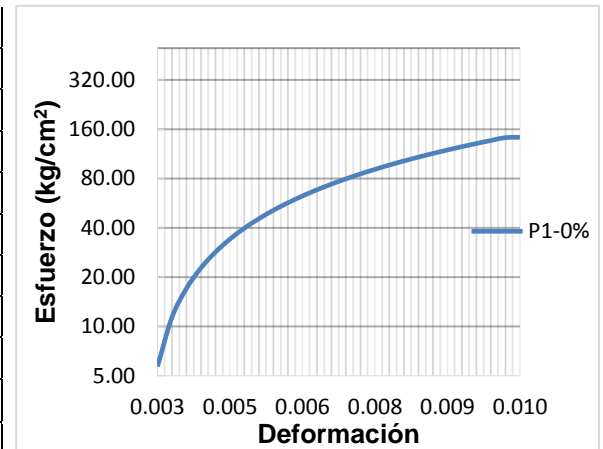
Figura n.º 6. Curva esfuerzo deformación de la probeta 1 a los 7 días (P1-0%).

| P1-0% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACIÓN (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR./H |
| 1000 | 0.99 | 175.77 | 5.69 | 0.003 |
| 2000 | 1.10 | 175.77 | 11.38 | 0.004 |
| 3000 | 1.21 | 175.77 | 17.07 | 0.004 |
| 4000 | 1.32 | 175.77 | 22.76 | 0.004 |
| 5000 | 1.42 | 175.77 | 28.45 | 0.005 |
| 6000 | 1.53 | 175.77 | 34.13 | 0.005 |
| 7000 | 1.60 | 175.77 | 39.82 | 0.005 |
| 8000 | 1.67 | 175.77 | 45.51 | 0.006 |
| 9000 | 1.72 | 175.77 | 51.20 | 0.006 |
| 10000 | 1.83 | 175.77 | 56.89 | 0.006 |
| 11000 | 1.92 | 175.77 | 62.58 | 0.006 |
| 12000 | 2.03 | 175.77 | 68.27 | 0.007 |
| 13000 | 2.13 | 175.77 | 73.96 | 0.007 |
| 14000 | 2.34 | 175.77 | 79.65 | 0.008 |
| 15000 | 2.43 | 175.77 | 85.34 | 0.008 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|------------------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 299.00 | mm |
| Carga Ultima: | 25067 | kg |
| Tiempo: | 3.14 | min |
| Diámetro (D): | 14.96 | cm |
| Área (A): | 175.77 | cm ² |
| f'_c: | 142.61 | kg/cm² |

| | | | | |
|-------|------|--------|--------|-------|
| 16000 | 2.51 | 175.77 | 91.03 | 0.008 |
| 17000 | 2.57 | 175.77 | 96.72 | 0.009 |
| 18000 | 2.60 | 175.77 | 102.40 | 0.009 |
| 19000 | 2.70 | 175.77 | 108.09 | 0.009 |
| 20000 | 2.78 | 175.77 | 113.78 | 0.009 |
| 21000 | 2.82 | 175.77 | 119.47 | 0.009 |
| 22000 | 2.86 | 175.77 | 125.16 | 0.010 |
| 23000 | 2.90 | 175.77 | 130.85 | 0.010 |
| 24000 | 2.96 | 175.77 | 136.54 | 0.010 |
| 25000 | 3.02 | 175.77 | 142.23 | 0.010 |
| 25067 | 3.07 | 175.77 | 142.61 | 0.010 |



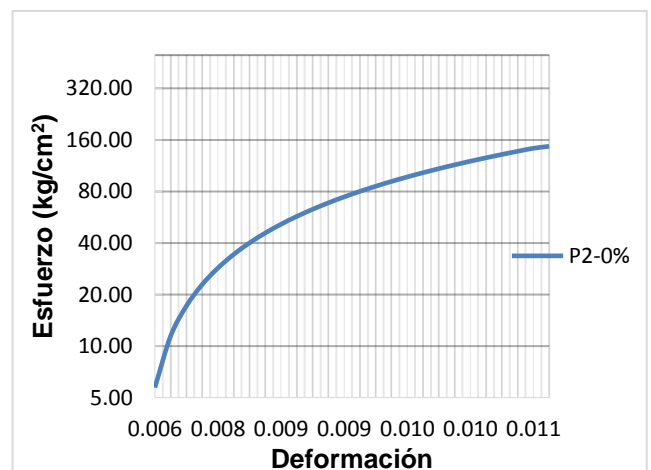
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 7. Curva esfuerzo deformación de la probeta 2 a los 7 días (P2-0%).

| P2-0% | | | | |
|------------|------------------|------------------------|-----------------------------------|------------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm^2) | σ (kg/cm^2) C/A | ϵ^v DEFOR./ H |
| 1000 | 1.91 | 174.95 | 5.72 | 0.006 |
| 2000 | 2.11 | 174.95 | 11.43 | 0.007 |
| 3000 | 2.31 | 174.95 | 17.15 | 0.008 |
| 4000 | 2.40 | 174.95 | 22.86 | 0.008 |
| 5000 | 2.45 | 174.95 | 28.58 | 0.008 |
| 6000 | 2.52 | 174.95 | 34.30 | 0.008 |
| 7000 | 2.56 | 174.95 | 40.01 | 0.009 |
| 8000 | 2.61 | 174.95 | 45.73 | 0.009 |
| 9000 | 2.65 | 174.95 | 51.44 | 0.009 |
| 10000 | 2.70 | 174.95 | 57.16 | 0.009 |
| 11000 | 2.74 | 174.95 | 62.87 | 0.009 |
| 12000 | 2.78 | 174.95 | 68.59 | 0.009 |
| 13000 | 2.82 | 174.95 | 74.31 | 0.009 |
| 14000 | 2.87 | 174.95 | 80.02 | 0.010 |
| 15000 | 2.90 | 174.95 | 85.74 | 0.010 |
| 16000 | 2.95 | 174.95 | 91.45 | 0.010 |
| 17000 | 2.98 | 174.95 | 97.17 | 0.010 |
| 18000 | 3.01 | 174.95 | 102.89 | 0.010 |
| 19000 | 3.04 | 174.95 | 108.60 | 0.010 |
| 20000 | 3.07 | 174.95 | 114.32 | 0.010 |
| 21000 | 3.10 | 174.95 | 120.03 | 0.010 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|---------------|---------------|------------------------------------|
| Altura (H): | 298.00 | mm |
| Carga Ultima: | 25660 | kg |
| Tiempo: | 3.00 | min |
| Diámetro (D): | 14.93 | cm |
| Área (A): | 174.95 | cm^2 |
| f'c: | 146.67 | kg/cm^2 |



| | | | | |
|-------|------|--------|--------|-------|
| 22000 | 3.12 | 174.95 | 125.75 | 0.010 |
| 23000 | 3.15 | 174.95 | 131.46 | 0.011 |
| 24000 | 3.18 | 174.95 | 137.18 | 0.011 |
| 25000 | 3.22 | 174.95 | 142.90 | 0.011 |
| 25660 | 3.28 | 174.95 | 146.67 | 0.011 |

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 8. Curva esfuerzo deformación de la probeta 3 a los 7 días (P3-0%).

| P3-0% | | | | |
|------------|------------------|------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm^2) | σ (kg/cm^2) C/A | ϵ^u DEFOR./H |
| 1000 | 2.01 | 175.89 | 5.69 | 0.007 |
| 2000 | 2.25 | 175.89 | 11.37 | 0.008 |
| 3000 | 2.38 | 175.89 | 17.06 | 0.008 |
| 4000 | 2.46 | 175.89 | 22.74 | 0.008 |
| 5000 | 2.53 | 175.89 | 28.43 | 0.008 |
| 6000 | 2.60 | 175.89 | 34.11 | 0.009 |
| 7000 | 2.65 | 175.89 | 39.80 | 0.009 |
| 8000 | 2.70 | 175.89 | 45.48 | 0.009 |
| 9000 | 2.74 | 175.89 | 51.17 | 0.009 |
| 10000 | 2.80 | 175.89 | 56.85 | 0.009 |
| 11000 | 2.84 | 175.89 | 62.54 | 0.009 |
| 12000 | 2.88 | 175.89 | 68.22 | 0.010 |
| 13000 | 2.92 | 175.89 | 73.91 | 0.010 |
| 14000 | 2.95 | 175.89 | 79.59 | 0.010 |
| 15000 | 3.00 | 175.89 | 85.28 | 0.010 |
| 16000 | 3.04 | 175.89 | 90.97 | 0.010 |
| 17000 | 3.07 | 175.89 | 96.65 | 0.010 |
| 18000 | 3.12 | 175.89 | 102.34 | 0.010 |
| 19000 | 3.15 | 175.89 | 108.02 | 0.011 |
| 20000 | 3.18 | 175.89 | 113.71 | 0.011 |
| 21000 | 3.22 | 175.89 | 119.39 | 0.011 |
| 22000 | 3.26 | 175.89 | 125.08 | 0.011 |
| 23000 | 3.30 | 175.89 | 130.76 | 0.011 |
| 24000 | 3.34 | 175.89 | 136.45 | 0.011 |
| 24316 | 3.39 | 175.89 | 138.24 | 0.011 |

Fuente: Elaboración propia, 2016.

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|---------------|---------------|------------------------------------|
| Altura (H): | 299.00 | mm |
| Carga Ultima: | 24316 | kg |
| Tiempo: | 2.53 | min |
| Diámetro (D): | 14.97 | cm |
| Área (A): | 175.89 | cm^2 |
| f'c: | 138.24 | kg/cm^2 |

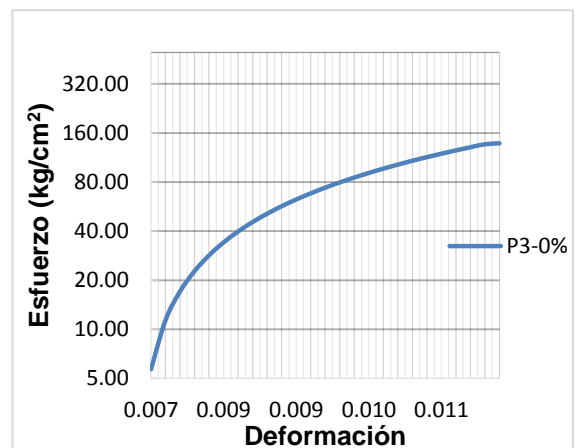
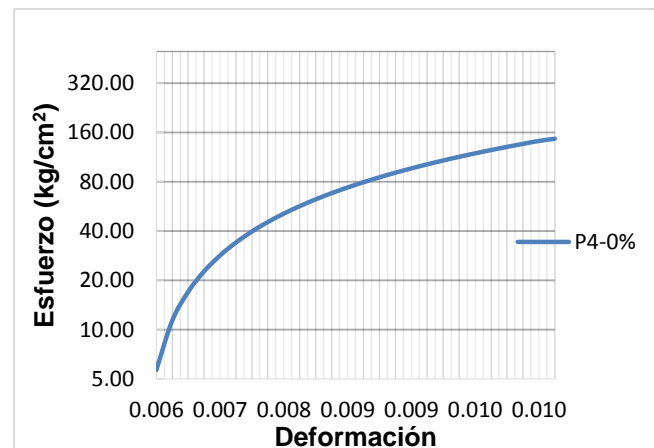


Figura n.º 9. Curva esfuerzo deformación de la probeta 4 a los 7 días (P4-0%).

| P4-0% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR./H |
| 1000 | 1.70 | 176.13 | 5.68 | 0.006 |
| 2000 | 1.92 | 176.13 | 11.36 | 0.006 |
| 3000 | 2.05 | 176.13 | 17.03 | 0.007 |
| 4000 | 2.14 | 176.13 | 22.71 | 0.007 |
| 5000 | 2.20 | 176.13 | 28.39 | 0.007 |
| 6000 | 2.27 | 176.13 | 34.07 | 0.008 |
| 7000 | 2.33 | 176.13 | 39.74 | 0.008 |
| 8000 | 2.37 | 176.13 | 45.42 | 0.008 |
| 9000 | 2.41 | 176.13 | 51.10 | 0.008 |
| 10000 | 2.45 | 176.13 | 56.78 | 0.008 |
| 11000 | 2.48 | 176.13 | 62.46 | 0.008 |
| 12000 | 2.52 | 176.13 | 68.13 | 0.008 |
| 13000 | 2.55 | 176.13 | 73.81 | 0.009 |
| 14000 | 2.58 | 176.13 | 79.49 | 0.009 |
| 15000 | 2.61 | 176.13 | 85.17 | 0.009 |
| 16000 | 2.65 | 176.13 | 90.84 | 0.009 |
| 17000 | 2.68 | 176.13 | 96.52 | 0.009 |
| 18000 | 2.74 | 176.13 | 102.20 | 0.009 |
| 19000 | 2.78 | 176.13 | 107.88 | 0.009 |
| 20000 | 2.82 | 176.13 | 113.56 | 0.009 |
| 21000 | 2.86 | 176.13 | 119.23 | 0.010 |
| 22000 | 2.90 | 176.13 | 124.91 | 0.010 |
| 23000 | 2.94 | 176.13 | 130.59 | 0.010 |
| 24000 | 2.98 | 176.13 | 136.27 | 0.010 |
| 25000 | 3.02 | 176.13 | 141.94 | 0.010 |
| 25778 | 3.07 | 176.13 | 146.36 | 0.010 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|------------------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 299.00 | mm |
| Carga Ultima: | 25778 | kg |
| Tiempo: | 3.55 | min |
| Diámetro (D): | 14.98 | cm |
| Área (A): | 176.13 | cm ² |
| f'_c: | 146.36 | kg/cm² |



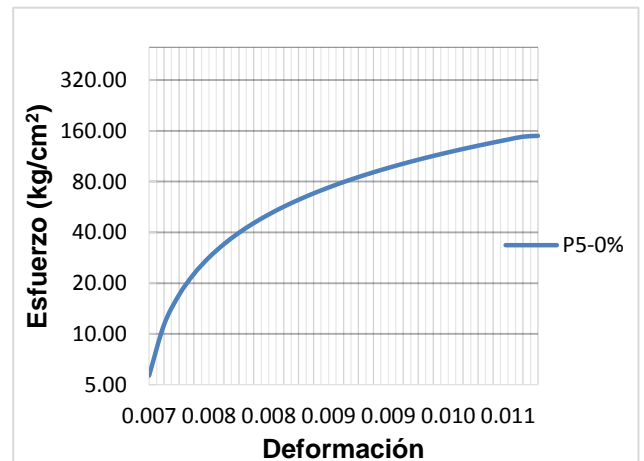
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 10. Curva esfuerzo deformación de la probeta 5 a los 7 días (P5-0%).

| P5-0% | | | | |
|------------|------------------|------------------------|-----------------------------------|------------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm^2) | σ (kg/cm^2) C/A | ϵ^u DEFOR./ H |
| 1000 | 2.05 | 176.24 | 5.67 | 0.007 |
| 2000 | 2.14 | 176.24 | 11.35 | 0.007 |
| 3000 | 2.20 | 176.24 | 17.02 | 0.007 |
| 4000 | 2.27 | 176.24 | 22.70 | 0.008 |
| 5000 | 2.33 | 176.24 | 28.37 | 0.008 |
| 6000 | 2.37 | 176.24 | 34.04 | 0.008 |
| 7000 | 2.41 | 176.24 | 39.72 | 0.008 |
| 8000 | 2.45 | 176.24 | 45.39 | 0.008 |
| 9000 | 2.48 | 176.24 | 51.07 | 0.008 |
| 10000 | 2.52 | 176.24 | 56.74 | 0.008 |
| 11000 | 2.55 | 176.24 | 62.41 | 0.009 |
| 12000 | 2.61 | 176.24 | 68.09 | 0.009 |
| 13000 | 2.65 | 176.24 | 73.76 | 0.009 |
| 14000 | 2.68 | 176.24 | 79.44 | 0.009 |
| 15000 | 2.74 | 176.24 | 85.11 | 0.009 |
| 16000 | 2.78 | 176.24 | 90.78 | 0.009 |
| 17000 | 2.82 | 176.24 | 96.46 | 0.009 |
| 18000 | 2.86 | 176.24 | 102.13 | 0.010 |
| 19000 | 2.90 | 176.24 | 107.81 | 0.010 |
| 20000 | 2.94 | 176.24 | 113.48 | 0.010 |
| 21000 | 2.98 | 176.24 | 119.15 | 0.010 |
| 22000 | 3.02 | 176.24 | 124.83 | 0.010 |
| 23000 | 3.10 | 176.24 | 130.50 | 0.010 |
| 24000 | 3.14 | 176.24 | 136.18 | 0.011 |
| 25000 | 3.18 | 176.24 | 141.85 | 0.011 |
| 26000 | 3.21 | 176.24 | 147.52 | 0.011 |
| 26312 | 3.25 | 176.24 | 149.29 | 0.011 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|---------------|---------------|------------------------------------|
| Altura (H): | 298.00 | mm |
| Carga Ultima: | 26312 | kg |
| Tiempo: | 3.18 | min |
| Diámetro (D): | 14.98 | cm |
| Área (A): | 176.24 | cm^2 |
| f'c: | 149.29 | kg/cm^2 |



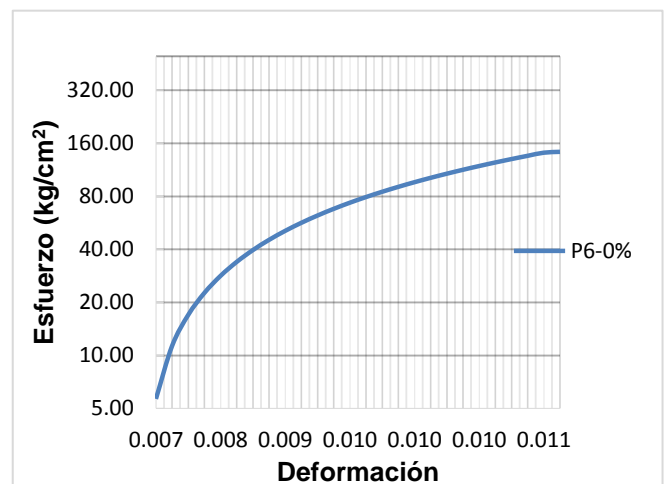
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 11. Curva esfuerzo deformación de la probeta 6 a los 7 días (P6-0%).

| P6-0% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|------------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR./ H |
| 1000 | 1.98 | 176.60 | 5.66 | 0.007 |
| 2000 | 2.12 | 176.60 | 11.33 | 0.007 |
| 3000 | 2.31 | 176.60 | 16.99 | 0.008 |
| 4000 | 2.42 | 176.60 | 22.65 | 0.008 |
| 5000 | 2.52 | 176.60 | 28.31 | 0.008 |
| 6000 | 2.56 | 176.60 | 33.98 | 0.009 |
| 7000 | 2.61 | 176.60 | 39.64 | 0.009 |
| 8000 | 2.65 | 176.60 | 45.30 | 0.009 |
| 9000 | 2.70 | 176.60 | 50.96 | 0.009 |
| 10000 | 2.74 | 176.60 | 56.63 | 0.009 |
| 11000 | 2.78 | 176.60 | 62.29 | 0.009 |
| 12000 | 2.82 | 176.60 | 67.95 | 0.009 |
| 13000 | 2.87 | 176.60 | 73.61 | 0.010 |
| 14000 | 2.90 | 176.60 | 79.28 | 0.010 |
| 15000 | 2.95 | 176.60 | 84.94 | 0.010 |
| 16000 | 2.98 | 176.60 | 90.60 | 0.010 |
| 17000 | 3.01 | 176.60 | 96.26 | 0.010 |
| 18000 | 3.04 | 176.60 | 101.93 | 0.010 |
| 19000 | 3.07 | 176.60 | 107.59 | 0.010 |
| 20000 | 3.10 | 176.60 | 113.25 | 0.010 |
| 21000 | 3.13 | 176.60 | 118.91 | 0.010 |
| 22000 | 3.16 | 176.60 | 124.58 | 0.011 |
| 23000 | 3.19 | 176.60 | 130.24 | 0.011 |
| 24000 | 3.22 | 176.60 | 135.90 | 0.011 |
| 25000 | 3.25 | 176.60 | 141.57 | 0.011 |
| 25275 | 3.28 | 176.60 | 143.12 | 0.011 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | |
|---------------|---------------------------------|
| Altura (H): | 298.50 mm |
| Carga Ultima: | 25275 kg |
| Tiempo: | 3.26 min |
| Diámetro (D): | 15.00 cm |
| Área (A): | 176.60 cm ² |
| f'c: | 143.12 kg/cm² |



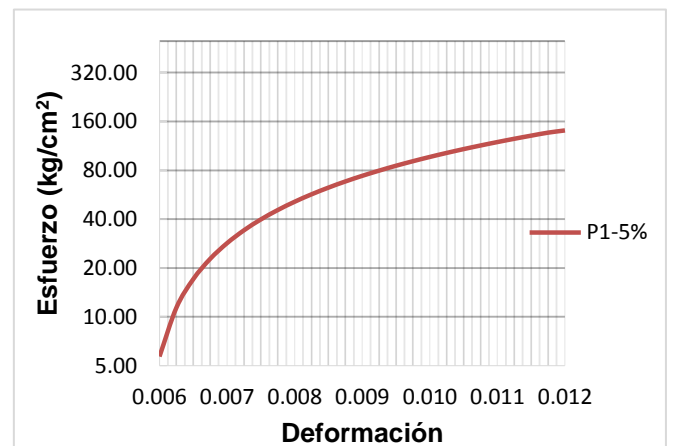
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 12. Curva esfuerzo deformación de la probeta 1 a los 7 días (P1-5%).

| P1-5% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR .H |
| 1000 | 1.67 | 175.77 | 5.69 | 0.006 |
| 2000 | 1.76 | 175.77 | 11.38 | 0.006 |
| 3000 | 1.85 | 175.77 | 17.07 | 0.006 |
| 4000 | 1.97 | 175.77 | 22.76 | 0.007 |
| 5000 | 2.05 | 175.77 | 28.45 | 0.007 |
| 6000 | 2.16 | 175.77 | 34.13 | 0.007 |
| 7000 | 2.24 | 175.77 | 39.82 | 0.007 |
| 8000 | 2.34 | 175.77 | 45.51 | 0.008 |
| 9000 | 2.43 | 175.77 | 51.20 | 0.008 |
| 10000 | 2.51 | 175.77 | 56.89 | 0.008 |
| 11000 | 2.60 | 175.77 | 62.58 | 0.009 |
| 12000 | 2.68 | 175.77 | 68.27 | 0.009 |
| 13000 | 2.75 | 175.77 | 73.96 | 0.009 |
| 14000 | 2.83 | 175.77 | 79.65 | 0.009 |
| 15000 | 2.95 | 175.77 | 85.34 | 0.010 |
| 16000 | 3.02 | 175.77 | 91.03 | 0.010 |
| 17000 | 3.08 | 175.77 | 96.72 | 0.010 |
| 18000 | 3.14 | 175.77 | 102.40 | 0.011 |
| 19000 | 3.19 | 175.77 | 108.09 | 0.011 |
| 20000 | 3.24 | 175.77 | 113.78 | 0.011 |
| 21000 | 3.31 | 175.77 | 119.47 | 0.011 |
| 22000 | 3.38 | 175.77 | 125.16 | 0.011 |
| 23000 | 3.45 | 175.77 | 130.85 | 0.012 |
| 24000 | 3.50 | 175.77 | 136.54 | 0.012 |
| 24767 | 3.53 | 175.77 | 140.90 | 0.012 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|------------------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 299.00 | mm |
| Carga Ultima: | 24767 | kg |
| Tiempo: | 3.14 | min |
| Diámetro (D): | 14.96 | cm |
| Área (A): | 175.77 | cm ² |
| f'_c: | 140.90 | kg/cm² |



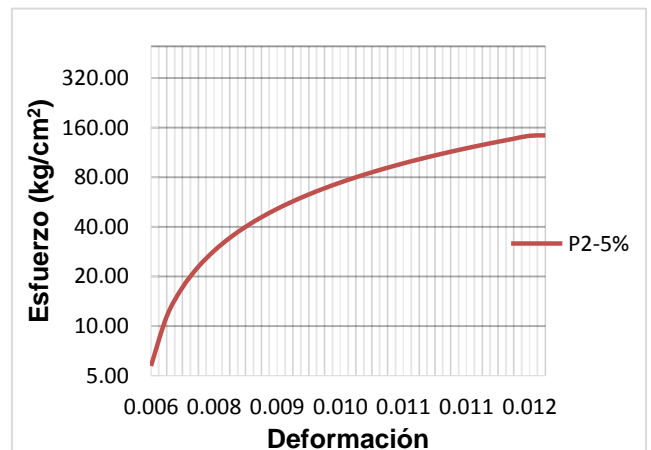
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 13. Curva esfuerzo deformación de la probeta 2 a los 7 días (P2-5%).

| P2-5% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR./H |
| 1000 | 1.69 | 174.95 | 5.72 | 0.006 |
| 2000 | 1.91 | 174.95 | 11.43 | 0.006 |
| 3000 | 2.13 | 174.95 | 17.15 | 0.007 |
| 4000 | 2.24 | 174.95 | 22.86 | 0.008 |
| 5000 | 2.31 | 174.95 | 28.58 | 0.008 |
| 6000 | 2.40 | 174.95 | 34.30 | 0.008 |
| 7000 | 2.46 | 174.95 | 40.01 | 0.008 |
| 8000 | 2.55 | 174.95 | 45.73 | 0.009 |
| 9000 | 2.61 | 174.95 | 51.44 | 0.009 |
| 10000 | 2.74 | 174.95 | 57.16 | 0.009 |
| 11000 | 2.80 | 174.95 | 62.87 | 0.009 |
| 12000 | 2.86 | 174.95 | 68.59 | 0.010 |
| 13000 | 2.92 | 174.95 | 74.31 | 0.010 |
| 14000 | 2.99 | 174.95 | 80.02 | 0.010 |
| 15000 | 3.04 | 174.95 | 85.74 | 0.010 |
| 16000 | 3.11 | 174.95 | 91.45 | 0.010 |
| 17000 | 3.16 | 174.95 | 97.17 | 0.011 |
| 18000 | 3.21 | 174.95 | 102.89 | 0.011 |
| 19000 | 3.29 | 174.95 | 108.60 | 0.011 |
| 20000 | 3.34 | 174.95 | 114.32 | 0.011 |
| 21000 | 3.37 | 174.95 | 120.03 | 0.011 |
| 22000 | 3.42 | 174.95 | 125.75 | 0.011 |
| 23000 | 3.48 | 174.95 | 131.46 | 0.012 |
| 24000 | 3.53 | 174.95 | 137.18 | 0.012 |
| 25000 | 3.59 | 174.95 | 142.90 | 0.012 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|------------------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 298.00 | mm |
| Carga Ultima: | 25144 | kg |
| Tiempo: | 4.20 | min |
| Diámetro (D): | 14.93 | cm |
| Área (A): | 174.95 | cm ² |
| f'_c: | 143.72 | kg/cm² |



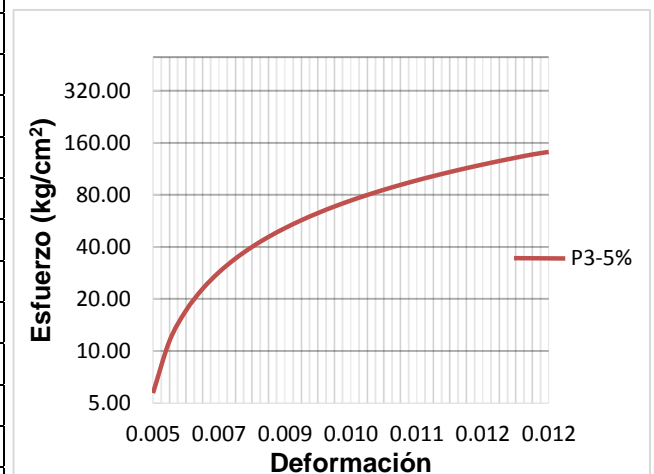
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 14. Curva esfuerzo deformación de la probeta 3 a los 7 días (P3-5%).

| P3-5% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR .H |
| 1000 | 1.47 | 175.30 | 5.70 | 0.005 |
| 2000 | 1.73 | 175.30 | 11.41 | 0.006 |
| 3000 | 1.97 | 175.30 | 17.11 | 0.007 |
| 4000 | 2.10 | 175.30 | 22.82 | 0.007 |
| 5000 | 2.19 | 175.30 | 28.52 | 0.007 |
| 6000 | 2.30 | 175.30 | 34.23 | 0.008 |
| 7000 | 2.38 | 175.30 | 39.93 | 0.008 |
| 8000 | 2.49 | 175.30 | 45.64 | 0.008 |
| 9000 | 2.57 | 175.30 | 51.34 | 0.009 |
| 10000 | 2.72 | 175.30 | 57.04 | 0.009 |
| 11000 | 2.80 | 175.30 | 62.75 | 0.009 |
| 12000 | 2.88 | 175.30 | 68.45 | 0.010 |
| 13000 | 2.96 | 175.30 | 74.16 | 0.010 |
| 14000 | 3.05 | 175.30 | 79.86 | 0.010 |
| 15000 | 3.12 | 175.30 | 85.57 | 0.010 |
| 16000 | 3.21 | 175.30 | 91.27 | 0.011 |
| 17000 | 3.28 | 175.30 | 96.97 | 0.011 |
| 18000 | 3.35 | 175.30 | 102.68 | 0.011 |
| 19000 | 3.41 | 175.30 | 108.38 | 0.011 |
| 20000 | 3.44 | 175.30 | 114.09 | 0.012 |
| 21000 | 3.49 | 175.30 | 119.79 | 0.012 |
| 22000 | 3.53 | 175.30 | 125.50 | 0.012 |
| 23000 | 3.58 | 175.30 | 131.20 | 0.012 |
| 24000 | 3.61 | 175.30 | 136.91 | 0.012 |
| 24843 | 3.64 | 175.30 | 141.71 | 0.012 |

DATOS:

| | | |
|------------------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 299.00 | mm |
| Carga Ultima: | 24843 | kg |
| Tiempo: | 3.57 | min |
| Diámetro (D): | 14.94 | cm |
| Área (A): | 175.30 | cm ² |
| f'_c: | 141.71 | kg/cm² |



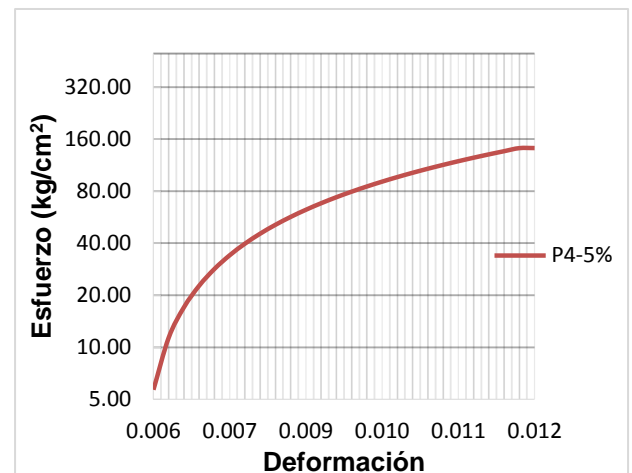
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 15. Curva esfuerzo deformación de la probeta 4 a los 7 días (P4-5%).

| P4-5% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR./H |
| 1000 | 1.67 | 176.13 | 5.68 | 0.006 |
| 2000 | 1.79 | 176.13 | 11.36 | 0.006 |
| 3000 | 1.85 | 176.13 | 17.03 | 0.006 |
| 4000 | 2.00 | 176.13 | 22.71 | 0.007 |
| 5000 | 2.05 | 176.13 | 28.39 | 0.007 |
| 6000 | 2.19 | 176.13 | 34.07 | 0.007 |
| 7000 | 2.24 | 176.13 | 39.74 | 0.007 |
| 8000 | 2.37 | 176.13 | 45.42 | 0.008 |
| 9000 | 2.43 | 176.13 | 51.10 | 0.008 |
| 10000 | 2.54 | 176.13 | 56.78 | 0.008 |
| 11000 | 2.60 | 176.13 | 62.46 | 0.009 |
| 12000 | 2.71 | 176.13 | 68.13 | 0.009 |
| 13000 | 2.75 | 176.13 | 73.81 | 0.009 |
| 14000 | 2.86 | 176.13 | 79.49 | 0.010 |
| 15000 | 2.95 | 176.13 | 85.17 | 0.010 |
| 16000 | 3.05 | 176.13 | 90.84 | 0.010 |
| 17000 | 3.08 | 176.13 | 96.52 | 0.010 |
| 18000 | 3.14 | 176.13 | 102.20 | 0.011 |
| 19000 | 3.19 | 176.13 | 107.88 | 0.011 |
| 20000 | 3.25 | 176.13 | 113.56 | 0.011 |
| 21000 | 3.33 | 176.13 | 119.23 | 0.011 |
| 22000 | 3.39 | 176.13 | 124.91 | 0.011 |
| 23000 | 3.43 | 176.13 | 130.59 | 0.011 |
| 24000 | 3.48 | 176.13 | 136.27 | 0.012 |
| 25000 | 3.54 | 176.13 | 141.94 | 0.012 |
| 25025 | 3.57 | 176.13 | 142.09 | 0.012 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|------------------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 298.00 | mm |
| Carga Ultima: | 25025 | kg |
| Tiempo: | 4.32 | min |
| Diámetro (D): | 14.98 | cm |
| Área (A): | 176.13 | cm ² |
| f'_c: | 142.09 | kg/cm² |



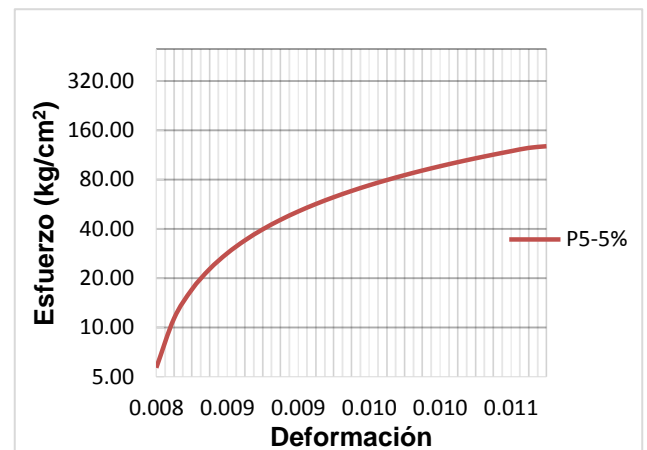
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 16. Curva esfuerzo deformación de la probeta 5 a los 7 días (P5-5%).

| P5-5% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|------------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR./ H |
| 1000 | 2.45 | 176.24 | 5.67 | 0.008 |
| 2000 | 2.52 | 176.24 | 11.35 | 0.008 |
| 3000 | 2.56 | 176.24 | 17.02 | 0.009 |
| 4000 | 2.61 | 176.24 | 22.70 | 0.009 |
| 5000 | 2.65 | 176.24 | 28.37 | 0.009 |
| 6000 | 2.70 | 176.24 | 34.04 | 0.009 |
| 7000 | 2.74 | 176.24 | 39.72 | 0.009 |
| 8000 | 2.78 | 176.24 | 45.39 | 0.009 |
| 9000 | 2.82 | 176.24 | 51.07 | 0.009 |
| 10000 | 2.87 | 176.24 | 56.74 | 0.010 |
| 11000 | 2.90 | 176.24 | 62.41 | 0.010 |
| 12000 | 2.95 | 176.24 | 68.09 | 0.010 |
| 13000 | 2.98 | 176.24 | 73.76 | 0.010 |
| 14000 | 3.01 | 176.24 | 79.44 | 0.010 |
| 15000 | 3.04 | 176.24 | 85.11 | 0.010 |
| 16000 | 3.07 | 176.24 | 90.78 | 0.010 |
| 17000 | 3.10 | 176.24 | 96.46 | 0.010 |
| 18000 | 3.13 | 176.24 | 102.13 | 0.010 |
| 19000 | 3.16 | 176.24 | 107.81 | 0.011 |
| 20000 | 3.19 | 176.24 | 113.48 | 0.011 |
| 21000 | 3.22 | 176.24 | 119.15 | 0.011 |
| 22000 | 3.25 | 176.24 | 124.83 | 0.011 |
| 22516 | 3.31 | 176.24 | 127.75 | 0.011 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|---------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 297.00 | mm |
| Carga Ultima: | 22516 | kg |
| Tiempo: | 4.09 | min |
| Diámetro (D): | 14.98 | cm |
| Área (A): | 176.24 | cm ² |
| f'c: | 127.75 | kg/cm² |



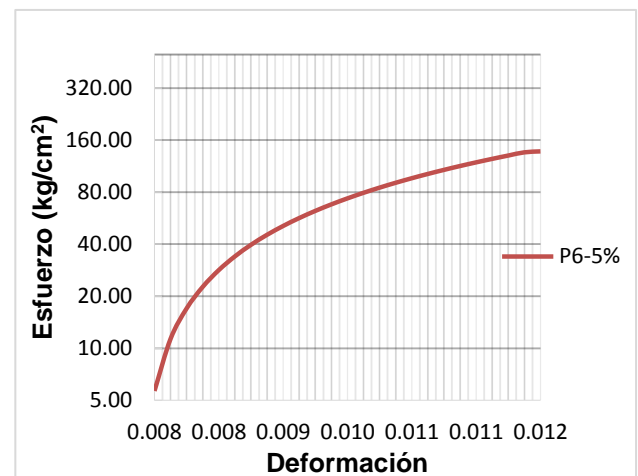
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 17. Curva esfuerzo deformación de la probeta 6 a los 7 días (P6-5%).

| P6-5% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|------------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR./ H |
| 1000 | 2.25 | 176.60 | 5.66 | 0.008 |
| 2000 | 2.35 | 176.60 | 11.33 | 0.008 |
| 3000 | 2.40 | 176.60 | 16.99 | 0.008 |
| 4000 | 2.47 | 176.60 | 22.65 | 0.008 |
| 5000 | 2.53 | 176.60 | 28.31 | 0.008 |
| 6000 | 2.60 | 176.60 | 33.98 | 0.009 |
| 7000 | 2.66 | 176.60 | 39.64 | 0.009 |
| 8000 | 2.72 | 176.60 | 45.30 | 0.009 |
| 9000 | 2.78 | 176.60 | 50.96 | 0.009 |
| 10000 | 2.85 | 176.60 | 56.63 | 0.010 |
| 11000 | 2.90 | 176.60 | 62.29 | 0.010 |
| 12000 | 2.97 | 176.60 | 67.95 | 0.010 |
| 13000 | 3.02 | 176.60 | 73.61 | 0.010 |
| 14000 | 3.07 | 176.60 | 79.28 | 0.010 |
| 15000 | 3.12 | 176.60 | 84.94 | 0.010 |
| 16000 | 3.17 | 176.60 | 90.60 | 0.011 |
| 17000 | 3.22 | 176.60 | 96.26 | 0.011 |
| 18000 | 3.26 | 176.60 | 101.93 | 0.011 |
| 19000 | 3.31 | 176.60 | 107.59 | 0.011 |
| 20000 | 3.36 | 176.60 | 113.25 | 0.011 |
| 21000 | 3.42 | 176.60 | 118.91 | 0.011 |
| 22000 | 3.47 | 176.60 | 124.58 | 0.012 |
| 23000 | 3.50 | 176.60 | 130.24 | 0.012 |
| 24000 | 3.54 | 176.60 | 135.90 | 0.012 |
| 24312 | 3.57 | 176.60 | 137.67 | 0.012 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|------------------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 299.90 | mm |
| Carga Ultima: | 24312 | kg |
| Tiempo: | 3.54 | min |
| Diámetro (D): | 15.00 | cm |
| Área (A): | 176.60 | cm ² |
| f'_c: | 137.67 | kg/cm² |



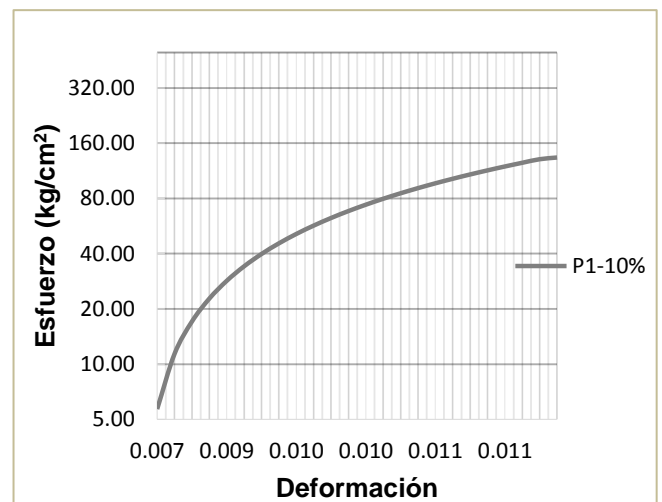
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 18. Curva esfuerzo deformación de la probeta 1 a los 7 días (P1-10%).

| P1-10% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR .H |
| 1000 | 2.12 | 175.77 | 5.69 | 0.007 |
| 2000 | 2.34 | 175.77 | 11.38 | 0.008 |
| 3000 | 2.46 | 175.77 | 17.07 | 0.008 |
| 4000 | 2.52 | 175.77 | 22.76 | 0.008 |
| 5000 | 2.63 | 175.77 | 28.45 | 0.009 |
| 6000 | 2.70 | 175.77 | 34.13 | 0.009 |
| 7000 | 2.76 | 175.77 | 39.82 | 0.009 |
| 8000 | 2.82 | 175.77 | 45.51 | 0.009 |
| 9000 | 2.86 | 175.77 | 51.20 | 0.010 |
| 10000 | 2.93 | 175.77 | 56.89 | 0.010 |
| 11000 | 2.97 | 175.77 | 62.58 | 0.010 |
| 12000 | 3.01 | 175.77 | 68.27 | 0.010 |
| 13000 | 3.07 | 175.77 | 73.96 | 0.010 |
| 14000 | 3.12 | 175.77 | 79.65 | 0.010 |
| 15000 | 3.17 | 175.77 | 85.34 | 0.011 |
| 16000 | 3.22 | 175.77 | 91.03 | 0.011 |
| 17000 | 3.26 | 175.77 | 96.72 | 0.011 |
| 18000 | 3.30 | 175.77 | 102.40 | 0.011 |
| 19000 | 3.34 | 175.77 | 108.09 | 0.011 |
| 20000 | 3.37 | 175.77 | 113.78 | 0.011 |
| 21000 | 3.42 | 175.77 | 119.47 | 0.011 |
| 22000 | 3.46 | 175.77 | 125.16 | 0.012 |
| 23000 | 3.50 | 175.77 | 130.85 | 0.012 |
| 23496 | 3.53 | 175.77 | 133.67 | 0.012 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|------------------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 299.00 | mm |
| Carga Ultima: | 23496 | kg |
| Tiempo: | 3.14 | min |
| Diámetro (D): | 14.96 | cm |
| Área (A): | 175.77 | cm ² |
| f'_c: | 133.67 | kg/cm² |



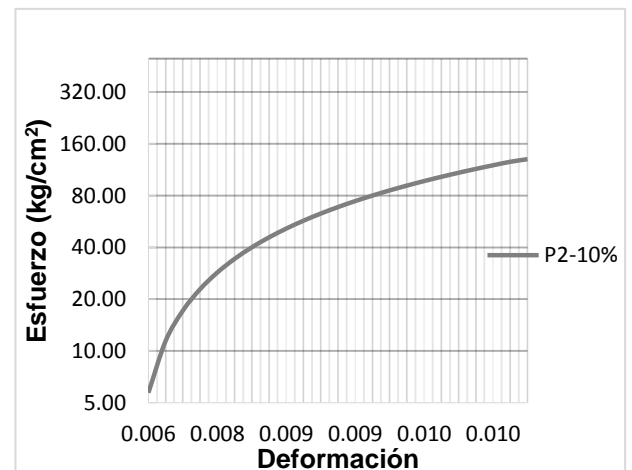
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 19. Curva esfuerzo deformación de la probeta 2 a los 7 días (P2-10%).

| P2-10% | | | | |
|------------|------------------|------------------------|-----------------------------------|------------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm^2) | σ (kg/cm^2) C/A | ϵ^u DEFOR./ H |
| 1000 | 1.91 | 174.95 | 5.72 | 0.006 |
| 2000 | 2.11 | 174.95 | 11.43 | 0.007 |
| 3000 | 2.31 | 174.95 | 17.15 | 0.008 |
| 4000 | 2.40 | 174.95 | 22.86 | 0.008 |
| 5000 | 2.45 | 174.95 | 28.58 | 0.008 |
| 6000 | 2.52 | 174.95 | 34.30 | 0.008 |
| 7000 | 2.56 | 174.95 | 40.01 | 0.009 |
| 8000 | 2.61 | 174.95 | 45.73 | 0.009 |
| 9000 | 2.65 | 174.95 | 51.44 | 0.009 |
| 10000 | 2.70 | 174.95 | 57.16 | 0.009 |
| 11000 | 2.74 | 174.95 | 62.87 | 0.009 |
| 12000 | 2.78 | 174.95 | 68.59 | 0.009 |
| 13000 | 2.82 | 174.95 | 74.31 | 0.009 |
| 14000 | 2.87 | 174.95 | 80.02 | 0.010 |
| 15000 | 2.90 | 174.95 | 85.74 | 0.010 |
| 16000 | 2.95 | 174.95 | 91.45 | 0.010 |
| 17000 | 2.98 | 174.95 | 97.17 | 0.010 |
| 18000 | 3.01 | 174.95 | 102.89 | 0.010 |
| 19000 | 3.04 | 174.95 | 108.60 | 0.010 |
| 20000 | 3.07 | 174.95 | 114.32 | 0.010 |
| 21000 | 3.10 | 174.95 | 120.03 | 0.010 |
| 22000 | 3.12 | 174.95 | 125.75 | 0.010 |
| 22784 | 3.14 | 174.95 | 130.23 | 0.011 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|------------------------|---------------|------------------------------------|
| Altura (H): | 298.00 | mm |
| Carga Ultima: | 22784 | kg |
| Tiempo: | 4.20 | min |
| Diámetro (D): | 14.93 | cm |
| Área (A): | 174.95 | cm^2 |
| f'_c: | 130.23 | kg/cm^2 |



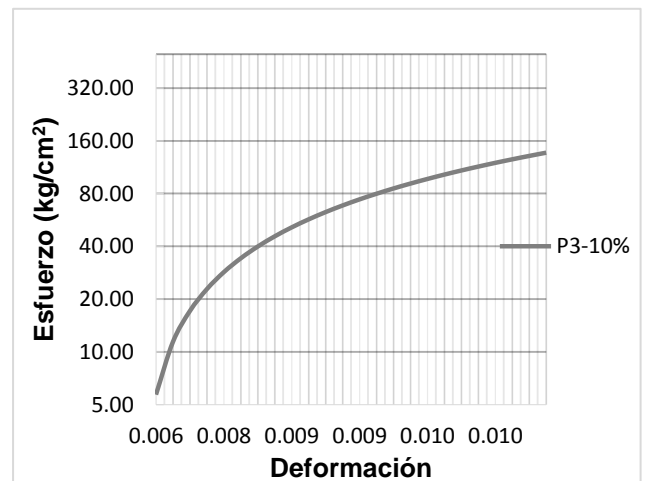
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 20. Curva esfuerzo deformación de la probeta 3 a los 7 días (P3-10%).

| P3-10% | | | | |
|------------|------------------|------------------------|-----------------------------------|------------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm^2) | σ (kg/cm^2) C/A | ϵ^u DEFOR./ H |
| 1000 | 1.88 | 175.30 | 5.70 | 0.006 |
| 2000 | 2.12 | 175.30 | 11.41 | 0.007 |
| 3000 | 2.25 | 175.30 | 17.11 | 0.008 |
| 4000 | 2.33 | 175.30 | 22.82 | 0.008 |
| 5000 | 2.40 | 175.30 | 28.52 | 0.008 |
| 6000 | 2.47 | 175.30 | 34.23 | 0.008 |
| 7000 | 2.52 | 175.30 | 39.93 | 0.008 |
| 8000 | 2.57 | 175.30 | 45.64 | 0.009 |
| 9000 | 2.61 | 175.30 | 51.34 | 0.009 |
| 10000 | 2.67 | 175.30 | 57.04 | 0.009 |
| 11000 | 2.71 | 175.30 | 62.75 | 0.009 |
| 12000 | 2.75 | 175.30 | 68.45 | 0.009 |
| 13000 | 2.79 | 175.30 | 74.16 | 0.009 |
| 14000 | 2.82 | 175.30 | 79.86 | 0.009 |
| 15000 | 2.87 | 175.30 | 85.57 | 0.010 |
| 16000 | 2.91 | 175.30 | 91.27 | 0.010 |
| 17000 | 2.94 | 175.30 | 96.97 | 0.010 |
| 18000 | 2.99 | 175.30 | 102.68 | 0.010 |
| 19000 | 3.02 | 175.30 | 108.38 | 0.010 |
| 20000 | 3.05 | 175.30 | 114.09 | 0.010 |
| 21000 | 3.09 | 175.30 | 119.79 | 0.010 |
| 22000 | 3.13 | 175.30 | 125.50 | 0.010 |
| 23000 | 3.18 | 175.30 | 131.20 | 0.011 |
| 23998 | 3.23 | 175.30 | 136.89 | 0.011 |

DATOS:

| | | |
|---------------|---------------|------------------------------------|
| Altura (H): | 299.00 | mm |
| Carga Ultima: | 23998 | kg |
| Tiempo: | 3.57 | min |
| Diámetro (D): | 14.94 | cm |
| Área (A): | 175.30 | cm^2 |
| f'c: | 136.89 | kg/cm^2 |



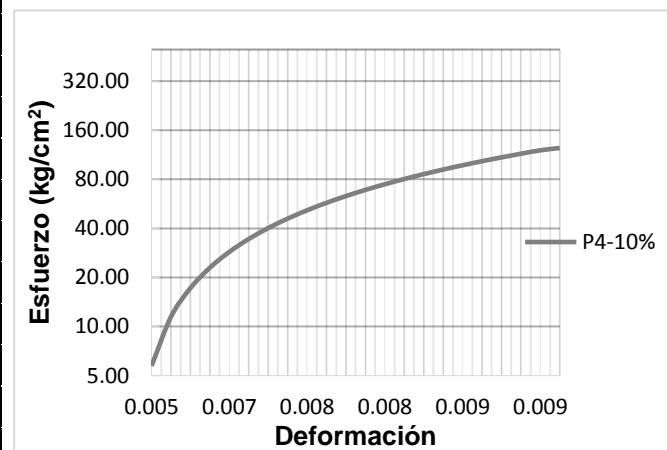
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 21. Curva esfuerzo deformación de la probeta 4 a los 7 días (P4-10%).

| P4-10% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR./H |
| 1000 | 1.50 | 174.32 | 5.74 | 0.005 |
| 2000 | 1.70 | 174.32 | 11.47 | 0.006 |
| 3000 | 1.85 | 174.32 | 17.21 | 0.006 |
| 4000 | 2.00 | 174.32 | 22.95 | 0.007 |
| 5000 | 2.15 | 174.32 | 28.68 | 0.007 |
| 6000 | 2.23 | 174.32 | 34.42 | 0.007 |
| 7000 | 2.27 | 174.32 | 40.16 | 0.008 |
| 8000 | 2.30 | 174.32 | 45.89 | 0.008 |
| 9000 | 2.33 | 174.32 | 51.63 | 0.008 |
| 10000 | 2.36 | 174.32 | 57.37 | 0.008 |
| 11000 | 2.40 | 174.32 | 63.10 | 0.008 |
| 12000 | 2.43 | 174.32 | 68.84 | 0.008 |
| 13000 | 2.49 | 174.32 | 74.58 | 0.008 |
| 14000 | 2.53 | 174.32 | 80.31 | 0.008 |
| 15000 | 2.57 | 174.32 | 86.05 | 0.009 |
| 16000 | 2.61 | 174.32 | 91.79 | 0.009 |
| 17000 | 2.65 | 174.32 | 97.52 | 0.009 |
| 18000 | 2.69 | 174.32 | 103.26 | 0.009 |
| 19000 | 2.73 | 174.32 | 109.00 | 0.009 |
| 20000 | 2.77 | 174.32 | 114.73 | 0.009 |
| 21000 | 2.81 | 174.32 | 120.47 | 0.009 |
| 21698 | 2.85 | 174.32 | 124.47 | 0.010 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|------------------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 298.00 | mm |
| Carga Ultima: | 21698 | kg |
| Tiempo: | 4.32 | min |
| Diámetro (D): | 14.90 | cm |
| Área (A): | 174.32 | cm ² |
| f'_c: | 124.47 | kg/cm² |



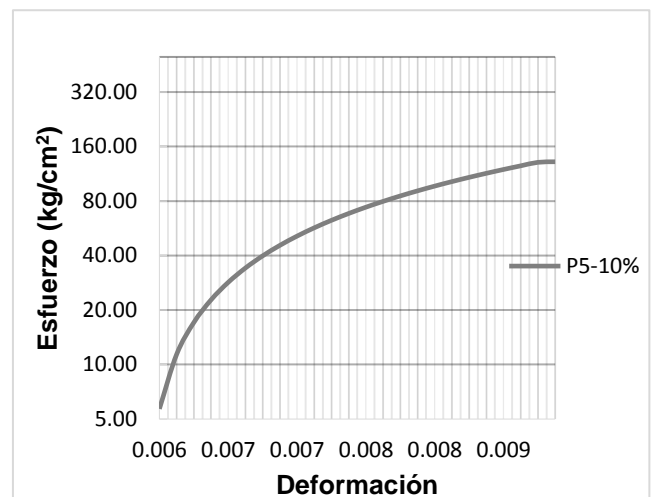
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 22. Curva esfuerzo deformación de la probeta 5 a los 7 días (P5-10%).

| P5-10% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR .H |
| 1000 | 1.82 | 175.71 | 5.69 | 0.006 |
| 2000 | 1.89 | 175.71 | 11.38 | 0.006 |
| 3000 | 1.93 | 175.71 | 17.07 | 0.006 |
| 4000 | 1.98 | 175.71 | 22.76 | 0.007 |
| 5000 | 2.02 | 175.71 | 28.46 | 0.007 |
| 6000 | 2.07 | 175.71 | 34.15 | 0.007 |
| 7000 | 2.11 | 175.71 | 39.84 | 0.007 |
| 8000 | 2.15 | 175.71 | 45.53 | 0.007 |
| 9000 | 2.19 | 175.71 | 51.22 | 0.007 |
| 10000 | 2.24 | 175.71 | 56.91 | 0.007 |
| 11000 | 2.27 | 175.71 | 62.60 | 0.008 |
| 12000 | 2.32 | 175.71 | 68.29 | 0.008 |
| 13000 | 2.35 | 175.71 | 73.98 | 0.008 |
| 14000 | 2.38 | 175.71 | 79.67 | 0.008 |
| 15000 | 2.41 | 175.71 | 85.37 | 0.008 |
| 16000 | 2.44 | 175.71 | 91.06 | 0.008 |
| 17000 | 2.47 | 175.71 | 96.75 | 0.008 |
| 18000 | 2.52 | 175.71 | 102.44 | 0.008 |
| 19000 | 2.59 | 175.71 | 108.13 | 0.009 |
| 20000 | 2.64 | 175.71 | 113.82 | 0.009 |
| 21000 | 2.70 | 175.71 | 119.51 | 0.009 |
| 22000 | 2.75 | 175.71 | 125.20 | 0.009 |
| 23000 | 2.81 | 175.71 | 130.89 | 0.009 |
| 23167 | 2.86 | 175.71 | 131.84 | 0.010 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|------------------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 297.00 | mm |
| Carga Ultima: | 23167 | kg |
| Tiempo: | 4.09 | min |
| Diámetro (D): | 14.96 | cm |
| Área (A): | 175.71 | cm ² |
| f'_c: | 131.84 | kg/cm² |



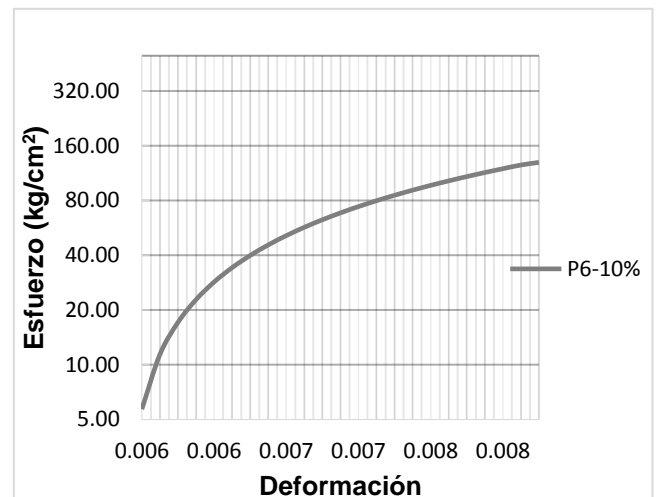
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 23. Curva esfuerzo deformación de la probeta 6 a los 7 días (P6-10%).

| P6-10% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR .H |
| 1000 | 1.66 | 175.49 | 5.70 | 0.006 |
| 2000 | 1.74 | 175.49 | 11.40 | 0.006 |
| 3000 | 1.78 | 175.49 | 17.09 | 0.006 |
| 4000 | 1.83 | 175.49 | 22.79 | 0.006 |
| 5000 | 1.87 | 175.49 | 28.49 | 0.006 |
| 6000 | 1.92 | 175.49 | 34.19 | 0.006 |
| 7000 | 1.96 | 175.49 | 39.89 | 0.007 |
| 8000 | 2.00 | 175.49 | 45.59 | 0.007 |
| 9000 | 2.04 | 175.49 | 51.28 | 0.007 |
| 10000 | 2.09 | 175.49 | 56.98 | 0.007 |
| 11000 | 2.12 | 175.49 | 62.68 | 0.007 |
| 12000 | 2.17 | 175.49 | 68.38 | 0.007 |
| 13000 | 2.20 | 175.49 | 74.08 | 0.007 |
| 14000 | 2.26 | 175.49 | 79.78 | 0.008 |
| 15000 | 2.29 | 175.49 | 85.47 | 0.008 |
| 16000 | 2.32 | 175.49 | 91.17 | 0.008 |
| 17000 | 2.37 | 175.49 | 96.87 | 0.008 |
| 18000 | 2.40 | 175.49 | 102.57 | 0.008 |
| 19000 | 2.44 | 175.49 | 108.27 | 0.008 |
| 20000 | 2.47 | 175.49 | 113.97 | 0.008 |
| 21000 | 2.52 | 175.49 | 119.66 | 0.008 |
| 22000 | 2.57 | 175.49 | 125.36 | 0.009 |
| 22752 | 2.62 | 175.49 | 129.65 | 0.009 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|------------------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 299.90 | mm |
| Carga Ultima: | 22752 | kg |
| Tiempo: | 3.54 | min |
| Diámetro (D): | 14.95 | cm |
| Área (A): | 175.49 | cm ² |
| f'_c: | 129.65 | kg/cm² |



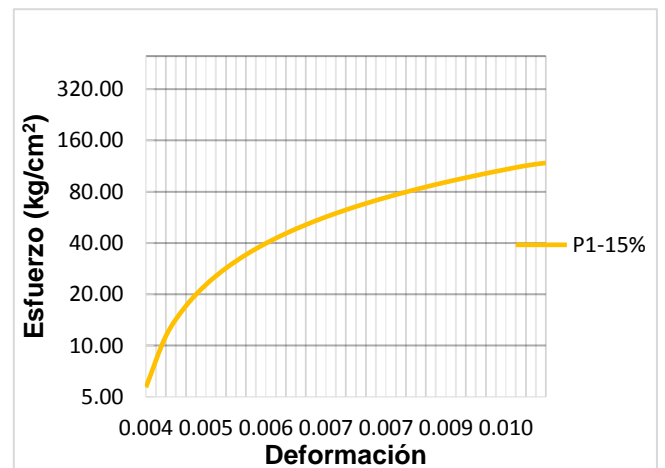
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 24. Curva esfuerzo deformación de la probeta 1 a los 7 días (P1-15%).

| P1-15% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR .H |
| 1000 | 1.08 | 175.77 | 5.69 | 0.004 |
| 2000 | 1.18 | 175.77 | 11.38 | 0.004 |
| 3000 | 1.29 | 175.77 | 17.07 | 0.004 |
| 4000 | 1.35 | 175.77 | 22.76 | 0.005 |
| 5000 | 1.43 | 175.77 | 28.45 | 0.005 |
| 6000 | 1.56 | 175.77 | 34.13 | 0.005 |
| 7000 | 1.67 | 175.77 | 39.82 | 0.006 |
| 8000 | 1.76 | 175.77 | 45.51 | 0.006 |
| 9000 | 1.85 | 175.77 | 51.20 | 0.006 |
| 10000 | 1.96 | 175.77 | 56.89 | 0.007 |
| 11000 | 2.03 | 175.77 | 62.58 | 0.007 |
| 12000 | 2.15 | 175.77 | 68.27 | 0.007 |
| 13000 | 2.24 | 175.77 | 73.96 | 0.007 |
| 14000 | 2.33 | 175.77 | 79.65 | 0.008 |
| 15000 | 2.45 | 175.77 | 85.34 | 0.008 |
| 16000 | 2.56 | 175.77 | 91.03 | 0.009 |
| 17000 | 2.70 | 175.77 | 96.72 | 0.009 |
| 18000 | 2.83 | 175.77 | 102.40 | 0.009 |
| 19000 | 2.92 | 175.77 | 108.09 | 0.010 |
| 20000 | 3.08 | 175.77 | 113.78 | 0.010 |
| 20767 | 3.17 | 175.77 | 118.15 | 0.011 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|---------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 299.00 | mm |
| Carga Ultima: | 20767 | kg |
| Tiempo: | 3.14 | min |
| Diámetro (D): | 14.96 | cm |
| Área (A): | 175.77 | cm ² |
| f'c: | 118.15 | kg/cm² |



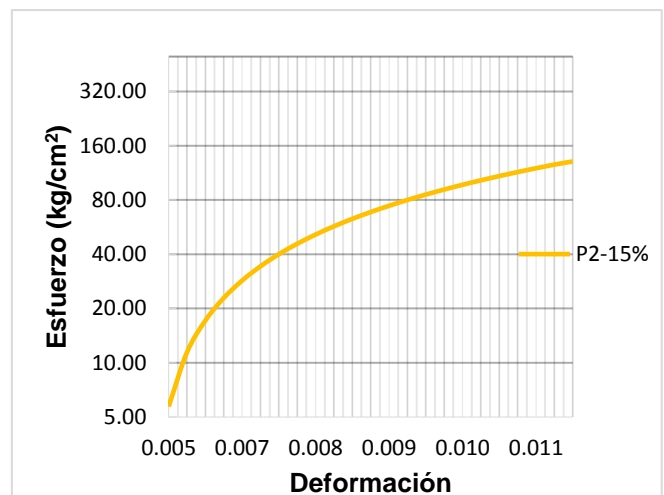
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 25. Curva esfuerzo deformación de la probeta 2 a los 7 días (P2-15%).

| P2-15% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR./H |
| 1000 | 1.56 | 174.95 | 5.72 | 0.005 |
| 2000 | 1.67 | 174.95 | 11.43 | 0.006 |
| 3000 | 1.74 | 174.95 | 17.15 | 0.006 |
| 4000 | 1.88 | 174.95 | 22.86 | 0.006 |
| 5000 | 1.94 | 174.95 | 28.58 | 0.007 |
| 6000 | 2.07 | 174.95 | 34.30 | 0.007 |
| 7000 | 2.13 | 174.95 | 40.01 | 0.007 |
| 8000 | 2.25 | 174.95 | 45.73 | 0.008 |
| 9000 | 2.32 | 174.95 | 51.44 | 0.008 |
| 10000 | 2.42 | 174.95 | 57.16 | 0.008 |
| 11000 | 2.49 | 174.95 | 62.87 | 0.008 |
| 12000 | 2.59 | 174.95 | 68.59 | 0.009 |
| 13000 | 2.64 | 174.95 | 74.31 | 0.009 |
| 14000 | 2.74 | 174.95 | 80.02 | 0.009 |
| 15000 | 2.84 | 174.95 | 85.74 | 0.010 |
| 16000 | 2.93 | 174.95 | 91.45 | 0.010 |
| 17000 | 2.97 | 174.95 | 97.17 | 0.010 |
| 18000 | 3.05 | 174.95 | 102.89 | 0.010 |
| 19000 | 3.08 | 174.95 | 108.60 | 0.010 |
| 20000 | 3.13 | 174.95 | 114.32 | 0.011 |
| 21000 | 3.22 | 174.95 | 120.03 | 0.011 |
| 22000 | 3.27 | 174.95 | 125.75 | 0.011 |
| 22903 | 3.36 | 174.95 | 130.91 | 0.011 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|------------------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 298.00 | mm |
| Carga Ultima: | 22903 | kg |
| Tiempo: | 4.20 | min |
| Diámetro (D): | 14.93 | cm |
| Área (A): | 174.95 | cm ² |
| f'_c: | 130.91 | kg/cm² |



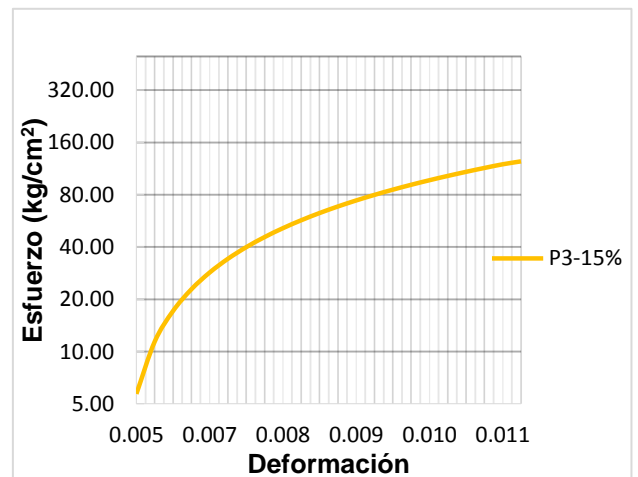
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 26. Curva esfuerzo deformación de la probeta 3 a los 7 días (P3-15%).

| P3-15% | | | | |
|------------|------------------|------------------------|-----------------------------------|------------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm^2) | σ (kg/cm^2) C/A | ϵ^u DEFOR./ H |
| 1000 | 1.58 | 175.30 | 5.70 | 0.005 |
| 2000 | 1.70 | 175.30 | 11.41 | 0.006 |
| 3000 | 1.76 | 175.30 | 17.11 | 0.006 |
| 4000 | 1.91 | 175.30 | 22.82 | 0.006 |
| 5000 | 1.96 | 175.30 | 28.52 | 0.007 |
| 6000 | 2.10 | 175.30 | 34.23 | 0.007 |
| 7000 | 2.15 | 175.30 | 39.93 | 0.007 |
| 8000 | 2.28 | 175.30 | 45.64 | 0.008 |
| 9000 | 2.34 | 175.30 | 51.34 | 0.008 |
| 10000 | 2.45 | 175.30 | 57.04 | 0.008 |
| 11000 | 2.51 | 175.30 | 62.75 | 0.008 |
| 12000 | 2.62 | 175.30 | 68.45 | 0.009 |
| 13000 | 2.66 | 175.30 | 74.16 | 0.009 |
| 14000 | 2.77 | 175.30 | 79.86 | 0.009 |
| 15000 | 2.86 | 175.30 | 85.57 | 0.010 |
| 16000 | 2.96 | 175.30 | 91.27 | 0.010 |
| 17000 | 2.99 | 175.30 | 96.97 | 0.010 |
| 18000 | 3.08 | 175.30 | 102.68 | 0.010 |
| 19000 | 3.10 | 175.30 | 108.38 | 0.010 |
| 20000 | 3.16 | 175.30 | 114.09 | 0.011 |
| 21000 | 3.24 | 175.30 | 119.79 | 0.011 |
| 21835 | 3.30 | 175.30 | 124.56 | 0.011 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|------------------------|---------------|------------------------------------|
| Altura (H): | 299.00 | mm |
| Carga Ultima: | 21835 | kg |
| Tiempo: | 3.57 | min |
| Diámetro (D): | 14.94 | cm |
| Área (A): | 175.30 | cm^2 |
| f'_c: | 124.56 | kg/cm^2 |



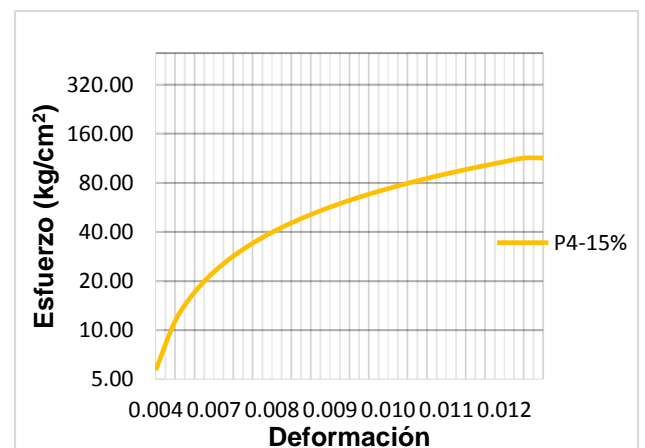
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 27. Curva esfuerzo deformación de la probeta 4 a los 7 días (P4-15%).

| P4-15% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR./H |
| 1000 | 1.29 | 176.13 | 5.68 | 0.004 |
| 2000 | 1.55 | 176.13 | 11.36 | 0.005 |
| 3000 | 1.81 | 176.13 | 17.03 | 0.006 |
| 4000 | 1.96 | 176.13 | 22.71 | 0.007 |
| 5000 | 2.07 | 176.13 | 28.39 | 0.007 |
| 6000 | 2.20 | 176.13 | 34.07 | 0.007 |
| 7000 | 2.30 | 176.13 | 39.74 | 0.008 |
| 8000 | 2.43 | 176.13 | 45.42 | 0.008 |
| 9000 | 2.53 | 176.13 | 51.10 | 0.008 |
| 10000 | 2.70 | 176.13 | 56.78 | 0.009 |
| 11000 | 2.80 | 176.13 | 62.46 | 0.009 |
| 12000 | 2.90 | 176.13 | 68.13 | 0.010 |
| 13000 | 2.99 | 176.13 | 73.81 | 0.010 |
| 14000 | 3.11 | 176.13 | 79.49 | 0.010 |
| 15000 | 3.20 | 176.13 | 85.17 | 0.011 |
| 16000 | 3.31 | 176.13 | 90.84 | 0.011 |
| 17000 | 3.40 | 176.13 | 96.52 | 0.011 |
| 18000 | 3.49 | 176.13 | 102.20 | 0.012 |
| 19000 | 3.61 | 176.13 | 107.88 | 0.012 |
| 20000 | 3.73 | 176.13 | 113.56 | 0.012 |
| 20025 | 3.80 | 176.13 | 113.70 | 0.013 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|------------------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 298.00 | mm |
| Carga Ultima: | 20025 | kg |
| Tiempo: | 4.32 | min |
| Diámetro (D): | 14.98 | cm |
| Área (A): | 176.13 | cm ² |
| f'_c: | 113.70 | kg/cm² |



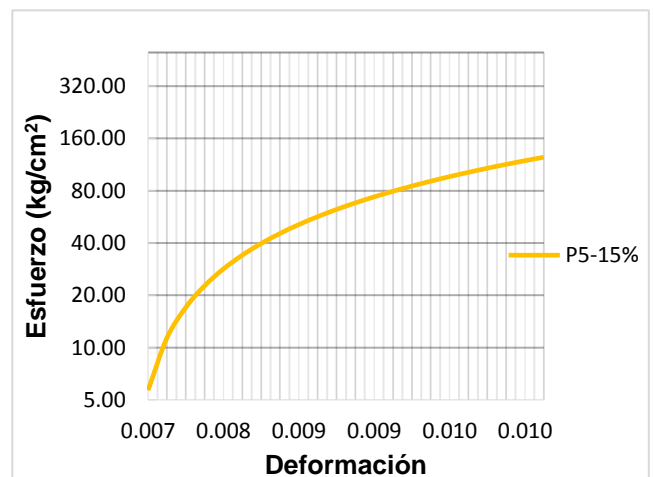
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 28. Curva esfuerzo deformación de la probeta 5 a los 7 días (P5-15%).

| P5-15% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR .H |
| 1000 | 2.23 | 176.24 | 5.67 | 0.007 |
| 2000 | 2.30 | 176.24 | 11.35 | 0.008 |
| 3000 | 2.34 | 176.24 | 17.02 | 0.008 |
| 4000 | 2.39 | 176.24 | 22.70 | 0.008 |
| 5000 | 2.43 | 176.24 | 28.37 | 0.008 |
| 6000 | 2.48 | 176.24 | 34.04 | 0.008 |
| 7000 | 2.52 | 176.24 | 39.72 | 0.008 |
| 8000 | 2.56 | 176.24 | 45.39 | 0.009 |
| 9000 | 2.60 | 176.24 | 51.07 | 0.009 |
| 10000 | 2.65 | 176.24 | 56.74 | 0.009 |
| 11000 | 2.68 | 176.24 | 62.41 | 0.009 |
| 12000 | 2.73 | 176.24 | 68.09 | 0.009 |
| 13000 | 2.76 | 176.24 | 73.76 | 0.009 |
| 14000 | 2.79 | 176.24 | 79.44 | 0.009 |
| 15000 | 2.82 | 176.24 | 85.11 | 0.009 |
| 16000 | 2.85 | 176.24 | 90.78 | 0.010 |
| 17000 | 2.88 | 176.24 | 96.46 | 0.010 |
| 18000 | 2.91 | 176.24 | 102.13 | 0.010 |
| 19000 | 2.94 | 176.24 | 107.81 | 0.010 |
| 20000 | 2.97 | 176.24 | 113.48 | 0.010 |
| 21000 | 3.00 | 176.24 | 119.15 | 0.010 |
| 21992 | 3.03 | 176.24 | 124.78 | 0.010 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|------------------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 297.00 | mm |
| Carga Ultima: | 21992 | kg |
| Tiempo: | 4.09 | min |
| Diámetro (D): | 14.98 | cm |
| Área (A): | 176.24 | cm ² |
| f'_c: | 124.78 | kg/cm² |



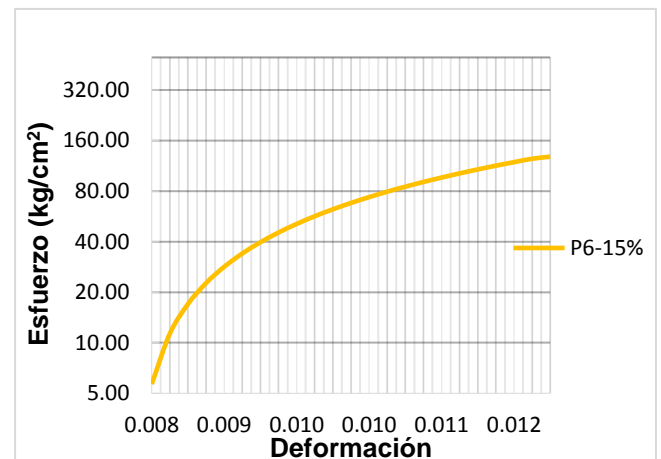
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 29. Curva esfuerzo deformación de la probeta 6 a los 7 días (P6-15%).

| P6-15% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR .H |
| 1000 | 2.30 | 176.50 | 5.67 | 0.008 |
| 2000 | 2.41 | 176.50 | 11.33 | 0.008 |
| 3000 | 2.55 | 176.50 | 17.00 | 0.009 |
| 4000 | 2.61 | 176.50 | 22.66 | 0.009 |
| 5000 | 2.65 | 176.50 | 28.33 | 0.009 |
| 6000 | 2.70 | 176.50 | 33.99 | 0.009 |
| 7000 | 2.74 | 176.50 | 39.66 | 0.009 |
| 8000 | 2.78 | 176.50 | 45.33 | 0.009 |
| 9000 | 2.87 | 176.50 | 50.99 | 0.010 |
| 10000 | 2.90 | 176.50 | 56.66 | 0.010 |
| 11000 | 2.95 | 176.50 | 62.32 | 0.010 |
| 12000 | 3.01 | 176.50 | 67.99 | 0.010 |
| 13000 | 3.04 | 176.50 | 73.65 | 0.010 |
| 14000 | 3.10 | 176.50 | 79.32 | 0.010 |
| 15000 | 3.15 | 176.50 | 84.98 | 0.011 |
| 16000 | 3.18 | 176.50 | 90.65 | 0.011 |
| 17000 | 3.22 | 176.50 | 96.32 | 0.011 |
| 18000 | 3.25 | 176.50 | 101.98 | 0.011 |
| 19000 | 3.32 | 176.50 | 107.65 | 0.011 |
| 20000 | 3.39 | 176.50 | 113.31 | 0.011 |
| 21000 | 3.44 | 176.50 | 118.98 | 0.012 |
| 22000 | 3.48 | 176.50 | 124.64 | 0.012 |
| 22634 | 3.52 | 176.50 | 128.24 | 0.012 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|------------------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 299.90 | mm |
| Carga Ultima: | 22634 | kg |
| Tiempo: | 3.54 | min |
| Diámetro (D): | 14.99 | cm |
| Área (A): | 176.50 | cm ² |
| f'_c: | 128.24 | kg/cm² |



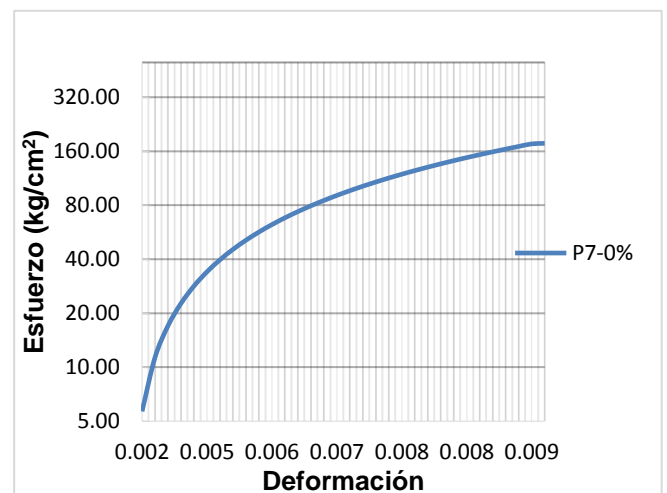
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 30. Curva esfuerzo deformación de la probeta 7 a los 14 días (P7-0%).

| P7-0% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR .H |
| 1000 | 0.50 | 176.37 | 5.67 | 0.002 |
| 2000 | 0.90 | 176.37 | 11.34 | 0.003 |
| 3000 | 1.10 | 176.37 | 17.01 | 0.004 |
| 4000 | 1.20 | 176.37 | 22.68 | 0.004 |
| 5000 | 1.26 | 176.37 | 28.35 | 0.004 |
| 6000 | 1.35 | 176.37 | 34.02 | 0.005 |
| 7000 | 1.43 | 176.37 | 39.69 | 0.005 |
| 8000 | 1.50 | 176.37 | 45.36 | 0.005 |
| 9000 | 1.57 | 176.37 | 51.03 | 0.005 |
| 10000 | 1.63 | 176.37 | 56.70 | 0.005 |
| 11000 | 1.69 | 176.37 | 62.37 | 0.006 |
| 12000 | 1.75 | 176.37 | 68.04 | 0.006 |
| 13000 | 1.83 | 176.37 | 73.71 | 0.006 |
| 14000 | 1.90 | 176.37 | 79.38 | 0.006 |
| 15000 | 1.94 | 176.37 | 85.05 | 0.006 |
| 16000 | 2.00 | 176.37 | 90.72 | 0.007 |
| 17000 | 2.05 | 176.37 | 96.39 | 0.007 |
| 18000 | 2.08 | 176.37 | 102.06 | 0.007 |
| 19000 | 2.15 | 176.37 | 107.73 | 0.007 |
| 20000 | 2.21 | 176.37 | 113.40 | 0.007 |
| 21000 | 2.26 | 176.37 | 119.07 | 0.008 |
| 22000 | 2.31 | 176.37 | 124.74 | 0.008 |
| 23000 | 2.34 | 176.37 | 130.41 | 0.008 |
| 24000 | 2.43 | 176.37 | 136.08 | 0.008 |
| 25000 | 2.46 | 176.37 | 141.74 | 0.008 |
| 26000 | 2.50 | 176.37 | 147.41 | 0.008 |
| 27000 | 2.55 | 176.37 | 153.08 | 0.009 |
| 28000 | 2.60 | 176.37 | 158.75 | 0.009 |
| 29000 | 2.65 | 176.37 | 164.42 | 0.009 |
| 30000 | 2.70 | 176.37 | 170.09 | 0.009 |
| 31000 | 2.80 | 176.37 | 175.76 | 0.009 |
| 31202 | 2.90 | 176.37 | 176.91 | 0.010 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|------------------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 299.43 | mm |
| Carga Ultima: | 31202.00 | kg |
| Tiempo: | 4.22 | min |
| Diámetro (D): | 14.99 | cm |
| Área (A): | 176.37 | cm ² |
| f'_c: | 176.91 | kg/cm² |



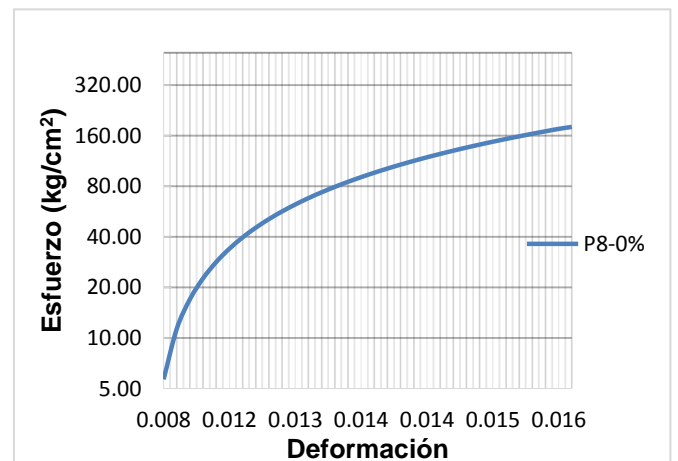
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 31. Curva esfuerzo deformación de la probeta 8 a los 14 días (P8-0%).

| P8-0% | | | | |
|------------|------------------|------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm^2) | σ (kg/cm^2) C/A | ϵ^u DEFOR .H |
| 1000 | 2.30 | 176.29 | 5.67 | 0.008 |
| 2000 | 3.15 | 176.29 | 11.34 | 0.011 |
| 3000 | 3.24 | 176.29 | 17.02 | 0.011 |
| 4000 | 3.40 | 176.29 | 22.69 | 0.011 |
| 5000 | 3.45 | 176.29 | 28.36 | 0.012 |
| 6000 | 3.55 | 176.29 | 34.03 | 0.012 |
| 7000 | 3.64 | 176.29 | 39.71 | 0.012 |
| 8000 | 3.70 | 176.29 | 45.38 | 0.012 |
| 9000 | 3.76 | 176.29 | 51.05 | 0.013 |
| 10000 | 3.80 | 176.29 | 56.72 | 0.013 |
| 11000 | 3.85 | 176.29 | 62.40 | 0.013 |
| 12000 | 3.90 | 176.29 | 68.07 | 0.013 |
| 13000 | 3.93 | 176.29 | 73.74 | 0.013 |
| 14000 | 3.95 | 176.29 | 79.41 | 0.013 |
| 15000 | 4.02 | 176.29 | 85.09 | 0.013 |
| 16000 | 4.05 | 176.29 | 90.76 | 0.014 |
| 17000 | 4.11 | 176.29 | 96.43 | 0.014 |
| 18000 | 4.15 | 176.29 | 102.10 | 0.014 |
| 19000 | 4.19 | 176.29 | 107.78 | 0.014 |
| 20000 | 4.25 | 176.29 | 113.45 | 0.014 |
| 21000 | 4.32 | 176.29 | 119.12 | 0.014 |
| 22000 | 4.45 | 176.29 | 124.79 | 0.015 |
| 23000 | 4.47 | 176.29 | 130.47 | 0.015 |
| 24000 | 4.50 | 176.29 | 136.14 | 0.015 |
| 25000 | 4.55 | 176.29 | 141.81 | 0.015 |
| 26000 | 4.60 | 176.29 | 147.48 | 0.015 |
| 27000 | 4.65 | 176.29 | 153.16 | 0.016 |
| 28000 | 4.70 | 176.29 | 158.83 | 0.016 |
| 29000 | 4.76 | 176.29 | 164.50 | 0.016 |
| 30000 | 4.80 | 176.29 | 170.17 | 0.016 |
| 31000 | 4.87 | 176.29 | 175.85 | 0.016 |
| 31846 | 4.91 | 176.29 | 180.64 | 0.016 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|---------------|--------|------------------|
| Altura (H): | 299.38 | mm |
| Carga Ultima: | 31846 | kg |
| Tiempo: | 4.20 | min |
| Diámetro (D): | 14.98 | cm |
| Área (A): | 176.29 | cm^2 |
| f'_c : | 180.64 | kg/cm^2 |



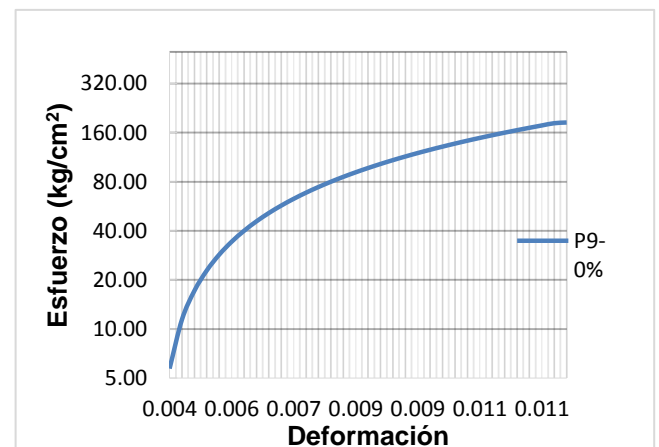
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 32. Curva esfuerzo deformación de la probeta 9 a los 14 días (P9-0%).

| P9-0% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|------------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR ./H |
| 1000 | 1.24 | 175.06 | 5.71 | 0.004 |
| 2000 | 1.35 | 175.06 | 11.42 | 0.005 |
| 3000 | 1.44 | 175.06 | 17.14 | 0.005 |
| 4000 | 1.60 | 175.06 | 22.85 | 0.005 |
| 5000 | 1.65 | 175.06 | 28.56 | 0.006 |
| 6000 | 1.73 | 175.06 | 34.27 | 0.006 |
| 7000 | 1.82 | 175.06 | 39.99 | 0.006 |
| 8000 | 1.90 | 175.06 | 45.70 | 0.006 |
| 9000 | 1.98 | 175.06 | 51.41 | 0.007 |
| 10000 | 2.10 | 175.06 | 57.12 | 0.007 |
| 11000 | 2.21 | 175.06 | 62.84 | 0.007 |
| 12000 | 2.30 | 175.06 | 68.55 | 0.008 |
| 13000 | 2.35 | 175.06 | 74.26 | 0.008 |
| 14000 | 2.40 | 175.06 | 79.97 | 0.008 |
| 15000 | 2.50 | 175.06 | 85.69 | 0.008 |
| 16000 | 2.55 | 175.06 | 91.40 | 0.009 |
| 17000 | 2.60 | 175.06 | 97.11 | 0.009 |
| 18000 | 2.65 | 175.06 | 102.82 | 0.009 |
| 19000 | 2.73 | 175.06 | 108.54 | 0.009 |
| 20000 | 2.78 | 175.06 | 114.25 | 0.009 |
| 21000 | 2.83 | 175.06 | 119.96 | 0.009 |
| 22000 | 2.90 | 175.06 | 125.67 | 0.010 |
| 23000 | 2.98 | 175.06 | 131.39 | 0.010 |
| 24000 | 3.05 | 175.06 | 137.10 | 0.010 |
| 25000 | 3.10 | 175.06 | 142.81 | 0.010 |
| 26000 | 3.15 | 175.06 | 148.52 | 0.011 |
| 27000 | 3.20 | 175.06 | 154.24 | 0.011 |
| 28000 | 3.25 | 175.06 | 159.95 | 0.011 |
| 29000 | 3.33 | 175.06 | 165.66 | 0.011 |
| 30000 | 3.40 | 175.06 | 171.37 | 0.011 |
| 31000 | 3.43 | 175.06 | 177.08 | 0.011 |
| 32000 | 3.49 | 175.06 | 182.80 | 0.012 |
| 32322 | 3.52 | 175.06 | 184.64 | 0.012 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|------------------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 299.38 | mm |
| Carga Ultima: | 32322 | kg |
| Tiempo: | 3.56 | min |
| Diámetro (D): | 14.93 | cm |
| Área (A): | 175.06 | cm ² |
| f'_c: | 184.64 | kg/cm² |



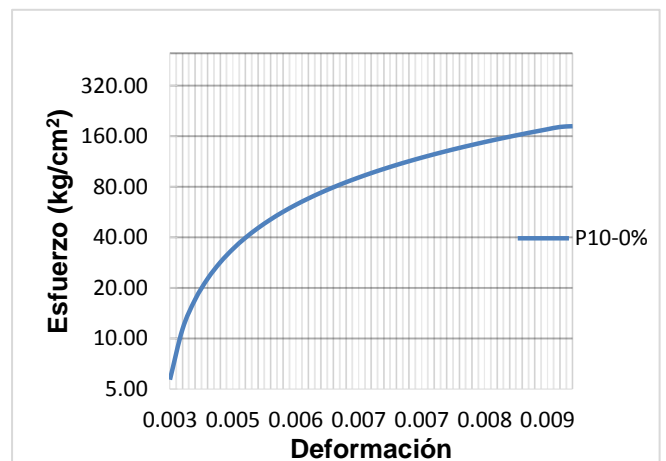
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 33. Curva esfuerzo deformación de la probeta 10 a los 14 días (P10-0%).

| P10-0% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|------------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR./ H |
| 1000 | 0.85 | 176.03 | 5.68 | 0.003 |
| 2000 | 1.20 | 176.03 | 11.36 | 0.004 |
| 3000 | 1.28 | 176.03 | 17.04 | 0.004 |
| 4000 | 1.35 | 176.03 | 22.72 | 0.005 |
| 5000 | 1.41 | 176.03 | 28.40 | 0.005 |
| 6000 | 1.50 | 176.03 | 34.08 | 0.005 |
| 7000 | 1.55 | 176.03 | 39.77 | 0.005 |
| 8000 | 1.62 | 176.03 | 45.45 | 0.005 |
| 9000 | 1.69 | 176.03 | 51.13 | 0.006 |
| 10000 | 1.75 | 176.03 | 56.81 | 0.006 |
| 11000 | 1.80 | 176.03 | 62.49 | 0.006 |
| 12000 | 1.85 | 176.03 | 68.17 | 0.006 |
| 13000 | 1.90 | 176.03 | 73.85 | 0.006 |
| 14000 | 1.95 | 176.03 | 79.53 | 0.007 |
| 15000 | 1.98 | 176.03 | 85.21 | 0.007 |
| 16000 | 2.00 | 176.03 | 90.89 | 0.007 |
| 17000 | 2.03 | 176.03 | 96.57 | 0.007 |
| 18000 | 2.05 | 176.03 | 102.25 | 0.007 |
| 19000 | 2.11 | 176.03 | 107.93 | 0.007 |
| 20000 | 2.15 | 176.03 | 113.62 | 0.007 |
| 21000 | 2.19 | 176.03 | 119.30 | 0.007 |
| 22000 | 2.22 | 176.03 | 124.98 | 0.007 |
| 23000 | 2.27 | 176.03 | 130.66 | 0.008 |
| 24000 | 2.32 | 176.03 | 136.34 | 0.008 |
| 25000 | 2.36 | 176.03 | 142.02 | 0.008 |
| 26000 | 2.40 | 176.03 | 147.70 | 0.008 |
| 27000 | 2.45 | 176.03 | 153.38 | 0.008 |
| 28000 | 2.50 | 176.03 | 159.06 | 0.008 |
| 29000 | 2.56 | 176.03 | 164.74 | 0.009 |
| 30000 | 2.63 | 176.03 | 170.42 | 0.009 |
| 31000 | 2.70 | 176.03 | 176.10 | 0.009 |
| 32000 | 2.77 | 176.03 | 181.79 | 0.009 |
| 32330 | 2.79 | 176.03 | 183.66 | 0.009 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|------------------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 299.98 | mm |
| Carga Ultima: | 32330 | kg |
| Tiempo: | 4.25 | min |
| Diámetro (D): | 14.97 | cm |
| Área (A): | 176.03 | cm ² |
| f'_c: | 183.66 | kg/cm² |



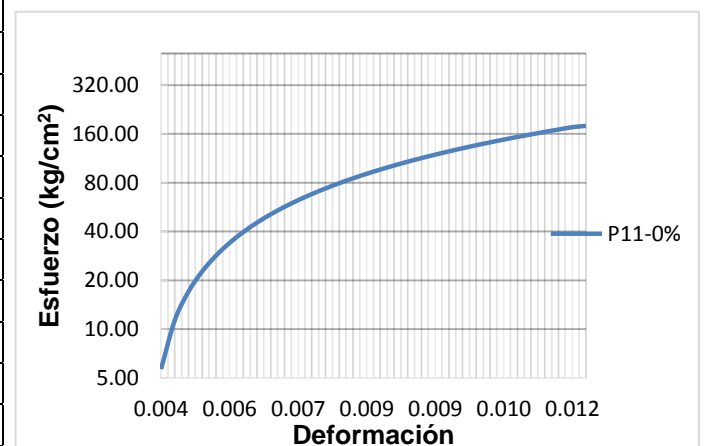
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 34. Curva esfuerzo deformación de la probeta 11 a los 14 días (P11-0%).

| P11-0% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR .H |
| 1000 | 1.10 | 176.27 | 5.67 | 0.004 |
| 2000 | 1.38 | 176.27 | 11.35 | 0.005 |
| 3000 | 1.44 | 176.27 | 17.02 | 0.005 |
| 4000 | 1.59 | 176.27 | 22.69 | 0.005 |
| 5000 | 1.65 | 176.27 | 28.37 | 0.006 |
| 6000 | 1.74 | 176.27 | 34.04 | 0.006 |
| 7000 | 1.82 | 176.27 | 39.71 | 0.006 |
| 8000 | 1.92 | 176.27 | 45.39 | 0.006 |
| 9000 | 2.01 | 176.27 | 51.06 | 0.007 |
| 10000 | 2.10 | 176.27 | 56.73 | 0.007 |
| 11000 | 2.15 | 176.27 | 62.41 | 0.007 |
| 12000 | 2.28 | 176.27 | 68.08 | 0.008 |
| 13000 | 2.35 | 176.27 | 73.75 | 0.008 |
| 14000 | 2.41 | 176.27 | 79.42 | 0.008 |
| 15000 | 2.49 | 176.27 | 85.10 | 0.008 |
| 16000 | 2.55 | 176.27 | 90.77 | 0.009 |
| 17000 | 2.62 | 176.27 | 96.44 | 0.009 |
| 18000 | 2.67 | 176.27 | 102.12 | 0.009 |
| 19000 | 2.73 | 176.27 | 107.79 | 0.009 |
| 20000 | 2.79 | 176.27 | 113.46 | 0.009 |
| 21000 | 2.84 | 176.27 | 119.14 | 0.009 |
| 22000 | 2.90 | 176.27 | 124.81 | 0.010 |
| 23000 | 2.97 | 176.27 | 130.48 | 0.010 |
| 24000 | 3.03 | 176.27 | 136.16 | 0.010 |
| 25000 | 3.10 | 176.27 | 141.83 | 0.010 |
| 26000 | 3.14 | 176.27 | 147.50 | 0.010 |
| 27000 | 3.18 | 176.27 | 153.18 | 0.011 |
| 28000 | 3.25 | 176.27 | 158.85 | 0.011 |
| 29000 | 3.35 | 176.27 | 164.52 | 0.011 |
| 30000 | 3.43 | 176.27 | 170.20 | 0.011 |
| 31000 | 3.51 | 176.27 | 175.87 | 0.012 |
| 31587 | 3.56 | 176.27 | 179.20 | 0.012 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|---------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 298.44 | mm |
| Carga Ultima: | 31587 | kg |
| Tiempo: | 4.28 | min |
| Diámetro (D): | 14.98 | cm |
| Área (A): | 176.27 | cm ² |
| f'c: | 179.20 | kg/cm² |



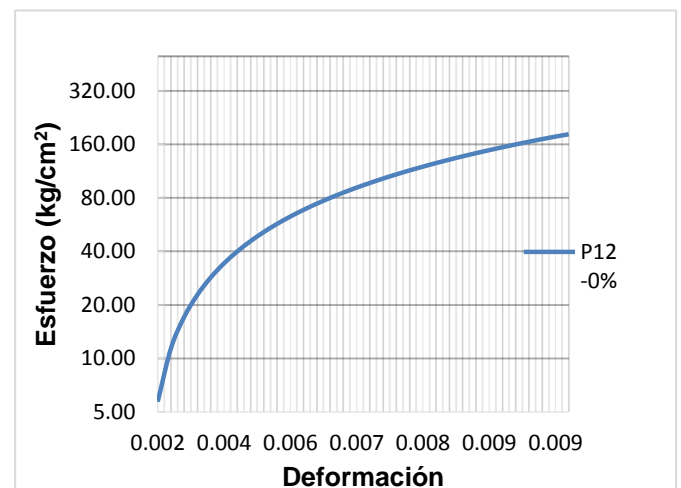
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 35. Curva esfuerzo deformación de la probeta 12 a los 14 días (P12-0%).

| P12-0% | | | | |
|------------|------------------|------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm^2) | σ (kg/cm^2) C/A | ϵ^u DEFOR .H |
| 1000 | 0.55 | 175.21 | 5.71 | 0.002 |
| 2000 | 1.00 | 175.21 | 11.41 | 0.003 |
| 3000 | 1.10 | 175.21 | 17.12 | 0.004 |
| 4000 | 1.19 | 175.21 | 22.83 | 0.004 |
| 5000 | 1.25 | 175.21 | 28.54 | 0.004 |
| 6000 | 1.34 | 175.21 | 34.24 | 0.004 |
| 7000 | 1.45 | 175.21 | 39.95 | 0.005 |
| 8000 | 1.50 | 175.21 | 45.66 | 0.005 |
| 9000 | 1.58 | 175.21 | 51.37 | 0.005 |
| 10000 | 1.64 | 175.21 | 57.07 | 0.005 |
| 11000 | 1.70 | 175.21 | 62.78 | 0.006 |
| 12000 | 1.80 | 175.21 | 68.49 | 0.006 |
| 13000 | 1.85 | 175.21 | 74.20 | 0.006 |
| 14000 | 1.90 | 175.21 | 79.90 | 0.006 |
| 15000 | 1.97 | 175.21 | 85.61 | 0.007 |
| 16000 | 2.02 | 175.21 | 91.32 | 0.007 |
| 17000 | 2.05 | 175.21 | 97.03 | 0.007 |
| 18000 | 2.11 | 175.21 | 102.73 | 0.007 |
| 19000 | 2.14 | 175.21 | 108.44 | 0.007 |
| 20000 | 2.20 | 175.21 | 114.15 | 0.007 |
| 21000 | 2.26 | 175.21 | 119.86 | 0.008 |
| 22000 | 2.34 | 175.21 | 125.56 | 0.008 |
| 23000 | 2.39 | 175.21 | 131.27 | 0.008 |
| 24000 | 2.43 | 175.21 | 136.98 | 0.008 |
| 25000 | 2.49 | 175.21 | 142.69 | 0.008 |
| 26000 | 2.55 | 175.21 | 148.39 | 0.009 |
| 27000 | 2.61 | 175.21 | 154.10 | 0.009 |
| 28000 | 2.64 | 175.21 | 159.81 | 0.009 |
| 29000 | 2.68 | 175.21 | 165.52 | 0.009 |
| 30000 | 2.75 | 175.21 | 171.22 | 0.009 |
| 31000 | 2.80 | 175.21 | 176.93 | 0.009 |
| 31943 | 2.93 | 175.21 | 182.31 | 0.010 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|---------------|---------------|------------------------------------|
| Altura (H): | 299.56 | mm |
| Carga Ultima: | 31943 | kg |
| Tiempo: | 3.36 | min |
| Diámetro (D): | 14.94 | cm |
| Área (A): | 175.21 | cm^2 |
| f'c: | 182.31 | kg/cm^2 |



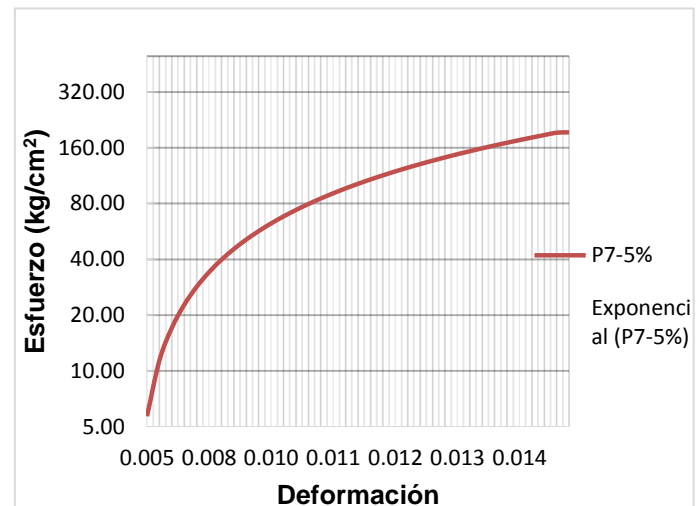
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 36. Curva esfuerzo deformación de la probeta 7 a los 14 días (P7-5%).

| P7-5% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR .H |
| 1000 | 1.50 | 175.97 | 5.68 | 0.005 |
| 2000 | 2.10 | 175.97 | 11.37 | 0.007 |
| 3000 | 2.28 | 175.97 | 17.05 | 0.008 |
| 4000 | 2.45 | 175.97 | 22.73 | 0.008 |
| 5000 | 2.48 | 175.97 | 28.41 | 0.008 |
| 6000 | 2.52 | 175.97 | 34.10 | 0.008 |
| 7000 | 2.58 | 175.97 | 39.78 | 0.009 |
| 8000 | 2.65 | 175.97 | 45.46 | 0.009 |
| 9000 | 2.71 | 175.97 | 51.14 | 0.009 |
| 10000 | 2.80 | 175.97 | 56.83 | 0.009 |
| 11000 | 2.85 | 175.97 | 62.51 | 0.010 |
| 12000 | 2.90 | 175.97 | 68.19 | 0.010 |
| 13000 | 2.97 | 175.97 | 73.87 | 0.010 |
| 14000 | 3.05 | 175.97 | 79.56 | 0.010 |
| 15000 | 3.16 | 175.97 | 85.24 | 0.011 |
| 16000 | 3.20 | 175.97 | 90.92 | 0.011 |
| 17000 | 3.27 | 175.97 | 96.61 | 0.011 |
| 18000 | 3.32 | 175.97 | 102.29 | 0.011 |
| 19000 | 3.39 | 175.97 | 107.97 | 0.011 |
| 20000 | 3.45 | 175.97 | 113.65 | 0.012 |
| 21000 | 3.49 | 175.97 | 119.34 | 0.012 |
| 22000 | 3.55 | 175.97 | 125.02 | 0.012 |
| 23000 | 3.61 | 175.97 | 130.70 | 0.012 |
| 24000 | 3.66 | 175.97 | 136.38 | 0.012 |
| 25000 | 3.75 | 175.97 | 142.07 | 0.013 |
| 26000 | 3.82 | 175.97 | 147.75 | 0.013 |
| 27000 | 3.88 | 175.97 | 153.43 | 0.013 |
| 28000 | 3.95 | 175.97 | 159.12 | 0.013 |
| 29000 | 4.04 | 175.97 | 164.80 | 0.014 |
| 30000 | 4.14 | 175.97 | 170.48 | 0.014 |
| 31000 | 4.19 | 175.97 | 176.16 | 0.014 |
| 32000 | 4.27 | 175.97 | 181.85 | 0.014 |
| 33000 | 4.32 | 175.97 | 187.53 | 0.014 |
| 34000 | 4.40 | 175.97 | 193.21 | 0.015 |
| 34125 | 4.47 | 175.97 | 193.92 | 0.015 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|------------------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 298.98 | mm |
| Carga Ultima: | 34125 | kg |
| Tiempo: | 3.25 | min |
| Diámetro (D): | 14.97 | cm |
| Área (A): | 175.97 | cm ² |
| f'_c: | 193.92 | kg/cm² |



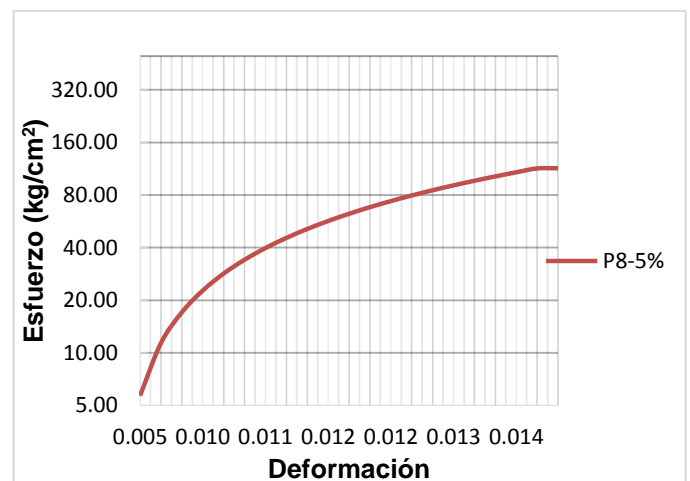
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 37. Curva esfuerzo deformación de la probeta 8 a los 14 días (P8-5%).

| P8-5% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR .H |
| 1000 | 1.60 | 175.98 | 5.68 | 0.005 |
| 2000 | 2.80 | 175.98 | 11.36 | 0.009 |
| 3000 | 2.94 | 175.98 | 17.05 | 0.010 |
| 4000 | 3.05 | 175.98 | 22.73 | 0.010 |
| 5000 | 3.14 | 175.98 | 28.41 | 0.011 |
| 6000 | 3.25 | 175.98 | 34.09 | 0.011 |
| 7000 | 3.32 | 175.98 | 39.78 | 0.011 |
| 8000 | 3.40 | 175.98 | 45.46 | 0.011 |
| 9000 | 3.47 | 175.98 | 51.14 | 0.012 |
| 10000 | 3.55 | 175.98 | 56.82 | 0.012 |
| 11000 | 3.60 | 175.98 | 62.51 | 0.012 |
| 12000 | 3.65 | 175.98 | 68.19 | 0.012 |
| 13000 | 3.70 | 175.98 | 73.87 | 0.012 |
| 14000 | 3.75 | 175.98 | 79.55 | 0.013 |
| 15000 | 3.83 | 175.98 | 85.23 | 0.013 |
| 16000 | 3.90 | 175.98 | 90.92 | 0.013 |
| 17000 | 3.95 | 175.98 | 96.60 | 0.013 |
| 18000 | 4.00 | 175.98 | 102.28 | 0.013 |
| 19000 | 4.14 | 175.98 | 107.96 | 0.014 |
| 20000 | 4.23 | 175.98 | 113.65 | 0.014 |
| 20049 | 4.28 | 175.98 | 113.92 | 0.014 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|------------------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 298.67 | mm |
| Carga Ultima: | 20049 | kg |
| Tiempo: | 3.35 | min |
| Diámetro (D): | 14.97 | cm |
| Área (A): | 175.98 | cm ² |
| f'_c: | 113.92 | kg/cm² |



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 38. Curva esfuerzo deformación de la probeta 9 a los 14 días (P9-5%).

| P9-5% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR .H |
| 1000 | 0.90 | 174.14 | 5.74 | 0.003 |
| 2000 | 1.30 | 174.14 | 11.48 | 0.004 |
| 3000 | 1.40 | 174.14 | 17.23 | 0.005 |
| 4000 | 1.52 | 174.14 | 22.97 | 0.005 |
| 5000 | 1.60 | 174.14 | 28.71 | 0.005 |
| 6000 | 1.68 | 174.14 | 34.45 | 0.006 |
| 7000 | 1.73 | 174.14 | 40.20 | 0.006 |
| 8000 | 1.78 | 174.14 | 45.94 | 0.006 |
| 9000 | 1.80 | 174.14 | 51.68 | 0.006 |
| 10000 | 1.82 | 174.14 | 57.42 | 0.006 |
| 11000 | 1.86 | 174.14 | 63.17 | 0.006 |
| 12000 | 1.90 | 174.14 | 68.91 | 0.006 |
| 13000 | 1.93 | 174.14 | 74.65 | 0.006 |
| 14000 | 1.95 | 174.14 | 80.39 | 0.007 |
| 15000 | 1.98 | 174.14 | 86.14 | 0.007 |
| 16000 | 2.02 | 174.14 | 91.88 | 0.007 |
| 17000 | 2.08 | 174.14 | 97.62 | 0.007 |
| 18000 | 2.12 | 174.14 | 103.36 | 0.007 |
| 19000 | 2.19 | 174.14 | 109.11 | 0.007 |
| 19890 | 2.25 | 174.14 | 114.22 | 0.008 |

Fuente: Elaboración propia, 2016.

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|------------------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 299.88 | mm |
| Carga Ultima: | 19890 | kg |
| Tiempo: | 3.58 | min |
| Diámetro (D): | 14.89 | cm |
| Área (A): | 174.14 | cm ² |
| f'_c: | 114.22 | kg/cm² |

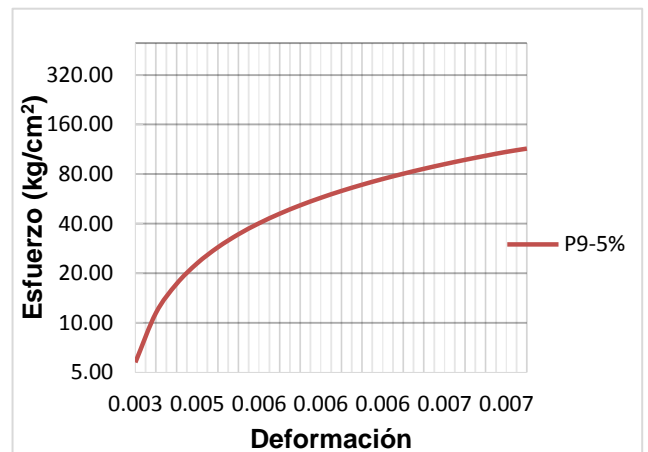
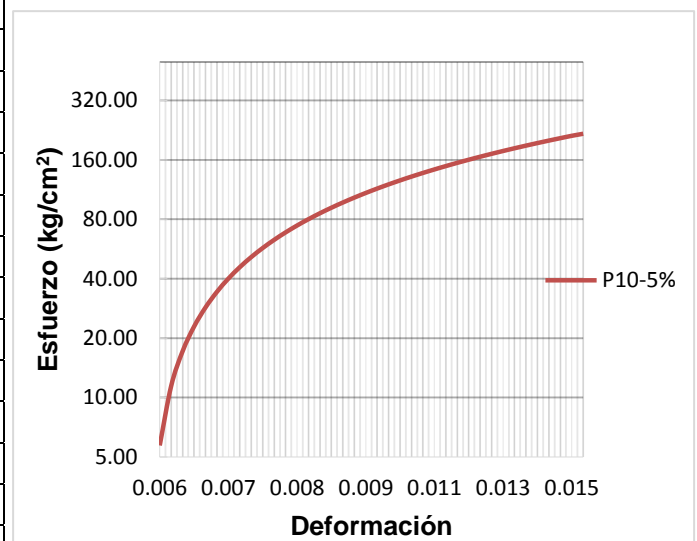


Figura n.º 39. Curva esfuerzo deformación de la probeta 10 a los 14 días (P10-5%).

| P10-5% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR .H |
| 1000 | 1.79 | 174.83 | 5.72 | 0.006 |
| 2000 | 1.86 | 174.83 | 11.44 | 0.006 |
| 3000 | 1.95 | 174.83 | 17.16 | 0.007 |
| 4000 | 1.98 | 174.83 | 22.88 | 0.007 |
| 5000 | 2.05 | 174.83 | 28.60 | 0.007 |
| 6000 | 2.09 | 174.83 | 34.32 | 0.007 |
| 7000 | 2.15 | 174.83 | 40.04 | 0.007 |
| 8000 | 2.18 | 174.83 | 45.76 | 0.007 |
| 9000 | 2.24 | 174.83 | 51.48 | 0.007 |
| 10000 | 2.26 | 174.83 | 57.20 | 0.008 |
| 11000 | 2.30 | 174.83 | 62.92 | 0.008 |
| 12000 | 2.34 | 174.83 | 68.64 | 0.008 |
| 13000 | 2.38 | 174.83 | 74.36 | 0.008 |
| 14000 | 2.44 | 174.83 | 80.08 | 0.008 |
| 15000 | 2.50 | 174.83 | 85.80 | 0.008 |
| 16000 | 2.52 | 174.83 | 91.52 | 0.008 |
| 17000 | 2.57 | 174.83 | 97.23 | 0.009 |
| 18000 | 2.60 | 174.83 | 102.95 | 0.009 |
| 19000 | 2.65 | 174.83 | 108.67 | 0.009 |
| 20000 | 2.70 | 174.83 | 114.39 | 0.009 |
| 21000 | 2.78 | 174.83 | 120.11 | 0.009 |
| 22000 | 2.88 | 174.83 | 125.83 | 0.010 |
| 23000 | 2.98 | 174.83 | 131.55 | 0.010 |
| 24000 | 3.08 | 174.83 | 137.27 | 0.010 |
| 25000 | 3.18 | 174.83 | 142.99 | 0.011 |
| 26000 | 3.28 | 174.83 | 148.71 | 0.011 |
| 27000 | 3.38 | 174.83 | 154.43 | 0.011 |
| 28000 | 3.48 | 174.83 | 160.15 | 0.012 |
| 29000 | 3.58 | 174.83 | 165.87 | 0.012 |
| 30000 | 3.68 | 174.83 | 171.59 | 0.012 |
| 31000 | 3.78 | 174.83 | 177.31 | 0.013 |
| 32000 | 3.88 | 174.83 | 183.03 | 0.013 |
| 33000 | 3.98 | 174.83 | 188.75 | 0.013 |
| 34000 | 4.08 | 174.83 | 194.47 | 0.014 |
| 35000 | 4.18 | 174.83 | 200.19 | 0.014 |
| 36000 | 4.28 | 174.83 | 205.91 | 0.014 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|---------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 299.64 | mm |
| Carga Ultima: | 37898 | kg |
| Tiempo: | 4.35 | min |
| Diámetro (D): | 14.92 | cm |
| Área (A): | 174.83 | cm ² |
| f'c: | 216.76 | kg/cm² |



| | | | | |
|-------|------|--------|--------|-------|
| 37000 | 4.38 | 174.83 | 211.63 | 0.015 |
| 37898 | 4.48 | 174.83 | 216.76 | 0.015 |

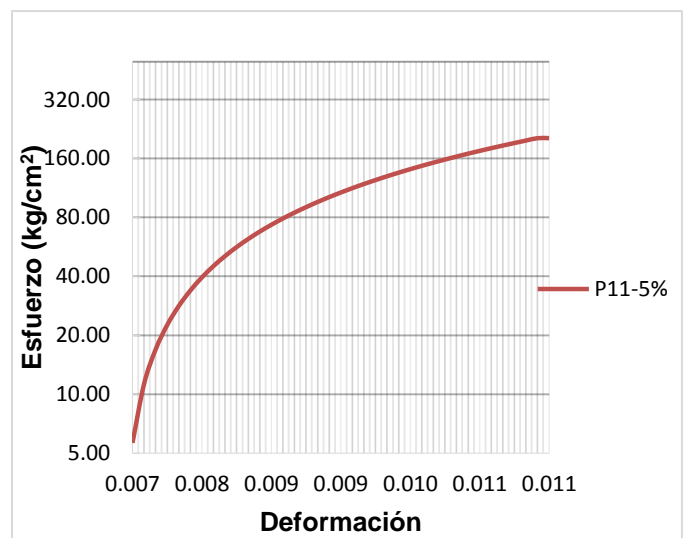
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 40. Curva esfuerzo deformación de la probeta 11 a los 14 días (P11-5%).

| P11-5% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR .H |
| 1000 | 1.97 | 177.22 | 5.64 | 0.007 |
| 2000 | 2.08 | 177.22 | 11.29 | 0.007 |
| 3000 | 2.15 | 177.22 | 16.93 | 0.007 |
| 4000 | 2.25 | 177.22 | 22.57 | 0.008 |
| 5000 | 2.32 | 177.22 | 28.21 | 0.008 |
| 6000 | 2.38 | 177.22 | 33.86 | 0.008 |
| 7000 | 2.42 | 177.22 | 39.50 | 0.008 |
| 8000 | 2.48 | 177.22 | 45.14 | 0.008 |
| 9000 | 2.52 | 177.22 | 50.78 | 0.008 |
| 10000 | 2.56 | 177.22 | 56.43 | 0.009 |
| 11000 | 2.59 | 177.22 | 62.07 | 0.009 |
| 12000 | 2.62 | 177.22 | 67.71 | 0.009 |
| 13000 | 2.64 | 177.22 | 73.35 | 0.009 |
| 14000 | 2.68 | 177.22 | 79.00 | 0.009 |
| 15000 | 2.71 | 177.22 | 84.64 | 0.009 |
| 16000 | 2.75 | 177.22 | 90.28 | 0.009 |
| 17000 | 2.77 | 177.22 | 95.93 | 0.009 |
| 18000 | 2.80 | 177.22 | 101.57 | 0.009 |
| 19000 | 2.84 | 177.22 | 107.21 | 0.009 |
| 20000 | 2.86 | 177.22 | 112.85 | 0.010 |
| 21000 | 2.89 | 177.22 | 118.50 | 0.010 |
| 22000 | 2.91 | 177.22 | 124.14 | 0.010 |
| 23000 | 2.95 | 177.22 | 129.78 | 0.010 |
| 24000 | 2.97 | 177.22 | 135.42 | 0.010 |
| 25000 | 2.99 | 177.22 | 141.07 | 0.010 |
| 26000 | 3.02 | 177.22 | 146.71 | 0.010 |
| 27000 | 3.04 | 177.22 | 152.35 | 0.010 |
| 28000 | 3.07 | 177.22 | 157.99 | 0.010 |
| 29000 | 3.09 | 177.22 | 163.64 | 0.010 |
| 30000 | 3.12 | 177.22 | 169.28 | 0.010 |
| 31000 | 3.15 | 177.22 | 174.92 | 0.011 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|---------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 299.00 | mm |
| Carga Ultima: | 36019 | kg |
| Tiempo: | 4.18 | min |
| Diámetro (D): | 15.02 | cm |
| Área (A): | 177.22 | cm ² |
| f'c: | 203.24 | kg/cm² |



| | | | | |
|-------|------|--------|--------|-------|
| 32000 | 3.16 | 177.22 | 180.56 | 0.011 |
| 33000 | 3.19 | 177.22 | 186.21 | 0.011 |
| 34000 | 3.24 | 177.22 | 191.85 | 0.011 |
| 35000 | 3.27 | 177.22 | 197.49 | 0.011 |
| 36000 | 3.29 | 177.22 | 203.14 | 0.011 |
| 36019 | 3.30 | 177.22 | 203.24 | 0.011 |

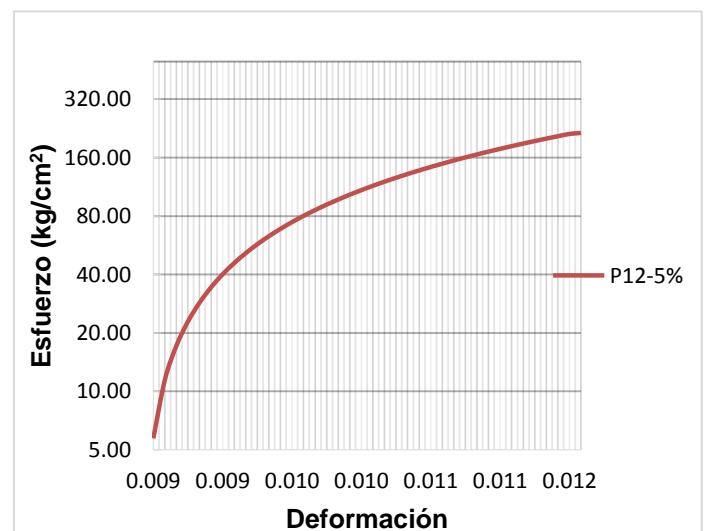
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 41. Curva esfuerzo deformación de la probeta 12 a los 14 días (P12-5%).

| P12-5% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|------------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR ./H |
| 1000 | 2.62 | 174.60 | 5.73 | 0.009 |
| 2000 | 2.64 | 174.60 | 11.45 | 0.009 |
| 3000 | 2.68 | 174.60 | 17.18 | 0.009 |
| 4000 | 2.71 | 174.60 | 22.91 | 0.009 |
| 5000 | 2.75 | 174.60 | 28.64 | 0.009 |
| 6000 | 2.77 | 174.60 | 34.36 | 0.009 |
| 7000 | 2.80 | 174.60 | 40.09 | 0.009 |
| 8000 | 2.84 | 174.60 | 45.82 | 0.009 |
| 9000 | 2.86 | 174.60 | 51.55 | 0.010 |
| 10000 | 2.89 | 174.60 | 57.27 | 0.010 |
| 11000 | 2.91 | 174.60 | 63.00 | 0.010 |
| 12000 | 2.95 | 174.60 | 68.73 | 0.010 |
| 13000 | 2.97 | 174.60 | 74.46 | 0.010 |
| 14000 | 2.99 | 174.60 | 80.18 | 0.010 |
| 15000 | 3.02 | 174.60 | 85.91 | 0.010 |
| 16000 | 3.04 | 174.60 | 91.64 | 0.010 |
| 17000 | 3.07 | 174.60 | 97.37 | 0.010 |
| 18000 | 3.09 | 174.60 | 103.09 | 0.010 |
| 19000 | 3.12 | 174.60 | 108.82 | 0.010 |
| 20000 | 3.15 | 174.60 | 114.55 | 0.011 |
| 21000 | 3.16 | 174.60 | 120.27 | 0.011 |
| 22000 | 3.19 | 174.60 | 126.00 | 0.011 |
| 23000 | 3.24 | 174.60 | 131.73 | 0.011 |
| 24000 | 3.27 | 174.60 | 137.46 | 0.011 |
| 25000 | 3.29 | 174.60 | 143.18 | 0.011 |
| 26000 | 3.31 | 174.60 | 148.91 | 0.011 |
| 27000 | 3.33 | 174.60 | 154.64 | 0.011 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|------------------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 299.73 | mm |
| Carga Ultima: | 37417 | kg |
| Tiempo: | 3.36 | min |
| Diámetro (D): | 14.91 | cm |
| Área (A): | 174.60 | cm ² |
| f'_c: | 214.30 | kg/cm² |



| | | | | |
|-------|------|--------|--------|-------|
| 28000 | 3.35 | 174.60 | 160.37 | 0.011 |
| 29000 | 3.37 | 174.60 | 166.09 | 0.011 |
| 30000 | 3.39 | 174.60 | 171.82 | 0.011 |
| 31000 | 3.41 | 174.60 | 177.55 | 0.011 |
| 32000 | 3.43 | 174.60 | 183.28 | 0.011 |
| 33000 | 3.45 | 174.60 | 189.00 | 0.012 |
| 34000 | 3.47 | 174.60 | 194.73 | 0.012 |
| 35000 | 3.49 | 174.60 | 200.46 | 0.012 |
| 36000 | 3.51 | 174.60 | 206.19 | 0.012 |
| 37000 | 3.53 | 174.60 | 211.91 | 0.012 |
| 37417 | 3.59 | 174.60 | 214.30 | 0.012 |

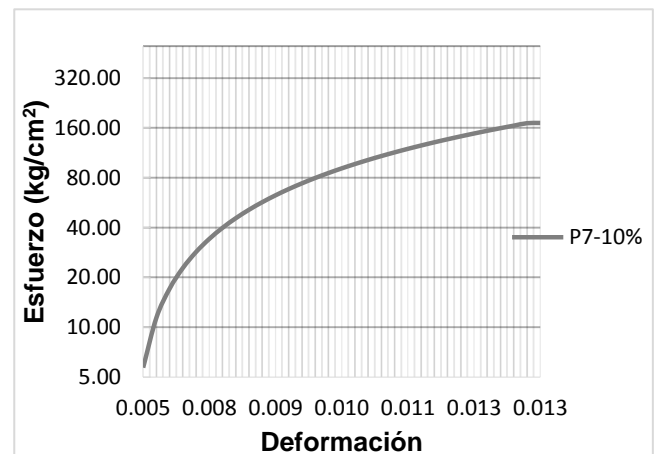
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 42. Curva esfuerzo deformación de la probeta 7 a los 14 días (P7-10%).

| P7-10% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR .H |
| 1000 | 1.50 | 175.66 | 5.69 | 0.005 |
| 2000 | 2.05 | 175.66 | 11.39 | 0.007 |
| 3000 | 2.17 | 175.66 | 17.08 | 0.007 |
| 4000 | 2.30 | 175.66 | 22.77 | 0.008 |
| 5000 | 2.38 | 175.66 | 28.46 | 0.008 |
| 6000 | 2.45 | 175.66 | 34.16 | 0.008 |
| 7000 | 2.50 | 175.66 | 39.85 | 0.008 |
| 8000 | 2.55 | 175.66 | 45.54 | 0.009 |
| 9000 | 2.62 | 175.66 | 51.24 | 0.009 |
| 10000 | 2.70 | 175.66 | 56.93 | 0.009 |
| 11000 | 2.75 | 175.66 | 62.62 | 0.009 |
| 12000 | 2.80 | 175.66 | 68.32 | 0.009 |
| 13000 | 2.90 | 175.66 | 74.01 | 0.010 |
| 14000 | 3.00 | 175.66 | 79.70 | 0.010 |
| 15000 | 3.06 | 175.66 | 85.39 | 0.010 |
| 16000 | 3.10 | 175.66 | 91.09 | 0.010 |
| 17000 | 3.14 | 175.66 | 96.78 | 0.010 |
| 18000 | 3.20 | 175.66 | 102.47 | 0.011 |
| 19000 | 3.25 | 175.66 | 108.17 | 0.011 |
| 20000 | 3.30 | 175.66 | 113.86 | 0.011 |
| 21000 | 3.41 | 175.66 | 119.55 | 0.011 |
| 22000 | 3.50 | 175.66 | 125.24 | 0.012 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|------------------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 299.64 | mm |
| Carga Ultima: | 30105 | kg |
| Tiempo: | 3.54 | min |
| Diámetro (D): | 14.96 | cm |
| Área (A): | 175.66 | cm ² |
| f'_c: | 171.39 | kg/cm² |



| | | | | |
|-------|------|--------|--------|-------|
| 23000 | 3.56 | 175.66 | 130.94 | 0.012 |
| 24000 | 3.62 | 175.66 | 136.63 | 0.012 |
| 25000 | 3.71 | 175.66 | 142.32 | 0.012 |
| 26000 | 3.79 | 175.66 | 148.02 | 0.013 |
| 27000 | 3.85 | 175.66 | 153.71 | 0.013 |
| 28000 | 3.90 | 175.66 | 159.40 | 0.013 |
| 29000 | 3.92 | 175.66 | 165.10 | 0.013 |
| 30000 | 3.96 | 175.66 | 170.79 | 0.013 |
| 30105 | 3.99 | 175.66 | 171.39 | 0.013 |

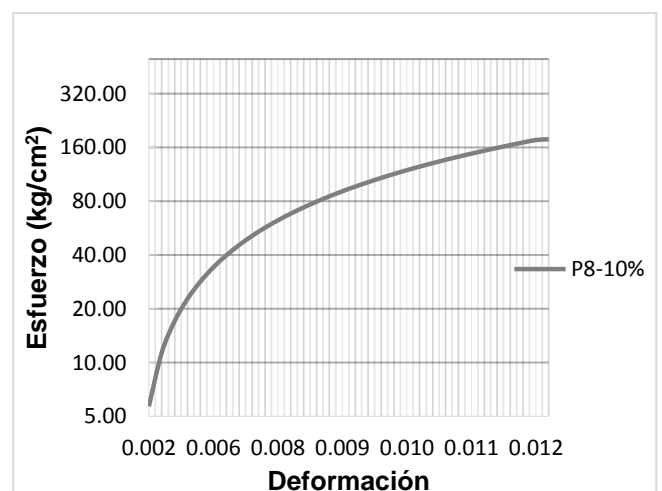
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 43. Curva esfuerzo deformación de la probeta 8 a los 14 días (P8-10%).

| P8-10% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR .H |
| 1000 | 0.70 | 175.93 | 5.68 | 0.002 |
| 2000 | 0.95 | 175.93 | 11.37 | 0.003 |
| 3000 | 1.20 | 175.93 | 17.05 | 0.004 |
| 4000 | 1.40 | 175.93 | 22.74 | 0.005 |
| 5000 | 1.65 | 175.93 | 28.42 | 0.006 |
| 6000 | 1.86 | 175.93 | 34.11 | 0.006 |
| 7000 | 2.10 | 175.93 | 39.79 | 0.007 |
| 8000 | 2.22 | 175.93 | 45.47 | 0.007 |
| 9000 | 2.30 | 175.93 | 51.16 | 0.008 |
| 10000 | 2.40 | 175.93 | 56.84 | 0.008 |
| 11000 | 2.48 | 175.93 | 62.53 | 0.008 |
| 12000 | 2.55 | 175.93 | 68.21 | 0.009 |
| 13000 | 2.58 | 175.93 | 73.89 | 0.009 |
| 14000 | 2.60 | 175.93 | 79.58 | 0.009 |
| 15000 | 2.65 | 175.93 | 85.26 | 0.009 |
| 16000 | 2.70 | 175.93 | 90.95 | 0.009 |
| 17000 | 2.83 | 175.93 | 96.63 | 0.009 |
| 18000 | 2.90 | 175.93 | 102.32 | 0.010 |
| 19000 | 2.95 | 175.93 | 108.00 | 0.010 |
| 20000 | 3.00 | 175.93 | 113.68 | 0.010 |
| 21000 | 3.06 | 175.93 | 119.37 | 0.010 |
| 22000 | 3.12 | 175.93 | 125.05 | 0.010 |
| 23000 | 3.16 | 175.93 | 130.74 | 0.011 |
| 24000 | 3.20 | 175.93 | 136.42 | 0.011 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|------------------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 299.54 | mm |
| Carga Ultima: | 31274 | kg |
| Tiempo: | 3.58 | min |
| Diámetro (D): | 14.97 | cm |
| Área (A): | 175.93 | cm ² |
| f'_c: | 177.77 | kg/cm² |



| | | | | |
|-------|------|--------|--------|-------|
| 25000 | 3.24 | 175.93 | 142.11 | 0.011 |
| 26000 | 3.29 | 175.93 | 147.79 | 0.011 |
| 27000 | 3.35 | 175.93 | 153.47 | 0.011 |
| 28000 | 3.40 | 175.93 | 159.16 | 0.011 |
| 29000 | 3.44 | 175.93 | 164.84 | 0.011 |
| 30000 | 3.49 | 175.93 | 170.53 | 0.012 |
| 31000 | 3.54 | 175.93 | 176.21 | 0.012 |
| 31274 | 3.57 | 175.93 | 177.77 | 0.012 |

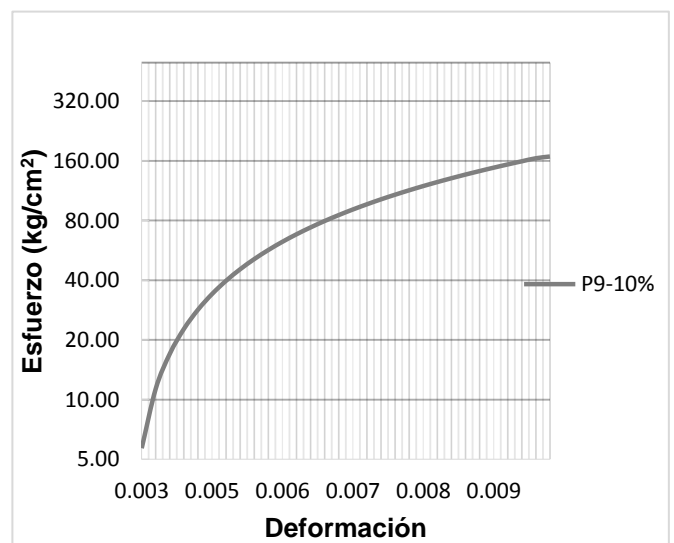
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 44. Curva esfuerzo deformación de la probeta 9 a los 14 días (P9-10%).

| P9-10% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR .H |
| 1000 | 0.95 | 175.88 | 5.69 | 0.003 |
| 2000 | 1.18 | 175.88 | 11.37 | 0.004 |
| 3000 | 1.30 | 175.88 | 17.06 | 0.004 |
| 4000 | 1.38 | 175.88 | 22.74 | 0.005 |
| 5000 | 1.45 | 175.88 | 28.43 | 0.005 |
| 6000 | 1.53 | 175.88 | 34.11 | 0.005 |
| 7000 | 1.60 | 175.88 | 39.80 | 0.005 |
| 8000 | 1.65 | 175.88 | 45.49 | 0.006 |
| 9000 | 1.70 | 175.88 | 51.17 | 0.006 |
| 10000 | 1.80 | 175.88 | 56.86 | 0.006 |
| 11000 | 1.90 | 175.88 | 62.54 | 0.006 |
| 12000 | 1.95 | 175.88 | 68.23 | 0.007 |
| 13000 | 2.00 | 175.88 | 73.91 | 0.007 |
| 14000 | 2.05 | 175.88 | 79.60 | 0.007 |
| 15000 | 2.10 | 175.88 | 85.29 | 0.007 |
| 16000 | 2.15 | 175.88 | 90.97 | 0.007 |
| 17000 | 2.20 | 175.88 | 96.66 | 0.007 |
| 18000 | 2.25 | 175.88 | 102.34 | 0.008 |
| 19000 | 2.30 | 175.88 | 108.03 | 0.008 |
| 20000 | 2.35 | 175.88 | 113.71 | 0.008 |
| 21000 | 2.40 | 175.88 | 119.40 | 0.008 |
| 22000 | 2.45 | 175.88 | 125.09 | 0.008 |
| 23000 | 2.50 | 175.88 | 130.77 | 0.008 |
| 24000 | 2.56 | 175.88 | 136.46 | 0.009 |
| 25000 | 2.60 | 175.88 | 142.14 | 0.009 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|---------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 299.53 | mm |
| Carga Ultima: | 29606 | kg |
| Tiempo: | 3.22 | min |
| Diámetro (D): | 14.96 | cm |
| Área (A): | 175.88 | cm ² |
| f'c: | 168.33 | kg/cm² |



| | | | | |
|-------|------|--------|--------|-------|
| 26000 | 2.65 | 175.88 | 147.83 | 0.009 |
| 27000 | 2.70 | 175.88 | 153.51 | 0.009 |
| 28000 | 2.74 | 175.88 | 159.20 | 0.009 |
| 29000 | 2.79 | 175.88 | 164.89 | 0.009 |
| 29606 | 2.82 | 175.88 | 168.33 | 0.009 |

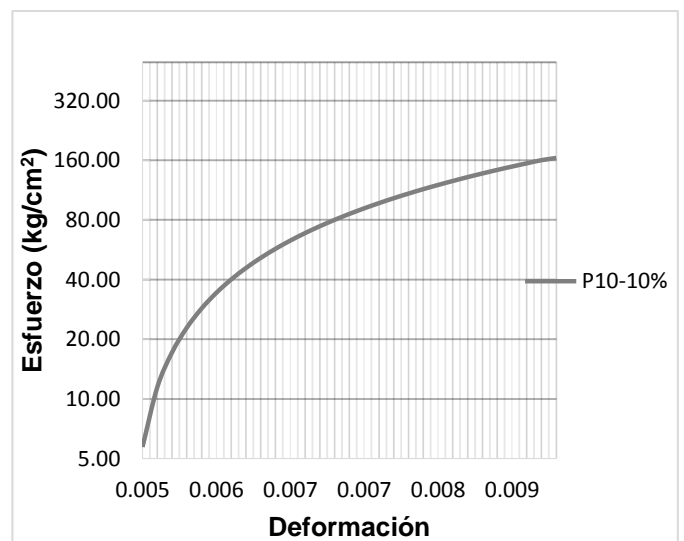
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 45. Curva esfuerzo deformación de la probeta 10 a los 14 días (P10-10%).

| P10-10% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|------------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR ./H |
| 1000 | 1.40 | 174.93 | 5.72 | 0.005 |
| 2000 | 1.50 | 174.93 | 11.43 | 0.005 |
| 3000 | 1.58 | 174.93 | 17.15 | 0.005 |
| 4000 | 1.64 | 174.93 | 22.87 | 0.005 |
| 5000 | 1.69 | 174.93 | 28.58 | 0.006 |
| 6000 | 1.74 | 174.93 | 34.30 | 0.006 |
| 7000 | 1.78 | 174.93 | 40.02 | 0.006 |
| 8000 | 1.83 | 174.93 | 45.73 | 0.006 |
| 9000 | 1.86 | 174.93 | 51.45 | 0.006 |
| 10000 | 1.90 | 174.93 | 57.17 | 0.006 |
| 11000 | 1.95 | 174.93 | 62.88 | 0.007 |
| 12000 | 1.98 | 174.93 | 68.60 | 0.007 |
| 13000 | 2.04 | 174.93 | 74.32 | 0.007 |
| 14000 | 2.08 | 174.93 | 80.03 | 0.007 |
| 15000 | 2.13 | 174.93 | 85.75 | 0.007 |
| 16000 | 2.18 | 174.93 | 91.47 | 0.007 |
| 17000 | 2.24 | 174.93 | 97.18 | 0.007 |
| 18000 | 2.30 | 174.93 | 102.90 | 0.008 |
| 19000 | 2.36 | 174.93 | 108.62 | 0.008 |
| 20000 | 2.42 | 174.93 | 114.33 | 0.008 |
| 21000 | 2.47 | 174.93 | 120.05 | 0.008 |
| 22000 | 2.52 | 174.93 | 125.77 | 0.008 |
| 23000 | 2.58 | 174.93 | 131.48 | 0.009 |
| 24000 | 2.63 | 174.93 | 137.20 | 0.009 |
| 25000 | 2.67 | 174.93 | 142.92 | 0.009 |
| 26000 | 2.71 | 174.93 | 148.63 | 0.009 |
| 27000 | 2.77 | 174.93 | 154.35 | 0.009 |
| 28000 | 2.82 | 174.93 | 160.07 | 0.009 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|---------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 299.34 | mm |
| Carga Ultima: | 28732 | kg |
| Tiempo: | 3.39 | min |
| Diámetro (D): | 14.92 | cm |
| Área (A): | 174.93 | cm ² |
| f'c: | 164.25 | kg/cm² |



| | | | | |
|-------|------|--------|--------|-------|
| 28732 | 2.86 | 174.93 | 164.25 | 0.010 |
|-------|------|--------|--------|-------|

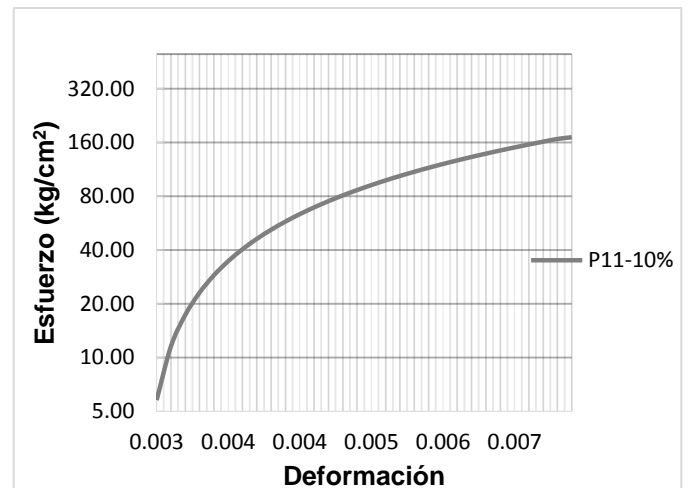
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 46. Curva esfuerzo deformación de la probeta 11 a los 14 días (P11-10%).

| P11-10% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR .H |
| 1000 | 0.86 | 173.27 | 5.77 | 0.003 |
| 2000 | 0.90 | 173.27 | 11.54 | 0.003 |
| 3000 | 0.95 | 173.27 | 17.31 | 0.003 |
| 4000 | 1.00 | 173.27 | 23.09 | 0.003 |
| 5000 | 1.04 | 173.27 | 28.86 | 0.003 |
| 6000 | 1.09 | 173.27 | 34.63 | 0.004 |
| 7000 | 1.13 | 173.27 | 40.40 | 0.004 |
| 8000 | 1.19 | 173.27 | 46.17 | 0.004 |
| 9000 | 1.23 | 173.27 | 51.94 | 0.004 |
| 10000 | 1.28 | 173.27 | 57.71 | 0.004 |
| 11000 | 1.33 | 173.27 | 63.49 | 0.004 |
| 12000 | 1.37 | 173.27 | 69.26 | 0.005 |
| 13000 | 1.42 | 173.27 | 75.03 | 0.005 |
| 14000 | 1.47 | 173.27 | 80.80 | 0.005 |
| 15000 | 1.53 | 173.27 | 86.57 | 0.005 |
| 16000 | 1.59 | 173.27 | 92.34 | 0.005 |
| 17000 | 1.64 | 173.27 | 98.11 | 0.005 |
| 18000 | 1.68 | 173.27 | 103.89 | 0.006 |
| 19000 | 1.71 | 173.27 | 109.66 | 0.006 |
| 20000 | 1.75 | 173.27 | 115.43 | 0.006 |
| 21000 | 1.79 | 173.27 | 121.20 | 0.006 |
| 22000 | 1.83 | 173.27 | 126.97 | 0.006 |
| 23000 | 1.88 | 173.27 | 132.74 | 0.006 |
| 24000 | 1.93 | 173.27 | 138.51 | 0.006 |
| 25000 | 1.99 | 173.27 | 144.29 | 0.007 |
| 26000 | 2.03 | 173.27 | 150.06 | 0.007 |
| 27000 | 2.07 | 173.27 | 155.83 | 0.007 |
| 28000 | 2.12 | 173.27 | 161.60 | 0.007 |
| 29000 | 2.16 | 173.27 | 167.37 | 0.007 |
| 29652 | 2.21 | 173.27 | 171.13 | 0.007 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|------------------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 298.70 | mm |
| Carga Ultima: | 29652 | kg |
| Tiempo: | 3.42 | min |
| Diámetro (D): | 14.85 | cm |
| Área (A): | 173.27 | cm ² |
| f'_c: | 171.13 | kg/cm² |



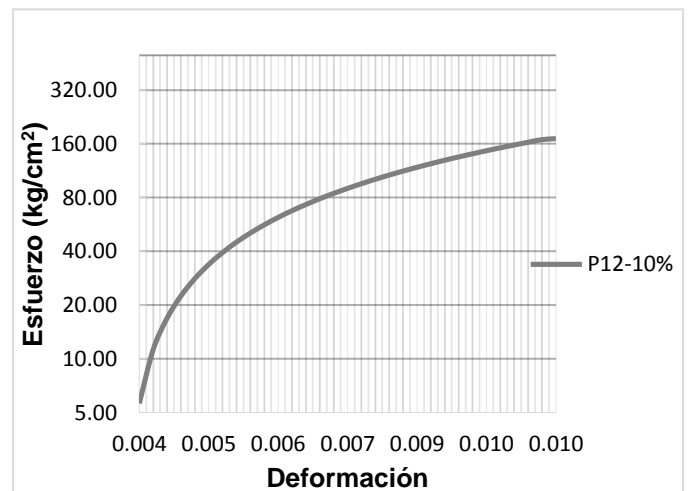
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 47. Curva esfuerzo deformación de la probeta 12 a los 14 días (P12-10%).

| P12-10% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR .H |
| 1000 | 1.31 | 177.65 | 5.63 | 0.004 |
| 2000 | 1.38 | 177.65 | 11.26 | 0.005 |
| 3000 | 1.46 | 177.65 | 16.89 | 0.005 |
| 4000 | 1.52 | 177.65 | 22.52 | 0.005 |
| 5000 | 1.57 | 177.65 | 28.15 | 0.005 |
| 6000 | 1.62 | 177.65 | 33.77 | 0.005 |
| 7000 | 1.66 | 177.65 | 39.40 | 0.006 |
| 8000 | 1.71 | 177.65 | 45.03 | 0.006 |
| 9000 | 1.75 | 177.65 | 50.66 | 0.006 |
| 10000 | 1.79 | 177.65 | 56.29 | 0.006 |
| 11000 | 1.83 | 177.65 | 61.92 | 0.006 |
| 12000 | 1.87 | 177.65 | 67.55 | 0.006 |
| 13000 | 1.91 | 177.65 | 73.18 | 0.006 |
| 14000 | 1.96 | 177.65 | 78.81 | 0.007 |
| 15000 | 2.01 | 177.65 | 84.44 | 0.007 |
| 16000 | 2.05 | 177.65 | 90.07 | 0.007 |
| 17000 | 2.11 | 177.65 | 95.70 | 0.007 |
| 18000 | 2.17 | 177.65 | 101.32 | 0.007 |
| 19000 | 2.22 | 177.65 | 106.95 | 0.007 |
| 20000 | 2.28 | 177.65 | 112.58 | 0.008 |
| 21000 | 2.70 | 177.65 | 118.21 | 0.009 |
| 22000 | 2.74 | 177.65 | 123.84 | 0.009 |
| 23000 | 2.77 | 177.65 | 129.47 | 0.009 |
| 24000 | 2.81 | 177.65 | 135.10 | 0.009 |
| 25000 | 2.85 | 177.65 | 140.73 | 0.010 |
| 26000 | 2.89 | 177.65 | 146.36 | 0.010 |
| 27000 | 2.94 | 177.65 | 151.99 | 0.010 |
| 28000 | 2.99 | 177.65 | 157.62 | 0.010 |
| 29000 | 3.03 | 177.65 | 163.25 | 0.010 |
| 30000 | 3.09 | 177.65 | 168.87 | 0.010 |
| 30377 | 3.13 | 177.65 | 171.00 | 0.010 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|------------------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 299.50 | mm |
| Carga Ultima: | 30377 | kg |
| Tiempo: | 4.36 | min |
| Diámetro (D): | 15.04 | cm |
| Área (A): | 177.65 | cm ² |
| f'_c: | 171.00 | kg/cm² |



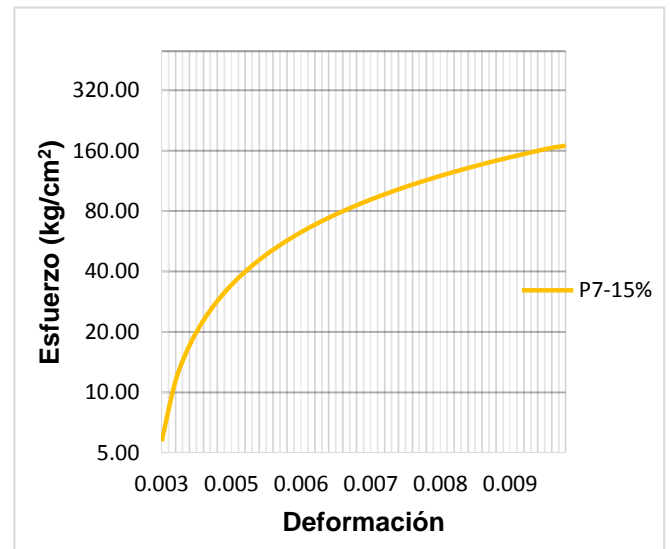
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 48. Curva esfuerzo deformación de la probeta 7 a los 14 días (P7-15%).

| P7-15% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR .H |
| 1000 | 0.90 | 175.46 | 5.70 | 0.003 |
| 2000 | 1.05 | 175.46 | 11.40 | 0.004 |
| 3000 | 1.28 | 175.46 | 17.10 | 0.004 |
| 4000 | 1.35 | 175.46 | 22.80 | 0.005 |
| 5000 | 1.43 | 175.46 | 28.50 | 0.005 |
| 6000 | 1.52 | 175.46 | 34.20 | 0.005 |
| 7000 | 1.63 | 175.46 | 39.90 | 0.005 |
| 8000 | 1.70 | 175.46 | 45.60 | 0.006 |
| 9000 | 1.75 | 175.46 | 51.29 | 0.006 |
| 10000 | 1.80 | 175.46 | 56.99 | 0.006 |
| 11000 | 1.88 | 175.46 | 62.69 | 0.006 |
| 12000 | 1.95 | 175.46 | 68.39 | 0.007 |
| 13000 | 1.99 | 175.46 | 74.09 | 0.007 |
| 14000 | 2.02 | 175.46 | 79.79 | 0.007 |
| 15000 | 2.06 | 175.46 | 85.49 | 0.007 |
| 16000 | 2.10 | 175.46 | 91.19 | 0.007 |
| 17000 | 2.18 | 175.46 | 96.89 | 0.007 |
| 18000 | 2.25 | 175.46 | 102.59 | 0.008 |
| 19000 | 2.30 | 175.46 | 108.29 | 0.008 |
| 20000 | 2.35 | 175.46 | 113.99 | 0.008 |
| 21000 | 2.39 | 175.46 | 119.69 | 0.008 |
| 22000 | 2.45 | 175.46 | 125.39 | 0.008 |
| 23000 | 2.49 | 175.46 | 131.09 | 0.008 |
| 24000 | 2.53 | 175.46 | 136.79 | 0.008 |
| 25000 | 2.58 | 175.46 | 142.49 | 0.009 |
| 26000 | 2.61 | 175.46 | 148.19 | 0.009 |
| 27000 | 2.65 | 175.46 | 153.88 | 0.009 |
| 28000 | 2.70 | 175.46 | 159.58 | 0.009 |
| 29000 | 2.74 | 175.46 | 165.28 | 0.009 |
| 29682 | 2.79 | 175.46 | 169.17 | 0.009 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|------------------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 298.56 | mm |
| Carga Ultima: | 29682 | kg |
| Tiempo: | 4.04 | min |
| Diámetro (D): | 14.95 | cm |
| Área (A): | 175.46 | cm ² |
| f'_c: | 169.17 | kg/cm² |



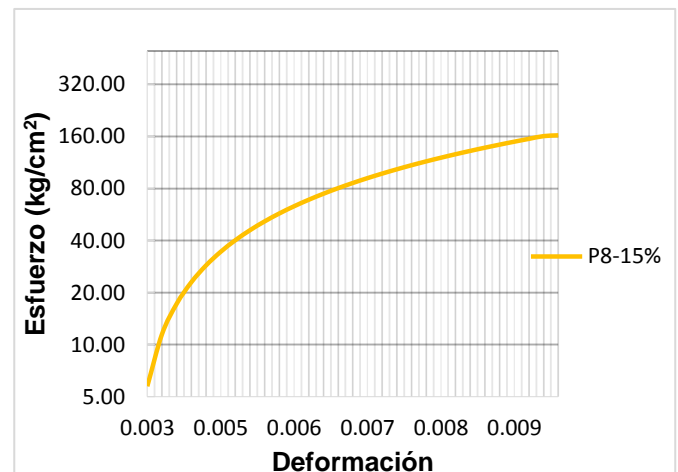
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 49. Curva esfuerzo deformación de la probeta 8 a los 14 días (P8-15%).

| P8-15% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR .H |
| 1000 | 0.85 | 174.16 | 5.74 | 0.003 |
| 2000 | 1.10 | 174.16 | 11.48 | 0.004 |
| 3000 | 1.22 | 174.16 | 17.23 | 0.004 |
| 4000 | 1.30 | 174.16 | 22.97 | 0.004 |
| 5000 | 1.40 | 174.16 | 28.71 | 0.005 |
| 6000 | 1.50 | 174.16 | 34.45 | 0.005 |
| 7000 | 1.55 | 174.16 | 40.19 | 0.005 |
| 8000 | 1.60 | 174.16 | 45.94 | 0.005 |
| 9000 | 1.66 | 174.16 | 51.68 | 0.006 |
| 10000 | 1.72 | 174.16 | 57.42 | 0.006 |
| 11000 | 1.76 | 174.16 | 63.16 | 0.006 |
| 12000 | 1.80 | 174.16 | 68.90 | 0.006 |
| 13000 | 1.85 | 174.16 | 74.65 | 0.006 |
| 14000 | 1.90 | 174.16 | 80.39 | 0.006 |
| 15000 | 1.97 | 174.16 | 86.13 | 0.007 |
| 16000 | 2.05 | 174.16 | 91.87 | 0.007 |
| 17000 | 2.08 | 174.16 | 97.61 | 0.007 |
| 18000 | 2.10 | 174.16 | 103.36 | 0.007 |
| 19000 | 2.15 | 174.16 | 109.10 | 0.007 |
| 20000 | 2.20 | 174.16 | 114.84 | 0.007 |
| 21000 | 2.25 | 174.16 | 120.58 | 0.008 |
| 22000 | 2.30 | 174.16 | 126.32 | 0.008 |
| 23000 | 2.37 | 174.16 | 132.07 | 0.008 |
| 24000 | 2.44 | 174.16 | 137.81 | 0.008 |
| 25000 | 2.49 | 174.16 | 143.55 | 0.008 |
| 26000 | 2.55 | 174.16 | 149.29 | 0.009 |
| 27000 | 2.60 | 174.16 | 155.03 | 0.009 |
| 28000 | 2.66 | 174.16 | 160.78 | 0.009 |
| 28301 | 2.71 | 174.16 | 162.50 | 0.009 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|------------------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 299.72 | mm |
| Carga Ultima: | 28301 | kg |
| Tiempo: | 2.26 | min |
| Diámetro (D): | 14.89 | cm |
| Área (A): | 174.16 | cm ² |
| f'_c: | 162.50 | kg/cm² |



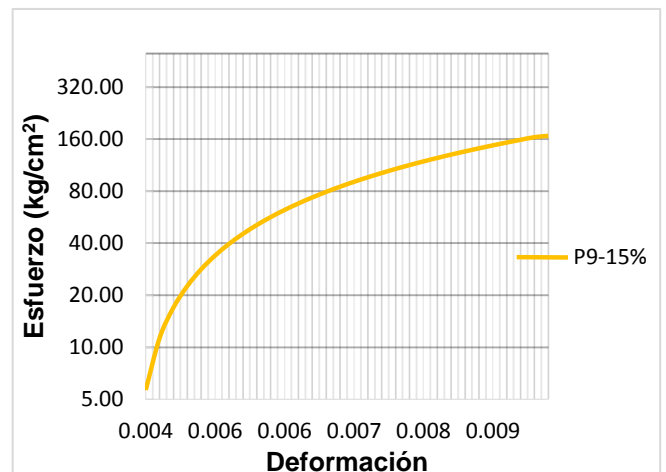
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 50. Curva esfuerzo deformación de la probeta 9 a los 14 días (P9-15%).

| P9-15% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR .H |
| 1000 | 1.05 | 176.67 | 5.66 | 0.004 |
| 2000 | 1.30 | 176.67 | 11.32 | 0.004 |
| 3000 | 1.45 | 176.67 | 16.98 | 0.005 |
| 4000 | 1.53 | 176.67 | 22.64 | 0.005 |
| 5000 | 1.60 | 176.67 | 28.30 | 0.005 |
| 6000 | 1.65 | 176.67 | 33.96 | 0.006 |
| 7000 | 1.70 | 176.67 | 39.62 | 0.006 |
| 8000 | 1.77 | 176.67 | 45.28 | 0.006 |
| 9000 | 1.81 | 176.67 | 50.94 | 0.006 |
| 10000 | 1.85 | 176.67 | 56.60 | 0.006 |
| 11000 | 1.88 | 176.67 | 62.26 | 0.006 |
| 12000 | 1.92 | 176.67 | 67.92 | 0.006 |
| 13000 | 1.97 | 176.67 | 73.58 | 0.007 |
| 14000 | 2.00 | 176.67 | 79.24 | 0.007 |
| 15000 | 2.04 | 176.67 | 84.91 | 0.007 |
| 16000 | 2.08 | 176.67 | 90.57 | 0.007 |
| 17000 | 2.14 | 176.67 | 96.23 | 0.007 |
| 18000 | 2.20 | 176.67 | 101.89 | 0.007 |
| 19000 | 2.24 | 176.67 | 107.55 | 0.007 |
| 20000 | 2.28 | 176.67 | 113.21 | 0.008 |
| 21000 | 2.33 | 176.67 | 118.87 | 0.008 |
| 22000 | 2.38 | 176.67 | 124.53 | 0.008 |
| 23000 | 2.43 | 176.67 | 130.19 | 0.008 |
| 24000 | 2.48 | 176.67 | 135.85 | 0.008 |
| 25000 | 2.54 | 176.67 | 141.51 | 0.008 |
| 26000 | 2.60 | 176.67 | 147.17 | 0.009 |
| 27000 | 2.65 | 176.67 | 152.83 | 0.009 |
| 28000 | 2.69 | 176.67 | 158.49 | 0.009 |
| 29000 | 2.74 | 176.67 | 164.15 | 0.009 |
| 29535 | 2.80 | 176.67 | 167.18 | 0.009 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|------------------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 299.82 | mm |
| Carga Ultima: | 29535 | kg |
| Tiempo: | 2.44 | min |
| Diámetro (D): | 15.00 | cm |
| Área (A): | 176.67 | cm ² |
| f'_c: | 167.18 | kg/cm² |



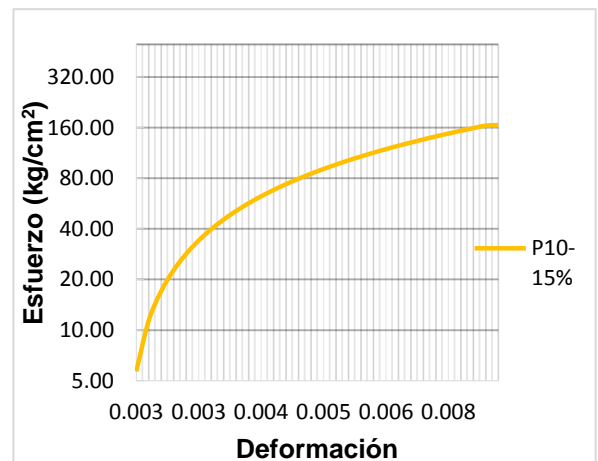
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 51. Curva esfuerzo deformación de la probeta 10 a los 14 días (P10-15%).

| P10-15% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR .H |
| 1000 | 0.77 | 176.14 | 5.68 | 0.003 |
| 2000 | 0.82 | 176.14 | 11.35 | 0.003 |
| 3000 | 0.87 | 176.14 | 17.03 | 0.003 |
| 4000 | 0.91 | 176.14 | 22.71 | 0.003 |
| 5000 | 0.98 | 176.14 | 28.39 | 0.003 |
| 6000 | 1.02 | 176.14 | 34.06 | 0.003 |
| 7000 | 1.04 | 176.14 | 39.74 | 0.003 |
| 8000 | 1.09 | 176.14 | 45.42 | 0.004 |
| 9000 | 1.12 | 176.14 | 51.10 | 0.004 |
| 10000 | 1.16 | 176.14 | 56.77 | 0.004 |
| 11000 | 1.22 | 176.14 | 62.45 | 0.004 |
| 12000 | 1.27 | 176.14 | 68.13 | 0.004 |
| 13000 | 1.32 | 176.14 | 73.81 | 0.004 |
| 14000 | 1.35 | 176.14 | 79.48 | 0.005 |
| 15000 | 1.39 | 176.14 | 85.16 | 0.005 |
| 16000 | 1.42 | 176.14 | 90.84 | 0.005 |
| 17000 | 1.45 | 176.14 | 96.52 | 0.005 |
| 18000 | 1.50 | 176.14 | 102.19 | 0.005 |
| 19000 | 1.54 | 176.14 | 107.87 | 0.005 |
| 20000 | 1.60 | 176.14 | 113.55 | 0.005 |
| 21000 | 1.80 | 176.14 | 119.22 | 0.006 |
| 22000 | 1.91 | 176.14 | 124.90 | 0.006 |
| 23000 | 2.04 | 176.14 | 130.58 | 0.007 |
| 24000 | 2.17 | 176.14 | 136.26 | 0.007 |
| 25000 | 2.30 | 176.14 | 141.93 | 0.008 |
| 26000 | 2.39 | 176.14 | 147.61 | 0.008 |
| 27000 | 2.44 | 176.14 | 153.29 | 0.008 |
| 28000 | 2.50 | 176.14 | 158.97 | 0.008 |
| 29000 | 2.57 | 176.14 | 164.64 | 0.009 |
| 29237 | 2.62 | 176.14 | 165.99 | 0.009 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|---------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 299.76 | mm |
| Carga Ultima: | 29237 | kg |
| Tiempo: | 2.25 | min |
| Diámetro (D): | 14.98 | cm |
| Área (A): | 176.14 | cm ² |
| f'c: | 165.99 | kg/cm² |



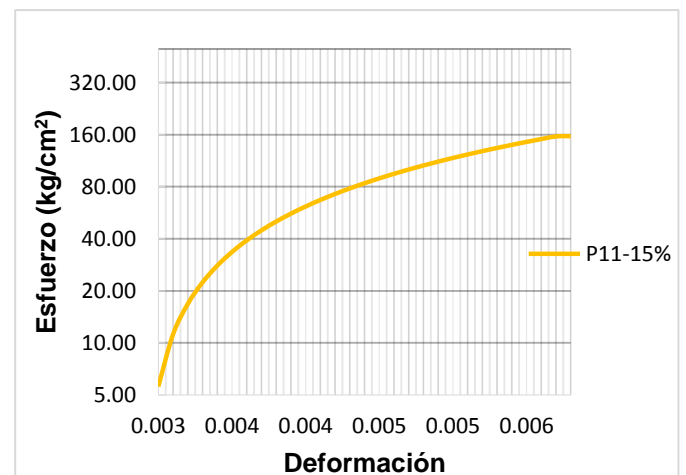
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 52. Curva esfuerzo deformación de la probeta 11 a los 14 días (P11-15%).

| P11-15% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR .H |
| 1000 | 0.85 | 179.02 | 5.59 | 0.003 |
| 2000 | 0.93 | 179.02 | 11.17 | 0.003 |
| 3000 | 0.97 | 179.02 | 16.76 | 0.003 |
| 4000 | 1.03 | 179.02 | 22.34 | 0.003 |
| 5000 | 1.06 | 179.02 | 27.93 | 0.004 |
| 6000 | 1.11 | 179.02 | 33.52 | 0.004 |
| 7000 | 1.15 | 179.02 | 39.10 | 0.004 |
| 8000 | 1.18 | 179.02 | 44.69 | 0.004 |
| 9000 | 1.22 | 179.02 | 50.27 | 0.004 |
| 10000 | 1.25 | 179.02 | 55.86 | 0.004 |
| 11000 | 1.28 | 179.02 | 61.45 | 0.004 |
| 12000 | 1.33 | 179.02 | 67.03 | 0.004 |
| 13000 | 1.35 | 179.02 | 72.62 | 0.005 |
| 14000 | 1.38 | 179.02 | 78.20 | 0.005 |
| 15000 | 1.43 | 179.02 | 83.79 | 0.005 |
| 16000 | 1.45 | 179.02 | 89.38 | 0.005 |
| 17000 | 1.48 | 179.02 | 94.96 | 0.005 |
| 18000 | 1.51 | 179.02 | 100.55 | 0.005 |
| 19000 | 1.53 | 179.02 | 106.13 | 0.005 |
| 20000 | 1.55 | 179.02 | 111.72 | 0.005 |
| 21000 | 1.59 | 179.02 | 117.31 | 0.005 |
| 22000 | 1.63 | 179.02 | 122.89 | 0.005 |
| 23000 | 1.68 | 179.02 | 128.48 | 0.006 |
| 24000 | 1.73 | 179.02 | 134.06 | 0.006 |
| 25000 | 1.78 | 179.02 | 139.65 | 0.006 |
| 26000 | 1.85 | 179.02 | 145.24 | 0.006 |
| 27000 | 1.93 | 179.02 | 150.82 | 0.006 |
| 28000 | 2.04 | 179.02 | 156.41 | 0.007 |
| 28061 | 2.15 | 179.02 | 156.75 | 0.007 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|------------------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 298.98 | mm |
| Carga Ultima: | 28061 | kg |
| Tiempo: | 3.28 | min |
| Diámetro (D): | 15.10 | cm |
| Área (A): | 179.02 | cm ² |
| f'_c: | 156.75 | kg/cm² |



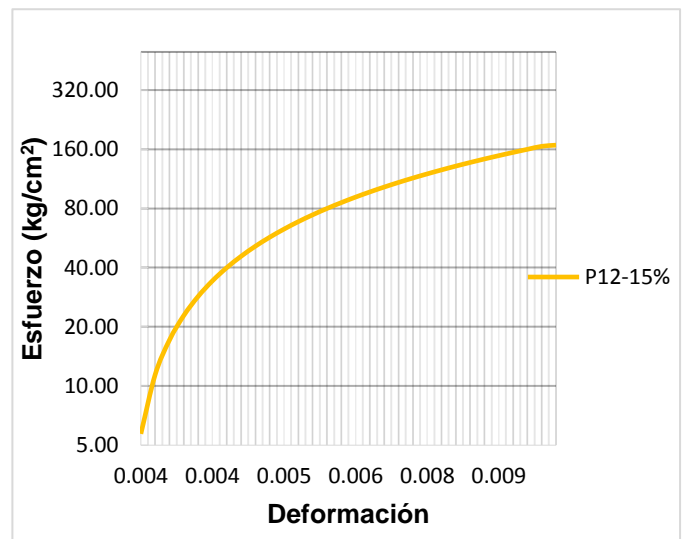
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 53. Curva esfuerzo deformación de la probeta 12 a los 14 días (P12-15%).

| P12-15% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR .H |
| 1000 | 1.13 | 175.14 | 5.71 | 0.004 |
| 2000 | 1.16 | 175.14 | 11.42 | 0.004 |
| 3000 | 1.20 | 175.14 | 17.13 | 0.004 |
| 4000 | 1.24 | 175.14 | 22.84 | 0.004 |
| 5000 | 1.27 | 175.14 | 28.55 | 0.004 |
| 6000 | 1.30 | 175.14 | 34.26 | 0.004 |
| 7000 | 1.33 | 175.14 | 39.97 | 0.004 |
| 8000 | 1.36 | 175.14 | 45.68 | 0.005 |
| 9000 | 1.40 | 175.14 | 51.39 | 0.005 |
| 10000 | 1.44 | 175.14 | 57.10 | 0.005 |
| 11000 | 1.50 | 175.14 | 62.81 | 0.005 |
| 12000 | 1.54 | 175.14 | 68.52 | 0.005 |
| 13000 | 1.64 | 175.14 | 74.23 | 0.005 |
| 14000 | 1.76 | 175.14 | 79.94 | 0.006 |
| 15000 | 1.83 | 175.14 | 85.65 | 0.006 |
| 16000 | 1.90 | 175.14 | 91.36 | 0.006 |
| 17000 | 2.01 | 175.14 | 97.07 | 0.007 |
| 18000 | 2.09 | 175.14 | 102.78 | 0.007 |
| 19000 | 2.17 | 175.14 | 108.48 | 0.007 |
| 20000 | 2.33 | 175.14 | 114.19 | 0.008 |
| 21000 | 2.39 | 175.14 | 119.90 | 0.008 |
| 22000 | 2.45 | 175.14 | 125.61 | 0.008 |
| 23000 | 2.51 | 175.14 | 131.32 | 0.008 |
| 24000 | 2.57 | 175.14 | 137.03 | 0.009 |
| 25000 | 2.63 | 175.14 | 142.74 | 0.009 |
| 26000 | 2.69 | 175.14 | 148.45 | 0.009 |
| 27000 | 2.75 | 175.14 | 154.16 | 0.009 |
| 28000 | 2.81 | 175.14 | 159.87 | 0.009 |
| 29000 | 2.87 | 175.14 | 165.58 | 0.010 |
| 29404 | 2.96 | 175.14 | 167.89 | 0.010 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|---------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 299.82 | mm |
| Carga Ultima: | 29404 | kg |
| Tiempo: | 3.36 | min |
| Diámetro (D): | 14.93 | cm |
| Área (A): | 175.14 | cm ² |
| f'c: | 167.89 | kg/cm² |



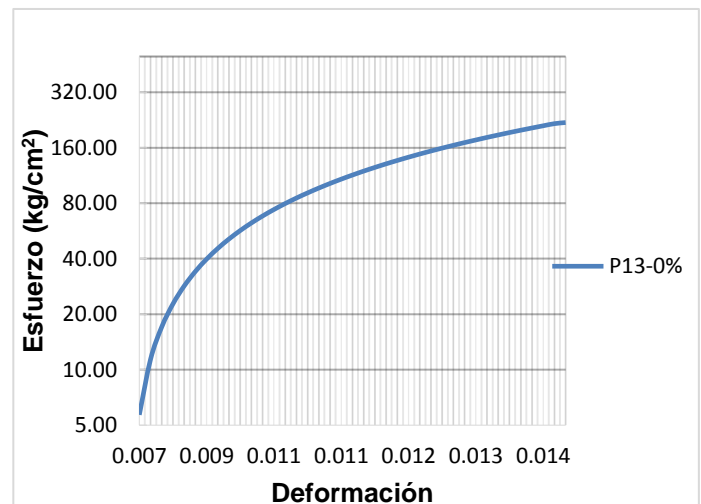
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 54. Curva esfuerzo deformación de la probeta 13 a los 28 días (P13-0%).

| P13-0% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR .H |
| 1000 | 2.20 | 175.77 | 5.69 | 0.007 |
| 2000 | 2.42 | 175.77 | 11.38 | 0.008 |
| 3000 | 2.54 | 175.77 | 17.07 | 0.008 |
| 4000 | 2.60 | 175.77 | 22.76 | 0.009 |
| 5000 | 2.71 | 175.77 | 28.45 | 0.009 |
| 6000 | 2.78 | 175.77 | 34.13 | 0.009 |
| 7000 | 2.84 | 175.77 | 39.82 | 0.009 |
| 8000 | 2.90 | 175.77 | 45.51 | 0.010 |
| 9000 | 2.94 | 175.77 | 51.20 | 0.010 |
| 10000 | 3.01 | 175.77 | 56.89 | 0.010 |
| 11000 | 3.05 | 175.77 | 62.58 | 0.010 |
| 12000 | 3.09 | 175.77 | 68.27 | 0.010 |
| 13000 | 3.15 | 175.77 | 73.96 | 0.011 |
| 14000 | 3.20 | 175.77 | 79.65 | 0.011 |
| 15000 | 3.25 | 175.77 | 85.34 | 0.011 |
| 16000 | 3.30 | 175.77 | 91.03 | 0.011 |
| 17000 | 3.34 | 175.77 | 96.72 | 0.011 |
| 18000 | 3.38 | 175.77 | 102.40 | 0.011 |
| 19000 | 3.42 | 175.77 | 108.09 | 0.011 |
| 20000 | 3.45 | 175.77 | 113.78 | 0.012 |
| 21000 | 3.50 | 175.77 | 119.47 | 0.012 |
| 22000 | 3.54 | 175.77 | 125.16 | 0.012 |
| 23000 | 3.58 | 175.77 | 130.85 | 0.012 |
| 24000 | 3.62 | 175.77 | 136.54 | 0.012 |
| 25000 | 3.64 | 175.77 | 142.23 | 0.012 |
| 26000 | 3.68 | 175.77 | 147.92 | 0.012 |
| 27000 | 3.72 | 175.77 | 153.61 | 0.012 |
| 28000 | 3.75 | 175.77 | 159.30 | 0.013 |
| 29000 | 3.78 | 175.77 | 164.99 | 0.013 |
| 30000 | 3.81 | 175.77 | 170.67 | 0.013 |
| 31000 | 3.84 | 175.77 | 176.36 | 0.013 |
| 32000 | 3.88 | 175.77 | 182.05 | 0.013 |
| 33000 | 3.90 | 175.77 | 187.74 | 0.013 |
| 34000 | 3.95 | 175.77 | 193.43 | 0.013 |
| 35000 | 3.99 | 175.77 | 199.12 | 0.013 |
| 36000 | 4.04 | 175.77 | 204.81 | 0.014 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|---------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 299.00 | mm |
| Carga Ultima: | 38534 | kg |
| Tiempo: | 3.14 | min |
| Diámetro (D): | 14.96 | cm |
| Área (A): | 175.77 | cm ² |
| f'c: | 219.23 | kg/cm² |



| | | | | |
|-------|------|--------|--------|-------|
| 37000 | 4.07 | 175.77 | 210.50 | 0.014 |
| 38000 | 4.09 | 175.77 | 216.19 | 0.014 |
| 38534 | 4.12 | 175.77 | 219.23 | 0.014 |

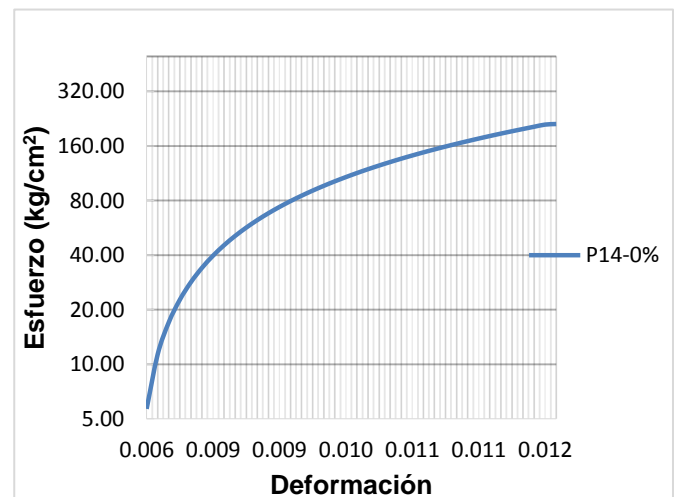
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 55. Curva esfuerzo deformación de la probeta 14 a los 28 días (P14-0%).

| P14-0% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR .H |
| 1000 | 1.91 | 176.13 | 5.68 | 0.006 |
| 2000 | 2.11 | 176.13 | 11.36 | 0.007 |
| 3000 | 2.31 | 176.13 | 17.03 | 0.008 |
| 4000 | 2.40 | 176.13 | 22.71 | 0.008 |
| 5000 | 2.45 | 176.13 | 28.39 | 0.008 |
| 6000 | 2.52 | 176.13 | 34.07 | 0.008 |
| 7000 | 2.56 | 176.13 | 39.74 | 0.009 |
| 8000 | 2.61 | 176.13 | 45.42 | 0.009 |
| 9000 | 2.65 | 176.13 | 51.10 | 0.009 |
| 10000 | 2.70 | 176.13 | 56.78 | 0.009 |
| 11000 | 2.74 | 176.13 | 62.46 | 0.009 |
| 12000 | 2.78 | 176.13 | 68.13 | 0.009 |
| 13000 | 2.82 | 176.13 | 73.81 | 0.009 |
| 14000 | 2.87 | 176.13 | 79.49 | 0.010 |
| 15000 | 2.90 | 176.13 | 85.17 | 0.010 |
| 16000 | 2.95 | 176.13 | 90.84 | 0.010 |
| 17000 | 2.98 | 176.13 | 96.52 | 0.010 |
| 18000 | 3.01 | 176.13 | 102.20 | 0.010 |
| 19000 | 3.04 | 176.13 | 107.88 | 0.010 |
| 20000 | 3.07 | 176.13 | 113.56 | 0.010 |
| 21000 | 3.10 | 176.13 | 119.23 | 0.010 |
| 22000 | 3.12 | 176.13 | 124.91 | 0.010 |
| 23000 | 3.15 | 176.13 | 130.59 | 0.011 |
| 24000 | 3.18 | 176.13 | 136.27 | 0.011 |
| 25000 | 3.22 | 176.13 | 141.94 | 0.011 |
| 26000 | 3.25 | 176.13 | 147.62 | 0.011 |
| 27000 | 3.29 | 176.13 | 153.30 | 0.011 |
| 28000 | 3.32 | 176.13 | 158.98 | 0.011 |
| 29000 | 3.35 | 176.13 | 164.65 | 0.011 |
| 30000 | 3.37 | 176.13 | 170.33 | 0.011 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|------------------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 298.50 | mm |
| Carga Ultima: | 37276 | kg |
| Tiempo: | 3.00 | min |
| Diámetro (D): | 14.98 | cm |
| Área (A): | 176.13 | cm ² |
| f'_c: | 211.64 | kg/cm² |



| | | | | |
|-------|------|--------|--------|-------|
| 31000 | 3.41 | 176.13 | 176.01 | 0.011 |
| 32000 | 3.43 | 176.13 | 181.69 | 0.011 |
| 33000 | 3.45 | 176.13 | 187.37 | 0.012 |
| 34000 | 3.48 | 176.13 | 193.04 | 0.012 |
| 35000 | 3.52 | 176.13 | 198.72 | 0.012 |
| 36000 | 3.55 | 176.13 | 204.40 | 0.012 |
| 37000 | 3.59 | 176.13 | 210.08 | 0.012 |
| 37276 | 3.61 | 176.13 | 211.64 | 0.012 |

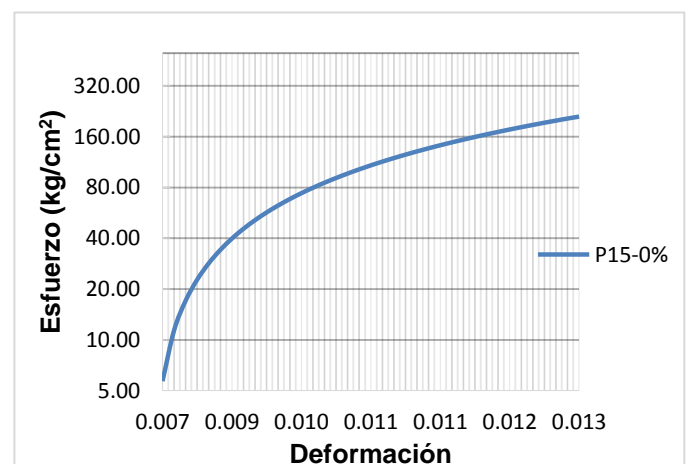
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 56. Curva esfuerzo deformación de la probeta 15 a los 28 días (P15-0%).

| P15-0% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR .H |
| 1000 | 2.01 | 175.77 | 5.69 | 0.007 |
| 2000 | 2.25 | 175.77 | 11.38 | 0.008 |
| 3000 | 2.38 | 175.77 | 17.07 | 0.008 |
| 4000 | 2.46 | 175.77 | 22.76 | 0.008 |
| 5000 | 2.53 | 175.77 | 28.45 | 0.008 |
| 6000 | 2.60 | 175.77 | 34.13 | 0.009 |
| 7000 | 2.65 | 175.77 | 39.82 | 0.009 |
| 8000 | 2.70 | 175.77 | 45.51 | 0.009 |
| 9000 | 2.74 | 175.77 | 51.20 | 0.009 |
| 10000 | 2.80 | 175.77 | 56.89 | 0.009 |
| 11000 | 2.84 | 175.77 | 62.58 | 0.010 |
| 12000 | 2.88 | 175.77 | 68.27 | 0.010 |
| 13000 | 2.92 | 175.77 | 73.96 | 0.010 |
| 14000 | 2.95 | 175.77 | 79.65 | 0.010 |
| 15000 | 3.00 | 175.77 | 85.34 | 0.010 |
| 16000 | 3.04 | 175.77 | 91.03 | 0.010 |
| 17000 | 3.07 | 175.77 | 96.72 | 0.010 |
| 18000 | 3.12 | 175.77 | 102.40 | 0.010 |
| 19000 | 3.15 | 175.77 | 108.09 | 0.011 |
| 20000 | 3.18 | 175.77 | 113.78 | 0.011 |
| 21000 | 3.22 | 175.77 | 119.47 | 0.011 |
| 22000 | 3.26 | 175.77 | 125.16 | 0.011 |
| 23000 | 3.30 | 175.77 | 130.85 | 0.011 |
| 24000 | 3.34 | 175.77 | 136.54 | 0.011 |
| 25000 | 3.36 | 175.77 | 142.23 | 0.011 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|------------------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 298.50 | mm |
| Carga Ultima: | 36957 | kg |
| Tiempo: | 2.53 | min |
| Diámetro (D): | 14.96 | cm |
| Área (A): | 175.77 | cm ² |
| f'_c: | 210.25 | kg/cm² |



| | | | | |
|-------|------|--------|--------|-------|
| 26000 | 3.40 | 175.77 | 147.92 | 0.011 |
| 27000 | 3.42 | 175.77 | 153.61 | 0.011 |
| 28000 | 3.45 | 175.77 | 159.30 | 0.012 |
| 29000 | 3.48 | 175.77 | 164.99 | 0.012 |
| 30000 | 3.51 | 175.77 | 170.67 | 0.012 |
| 31000 | 3.54 | 175.77 | 176.36 | 0.012 |
| 32000 | 3.58 | 175.77 | 182.05 | 0.012 |
| 33000 | 3.60 | 175.77 | 187.74 | 0.012 |
| 34000 | 3.63 | 175.77 | 193.43 | 0.012 |
| 35000 | 3.66 | 175.77 | 199.12 | 0.012 |
| 36000 | 3.70 | 175.77 | 204.81 | 0.012 |
| 36957 | 3.75 | 175.77 | 210.25 | 0.013 |

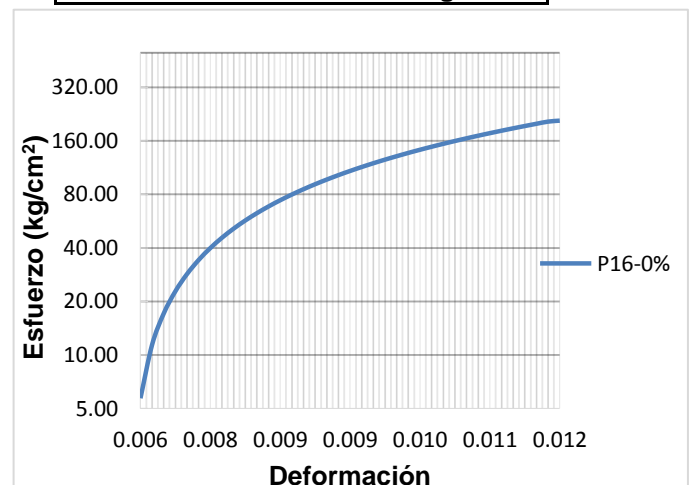
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 57. Curva esfuerzo deformación de la probeta 16 a los 28 días (P16-0%).

| P16-0% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR .H |
| 1000 | 1.70 | 175.30 | 5.70 | 0.006 |
| 2000 | 1.92 | 175.30 | 11.41 | 0.006 |
| 3000 | 2.05 | 175.30 | 17.11 | 0.007 |
| 4000 | 2.14 | 175.30 | 22.82 | 0.007 |
| 5000 | 2.20 | 175.30 | 28.52 | 0.007 |
| 6000 | 2.27 | 175.30 | 34.23 | 0.008 |
| 7000 | 2.33 | 175.30 | 39.93 | 0.008 |
| 8000 | 2.37 | 175.30 | 45.64 | 0.008 |
| 9000 | 2.41 | 175.30 | 51.34 | 0.008 |
| 10000 | 2.45 | 175.30 | 57.04 | 0.008 |
| 11000 | 2.48 | 175.30 | 62.75 | 0.008 |
| 12000 | 2.52 | 175.30 | 68.45 | 0.008 |
| 13000 | 2.55 | 175.30 | 74.16 | 0.009 |
| 14000 | 2.58 | 175.30 | 79.86 | 0.009 |
| 15000 | 2.61 | 175.30 | 85.57 | 0.009 |
| 16000 | 2.65 | 175.30 | 91.27 | 0.009 |
| 17000 | 2.68 | 175.30 | 96.97 | 0.009 |
| 18000 | 2.74 | 175.30 | 102.68 | 0.009 |
| 19000 | 2.78 | 175.30 | 108.38 | 0.009 |
| 20000 | 2.82 | 175.30 | 114.09 | 0.009 |
| 21000 | 2.86 | 175.30 | 119.79 | 0.010 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|------------------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 298.50 | mm |
| Carga Ultima: | 36455 | kg |
| Tiempo: | 3.55 | min |
| Diámetro (D): | 14.94 | cm |
| Área (A): | 175.30 | cm ² |
| f'_c: | 207.95 | kg/cm² |



| | | | | |
|-------|------|--------|--------|-------|
| 22000 | 2.90 | 175.30 | 125.50 | 0.010 |
| 23000 | 2.94 | 175.30 | 131.20 | 0.010 |
| 24000 | 2.98 | 175.30 | 136.91 | 0.010 |
| 25000 | 3.02 | 175.30 | 142.61 | 0.010 |
| 26000 | 3.06 | 175.30 | 148.31 | 0.010 |
| 27000 | 3.10 | 175.30 | 154.02 | 0.010 |
| 28000 | 3.14 | 175.30 | 159.72 | 0.011 |
| 29000 | 3.18 | 175.30 | 165.43 | 0.011 |
| 30000 | 3.22 | 175.30 | 171.13 | 0.011 |
| 31000 | 3.26 | 175.30 | 176.84 | 0.011 |
| 32000 | 3.29 | 175.30 | 182.54 | 0.011 |
| 33000 | 3.34 | 175.30 | 188.24 | 0.011 |
| 34000 | 3.38 | 175.30 | 193.95 | 0.011 |
| 35000 | 3.42 | 175.30 | 199.65 | 0.011 |
| 36000 | 3.47 | 175.30 | 205.36 | 0.012 |
| 36455 | 3.51 | 175.30 | 207.95 | 0.012 |

Fuente: Elaboración propia, 2016.

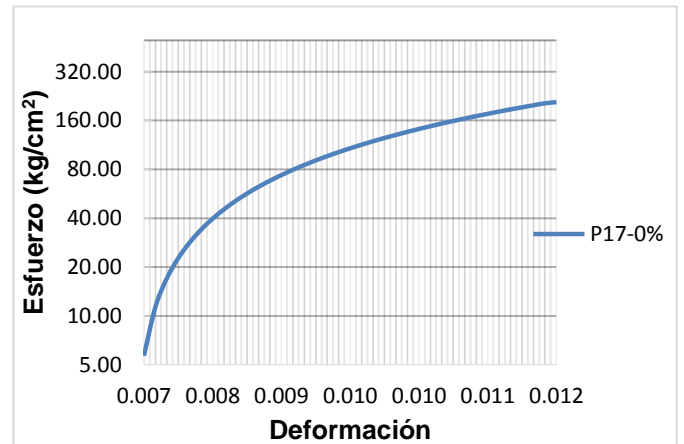
Figura n.º 58. Curva esfuerzo deformación de la probeta 17 a los 28 días (P17-0%).

| P17-0% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR .H |
| 1000 | 2.05 | 176.13 | 5.68 | 0.007 |
| 2000 | 2.14 | 176.13 | 11.36 | 0.007 |
| 3000 | 2.20 | 176.13 | 17.03 | 0.007 |
| 4000 | 2.27 | 176.13 | 22.71 | 0.008 |
| 5000 | 2.33 | 176.13 | 28.39 | 0.008 |
| 6000 | 2.37 | 176.13 | 34.07 | 0.008 |
| 7000 | 2.41 | 176.13 | 39.74 | 0.008 |
| 8000 | 2.45 | 176.13 | 45.42 | 0.008 |
| 9000 | 2.48 | 176.13 | 51.10 | 0.008 |
| 10000 | 2.52 | 176.13 | 56.78 | 0.008 |
| 11000 | 2.55 | 176.13 | 62.46 | 0.009 |
| 12000 | 2.58 | 176.13 | 68.13 | 0.009 |
| 13000 | 2.61 | 176.13 | 73.81 | 0.009 |
| 14000 | 2.65 | 176.13 | 79.49 | 0.009 |
| 15000 | 2.68 | 176.13 | 85.17 | 0.009 |
| 16000 | 2.74 | 176.13 | 90.84 | 0.009 |
| 17000 | 2.78 | 176.13 | 96.52 | 0.009 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|---------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 298.50 | mm |
| Carga Ultima: | 36587 | kg |
| Tiempo: | 3.18 | min |
| Diámetro (D): | 14.98 | cm |
| Área (A): | 176.13 | cm ² |
| f'c: | 207.73 | kg/cm² |

| | | | | |
|-------|------|--------|--------|-------|
| 18000 | 2.82 | 176.13 | 102.20 | 0.009 |
| 19000 | 2.86 | 176.13 | 107.88 | 0.010 |
| 20000 | 2.90 | 176.13 | 113.56 | 0.010 |
| 21000 | 2.94 | 176.13 | 119.23 | 0.010 |
| 22000 | 2.98 | 176.13 | 124.91 | 0.010 |
| 23000 | 3.03 | 176.13 | 130.59 | 0.010 |
| 24000 | 3.07 | 176.13 | 136.27 | 0.010 |
| 25000 | 3.10 | 176.13 | 141.94 | 0.010 |
| 26000 | 3.14 | 176.13 | 147.62 | 0.011 |
| 27000 | 3.18 | 176.13 | 153.30 | 0.011 |
| 28000 | 3.22 | 176.13 | 158.98 | 0.011 |
| 29000 | 3.26 | 176.13 | 164.65 | 0.011 |
| 30000 | 3.30 | 176.13 | 170.33 | 0.011 |
| 31000 | 3.34 | 176.13 | 176.01 | 0.011 |
| 32000 | 3.38 | 176.13 | 181.69 | 0.011 |
| 33000 | 3.42 | 176.13 | 187.37 | 0.011 |
| 34000 | 3.46 | 176.13 | 193.04 | 0.012 |
| 35000 | 3.50 | 176.13 | 198.72 | 0.012 |
| 36000 | 3.55 | 176.13 | 204.40 | 0.012 |
| 36587 | 3.59 | 176.13 | 207.73 | 0.012 |



Fuente: Elaboración propia, 2016.

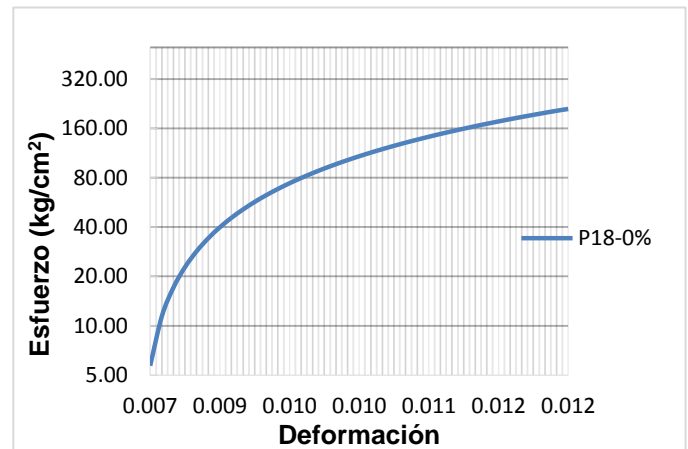
Figura n.º 59. Curva esfuerzo deformación de la probeta 18 a los 28 días (P18-0%).

| P18-0% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR .H |
| 1000 | 2.11 | 175.54 | 5.70 | 0.007 |
| 2000 | 2.31 | 175.54 | 11.39 | 0.008 |
| 3000 | 2.40 | 175.54 | 17.09 | 0.008 |
| 4000 | 2.45 | 175.54 | 22.79 | 0.008 |
| 5000 | 2.52 | 175.54 | 28.48 | 0.008 |
| 6000 | 2.56 | 175.54 | 34.18 | 0.009 |
| 7000 | 2.61 | 175.54 | 39.88 | 0.009 |
| 8000 | 2.65 | 175.54 | 45.57 | 0.009 |
| 9000 | 2.70 | 175.54 | 51.27 | 0.009 |
| 10000 | 2.74 | 175.54 | 56.97 | 0.009 |
| 11000 | 2.78 | 175.54 | 62.66 | 0.009 |
| 12000 | 2.82 | 175.54 | 68.36 | 0.009 |
| 13000 | 2.87 | 175.54 | 74.06 | 0.010 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|---------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 298.50 | mm |
| Carga Ultima: | 36943 | kg |
| Tiempo: | 3.26 | min |
| Diámetro (D): | 14.95 | cm |
| Área (A): | 175.54 | cm ² |
| f'c: | 210.46 | kg/cm² |

| | | | | |
|-------|------|--------|--------|-------|
| 14000 | 2.90 | 175.54 | 79.75 | 0.010 |
| 15000 | 2.95 | 175.54 | 85.45 | 0.010 |
| 16000 | 2.98 | 175.54 | 91.15 | 0.010 |
| 17000 | 3.01 | 175.54 | 96.84 | 0.010 |
| 18000 | 3.04 | 175.54 | 102.54 | 0.010 |
| 19000 | 3.07 | 175.54 | 108.24 | 0.010 |
| 20000 | 3.10 | 175.54 | 113.94 | 0.010 |
| 21000 | 3.13 | 175.54 | 119.63 | 0.010 |
| 22000 | 3.16 | 175.54 | 125.33 | 0.011 |
| 23000 | 3.19 | 175.54 | 131.03 | 0.011 |
| 24000 | 3.22 | 175.54 | 136.72 | 0.011 |
| 25000 | 3.25 | 175.54 | 142.42 | 0.011 |
| 26000 | 3.28 | 175.54 | 148.12 | 0.011 |
| 27000 | 3.31 | 175.54 | 153.81 | 0.011 |
| 28000 | 3.34 | 175.54 | 159.51 | 0.011 |
| 29000 | 3.37 | 175.54 | 165.21 | 0.011 |
| 30000 | 3.40 | 175.54 | 170.90 | 0.011 |
| 31000 | 3.44 | 175.54 | 176.60 | 0.012 |
| 32000 | 3.49 | 175.54 | 182.30 | 0.012 |
| 33000 | 3.53 | 175.54 | 187.99 | 0.012 |
| 34000 | 3.57 | 175.54 | 193.69 | 0.012 |
| 35000 | 3.60 | 175.54 | 199.39 | 0.012 |
| 36000 | 3.63 | 175.54 | 205.08 | 0.012 |
| 36943 | 3.67 | 175.54 | 210.46 | 0.012 |



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 60. Curva esfuerzo deformación de la probeta 13 a los 28 días (P13-5%).

| P13-5% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR .H |
| 1000 | 3.10 | 175.89 | 5.69 | 0.010 |
| 2000 | 3.32 | 175.89 | 11.37 | 0.011 |
| 3000 | 3.44 | 175.89 | 17.06 | 0.012 |
| 4000 | 3.50 | 175.89 | 22.74 | 0.012 |
| 5000 | 3.61 | 175.89 | 28.43 | 0.012 |
| 6000 | 3.68 | 175.89 | 34.11 | 0.012 |
| 7000 | 3.74 | 175.89 | 39.80 | 0.013 |
| 8000 | 3.80 | 175.89 | 45.48 | 0.013 |
| 9000 | 3.84 | 175.89 | 51.17 | 0.013 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|---------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 299.00 | mm |
| Carga Ultima: | 35925 | kg |
| Tiempo: | 3.14 | min |
| Diámetro (D): | 14.97 | cm |
| Área (A): | 175.89 | cm ² |
| f'c: | 204.25 | kg/cm² |

| | | | | |
|-------|------|--------|--------|-------|
| 10000 | 3.91 | 175.89 | 56.85 | 0.013 |
| 11000 | 3.95 | 175.89 | 62.54 | 0.013 |
| 12000 | 3.99 | 175.89 | 68.22 | 0.013 |
| 13000 | 4.05 | 175.89 | 73.91 | 0.014 |
| 14000 | 4.10 | 175.89 | 79.59 | 0.014 |
| 15000 | 4.15 | 175.89 | 85.28 | 0.014 |
| 16000 | 4.20 | 175.89 | 90.97 | 0.014 |
| 17000 | 4.25 | 175.89 | 96.65 | 0.014 |
| 18000 | 4.28 | 175.89 | 102.34 | 0.014 |
| 19000 | 4.32 | 175.89 | 108.02 | 0.014 |
| 20000 | 4.35 | 175.89 | 113.71 | 0.015 |
| 21000 | 4.40 | 175.89 | 119.39 | 0.015 |
| 22000 | 4.44 | 175.89 | 125.08 | 0.015 |
| 23000 | 4.48 | 175.89 | 130.76 | 0.015 |
| 24000 | 4.52 | 175.89 | 136.45 | 0.015 |
| 25000 | 4.54 | 175.89 | 142.13 | 0.015 |
| 26000 | 4.58 | 175.89 | 147.82 | 0.015 |
| 27000 | 4.62 | 175.89 | 153.50 | 0.015 |
| 28000 | 4.65 | 175.89 | 159.19 | 0.016 |
| 29000 | 4.69 | 175.89 | 164.87 | 0.016 |
| 30000 | 4.71 | 175.89 | 170.56 | 0.016 |
| 31000 | 4.74 | 175.89 | 176.25 | 0.016 |
| 32000 | 4.78 | 175.89 | 181.93 | 0.016 |
| 33000 | 4.80 | 175.89 | 187.62 | 0.016 |
| 34000 | 4.85 | 175.89 | 193.30 | 0.016 |
| 35000 | 4.89 | 175.89 | 198.99 | 0.016 |
| 35925 | 4.93 | 175.89 | 204.25 | 0.016 |

Fuente: Elaboración propia, 2016.

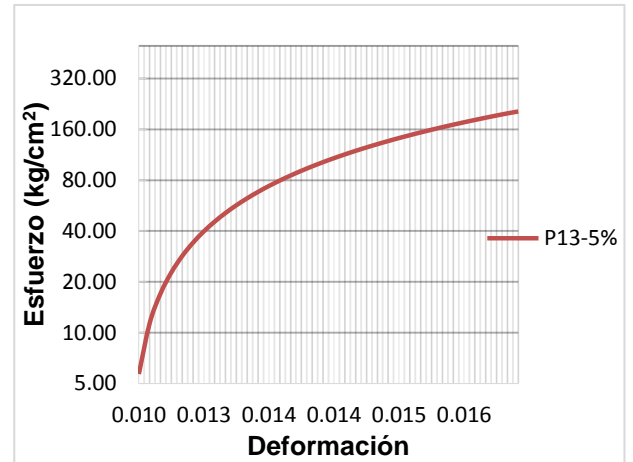
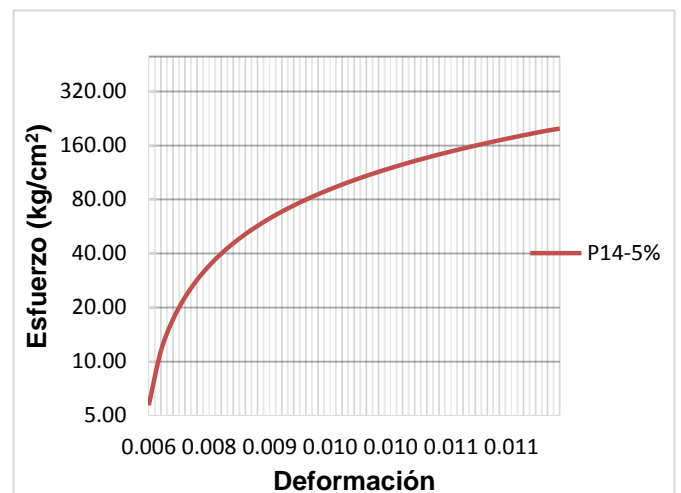


Figura n.º 61. Curva esfuerzo deformación de la probeta 14 a los 28 días (P14-5%).

| P14-5% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR .H |
| 1000 | 1.91 | 175.42 | 5.70 | 0.006 |
| 2000 | 2.11 | 175.42 | 11.40 | 0.007 |
| 3000 | 2.31 | 175.42 | 17.10 | 0.008 |
| 4000 | 2.40 | 175.42 | 22.80 | 0.008 |
| 5000 | 2.45 | 175.42 | 28.50 | 0.008 |
| 6000 | 2.52 | 175.42 | 34.20 | 0.008 |
| 7000 | 2.56 | 175.42 | 39.90 | 0.009 |
| 8000 | 2.61 | 175.42 | 45.60 | 0.009 |
| 9000 | 2.65 | 175.42 | 51.31 | 0.009 |
| 10000 | 2.70 | 175.42 | 57.01 | 0.009 |
| 11000 | 2.74 | 175.42 | 62.71 | 0.009 |
| 12000 | 2.78 | 175.42 | 68.41 | 0.009 |
| 13000 | 2.82 | 175.42 | 74.11 | 0.009 |
| 14000 | 2.87 | 175.42 | 79.81 | 0.010 |
| 15000 | 2.90 | 175.42 | 85.51 | 0.010 |
| 16000 | 2.95 | 175.42 | 91.21 | 0.010 |
| 17000 | 2.98 | 175.42 | 96.91 | 0.010 |
| 18000 | 3.01 | 175.42 | 102.61 | 0.010 |
| 19000 | 3.04 | 175.42 | 108.31 | 0.010 |
| 20000 | 3.07 | 175.42 | 114.01 | 0.010 |
| 21000 | 3.10 | 175.42 | 119.71 | 0.010 |
| 22000 | 3.12 | 175.42 | 125.41 | 0.010 |
| 23000 | 3.15 | 175.42 | 131.11 | 0.011 |
| 24000 | 3.18 | 175.42 | 136.81 | 0.011 |
| 25000 | 3.22 | 175.42 | 142.51 | 0.011 |
| 26000 | 3.25 | 175.42 | 148.21 | 0.011 |
| 27000 | 3.29 | 175.42 | 153.92 | 0.011 |
| 28000 | 3.32 | 175.42 | 159.62 | 0.011 |
| 29000 | 3.35 | 175.42 | 165.32 | 0.011 |
| 30000 | 3.37 | 175.42 | 171.02 | 0.011 |
| 31000 | 3.41 | 175.42 | 176.72 | 0.011 |
| 32000 | 3.43 | 175.42 | 182.42 | 0.011 |
| 33000 | 3.45 | 175.42 | 188.12 | 0.012 |
| 34000 | 3.49 | 175.42 | 193.82 | 0.012 |
| 34849 | 3.52 | 175.42 | 198.66 | 0.012 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|---------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 300.00 | mm |
| Carga Ultima: | 34849 | kg |
| Tiempo: | 4.20 | min |
| Diámetro (D): | 14.95 | cm |
| Área (A): | 175.42 | cm ² |
| f'c: | 198.66 | kg/cm² |



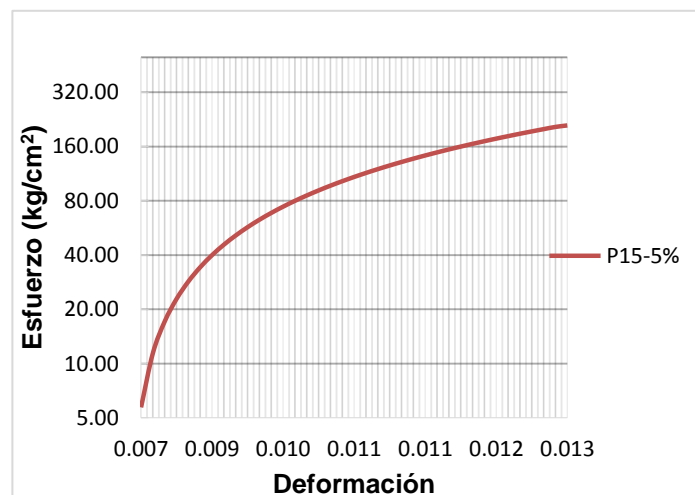
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 62. Curva esfuerzo deformación de la probeta 15 a los 28 días (P15-5%).

| P15-5% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR .H |
| 1000 | 2.19 | 175.19 | 5.71 | 0.007 |
| 2000 | 2.27 | 175.19 | 11.42 | 0.008 |
| 3000 | 2.38 | 175.19 | 17.12 | 0.008 |
| 4000 | 2.46 | 175.19 | 22.83 | 0.008 |
| 5000 | 2.53 | 175.19 | 28.54 | 0.008 |
| 6000 | 2.60 | 175.19 | 34.25 | 0.009 |
| 7000 | 2.65 | 175.19 | 39.96 | 0.009 |
| 8000 | 2.70 | 175.19 | 45.67 | 0.009 |
| 9000 | 2.74 | 175.19 | 51.37 | 0.009 |
| 10000 | 2.80 | 175.19 | 57.08 | 0.009 |
| 11000 | 2.84 | 175.19 | 62.79 | 0.009 |
| 12000 | 2.88 | 175.19 | 68.50 | 0.010 |
| 13000 | 2.92 | 175.19 | 74.21 | 0.010 |
| 14000 | 2.95 | 175.19 | 79.91 | 0.010 |
| 15000 | 3.00 | 175.19 | 85.62 | 0.010 |
| 16000 | 3.04 | 175.19 | 91.33 | 0.010 |
| 17000 | 3.07 | 175.19 | 97.04 | 0.010 |
| 18000 | 3.12 | 175.19 | 102.75 | 0.010 |
| 19000 | 3.15 | 175.19 | 108.46 | 0.011 |
| 20000 | 3.18 | 175.19 | 114.16 | 0.011 |
| 21000 | 3.22 | 175.19 | 119.87 | 0.011 |
| 22000 | 3.26 | 175.19 | 125.58 | 0.011 |
| 23000 | 3.30 | 175.19 | 131.29 | 0.011 |
| 24000 | 3.34 | 175.19 | 137.00 | 0.011 |
| 25000 | 3.39 | 175.19 | 142.71 | 0.011 |
| 26000 | 3.43 | 175.19 | 148.41 | 0.011 |
| 27000 | 3.47 | 175.19 | 154.12 | 0.012 |
| 28000 | 3.50 | 175.19 | 159.83 | 0.012 |
| 29000 | 3.55 | 175.19 | 165.54 | 0.012 |
| 30000 | 3.61 | 175.19 | 171.25 | 0.012 |
| 31000 | 3.64 | 175.19 | 176.95 | 0.012 |
| 32000 | 3.69 | 175.19 | 182.66 | 0.012 |
| 33000 | 3.76 | 175.19 | 188.37 | 0.013 |
| 34000 | 3.82 | 175.19 | 194.08 | 0.013 |
| 35000 | 3.87 | 175.19 | 199.79 | 0.013 |
| 36000 | 3.91 | 175.19 | 205.50 | 0.013 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|------------------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 299.50 | mm |
| Carga Ultima: | 36690 | kg |
| Tiempo: | 3.57 | min |
| Diámetro (D): | 14.94 | cm |
| Área (A): | 175.19 | cm ² |
| f'_c: | 209.43 | kg/cm² |



| | | | | |
|-------|------|--------|--------|-------|
| 36690 | 3.94 | 175.19 | 209.43 | 0.013 |
|-------|------|--------|--------|-------|

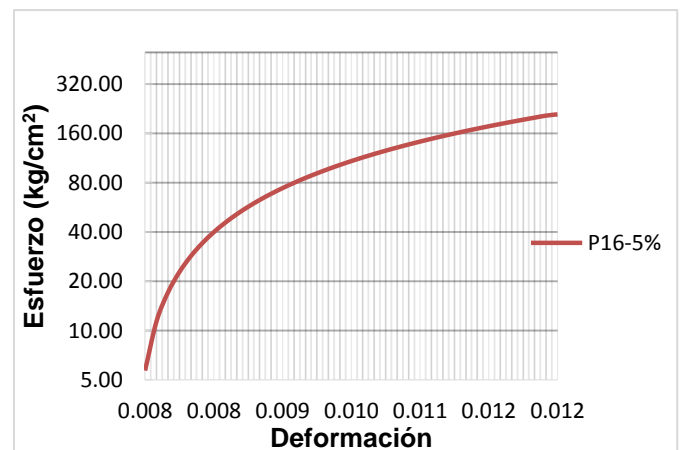
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 63. Curva esfuerzo deformación de la probeta 16 a los 28 días (P16-5%).

| P16-5% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR .H |
| 1000 | 2.27 | 175.30 | 5.70 | 0.008 |
| 2000 | 2.33 | 175.30 | 11.41 | 0.008 |
| 3000 | 2.37 | 175.30 | 17.11 | 0.008 |
| 4000 | 2.41 | 175.30 | 22.82 | 0.008 |
| 5000 | 2.45 | 175.30 | 28.52 | 0.008 |
| 6000 | 2.48 | 175.30 | 34.23 | 0.008 |
| 7000 | 2.52 | 175.30 | 39.93 | 0.008 |
| 8000 | 2.55 | 175.30 | 45.64 | 0.009 |
| 9000 | 2.58 | 175.30 | 51.34 | 0.009 |
| 10000 | 2.61 | 175.30 | 57.04 | 0.009 |
| 11000 | 2.65 | 175.30 | 62.75 | 0.009 |
| 12000 | 2.68 | 175.30 | 68.45 | 0.009 |
| 13000 | 2.74 | 175.30 | 74.16 | 0.009 |
| 14000 | 2.78 | 175.30 | 79.86 | 0.009 |
| 15000 | 2.82 | 175.30 | 85.57 | 0.009 |
| 16000 | 2.86 | 175.30 | 91.27 | 0.010 |
| 17000 | 2.90 | 175.30 | 96.97 | 0.010 |
| 18000 | 2.94 | 175.30 | 102.68 | 0.010 |
| 19000 | 2.98 | 175.30 | 108.38 | 0.010 |
| 20000 | 3.02 | 175.30 | 114.09 | 0.010 |
| 21000 | 3.06 | 175.30 | 119.79 | 0.010 |
| 22000 | 3.10 | 175.30 | 125.50 | 0.010 |
| 23000 | 3.14 | 175.30 | 131.20 | 0.010 |
| 24000 | 3.18 | 175.30 | 136.91 | 0.011 |
| 25000 | 3.22 | 175.30 | 142.61 | 0.011 |
| 26000 | 3.26 | 175.30 | 148.31 | 0.011 |
| 27000 | 3.30 | 175.30 | 154.02 | 0.011 |
| 28000 | 3.33 | 175.30 | 159.72 | 0.011 |
| 29000 | 3.38 | 175.30 | 165.43 | 0.011 |
| 30000 | 3.42 | 175.30 | 171.13 | 0.011 |
| 31000 | 3.45 | 175.30 | 176.84 | 0.012 |
| 32000 | 3.49 | 175.30 | 182.54 | 0.012 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|---------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 298.50 | Mm |
| Carga Ultima: | 36669 | Kg |
| Tiempo: | 4.32 | Min |
| Diámetro (D): | 14.94 | Cm |
| Área (A): | 175.30 | cm ² |
| f'c: | 209.17 | kg/cm² |



| | | | | |
|-------|------|--------|--------|-------|
| 33000 | 3.53 | 175.30 | 188.24 | 0.012 |
| 34000 | 3.58 | 175.30 | 193.95 | 0.012 |
| 35000 | 3.63 | 175.30 | 199.65 | 0.012 |
| 36000 | 3.67 | 175.30 | 205.36 | 0.012 |
| 36669 | 3.70 | 175.30 | 209.17 | 0.012 |

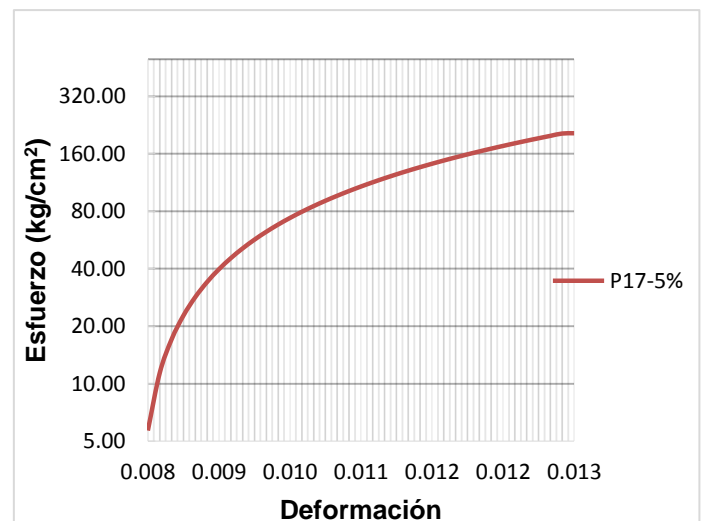
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 64. Curva esfuerzo deformación de la probeta 17 a los 28 días (P17-5%).

| P17-5% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR .H |
| 1000 | 2.45 | 176.13 | 5.68 | 0.008 |
| 2000 | 2.52 | 176.13 | 11.36 | 0.008 |
| 3000 | 2.56 | 176.13 | 17.03 | 0.009 |
| 4000 | 2.61 | 176.13 | 22.71 | 0.009 |
| 5000 | 2.65 | 176.13 | 28.39 | 0.009 |
| 6000 | 2.70 | 176.13 | 34.07 | 0.009 |
| 7000 | 2.74 | 176.13 | 39.74 | 0.009 |
| 8000 | 2.78 | 176.13 | 45.42 | 0.009 |
| 9000 | 2.82 | 176.13 | 51.10 | 0.009 |
| 10000 | 2.87 | 176.13 | 56.78 | 0.010 |
| 11000 | 2.90 | 176.13 | 62.46 | 0.010 |
| 12000 | 2.95 | 176.13 | 68.13 | 0.010 |
| 13000 | 2.98 | 176.13 | 73.81 | 0.010 |
| 14000 | 3.01 | 176.13 | 79.49 | 0.010 |
| 15000 | 3.05 | 176.13 | 85.17 | 0.010 |
| 16000 | 3.09 | 176.13 | 90.84 | 0.010 |
| 17000 | 3.14 | 176.13 | 96.52 | 0.010 |
| 18000 | 3.18 | 176.13 | 102.20 | 0.011 |
| 19000 | 3.22 | 176.13 | 107.88 | 0.011 |
| 20000 | 3.27 | 176.13 | 113.56 | 0.011 |
| 21000 | 3.30 | 176.13 | 119.23 | 0.011 |
| 22000 | 3.34 | 176.13 | 124.91 | 0.011 |
| 23000 | 3.38 | 176.13 | 130.59 | 0.011 |
| 24000 | 3.41 | 176.13 | 136.27 | 0.011 |
| 25000 | 3.45 | 176.13 | 141.94 | 0.012 |
| 26000 | 3.50 | 176.13 | 147.62 | 0.012 |
| 27000 | 3.54 | 176.13 | 153.30 | 0.012 |
| 28000 | 3.59 | 176.13 | 158.98 | 0.012 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|---------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 298.40 | Mm |
| Carga Ultima: | 36116 | Kg |
| Tiempo: | 4.09 | Min |
| Diámetro (D): | 14.98 | Cm |
| Área (A): | 176.13 | cm ² |
| f'c: | 205.06 | kg/cm² |



| | | | | |
|-------|------|--------|--------|-------|
| 29000 | 3.62 | 176.13 | 164.65 | 0.012 |
| 30000 | 3.67 | 176.13 | 170.33 | 0.012 |
| 31000 | 3.72 | 176.13 | 176.01 | 0.012 |
| 32000 | 3.75 | 176.13 | 181.69 | 0.013 |
| 33000 | 3.79 | 176.13 | 187.37 | 0.013 |
| 34000 | 3.81 | 176.13 | 193.04 | 0.013 |
| 35000 | 3.85 | 176.13 | 198.72 | 0.013 |
| 36000 | 3.90 | 176.13 | 204.40 | 0.013 |
| 36116 | 3.92 | 176.13 | 205.06 | 0.013 |

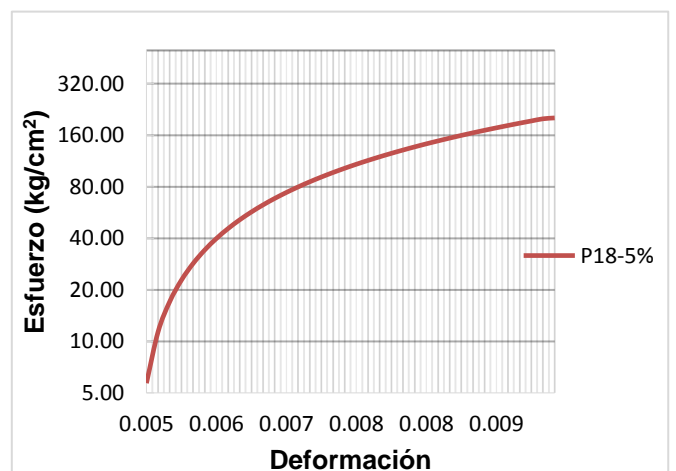
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 65. Curva esfuerzo deformación de la probeta 18 a los 28 días (P18-5%).

| P18-5% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR .H |
| 1000 | 1.56 | 175.54 | 5.70 | 0.005 |
| 2000 | 1.61 | 175.54 | 11.39 | 0.005 |
| 3000 | 1.67 | 175.54 | 17.09 | 0.006 |
| 4000 | 1.72 | 175.54 | 22.79 | 0.006 |
| 5000 | 1.76 | 175.54 | 28.48 | 0.006 |
| 6000 | 1.81 | 175.54 | 34.18 | 0.006 |
| 7000 | 1.85 | 175.54 | 39.88 | 0.006 |
| 8000 | 1.88 | 175.54 | 45.57 | 0.006 |
| 9000 | 1.93 | 175.54 | 51.27 | 0.006 |
| 10000 | 1.97 | 175.54 | 56.97 | 0.007 |
| 11000 | 2.02 | 175.54 | 62.66 | 0.007 |
| 12000 | 2.06 | 175.54 | 68.36 | 0.007 |
| 13000 | 2.09 | 175.54 | 74.06 | 0.007 |
| 14000 | 2.13 | 175.54 | 79.75 | 0.007 |
| 15000 | 2.15 | 175.54 | 85.45 | 0.007 |
| 16000 | 2.18 | 175.54 | 91.15 | 0.007 |
| 17000 | 2.20 | 175.54 | 96.84 | 0.007 |
| 18000 | 2.23 | 175.54 | 102.54 | 0.007 |
| 19000 | 2.26 | 175.54 | 108.24 | 0.008 |
| 20000 | 2.30 | 175.54 | 113.94 | 0.008 |
| 21000 | 2.33 | 175.54 | 119.63 | 0.008 |
| 22000 | 2.36 | 175.54 | 125.33 | 0.008 |
| 23000 | 2.38 | 175.54 | 131.03 | 0.008 |
| 24000 | 2.43 | 175.54 | 136.72 | 0.008 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|------------------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 299.50 | Mm |
| Carga Ultima: | 35418 | Kg |
| Tiempo: | 3.54 | Min |
| Diámetro (D): | 14.95 | Cm |
| Área (A): | 175.54 | cm ² |
| f'_c: | 201.77 | kg/cm² |



| | | | | |
|-------|------|--------|--------|-------|
| 25000 | 2.46 | 175.54 | 142.42 | 0.008 |
| 26000 | 2.49 | 175.54 | 148.12 | 0.008 |
| 27000 | 2.52 | 175.54 | 153.81 | 0.008 |
| 28000 | 2.55 | 175.54 | 159.51 | 0.009 |
| 29000 | 2.58 | 175.54 | 165.21 | 0.009 |
| 30000 | 2.63 | 175.54 | 170.90 | 0.009 |
| 31000 | 2.68 | 175.54 | 176.60 | 0.009 |
| 32000 | 2.71 | 175.54 | 182.30 | 0.009 |
| 33000 | 2.76 | 175.54 | 187.99 | 0.009 |
| 34000 | 2.79 | 175.54 | 193.69 | 0.009 |
| 35000 | 2.82 | 175.54 | 199.39 | 0.009 |
| 35418 | 2.85 | 175.54 | 201.77 | 0.010 |

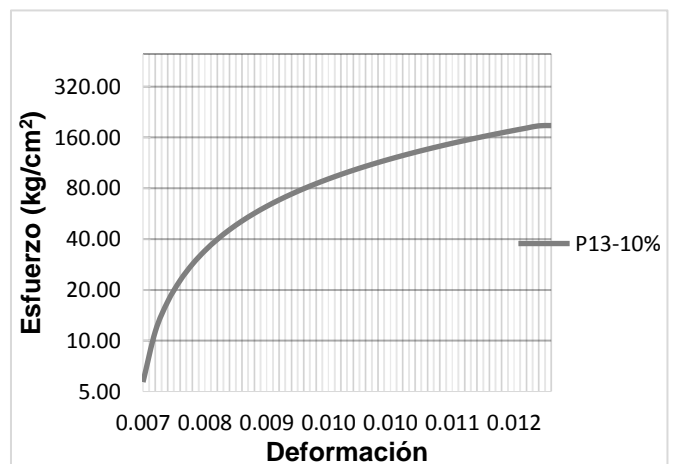
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 66. Curva esfuerzo deformación de la probeta 13 a los 28 días (P13-10%).

| P13-10% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR .H |
| 1000 | 2.22 | 175.89 | 5.69 | 0.007 |
| 2000 | 2.27 | 175.89 | 11.37 | 0.008 |
| 3000 | 2.33 | 175.89 | 17.06 | 0.008 |
| 4000 | 2.36 | 175.89 | 22.74 | 0.008 |
| 5000 | 2.40 | 175.89 | 28.43 | 0.008 |
| 6000 | 2.46 | 175.89 | 34.11 | 0.008 |
| 7000 | 2.49 | 175.89 | 39.80 | 0.008 |
| 8000 | 2.53 | 175.89 | 45.48 | 0.008 |
| 9000 | 2.58 | 175.89 | 51.17 | 0.009 |
| 10000 | 2.63 | 175.89 | 56.85 | 0.009 |
| 11000 | 2.69 | 175.89 | 62.54 | 0.009 |
| 12000 | 2.72 | 175.89 | 68.22 | 0.009 |
| 13000 | 2.76 | 175.89 | 73.91 | 0.009 |
| 14000 | 2.81 | 175.89 | 79.59 | 0.009 |
| 15000 | 2.86 | 175.89 | 85.28 | 0.010 |
| 16000 | 2.92 | 175.89 | 90.97 | 0.010 |
| 17000 | 2.95 | 175.89 | 96.65 | 0.010 |
| 18000 | 2.99 | 175.89 | 102.34 | 0.010 |
| 19000 | 3.05 | 175.89 | 108.02 | 0.010 |
| 20000 | 3.08 | 175.89 | 113.71 | 0.010 |
| 21000 | 3.12 | 175.89 | 119.39 | 0.010 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|---------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 299.22 | Mm |
| Carga Ultima: | 33105 | Kg |
| Tiempo: | 3.14 | Min |
| Diámetro (D): | 14.97 | Cm |
| Área (A): | 175.89 | cm ² |
| f'c: | 188.21 | kg/cm² |



| | | | | |
|--------------|-------------|--------|--------|-------|
| 22000 | 3.17 | 175.89 | 125.08 | 0.011 |
| 23000 | 3.21 | 175.89 | 130.76 | 0.011 |
| 24000 | 3.27 | 175.89 | 136.45 | 0.011 |
| 25000 | 3.30 | 175.89 | 142.13 | 0.011 |
| 26000 | 3.34 | 175.89 | 147.82 | 0.011 |
| 27000 | 3.39 | 175.89 | 153.50 | 0.011 |
| 28000 | 3.44 | 175.89 | 159.19 | 0.011 |
| 29000 | 3.50 | 175.89 | 164.87 | 0.012 |
| 30000 | 3.53 | 175.89 | 170.56 | 0.012 |
| 31000 | 3.57 | 175.89 | 176.25 | 0.012 |
| 32000 | 3.62 | 175.89 | 181.93 | 0.012 |
| 33000 | 3.67 | 175.89 | 187.62 | 0.012 |
| 33105 | 3.71 | 175.89 | 188.21 | 0.012 |

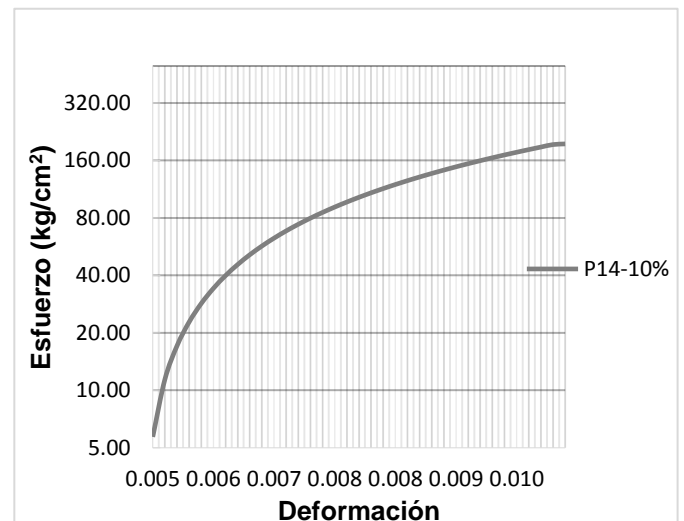
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 67. Curva esfuerzo deformación de la probeta 14 a los 28 días (P14-10%).

| P14-10% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR .H |
| 1000 | 1.60 | 175.42 | 5.70 | 0.005 |
| 2000 | 1.65 | 175.42 | 11.40 | 0.006 |
| 3000 | 1.70 | 175.42 | 17.10 | 0.006 |
| 4000 | 1.76 | 175.42 | 22.80 | 0.006 |
| 5000 | 1.79 | 175.42 | 28.50 | 0.006 |
| 6000 | 1.83 | 175.42 | 34.20 | 0.006 |
| 7000 | 1.89 | 175.42 | 39.90 | 0.006 |
| 8000 | 1.92 | 175.42 | 45.60 | 0.006 |
| 9000 | 1.96 | 175.42 | 51.31 | 0.007 |
| 10000 | 2.01 | 175.42 | 57.01 | 0.007 |
| 11000 | 2.06 | 175.42 | 62.71 | 0.007 |
| 12000 | 2.12 | 175.42 | 68.41 | 0.007 |
| 13000 | 2.15 | 175.42 | 74.11 | 0.007 |
| 14000 | 2.19 | 175.42 | 79.81 | 0.007 |
| 15000 | 2.24 | 175.42 | 85.51 | 0.007 |
| 16000 | 2.29 | 175.42 | 91.21 | 0.008 |
| 17000 | 2.35 | 175.42 | 96.91 | 0.008 |
| 18000 | 2.38 | 175.42 | 102.61 | 0.008 |
| 19000 | 2.42 | 175.42 | 108.31 | 0.008 |
| 20000 | 2.48 | 175.42 | 114.01 | 0.008 |
| 21000 | 2.51 | 175.42 | 119.71 | 0.008 |
| 22000 | 2.55 | 175.42 | 125.41 | 0.009 |
| 23000 | 2.60 | 175.42 | 131.11 | 0.009 |
| 24000 | 2.64 | 175.42 | 136.81 | 0.009 |
| 25000 | 2.70 | 175.42 | 142.51 | 0.009 |
| 26000 | 2.73 | 175.42 | 148.21 | 0.009 |
| 27000 | 2.77 | 175.42 | 153.92 | 0.009 |
| 28000 | 2.82 | 175.42 | 159.62 | 0.009 |
| 29000 | 2.87 | 175.42 | 165.32 | 0.010 |
| 30000 | 2.93 | 175.42 | 171.02 | 0.010 |
| 31000 | 2.96 | 175.42 | 176.72 | 0.010 |
| 32000 | 3.00 | 175.42 | 182.42 | 0.010 |
| 33000 | 3.05 | 175.42 | 188.12 | 0.010 |
| 34000 | 3.10 | 175.42 | 193.82 | 0.010 |
| 34274 | 3.14 | 175.42 | 195.38 | 0.010 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|---------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 299.98 | Mm |
| Carga Ultima: | 34274 | Kg |
| Tiempo: | 4.20 | Min |
| Diámetro (D): | 14.95 | Cm |
| Área (A): | 175.42 | cm ² |
| f'c: | 195.38 | kg/cm² |



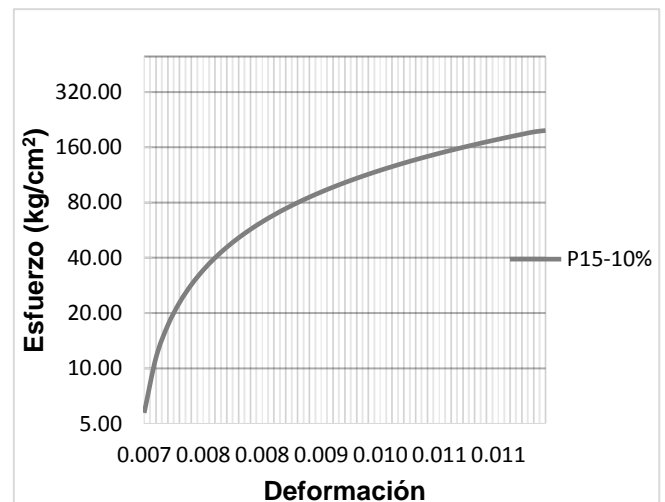
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 68. Curva esfuerzo deformación de la probeta 15 a los 28 días (P15-10%).

| P15-10% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR .H |
| 1000 | 2.05 | 175.19 | 5.71 | 0.007 |
| 2000 | 2.10 | 175.19 | 11.42 | 0.007 |
| 3000 | 2.14 | 175.19 | 17.12 | 0.007 |
| 4000 | 2.20 | 175.19 | 22.83 | 0.007 |
| 5000 | 2.23 | 175.19 | 28.54 | 0.007 |
| 6000 | 2.27 | 175.19 | 34.25 | 0.008 |
| 7000 | 2.32 | 175.19 | 39.96 | 0.008 |
| 8000 | 2.37 | 175.19 | 45.67 | 0.008 |
| 9000 | 2.43 | 175.19 | 51.37 | 0.008 |
| 10000 | 2.46 | 175.19 | 57.08 | 0.008 |
| 11000 | 2.50 | 175.19 | 62.79 | 0.008 |
| 12000 | 2.55 | 175.19 | 68.50 | 0.009 |
| 13000 | 2.59 | 175.19 | 74.21 | 0.009 |
| 14000 | 2.65 | 175.19 | 79.91 | 0.009 |
| 15000 | 2.68 | 175.19 | 85.62 | 0.009 |
| 16000 | 2.72 | 175.19 | 91.33 | 0.009 |
| 17000 | 2.77 | 175.19 | 97.04 | 0.009 |
| 18000 | 2.82 | 175.19 | 102.75 | 0.009 |
| 19000 | 2.88 | 175.19 | 108.46 | 0.010 |
| 20000 | 2.92 | 175.19 | 114.16 | 0.010 |
| 21000 | 2.98 | 175.19 | 119.87 | 0.010 |
| 22000 | 3.01 | 175.19 | 125.58 | 0.010 |
| 23000 | 3.05 | 175.19 | 131.29 | 0.010 |
| 24000 | 3.10 | 175.19 | 137.00 | 0.010 |
| 25000 | 3.15 | 175.19 | 142.71 | 0.011 |
| 26000 | 3.21 | 175.19 | 148.41 | 0.011 |
| 27000 | 3.24 | 175.19 | 154.12 | 0.011 |
| 28000 | 3.28 | 175.19 | 159.83 | 0.011 |
| 29000 | 3.33 | 175.19 | 165.54 | 0.011 |
| 30000 | 3.37 | 175.19 | 171.25 | 0.011 |
| 31000 | 3.43 | 175.19 | 176.95 | 0.011 |
| 32000 | 3.48 | 175.19 | 182.66 | 0.012 |
| 33000 | 3.54 | 175.19 | 188.37 | 0.012 |
| 34000 | 3.57 | 175.19 | 194.08 | 0.012 |
| 34606 | 3.61 | 175.19 | 197.54 | 0.012 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|------------------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 299.56 | Mm |
| Carga Ultima: | 34606 | Kg |
| Tiempo: | 3.57 | Min |
| Diámetro (D): | 14.94 | Cm |
| Área (A): | 175.19 | cm ² |
| f'_c: | 197.54 | kg/cm² |



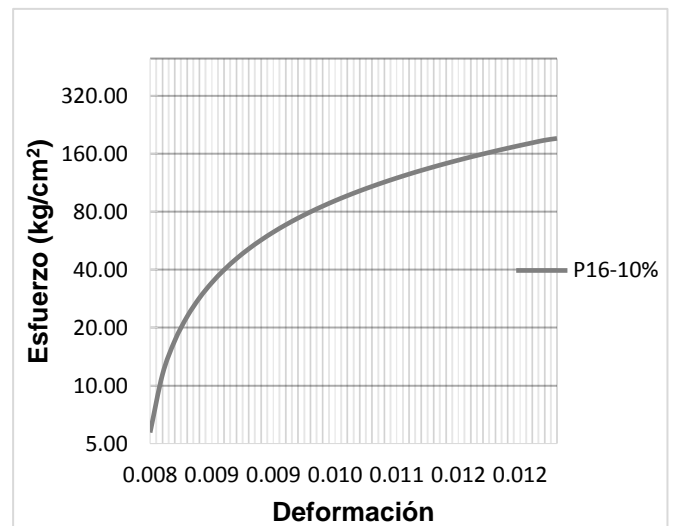
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 69. Curva esfuerzo deformación de la probeta 16 a los 28 días (P16-10%).

| P16-10% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR .H |
| 1000 | 2.34 | 175.30 | 5.70 | 0.008 |
| 2000 | 2.39 | 175.30 | 11.41 | 0.008 |
| 3000 | 2.43 | 175.30 | 17.11 | 0.008 |
| 4000 | 2.49 | 175.30 | 22.82 | 0.008 |
| 5000 | 2.52 | 175.30 | 28.52 | 0.008 |
| 6000 | 2.56 | 175.30 | 34.23 | 0.009 |
| 7000 | 2.61 | 175.30 | 39.93 | 0.009 |
| 8000 | 2.66 | 175.30 | 45.64 | 0.009 |
| 9000 | 2.72 | 175.30 | 51.34 | 0.009 |
| 10000 | 2.75 | 175.30 | 57.04 | 0.009 |
| 11000 | 2.79 | 175.30 | 62.75 | 0.009 |
| 12000 | 2.84 | 175.30 | 68.45 | 0.009 |
| 13000 | 2.88 | 175.30 | 74.16 | 0.010 |
| 14000 | 2.94 | 175.30 | 79.86 | 0.010 |
| 15000 | 2.97 | 175.30 | 85.57 | 0.010 |
| 16000 | 3.01 | 175.30 | 91.27 | 0.010 |
| 17000 | 3.06 | 175.30 | 96.97 | 0.010 |
| 18000 | 3.11 | 175.30 | 102.68 | 0.010 |
| 19000 | 3.17 | 175.30 | 108.38 | 0.011 |
| 20000 | 3.21 | 175.30 | 114.09 | 0.011 |
| 21000 | 3.27 | 175.30 | 119.79 | 0.011 |
| 22000 | 3.30 | 175.30 | 125.50 | 0.011 |
| 23000 | 3.34 | 175.30 | 131.20 | 0.011 |
| 24000 | 3.39 | 175.30 | 136.91 | 0.011 |
| 25000 | 3.44 | 175.30 | 142.61 | 0.011 |
| 26000 | 3.50 | 175.30 | 148.31 | 0.012 |
| 27000 | 3.53 | 175.30 | 154.02 | 0.012 |
| 28000 | 3.57 | 175.30 | 159.72 | 0.012 |
| 29000 | 3.62 | 175.30 | 165.43 | 0.012 |
| 30000 | 3.66 | 175.30 | 171.13 | 0.012 |
| 31000 | 3.72 | 175.30 | 176.84 | 0.012 |
| 32000 | 3.77 | 175.30 | 182.54 | 0.013 |
| 33000 | 3.83 | 175.30 | 188.24 | 0.013 |
| 33732 | 3.86 | 175.30 | 192.42 | 0.013 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|---------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 299.42 | Mm |
| Carga Ultima: | 33732 | Kg |
| Tiempo: | 4.32 | Min |
| Diámetro (D): | 14.94 | Cm |
| Área (A): | 175.30 | cm ² |
| f'c: | 192.42 | kg/cm² |



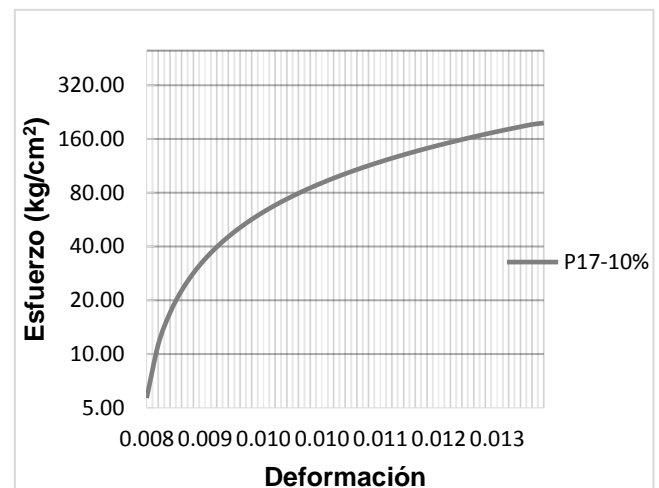
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 70. Curva esfuerzo deformación de la probeta 17 a los 28 días (P17-10%).

| P17-10% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR .H |
| 1000 | 2.37 | 176.13 | 5.68 | 0.008 |
| 2000 | 2.42 | 176.13 | 11.36 | 0.008 |
| 3000 | 2.46 | 176.13 | 17.03 | 0.008 |
| 4000 | 2.52 | 176.13 | 22.71 | 0.008 |
| 5000 | 2.57 | 176.13 | 28.39 | 0.009 |
| 6000 | 2.63 | 176.13 | 34.07 | 0.009 |
| 7000 | 2.66 | 176.13 | 39.74 | 0.009 |
| 8000 | 2.70 | 176.13 | 45.42 | 0.009 |
| 9000 | 2.75 | 176.13 | 51.10 | 0.009 |
| 10000 | 2.81 | 176.13 | 56.78 | 0.009 |
| 11000 | 2.85 | 176.13 | 62.46 | 0.010 |
| 12000 | 2.91 | 176.13 | 68.13 | 0.010 |
| 13000 | 2.94 | 176.13 | 73.81 | 0.010 |
| 14000 | 2.98 | 176.13 | 79.49 | 0.010 |
| 15000 | 3.03 | 176.13 | 85.17 | 0.010 |
| 16000 | 3.08 | 176.13 | 90.84 | 0.010 |
| 17000 | 3.14 | 176.13 | 96.52 | 0.010 |
| 18000 | 3.17 | 176.13 | 102.20 | 0.011 |
| 19000 | 3.21 | 176.13 | 107.88 | 0.011 |
| 20000 | 3.26 | 176.13 | 113.56 | 0.011 |
| 21000 | 3.30 | 176.13 | 119.23 | 0.011 |
| 22000 | 3.36 | 176.13 | 124.91 | 0.011 |
| 23000 | 3.41 | 176.13 | 130.59 | 0.011 |
| 24000 | 3.47 | 176.13 | 136.27 | 0.012 |
| 25000 | 3.50 | 176.13 | 141.94 | 0.012 |
| 26000 | 3.54 | 176.13 | 147.62 | 0.012 |
| 27000 | 3.59 | 176.13 | 153.30 | 0.012 |
| 28000 | 3.63 | 176.13 | 158.98 | 0.012 |
| 29000 | 3.69 | 176.13 | 164.65 | 0.012 |
| 30000 | 3.72 | 176.13 | 170.33 | 0.012 |
| 31000 | 3.76 | 176.13 | 176.01 | 0.013 |
| 32000 | 3.81 | 176.13 | 181.69 | 0.013 |
| 33000 | 3.86 | 176.13 | 187.37 | 0.013 |
| 34000 | 3.92 | 176.13 | 193.04 | 0.013 |
| 34652 | 3.96 | 176.13 | 196.75 | 0.013 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|---------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 299.11 | Mm |
| Carga Ultima: | 34652 | Kg |
| Tiempo: | 4.09 | Min |
| Diámetro (D): | 14.98 | Cm |
| Área (A): | 176.13 | cm ² |
| f'c: | 196.75 | kg/cm² |



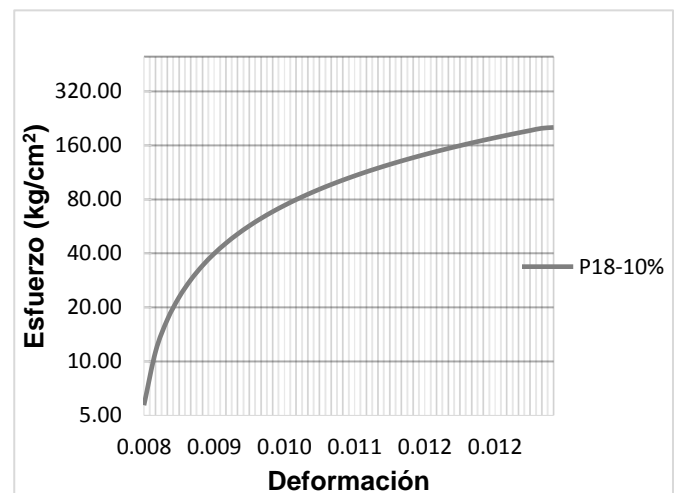
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 71. Curva esfuerzo deformación de la probeta 18 a los 28 días (P18-10%).

| P18-10% | | | | |
|------------|------------------|------------------------|-----------------------------------|------------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm^2) | σ (kg/cm^2) C/A | ϵ^u DEFOR ./H |
| 1000 | 2.32 | 175.54 | 5.70 | 0.008 |
| 2000 | 2.37 | 175.54 | 11.39 | 0.008 |
| 3000 | 2.42 | 175.54 | 17.09 | 0.008 |
| 4000 | 2.48 | 175.54 | 22.79 | 0.008 |
| 5000 | 2.51 | 175.54 | 28.48 | 0.008 |
| 6000 | 2.55 | 175.54 | 34.18 | 0.009 |
| 7000 | 2.60 | 175.54 | 39.88 | 0.009 |
| 8000 | 2.64 | 175.54 | 45.57 | 0.009 |
| 9000 | 2.70 | 175.54 | 51.27 | 0.009 |
| 10000 | 2.75 | 175.54 | 56.97 | 0.009 |
| 11000 | 2.81 | 175.54 | 62.66 | 0.009 |
| 12000 | 2.84 | 175.54 | 68.36 | 0.009 |
| 13000 | 2.88 | 175.54 | 74.06 | 0.010 |
| 14000 | 2.93 | 175.54 | 79.75 | 0.010 |
| 15000 | 2.97 | 175.54 | 85.45 | 0.010 |
| 16000 | 3.03 | 175.54 | 91.15 | 0.010 |
| 17000 | 3.06 | 175.54 | 96.84 | 0.010 |
| 18000 | 3.10 | 175.54 | 102.54 | 0.010 |
| 19000 | 3.15 | 175.54 | 108.24 | 0.011 |
| 20000 | 3.20 | 175.54 | 113.94 | 0.011 |
| 21000 | 3.26 | 175.54 | 119.63 | 0.011 |
| 22000 | 3.30 | 175.54 | 125.33 | 0.011 |
| 23000 | 3.36 | 175.54 | 131.03 | 0.011 |
| 24000 | 3.41 | 175.54 | 136.72 | 0.011 |
| 25000 | 3.47 | 175.54 | 142.42 | 0.012 |
| 26000 | 3.50 | 175.54 | 148.12 | 0.012 |
| 27000 | 3.54 | 175.54 | 153.81 | 0.012 |
| 28000 | 3.59 | 175.54 | 159.51 | 0.012 |
| 29000 | 3.63 | 175.54 | 165.21 | 0.012 |
| 30000 | 3.69 | 175.54 | 170.90 | 0.012 |
| 31000 | 3.72 | 175.54 | 176.60 | 0.012 |
| 32000 | 3.76 | 175.54 | 182.30 | 0.013 |
| 33000 | 3.79 | 175.54 | 187.99 | 0.013 |
| 34000 | 3.83 | 175.54 | 193.69 | 0.013 |
| 35000 | 3.87 | 175.54 | 199.39 | 0.013 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|---------------|---------------|------------------------------------|
| Altura (H): | 299.54 | Mm |
| Carga Ultima: | 35377 | Kg |
| Tiempo: | 3.54 | Min |
| Diámetro (D): | 14.95 | Cm |
| Área (A): | 175.54 | cm^2 |
| f'_c : | 201.53 | kg/cm^2 |



| | | | | |
|-------|------|--------|--------|-------|
| 35377 | 3.91 | 175.54 | 201.53 | 0.013 |
|-------|------|--------|--------|-------|

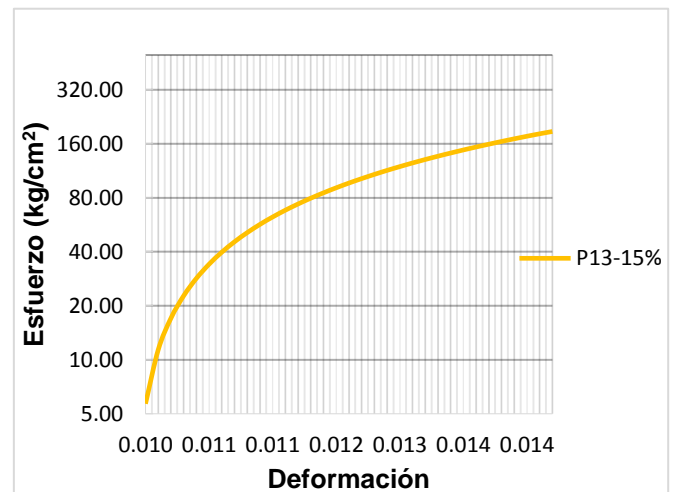
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 72. Curva esfuerzo deformación de la probeta 13 a los 28 días (P13-15%).

| P13-15% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ_v DEFOR .H |
| 1000 | 2.92 | 175.89 | 5.69 | 0.010 |
| 2000 | 2.97 | 175.89 | 11.37 | 0.010 |
| 3000 | 3.02 | 175.89 | 17.06 | 0.010 |
| 4000 | 3.08 | 175.89 | 22.74 | 0.010 |
| 5000 | 3.11 | 175.89 | 28.43 | 0.010 |
| 6000 | 3.15 | 175.89 | 34.11 | 0.011 |
| 7000 | 3.21 | 175.89 | 39.80 | 0.011 |
| 8000 | 3.24 | 175.89 | 45.48 | 0.011 |
| 9000 | 3.28 | 175.89 | 51.17 | 0.011 |
| 10000 | 3.33 | 175.89 | 56.85 | 0.011 |
| 11000 | 3.38 | 175.89 | 62.54 | 0.011 |
| 12000 | 3.44 | 175.89 | 68.22 | 0.012 |
| 13000 | 3.47 | 175.89 | 73.91 | 0.012 |
| 14000 | 3.51 | 175.89 | 79.59 | 0.012 |
| 15000 | 3.56 | 175.89 | 85.28 | 0.012 |
| 16000 | 3.61 | 175.89 | 90.97 | 0.012 |
| 17000 | 3.67 | 175.89 | 96.65 | 0.012 |
| 18000 | 3.70 | 175.89 | 102.34 | 0.012 |
| 19000 | 3.74 | 175.89 | 108.02 | 0.013 |
| 20000 | 3.80 | 175.89 | 113.71 | 0.013 |
| 21000 | 3.83 | 175.89 | 119.39 | 0.013 |
| 22000 | 3.87 | 175.89 | 125.08 | 0.013 |
| 23000 | 3.92 | 175.89 | 130.76 | 0.013 |
| 24000 | 3.96 | 175.89 | 136.45 | 0.013 |
| 25000 | 4.02 | 175.89 | 142.13 | 0.013 |
| 26000 | 4.05 | 175.89 | 147.82 | 0.014 |
| 27000 | 4.09 | 175.89 | 153.50 | 0.014 |
| 28000 | 4.14 | 175.89 | 159.19 | 0.014 |
| 29000 | 4.19 | 175.89 | 164.87 | 0.014 |
| 30000 | 4.25 | 175.89 | 170.56 | 0.014 |
| 31000 | 4.28 | 175.89 | 176.25 | 0.014 |
| 32000 | 4.32 | 175.89 | 181.93 | 0.014 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|---------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 299.00 | Mm |
| Carga Ultima: | 32956 | Kg |
| Tiempo: | 3.14 | Min |
| Diámetro (D): | 14.97 | Cm |
| Área (A): | 175.89 | cm ² |
| f'c: | 187.37 | kg/cm² |



| | | | | |
|-------|------|--------|--------|-------|
| 32956 | 4.37 | 175.89 | 187.37 | 0.015 |
|-------|------|--------|--------|-------|

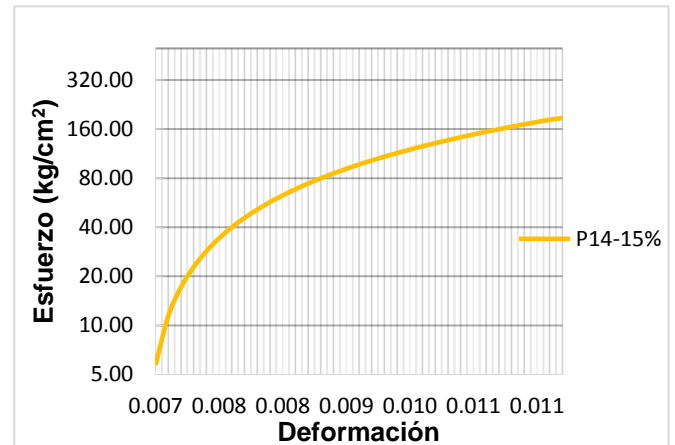
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 73. Curva esfuerzo deformación de la probeta 14 a los 28 días (P14-15%).

| P14-15% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ_v DEFOR .H |
| 1000 | 2.06 | 175.42 | 5.70 | 0.007 |
| 2000 | 2.11 | 175.42 | 11.40 | 0.007 |
| 3000 | 2.16 | 175.42 | 17.10 | 0.007 |
| 4000 | 2.22 | 175.42 | 22.80 | 0.007 |
| 5000 | 2.25 | 175.42 | 28.50 | 0.008 |
| 6000 | 2.29 | 175.42 | 34.20 | 0.008 |
| 7000 | 2.35 | 175.42 | 39.90 | 0.008 |
| 8000 | 2.38 | 175.42 | 45.60 | 0.008 |
| 9000 | 2.42 | 175.42 | 51.31 | 0.008 |
| 10000 | 2.47 | 175.42 | 57.01 | 0.008 |
| 11000 | 2.52 | 175.42 | 62.71 | 0.008 |
| 12000 | 2.58 | 175.42 | 68.41 | 0.009 |
| 13000 | 2.61 | 175.42 | 74.11 | 0.009 |
| 14000 | 2.65 | 175.42 | 79.81 | 0.009 |
| 15000 | 2.70 | 175.42 | 85.51 | 0.009 |
| 16000 | 2.75 | 175.42 | 91.21 | 0.009 |
| 17000 | 2.81 | 175.42 | 96.91 | 0.009 |
| 18000 | 2.84 | 175.42 | 102.61 | 0.009 |
| 19000 | 2.88 | 175.42 | 108.31 | 0.010 |
| 20000 | 2.94 | 175.42 | 114.01 | 0.010 |
| 21000 | 2.97 | 175.42 | 119.71 | 0.010 |
| 22000 | 3.01 | 175.42 | 125.41 | 0.010 |
| 23000 | 3.06 | 175.42 | 131.11 | 0.010 |
| 24000 | 3.10 | 175.42 | 136.81 | 0.010 |
| 25000 | 3.16 | 175.42 | 142.51 | 0.011 |
| 26000 | 3.19 | 175.42 | 148.21 | 0.011 |
| 27000 | 3.23 | 175.42 | 153.92 | 0.011 |
| 28000 | 3.28 | 175.42 | 159.62 | 0.011 |
| 29000 | 3.33 | 175.42 | 165.32 | 0.011 |
| 30000 | 3.39 | 175.42 | 171.02 | 0.011 |
| 31000 | 3.42 | 175.42 | 176.72 | 0.011 |
| 32000 | 3.46 | 175.42 | 182.42 | 0.012 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|---------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 300.00 | Mm |
| Carga Ultima: | 32822 | Kg |
| Tiempo: | 4.20 | Min |
| Diámetro (D): | 14.95 | Cm |
| Área (A): | 175.42 | cm ² |
| f'c: | 187.10 | kg/cm² |



| | | | | |
|-------|------|--------|--------|-------|
| 32822 | 3.51 | 175.42 | 187.10 | 0.012 |
|-------|------|--------|--------|-------|

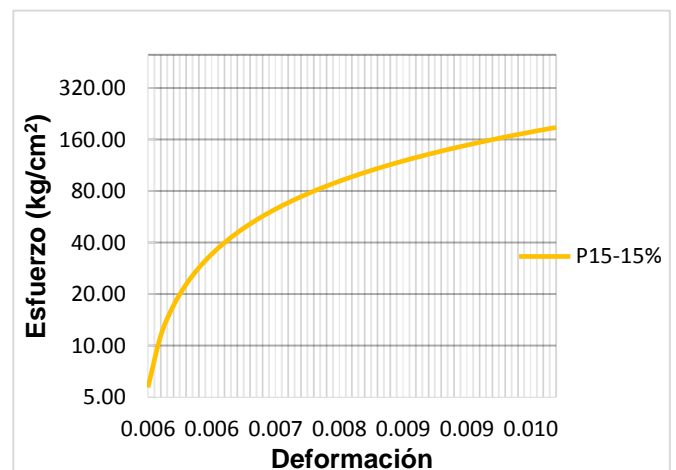
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 74. Curva esfuerzo deformación de la probeta 15 a los 28 días (P15-15%).

| P15-15% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR .H |
| 1000 | 1.71 | 175.19 | 5.71 | 0.006 |
| 2000 | 1.76 | 175.19 | 11.42 | 0.006 |
| 3000 | 1.81 | 175.19 | 17.12 | 0.006 |
| 4000 | 1.87 | 175.19 | 22.83 | 0.006 |
| 5000 | 1.90 | 175.19 | 28.54 | 0.006 |
| 6000 | 1.94 | 175.19 | 34.25 | 0.006 |
| 7000 | 2.00 | 175.19 | 39.96 | 0.007 |
| 8000 | 2.03 | 175.19 | 45.67 | 0.007 |
| 9000 | 2.07 | 175.19 | 51.37 | 0.007 |
| 10000 | 2.12 | 175.19 | 57.08 | 0.007 |
| 11000 | 2.17 | 175.19 | 62.79 | 0.007 |
| 12000 | 2.23 | 175.19 | 68.50 | 0.007 |
| 13000 | 2.26 | 175.19 | 74.21 | 0.008 |
| 14000 | 2.30 | 175.19 | 79.91 | 0.008 |
| 15000 | 2.35 | 175.19 | 85.62 | 0.008 |
| 16000 | 2.40 | 175.19 | 91.33 | 0.008 |
| 17000 | 2.46 | 175.19 | 97.04 | 0.008 |
| 18000 | 2.49 | 175.19 | 102.75 | 0.008 |
| 19000 | 2.53 | 175.19 | 108.46 | 0.008 |
| 20000 | 2.59 | 175.19 | 114.16 | 0.009 |
| 21000 | 2.62 | 175.19 | 119.87 | 0.009 |
| 22000 | 2.66 | 175.19 | 125.58 | 0.009 |
| 23000 | 2.71 | 175.19 | 131.29 | 0.009 |
| 24000 | 2.75 | 175.19 | 137.00 | 0.009 |
| 25000 | 2.81 | 175.19 | 142.71 | 0.009 |
| 26000 | 2.84 | 175.19 | 148.41 | 0.009 |
| 27000 | 2.88 | 175.19 | 154.12 | 0.010 |
| 28000 | 2.93 | 175.19 | 159.83 | 0.010 |
| 29000 | 2.98 | 175.19 | 165.54 | 0.010 |
| 30000 | 3.04 | 175.19 | 171.25 | 0.010 |
| 31000 | 3.07 | 175.19 | 176.95 | 0.010 |
| 32000 | 3.11 | 175.19 | 182.66 | 0.010 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|---------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 299.50 | Mm |
| Carga Ultima: | 32987 | Kg |
| Tiempo: | 3.57 | Min |
| Diámetro (D): | 14.94 | Cm |
| Área (A): | 175.19 | cm ² |
| f'c: | 188.30 | kg/cm² |



| | | | | |
|-------|------|--------|--------|-------|
| 32987 | 3.16 | 175.19 | 188.30 | 0.011 |
|-------|------|--------|--------|-------|

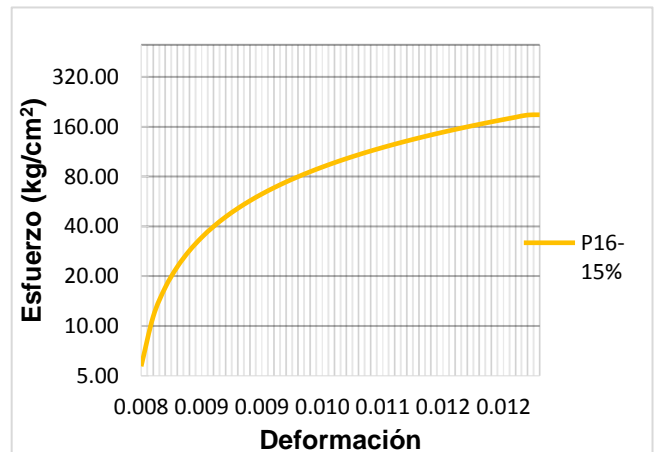
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 75. Curva esfuerzo deformación de la probeta 16 a los 28 días (P16-15%).

| P16-15% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR .H |
| 1000 | 2.36 | 175.30 | 5.70 | 0.008 |
| 2000 | 2.40 | 175.30 | 11.41 | 0.008 |
| 3000 | 2.45 | 175.30 | 17.11 | 0.008 |
| 4000 | 2.49 | 175.30 | 22.82 | 0.008 |
| 5000 | 2.55 | 175.30 | 28.52 | 0.009 |
| 6000 | 2.58 | 175.30 | 34.23 | 0.009 |
| 7000 | 2.62 | 175.30 | 39.93 | 0.009 |
| 8000 | 2.67 | 175.30 | 45.64 | 0.009 |
| 9000 | 2.72 | 175.30 | 51.34 | 0.009 |
| 10000 | 2.78 | 175.30 | 57.04 | 0.009 |
| 11000 | 2.81 | 175.30 | 62.75 | 0.009 |
| 12000 | 2.85 | 175.30 | 68.45 | 0.010 |
| 13000 | 2.90 | 175.30 | 74.16 | 0.010 |
| 14000 | 2.94 | 175.30 | 79.86 | 0.010 |
| 15000 | 3.00 | 175.30 | 85.57 | 0.010 |
| 16000 | 3.03 | 175.30 | 91.27 | 0.010 |
| 17000 | 3.07 | 175.30 | 96.97 | 0.010 |
| 18000 | 3.12 | 175.30 | 102.68 | 0.010 |
| 19000 | 3.17 | 175.30 | 108.38 | 0.011 |
| 20000 | 3.23 | 175.30 | 114.09 | 0.011 |
| 21000 | 3.27 | 175.30 | 119.79 | 0.011 |
| 22000 | 3.33 | 175.30 | 125.50 | 0.011 |
| 23000 | 3.36 | 175.30 | 131.20 | 0.011 |
| 24000 | 3.40 | 175.30 | 136.91 | 0.011 |
| 25000 | 3.45 | 175.30 | 142.61 | 0.012 |
| 26000 | 3.50 | 175.30 | 148.31 | 0.012 |
| 27000 | 3.56 | 175.30 | 154.02 | 0.012 |
| 28000 | 3.59 | 175.30 | 159.72 | 0.012 |
| 29000 | 3.63 | 175.30 | 165.43 | 0.012 |
| 30000 | 3.68 | 175.30 | 171.13 | 0.012 |
| 31000 | 3.72 | 175.30 | 176.84 | 0.012 |
| 32000 | 3.78 | 175.30 | 182.54 | 0.013 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|------------------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 298.50 | Mm |
| Carga Ultima: | 33111 | Kg |
| Tiempo: | 4.32 | Min |
| Diámetro (D): | 14.94 | Cm |
| Área (A): | 175.30 | cm ² |
| f'_c: | 188.88 | kg/cm² |



| | | | | |
|--------------|-------------|--------|--------|-------|
| 33000 | 3.83 | 175.30 | 188.24 | 0.013 |
| 33111 | 3.89 | 175.30 | 188.88 | 0.013 |

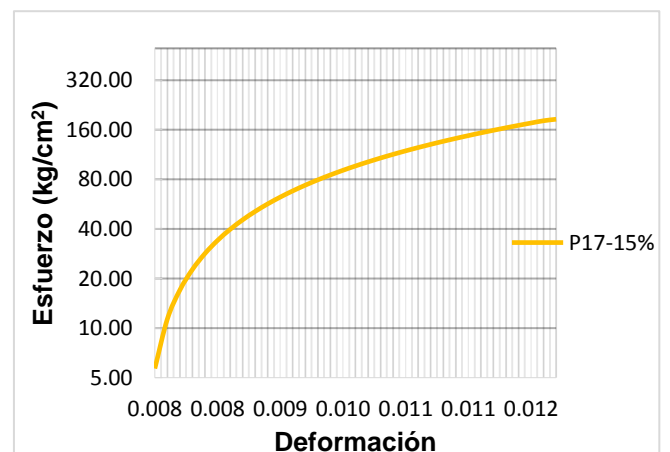
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 76. Curva esfuerzo deformación de la probeta 17 a los 28 días (P17-15%).

| P17-15% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR .H |
| 1000 | 2.27 | 176.13 | 5.68 | 0.008 |
| 2000 | 2.32 | 176.13 | 11.36 | 0.008 |
| 3000 | 2.36 | 176.13 | 17.03 | 0.008 |
| 4000 | 2.42 | 176.13 | 22.71 | 0.008 |
| 5000 | 2.47 | 176.13 | 28.39 | 0.008 |
| 6000 | 2.53 | 176.13 | 34.07 | 0.008 |
| 7000 | 2.56 | 176.13 | 39.74 | 0.009 |
| 8000 | 2.60 | 176.13 | 45.42 | 0.009 |
| 9000 | 2.65 | 176.13 | 51.10 | 0.009 |
| 10000 | 2.71 | 176.13 | 56.78 | 0.009 |
| 11000 | 2.75 | 176.13 | 62.46 | 0.009 |
| 12000 | 2.81 | 176.13 | 68.13 | 0.009 |
| 13000 | 2.84 | 176.13 | 73.81 | 0.009 |
| 14000 | 2.88 | 176.13 | 79.49 | 0.010 |
| 15000 | 2.93 | 176.13 | 85.17 | 0.010 |
| 16000 | 2.98 | 176.13 | 90.84 | 0.010 |
| 17000 | 3.04 | 176.13 | 96.52 | 0.010 |
| 18000 | 3.07 | 176.13 | 102.20 | 0.010 |
| 19000 | 3.11 | 176.13 | 107.88 | 0.010 |
| 20000 | 3.16 | 176.13 | 113.56 | 0.011 |
| 21000 | 3.20 | 176.13 | 119.23 | 0.011 |
| 22000 | 3.26 | 176.13 | 124.91 | 0.011 |
| 23000 | 3.31 | 176.13 | 130.59 | 0.011 |
| 24000 | 3.37 | 176.13 | 136.27 | 0.011 |
| 25000 | 3.40 | 176.13 | 141.94 | 0.011 |
| 26000 | 3.44 | 176.13 | 147.62 | 0.011 |
| 27000 | 3.49 | 176.13 | 153.30 | 0.012 |
| 28000 | 3.53 | 176.13 | 158.98 | 0.012 |
| 29000 | 3.59 | 176.13 | 164.65 | 0.012 |
| 30000 | 3.62 | 176.13 | 170.33 | 0.012 |
| 31000 | 3.66 | 176.13 | 176.01 | 0.012 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|---------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 298.40 | Mm |
| Carga Ultima: | 32684 | Kg |
| Tiempo: | 4.09 | Min |
| Diámetro (D): | 14.98 | Cm |
| Área (A): | 176.13 | cm ² |
| f'c: | 185.57 | kg/cm² |



| | | | | |
|--------------|-------------|--------|--------|-------|
| 32000 | 3.71 | 176.13 | 181.69 | 0.012 |
| 32684 | 3.77 | 176.13 | 185.57 | 0.013 |

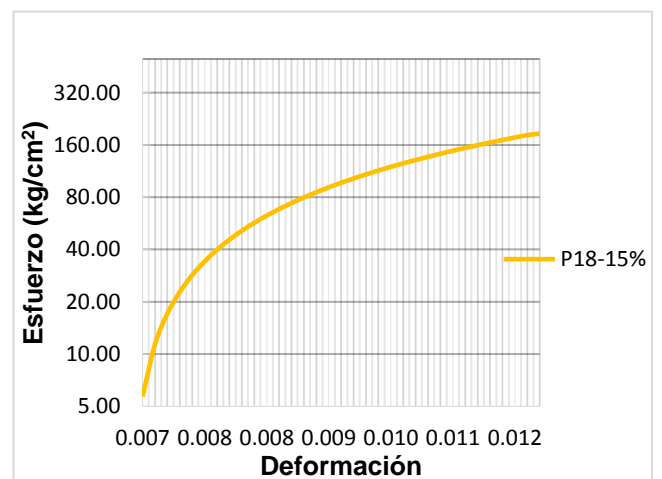
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n.º 77. Curva esfuerzo deformación de la probeta 18 a los 28 días (P18-15%).

| P18-15% | | | | |
|------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| CARGA (kg) | DEFORMACION (mm) | Área (cm ²) | σ (kg/cm ²) C/A | ϵ^u DEFOR .H |
| 1000 | 2.04 | 175.54 | 5.70 | 0.007 |
| 2000 | 2.08 | 175.54 | 11.39 | 0.007 |
| 3000 | 2.13 | 175.54 | 17.09 | 0.007 |
| 4000 | 2.18 | 175.54 | 22.79 | 0.007 |
| 5000 | 2.24 | 175.54 | 28.48 | 0.007 |
| 6000 | 2.27 | 175.54 | 34.18 | 0.008 |
| 7000 | 2.31 | 175.54 | 39.88 | 0.008 |
| 8000 | 2.36 | 175.54 | 45.57 | 0.008 |
| 9000 | 2.40 | 175.54 | 51.27 | 0.008 |
| 10000 | 2.46 | 175.54 | 56.97 | 0.008 |
| 11000 | 2.51 | 175.54 | 62.66 | 0.008 |
| 12000 | 2.57 | 175.54 | 68.36 | 0.009 |
| 13000 | 2.60 | 175.54 | 74.06 | 0.009 |
| 14000 | 2.64 | 175.54 | 79.75 | 0.009 |
| 15000 | 2.69 | 175.54 | 85.45 | 0.009 |
| 16000 | 2.73 | 175.54 | 91.15 | 0.009 |
| 17000 | 2.79 | 175.54 | 96.84 | 0.009 |
| 18000 | 2.82 | 175.54 | 102.54 | 0.009 |
| 19000 | 2.86 | 175.54 | 108.24 | 0.010 |
| 20000 | 2.91 | 175.54 | 113.94 | 0.010 |
| 21000 | 2.96 | 175.54 | 119.63 | 0.010 |
| 22000 | 3.02 | 175.54 | 125.33 | 0.010 |
| 23000 | 3.06 | 175.54 | 131.03 | 0.010 |
| 24000 | 3.12 | 175.54 | 136.72 | 0.010 |
| 25000 | 3.17 | 175.54 | 142.42 | 0.011 |
| 26000 | 3.23 | 175.54 | 148.12 | 0.011 |
| 27000 | 3.26 | 175.54 | 153.81 | 0.011 |
| 28000 | 3.30 | 175.54 | 159.51 | 0.011 |
| 29000 | 3.35 | 175.54 | 165.21 | 0.011 |
| 30000 | 3.39 | 175.54 | 170.90 | 0.011 |
| 31000 | 3.45 | 175.54 | 176.60 | 0.012 |

DATOS DE ESPECIMEN:

| | | |
|---------------|---------------|--------------------------|
| Altura (H): | 299.50 | mm |
| Carga Ultima: | 32645 | kg |
| Tiempo: | 3.54 | min |
| Diámetro (D): | 14.95 | cm |
| Área (A): | 175.54 | cm ² |
| f'c: | 185.97 | kg/cm² |



| | | | | |
|--------------|-------------|--------|--------|-------|
| 32000 | 3.48 | 175.54 | 182.30 | 0.012 |
| 32645 | 3.51 | 175.54 | 185.97 | 0.012 |

Fuente: Elaboración propia, 2016.

CAPÍTULO 6. RESULTADOS

6.1 Ensayo de resistencia a compresión.

6.1.1 Resultados

Se calculó los resultados de resistencia a compresión a los 7, 14, y 28 días usando la ecuación carga sobre área, donde se logró obtener los resultados.

Tabla n.º 6. Ensayo a compresión a los 7 días de las probetas al 0% de PET.

| PROBETAS AL 0% | | | | | |
|-------------------------------|------------------|-------------|----------------------|-----------------|---------------------|
| Identificación de especímenes | Dimensiones (cm) | | Área (cm^2) A | Carga(kg) Pu | fc (kg/cm^2) |
| | Diámetro (cm) | Altura (cm) | | | |
| P1-0% | 14.96 | 29.90 | 175.77 | 25067.00 | 142.61 |
| P2-0% | 14.93 | 29.80 | 174.95 | 25660.00 | 146.67 |
| P3-0% | 14.97 | 29.90 | 175.89 | 24316.00 | 138.24 |
| P4-0% | 14.98 | 29.90 | 176.13 | 25778.00 | 146.36 |
| P5-0% | 14.98 | 29.80 | 176.24 | 26312.00 | 149.29 |
| P6-0% | 15.00 | 29.85 | 176.60 | 25275.00 | 143.12 |
| Nº de probetas= | | 6 | Promedio fc = | | 144.38 |

Fuente: Elaboración propia, 2016

Tabla n.º 7. Ensayo a compresión a los 7 días de las probetas al 5% de PET.

| PROBETAS AL 5% | | | | | |
|-------------------------------|------------------|-------------|----------------------|-----------------|---------------------|
| Identificación de especímenes | Dimensiones (cm) | | Área (cm^2) A | Carga(kg) Pu | fc (kg/cm^2) |
| | Diámetro (cm) | Altura (cm) | | | |
| P1-5% | 14.96 | 29.90 | 175.77 | 24767.00 | 140.90 |
| P2-5% | 14.93 | 29.80 | 174.95 | 25144.00 | 143.72 |
| P3-5% | 14.94 | 29.90 | 175.30 | 24843.00 | 141.71 |
| P4-5% | 14.98 | 29.80 | 176.13 | 25025.00 | 142.09 |
| P5-5% | 14.98 | 29.70 | 176.24 | 22516.00 | 127.75 |
| P6-5% | 15.00 | 29.99 | 176.60 | 24312.00 | 137.67 |
| Nº de probetas= | | 6.00 | Promedio fc = | | 138.97 |

Fuente: Elaboración propia, 2016

Tabla n.º 8. Ensayo a compresión a los 7 días de las probetas al 10% de PET.

| PROBETAS AL 10% | | | | | |
|-------------------------------|------------------|-------------|---------------------------------|-----------------|---------------------------------|
| Identificación de especímenes | Dimensiones (cm) | | Área (cm^2) A | Carga(kg) Pu | f _c (kg/cm^2) |
| | Diámetro (cm) | Altura (cm) | | | |
| P1-10% | 14.96 | 29.90 | 175.77 | 23496.00 | 133.67 |
| P2-10% | 14.93 | 29.80 | 174.95 | 22784.00 | 130.23 |
| P3-10% | 14.94 | 29.90 | 175.30 | 23998.00 | 136.89 |
| P4-10% | 14.90 | 29.80 | 174.32 | 21698.00 | 124.47 |
| P5-10% | 14.96 | 29.70 | 175.71 | 23167.00 | 131.84 |
| P6-10% | 14.95 | 29.99 | 175.49 | 22752.00 | 129.65 |
| Nº de probetas= | | 6 | Promedio f_c = | | 131.13 |

Fuente: Elaboración propia, 2016

Tabla n.º 9. Ensayo a compresión a los 7 días de las probetas al 15% de PET.

| PROBETAS AL 15% | | | | | |
|-------------------------------|------------------|-------------|---------------------------------|-----------------|---------------------------------|
| Identificación de especímenes | Dimensiones (cm) | | Área (cm^2) A | Carga(kg) Pu | f _c (kg/cm^2) |
| | Diámetro (cm) | Altura (cm) | | | |
| P1-15% | 14.96 | 29.90 | 175.77 | 20767.00 | 118.15 |
| P2-15% | 14.93 | 29.80 | 174.95 | 22903.00 | 130.91 |
| P3-15% | 14.94 | 29.90 | 175.30 | 21835.00 | 124.56 |
| P4-15% | 14.98 | 29.80 | 176.13 | 20025.00 | 113.70 |
| P5-15% | 14.98 | 29.70 | 176.24 | 21992.00 | 124.78 |
| P6-15% | 14.99 | 29.99 | 176.50 | 22634.00 | 128.24 |
| Nº de probetas= | | 6.00 | Promedio f_c = | | 123.39 |

Fuente: Elaboración propia, 2016

Tabla n.º 10. Ensayo a compresión a los 14 días de las probetas al 0% de PET.

| PROBETAS AL 0% | | | | | |
|-------------------------------|------------------|-------------|------------------------------------|--------------------|------------------------|
| Identificación de especímenes | Dimensiones (cm) | | Área (cm^2) A | Carga(kg) P_u | f_c (kg/cm^2) |
| | Diámetro (cm) | Altura (cm) | | | |
| P7-0% | 14.98 | 29.94 | 176.29 | 31202.00 | 176.99 |
| P8-0% | 14.99 | 29.94 | 176.37 | 31846.00 | 180.56 |
| P9-0% | 14.93 | 29.94 | 175.06 | 32322.00 | 184.64 |
| P10-0% | 14.97 | 30.00 | 176.03 | 32330.00 | 183.66 |
| P11-0% | 14.98 | 29.84 | 176.27 | 31587.00 | 179.20 |
| P12-0% | 14.94 | 29.96 | 175.21 | 31943.00 | 182.31 |
| Nº de probetas= | | 6 | Promedio f_c = | | 181.23 |

Fuente: Elaboración propia, 2016

Tabla n.º 11. Ensayo a compresión a los 14 días de las probetas al 5% de PET.

| PROBETAS AL 5% | | | | | |
|-------------------------------|------------------|-------------|------------------------------------|--------------------|------------------------|
| Identificación de especímenes | Dimensiones (cm) | | Área (cm^2) A | Carga(kg) P_u | f_c (kg/cm^2) |
| | Diámetro (cm) | Altura (cm) | | | |
| P7-5% | 14.97 | 29.90 | 175.97 | 34125.00 | 193.92 |
| P8-5% | 14.97 | 29.87 | 175.98 | 20049.00 | 113.92 |
| P9-5% | 14.89 | 29.99 | 174.14 | 19890.00 | 114.22 |
| P10-5% | 14.92 | 29.96 | 174.83 | 37898.00 | 216.76 |
| P11-5% | 15.02 | 29.90 | 177.22 | 36019.00 | 203.24 |
| P12-5% | 14.91 | 29.97 | 174.60 | 37417.00 | 214.30 |
| Nº de probetas= | | 6.00 | Promedio f_c = | | 176.06 |

Fuente: Elaboración propia, 2016

Tabla n.º 12. Ensayo a compresión a los 14 días de las probetas al 10% de PET.

| PROBETAS AL 10% | | | | | |
|-------------------------------|------------------|-------------|------------------------------------|-----------------|------------------------|
| Identificación de especímenes | Dimensiones (cm) | | Área (cm^2) A | Carga(kg) Pu | f_c (kg/cm^2) |
| | Diámetro (cm) | Altura (cm) | | | |
| P7-10% | 14.96 | 29.96 | 175.66 | 30105.00 | 171.39 |
| P8-10% | 14.97 | 29.95 | 175.93 | 31274.00 | 177.77 |
| P9-10% | 14.96 | 29.95 | 175.88 | 29606.00 | 168.33 |
| P10-10% | 14.92 | 29.93 | 174.93 | 28732.00 | 164.25 |
| P11-10% | 14.85 | 29.87 | 173.27 | 29652.00 | 171.13 |
| P12-10% | 15.04 | 29.95 | 177.65 | 30377.00 | 171.00 |
| Nº de probetas= | | 6 | Promedio f_c = | | 170.64 |

Fuente: Elaboración propia, 2016

Tabla n.º 13. Ensayo a compresión a los 14 días de las probetas al 15% de PET.

| PROBETAS AL 15% | | | | | |
|-------------------------------|------------------|-------------|------------------------------------|-----------------|------------------------|
| Identificación de especímenes | Dimensiones (cm) | | Área (cm^2) A | Carga(kg) Pu | f_c (kg/cm^2) |
| | Diámetro (cm) | Altura (cm) | | | |
| P7-15% | 14.95 | 29.86 | 175.46 | 29682.00 | 169.17 |
| P8-15% | 14.89 | 29.97 | 174.16 | 28301.00 | 162.50 |
| P9-15% | 15.00 | 29.98 | 176.67 | 29535.00 | 167.18 |
| P10-15% | 14.98 | 29.98 | 176.14 | 29237.00 | 165.99 |
| P11-15% | 15.10 | 29.90 | 179.02 | 28061.00 | 156.75 |
| P12-15% | 14.93 | 29.98 | 175.14 | 29404.00 | 167.89 |
| Nº de probetas= | | 6.00 | Promedio f_c = | | 164.91 |

Fuente: Elaboración propia, 2016

Tabla n.º 14. Ensayo a compresión a los 28 días de las probetas al 0% de PET.

| PROBETAS AL 0% | | | | | |
|-------------------------------|------------------|-------------|-----------------------------------|--------------------|------------------------|
| Identificación de especímenes | Dimensiones (cm) | | Área (cm^2) A | Carga(kg) P_u | f_c (kg/cm^2) |
| | Diámetro (cm) | Altura (cm) | | | |
| P13-0% | 14.96 | 29.90 | 175.77 | 38534.00 | 219.23 |
| P14-0% | 14.98 | 29.85 | 176.13 | 37276.00 | 211.64 |
| P15-0% | 14.96 | 29.85 | 175.77 | 36957.00 | 210.25 |
| P16-0% | 14.94 | 29.85 | 175.30 | 36455.00 | 207.95 |
| P17-0% | 14.98 | 29.85 | 176.13 | 36587.00 | 207.73 |
| P18-0% | 14.95 | 29.85 | 175.54 | 36943.00 | 210.46 |
| Nº de probetas= | | 6 | Promedio f_c= | | 211.21 |

Fuente: Elaboración propia, 2016

Tabla n.º 15. Ensayo a compresión a los 28 días de las probetas al 5% de PET.

| PROBETAS AL 5% | | | | | |
|-------------------------------|------------------|-------------|-----------------------------------|--------------------|------------------------|
| Identificación de especímenes | Dimensiones (cm) | | Área (cm^2) A | Carga(kg) P_u | f_c (kg/cm^2) |
| | Diámetro (cm) | Altura (cm) | | | |
| P13-5% | 14.97 | 29.90 | 175.89 | 35925.00 | 204.25 |
| P14-5% | 14.95 | 30.00 | 175.42 | 34849.00 | 198.66 |
| P15-5% | 14.94 | 29.95 | 175.19 | 36690.00 | 209.43 |
| P16-5% | 14.94 | 29.85 | 175.30 | 36669.00 | 209.17 |
| P17-5% | 14.98 | 29.84 | 176.13 | 36116.00 | 205.06 |
| P18-5% | 14.95 | 29.95 | 175.54 | 35418.00 | 201.77 |
| Nº de probetas= | | 6.00 | Promedio f_c= | | 204.72 |

Fuente: Elaboración propia, 2016

Tabla n.º 16. Ensayo a compresión a los 28 días de las probetas al 10% de PET.

| PROBETAS AL 10% | | | | | |
|-------------------------------|------------------|-------------|-----------------------------------|--------------------|------------------------|
| Identificación de especímenes | Dimensiones (cm) | | Área (cm^2) A | Carga(kg) P_u | f_c (kg/cm^2) |
| | Diámetro (cm) | Altura (cm) | | | |
| P13-10% | 14.97 | 29.92 | 175.89 | 33105.00 | 188.21 |
| P14-10% | 14.95 | 30.00 | 175.42 | 34274.00 | 195.38 |
| P15-10% | 14.94 | 29.96 | 175.19 | 34606.00 | 197.54 |
| P16-10% | 14.94 | 29.94 | 175.30 | 33732.00 | 192.42 |
| P17-10% | 14.98 | 29.91 | 176.13 | 34652.00 | 196.75 |
| P18-10% | 14.95 | 29.95 | 175.54 | 35377.00 | 201.53 |
| Nº de probetas= | | 6 | Promedio f_c= | | 195.31 |

Fuente: Elaboración propia, 2016

Tabla n.º 17. Ensayo a compresión a los 28 días de las probetas al 15% de PET.

| PROBETAS AL 15% | | | | | |
|-------------------------------|------------------|-------------|-----------------------------------|--------------------|------------------------|
| Identificación de especímenes | Dimensiones (cm) | | Área (cm^2) A | Carga(kg) P_u | f_c (kg/cm^2) |
| | Diámetro (cm) | Altura (cm) | | | |
| P13-15% | 14.97 | 29.90 | 175.89 | 32956.00 | 187.37 |
| P14-15% | 14.95 | 30.00 | 175.42 | 32822.00 | 187.10 |
| P15-15% | 14.94 | 29.95 | 175.19 | 32987.00 | 188.30 |
| P16-15% | 14.94 | 29.85 | 175.30 | 33111.00 | 188.88 |
| P17-15% | 14.98 | 29.84 | 176.13 | 32684.00 | 185.57 |
| P18-15% | 14.95 | 29.95 | 175.54 | 32645.00 | 185.97 |
| Nº de probetas= | | 6.00 | Promedio f_c= | | 187.20 |

Fuente: Elaboración propia, 2016

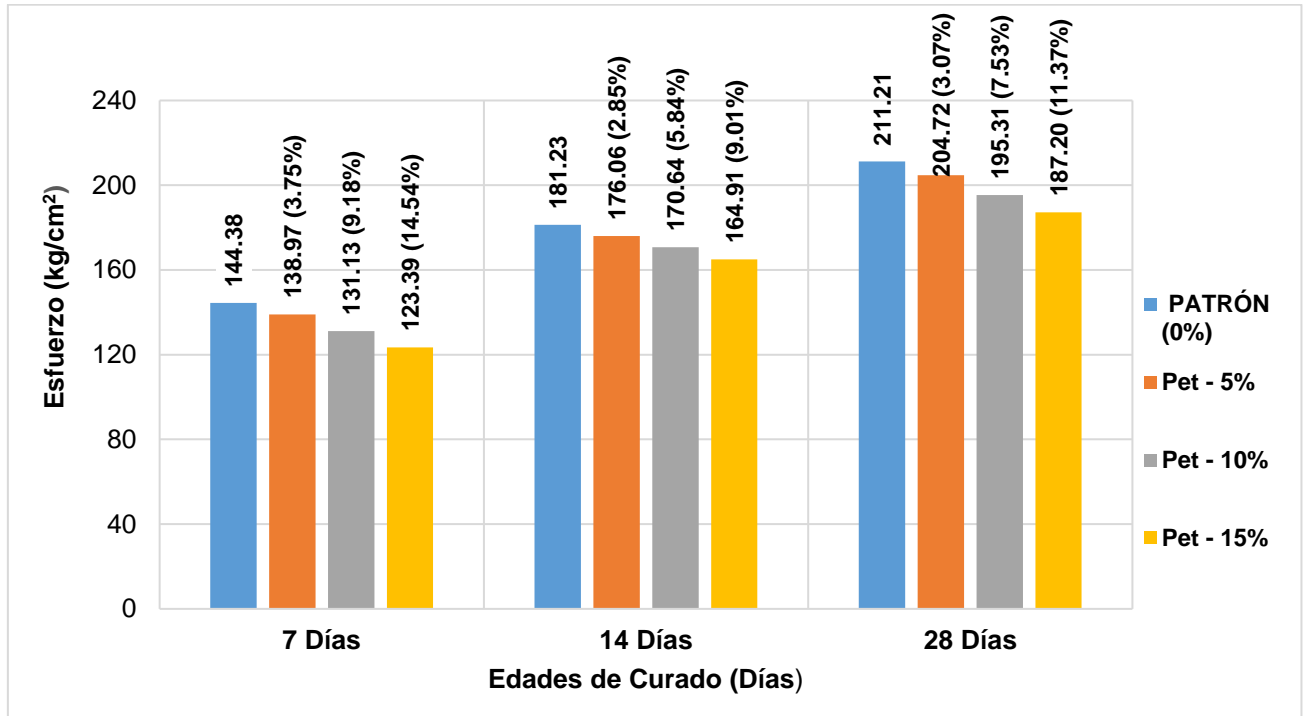
6.1.2 Resumen:

Tabla n.º 18. Resumen de resultados de resistencia a compresión axial de las probetas.

| Probetas | Resistencia a compresión | | | Unidad |
|------------|--------------------------|---------|---------|-----------|
| | 7 días | 14 días | 28 días | |
| 0% de PET | 144.38 | 181.23 | 211.21 | kg/cm^2 |
| 5% de PET | 138.97 | 176.06 | 204.72 | kg/cm^2 |
| 10% de PET | 131.13 | 170.64 | 195.31 | kg/cm^2 |
| 15% de PET | 123.39 | 164.91 | 187.20 | kg/cm^2 |

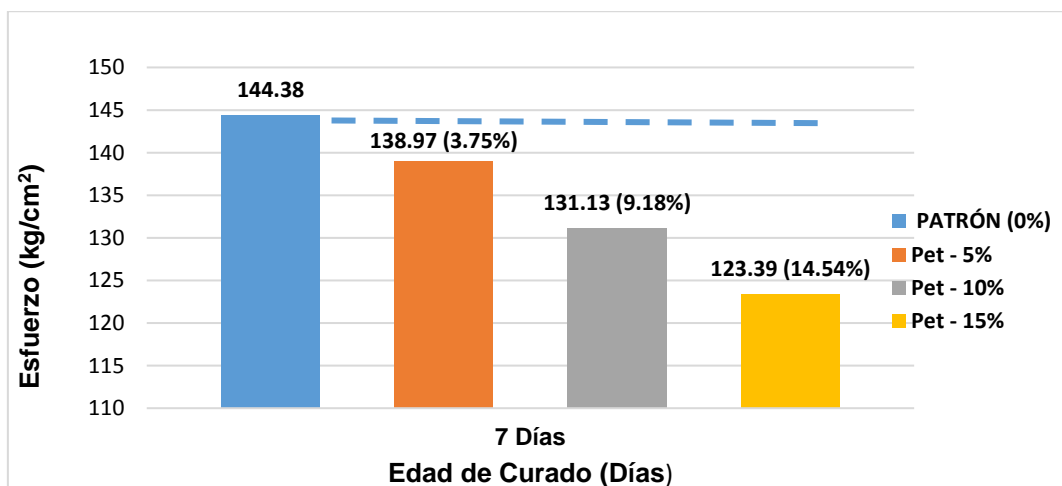
Fuente: Elaboración propia, 2016

Tabla n.º 19. Resumen de resultados de resistencia a compresión axial de las probetas.



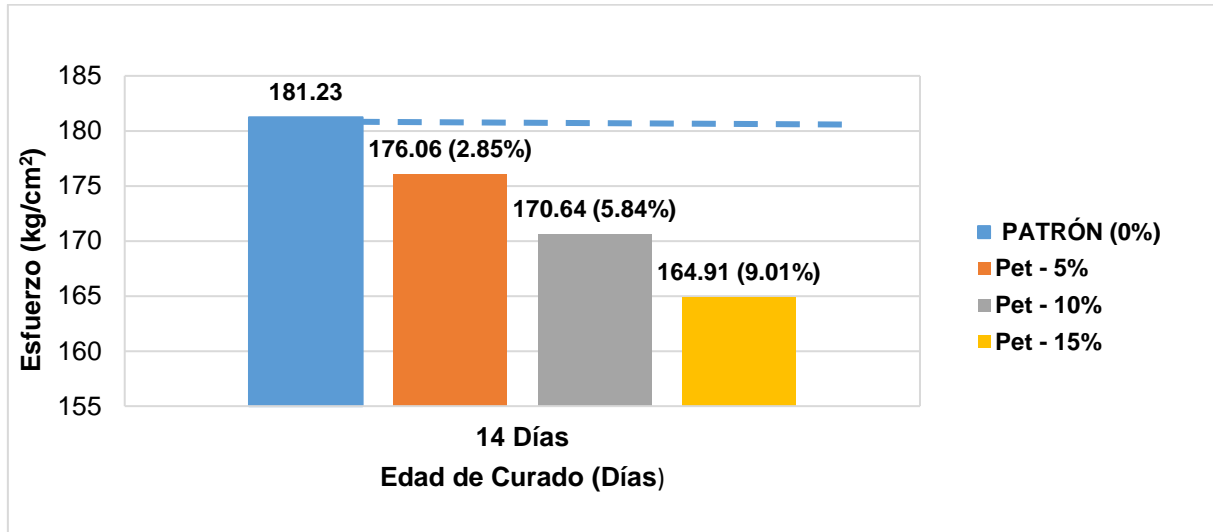
Fuente: Elaboración propia, 2016

Tabla n.º 20. Resumen de resultados de resistencia a compresión a los 7 días.



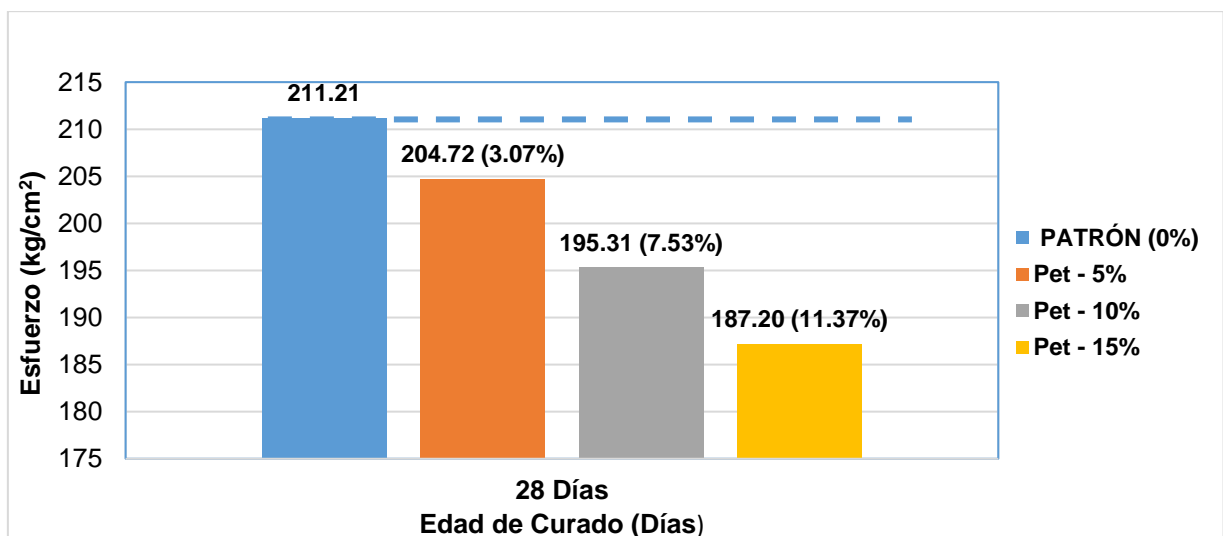
Fuente: Elaboración propia, 2016

Tabla n.º 21. Resumen de resultados de resistencia a compresión a los 14 días.



Fuente: Elaboración propia, 2016

Tabla n.º 22. Resumen de resultados de resistencia a compresión a los 28 días.



Fuente: Elaboración propia, 2016

CAPÍTULO 7. DISCUSIÓN

7.1 Ensayo de resistencia a compresión.

Tabla n.º 23. Ensayo a compresión a los 7, 14 Y 28 días con 0, 5, 10 y 15% de PET reciclado.

| Probetas | Resistencia a compresión | | | Unidad |
|------------|--------------------------|---------|---------|-----------|
| | 7 días | 14 días | 28 días | |
| 0% de PET | 144.38 | 181.23 | 211.21 | kg/cm^2 |
| 5% de PET | 138.97 | 176.06 | 204.72 | kg/cm^2 |
| 10% de PET | 131.13 | 170.64 | 195.31 | kg/cm^2 |
| 15% de PET | 123.39 | 164.91 | 187.20 | kg/cm^2 |

Fuente: Elaboración propia, 2016

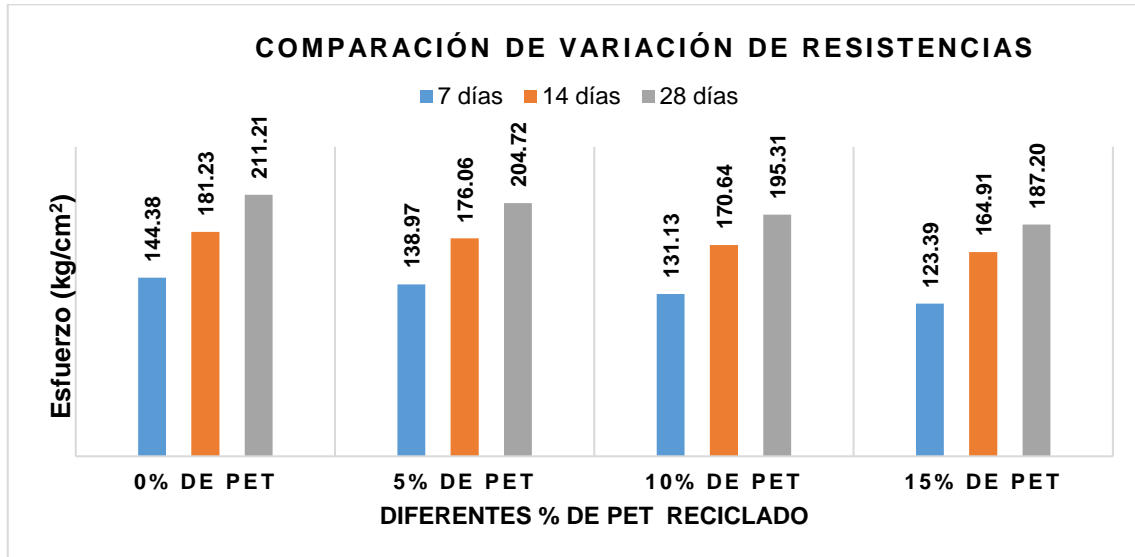
De acuerdo a los resultados mostrados en la Tabla n° 23 podemos identificar que los especímenes de concreto con 0% de PET a los 28 días alcanzó la resistencia para la cual fue diseñada.

Según la norma ASTM C39 el concreto es ideal para fines estructurales; sin embargo la resistencia de los especímenes de concreto con reemplazo de PET reciclado al 5%, 10% y 15%, disminuyó gradualmente respecto al espécimen de concreto con 0% de PET reciclado (concreto patrón), lo cual los lleva a determinarse como un concreto no apto para fines estructurales de $f'_c = 210$ kg/cm^2 .

Como sabemos que la resistencia a compresión axial de concreto es la propiedad más importante que define la resistencia de las estructuras y a la vez la durabilidad que esta puede tener, la resistencia alcanzadas por todos los especímenes con 5%, 10% y 15% de PET reciclado es una resistencia que garantiza que van a ser bien duraderos, lo que indica que estos concretos pueden ser usados en condiciones menos exigentes como pisos, banquetas, sardineles los cuales no forman parte de los elementos estructurales.

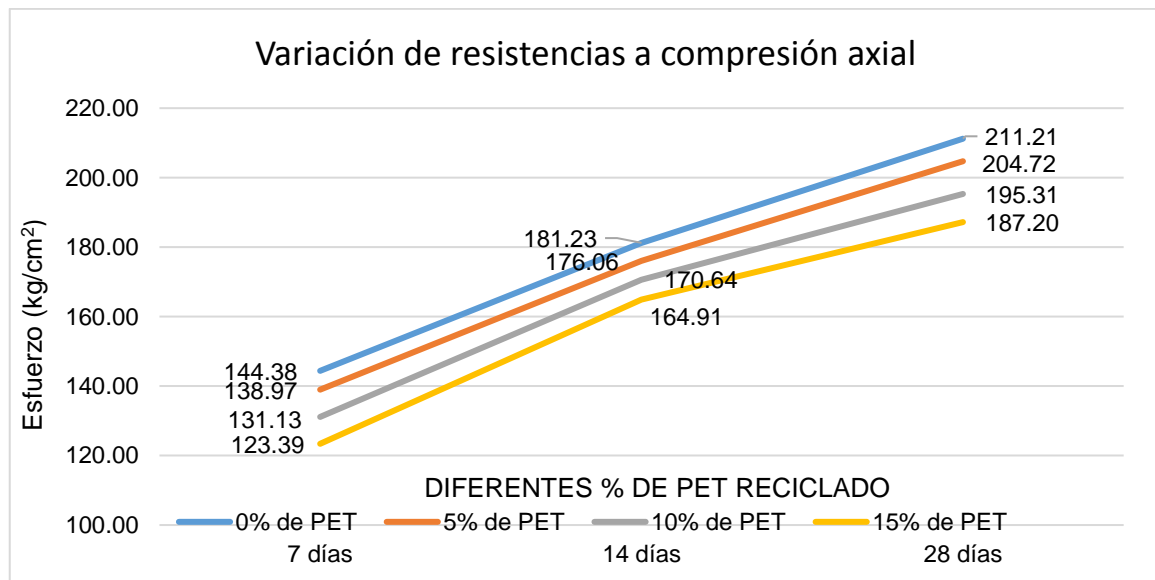
En la Figura n° 78 se identifica como ha sido la variación de la resistencia de los especímenes de concreto ensayados a los 7, 14 y 28 días después de haber sido elaborados, a la vez que podemos identificar cual es el espécimen que llegó a obtener la resistencia más alta y cómo es que ha disminuido según el reemplazo de PET reciclado al 5%, 10% y 15%.

Figura n.º 78. Variación de la resistencia de los especímenes de concreto a los 7, 14 y 28 días.



Fuente: Elaboración propia, 2016

Figura n.º 79. Variación de la resistencia de cada tipo de espécimen de concreto.

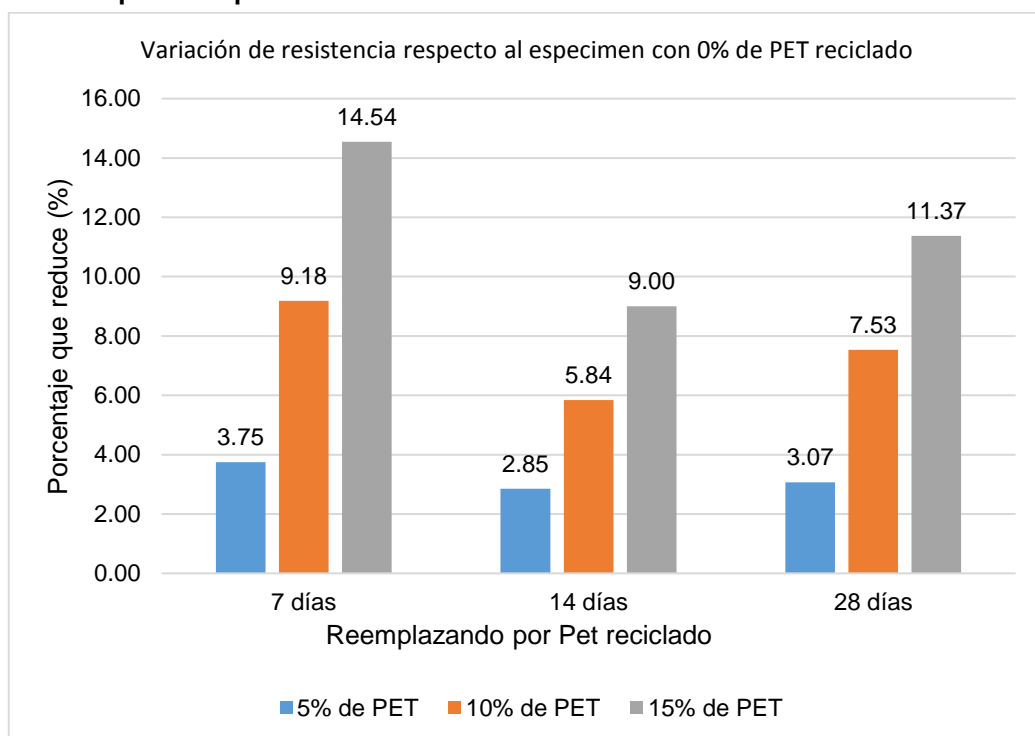


Fuente: Elaboración propia, 2016

La figura n.º 79 nos muestra cómo fue la variación de resistencia entre los 7, 14 y 28 días para cada tipo espécimen de concreto según la cantidad de reemplazo de PET reciclado, se obtenido como resultado que el concreto con 15% de reemplazo de PET reciclado es el que se aleja más de la resistencia del concreto con 0% de PET reciclado.

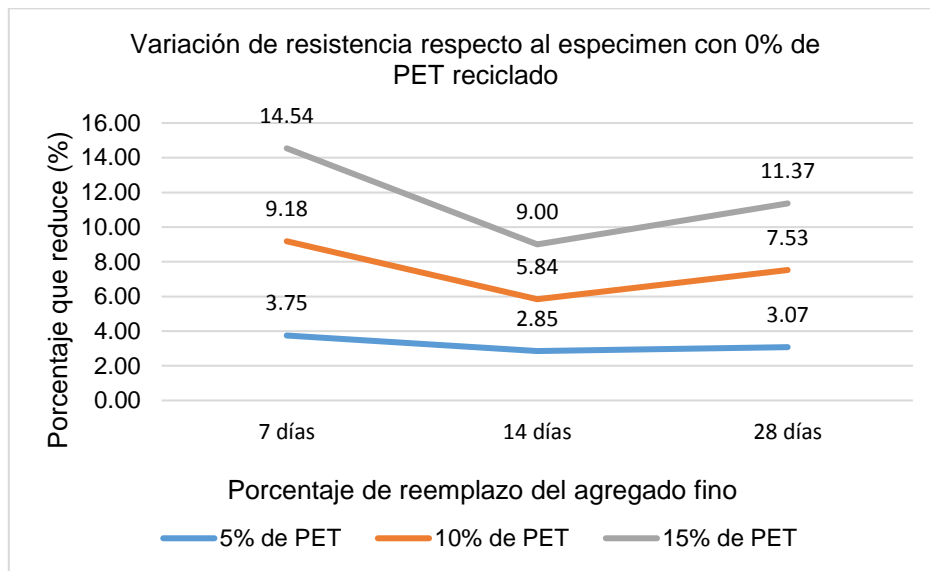
En la Figura n° 80 se identifica la variación de la resistencia a compresión de las probetas de concreto con reemplazo de PET reciclado al 5%, 10% y 15% respecto a la probeta patrón de 0% de PET reciclado, a los 7, 14 y 28 días de haberse realizado los ensayos. Obteniendo como resultado que el porcentaje en que varían su resistencia no es proporcional a la cantidad de PET reemplazado a la probeta patrón. También se puede notar que la variación de resistencia a compresión de cada espécimen o probeta no es constante.

Figura n.º 80. Variación de la resistencia de los especímenes de concreto con PET reciclado respecto al espécimen patrón



Fuente: Elaboración propia, 2016

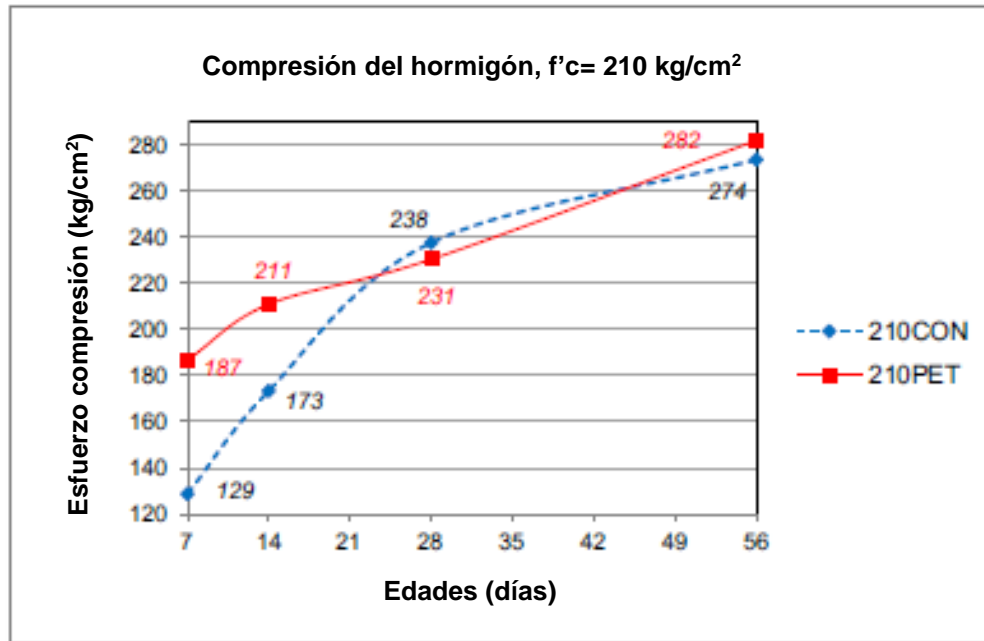
Figura n.º 81. Variación de la resistencia de los especímenes con PET reciclado respecto al espécimen patrón



Fuente: Elaboración propia, 2016

De acuerdo a Chacón & Lema, 2012, en su tesis “Estudio comparativo de elementos fabricados de hormigón con material reciclado PET (Polietileno Tereftalato) y hormigón convencional”, utilizando para la elaboración de especímenes de concreto de acuerdo a la norma ASTM C 39 – NTP 339.034 encontró una resistencia a compresión axial para concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, la resistencia a compresión de los diferentes concretos varían, la resistencia con PET es superior entre 31% y 18% con relación al concreto convencional a los 7 y 14 días respectivamente, a los 28 días el concreto convencional es superior en un 3% y a los 56 días nuevamente el concreto con PET tiene una resistencia superior en un 3% debido a su comportamiento diferente al del concreto patrón. Como se muestra en la figura 4.9.

Figura 4.9. Esfuerzo de compresión para hormigones $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$



Fuente: Chacón & Lema, 2012

Tomado en cuenta esta investigación se dispuso a elaborar especímenes de concreto con los mismos porcentajes de PET reciclado se determinó que los concreto elaborados con PET reciclado, disminuyó en 3.75%, 2.85 y 3.07% a los 7,14 y 28 días respectivamente. Se ha determinado que en ninguno de los ensayos realizados el concreto con diferentes porcentajes de PET reciclado no es superior al concreto convencional $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

CONCLUSIONES

1. Se determinó que, al reemplazar el PET reciclado como agregado fino no llega a mejorar la resistencia a compresión axial, por lo que se refuta la hipótesis planteada.
2. Los especímenes de concreto con 0% de PET reciclado alcanzaron una resistencia a compresión axial de 211.21 kg/cm^2 lo cual cumple con el diseño de $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$; seguidamente los especímenes con 5% de PET reciclado alcanzaron una resistencia de 204.72 kg/cm^2 ; luego los especímenes con 10% de PET reciclado alcanzaron una resistencia de 195.31 kg/cm^2 . Comparando con la muestra patrón demuestra que al reemplazar PET reciclado en 5%, 10% y 15% en el concreto hace disminuir su resistencia a compresión axial en 3.07%, 7.53% y 11.37% respectivamente.
3. Se determinó las propiedades físicas obtenidos de la cantera "BAZAN" – Cajamarca, los cuales fueron utilizados en el diseño, módulo de finura 2.98, gravedad específica 2.59 gr/cm^3 , absorción 0.911%, peso unitario suelto 1729 kg/m^3 , peso unitario compactado 1832 kg/m^3 y contenido de humedad 6.60% para agregado fino, de la misma manera para el agregado grueso su módulo de finura es 6.99, gravedad específica 2.64 gr/cm^3 , absorción 1.64%, peso unitario suelto 1460 kg/m^3 , peso unitario compactado 1526 kg/m^3 y contenido de humedad 0.76%.

RECOMENDACIONES

1. Realizar una investigación reemplazando menos porcentaje de PET reciclado en el agregado fino a los tomados, para identificar cual es la variación en las propiedades físicas y mecánicas de los especímenes de concreto.
2. Realizar una investigación reemplazando agregado grueso con los mismos porcentajes tomados en esta investigación para ver qué sucede con las propiedades físicas y mecánicas de los especímenes de concreto.
3. En posteriores investigaciones es factible realizar el análisis de costos de los especímenes elaborados de concreto con reemplazo de PET reciclado en diferentes porcentajes.
4. Realizar una investigación reemplazando porcentaje de PET reciclado en el agregado fino a los 56 días según referencia de Chacón y Lema que la resistencia a compresión axial supera en 3% a la muestra.

REFERENCIAS

1. Abanto Castillo, F. (2005). Tecnología Del Concreto. Lima: San Marcos.
2. Aguirre Villacís, D. F. (2013). EL PLÁSTICO RECICLADO COMO ELEMENTO CONSTRUCTOR DE LA VIVIENDA. Cuenca. (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil).
3. Cabo Laguna, M. (2011). LADRILLO ECOLÓGICO COMO MATERIAL SOSTENIBLE PARA LA CONSTRUCCIÓN. (Tesis Doctoral).
4. Carbajal, E.P. (1998). TÓPICOS DE TECNOLOGÍA DE CONCRETO. PERU.
5. Chacón Guerra, E & Lema Carrera, G. (2012). ESTUDIO COMPARATIVO DE ELEMENTOS FABRICADOS DE HORMIGÓN CON MATERIAL RECICLADO PET (POLIETILENO TEREFLALATO) Y EL HORMIGÓN CONVENCIONAL. (Tesis para optar título profesional).
6. Juárez N. et al. (2011). ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA MANUFACTURA DE EMPUÑADURAS DE PET RECICLADO. Guadalajara. (consultado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=73020063002> – el 28/08/2016).
7. Léctor Lafitte, M. & Villarreal Barragán, E. (2017). UTILIZACIÓN DE MATERIALES PLÁSTICOS DE RECICLAJE COMO ADICCIÓN EN LA ELABORACIÓN DE CONCRETO EN LA CIUDAD DE NUEVO CHIMBOTE. (Tesis para optar título profesional).
8. Llacza C. et al. (2014). PROPORCIONALIDAD DE AGREGADOS EN LA FABRICACIÓN DE UN LADRILLO DE CONCRETO. (Revista Científica Universidad Privada del Norte).
9. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2011). ESTUDIO.
10. Norma ASTM C 28. (2014). Método de ensayo Normalizado para determinar la Densidad, La Densidad Relativa (Gravedad Específica), y la Absorción de los Agregados Finos.
11. Norma ASTM C131. (2002). Método de Ensayo Estándar para la Resistencia al Desgaste del Agregado Grueso de Tamaño Menor por Abrasión e Impacto en la Máquina de los Ángeles.
12. Norma NTP 400.12. (2011). AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.
13. Norma NTP 400.017. (1999). AGREGADOS. Método de Ensayo para Determinar el Peso Unitario del Agregado.
14. Norma NTP 400.018. (2002). AGREGADOS. Método de Ensayo Normalizado para Determinar materiales más Finos que pasan por el tamiz normalizado 75 μ m 8200) por lavado en Agregado.
15. Norma NTP 400.019. (2002). AGREGADOS. Método de Ensayo Normalizado para Determinar la Resistencia a la Degradación en Agregados Gruesos de tamaños menores por Abrasión e impacto en la máquina de los Ángeles.
16. Norma NTP 400.021. (2002). AGREGADOS. Método de Ensayo Normalizado para peso Específico y Absorción de Agregado Grueso.

17. Norma NTP 400.022. (2002). AGREGADOS. Método de Ensayo Normalizado para peso Específico y Absorción de Agregado Fino.
18. Silgado Campo, C. & Villamizar Villamizar, C. (2016). APROVECHAMIENTO DEL PLÁSTICO TEREFLALATO DE POLIETILENO (PET) RECICLADO COMO AGREGADO FINO PARA EL CONCRETO. (Tesis para optar título profesional).
19. Ramírez Luna, D. S. (2011). PROPUESTA DE UN MATERIAL COMPUESTO CON BASE AL PET RECICLADO CON APLICACIONES EN CONSTRUCCIÓN. (Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Civil). Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ciencias Fisicomecánicas – Escuela de Ingeniería Civil, Buramanda, Colombia.
20. Rabin Tuladhar, U. (2015). EL RECICLADO PLASTICO TAMBIEN TIENE VENTAJAS AMBIENTALES EVIDENTES SOBRE EL USO DE FIBRAS DE PLASTICO VIRGENES. (Sciene Alert). Universidad James Cook – Australia. (Consultado de: <https://sophimania.pe/medio-ambiente/contaminacion-y-salud-ambiental/cientificos-logran-hacer-concreto-con-plastico-reciclado/> - el 30/08/2016)
21. Fisicomecánicas – Escuela de Ingeniería Civil, Buramanda, Colombia.
22. Rivera Távara, R. (2004). PROPUESTA DE RECICLAJE MECÁNICO DE LOS PLÁSTICOS EN LA CIUDADA DE PIURA. (Trabajo de grado para optar título profesional). Universidad de Piura, Facultad de ingeniería – Área Departamental de Ciencias de la Ingeniería, Piura.
23. Vargas, F. L. (2004). Reciclado de Plásticos. (CEPIS, Ed.) Red Panamericana de información en Salud Ambiental.
24. Revista INVI, Rosana Gaggino arquitecta, magister en diseño arquitectónico, doctora de ciencias de diseño y además investigadora de CEVE (Centro Experimental de la Vivienda Económica).
25. Rivera Martínez, L.E. (2013). MATERIALES ALTERNATIVOS PARA LA ELABORACIÓN DE TABIQUES ECOLÓGICOS. (Tesis maestría en ingeniería y administración de la construcción) Instituto Tecnológico de Sonora, Obregón, Sonora, México.
26. Rivva López, E. (2008). Materiales Para El Concreto. Lima: Fondo Editorial Icg

FOTOGRAFIAS



FOTO N° 01
Peso del PET reciclado en "Recicladora Guevara".



FOTO N° 02
Traslado del PET reciclado en moto carguera hacia el molino "San Antonio".



FOTO N° 03
Molienda del PET reciclado como agregado fino.



FOTO N° 04
Molido de PET reciclado por molino de granos



FOTO N° 05
Visto bueno del asesor del proceso del agregado fino de Pet reciclado en la provincia de San Pablo - Cajamarca.

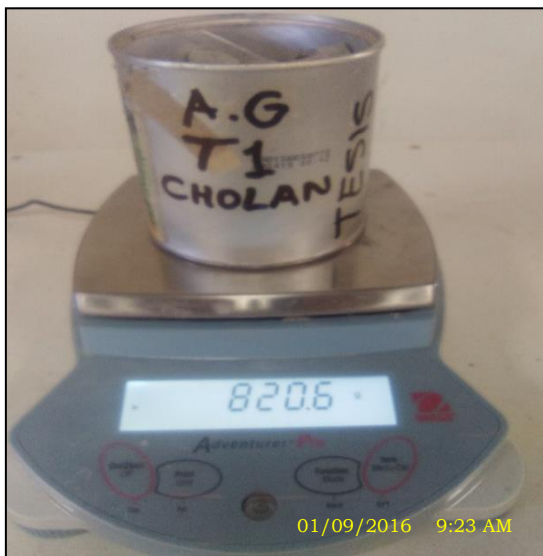


FOTO N° 06
Peso de la tara para la prueba del contenido de humedad - AG



FOTO N° 07
Peso de la tara + muestra para la - AG



FOTO N° 08
Tara + muestra de PET reciclado



FOTO N° 09
Juego de tamices para realizar el ensayo
de granulometría



FOTO N° 10

Limpiando el trompo para poder preparar
el concreto



FOTO N° 11

Agregando PET reciclado molido al
preparado del concreto.



FOTO N° 12

Coordinador de laboratorio
inspeccionando el adecuado proceso de
la elaboración del concreto.



FOTO N° 13
Prueba de asentamiento del concreto de
3" – 4"



FOTO N° 14
Contenido de aire en el concreto patrón
 $f'c$ = 210 kg/cm^2 .



FOTO N° 15
Colocación del concreto en los moldes
con tres capas y 25 golpes de chuseado



FOTO N° 16
Enrasado de los especímenes de concreto



FOTO N° 17
Identificando cada tanda de las probetas elaboradas



FOTO N° 18
Tanda de probetas con 10% de PET reciclado



FOTO N° 19
Probetas elaboradas con y sin porcentaje de PET reciclado.



FOTO N° 20
Colocación de espécimen para hacer el ensayo a compresión axial



FOTO N° 21
Probeta lista para aplicar la carga a compresión axial.

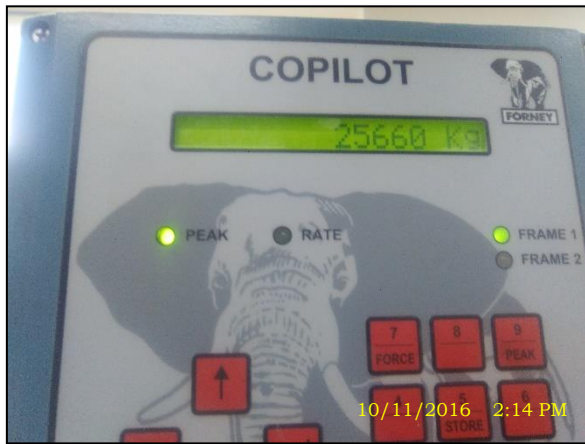


FOTO N° 22
Resistencia máxima del espécimen al
ensayo a compresión axial P2-0%



FOTO N° 23
Probeta luego de ser ensayada a
compresión axial

ANEXOS

DISEÑO DE MEZCLA

DISEÑO DE MEZCLAS DE PROBETAS DE CONCRETO POR EL MÉTODO ACI – COMITÉ 211

CANTERA: BAZÁN – CAJAMARCA

TIPO DE CONCRETO f_c : 210 kg/cm²

AUTOR: Julio Ulises Cholan De la cruz

1. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES:

1.1. Cemento:

| | |
|---------------------------------------|--------|
| Cemento | Tipo I |
| Peso Específico kg/cm ³ | 3.11 |

1.2. Agua:

Potable, de la Red pública del distrito de Cajamarca

1.3. Agregado fino y grueso:

| Elemento | P.esp. (Kg/m ³) | P.U.C. (Kg/m ³) | M.F. | Absorc. (%) | Humedad (%) |
|-----------|--------------------------------|--------------------------------|------|----------------|----------------|
| Cemento | 3110 | | | | |
| A. fino | 2550.00 | 1832 | 2.98 | 0.91% | 6.60% |
| A. Grueso | 2570.00 | 1526 | | 1.64% | 0.76% |
| Agua | 1000 | | | | |

2. DETERMINACION DE LA RESISTENCIA PROMEDIO.

Tabla n.º 24. Resistencia a la compresión promedio

| f_c | f'_{cr} |
|--------------|------------|
| Menos de 210 | $f_c + 70$ |
| 210 - 350 | $f_c + 84$ |
| > 350 | $f_c + 96$ |

Fuente: Método del Comité 211 del ACI (RIVVA, 1992)

Resistencia promedio a la compresión del Concreto (f'_{cr}) = $210 \text{ Kg/cm}^2 + 84 = 294 \text{ Kg/cm}^2$

3. SELECCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL.

Tamaño máximo nominal = 3/4"

4. SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO.

Consistencia = Plástica
valores = 3" - 4"

5. VOLUMEN UNITARIO DE AGUA:

Volumen de agua = 205 lt/m³

Tabla n.º 25. Volumen Unitario de Agua

| Asentamiento | Agua, en 1/m ³ , para los Tamaños Max. Nominales de agregado grueso y consistencia indicados | | | | | | | |
|--------------|---|-------|-------|-----|--------|-----|-----|-----|
| TMN | 3/8 " | 1/2 " | 3/4 " | 1 " | 1 1/2" | 2 " | 3 " | 6 " |
| CONSISTENCIA | CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO | | | | | | | |
| 1" a 2" | 207 | 199 | 190 | 179 | 166 | 154 | 130 | 113 |
| 3" a 4" | 228 | 216 | 205 | 193 | 181 | 169 | 145 | 124 |
| 6" a 7" | 243 | 228 | 216 | 202 | 190 | 178 | 160 | ... |
| | CONCRETO CON AIRE INCORPORADO | | | | | | | |
| 1" a 2" | 181 | 175 | 168 | 160 | 150 | 142 | 122 | 107 |
| 3" a 4" | 202 | 193 | 184 | 175 | 165 | 157 | 133 | 119 |
| 6" a 7" | 216 | 205 | 197 | 184 | 174 | 166 | 154 | ... |

Fuente: Método del Comité 211 del ACI (RIVVA, 1992)

6. CONTENIDO DE AIRE:

Aire= 2.00%

Tabla n.º 26. Contenido de aire

| Tamaño Máximo Nominal | Aire Atrapado |
|-----------------------|---------------|
| 3/8 " | 3.00% |
| 1/2 " | 2.50% |
| 3/4 " | 2.00% |
| 1 " | 1.50% |
| 1 1/2" | 1.00% |
| 2 " | 0.50% |
| 3 " | 0.30% |
| 6 " | 0.20% |

Fuente: Método del Comité 211 del ACI (RIVVA, 1992)

7. RELACION AGUA-CEMENTO:

$$\text{Agua/Cemento (A/C)} = 0.56$$

$$F.C. = \frac{V_{\text{agua}}}{A/C} = \frac{205.00}{0.56} = 366.1 \text{ Kg/m}^3 = \frac{366.07}{42.5} = 8.61 \text{ bolsas/m}^3$$

Tabla n.º 27. Relación Agua - Cemento

| f'c a 28 días (Kg/cm ³) | Relación Agua / Cemento en peso | |
|-------------------------------------|---------------------------------|----------------------|
| | Sin aire incorporado | Con aire incorporado |
| 150 | 0.8 | 0.71 |
| 200 | 0.7 | 0.61 |
| 210 | 0.68 | 0.59 |
| 250 | 0.62 | 0.53 |
| 294 | 0.56 | 0.47 |
| 300 | 0.55 | 0.46 |
| 350 | 0.48 | 0.4 |
| 400 | 0.43 | 0.34 |
| 450 | 0.38 | 0.28 |
| 500 | 0.33 | 0.22 |

Fuente: Método del Comité 211 del ACI (RIVVA, 1992)

8. FACTOR CEMENTO:

$$\begin{aligned} \text{Factor Cemento} &= 366.1 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Factor Cemento} &= 8.61 \text{ bolsas/m}^3 \end{aligned}$$

9. CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO:

Tabla n.º 28. Peso del Agregado Grueso por Unidad de Volumen de Concreto

| Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso | Volumen de agregado grueso, seco y compactado. Por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de fineza del fino. | | | | |
|---|--|------|------|------|------|
| M.F. del Ag. Fino | 2.4 | 2.6 | 2.8 | 2.98 | 3 |
| 3/8 " | 0.50 | 0.48 | 0.46 | 0.44 | 0.44 |
| 1/2 " | 0.59 | 0.57 | 0.55 | 0.53 | 0.53 |
| 3/4 " | 0.66 | 0.64 | 0.62 | 0.60 | 0.60 |
| 1 " | 0.71 | 0.69 | 0.67 | 0.65 | 0.65 |
| 1 1/2" | 0.76 | 0.74 | 0.72 | 0.70 | 0.70 |
| 2 " | 0.78 | 0.76 | 0.74 | 0.72 | 0.72 |
| 3 " | 0.81 | 0.79 | 0.77 | 0.75 | 0.75 |
| 6 " | 0.87 | 0.85 | 0.83 | 0.81 | 0.81 |

Fuente: Método del Comité 211 del ACI (RIVVA, 1992)

$$\begin{aligned} \text{Módulo de finura} &= 2.98 \\ \text{Tamaño nominal del agregado} &= 3/4" \\ \text{Datos de Tabla N}^\circ 28 &= 0.60 \end{aligned}$$

$$\frac{b}{b_0} = 0.60$$

$$b = 0.6 \times 1526 = 918.65$$

Cantidad del agregado grueso seco compactado (SSS) = 918.65 kg/m³.

10. CALCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS:

10.1. VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO:

$$\text{Vol. AG} = 0.3420 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{ag. grueso}} = \frac{918.65}{2570} = 0.357 \text{ m}^3$$

10.2. VOLUMEN ABSOLUTOS:

$$V_{\text{agua}} = \frac{205.00}{1000} = 0.205 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{cemento}} = \frac{366.07}{3110} = 0.118 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{aire}} = 0.02 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{ag. grueso}} = \frac{918.65}{2570} = 0.357 \text{ m}^3$$

| | | | |
|--------------------|---|-------|----------------|
| AGUA | = | 0.205 | m ³ |
| CEMENTO | = | 0.118 | m ³ |
| AIRE | = | 0.020 | m ³ |
| AGREGADO GRUESO | = | 0.357 | m ³ |
| Σ | = | 0.700 | m ³ |

11. CONTENIDO DEL AGREGADO FINO:

- ✓ **Volumen absoluto del agregado fino.**

$$V_{\text{ag. fino}} = 1 - 0.70 = 0.30 \text{ m}^3$$

- ✓ **Peso del agregado fino**

$$P_{\text{af}} = V_{\text{abs}} * P_{\text{em}} = 0.30 * 2550 = 765.0 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{PESO} = 765.0 \text{ kg/m}^3$$

12. VALORES DE DISEÑO:

| | | |
|-----------------|---|---------------------------|
| Agua | = | 205 lts/m ³ |
| Aire | = | 2.0% |
| Cemento | = | 366.07 Kg/m ³ |
| Ag. Fino Seco | = | 765.00 Kg/m ³ |
| Ag. Grueso Seco | = | 918.65 Kg/m ³ |
| | | 2254.74 Kg/m ³ |

13. CORRECCIÓN POR HUMEDAD DEL AGREGADO:

- Pesos Húmedos

$$P_{ag.f} = \text{Peso seco}(1+W\%)$$

$$Pag.f = 765.00(1+0.066)$$

$$Pag.f = 765.50 \text{ Kg/m}^3$$

$$P_{ag.g} = \text{Peso seco}(1 + W\%)$$

$$Pag.g = 918.65(1+0.0076)$$

$$Pag.g = 918.70 \text{ Kg/m}^3$$

- Humedad Superficial

$$A.F. = W\% - \%Abs$$

$$A.F. = 0.066 - 0.0091$$

$$A.F. = 5.69\%$$

$$A.G. = W\% - \%Abs$$

$$A.G. = 0.0076 - 0.0164$$

$$A.G. = -0.88\%$$

- **Aporte de agua por humedad**

A.F. = Peso seco (humedad superficial)

$$A.F. = 765.50(0.0569)$$

$$A.F. = 43.53$$

A.G. = Peso seco (humedad superficial)

$$A.G. = 918.65(-0.0088)$$

$$A.G. = -8.084$$

$$A.F. + A.G. = 35.44 \text{ lts/m}^3$$

- **Agua efectiva**

Agua efectiva = agua mezcla - aporte de agua por humedad de los agregados

$$\text{Agua efectiva} = 205 - 35.44 = 169.56 \text{ lts/m}^3$$

Pesos de los materiales corregidos por humedad del agregado, a ser empleados en las mezclas de prueba, serán:

| | | |
|-------------------|---|--------------------------|
| Cemento | = | 366.07 Kg/m ³ |
| Ag. Fino Húmedo | = | 765.50 Kg/m ³ |
| Ag. Grueso Húmedo | = | 918.72 Kg/m ³ |
| Agua efectiva | = | 169.56 Kg/m ³ |

14. PROPORCIÓN EN MATERIALES:

14.1. Mezcla patrón:

| | | | | |
|----------|--------|-------------|--------|---------------------------|
| C | AF | AG | AGUA | |
| 366.07 | 765.50 | 918.72 | 169.56 | |
| 366.07 | : | 366.07 | : | 366.07 / 8.61 |
| 1 | : | 2.09 | : | 2.51 / 19.7 It/blz |

15. DISEÑO CON PROPORCIONES CON PET RECICLADO:

➤ Diseño de proporciones con Pet reciclado

Agregado fino patrón:

$$\begin{aligned} \text{Volumen del AF.} &= 0.30 \text{ m}^3 \\ \text{Peso del AF.} &= 765.50 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Peso unitario del PET:

$$\text{Peso unitario del Pet} = 1340.00 \text{ Kg/m}^3$$

| | | <u>VOLUMEN</u> | <u>PESO</u> |
|----------------------|---|-----------------------|------------------------|
| 5% de Pet reciclado | = | 0.0150 m ³ | 20.1 kg/m ³ |
| 10% de Pet reciclado | = | 0.0300 m ³ | 40.2 kg/m ³ |
| 15% de Pet reciclado | = | 0.0450 m ³ | 60.3 kg/m ³ |

16. Valores de diseño con Pet reciclado:

| <u>Materiales</u> | | <u>Pet reciclado</u> | | | |
|-------------------|---|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| | | 0% | 5% | 10% | 15% |
| Cemento | = | 366 kg/m ³ | 366 kg/m ³ | 366 kg/m ³ | 366 kg/m ³ |
| Ag. Fino Húmedo | = | 766 kg/m³ | 727 kg/m³ | 688.5 kg/m³ | 650 kg/m³ |
| Ag. Grueso Húmedo | = | 919 kg/m ³ | 919 kg/m ³ | 919 kg/m ³ | 919 kg/m ³ |
| Pet reciclado | = | 0 kg/m³ | 20.1 kg/m³ | 40.21 kg/m³ | 60.3 kg/m³ |
| Agua efectiva | = | 170 kg/m ³ | 170 kg/m ³ | 170 kg/m ³ | 170 kg/m ³ |

PROPORCIONES REEMPLAZANDO PET RECICLADO

➤ PET reciclado al 0%.

| <u>C</u> | <u>AF</u> | <u>AG</u> | <u>Pet</u> | <u>Agua</u> | |
|----------|------------|-------------|------------|-------------|--------|
| 366.07 | 765.50 | 918.72 | 0.00 | 169.56 | |
| 366.07 | 366.07 | 366.07 | 366.07 | 366.07 | |
| 1 | 2.1 | 2.51 | 0.0 | 0.5 | lt/blz |

➤ PET reciclado al 5%.

| <u>C</u> | <u>AF</u> | <u>AG</u> | <u>Pet</u> | <u>Agua</u> | |
|----------|------------|------------|-------------|-------------|--------|
| 366.07 | 765.50 | 918.72 | 20.10 | 169.56 | |
| 366.07 | 366.07 | 366.07 | 366.07 | 366.07 | |
| 1 | 2.0 | 2.5 | 0.05 | 0.5 | lt/blz |

➤ **PET reciclado al 10%.**

| <u>C</u> | <u>AF</u> | <u>AG</u> | <u>Pet</u> | <u>Agua</u> | |
|----------|------------|------------|-------------|-------------|--------|
| 366.00 | 688.50 | 918.72 | 40.20 | 169.56 | |
| 366.00 | 366.00 | 366.00 | 366.00 | 366.00 | |
| 1 | 1.9 | 2.5 | 0.11 | 0.5 | lt/blz |

➤ **PET reciclado al 15%.**

| <u>C</u> | <u>AF</u> | <u>AG</u> | <u>Pet</u> | <u>Agua</u> | |
|----------|-------------|------------|-------------|-------------|--------|
| 366.07 | 650.25 | 918.72 | 60.30 | 169.56 | |
| 366.07 | 366.07 | 366.07 | 366.07 | 366.07 | |
| 1 | 1.78 | 2.5 | 0.16 | 0.5 | lt/blz |

17. CALCULO DE PROPORCIONES PARA UNA PROBETA:

Volumen de probeta 0.005 m³

Elaboración de 01 probetas por tanda:

| | = | <u>0%</u> | <u>5%</u> | <u>10%</u> | <u>15%</u> |
|-------------------|---|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Cemento | = | 1.94 Kg | 1.94 Kg | 1.94 Kg | 1.94 Kg |
| Ag. Fino Húmedo | = | 4.06 Kg | 3.85 Kg | 3.65 Kg | 3.45 Kg |
| Ag. Grueso Húmedo | = | 4.87 Kg | 4.87 Kg | 4.87 Kg | 4.87 Kg |
| Pet reciclado | = | 0.00 Kg | 0.11 Kg | 0.21 Kg | 0.32 Kg |
| Agua efectiva | = | 0.90 Kg | 0.90 Kg | 0.90 Kg | 0.90 Kg |



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|------------------|-------------------------------------|---|
| ENSAYO: | CONTENIDO DE HUMEDAD | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CH-LS-UPNC: |
| NORMA: | ASTM C566 : 1007 / NTP 339.185 2002 | |
| PROYECTO: | | |

| | | | | | |
|---------------------------|-----------------|-----------------|---------------------------|--------------------------------|---------------|
| CALICATA: | - | ESTRATO: | - | TIPO DE MATERIAL: | Agregada Fino |
| UBICACIÓN: | UPN - CAJAMARCA | | COLOR DE MATERIAL: | - | |
| FECHA DE MUESTREO: | 04 - 09 - 2016 | | RESPONSABLE: | Julio Ulises Cholan de la Cruz | |
| FECHA DE ENSAYO: | 05 - 09 - 2016 | | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines Agaña | |

Temperatura de Secado

Método

60 °C / 110 °C / Ambiente

Horno 110 ± 5 °C

CONTENIDO DE HUMEDAD

| ID | DESCRIPCIÓN | UND | 1 | 2 | 3 |
|----|--|-----|--------|--------|--------|
| A | Identificación del recipiente o Tara | | A.F-1 | A.F-2 | A.F-3 |
| B | Peso del Recipiente | gr | 85.11 | 85.23 | 81.65 |
| C | Recipiente + Suelo Húmedo | gr | 703.55 | 626.65 | 734.93 |
| D | Recipiente + Suelo Seco | gr | 665.15 | 593.17 | 694.65 |
| E | Peso del Agua (Ww) C - B | gr | 618.44 | 541.42 | 653.32 |
| F | Peso Suelo Seco (Ws) D - B | gr | 580.04 | 507.94 | 613.00 |
| W% | Porcentaje de humedad (E / F) * 100 | % | 6.62 | 6.59 | 6.58 |
| G | Promedio Porcentaje Humedad | % | 6.60 | | |

$$(W\%) = \frac{W_w}{W_s} * 100$$

OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Victor Cuzco Minchen | NOMBRE: Ing. Irene Ravines Agaña |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|------------------|-------------------------------------|---|
| ENSAYO: | CONTENIDO DE HUMEDAD | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CH-LS-UPNC: |
| NORMA: | ASTM C566 : 1007 / NTP 339.185 2002 | |
| PROYECTO: | | |

| | | | | | |
|---------------------------|---------------|----------------------|----------------------------|--------------------------|----------------|
| CALICATA: | - | ESTRATO: | - | TIPO DE MATERIAL: | ABREGADO GUESO |
| UBICACIÓN: | UPN-CAJAMARCA | | COLOR DE MATERIAL: | - | |
| FECHA DE MUESTREO: | 04-09-2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz | | |
| FECHA DE ENSAYO: | 05-09-2016 | REVISADO POR: | Ing. Isidro Ravines Agüero | | |

Temperatura de Secado

Método

60 °C / 110 °C / Ambiente

Horno 110 ± 5 °C

CONTENIDO DE HUMEDAD

| ID | DESCRIPCIÓN | UND | 1 | 2 | 3 |
|----|--|-----|---------|---------|---------|
| A | Identificación del recipiente o Tara | | AG-1 | AG-2 | AG-3 |
| B | Peso del Recipiente | gr | 92.91 | 86.45 | 89.54 |
| C | Recipiente + Suelo Húmedo | gr | 1564.85 | 1475.34 | 1398.98 |
| D | Recipiente + Suelo Seco | gr | 1553.54 | 1465.08 | 1388.99 |
| E | Peso del Agua (Ww) C - B | gr | 1471.94 | 1388.89 | 1309.44 |
| F | Peso Suelo Seco (Ws) D - B | gr | 1460.63 | 1378.63 | 1299.45 |
| W% | Porcentaje de humedad (E / F) * 100 | % | 0.77 | 0.74 | 0.77 |
| G | Promedio Porcentaje Humedad | % | 0.76 | | |

$$(W\%) = \frac{Ww}{Ws} * 100$$

OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|------------------------------|------------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Victor Cozco Minchan | NOMBRE: Ing. Isidro Ravines Agüero |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|-----------------|--|---|
| ENSAYO | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: AGGF-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E204 – ASTM C136 – NTP 400.012 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-------------------|------------|---------------------|----------------------------|
| CANTERA: | BAZAN | RETENIDO N° 4 (gr): | |
| UBICACIÓN: | CAJAMARCA | PASA N° 4 (gr): | Módulo Finura : 2.98 |
| FECHA DE MUESTRA: | 10/10/2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| FECHA DE ENSAYO: | 12/10/2016 | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines Azóñero |

| N° | TAMIZ | | PESO RETENIDO (gr) | % RETENIDO (%) | % RETENIDO ACUMULADO (%) | % QUE PASA | |
|----|--------|-------|--------------------|----------------|--------------------------|------------|----------------|
| | (pulg) | (mm) | | | | ARENA | ESPECIFICACIÓN |
| 1 | 1 1/2" | 37.50 | | | | 100 | 100 |
| 2 | 1" | 25.00 | | | | 95 | 100 |
| 3 | 3/4" | 19.00 | 112.21 | 3.75 | 3.75 | | |
| 4 | 1/2" | 12.50 | 2091.03 | 69.86 | 73.60 | 25 | 60 |
| 5 | 3/8" | 9.50 | 658.08 | 21.98 | 95.59 | | |
| 6 | N° 4 | 4.75 | 132.03 | 4.41 | 100.00 | 0 | 10 |
| 7 | N° 8 | 2.36 | | | | 0 | 5 |
| 8 | N° 16 | 1.18 | | | | | |
| 9 | N° 30 | 0.60 | | | | | |
| 10 | N° 50 | 0.30 | A | | | | |
| 11 | N° 100 | 0.15 | | | | | |
| 12 | N° 200 | 0.075 | | | | | |
| 13 | Fondo | 0 | | | | | |

Analisis Granulométrico A. Grueso : MF = 6.99

| N° | TAMIZ | | PESO RETENIDO (gr) | % RETENIDO (%) | % RETENIDO ACUMULADO (%) | % QUE PASA | |
|----|--------|-------|--------------------|----------------|--------------------------|------------|----------------|
| | (pulg) | (mm) | | | | GRAVA | ESPECIFICACIÓN |
| 1 | 1 1/2" | 37.50 | | | | | |
| 2 | 1" | 25.00 | | | | | |
| 3 | 3/4" | 19.00 | | | | | |
| 4 | 1/2" | 12.50 | | | | | |
| 5 | 3/8" | 9.50 | 0.00 | | | 100 | 100 |
| 6 | N° 4 | 4.75 | 145.85 | 9.53 | 9.53 | 95 | 100 |
| 7 | N° 8 | 2.36 | 215.61 | 14.09 | 23.62 | 80 | 100 |
| 8 | N° 16 | 1.18 | 204.76 | 13.38 | 37.00 | 50 | 85 |
| 9 | N° 30 | 0.60 | 173.29 | 11.32 | 48.33 | 25 | 60 |
| 10 | N° 50 | 0.30 | 544.22 | 35.56 | 83.89 | 10 | 30 |
| 11 | N° 100 | 0.15 | 186.47 | 12.19 | 96.08 | 2 | 10 |
| 12 | N° 200 | 0.075 | 46.48 | 3.04 | 99.11 | 0 | 3 |
| 13 | Fondo | 0 | 13.58 | 0.89 | 100.00 | | |

OBSERVACIONES:

Analisis Granulométrico A. Fino : MF = 2.98

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|------------------------------|----------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Víctor Cuzco Murchan | NOMBRE: Ing. Irene Ravines |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |

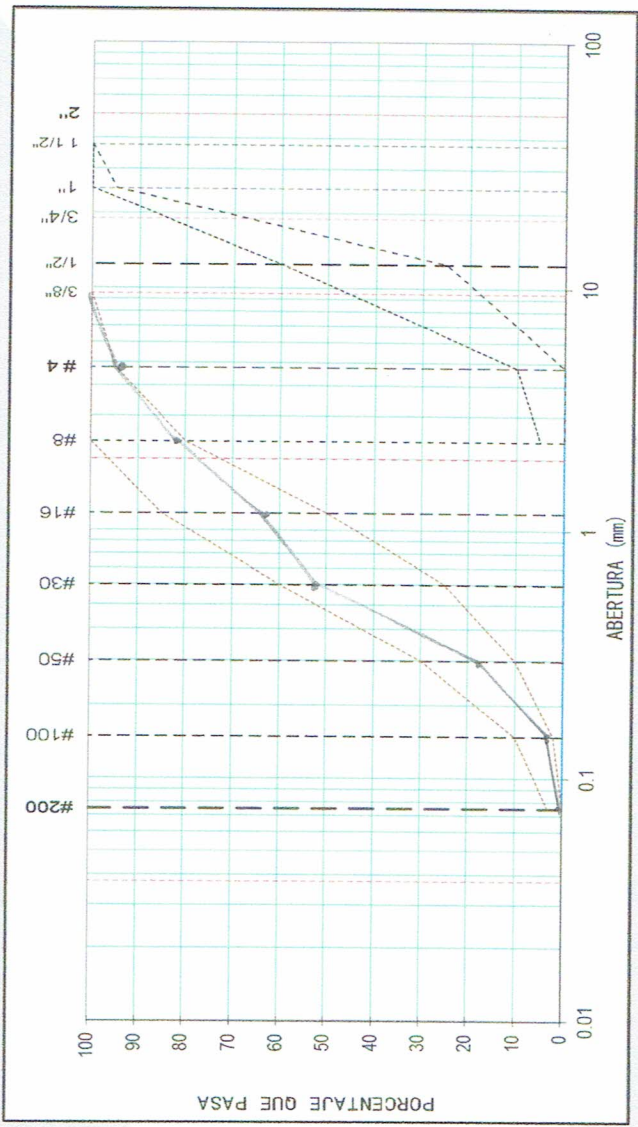


LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|-----------------|--|---|
| ENSAYO | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: AGGF-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E204 - ASTM C136 - NTP 400.012 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-------------------|------------|---------------------|-------------------------|
| CANTERA: | BAZAN | RETENIDO N° 4 (gr): | |
| UBICACIÓN: | CAJAMARCA | PASA N° 4 (gr): | |
| FECHA DE MUESTRA: | 10/10/2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| FECHA DE ENSAYO: | 12/10/2016 | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines A. |



OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Victor Circo Hinchay | NOMBRE: Ing. Irene Ravines A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|-----------------|--|---|
| ENSAYO | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: AGGF-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E204 – ASTM C136 – NTP 400.012 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-------------------|------------|---------------------|----------------------------|
| CANTERA: | BAZAN | RETENIDO N° 4 (gr): | |
| UBICACIÓN: | CAJAMARCA | PASA N° 4 (gr): | Modulo finura : 2.95 |
| FECHA DE MUESTRA: | 02-10-2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| FECHA DE ENSAYO: | 02-10-2016 | REVISADO POR: | Ing. Isene Ravines Aguirre |

| N° | TAMIZ | | PESO RETENIDO (gr) | % RETENIDO (%) | % RETENIDO ACUMULADO (%) | % QUE PASA | |
|----|--------|-------|--------------------|----------------|--------------------------|------------|----------------|
| | (pulg) | (mm) | | | | GRAVA | ESPECIFICACIÓN |
| 1 | 1 1/2" | 37.50 | | | | 100 | 100 |
| 2 | 1" | 25.00 | | | | 95 | 100 |
| 3 | 3/4" | 19.00 | | | | | |
| 4 | 1/2" | 12.50 | | | | 25 | 60 |
| 5 | 3/8" | 9.50 | | | | | |
| 6 | N° 4 | 4.75 | | | | 0 | 10 |
| 7 | N° 8 | 2.36 | | | | 0 | 5 |
| 8 | N° 16 | 1.18 | | | | | |
| 9 | N° 30 | 0.60 | | | | | |
| 10 | N° 50 | 0.30 | | | | | |
| 11 | N° 100 | 0.15 | | | | | |
| 12 | N° 200 | 0.075 | | | | | |
| 13 | Fondo | 0 | | | | | |

| N° | TAMIZ | | PESO RETENIDO (gr) | % RETENIDO (%) | % RETENIDO ACUMULADO (%) | % QUE PASA | |
|----|--------|-------|--------------------|----------------|--------------------------|------------|----------------|
| | (pulg) | (mm) | | | | ARENA | ESPECIFICACIÓN |
| 1 | 1 1/2" | 37.50 | | | | | |
| 2 | 1" | 25.00 | | | | | |
| 3 | 3/4" | 19.00 | | | | | |
| 4 | 1/2" | 12.50 | | | | | |
| 5 | 3/8" | 9.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100 |
| 6 | N° 4 | 4.75 | 76.45 | 7.59 | 7.59 | 92.41 | 95 |
| 7 | N° 8 | 2.36 | 116.76 | 11.59 | 19.19 | 80.81 | 80 |
| 8 | N° 16 | 1.18 | 156.73 | 15.56 | 34.75 | 65.25 | 50 |
| 9 | N° 30 | 0.60 | 150.14 | 14.91 | 49.66 | 50.34 | 25 |
| 10 | N° 50 | 0.30 | 375.12 | 37.25 | 86.90 | 13.10 | 10 |
| 11 | N° 100 | 0.15 | 105.32 | 10.46 | 97.36 | 2.64 | 2 |
| 12 | N° 200 | 0.075 | 20.33 | 2.02 | 99.38 | 0.62 | 0 |
| 13 | Fondo | 0 | 6.23 | 0.62 | 100.00 | 0.00 | |

OBSERVACIONES: Analisis Granulometrica PET Reciclado : MF = 2.95

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|------------------------------|------------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Victor Quiza Minchon | NOMBRE: Ing. Isene Ravines Aguirre |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|----------|--|--|
| ENSAYO | PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: PEAG-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E206 – ASTM C127 – NTP 400.021 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-------------------|------------|-------------------|-------------------------|
| CANTERA: | BAZAN | TIPO DE CANTERA: | Río |
| UBICACIÓN: | CAJAMARCA | TIPO DE MATERIAL: | Basáltico |
| FECHA DE MUESTRA: | 13/10/2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| FECHA DE ENSAYO: | 18/10/2016 | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines A. |

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS

| ID | DESCRIPCIÓN | UND | 1 | 2 | 3 | RESULTADO |
|----|--|--------------------|---------|---------|---------|--------------------------------------|
| A | Peso Saturado Superficialmente Seco del suelo en aire | gr | 5024.40 | 5022.10 | 5023.30 | P R O M E D I O |
| B | Peso Saturado Superficialmente Seco del suelo en agua | gr | 3067.80 | 3068.20 | 3075.90 | |
| C | Volumen de masa + volumen de vacío, $C = A - B$ | gr | 1956.60 | 1953.90 | 1947.40 | |
| D | Peso seco del suelo (en estufa a $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$) | gr | 4943 | 4941.60 | 4942.70 | |
| E | Volumen de masa, $E = C - (A - D)$ | cm ³ | 1875.20 | 1873.40 | 1866.80 | |
| F | Peso específico bulk (base seca), $F = D / C$ | gr/cm ³ | 2.53 | 2.53 | 2.54 | 2.53 |
| G | Peso específico (base saturada), $G = A / C$ | gr/cm ³ | 2.57 | 2.57 | 2.579 | 2.57 |
| H | Peso específico aparente (base seca), $H = D / E$ | gr/cm ³ | 2.64 | 2.638 | 2.648 | 2.64 |
| I | Absorción, $K = (A - D / D) * 100$ | % | 1.65 | 1.629 | 1.631 | 1.64 |

OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio U. Cholan de la Cruz | NOMBRE: Víctor Cuzco Minchan | NOMBRE: Ing. Irene Ravines A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|-----------------|--|---|
| ENSAYO | GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: GEAF-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E205 – ASTM C128 – NTP 400.022 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-------------------|------------|-------------------|-------------------------|
| CANTERA: | BAZAN | TIPO DE CANTERA: | Rio. |
| UBICACIÓN: | CAJAMARCA. | TIPO DE MATERIAL: | A fino |
| FECHA DE MUESTRA: | 13/10/2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| FECHA DE ENSAYO: | 18/10/2016 | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines A. |

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS

| ID | DESCRIPCIÓN | UND | 1 | 2 | 3 | RESULTADO |
|----|---|--------------------|---------|---------|---------|--|
| A | Peso Saturado Superficialmente Seco del suelo (Psss) | gr | 500 | 500 | 500 | P R O M E D I O |
| B | Peso del frasco + agua hasta marca de 500ml | gr | 1378.96 | 1377.39 | 1377.90 | |
| C | Peso del frasco + agua + Psss, C = A + B | gr | 1878.96 | 1877.39 | 1877.90 | |
| D | Peso del frasco + Psss + agua hasta la marca de 500ml | gr | 1682.82 | 1681.99 | 1681.85 | |
| E | Volumen de masa + volumen de vacío, E = C - D | cm ³ | 196.14 | 195.32 | 196.05 | |
| F | Peso seco del suelo (en estufa a 105°C ± 5°C) | gr | 495.26 | 495.17 | 496.03 | |
| G | Volumen de masa, G = E - (A - F) | cm ³ | 191.40 | 190.49 | 192.08 | |
| H | Peso específico bulk (base seca), H = F / E | gr/cm ³ | 2.525 | 2.535 | 2.530 | 2.53 |
| I | Peso específico (base saturada), I = A / E | gr/cm ³ | 2.549 | 2.560 | 2.551 | 2.55 |
| J | Peso específico aparente (base seca), J = F / G | gr/cm ³ | 2.588 | 2.599 | 2.582 | 2.59 |
| K | Absorción, K = (A - F / F) * 100 | % | 0.957 | 0.975 | 0.800 | 0.911 |

OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Victor Hugo Rinchan | NOMBRE: Ing. Irene Ravines A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA



PROTOCOLO

| | | |
|-----------------|--|--|
| ENSAYO | ABRASIÓN LOS ANGELES AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37.5 mm (1 ½") | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: ALA-LC-UPNC: |
| | NORMA | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-------------------|------------|-------------------|-------------------------|
| CANTERA: | BAZAN | TIPO DE CANTERA: | Rio |
| UBICACIÓN: | CAJAMARCA | TIPO DE MATERIAL: | Granulos |
| FECHA DE MUESTRA: | 20/10/2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| FECHA DE ENSAYO: | 20/10/2016 | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines P. |
| MUESTREO: | | | |

GRANULOMETRÍA DE ENSAYO

| GRADACIÓN | "A" | "B" | "C" | "D" |
|---|-----|-----|-----|-----|
| CARGA ABRASIVA (N° de esferas de acero) | 12 | 11 | 8 | 6 |

GRANULOMETRÍA DE LA MUESTRA DE AGREGADO PARA ENSAYO

| Tamiz (pasa) | Tamiz (retiene) | "A" (gr) | "B" (gr) | "C" (gr) | "D" (gr) |
|----------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1 ½" | 1" | 1250 ± 25 | | | |
| 1" | ¾" | 1250 ± 25 | | | |
| ¾" | ½" | 1250 ± 10 | 2500 ± 10 | | |
| ½" | 3/8" | 1250 ± 10 | 2500 ± 10 | | |
| 3/8" | ¼" | | | 2500 ± 10 | |
| ¼" | N° 4 | | | 2500 ± 10 | |
| N° 4 | N° 8 | | | | 5000 ± 10 |
| TOTALES | | 5000 ± 10 | 5000 ± 10 | 5000 ± 10 | 5000 ± 10 |

DESGASTE A LA ABRASIÓN

| ID | DESCRIPCIÓN | UND | 1 | 2 | 3 | P R O M E D I O |
|----|---|-----|-------|-------|-------|--------------------------------------|
| A | Peso muestra total | gr | 5000 | 5000 | 5000 | |
| B | Peso retenido en tamiz N° 12 | gr | 3405 | 3412 | 3404 | |
| D | Desgaste a la abrasión Los Ángeles $D = (A - B) * 100 / A$ | % | 31.90 | 31.76 | 31.86 | 31.84 |

OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Victor Cuzco Ninchan | NOMBRE: Ing. Irene Ravines P. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



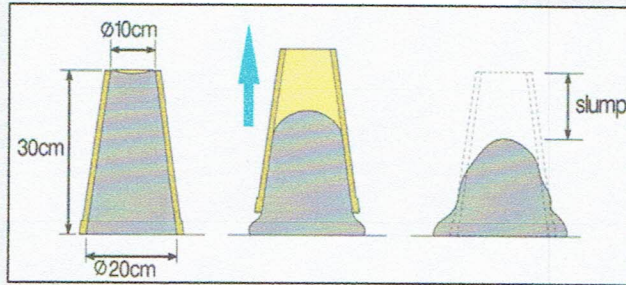
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|-----------------|------------------------------------|--|
| ENSAYO | ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP) | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: SLUMP-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E705 – ASTM C143 – NTP 339.035 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|----------------------------|------------|---------------|-------------------------|
| CANTIDAD DE MUESTRA (cm³): | | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| FECHA DE ENSAYO: | 03/11/2016 | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines Ar. |
| HORA DE MUESTRA: | 11:05 AM | | |
| HORA DE ENSAYO: | 11:50 AM | | |

DIMENSIONES DEL MOLDE



| PROCESO DE ENSAYO | |
|--------------------------|--------------|
| CAPAS | Nº DE GOLPES |
| 1 | 25 |
| 2 | 25 |
| 3 | 25 |

| CONSISTENCIA EN CONO | |
|-----------------------------|-------------------|
| Consistencia | Asentamiento (cm) |
| Seca | 0 – 2 |
| Plástica | 3 – 5 |
| Blanda | 6 – 9 |
| Fluida | 10 – 15 |
| Líquida | ≥ 16 |

| ASENTAMIENTO DEL Cº | |
|----------------------------|----------|
| SLUMP (cm) | 3.5" |
| CONSISTENCIA | Plástica |

OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Victor Hugo Alinchan | NOMBRE: Ing. Ravines Azuero J. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



LABORATORIO DE CONCRETO

PROTOCOLO

| | | |
|-----------------|------------------------------------|--|
| ENSAYO | PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: PUA-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E 203 – ASTM C29 – NTP 400.017 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-------------------|-----------|--------------------|--------------------------|
| CANTERA: | BAZAN | TIPO DE CANTERA: | De Rio |
| UBICACIÓN: | CASAMARCA | TIPO DEL MATERIAL: | Granulor |
| FECHA DE MUESTRA: | | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| FECHA DE ENSAYO: | | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines Agaña |

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

| AGREGADO FINO | | TAMAÑO MÁX. NOMINAL | | < 1/2" | VOLUMEN MOLDE | 9381.88 cm ³ |
|---------------|--|---------------------|---------|---------|---------------|-------------------------|
| ID | DESCRIPCIÓN | UND | 1 | 2 | 3 | RESULTADO |
| A | Peso del Molde + AF Compactado | | 21946.0 | 21936.0 | 22026.0 | |
| B | Peso del molde | | 4778.0 | 4778.0 | 4778.0 | |
| C | Peso del AF Compactado, $C = A - B$ | | 17168.0 | 17152.0 | 17248.0 | |
| D | PESO UNITARIO COMPACTADO $D = C / \text{Vol. Molde}$ | | 1830.0 | 1828.0 | 1838.0 | 1832.00 |
| E | Peso del Molde + AF Suelto | | 20762 | 21198 | 21098 | |
| F | Peso del AF Suelto, $F = E - B$ | | 15984 | 16420 | 16250 | |
| G | PESO UNITARIO SUELTO, $G = F / \text{Vol. Molde}$ | | 1704.0 | 1750.0 | 1732.0 | 1729.00 |

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

| AGREGADO GRUESO | | TAMAÑO MÁX. NOMINAL | | 1 1/2" | VOLUMEN MOLDE | 9108.82 cm ³ |
|-----------------|--|---------------------|--------|--------|---------------|-------------------------|
| ID | DESCRIPCIÓN | UND | 1 | 2 | 3 | RESULTADO |
| A | Peso del Molde + AG Compactado | | 18812 | 18682 | 18542 | |
| B | Peso del molde | | 4778 | 4778 | 4778 | |
| C | Peso del AG Compactado, $C = A - B$ | | 14034 | 13904 | 13764 | |
| D | PESO UNITARIO COMPACTADO $D = C / \text{Vol. Molde}$ | | 1541.0 | 1526.0 | 1511.0 | 1526.00 |
| E | Peso del Molde + AG Suelto | | 18124 | 18052 | 18062 | |
| F | Peso del AG Suelto, $F = E - B$ | | 13346 | 13274 | 13284 | |
| G | PESO UNITARIO SUELTO, $G = F / \text{Vol. Molde}$ | | 1465.0 | 1457.0 | 1458.0 | 1460.00 |

OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Victor Quiza Hinchan | NOMBRE: Ing. Irene Ravines A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|--------|--|---|
| ENSAYO | CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ N° 200 | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMF-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E 202 – ASTM C117 – NTP 400.018 | |

| | |
|----------|--|
| PROYECTO | |
|----------|--|

| | | | |
|-------------------|-----------|--------------------|-------------------------|
| CANTERA: | BAZAN | TAMAÑO DE MUESTRA: | 500 gr. |
| UBICACIÓN: | CASAMARCA | TIPO DE MATERIAL: | Granular. |
| FECHA DE MUESTRA: | | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| FECHA DE ENSAYO: | | REVISADO POR: | Ingr. Irene Rautner A. |

MUESTRA MÍNIMA REQUERIDA SEGÚN TAMAÑO DE AGREGADO

| Tamaño nominal máximo de tamices | | Peso mínimo aproximado de la muestra (gr) |
|----------------------------------|----------------|---|
| 4.75 mm | N° 4 o menos | 300 |
| 9.5 mm | 3/8" | 1000 |
| 19.00 mm | 3/4" | 2500 |
| 37.5 mm | 1 1/2" o mayor | 5000 |

CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ N°200

| ID | DESCRIPCIÓN | UND | 1 | 2 | 3 |
|----|---|-----|--------|--------|--------|
| A | Peso de la muestra | gr | 500 | 500 | 500 |
| B | Peso de la muestra lavada y seca | gr | 474.80 | 474.85 | 474.90 |
| C | Material que pasa el tamiz N° 200 $C = A - B$ | gr | 25.20 | 25.15 | 25.10 |
| D | % que pasa el tamiz N° 200 $D = (C / A) * 100$ | % | 5.04 | 5.03 | 5.02 |

Promedio de material que pasa: 5.03%

OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Víctor Egges Minchan | NOMBRE: Inge. Irene Rautner A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|-----------------|---|---|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|------------------------|----------------------------|
| ID. PROBETA: | P1-07 | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.970 / 14.950 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 03/11/2016 | ÁREA (cm²): | 175.77 |
| FECHA DE ENSAYO: | 10/11/2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan |
| EDAD DE LA PROBETA: | 07 dias | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines Aguirre |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm2) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 0.99 | | |
| 3 | 2000 | 1.10 | | |
| 4 | 3000 | 1.21 | | |
| 5 | 4000 | 1.32 | | |
| 6 | 5000 | 1.42 | | |
| 7 | 6000 | 1.53 | | |
| 8 | 7000 | 1.60 | | |
| 9 | 8000 | 1.67 | | |
| 10 | 9000 | 1.72 | | |
| 11 | 10000 | 1.83 | | |
| 12 | 11000 | 1.92 | | |
| 13 | 12000 | 2.03 | | |
| 14 | 13000 | 2.13 | | |
| 15 | 14000 | 2.34 | | |
| 16 | 15000 | 2.43 | | |
| 17 | 16000 | 2.51 | | |
| 18 | 17000 | 2.57 | | |
| 19 | 18000 | 2.60 | | |
| 20 | 19000 | 2.70 | | |
| 21 | 20000 | 2.78 | | |
| 22 | 21000 | 2.82 | | |
| 23 | 22000 | 2.86 | | |
| 24 | 23000 | 2.90 | | |
| 25 | 24000 | 2.96 | | |
| 26 | 25000 | 3.02 | | |
| 27 | 25067 | 3.07 | | |
| 28 | | | | |
| 29 | | | | |
| 30 | | | | |
| 31 | | | | |
| 32 | | | | |
| 33 | | | | |
| 34 | | | | |
| 35 | | | | |
| 36 | | | | |
| 37 | | | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm2) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 43 | | | | |
| 44 | | | | |
| 45 | | | | |
| 46 | | | | |
| 47 | | | | |
| 48 | | | | |
| 49 | | | | |
| 50 | | | | |
| 51 | | | | |
| 52 | | | | |
| 53 | | | | |
| 54 | | | | |
| 55 | | | | |
| 56 | | | | |
| 57 | | | | |
| 58 | | | | |
| 59 | | | | |
| 60 | | | | |
| 61 | | | | |
| 62 | | | | |
| 63 | | | | |
| 64 | | | | |
| 65 | | | | |
| 66 | | | | |
| 67 | | | | |
| 68 | | | | |
| 69 | | | | |
| 70 | | | | |
| 71 | | | | |
| 72 | | | | |
| 73 | | | | |
| 74 | | | | |
| 75 | | | | |
| 76 | | | | |
| 77 | | | | |
| 78 | | | | |
| 79 | | | | |
| 80 | | | | |
| 81 | | | | |
| 82 | | | | |
| 83 | | | | |
| 84 | | | | |

OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Victor Cuzco M. | NOMBRE: Ing. Irene Ravines |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|----------|---|--|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|------------------------|-----------------------|
| ID. PROBETA: | P2 - 0% | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.910 / 14.940 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 03/11/2016 | ÁREA (cm²): | 174.95 |
| FECHA DE ENSAYO: | 10/11/2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan |
| EDAD DE LA PROBETA: | 07 días | REVISADO POR: | Ing. Irene Rawiños A. |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 1.91 | | |
| 3 | 2000 | 2.11 | | |
| 4 | 3000 | 2.31 | | |
| 5 | 4000 | 2.40 | | |
| 6 | 5000 | 2.45 | | |
| 7 | 6000 | 2.52 | | |
| 8 | 7000 | 2.56 | | |
| 9 | 8000 | 2.61 | | |
| 10 | 9000 | 2.65 | | |
| 11 | 10000 | 2.70 | | |
| 12 | 11000 | 2.74 | | |
| 13 | 12000 | 2.78 | | |
| 14 | 13000 | 2.82 | | |
| 15 | 14000 | 2.87 | | |
| 16 | 15000 | 2.90 | | |
| 17 | 16000 | 2.95 | | |
| 18 | 17000 | 2.98 | | |
| 19 | 18000 | 3.01 | | |
| 20 | 19000 | 3.04 | | |
| 21 | 20000 | 3.07 | | |
| 22 | 21000 | 3.10 | | |
| 23 | 22000 | 3.12 | | |
| 24 | 23000 | 3.15 | | |
| 25 | 24000 | 3.18 | | |
| 26 | 25000 | 3.22 | | |
| 27 | 25660 | 3.28 | | |
| 28 | | | | |
| 29 | | | | |
| 30 | | | | |
| 31 | | | | |
| 32 | | | | |
| 33 | | | | |
| 34 | | | | |
| 35 | | | | |
| 36 | | | | |
| 37 | | | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 43 | | | | |
| 44 | | | | |
| 45 | | | | |
| 46 | | | | |
| 47 | | | | |
| 48 | | | | |
| 49 | | | | |
| 50 | | | | |
| 51 | | | | |
| 52 | | | | |
| 53 | | | | |
| 54 | | | | |
| 55 | | | | |
| 56 | | | | |
| 57 | | | | |
| 58 | | | | |
| 59 | | | | |
| 60 | | | | |
| 61 | | | | |
| 62 | | | | |
| 63 | | | | |
| 64 | | | | |
| 65 | | | | |
| 66 | | | | |
| 67 | | | | |
| 68 | | | | |
| 69 | | | | |
| 70 | | | | |
| 71 | | | | |
| 72 | | | | |
| 73 | | | | |
| 74 | | | | |
| 75 | | | | |
| 76 | | | | |
| 77 | | | | |
| 78 | | | | |
| 79 | | | | |
| 80 | | | | |
| 81 | | | | |
| 82 | | | | |
| 83 | | | | |
| 84 | | | | |

OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Victor Curoc Mochan | NOMBRE: Ing. Irene Rawiños A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|----------|---|--|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|------------------------|-----------------------|
| ID. PROBETA: | P3-01 | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.940 / 14.990 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 03/11/2016 | ÁREA (cm²): | 175.89 |
| FECHA DE ENSAYO: | 10/11/2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan |
| EDAD DE LA PROBETA: | 07 días | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines A. |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 2.01 | | |
| 3 | 2000 | 2.25 | | |
| 4 | 3000 | 2.38 | | |
| 5 | 4000 | 2.46 | | |
| 6 | 5000 | 2.53 | | |
| 7 | 6000 | 2.60 | | |
| 8 | 7000 | 2.65 | | |
| 9 | 8000 | 2.70 | | |
| 10 | 9000 | 2.74 | | |
| 11 | 10000 | 2.80 | | |
| 12 | 11000 | 2.84 | | |
| 13 | 12000 | 2.88 | | |
| 14 | 13000 | 2.92 | | |
| 15 | 14000 | 2.95 | | |
| 16 | 15000 | 3.00 | | |
| 17 | 16000 | 3.04 | | |
| 18 | 17000 | 3.09 | | |
| 19 | 18000 | 3.12 | | |
| 20 | 19000 | 3.15 | | |
| 21 | 20000 | 3.18 | | |
| 22 | 21000 | 3.22 | | |
| 23 | 22000 | 3.26 | | |
| 24 | 23000 | 3.30 | | |
| 25 | 24000 | 3.34 | | |
| 26 | 24316 | 3.39 | | |
| 27 | | | | |
| 28 | | | | |
| 29 | | | | |
| 30 | | | | |
| 31 | | | | |
| 32 | | | | |
| 33 | | | | |
| 34 | | | | |
| 35 | | | | |
| 36 | | | | |
| 37 | | | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |



OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Victor Cuzco Hinchara | NOMBRE: Ing. Irene Ravines A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



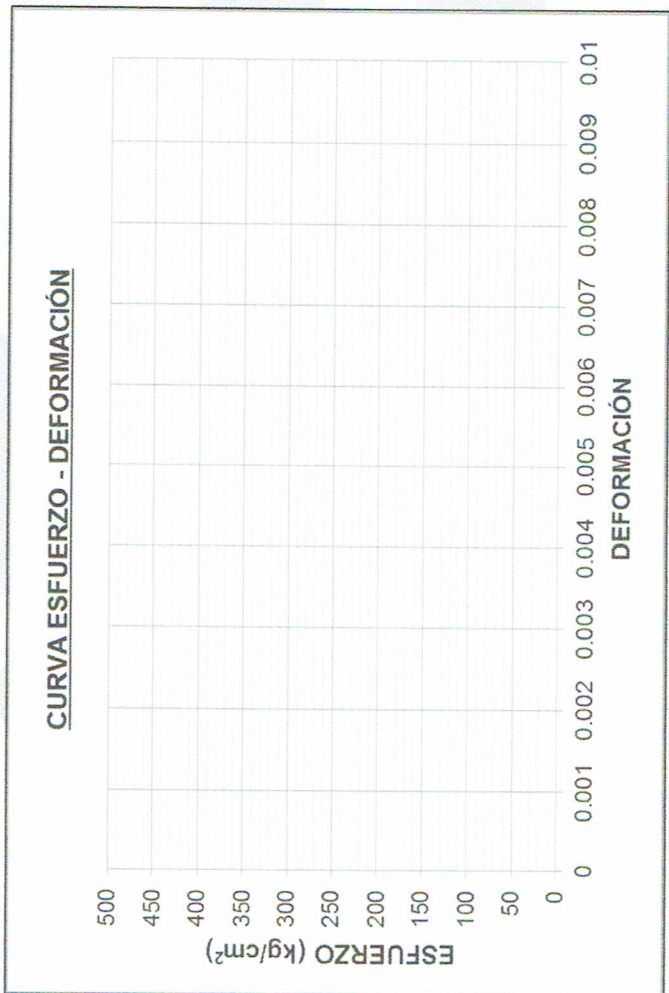
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|-----------------|---|---|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 - ASTM C39 - NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|------------------------|-------------------------|
| ID. PROBETA: | P4-01. | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.960 / 14.990 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 03/11/2016 | ÁREA (cm²): | 176.13 |
| FECHA DE ENSAYO: | 10/11/2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| EDAD DE LA PROBETA: | 07 días | REVISADO POR: | Inge. Irene Ravines A. |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 1.70 | | |
| 3 | 2000 | 1.92 | | |
| 4 | 3000 | 2.05 | | |
| 5 | 4000 | 2.14 | | |
| 6 | 5000 | 2.20 | | |
| 7 | 6000 | 2.27 | | |
| 8 | 7000 | 2.33 | | |
| 9 | 8000 | 2.37 | | |
| 10 | 9000 | 2.41 | | |
| 11 | 10000 | 2.45 | | |
| 12 | 11000 | 2.48 | | |
| 13 | 12000 | 2.52 | | |
| 14 | 13000 | 2.55 | | |
| 15 | 14000 | 2.58 | | |
| 16 | 15000 | 2.61 | | |
| 17 | 16000 | 2.65 | | |
| 18 | 17000 | 2.68 | | |
| 19 | 18000 | 2.74 | | |
| 20 | 19000 | 2.78 | | |
| 21 | 20000 | 2.82 | | |
| 22 | 21000 | 2.86 | | |
| 23 | 22000 | 2.90 | | |
| 24 | 23000 | 2.94 | | |
| 25 | 24000 | 2.98 | | |
| 26 | 25000 | 3.02 | | |
| 27 | 25778 | 3.07 | | |
| 28 | | | | |
| 29 | | | | |
| 30 | | | | |
| 31 | | | | |
| 32 | | | | |
| 33 | | | | |
| 34 | | | | |
| 35 | | | | |
| 36 | | | | |
| 37 | | | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |



OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Victor Cruzo Minchan | NOMBRE: Inge. Irene Ravines A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



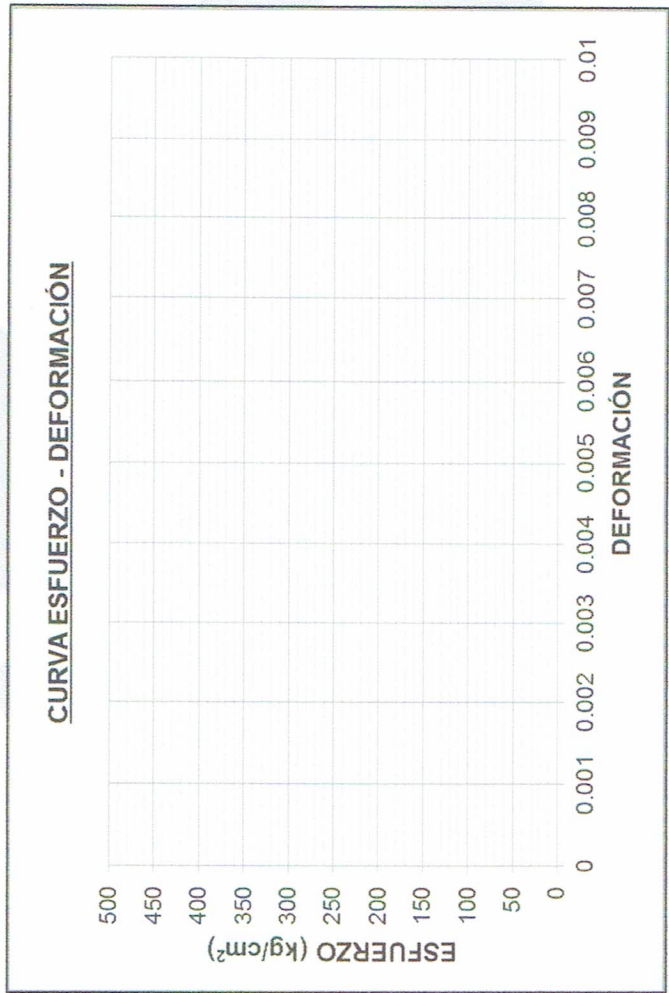
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|----------|---|--|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|------------------------|----------------------|
| ID. PROBETA: | PS-0% | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.980 / 14.980 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 03/11/2016 | ÁREA (cm²): | 176.24 |
| FECHA DE ENSAYO: | 10/11/2016 | RESPONSABLE: | Julia Cholan |
| EDAD DE LA PROBETA: | 07 dias | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines A |

| Nº | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 2.05 | | |
| 3 | 2000 | 2.14 | | |
| 4 | 3000 | 2.20 | | |
| 5 | 4000 | 2.27 | | |
| 6 | 5000 | 2.33 | | |
| 7 | 6000 | 2.37 | | |
| 8 | 7000 | 2.41 | | |
| 9 | 8000 | 2.45 | | |
| 10 | 9000 | 2.48 | | |
| 11 | 10000 | 2.52 | | |
| 12 | 11000 | 2.55 | | |
| 13 | 12000 | 2.61 | | |
| 14 | 13000 | 2.65 | | |
| 15 | 14000 | 2.68 | | |
| 16 | 15000 | 2.74 | | |
| 17 | 16000 | 2.78 | | |
| 18 | 17000 | 2.82 | | |
| 19 | 18000 | 2.86 | | |
| 20 | 19000 | 2.90 | | |
| 21 | 20000 | 2.94 | | |
| 22 | 21000 | 2.98 | | |
| 23 | 22000 | 3.02 | | |
| 24 | 23000 | 3.10 | | |
| 25 | 24000 | 3.14 | | |
| 26 | 25000 | 3.18 | | |
| 27 | 26000 | 3.21 | | |
| 28 | 26312 | 3.25 | | |
| 29 | | | | |
| 30 | | | | |
| 31 | | | | |
| 32 | | | | |
| 33 | | | | |
| 34 | | | | |
| 35 | | | | |
| 36 | | | | |
| 37 | | | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |



OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julia Cholan de la Cruz | NOMBRE: Victor Cuzco Rinchan | NOMBRE: Ing. Irene Ravines A |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



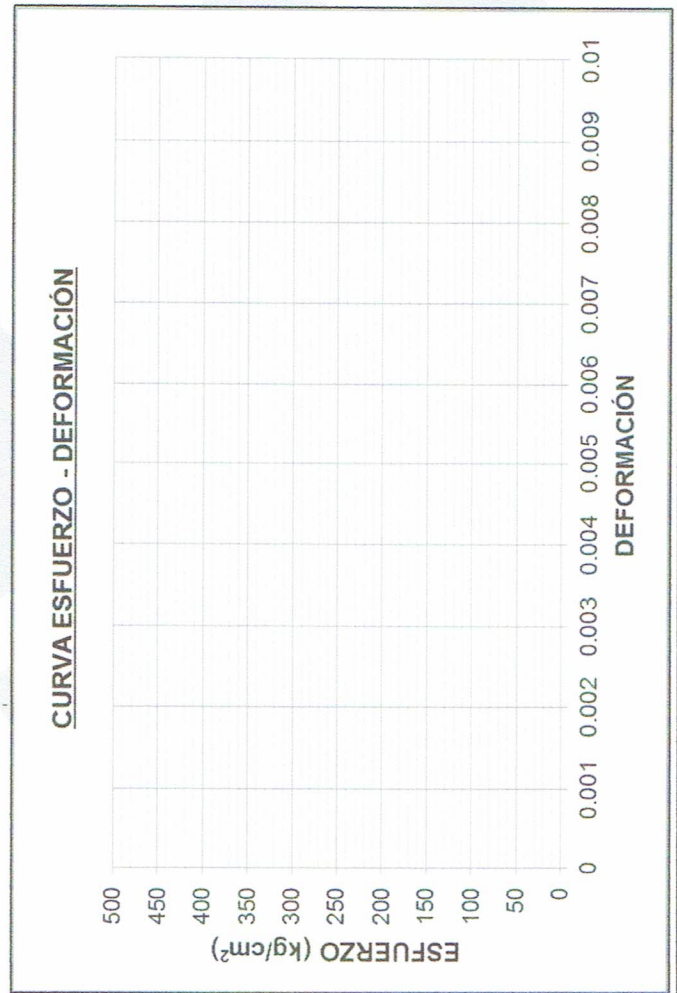
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|----------|---|--|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 - ASTM C39 - NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|--------------------------|-------------------------|
| ID. PROBETA: | P6-0% | DIAMETRO PROBETA (cm): | 15.000 / 14.990 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 03/11/2016 | ÁREA (cm ²): | 176.60 |
| FECHA DE ENSAYO: | 10/11/2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| EDAD DE LA PROBETA: | 07 días | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines A. |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm ²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|--------------------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 1.98 | | |
| 3 | 2000 | 2.12 | | |
| 4 | 3000 | 2.31 | | |
| 5 | 4000 | 2.47 | | |
| 6 | 5000 | 2.52 | | |
| 7 | 6000 | 2.56 | | |
| 8 | 7000 | 2.61 | | |
| 9 | 8000 | 2.65 | | |
| 10 | 9000 | 2.70 | | |
| 11 | 10000 | 2.74 | | |
| 12 | 11000 | 2.78 | | |
| 13 | 12000 | 2.82 | | |
| 14 | 13000 | 2.87 | | |
| 15 | 14000 | 2.90 | | |
| 16 | 15000 | 2.95 | | |
| 17 | 16000 | 2.98 | | |
| 18 | 17000 | 3.01 | | |
| 19 | 18000 | 3.04 | | |
| 20 | 19000 | 3.07 | | |
| 21 | 20000 | 3.10 | | |
| 22 | 21000 | 3.13 | | |
| 23 | 22000 | 3.16 | | |
| 24 | 23000 | 3.19 | | |
| 25 | 24000 | 3.22 | | |
| 26 | 25000 | 3.25 | | |
| 27 | 25275 | 3.28 | | |
| 28 | | | | |
| 29 | | | | |
| 30 | | | | |
| 31 | | | | |
| 32 | | | | |
| 33 | | | | |
| 34 | | | | |
| 35 | | | | |
| 36 | | | | |
| 37 | | | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |



OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Victor Cuzco Hinchan | NOMBRE: Ing. Irene Ravines A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |

14 ov.

P. 80



LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

| | | |
|------------------|---|---|
| PROTOCOLO | | |
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 - ASTM C39 - NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|------------------------|-------------------------|
| ID. PROBETA: | P7 - 0x | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.981 / 14.983 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 03/11/2016 | ÁREA (cm²): | 176.24 |
| FECHA DE ENSAYO: | 17/11/2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| EDAD DE LA PROBETA: | 14 dias | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines A |

| Nº | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm2) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 1 | 1000 | 0.50 | | |
| 2 | 2000 | 0.90 | | |
| 3 | 3000 | 1.10 | | |
| 4 | 4000 | 1.20 | | |
| 5 | 5000 | 1.26 | | |
| 6 | 6000 | 1.35 | | |
| 7 | 7000 | 1.43 | | |
| 8 | 8000 | 1.50 | | |
| 9 | 9000 | 1.57 | | |
| 10 | 10000 | 1.63 | | |
| 11 | 11000 | 1.69 | | |
| 12 | 12000 | 1.75 | | |
| 13 | 13000 | 1.83 | | |
| 14 | 14000 | 1.90 | | |
| 15 | 15000 | 1.94 | | |
| 16 | 16000 | 2.00 | | |
| 17 | 17000 | 2.05 | | |
| 18 | 18000 | 2.08 | | |
| 19 | 19000 | 2.15 | | |
| 20 | 20000 | 2.21 | | |
| 21 | 21000 | 2.26 | | |
| 22 | 22000 | 2.31 | | |
| 23 | 23000 | 2.34 | | |
| 24 | 24000 | 2.43 | | |
| 25 | 25000 | 2.46 | | |
| 26 | 26000 | 2.50 | | |
| 27 | 27000 | 2.55 | | |
| 28 | 28000 | 2.60 | | |
| 29 | 29000 | 2.65 | | |
| 30 | 30000 | 2.70 | | |
| 31 | 31000 | 2.80 | | |
| 32 | 31202 | 2.90 | | |
| 33 | | | | |
| 34 | | | | |
| 35 | | | | |
| 36 | | | | |
| 37 | | | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |

OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Victor Cozo Minchan | NOMBRE: Ing. Irene Ravines A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |

P. 70



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

| | | |
|------------------|---|---|
| PROTOCOLO | | |
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|------------------------|-------------------------|
| ID. PROBETA: | P8-0% | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.985 / 14.986 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 03/11/2016 | ÁREA (cm²): | 176.13 |
| FECHA DE ENSAYO: | 17/11/2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| EDAD DE LA PROBETA: | 14 días | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines A. |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm2) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 1 | 1000 | 2.30 | | |
| 2 | 2000 | 3.15 | | |
| 3 | 3000 | 3.24 | | |
| 4 | 4000 | 3.40 | | |
| 5 | 5000 | 3.45 | | |
| 6 | 6000 | 3.55 | | |
| 7 | 7000 | 3.64 | | |
| 8 | 8000 | 3.70 | | |
| 9 | 9000 | 3.76 | | |
| 10 | 10000 | 3.80 | | |
| 11 | 11000 | 3.85 | | |
| 12 | 12000 | 3.90 | | |
| 13 | 13000 | 3.93 | | |
| 14 | 14000 | 3.95 | | |
| 15 | 15000 | 4.02 | | |
| 16 | 16000 | 4.05 | | |
| 17 | 17000 | 4.11 | | |
| 18 | 18000 | 4.15 | | |
| 19 | 19000 | 4.19 | | |
| 20 | 20000 | 4.25 | | |
| 21 | 21000 | 4.32 | | |
| 22 | 22000 | 4.45 | | |
| 23 | 23000 | 4.47 | | |
| 24 | 24000 | 4.50 | | |
| 25 | 25000 | 4.55 | | |
| 26 | 26000 | 4.60 | | |
| 27 | 27000 | 4.65 | | |
| 28 | 28000 | 4.70 | | |
| 29 | 29000 | 4.76 | | |
| 30 | 30000 | 4.80 | | |
| 31 | 31000 | 4.87 | | |
| 32 | 31846 | 4.91 | | |
| 33 | | | | |
| 34 | | | | |
| 35 | | | | |
| 36 | | | | |
| 37 | | | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |

OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Victor Hugo Munchan | NOMBRE: Igo. Irene Ravines A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |

P. 90

14-04



LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|----------|---|--|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 - ASTM C39 - NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|------------------------|-------------------------|
| ID. PROBETA: | P9-04 | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.929 / 14.930 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 03/11/2016 | ÁREA (cm²): | 174.83 |
| FECHA DE ENSAYO: | 17/11/2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| EDAD DE LA PROBETA: | 14 días | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines A. |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm2) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 1 | 1000 | 1.24 | | |
| 2 | 2000 | 1.35 | | |
| 3 | 3000 | 1.44 | | |
| 4 | 4000 | 1.60 | | |
| 5 | 5000 | 1.65 | | |
| 6 | 6000 | 1.73 | | |
| 7 | 7000 | 1.82 | | |
| 8 | 8000 | 1.90 | | |
| 9 | 9000 | 1.98 | | |
| 10 | 10000 | 2.10 | | |
| 11 | 11000 | 2.21 | | |
| 12 | 12000 | 2.30 | | |
| 13 | 13000 | 2.35 | | |
| 14 | 14000 | 2.40 | | |
| 15 | 15000 | 2.50 | | |
| 16 | 16000 | 2.55 | | |
| 17 | 17000 | 2.60 | | |
| 18 | 18000 | 2.65 | | |
| 19 | 19000 | 2.73 | | |
| 20 | 20000 | 2.78 | | |
| 21 | 21000 | 2.83 | | |
| 22 | 22000 | 2.90 | | |
| 23 | 23000 | 2.98 | | |
| 24 | 24000 | 3.05 | | |
| 25 | 25000 | 3.10 | | |
| 26 | 26000 | 3.15 | | |
| 27 | 27000 | 3.20 | | |
| 28 | 28000 | 3.25 | | |
| 29 | 29000 | 3.33 | | |
| 30 | 30000 | 3.40 | | |
| 31 | 31000 | 3.43 | | |
| 32 | 32000 | 3.49 | | |
| 33 | 32322 | 3.52 | | |
| 34 | | | | |
| 35 | | | | |
| 36 | | | | |
| 37 | | | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |

OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Victor Hugo Pinchan | NOMBRE: Ing. Irene Ravines A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |

P-10



LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|-----------------|---|---|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 - ASTM C39 - NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|------------------------|-------------------------|
| ID. PROBETA: | P10-04 | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.970 / 14.972 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 03/11/2016 | ÁREA (cm²): | 176.06 |
| FECHA DE ENSAYO: | 17/11/2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| EDAD DE LA PROBETA: | 14 días | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines A. |

| Nº | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 1 | 1000 | 0.85 | | |
| 2 | 2000 | 1.20 | | |
| 3 | 3000 | 1.28 | | |
| 4 | 4000 | 1.35 | | |
| 5 | 5000 | 1.41 | | |
| 6 | 6000 | 1.50 | | |
| 7 | 7000 | 1.55 | | |
| 8 | 8000 | 1.62 | | |
| 9 | 9000 | 1.69 | | |
| 10 | 10000 | 1.75 | | |
| 11 | 11000 | 1.80 | | |
| 12 | 12000 | 1.85 | | |
| 13 | 13000 | 1.90 | | |
| 14 | 14000 | 1.95 | | |
| 15 | 15000 | 1.98 | | |
| 16 | 16000 | 2.00 | | |
| 17 | 17000 | 2.03 | | |
| 18 | 18000 | 2.05 | | |
| 19 | 19000 | 2.11 | | |
| 20 | 20000 | 2.15 | | |
| 21 | 21000 | 2.19 | | |
| 22 | 22000 | 2.22 | | |
| 23 | 23000 | 2.27 | | |
| 24 | 24000 | 2.32 | | |
| 25 | 25000 | 2.36 | | |
| 26 | 26000 | 2.40 | | |
| 27 | 27000 | 2.45 | | |
| 28 | 28000 | 2.50 | | |
| 29 | 29000 | 2.56 | | |
| 30 | 30000 | 2.63 | | |
| 31 | 31000 | 2.70 | | |
| 32 | 32000 | 2.77 | | |
| 33 | 32330 | 2.79 | | |
| 34 | | | | |
| 35 | | | | |
| 36 | | | | |
| 37 | | | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |

OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Víctor Hugo Minchan | NOMBRE: Ing. Irene Ravines A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |

p-170



LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|-----------------|---|---|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 - ASTM C39 - NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|----------------|------------------------|-------------------------|
| ID. PROBETA: | P11 - 0x. | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.981 / 14.981 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 03 / 11 / 2016 | ÁREA (cm²): | 176.13 |
| FECHA DE ENSAYO: | 17 / 11 / 2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| EDAD DE LA PROBETA: | 14 dias | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines A. |

| Nº | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 1 | 1000 | 1.10 | | |
| 2 | 2000 | 1.38 | | |
| 3 | 3000 | 1.44 | | |
| 4 | 4000 | 1.59 | | |
| 5 | 5000 | 1.65 | | |
| 6 | 6000 | 1.74 | | |
| 7 | 7000 | 1.82 | | |
| 8 | 8000 | 1.92 | | |
| 9 | 9000 | 2.01 | | |
| 10 | 10000 | 2.10 | | |
| 11 | 11000 | 2.15 | | |
| 12 | 12000 | 2.28 | | |
| 13 | 13000 | 2.35 | | |
| 14 | 14000 | 2.41 | | |
| 15 | 15000 | 2.49 | | |
| 16 | 16000 | 2.55 | | |
| 17 | 17000 | 2.62 | | |
| 18 | 18000 | 2.67 | | |
| 19 | 19000 | 2.73 | | |
| 20 | 20000 | 2.79 | | |
| 21 | 21000 | 2.84 | | |
| 22 | 22000 | 2.90 | | |
| 23 | 23000 | 2.97 | | |
| 24 | 24000 | 3.03 | | |
| 25 | 25000 | 3.10 | | |
| 26 | 26000 | 3.14 | | |
| 27 | 27000 | 3.18 | | |
| 28 | 28000 | 3.25 | | |
| 29 | 29000 | 3.35 | | |
| 30 | 30000 | 3.43 | | |
| 31 | 31000 | 3.51 | | |
| 32 | 31587 | 3.56 | | |
| 33 | | | | |
| 34 | | | | |
| 35 | | | | |
| 36 | | | | |
| 37 | | | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |

OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Víctor Hugo Minchan | NOMBRE: Ing. Irene Ravines A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |

P-120



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

| | | |
|------------------|---|---|
| PROTOCOLO | | |
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|------------------------|-------------------------|
| ID. PROBETA: | P12 - 0% | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.935 / 14.937 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 03/11/2016 | ÁREA (cm²): | 175.07 |
| FECHA DE ENSAYO: | 17/11/2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| EDAD DE LA PROBETA: | 14 días | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines A. |

| Nº | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 1 | 1000 | 0.55 | | |
| 2 | 2000 | 1.00 | | |
| 3 | 3000 | 1.10 | | |
| 4 | 4000 | 1.14 | | |
| 5 | 5000 | 1.25 | | |
| 6 | 6000 | 1.34 | | |
| 7 | 7000 | 1.45 | | |
| 8 | 8000 | 1.50 | | |
| 9 | 9000 | 1.58 | | |
| 10 | 10000 | 1.64 | | |
| 11 | 11000 | 1.70 | | |
| 12 | 12000 | 1.80 | | |
| 13 | 13000 | 1.85 | | |
| 14 | 14000 | 1.90 | | |
| 15 | 15000 | 1.97 | | |
| 16 | 16000 | 2.02 | | |
| 17 | 17000 | 2.05 | | |
| 18 | 18000 | 2.11 | | |
| 19 | 19000 | 2.14 | | |
| 20 | 20000 | 2.20 | | |
| 21 | 21000 | 2.26 | | |
| 22 | 22000 | 2.34 | | |
| 23 | 23000 | 2.39 | | |
| 24 | 24000 | 2.43 | | |
| 25 | 25000 | 2.49 | | |
| 26 | 26000 | 2.55 | | |
| 27 | 27000 | 2.61 | | |
| 28 | 28000 | 2.64 | | |
| 29 | 29000 | 2.68 | | |
| 30 | 30000 | 2.75 | | |
| 31 | 31000 | 2.80 | | |
| 32 | 31943 | 2.93 | | |
| 33 | | | | |
| 34 | | | | |
| 35 | | | | |
| 36 | | | | |
| 37 | | | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |

OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Victor Hugo Nino | NOMBRE: Ing. Irene Ravines A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|-----------------|---|---|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 - ASTM C39 - NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|------------------------|-------------------------|
| ID. PROBETA: | P13 - 0% | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.96 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 07/11/2016 | ÁREA (cm²): | 175.77 |
| FECHA DE ENSAYO: | 05/02/2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| EDAD DE LA PROBETA: | 28 días | REVISADO POR: | Ing. Irene Racines A. |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 2.20 | | |
| 3 | 2000 | 2.42 | | |
| 4 | 3000 | 2.54 | | |
| 5 | 4000 | 2.60 | | |
| 6 | 5000 | 2.71 | | |
| 7 | 6000 | 2.78 | | |
| 8 | 7000 | 2.84 | | |
| 9 | 8000 | 2.90 | | |
| 10 | 9000 | 2.94 | | |
| 11 | 10000 | 3.01 | | |
| 12 | 11000 | 3.05 | | |
| 13 | 12000 | 3.09 | | |
| 14 | 13000 | 3.15 | | |
| 15 | 14000 | 3.20 | | |
| 16 | 15000 | 3.25 | | |
| 17 | 16000 | 3.30 | | |
| 18 | 17000 | 3.34 | | |
| 19 | 18000 | 3.38 | | |
| 20 | 19000 | 3.42 | | |
| 21 | 20000 | 3.45 | | |
| 22 | 21000 | 3.50 | | |
| 23 | 22000 | 3.54 | | |
| 24 | 23000 | 3.58 | | |
| 25 | 24000 | 3.62 | | |
| 26 | 25000 | 3.64 | | |
| 27 | 26000 | 3.68 | | |
| 28 | 27000 | 3.72 | | |
| 29 | 28000 | 3.75 | | |
| 30 | 29000 | 3.78 | | |
| 31 | 30000 | 3.81 | | |
| 32 | 31000 | 3.84 | | |
| 33 | 32000 | 3.88 | | |
| 34 | 33000 | 3.90 | | |
| 35 | 34000 | 3.95 | | |
| 36 | 35000 | 3.99 | | |
| 37 | 36000 | 4.04 | | |
| 38 | 37000 | 4.07 | | |
| 39 | 38000 | 4.09 | | |
| 40 | 38534 | 4.12 | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 43 | | | | |
| 44 | | | | |
| 45 | | | | |
| 46 | | | | |
| 47 | | | | |
| 48 | | | | |
| 49 | | | | |
| 50 | | | | |
| 51 | | | | |
| 52 | | | | |
| 53 | | | | |
| 54 | | | | |
| 55 | | | | |
| 56 | | | | |
| 57 | | | | |
| 58 | | | | |
| 59 | | | | |
| 60 | | | | |
| 61 | | | | |
| 62 | | | | |
| 63 | | | | |
| 64 | | | | |
| 65 | | | | |
| 66 | | | | |
| 67 | | | | |
| 68 | | | | |
| 69 | | | | |
| 70 | | | | |
| 71 | | | | |
| 72 | | | | |
| 73 | | | | |
| 74 | | | | |
| 75 | | | | |
| 76 | | | | |
| 77 | | | | |
| 78 | | | | |
| 79 | | | | |
| 80 | | | | |
| 81 | | | | |
| 82 | | | | |
| 83 | | | | |
| 84 | | | | |

OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Victor Hugo Miraban | NOMBRE: Ing. Irene Racines A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|-----------------|---|---|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|------------------------|-------------------------|
| ID. PROBETA: | Pj4 - 0% | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.98 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 07/11/2016 | ÁREA (cm²): | 176.13 |
| FECHA DE ENSAYO: | 05/12/2016 | RESPONSABLE: | Julia Cholan de la Cruz |
| EDAD DE LA PROBETA: | 28 días | REVISADO POR: | Inge. Isene Ravines A. |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 1.91 | | |
| 3 | 2000 | 2.11 | | |
| 4 | 3000 | 2.31 | | |
| 5 | 4000 | 2.40 | | |
| 6 | 5000 | 2.45 | | |
| 7 | 6000 | 2.52 | | |
| 8 | 7000 | 2.56 | | |
| 9 | 8000 | 2.61 | | |
| 10 | 9000 | 2.65 | | |
| 11 | 10000 | 2.70 | | |
| 12 | 11000 | 2.74 | | |
| 13 | 12000 | 2.78 | | |
| 14 | 13000 | 2.82 | | |
| 15 | 14000 | 2.87 | | |
| 16 | 15000 | 2.90 | | |
| 17 | 16000 | 2.95 | | |
| 18 | 17000 | 2.98 | | |
| 19 | 18000 | 3.01 | | |
| 20 | 19000 | 3.04 | | |
| 21 | 20000 | 3.07 | | |
| 22 | 21000 | 3.10 | | |
| 23 | 22000 | 3.12 | | |
| 24 | 23000 | 3.15 | | |
| 25 | 24000 | 3.18 | | |
| 26 | 25000 | 3.22 | | |
| 27 | 26000 | 3.25 | | |
| 28 | 27000 | 3.29 | | |
| 29 | 28000 | 3.32 | | |
| 30 | 29000 | 3.35 | | |
| 31 | 30000 | 3.37 | | |
| 32 | 31000 | 3.41 | | |
| 33 | 32000 | 3.43 | | |
| 34 | 33000 | 3.45 | | |
| 35 | 34000 | 3.48 | | |
| 36 | 35000 | 3.52 | | |
| 37 | 36000 | 3.55 | | |
| 38 | 37000 | 3.59 | | |
| 39 | 37276 | 3.61 | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 43 | | | | |
| 44 | | | | |
| 45 | | | | |
| 46 | | | | |
| 47 | | | | |
| 48 | | | | |
| 49 | | | | |
| 50 | | | | |
| 51 | | | | |
| 52 | | | | |
| 53 | | | | |
| 54 | | | | |
| 55 | | | | |
| 56 | | | | |
| 57 | | | | |
| 58 | | | | |
| 59 | | | | |
| 60 | | | | |
| 61 | | | | |
| 62 | | | | |
| 63 | | | | |
| 64 | | | | |
| 65 | | | | |
| 66 | | | | |
| 67 | | | | |
| 68 | | | | |
| 69 | | | | |
| 70 | | | | |
| 71 | | | | |
| 72 | | | | |
| 73 | | | | |
| 74 | | | | |
| 75 | | | | |
| 76 | | | | |
| 77 | | | | |
| 78 | | | | |
| 79 | | | | |
| 80 | | | | |
| 81 | | | | |
| 82 | | | | |
| 83 | | | | |
| 84 | | | | |

OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julia Cholan de la Cruz | NOMBRE: Victor Hugo Hincha | NOMBRE: Inge. Isene Ravines A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOKOLO

| | | |
|-----------------|---|---|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|------------------------|-------------------------|
| ID. PROBETA: | P15 - 0% | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.96 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 07/11/2016 | ÁREA (cm²): | 175.77 |
| FECHA DE ENSAYO: | 05/12/2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| EDAD DE LA PROBETA: | 28 días | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines A. |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm2) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 2.01 | | |
| 3 | 2000 | 2.25 | | |
| 4 | 3000 | 2.38 | | |
| 5 | 4000 | 2.46 | | |
| 6 | 5000 | 2.53 | | |
| 7 | 6000 | 2.60 | | |
| 8 | 7000 | 2.65 | | |
| 9 | 8000 | 2.70 | | |
| 10 | 9000 | 2.74 | | |
| 11 | 10000 | 2.80 | | |
| 12 | 11000 | 2.84 | | |
| 13 | 12000 | 2.88 | | |
| 14 | 13000 | 2.92 | | |
| 15 | 14000 | 2.95 | | |
| 16 | 15000 | 3.00 | | |
| 17 | 16000 | 3.04 | | |
| 18 | 17000 | 3.07 | | |
| 19 | 18000 | 3.12 | | |
| 20 | 19000 | 3.15 | | |
| 21 | 20000 | 3.18 | | |
| 22 | 21000 | 3.22 | | |
| 23 | 22000 | 3.26 | | |
| 24 | 23000 | 3.30 | | |
| 25 | 24000 | 3.34 | | |
| 26 | 25000 | 3.36 | | |
| 27 | 26000 | 3.40 | | |
| 28 | 27000 | 3.42 | | |
| 29 | 28000 | 3.45 | | |
| 30 | 29000 | 3.48 | | |
| 31 | 30000 | 3.51 | | |
| 32 | 31000 | 3.54 | | |
| 33 | 32000 | 3.58 | | |
| 34 | 33000 | 3.60 | | |
| 35 | 34000 | 3.63 | | |
| 36 | 35000 | 3.66 | | |
| 37 | 36000 | 3.70 | | |
| 38 | 36957 | 3.75 | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm2) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 43 | | | | |
| 44 | | | | |
| 45 | | | | |
| 46 | | | | |
| 47 | | | | |
| 48 | | | | |
| 49 | | | | |
| 50 | | | | |
| 51 | | | | |
| 52 | | | | |
| 53 | | | | |
| 54 | | | | |
| 55 | | | | |
| 56 | | | | |
| 57 | | | | |
| 58 | | | | |
| 59 | | | | |
| 60 | | | | |
| 61 | | | | |
| 62 | | | | |
| 63 | | | | |
| 64 | | | | |
| 65 | | | | |
| 66 | | | | |
| 67 | | | | |
| 68 | | | | |
| 69 | | | | |
| 70 | | | | |
| 71 | | | | |
| 72 | | | | |
| 73 | | | | |
| 74 | | | | |
| 75 | | | | |
| 76 | | | | |
| 77 | | | | |
| 78 | | | | |
| 79 | | | | |
| 80 | | | | |
| 81 | | | | |
| 82 | | | | |
| 83 | | | | |
| 84 | | | | |

OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Víctor Hugo Tinchan | NOMBRE: Ing. Irene Ravines A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|-----------------|---|---|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|------------------------|-------------------------|
| ID. PROBETA: | P16 - 07 | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.94 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 08/11/2016 | ÁREA (cm²): | 175.30 |
| FECHA DE ENSAYO: | 06/12/2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| EDAD DE LA PROBETA: | 28 días | REVISADO POR: | Ing. Irene Páez A. |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm2) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 1.90 | | |
| 3 | 2000 | 1.92 | | |
| 4 | 3000 | 2.05 | | |
| 5 | 4000 | 2.14 | | |
| 6 | 5000 | 2.20 | | |
| 7 | 6000 | 2.22 | | |
| 8 | 7000 | 2.33 | | |
| 9 | 8000 | 2.37 | | |
| 10 | 9000 | 2.41 | | |
| 11 | 10000 | 2.45 | | |
| 12 | 11000 | 2.48 | | |
| 13 | 12000 | 2.52 | | |
| 14 | 13000 | 2.55 | | |
| 15 | 14000 | 2.58 | | |
| 16 | 15000 | 2.61 | | |
| 17 | 16000 | 2.65 | | |
| 18 | 17000 | 2.68 | | |
| 19 | 18000 | 2.74 | | |
| 20 | 19000 | 2.78 | | |
| 21 | 20000 | 2.82 | | |
| 22 | 21000 | 2.86 | | |
| 23 | 22000 | 2.90 | | |
| 24 | 23000 | 2.94 | | |
| 25 | 24000 | 2.98 | | |
| 26 | 25000 | 3.02 | | |
| 27 | 26000 | 3.06 | | |
| 28 | 27000 | 3.10 | | |
| 29 | 28000 | 3.14 | | |
| 30 | 29000 | 3.18 | | |
| 31 | 30000 | 3.22 | | |
| 32 | 31000 | 3.26 | | |
| 33 | 32000 | 3.29 | | |
| 34 | 33000 | 3.34 | | |
| 35 | 34000 | 3.38 | | |
| 36 | 35000 | 3.42 | | |
| 37 | 36000 | 3.47 | | |
| 38 | 36455 | 3.51 | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm2) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 43 | | | | |
| 44 | | | | |
| 45 | | | | |
| 46 | | | | |
| 47 | | | | |
| 48 | | | | |
| 49 | | | | |
| 50 | | | | |
| 51 | | | | |
| 52 | | | | |
| 53 | | | | |
| 54 | | | | |
| 55 | | | | |
| 56 | | | | |
| 57 | | | | |
| 58 | | | | |
| 59 | | | | |
| 60 | | | | |
| 61 | | | | |
| 62 | | | | |
| 63 | | | | |
| 64 | | | | |
| 65 | | | | |
| 66 | | | | |
| 67 | | | | |
| 68 | | | | |
| 69 | | | | |
| 70 | | | | |
| 71 | | | | |
| 72 | | | | |
| 73 | | | | |
| 74 | | | | |
| 75 | | | | |
| 76 | | | | |
| 77 | | | | |
| 78 | | | | |
| 79 | | | | |
| 80 | | | | |
| 81 | | | | |
| 82 | | | | |
| 83 | | | | |
| 84 | | | | |

OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Victor Hugo Machan | NOMBRE: Ing. Irene Páez A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|-----------------|---|---|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|------------------------|-------------------------|
| ID. PROBETA: | P17 - 01. | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.98 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 08/11/2016 | ÁREA (cm²): | 176.13 |
| FECHA DE ENSAYO: | 06/12/2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| EDAD DE LA PROBETA: | 28 días | REVISADO POR: | Ino. Irene Ravines A. |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 2.05 | | |
| 3 | 2000 | 2.14 | | |
| 4 | 3000 | 2.20 | | |
| 5 | 4000 | 2.27 | | |
| 6 | 5000 | 2.33 | | |
| 7 | 6000 | 2.37 | | |
| 8 | 7000 | 2.41 | | |
| 9 | 8000 | 2.45 | | |
| 10 | 9000 | 2.48 | | |
| 11 | 10000 | 2.52 | | |
| 12 | 11000 | 2.55 | | |
| 13 | 12000 | 2.58 | | |
| 14 | 13000 | 2.61 | | |
| 15 | 14000 | 2.65 | | |
| 16 | 15000 | 2.68 | | |
| 17 | 16000 | 2.74 | | |
| 18 | 17000 | 2.78 | | |
| 19 | 18000 | 2.82 | | |
| 20 | 19000 | 2.86 | | |
| 21 | 20000 | 2.90 | | |
| 22 | 21000 | 2.94 | | |
| 23 | 22000 | 2.98 | | |
| 24 | 23000 | 3.03 | | |
| 25 | 24000 | 3.07 | | |
| 26 | 25000 | 3.10 | | |
| 27 | 26000 | 3.14 | | |
| 28 | 27000 | 3.18 | | |
| 29 | 28000 | 3.22 | | |
| 30 | 29000 | 3.26 | | |
| 31 | 30000 | 3.30 | | |
| 32 | 31000 | 3.34 | | |
| 33 | 32000 | 3.38 | | |
| 34 | 33000 | 3.42 | | |
| 35 | 34000 | 3.46 | | |
| 36 | 35000 | 3.50 | | |
| 37 | 36000 | 3.55 | | |
| 38 | 36587 | 3.59 | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 43 | | | | |
| 44 | | | | |
| 45 | | | | |
| 46 | | | | |
| 47 | | | | |
| 48 | | | | |
| 49 | | | | |
| 50 | | | | |
| 51 | | | | |
| 52 | | | | |
| 53 | | | | |
| 54 | | | | |
| 55 | | | | |
| 56 | | | | |
| 57 | | | | |
| 58 | | | | |
| 59 | | | | |
| 60 | | | | |
| 61 | | | | |
| 62 | | | | |
| 63 | | | | |
| 64 | | | | |
| 65 | | | | |
| 66 | | | | |
| 67 | | | | |
| 68 | | | | |
| 69 | | | | |
| 70 | | | | |
| 71 | | | | |
| 72 | | | | |
| 73 | | | | |
| 74 | | | | |
| 75 | | | | |
| 76 | | | | |
| 77 | | | | |
| 78 | | | | |
| 79 | | | | |
| 80 | | | | |
| 81 | | | | |
| 82 | | | | |
| 83 | | | | |
| 84 | | | | |

OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Victor Hugo Minchan | NOMBRE: Ing. Irene Ravines A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|-----------------|---|---|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|------------------------|-------------------------|
| ID. PROBETA: | PIB - 0% | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.95 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 08/11/2016 | ÁREA (cm²): | 175.54 |
| FECHA DE ENSAYO: | 06/12/2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| EDAD DE LA PROBETA: | 28 días | REVISADO POR: | Ing. Irene Revines A. |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm2) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 2.11 | | |
| 3 | 2000 | 2.31 | | |
| 4 | 3000 | 2.40 | | |
| 5 | 4000 | 2.45 | | |
| 6 | 5000 | 2.52 | | |
| 7 | 6000 | 2.56 | | |
| 8 | 7000 | 2.61 | | |
| 9 | 8000 | 2.65 | | |
| 10 | 9000 | 2.70 | | |
| 11 | 10000 | 2.74 | | |
| 12 | 11000 | 2.78 | | |
| 13 | 12000 | 2.82 | | |
| 14 | 13000 | 2.87 | | |
| 15 | 14000 | 2.90 | | |
| 16 | 15000 | 2.95 | | |
| 17 | 16000 | 2.98 | | |
| 18 | 17000 | 3.01 | | |
| 19 | 18000 | 3.04 | | |
| 20 | 19000 | 3.07 | | |
| 21 | 20000 | 3.10 | | |
| 22 | 21000 | 3.13 | | |
| 23 | 22000 | 3.16 | | |
| 24 | 23000 | 3.19 | | |
| 25 | 24000 | 3.22 | | |
| 26 | 25000 | 3.25 | | |
| 27 | 26000 | 3.28 | | |
| 28 | 27000 | 3.31 | | |
| 29 | 28000 | 3.34 | | |
| 30 | 29000 | 3.37 | | |
| 31 | 30000 | 3.40 | | |
| 32 | 31000 | 3.44 | | |
| 33 | 32000 | 3.49 | | |
| 34 | 33000 | 3.53 | | |
| 35 | 34000 | 3.57 | | |
| 36 | 35000 | 3.60 | | |
| 37 | 36000 | 3.65 | | |
| 38 | 36943 | 3.67 | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm2) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 43 | | | | |
| 44 | | | | |
| 45 | | | | |
| 46 | | | | |
| 47 | | | | |
| 48 | | | | |
| 49 | | | | |
| 50 | | | | |
| 51 | | | | |
| 52 | | | | |
| 53 | | | | |
| 54 | | | | |
| 55 | | | | |
| 56 | | | | |
| 57 | | | | |
| 58 | | | | |
| 59 | | | | |
| 60 | | | | |
| 61 | | | | |
| 62 | | | | |
| 63 | | | | |
| 64 | | | | |
| 65 | | | | |
| 66 | | | | |
| 67 | | | | |
| 68 | | | | |
| 69 | | | | |
| 70 | | | | |
| 71 | | | | |
| 72 | | | | |
| 73 | | | | |
| 74 | | | | |
| 75 | | | | |
| 76 | | | | |
| 77 | | | | |
| 78 | | | | |
| 79 | | | | |
| 80 | | | | |
| 81 | | | | |
| 82 | | | | |
| 83 | | | | |
| 84 | | | | |

OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Victor Hugo Anchan | NOMBRE: Ing. Irene Revines A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

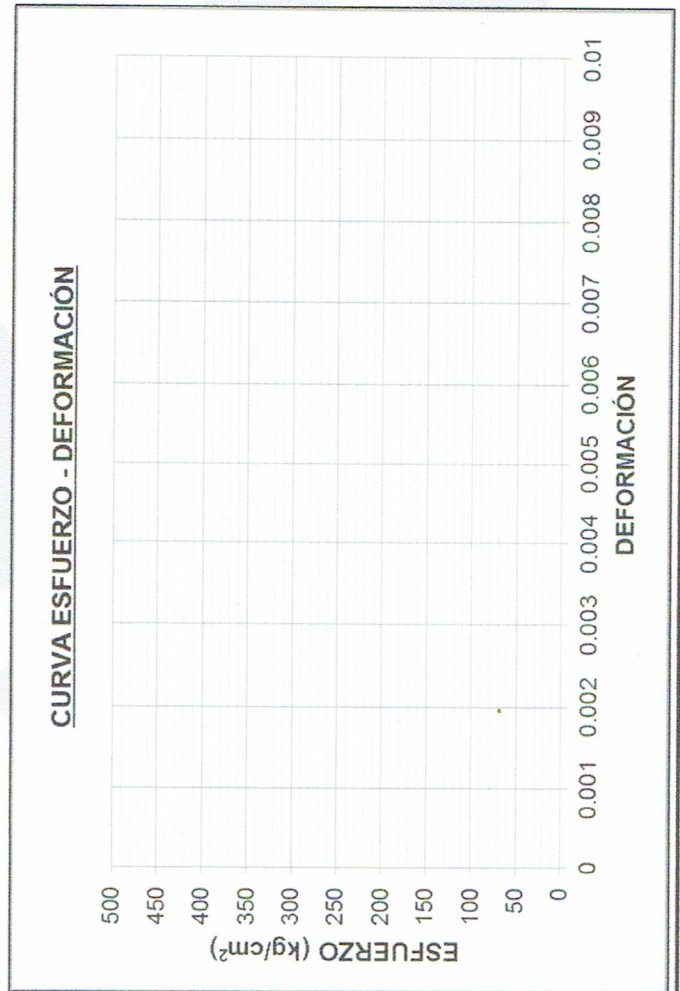
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|----------|---|--|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|--------------------------|-----------------------|
| ID. PROBETA: | P1 - 05% | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.970 / 14.950 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 04/11/2016 | ÁREA (cm ²): | 175.77 |
| FECHA DE ENSAYO: | 11/11/2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la C. |
| EDAD DE LA PROBETA: | 07 días | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines A. |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm ²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|--------------------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 1.67 | | |
| 3 | 2000 | 1.76 | | |
| 4 | 3000 | 1.85 | | |
| 5 | 4000 | 1.97 | | |
| 6 | 5000 | 2.05 | | |
| 7 | 6000 | 2.16 | | |
| 8 | 7000 | 2.24 | | |
| 9 | 8000 | 2.34 | | |
| 10 | 9000 | 2.43 | | |
| 11 | 10000 | 2.51 | | |
| 12 | 11000 | 2.60 | | |
| 13 | 12000 | 2.68 | | |
| 14 | 13000 | 2.75 | | |
| 15 | 14000 | 2.83 | | |
| 16 | 15000 | 2.95 | | |
| 17 | 16000 | 3.02 | | |
| 18 | 17000 | 3.08 | | |
| 19 | 18000 | 3.14 | | |
| 20 | 19000 | 3.19 | | |
| 21 | 20000 | 3.24 | | |
| 22 | 21000 | 3.31 | | |
| 23 | 22000 | 3.38 | | |
| 24 | 23000 | 3.45 | | |
| 25 | 24000 | 3.50 | | |
| 26 | 24767 | 3.53 | | |
| 27 | | | | |
| 28 | | | | |
| 29 | | | | |
| 30 | | | | |
| 31 | | | | |
| 32 | | | | |
| 33 | | | | |
| 34 | | | | |
| 35 | | | | |
| 36 | | | | |
| 37 | | | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |



OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Víctor Cuervo Minchan | NOMBRE: Ing. Ravines Azín J. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|-----------------|---|---|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|------------------------|-------------------------|
| ID. PROBETA: | P2 - 05/ | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.910 / 14.940 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 04/11/2016 | ÁREA (cm²): | 174.95 |
| FECHA DE ENSAYO: | 11/11/2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| EDAD DE LA PROBETA: | 07 días | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines A. |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 1.69 | | |
| 3 | 2000 | 1.91 | | |
| 4 | 3000 | 2.13 | | |
| 5 | 4000 | 2.24 | | |
| 6 | 5000 | 2.31 | | |
| 7 | 6000 | 2.40 | | |
| 8 | 7000 | 2.46 | | |
| 9 | 8000 | 2.55 | | |
| 10 | 9000 | 2.61 | | |
| 11 | 10000 | 2.74 | | |
| 12 | 11000 | 2.80 | | |
| 13 | 12000 | 2.86 | | |
| 14 | 13000 | 2.92 | | |
| 15 | 14000 | 2.99 | | |
| 16 | 15000 | 3.04 | | |
| 17 | 16000 | 3.11 | | |
| 18 | 17000 | 3.16 | | |
| 19 | 18000 | 3.21 | | |
| 20 | 19000 | 3.29 | | |
| 21 | 20000 | 3.34 | | |
| 22 | 21000 | 3.37 | | |
| 23 | 22000 | 3.42 | | |
| 24 | 23000 | 3.48 | | |
| 25 | 24000 | 3.53 | | |
| 26 | 25000 | 3.59 | | |
| 27 | 25144 | 3.62 | | |
| 28 | | | | |
| 29 | | | | |
| 30 | | | | |
| 31 | | | | |
| 32 | | | | |
| 33 | | | | |
| 34 | | | | |
| 35 | | | | |
| 36 | | | | |
| 37 | | | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 43 | | | | |
| 44 | | | | |
| 45 | | | | |
| 46 | | | | |
| 47 | | | | |
| 48 | | | | |
| 49 | | | | |
| 50 | | | | |
| 51 | | | | |
| 52 | | | | |
| 53 | | | | |
| 54 | | | | |
| 55 | | | | |
| 56 | | | | |
| 57 | | | | |
| 58 | | | | |
| 59 | | | | |
| 60 | | | | |
| 61 | | | | |
| 62 | | | | |
| 63 | | | | |
| 64 | | | | |
| 65 | | | | |
| 66 | | | | |
| 67 | | | | |
| 68 | | | | |
| 69 | | | | |
| 70 | | | | |
| 71 | | | | |
| 72 | | | | |
| 73 | | | | |
| 74 | | | | |
| 75 | | | | |
| 76 | | | | |
| 77 | | | | |
| 78 | | | | |
| 79 | | | | |
| 80 | | | | |
| 81 | | | | |
| 82 | | | | |
| 83 | | | | |
| 84 | | | | |

OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| | | |
| NOMBRE: | NOMBRE: | NOMBRE: Ing. Ravines Agüero |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

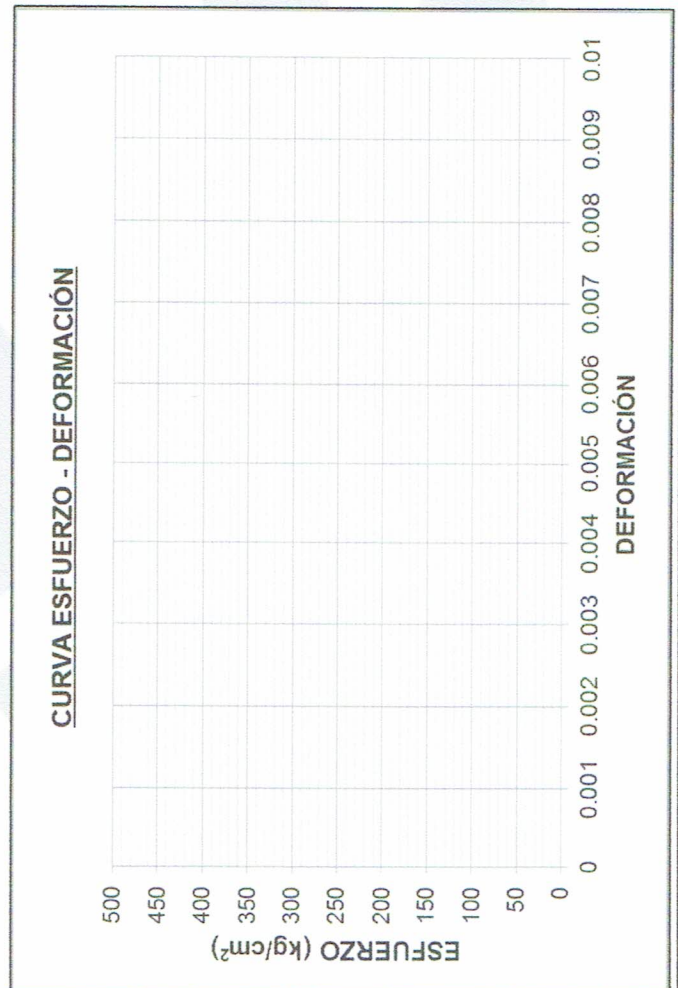
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|-----------------|---|---|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|----------------|--------------------------|-------------------------|
| ID. PROBETA: | P3 -05% | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.940 / 14.940 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 04 / 11 / 2016 | ÁREA (cm ²): | 175.30 |
| FECHA DE ENSAYO: | 11 / 11 / 2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| EDAD DE LA PROBETA: | 07 días | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines A. |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm ²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|--------------------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 1.47 | | |
| 3 | 2000 | 1.73 | | |
| 4 | 3000 | 1.97 | | |
| 5 | 4000 | 2.10 | | |
| 6 | 5000 | 2.19 | | |
| 7 | 6000 | 2.30 | | |
| 8 | 7000 | 2.38 | | |
| 9 | 8000 | 2.49 | | |
| 10 | 9000 | 2.57 | | |
| 11 | 10000 | 2.72 | | |
| 12 | 11000 | 2.80 | | |
| 13 | 12000 | 2.88 | | |
| 14 | 13000 | 2.96 | | |
| 15 | 14000 | 3.05 | | |
| 16 | 15000 | 3.12 | | |
| 17 | 16000 | 3.21 | | |
| 18 | 17000 | 3.28 | | |
| 19 | 18000 | 3.35 | | |
| 20 | 19000 | 3.41 | | |
| 21 | 20000 | 3.44 | | |
| 22 | 21000 | 3.49 | | |
| 23 | 22000 | 3.53 | | |
| 24 | 23000 | 3.58 | | |
| 25 | 24000 | 3.61 | | |
| 26 | 24843 | 3.64 | | |
| 27 | | | | |
| 28 | | | | |
| 29 | | | | |
| 30 | | | | |
| 31 | | | | |
| 32 | | | | |
| 33 | | | | |
| 34 | | | | |
| 35 | | | | |
| 36 | | | | |
| 37 | | | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |



OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Víctor Cuzco Mianchan | NOMBRE: Ing. Irene Ravines A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|-----------------|---|---|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|----------------|------------------------|-----------------------|
| ID. PROBETA: | P4 - 05% | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.965 / 14.990 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 04 / 11 / 2016 | ÁREA (cm²): | 176.13 |
| FECHA DE ENSAYO: | 11 / 11 / 2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la C. |
| EDAD DE LA PROBETA: | 07 días | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines A. |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 1.67 | | |
| 3 | 2000 | 1.79 | | |
| 4 | 3000 | 1.85 | | |
| 5 | 4000 | 2.00 | | |
| 6 | 5000 | 2.05 | | |
| 7 | 6000 | 2.19 | | |
| 8 | 7000 | 2.24 | | |
| 9 | 8000 | 2.37 | | |
| 10 | 9000 | 2.43 | | |
| 11 | 10000 | 2.54 | | |
| 12 | 11000 | 2.60 | | |
| 13 | 12000 | 2.71 | | |
| 14 | 13000 | 2.75 | | |
| 15 | 14000 | 2.86 | | |
| 16 | 15000 | 2.95 | | |
| 17 | 16000 | 3.05 | | |
| 18 | 17000 | 3.08 | | |
| 19 | 18000 | 3.14 | | |
| 20 | 19000 | 3.19 | | |
| 21 | 20000 | 3.25 | | |
| 22 | 21000 | 3.33 | | |
| 23 | 22000 | 3.39 | | |
| 24 | 23000 | 3.47 | | |
| 25 | 24000 | 3.48 | | |
| 26 | 25000 | 3.54 | | |
| 27 | 25025 | 3.57 | | |
| 28 | | | | |
| 29 | | | | |
| 30 | | | | |
| 31 | | | | |
| 32 | | | | |
| 33 | | | | |
| 34 | | | | |
| 35 | | | | |
| 36 | | | | |
| 37 | | | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 43 | | | | |
| 44 | | | | |
| 45 | | | | |
| 46 | | | | |
| 47 | | | | |
| 48 | | | | |
| 49 | | | | |
| 50 | | | | |
| 51 | | | | |
| 52 | | | | |
| 53 | | | | |
| 54 | | | | |
| 55 | | | | |
| 56 | | | | |
| 57 | | | | |
| 58 | | | | |
| 59 | | | | |
| 60 | | | | |
| 61 | | | | |
| 62 | | | | |
| 63 | | | | |
| 64 | | | | |
| 65 | | | | |
| 66 | | | | |
| 67 | | | | |
| 68 | | | | |
| 69 | | | | |
| 70 | | | | |
| 71 | | | | |
| 72 | | | | |
| 73 | | | | |
| 74 | | | | |
| 75 | | | | |
| 76 | | | | |
| 77 | | | | |
| 78 | | | | |
| 79 | | | | |
| 80 | | | | |
| 81 | | | | |
| 82 | | | | |
| 83 | | | | |
| 84 | | | | |

OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Victor Hugo Mindan | NOMBRE: Ing. Irene Ravines A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



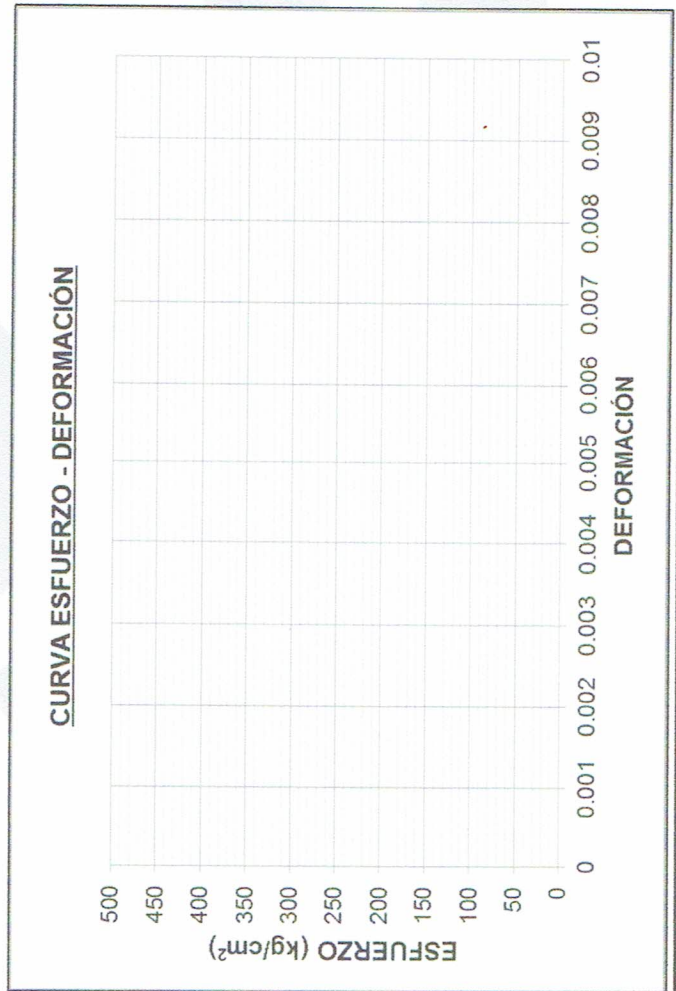
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|-----------------|---|---|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|------------------------|-------------------------|
| ID. PROBETA: | PS-05Y. | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.980 / 14.980 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 04/11/2016 | ÁREA (cm²): | 176.24 |
| FECHA DE ENSAYO: | 11/11/2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| EDAD DE LA PROBETA: | 07 días | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines A. |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 2.45 | | |
| 3 | 2000 | 2.52 | | |
| 4 | 3000 | 2.56 | | |
| 5 | 4000 | 2.61 | | |
| 6 | 5000 | 2.65 | | |
| 7 | 6000 | 2.70 | | |
| 8 | 7000 | 2.74 | | |
| 9 | 8000 | 2.78 | | |
| 10 | 9000 | 2.82 | | |
| 11 | 10000 | 2.87 | | |
| 12 | 11000 | 2.90 | | |
| 13 | 12000 | 2.95 | | |
| 14 | 13000 | 2.98 | | |
| 15 | 14000 | 3.01 | | |
| 16 | 15000 | 3.04 | | |
| 17 | 16000 | 3.07 | | |
| 18 | 17000 | 3.10 | | |
| 19 | 18000 | 3.13 | | |
| 20 | 19000 | 3.16 | | |
| 21 | 20000 | 3.19 | | |
| 22 | 21000 | 3.22 | | |
| 23 | 22000 | 3.25 | | |
| 24 | 22516 | 3.31 | | |
| 25 | | | | |
| 26 | | | | |
| 27 | | | | |
| 28 | | | | |
| 29 | | | | |
| 30 | | | | |
| 31 | | | | |
| 32 | | | | |
| 33 | | | | |
| 34 | | | | |
| 35 | | | | |
| 36 | | | | |
| 37 | | | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |



OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Victor Cuzco Hincha | NOMBRE: Ing. Irene Ravines A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

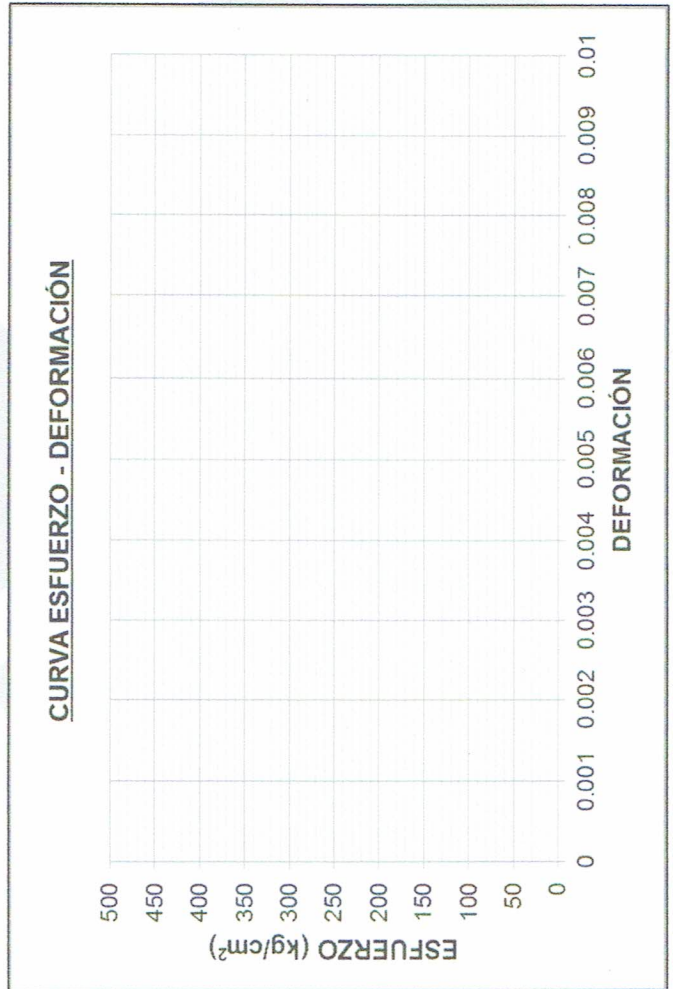
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|----------|---|--|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|----------------|--------------------------|-------------------------|
| ID. PROBETA: | P6 - 05% | DIAMETRO PROBETA (cm): | 15.000 / 14.990 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 04 / 11 / 2016 | ÁREA (cm ²): | 176.60 |
| FECHA DE ENSAYO: | 11 / 11 / 2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| EDAD DE LA PROBETA: | 07 días | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines A. |

| Nº | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm ²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|--------------------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 2.25 | | |
| 3 | 2000 | 2.35 | | |
| 4 | 3000 | 2.40 | | |
| 5 | 4000 | 2.47 | | |
| 6 | 5000 | 2.53 | | |
| 7 | 6000 | 2.60 | | |
| 8 | 7000 | 2.66 | | |
| 9 | 8000 | 2.72 | | |
| 10 | 9000 | 2.78 | | |
| 11 | 10000 | 2.85 | | |
| 12 | 11000 | 2.90 | | |
| 13 | 12000 | 2.97 | | |
| 14 | 13000 | 3.02 | | |
| 15 | 14000 | 3.07 | | |
| 16 | 15000 | 3.12 | | |
| 17 | 16000 | 3.17 | | |
| 18 | 17000 | 3.22 | | |
| 19 | 18000 | 3.26 | | |
| 20 | 19000 | 3.31 | | |
| 21 | 20000 | 3.36 | | |
| 22 | 21000 | 3.42 | | |
| 23 | 22000 | 3.47 | | |
| 24 | 23000 | 3.50 | | |
| 25 | 24000 | 3.54 | | |
| 26 | 24312 | 3.57 | | |
| 27 | | | | |
| 28 | | | | |
| 29 | | | | |
| 30 | | | | |
| 31 | | | | |
| 32 | | | | |
| 33 | | | | |
| 34 | | | | |
| 35 | | | | |
| 36 | | | | |
| 37 | | | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |



OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julia Cholan de la Cruz | NOMBRE: Victor Cuzco Alinchan | NOMBRE: Ing. Irene Ravines A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



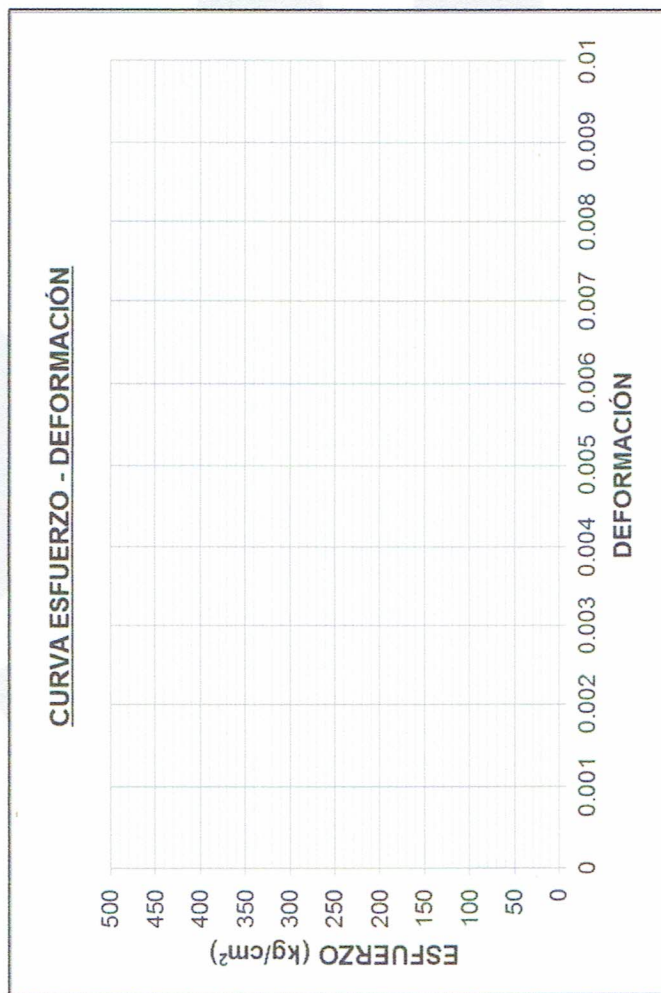
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|----------|---|--|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|------------------------|-------------------------|
| ID. PROBETA: | P7-5% | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.970 / 14.969 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 04/11/2016 | ÁREA (cm²): | 176.06 |
| FECHA DE ENSAYO: | 18/11/2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| EDAD DE LA PROBETA: | 14 días | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines A. |

| Nº | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 1.50 | | |
| 3 | 2000 | 2.10 | | |
| 4 | 3000 | 2.28 | | |
| 5 | 4000 | 2.45 | | |
| 6 | 5000 | 2.48 | | |
| 7 | 6000 | 2.52 | | |
| 8 | 7000 | 2.58 | | |
| 9 | 8000 | 2.65 | | |
| 10 | 9000 | 2.71 | | |
| 11 | 10000 | 2.80 | | |
| 12 | 11000 | 2.85 | | |
| 13 | 12000 | 2.90 | | |
| 14 | 13000 | 2.97 | | |
| 15 | 14000 | 3.05 | | |
| 16 | 15000 | 3.16 | | |
| 17 | 16000 | 3.20 | | |
| 18 | 17000 | 3.27 | | |
| 19 | 18000 | 3.32 | | |
| 20 | 19000 | 3.39 | | |
| 21 | 20000 | 3.45 | | |
| 22 | 21000 | 3.49 | | |
| 23 | 22000 | 3.55 | | |
| 24 | 23000 | 3.61 | | |
| 25 | 24000 | 3.66 | | |
| 26 | 25000 | 3.75 | | |
| 27 | 26000 | 3.82 | | |
| 28 | 27000 | 3.88 | | |
| 29 | 28000 | 3.95 | | |
| 30 | 29000 | 4.04 | | |
| 31 | 30000 | 4.14 | | |
| 32 | 31000 | 4.19 | | |
| 33 | 32000 | 4.27 | | |
| 34 | 33000 | 4.32 | | |
| 35 | 34000 | 4.40 | | |
| 36 | 34125 | 4.47 | | |
| 37 | | | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |



OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Victor Cuzco Munchan | NOMBRE: Ing. Irene Ravines A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|-----------------|---|---|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|------------------------|-------------------------|
| ID. PROBETA: | P8-57 | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.970 / 14.968 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 04/11/2016 | ÁREA (cm²): | 176.06 |
| FECHA DE ENSAYO: | 18/11/2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| EDAD DE LA PROBETA: | 14 días | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines A. |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 1 | 1000 | 1.60 | | |
| 2 | 2000 | 2.80 | | |
| 3 | 3000 | 2.94 | | |
| 4 | 4000 | 3.05 | | |
| 5 | 5000 | 3.14 | | |
| 6 | 6000 | 3.25 | | |
| 7 | 7000 | 3.32 | | |
| 8 | 8000 | 3.40 | | |
| 9 | 9000 | 3.47 | | |
| 10 | 10000 | 3.55 | | |
| 11 | 11000 | 3.60 | | |
| 12 | 12000 | 3.65 | | |
| 13 | 13000 | 3.70 | | |
| 14 | 14000 | 3.75 | | |
| 15 | 15000 | 3.83 | | |
| 16 | 16000 | 3.90 | | |
| 17 | 17000 | 3.95 | | |
| 18 | 18000 | 4.00 | | |
| 19 | 19000 | 4.15 | | |
| 20 | 20000 | 4.23 | | |
| 21 | 20049 | 4.28 | | |
| 22 | | | | |
| 23 | | | | |
| 24 | | | | |
| 25 | | | | |
| 26 | | | | |
| 27 | | | | |
| 28 | | | | |
| 29 | | | | |
| 30 | | | | |
| 31 | | | | |
| 32 | | | | |
| 33 | | | | |
| 34 | | | | |
| 35 | | | | |
| 36 | | | | |
| 37 | | | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |

OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Víctor Hugo Minchan | NOMBRE: Ing. Irene Ravines A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|-----------------|---|---|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|------------------------|-------------------------|
| ID. PROBETA: | P9-51. | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.891 / 14.890 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 04/11/2016 | ÁREA (cm²): | 174.23 |
| FECHA DE ENSAYO: | 18/11/2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| EDAD DE LA PROBETA: | 14 días | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravinas A. |

| Nº | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm2) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 1 | 1000 | 0.90 | | |
| 2 | 2000 | 1.30 | | |
| 3 | 3000 | 1.40 | | |
| 4 | 4000 | 1.52 | | |
| 5 | 5000 | 1.60 | | |
| 6 | 6000 | 1.68 | | |
| 7 | 7000 | 1.73 | | |
| 8 | 8000 | 1.78 | | |
| 9 | 9000 | 1.80 | | |
| 10 | 10000 | 1.82 | | |
| 11 | 11000 | 1.86 | | |
| 12 | 12000 | 1.90 | | |
| 13 | 13000 | 1.93 | | |
| 14 | 14000 | 1.95 | | |
| 15 | 15000 | 1.98 | | |
| 16 | 16000 | 2.02 | | |
| 17 | 17000 | 2.08 | | |
| 18 | 18000 | 2.12 | | |
| 19 | 19000 | 2.19 | | |
| 20 | 19890 | 2.25 | | |
| 21 | | | | |
| 22 | | | | |
| 23 | | | | |
| 24 | | | | |
| 25 | | | | |
| 26 | | | | |
| 27 | | | | |
| 28 | | | | |
| 29 | | | | |
| 30 | | | | |
| 31 | | | | |
| 32 | | | | |
| 33 | | | | |
| 34 | | | | |
| 35 | | | | |
| 36 | | | | |
| 37 | | | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |

OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Víctor Cuzco Planchan | NOMBRE: Ing. Irene Ravinas A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |

P105



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOKOLO

| | | |
|-----------------|---|---|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|------------------------|-------------------------|
| ID. PROBETA: | P10-54 | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.919 / 14.921 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 04/11/2016 | ÁREA (cm²): | 174.20 |
| FECHA DE ENSAYO: | 18/11/2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| EDAD DE LA PROBETA: | 14 días | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines A. |

| Nº | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 1 | 1000 | 1.79 | | |
| 2 | 2000 | 1.86 | | |
| 3 | 3000 | 1.95 | | |
| 4 | 4000 | 1.98 | | |
| 5 | 5000 | 2.05 | | |
| 6 | 6000 | 2.09 | | |
| 7 | 7000 | 2.15 | | |
| 8 | 8000 | 2.18 | | |
| 9 | 9000 | 2.24 | | |
| 10 | 10000 | 2.26 | | |
| 11 | 11000 | 2.30 | | |
| 12 | 12000 | 2.34 | | |
| 13 | 13000 | 2.38 | | |
| 14 | 14000 | 2.44 | | |
| 15 | 15000 | 2.50 | | |
| 16 | 16000 | 2.52 | | |
| 17 | 17000 | 2.57 | | |
| 18 | 18000 | 2.60 | | |
| 19 | 19000 | 2.65 | | |
| 20 | 2000 | 2.70 | | |
| 21 | 21000 | 2.78 | | |
| 22 | 22000 | 2.88 | | |
| 23 | 23000 | 2.98 | | |
| 24 | 24000 | 3.08 | | |
| 25 | 25000 | 3.18 | | |
| 26 | 26000 | 3.28 | | |
| 27 | 27000 | 3.38 | | |
| 28 | 28000 | 3.48 | | |
| 29 | 29000 | 3.58 | | |
| 30 | 30000 | 3.68 | | |
| 31 | 31000 | 3.78 | | |
| 32 | 32000 | 3.88 | | |
| 33 | 33000 | 3.98 | | |
| 34 | 34000 | 4.08 | | |
| 35 | 35000 | 4.18 | | |
| 36 | 36000 | 4.28 | | |
| 37 | 37000 | 4.38 | | |
| 38 | 37898 | 4.48 | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |

OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Victor Hugo Minchan | NOMBRE: Ing. Irene Ravines A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|-----------------|---|---|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|------------------------|-------------------------|
| ID. PROBETA: | P11-5% | DIAMETRO PROBETA (cm): | 15.020 / 15.023 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 04/11/2016 | ÁREA (cm²): | 177.22 |
| FECHA DE ENSAYO: | 18/11/2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| EDAD DE LA PROBETA: | 14 días | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines A |

| Nº | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm ²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|--------------------------------|--------------|
| 1 | 1000 | 1.97 | | |
| 2 | 2000 | 2.08 | | |
| 3 | 3000 | 2.15 | | |
| 4 | 4000 | 2.25 | | |
| 5 | 5000 | 2.32 | | |
| 6 | 6000 | 2.38 | | |
| 7 | 7000 | 2.42 | | |
| 8 | 8000 | 2.48 | | |
| 9 | 9000 | 2.52 | | |
| 10 | 10000 | 2.56 | | |
| 11 | 11000 | 2.59 | | |
| 12 | 12000 | 2.62 | | |
| 13 | 13000 | 2.64 | | |
| 14 | 14000 | 2.68 | | |
| 15 | 15000 | 2.71 | | |
| 16 | 16000 | 2.75 | | |
| 17 | 17000 | 2.77 | | |
| 18 | 18000 | 2.80 | | |
| 19 | 19000 | 2.84 | | |
| 20 | 20000 | 2.86 | | |
| 21 | 21000 | 2.89 | | |
| 22 | 22000 | 2.91 | | |
| 23 | 23000 | 2.95 | | |
| 24 | 24000 | 2.97 | | |
| 25 | 25000 | 2.99 | | |
| 26 | 26000 | 3.02 | | |
| 27 | 27000 | 3.04 | | |
| 28 | 28000 | 3.07 | | |
| 29 | 29000 | 3.09 | | |
| 30 | 30000 | 3.12 | | |
| 31 | 31000 | 3.15 | | |
| 32 | 32000 | 3.16 | | |
| 33 | 33000 | 3.19 | | |
| 34 | 34000 | 3.24 | | |
| 35 | 35000 | 3.27 | | |
| 36 | 36000 | 3.29 | | |
| 37 | 36019 | 3.30 | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |

OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Víctor Ojeda Mincun | NOMBRE: Ing. Irene Ravines A |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |

P-125



LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|-----------------|---|---|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 - ASTM C39 - NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|------------------------|-------------------------|
| ID. PROBETA: | P12 - sy. | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.911 / 14.909 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 07/11/2016 | ÁREA (cm²): | 174.67 |
| FECHA DE ENSAYO: | 18/11/2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| EDAD DE LA PROBETA: | 14 dias | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines/A |

| Nº | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm2) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 1 | 1000 | 2.62 | | |
| 2 | 2000 | 2.64 | | |
| 3 | 3000 | 2.68 | | |
| 4 | 4000 | 2.71 | | |
| 5 | 5000 | 2.75 | | |
| 6 | 6000 | 2.77 | | |
| 7 | 7000 | 2.80 | | |
| 8 | 8000 | 2.84 | | |
| 9 | 9000 | 2.86 | | |
| 10 | 10000 | 2.89 | | |
| 11 | 11000 | 2.91 | | |
| 12 | 12000 | 2.95 | | |
| 13 | 13000 | 2.97 | | |
| 14 | 14000 | 2.99 | | |
| 15 | 15000 | 3.02 | | |
| 16 | 16000 | 3.04 | | |
| 17 | 17000 | 3.07 | | |
| 18 | 18000 | 3.09 | | |
| 19 | 19000 | 3.12 | | |
| 20 | 20000 | 3.15 | | |
| 21 | 21000 | 3.16 | | |
| 22 | 22000 | 3.19 | | |
| 23 | 23000 | 3.24 | | |
| 24 | 24000 | 3.27 | | |
| 25 | 25000 | 3.29 | | |
| 26 | 26000 | 3.31 | | |
| 27 | 27000 | 3.33 | | |
| 28 | 28000 | 3.35 | | |
| 29 | 29000 | 3.37 | | |
| 30 | 30000 | 3.39 | | |
| 31 | 31000 | 3.41 | | |
| 32 | 32000 | 3.43 | | |
| 33 | 33000 | 3.45 | | |
| 34 | 34000 | 3.47 | | |
| 35 | 35000 | 3.49 | | |
| 36 | 36000 | 3.57 | | |
| 37 | 37000 | 3.53 | | |
| 38 | 37417 | 3.59 | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |

OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Victor Cuzco Miraban | NOMBRE: Ing. Irene Ravines A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



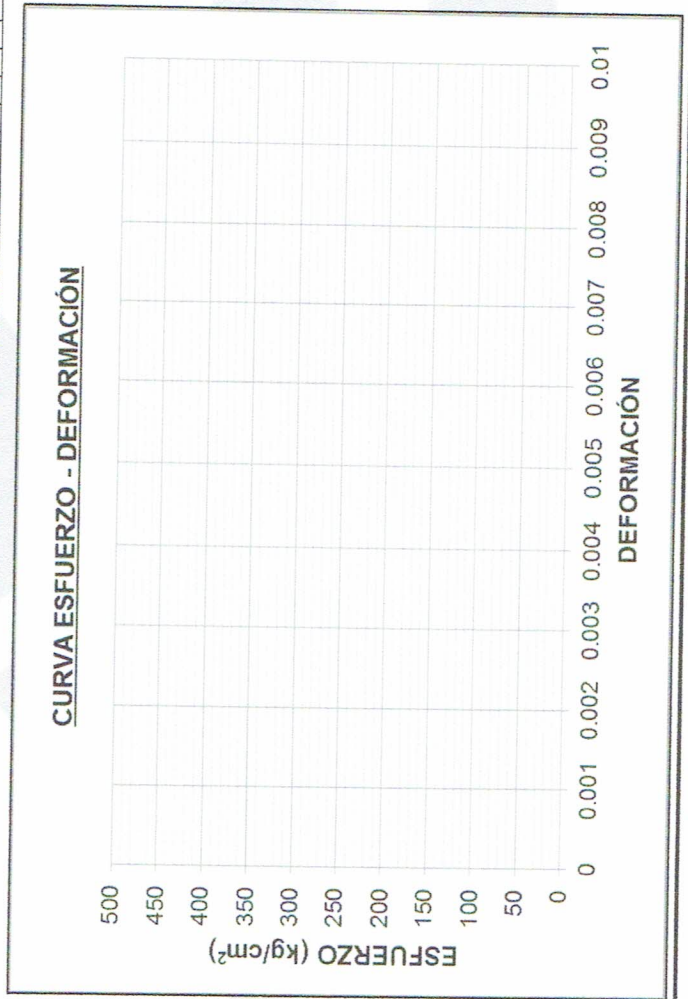
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|-----------------|---|---|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 - ASTM C39 - NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|------------------------|-------------------------|
| ID. PROBETA: | P13 - 05% | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.97 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 07/11/2016 | ÁREA (cm²): | 175.89 |
| FECHA DE ENSAYO: | 05/12/2016 | RESPONSABLE: | Julia Cholan de la Cruz |
| EDAD DE LA PROBETA: | 28 días | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines A. |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 3.10 | | |
| 3 | 2000 | 3.32 | | |
| 4 | 3000 | 3.44 | | |
| 5 | 4000 | 3.50 | | |
| 6 | 5000 | 3.61 | | |
| 7 | 6000 | 3.68 | | |
| 8 | 7000 | 3.74 | | |
| 9 | 8000 | 3.80 | | |
| 10 | 9000 | 3.84 | | |
| 11 | 10000 | 3.91 | | |
| 12 | 11000 | 3.95 | | |
| 13 | 12000 | 3.99 | | |
| 14 | 13000 | 4.05 | | |
| 15 | 14000 | 4.10 | | |
| 16 | 15000 | 4.15 | | |
| 17 | 16000 | 4.20 | | |
| 18 | 17000 | 4.25 | | |
| 19 | 18000 | 4.28 | | |
| 20 | 19000 | 4.32 | | |
| 21 | 20000 | 4.35 | | |
| 22 | 21000 | 4.40 | | |
| 23 | 22000 | 4.44 | | |
| 24 | 23000 | 4.44 | | |
| 25 | 24000 | 4.52 | | |
| 26 | 25000 | 4.54 | | |
| 27 | 26000 | 4.58 | | |
| 28 | 27000 | 4.62 | | |
| 29 | 28000 | 4.65 | | |
| 30 | 29000 | 4.69 | | |
| 31 | 30000 | 4.71 | | |
| 32 | 31000 | 4.74 | | |
| 33 | 32000 | 4.78 | | |
| 34 | 33000 | 4.80 | | |
| 35 | 34000 | 4.85 | | |
| 36 | 35000 | 4.89 | | |
| 37 | 35925 | 4.93 | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |



OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julia Cholan de la Cruz | NOMBRE: Victor Hugo Minchin | NOMBRE: Ing. Irene Ravines A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|-----------------|---|---|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 - ASTM C39 - NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|------------------------|-------------------------|
| ID. PROBETA: | PH - 05% | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.95 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 07/11/2016 | ÁREA (cm²): | 175.42 |
| FECHA DE ENSAYO: | 05/12/2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| EDAD DE LA PROBETA: | 28 días | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines A. |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 1.91 | | |
| 3 | 2000 | 2.11 | | |
| 4 | 3000 | 2.31 | | |
| 5 | 4000 | 2.40 | | |
| 6 | 5000 | 2.45 | | |
| 7 | 6000 | 2.52 | | |
| 8 | 7000 | 2.56 | | |
| 9 | 8000 | 2.61 | | |
| 10 | 9000 | 2.65 | | |
| 11 | 10000 | 2.70 | | |
| 12 | 11000 | 2.74 | | |
| 13 | 12000 | 2.78 | | |
| 14 | 13000 | 2.82 | | |
| 15 | 14000 | 2.87 | | |
| 16 | 15000 | 2.90 | | |
| 17 | 16000 | 2.95 | | |
| 18 | 17000 | 2.98 | | |
| 19 | 18000 | 3.01 | | |
| 20 | 19000 | 3.04 | | |
| 21 | 20000 | 3.07 | | |
| 22 | 21000 | 3.10 | | |
| 23 | 22000 | 3.12 | | |
| 24 | 23000 | 3.15 | | |
| 25 | 24000 | 3.18 | | |
| 26 | 25000 | 3.22 | | |
| 27 | 26000 | 3.25 | | |
| 28 | 27000 | 3.29 | | |
| 29 | 28000 | 3.32 | | |
| 30 | 29000 | 3.35 | | |
| 31 | 30000 | 3.37 | | |
| 32 | 31000 | 3.41 | | |
| 33 | 32000 | 3.43 | | |
| 34 | 33000 | 3.45 | | |
| 35 | 34000 | 3.49 | | |
| 36 | 34849 | 3.52 | | |
| 37 | | | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 43 | | | | |
| 44 | | | | |
| 45 | | | | |
| 46 | | | | |
| 47 | | | | |
| 48 | | | | |
| 49 | | | | |
| 50 | | | | |
| 51 | | | | |
| 52 | | | | |
| 53 | | | | |
| 54 | | | | |
| 55 | | | | |
| 56 | | | | |
| 57 | | | | |
| 58 | | | | |
| 59 | | | | |
| 60 | | | | |
| 61 | | | | |
| 62 | | | | |
| 63 | | | | |
| 64 | | | | |
| 65 | | | | |
| 66 | | | | |
| 67 | | | | |
| 68 | | | | |
| 69 | | | | |
| 70 | | | | |
| 71 | | | | |
| 72 | | | | |
| 73 | | | | |
| 74 | | | | |
| 75 | | | | |
| 76 | | | | |
| 77 | | | | |
| 78 | | | | |
| 79 | | | | |
| 80 | | | | |
| 81 | | | | |
| 82 | | | | |
| 83 | | | | |
| 84 | | | | |

OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Victor Hugo Miraban | NOMBRE: Ing. Irene Ravines A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|-----------------|---|---|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|------------------------|-------------------------|
| ID. PROBETA: | P15 - 05% | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.94 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 07/11/2016 | ÁREA (cm²): | 175.19 |
| FECHA DE ENSAYO: | 05/12/2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| EDAD DE LA PROBETA: | 28 días | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines A. |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 1 | 0.00 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 2.19 | | |
| 3 | 2000 | 2.27 | | |
| 4 | 3000 | 2.38 | | |
| 5 | 4000 | 2.46 | | |
| 6 | 5000 | 2.53 | | |
| 7 | 6000 | 2.60 | | |
| 8 | 7000 | 2.65 | | |
| 9 | 8000 | 2.70 | | |
| 10 | 9000 | 2.74 | | |
| 11 | 10000 | 2.80 | | |
| 12 | 11000 | 2.84 | | |
| 13 | 12000 | 2.88 | | |
| 14 | 13000 | 2.92 | | |
| 15 | 14000 | 2.95 | | |
| 16 | 15000 | 3.00 | | |
| 17 | 16000 | 3.04 | | |
| 18 | 17000 | 3.07 | | |
| 19 | 18000 | 3.12 | | |
| 20 | 19000 | 3.15 | | |
| 21 | 20000 | 3.18 | | |
| 22 | 21000 | 3.22 | | |
| 23 | 22000 | 3.26 | | |
| 24 | 23000 | 3.30 | | |
| 25 | 24000 | 3.34 | | |
| 26 | 25000 | 3.39 | | |
| 27 | 26000 | 3.43 | | |
| 28 | 27000 | 3.47 | | |
| 29 | 28000 | 3.50 | | |
| 30 | 29000 | 3.55 | | |
| 31 | 30000 | 3.61 | | |
| 32 | 31000 | 3.64 | | |
| 33 | 32000 | 3.69 | | |
| 34 | 33000 | 3.76 | | |
| 35 | 34000 | 3.82 | | |
| 36 | 35000 | 3.87 | | |
| 37 | 36000 | 3.91 | | |
| 38 | 36690 | 3.94 | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 43 | | | | |
| 44 | | | | |
| 45 | | | | |
| 46 | | | | |
| 47 | | | | |
| 48 | | | | |
| 49 | | | | |
| 50 | | | | |
| 51 | | | | |
| 52 | | | | |
| 53 | | | | |
| 54 | | | | |
| 55 | | | | |
| 56 | | | | |
| 57 | | | | |
| 58 | | | | |
| 59 | | | | |
| 60 | | | | |
| 61 | | | | |
| 62 | | | | |
| 63 | | | | |
| 64 | | | | |
| 65 | | | | |
| 66 | | | | |
| 67 | | | | |
| 68 | | | | |
| 69 | | | | |
| 70 | | | | |
| 71 | | | | |
| 72 | | | | |
| 73 | | | | |
| 74 | | | | |
| 75 | | | | |
| 76 | | | | |
| 77 | | | | |
| 78 | | | | |
| 79 | | | | |
| 80 | | | | |
| 81 | | | | |
| 82 | | | | |
| 83 | | | | |
| 84 | | | | |

OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Victor Hugo Hincha | NOMBRE: Ing. Irene Ravines A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|-----------------|---|---|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 - ASTM C39 - NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|--------------------------|-------------------------|
| ID. PROBETA: | P16 - 05% | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.94 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 07/11/2016 | ÁREA (cm ²): | 175.30 |
| FECHA DE ENSAYO: | 05/11/2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| EDAD DE LA PROBETA: | 25 días | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines A. |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm ²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|--------------------------------|--------------|
| 1 | 0.00 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 2.27 | | |
| 3 | 2000 | 2.33 | | |
| 4 | 3000 | 2.37 | | |
| 5 | 4000 | 2.41 | | |
| 6 | 5000 | 2.45 | | |
| 7 | 6000 | 2.48 | | |
| 8 | 7000 | 2.52 | | |
| 9 | 8000 | 2.55 | | |
| 10 | 9000 | 2.58 | | |
| 11 | 10000 | 2.61 | | |
| 12 | 11000 | 2.65 | | |
| 13 | 12000 | 2.68 | | |
| 14 | 13000 | 2.74 | | |
| 15 | 14000 | 2.78 | | |
| 16 | 15000 | 2.82 | | |
| 17 | 16000 | 2.86 | | |
| 18 | 17000 | 2.90 | | |
| 19 | 18000 | 2.94 | | |
| 20 | 19000 | 2.98 | | |
| 21 | 20000 | 3.02 | | |
| 22 | 21000 | 3.06 | | |
| 23 | 22000 | 3.10 | | |
| 24 | 23000 | 3.14 | | |
| 25 | 24000 | 3.18 | | |
| 26 | 25000 | 3.22 | | |
| 27 | 26000 | 3.26 | | |
| 28 | 27000 | 3.30 | | |
| 29 | 28000 | 3.33 | | |
| 30 | 29000 | 3.38 | | |
| 31 | 30000 | 3.42 | | |
| 32 | 31000 | 3.45 | | |
| 33 | 32000 | 3.49 | | |
| 34 | 33000 | 3.53 | | |
| 35 | 34000 | 3.58 | | |
| 36 | 35000 | 3.63 | | |
| 37 | 36000 | 3.67 | | |
| 38 | 36669 | 3.70 | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm ²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|--------------------------------|--------------|
| 43 | | | | |
| 44 | | | | |
| 45 | | | | |
| 46 | | | | |
| 47 | | | | |
| 48 | | | | |
| 49 | | | | |
| 50 | | | | |
| 51 | | | | |
| 52 | | | | |
| 53 | | | | |
| 54 | | | | |
| 55 | | | | |
| 56 | | | | |
| 57 | | | | |
| 58 | | | | |
| 59 | | | | |
| 60 | | | | |
| 61 | | | | |
| 62 | | | | |
| 63 | | | | |
| 64 | | | | |
| 65 | | | | |
| 66 | | | | |
| 67 | | | | |
| 68 | | | | |
| 69 | | | | |
| 70 | | | | |
| 71 | | | | |
| 72 | | | | |
| 73 | | | | |
| 74 | | | | |
| 75 | | | | |
| 76 | | | | |
| 77 | | | | |
| 78 | | | | |
| 79 | | | | |
| 80 | | | | |
| 81 | | | | |
| 82 | | | | |
| 83 | | | | |
| 84 | | | | |

OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Víctor Hugo Mirchan | NOMBRE: Ing. Irene Ravines A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|-----------------|---|---|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|------------------------|-------------------------|
| ID. PROBETA: | P17 - 05 % | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.98 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 07/11/2016 | ÁREA (cm²): | 176.13 |
| FECHA DE ENSAYO: | 05/12/2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| EDAD DE LA PROBETA: | 28 días | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines A. |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 1 | 0.00 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 2.45 | | |
| 3 | 2000 | 2.52 | | |
| 4 | 3000 | 2.66 | | |
| 5 | 4000 | 2.61 | | |
| 6 | 5000 | 2.65 | | |
| 7 | 6000 | 2.70 | | |
| 8 | 7000 | 2.74 | | |
| 9 | 8000 | 2.78 | | |
| 10 | 9000 | 2.82 | | |
| 11 | 10000 | 2.87 | | |
| 12 | 11000 | 2.90 | | |
| 13 | 12000 | 2.95 | | |
| 14 | 13000 | 2.98 | | |
| 15 | 14000 | 3.01 | | |
| 16 | 15000 | 3.05 | | |
| 17 | 16000 | 3.09 | | |
| 18 | 17000 | 3.14 | | |
| 19 | 18000 | 3.18 | | |
| 20 | 19000 | 3.22 | | |
| 21 | 20000 | 3.27 | | |
| 22 | 21000 | 3.30 | | |
| 23 | 22000 | 3.34 | | |
| 24 | 23000 | 3.38 | | |
| 25 | 24000 | 3.41 | | |
| 26 | 25000 | 3.45 | | |
| 27 | 26000 | 3.50 | | |
| 28 | 27000 | 3.54 | | |
| 29 | 28000 | 3.59 | | |
| 30 | 29000 | 3.62 | | |
| 31 | 30000 | 3.67 | | |
| 32 | 31000 | 3.72 | | |
| 33 | 32000 | 3.75 | | |
| 34 | 33000 | 3.79 | | |
| 35 | 34000 | 3.81 | | |
| 36 | 35000 | 3.85 | | |
| 37 | 36000 | 3.90 | | |
| 38 | 36116 | 3.92 | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 43 | | | | |
| 44 | | | | |
| 45 | | | | |
| 46 | | | | |
| 47 | | | | |
| 48 | | | | |
| 49 | | | | |
| 50 | | | | |
| 51 | | | | |
| 52 | | | | |
| 53 | | | | |
| 54 | | | | |
| 55 | | | | |
| 56 | | | | |
| 57 | | | | |
| 58 | | | | |
| 59 | | | | |
| 60 | | | | |
| 61 | | | | |
| 62 | | | | |
| 63 | | | | |
| 64 | | | | |
| 65 | | | | |
| 66 | | | | |
| 67 | | | | |
| 68 | | | | |
| 69 | | | | |
| 70 | | | | |
| 71 | | | | |
| 72 | | | | |
| 73 | | | | |
| 74 | | | | |
| 75 | | | | |
| 76 | | | | |
| 77 | | | | |
| 78 | | | | |
| 79 | | | | |
| 80 | | | | |
| 81 | | | | |
| 82 | | | | |
| 83 | | | | |
| 84 | | | | |

OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Victor Hugo Hinchay | NOMBRE: Ing. Irene Ravines A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|-----------------|---|---|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|------------------------|-------------------------|
| ID. PROBETA: | P18 - 05% | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.95 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 07/11/2016 | ÁREA (cm²): | 175.54 |
| FECHA DE ENSAYO: | 05/12/2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| EDAD DE LA PROBETA: | 28 días | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines A. |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 1 | 0.00 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 1.56 | | |
| 3 | 2000 | 1.61 | | |
| 4 | 3000 | 1.69 | | |
| 5 | 4000 | 1.72 | | |
| 6 | 5000 | 1.76 | | |
| 7 | 6000 | 1.81 | | |
| 8 | 7000 | 1.85 | | |
| 9 | 8000 | 1.88 | | |
| 10 | 9000 | 1.93 | | |
| 11 | 10000 | 1.97 | | |
| 12 | 11000 | 2.02 | | |
| 13 | 12000 | 2.06 | | |
| 14 | 13000 | 2.09 | | |
| 15 | 14000 | 2.13 | | |
| 16 | 15000 | 2.15 | | |
| 17 | 16000 | 2.18 | | |
| 18 | 17000 | 2.20 | | |
| 19 | 18000 | 2.23 | | |
| 20 | 19000 | 2.26 | | |
| 21 | 20000 | 2.30 | | |
| 22 | 21000 | 2.33 | | |
| 23 | 22000 | 2.36 | | |
| 24 | 23000 | 2.38 | | |
| 25 | 24000 | 2.43 | | |
| 26 | 25000 | 2.46 | | |
| 27 | 26000 | 2.49 | | |
| 28 | 27000 | 2.52 | | |
| 29 | 28000 | 2.55 | | |
| 30 | 29000 | 2.58 | | |
| 31 | 30000 | 2.63 | | |
| 32 | 31000 | 2.68 | | |
| 33 | 32000 | 2.71 | | |
| 34 | 33000 | 2.76 | | |
| 35 | 34000 | 2.99 | | |
| 36 | 35000 | 2.82 | | |
| 37 | 35418 | 2.85 | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 43 | | | | |
| 44 | | | | |
| 45 | | | | |
| 46 | | | | |
| 47 | | | | |
| 48 | | | | |
| 49 | | | | |
| 50 | | | | |
| 51 | | | | |
| 52 | | | | |
| 53 | | | | |
| 54 | | | | |
| 55 | | | | |
| 56 | | | | |
| 57 | | | | |
| 58 | | | | |
| 59 | | | | |
| 60 | | | | |
| 61 | | | | |
| 62 | | | | |
| 63 | | | | |
| 64 | | | | |
| 65 | | | | |
| 66 | | | | |
| 67 | | | | |
| 68 | | | | |
| 69 | | | | |
| 70 | | | | |
| 71 | | | | |
| 72 | | | | |
| 73 | | | | |
| 74 | | | | |
| 75 | | | | |
| 76 | | | | |
| 77 | | | | |
| 78 | | | | |
| 79 | | | | |
| 80 | | | | |
| 81 | | | | |
| 82 | | | | |
| 83 | | | | |
| 84 | | | | |

OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Víctor Cuzco Hinchen | NOMBRE: Ing. Irene Ravines A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



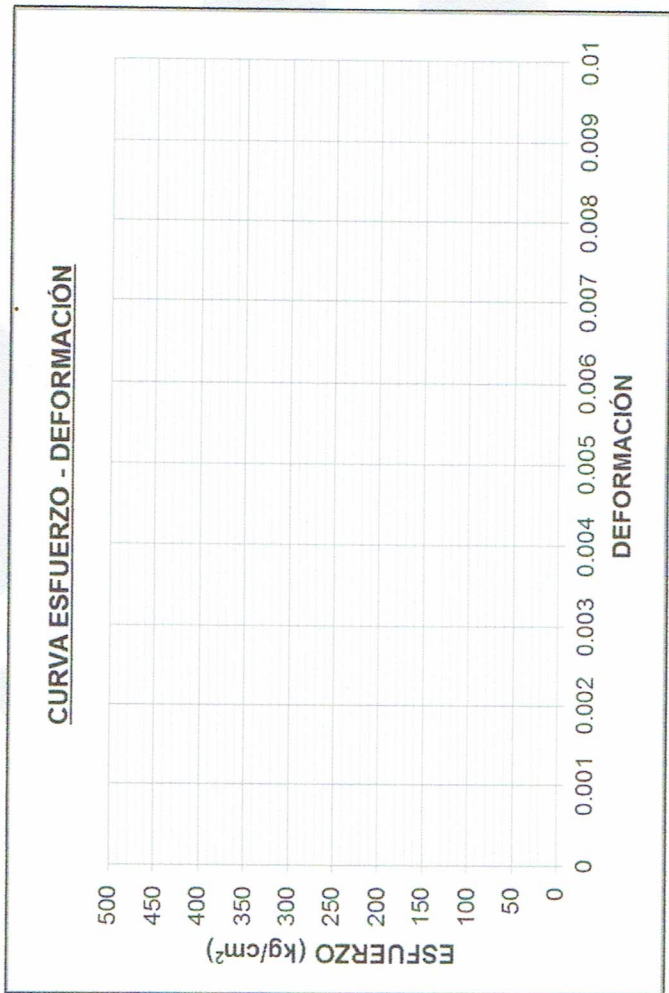
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|-----------------|---|---|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|------------------------|-------------------------|
| ID. PROBETA: | PJ - 10Y. | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.990 / 14.950 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 03/11/2016 | ÁREA (cm²): | 175.77 |
| FECHA DE ENSAYO: | 10/11/2016 | RESPONSABLE: | Julia Cholan de la Cruz |
| EDAD DE LA PROBETA: | 07 dias | REVISADO POR: | Ing. Irene Ruvinos A. |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 2.12 | | |
| 3 | 2000 | 2.34 | | |
| 4 | 3000 | 2.46 | | |
| 5 | 4000 | 2.52 | | |
| 6 | 5000 | 2.63 | | |
| 7 | 6000 | 2.90 | | |
| 8 | 7000 | 2.76 | | |
| 9 | 8000 | 2.82 | | |
| 10 | 9000 | 2.86 | | |
| 11 | 10000 | 2.93 | | |
| 12 | 11000 | 2.97 | | |
| 13 | 12000 | 3.01 | | |
| 14 | 13000 | 3.07 | | |
| 15 | 14000 | 3.12 | | |
| 16 | 15000 | 3.17 | | |
| 17 | 16000 | 3.22 | | |
| 18 | 17000 | 3.26 | | |
| 19 | 18000 | 3.30 | | |
| 20 | 19000 | 3.34 | | |
| 21 | 20000 | 3.37 | | |
| 22 | 21000 | 3.42 | | |
| 23 | 22000 | 3.46 | | |
| 24 | 23000 | 3.50 | | |
| 25 | 23496 | 3.53 | | |
| 26 | | | | |
| 27 | | | | |
| 28 | | | | |
| 29 | | | | |
| 30 | | | | |
| 31 | | | | |
| 32 | | | | |
| 33 | | | | |
| 34 | | | | |
| 35 | | | | |
| 36 | | | | |
| 37 | | | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |



OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julia Cholan de la Cruz | NOMBRE: Victor Cuzco Mochan | NOMBRE: Ing. Irene Ruvinos A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|-----------------|---|---|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|----------------|--------------------------|-------------------------|
| ID. PROBETA: | P2 - 10% | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.910 / 14.940 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 03 / 11 / 2016 | ÁREA (cm ²): | 174.95 |
| FECHA DE ENSAYO: | 10 / 11 / 2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| EDAD DE LA PROBETA: | 07 días | REVISADO POR: | Ingr. Irene Ravines A. |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm ²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|--------------------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 1.91 | | |
| 3 | 2000 | 2.11 | | |
| 4 | 3000 | 2.31 | | |
| 5 | 4000 | 2.40 | | |
| 6 | 5000 | 2.45 | | |
| 7 | 6000 | 2.52 | | |
| 8 | 7000 | 2.56 | | |
| 9 | 8000 | 2.61 | | |
| 10 | 9000 | 2.65 | | |
| 11 | 10000 | 2.70 | | |
| 12 | 11000 | 2.74 | | |
| 13 | 12000 | 2.78 | | |
| 14 | 13000 | 2.82 | | |
| 15 | 14000 | 2.87 | | |
| 16 | 15000 | 2.90 | | |
| 17 | 16000 | 2.95 | | |
| 18 | 17000 | 2.98 | | |
| 19 | 18000 | 3.01 | | |
| 20 | 19000 | 3.04 | | |
| 21 | 20000 | 3.07 | | |
| 22 | 21000 | 3.10 | | |
| 23 | 22000 | 3.12 | | |
| 24 | 22748 | 3.14 | | |
| 25 | | | | |
| 26 | | | | |
| 27 | | | | |
| 28 | | | | |
| 29 | | | | |
| 30 | | | | |
| 31 | | | | |
| 32 | | | | |
| 33 | | | | |
| 34 | | | | |
| 35 | | | | |
| 36 | | | | |
| 37 | | | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |



OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Ulises Cuzco Miraban | NOMBRE: Ingr. Irene Ravines A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



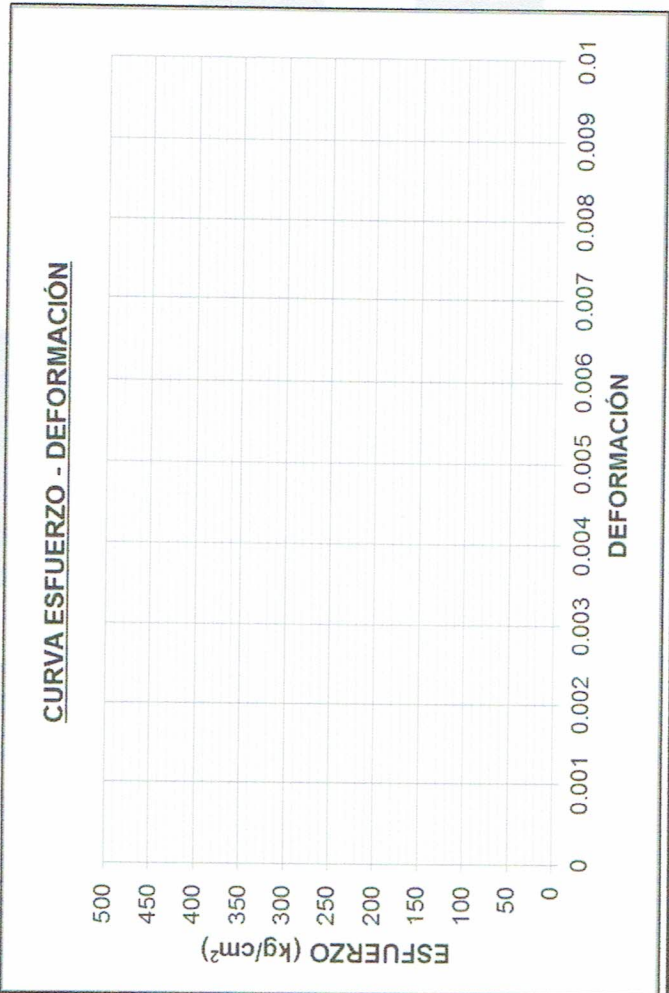
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|-----------------|---|---|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|------------------------|-------------------------|
| ID. PROBETA: | P3 - 10% | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.940 / 14.940 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 03/11/2016 | ÁREA (cm²): | 175.30 |
| FECHA DE ENSAYO: | 10/11/2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| EDAD DE LA PROBETA: | | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines A. |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 1.88 | | |
| 3 | 2000 | 2.12 | | |
| 4 | 3000 | 2.25 | | |
| 5 | 4000 | 2.33 | | |
| 6 | 5000 | 2.40 | | |
| 7 | 6000 | 2.47 | | |
| 8 | 7000 | 2.52 | | |
| 9 | 8000 | 2.57 | | |
| 10 | 9000 | 2.61 | | |
| 11 | 10000 | 2.67 | | |
| 12 | 11000 | 2.71 | | |
| 13 | 12000 | 2.75 | | |
| 14 | 13000 | 2.79 | | |
| 15 | 14000 | 2.82 | | |
| 16 | 15000 | 2.87 | | |
| 17 | 16000 | 2.91 | | |
| 18 | 17000 | 2.94 | | |
| 19 | 18000 | 2.99 | | |
| 20 | 19000 | 3.02 | | |
| 21 | 20000 | 3.05 | | |
| 22 | 21000 | 3.09 | | |
| 23 | 22000 | 3.13 | | |
| 24 | 23000 | 3.18 | | |
| 25 | 23998 | 3.23 | | |
| 26 | | | | |
| 27 | | | | |
| 28 | | | | |
| 29 | | | | |
| 30 | | | | |
| 31 | | | | |
| 32 | | | | |
| 33 | | | | |
| 34 | | | | |
| 35 | | | | |
| 36 | | | | |
| 37 | | | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |



OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Victor Cuzo Minchan | NOMBRE: Ing. Irene Ravines A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



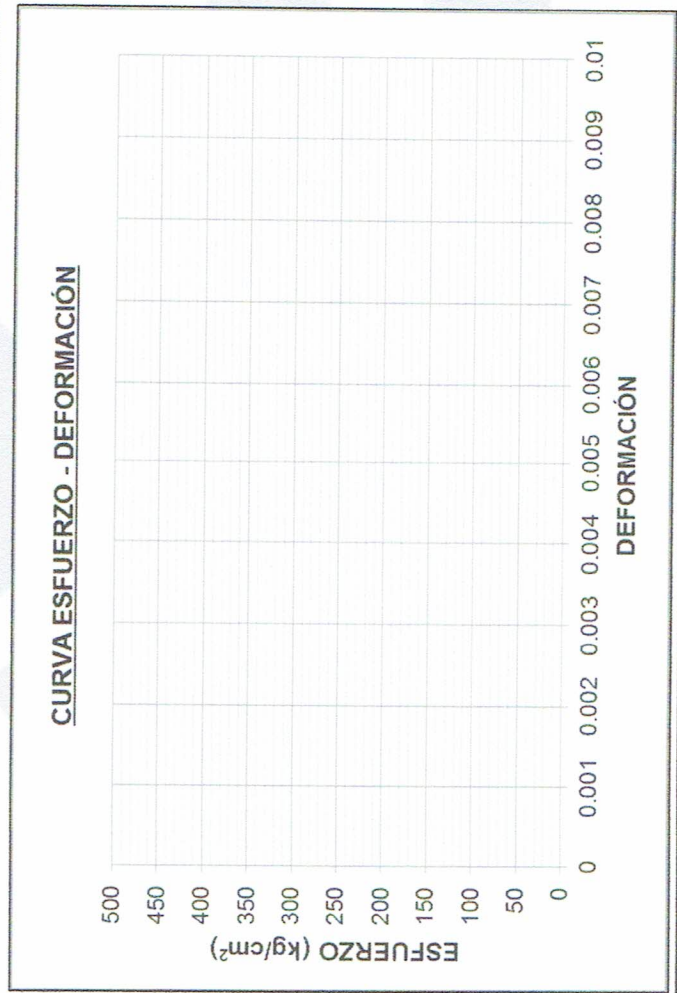
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|-----------------|---|---|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|------------------------|-----------------------|
| ID. PROBETA: | P4-10% | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.897 / 14.899 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 03/11/2016 | ÁREA (cm²): | 174.32 |
| FECHA DE ENSAYO: | 10/11/2016 | RESPONSABLE: | Julia Cholan de la C. |
| EDAD DE LA PROBETA: | 07 días | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravina A. |

| Nº | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 1.50 | | |
| 3 | 2000 | 1.70 | | |
| 4 | 3000 | 1.85 | | |
| 5 | 4000 | 2.00 | | |
| 6 | 5000 | 2.15 | | |
| 7 | 6000 | 2.23 | | |
| 8 | 7000 | 2.27 | | |
| 9 | 8000 | 2.30 | | |
| 10 | 9000 | 2.33 | | |
| 11 | 10000 | 2.36 | | |
| 12 | 11000 | 2.40 | | |
| 13 | 12000 | 2.43 | | |
| 14 | 13000 | 2.49 | | |
| 15 | 14000 | 2.53 | | |
| 16 | 15000 | 2.57 | | |
| 17 | 16000 | 2.61 | | |
| 18 | 17000 | 2.65 | | |
| 19 | 18000 | 2.69 | | |
| 20 | 19000 | 2.73 | | |
| 21 | 20000 | 2.77 | | |
| 22 | 21000 | 2.81 | | |
| 23 | 21698 | 2.85 | | |
| 24 | | | | |
| 25 | | | | |
| 26 | | | | |
| 27 | | | | |
| 28 | | | | |
| 29 | | | | |
| 30 | | | | |
| 31 | | | | |
| 32 | | | | |
| 33 | | | | |
| 34 | | | | |
| 35 | | | | |
| 36 | | | | |
| 37 | | | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |



OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|-----------------------------|---------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Victor Hugo Pacheco | NOMBRE: Ing. Ravina |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



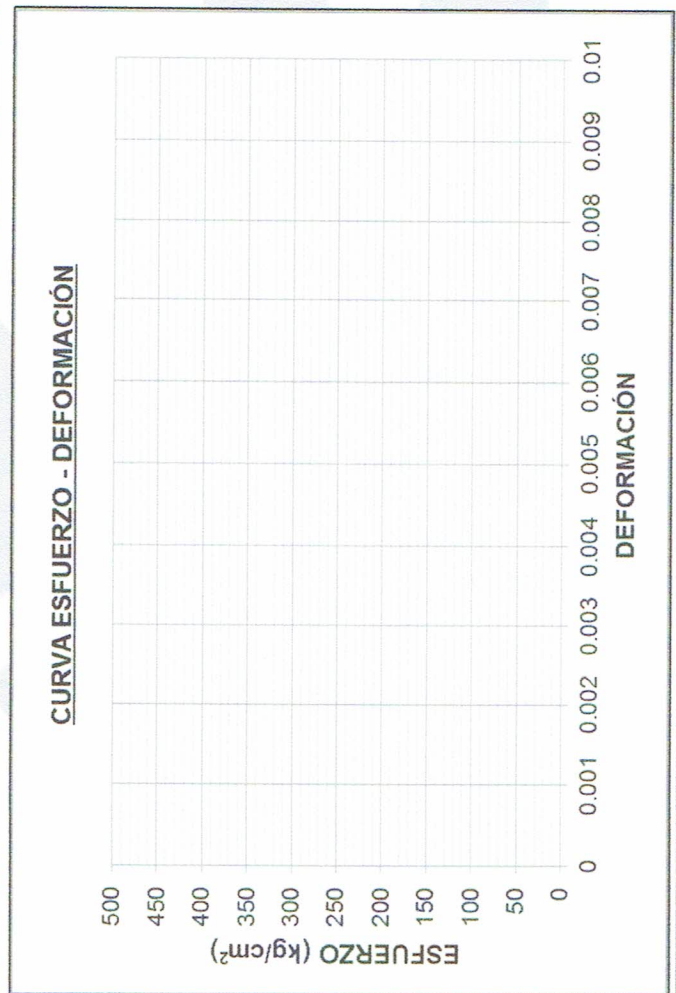
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|-----------------|---|---|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|------------------------|-----------------------|
| ID. PROBETA: | P5-10% | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.965 / 14.950 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 07/11/2016 | ÁREA (cm²): | 175.71 |
| FECHA DE ENSAYO: | 14/11/2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la C. |
| EDAD DE LA PROBETA: | 07 días | REVISADO POR: | Ina. Irene Ravines A. |

| Nº | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 1.82 | | |
| 3 | 2000 | 1.89 | | |
| 4 | 3000 | 1.93 | | |
| 5 | 4000 | 1.98 | | |
| 6 | 5000 | 2.02 | | |
| 7 | 6000 | 2.07 | | |
| 8 | 7000 | 2.11 | | |
| 9 | 8000 | 2.15 | | |
| 10 | 9000 | 2.19 | | |
| 11 | 10000 | 2.24 | | |
| 12 | 11000 | 2.27 | | |
| 13 | 12000 | 2.32 | | |
| 14 | 13000 | 2.35 | | |
| 15 | 14000 | 2.38 | | |
| 16 | 15000 | 2.41 | | |
| 17 | 16000 | 2.44 | | |
| 18 | 17000 | 2.47 | | |
| 19 | 18000 | 2.52 | | |
| 20 | 19000 | 2.59 | | |
| 21 | 20000 | 2.64 | | |
| 22 | 21000 | 2.70 | | |
| 23 | 22000 | 2.75 | | |
| 24 | 23000 | 2.81 | | |
| 25 | 23167 | 2.85 | | |
| 26 | | | | |
| 27 | | | | |
| 28 | | | | |
| 29 | | | | |
| 30 | | | | |
| 31 | | | | |
| 32 | | | | |
| 33 | | | | |
| 34 | | | | |
| 35 | | | | |
| 36 | | | | |
| 37 | | | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |



OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|-------------------------------|-----------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Victor Quispe Minchan | NOMBRE: Irene Ravines |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



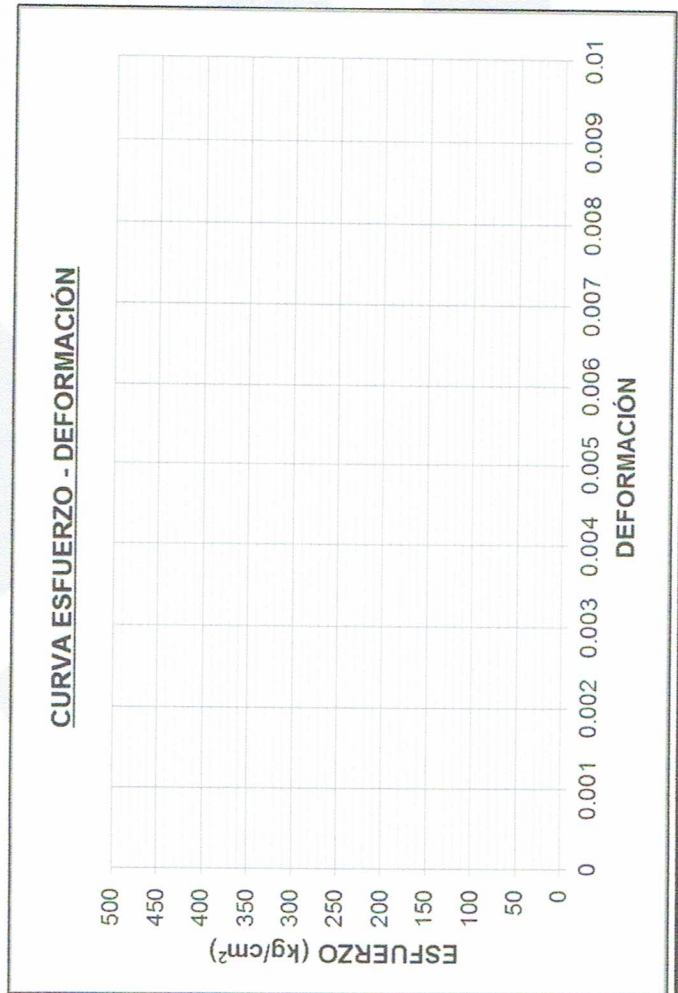
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|-----------------|---|---|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 - ASTM C39 - NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|------------------------|-----------------------|
| ID. PROBETA: | P6-107 | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.961 / 14.935 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 07/11/2016 | ÁREA (cm²): | 175.49 |
| FECHA DE ENSAYO: | 14/11/2016 | RESPONSABLE: | Julia Cholan de la C. |
| EDAD DE LA PROBETA: | 07 días | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines A. |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 1.66 | | |
| 3 | 2000 | 1.74 | | |
| 4 | 3000 | 1.78 | | |
| 5 | 4000 | 1.83 | | |
| 6 | 5000 | 1.87 | | |
| 7 | 6000 | 1.92 | | |
| 8 | 7000 | 1.96 | | |
| 9 | 8000 | 2.00 | | |
| 10 | 9000 | 2.04 | | |
| 11 | 10000 | 2.09 | | |
| 12 | 11000 | 2.12 | | |
| 13 | 12000 | 2.17 | | |
| 14 | 13000 | 2.20 | | |
| 15 | 14000 | 2.26 | | |
| 16 | 15000 | 2.29 | | |
| 17 | 16000 | 2.32 | | |
| 18 | 17000 | 2.37 | | |
| 19 | 18000 | 2.40 | | |
| 20 | 19000 | 2.44 | | |
| 21 | 20000 | 2.47 | | |
| 22 | 21000 | 2.52 | | |
| 23 | 22000 | 2.57 | | |
| 24 | 22752 | 2.62 | | |
| 25 | | | | |
| 26 | | | | |
| 27 | | | | |
| 28 | | | | |
| 29 | | | | |
| 30 | | | | |
| 31 | | | | |
| 32 | | | | |
| 33 | | | | |
| 34 | | | | |
| 35 | | | | |
| 36 | | | | |
| 37 | | | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |



OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julia Cholan de la Cruz | NOMBRE: Victor Hugo Minchan | NOMBRE: Irene Ravines |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|-----------------|---|---|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|------------------------|-------------------------|
| ID. PROBETA: | P7 - 10% | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.956 / 14.964 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 04/11/2016 | ÁREA (cm²): | 175.66 |
| FECHA DE ENSAYO: | 18/11/2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| EDAD DE LA PROBETA: | 14 días | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines A. |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 1.50 | | |
| 3 | 2000 | 2.05 | | |
| 4 | 3000 | 2.17 | | |
| 5 | 4000 | 2.30 | | |
| 6 | 5000 | 2.38 | | |
| 7 | 6000 | 2.45 | | |
| 8 | 7000 | 2.50 | | |
| 9 | 8000 | 2.55 | | |
| 10 | 9000 | 2.62 | | |
| 11 | 10000 | 2.70 | | |
| 12 | 11000 | 2.75 | | |
| 13 | 12000 | 2.80 | | |
| 14 | 13000 | 2.90 | | |
| 15 | 14000 | 3.00 | | |
| 16 | 15000 | 3.06 | | |
| 17 | 16000 | 3.10 | | |
| 18 | 17000 | 3.14 | | |
| 19 | 18000 | 3.20 | | |
| 20 | 19000 | 3.25 | | |
| 21 | 20000 | 3.30 | | |
| 22 | 21000 | 3.41 | | |
| 23 | 22000 | 3.50 | | |
| 24 | 23000 | 3.56 | | |
| 25 | 24000 | 3.62 | | |
| 26 | 25000 | 3.71 | | |
| 27 | 26000 | 3.79 | | |
| 28 | 27000 | 3.85 | | |
| 29 | 28000 | 3.90 | | |
| 30 | 29000 | 3.92 | | |
| 31 | 30000 | 3.96 | | |
| 32 | 30105 | 3.99 | | |
| 33 | | | | |
| 34 | | | | |
| 35 | | | | |
| 36 | | | | |
| 37 | | | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 43 | | | | |
| 44 | | | | |
| 45 | | | | |
| 46 | | | | |
| 47 | | | | |
| 48 | | | | |
| 49 | | | | |
| 50 | | | | |
| 51 | | | | |
| 52 | | | | |
| 53 | | | | |
| 54 | | | | |
| 55 | | | | |
| 56 | | | | |
| 57 | | | | |
| 58 | | | | |
| 59 | | | | |
| 60 | | | | |
| 61 | | | | |
| 62 | | | | |
| 63 | | | | |
| 64 | | | | |
| 65 | | | | |
| 66 | | | | |
| 67 | | | | |
| 68 | | | | |
| 69 | | | | |
| 70 | | | | |
| 71 | | | | |
| 72 | | | | |
| 73 | | | | |
| 74 | | | | |
| 75 | | | | |
| 76 | | | | |
| 77 | | | | |
| 78 | | | | |
| 79 | | | | |
| 80 | | | | |
| 81 | | | | |
| 82 | | | | |
| 83 | | | | |
| 84 | | | | |

OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Victor Hugo Rinchan | NOMBRE: Ing. Irene Ravines A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|-----------------|---|---|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 - ASTM C39 - NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|------------------------|-------------------------|
| ID. PROBETA: | P8 -10% | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.968 / 14.965 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 04/11/2016 | ÁREA (cm²): | 175.93 |
| FECHA DE ENSAYO: | 18/11/2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| EDAD DE LA PROBETA: | 14 días | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines A. |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 0.70 | | |
| 3 | 2000 | 0.95 | | |
| 4 | 3000 | 1.20 | | |
| 5 | 4000 | 1.40 | | |
| 6 | 5000 | 1.65 | | |
| 7 | 6000 | 1.86 | | |
| 8 | 7000 | 2.10 | | |
| 9 | 8000 | 2.22 | | |
| 10 | 9000 | 2.30 | | |
| 11 | 10000 | 2.40 | | |
| 12 | 11000 | 2.48 | | |
| 13 | 12000 | 2.55 | | |
| 14 | 13000 | 2.58 | | |
| 15 | 14000 | 2.60 | | |
| 16 | 15000 | 2.65 | | |
| 17 | 16000 | 2.70 | | |
| 18 | 17000 | 2.83 | | |
| 19 | 18000 | 2.90 | | |
| 20 | 19000 | 2.95 | | |
| 21 | 20000 | 3.00 | | |
| 22 | 21000 | 3.06 | | |
| 23 | 22000 | 3.12 | | |
| 24 | 23000 | 3.16 | | |
| 25 | 24000 | 3.20 | | |
| 26 | 25000 | 3.24 | | |
| 27 | 26000 | 3.29 | | |
| 28 | 27000 | 3.35 | | |
| 29 | 28000 | 3.40 | | |
| 30 | 29000 | 3.44 | | |
| 31 | 30000 | 3.49 | | |
| 32 | 31000 | 3.54 | | |
| 33 | 31274 | 3.57 | | |
| 34 | | | | |
| 35 | | | | |
| 36 | | | | |
| 37 | | | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 43 | | | | |
| 44 | | | | |
| 45 | | | | |
| 46 | | | | |
| 47 | | | | |
| 48 | | | | |
| 49 | | | | |
| 50 | | | | |
| 51 | | | | |
| 52 | | | | |
| 53 | | | | |
| 54 | | | | |
| 55 | | | | |
| 56 | | | | |
| 57 | | | | |
| 58 | | | | |
| 59 | | | | |
| 60 | | | | |
| 61 | | | | |
| 62 | | | | |
| 63 | | | | |
| 64 | | | | |
| 65 | | | | |
| 66 | | | | |
| 67 | | | | |
| 68 | | | | |
| 69 | | | | |
| 70 | | | | |
| 71 | | | | |
| 72 | | | | |
| 73 | | | | |
| 74 | | | | |
| 75 | | | | |
| 76 | | | | |
| 77 | | | | |
| 78 | | | | |
| 79 | | | | |
| 80 | | | | |
| 81 | | | | |
| 82 | | | | |
| 83 | | | | |
| 84 | | | | |

OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julia Cholan de la Cruz | NOMBRE: Victor Hugo Minchan | NOMBRE: Ing. Irene Ravines A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|-----------------|---|---|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|------------------------|-------------------------|
| ID. PROBETA: | P9-101 | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.964 / 14.965 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 04/11/2016 | ÁREA (cm²): | 175.88 |
| FECHA DE ENSAYO: | 18/11/2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| EDAD DE LA PROBETA: | 14 días | REVISADO POR: | Ing. Irene Pavines A. |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 0.95 | | |
| 3 | 2000 | 1.18 | | |
| 4 | 3000 | 1.30 | | |
| 5 | 4000 | 1.38 | | |
| 6 | 5000 | 1.45 | | |
| 7 | 6000 | 1.53 | | |
| 8 | 7000 | 1.60 | | |
| 9 | 8000 | 1.65 | | |
| 10 | 9000 | 1.70 | | |
| 11 | 10000 | 1.80 | | |
| 12 | 11000 | 1.90 | | |
| 13 | 12000 | 1.95 | | |
| 14 | 13000 | 2.00 | | |
| 15 | 14000 | 2.05 | | |
| 16 | 15000 | 2.10 | | |
| 17 | 16000 | 2.15 | | |
| 18 | 17000 | 2.20 | | |
| 19 | 18000 | 2.25 | | |
| 20 | 19000 | 2.30 | | |
| 21 | 20000 | 2.35 | | |
| 22 | 21000 | 2.40 | | |
| 23 | 22000 | 2.45 | | |
| 24 | 23000 | 2.50 | | |
| 25 | 24000 | 2.56 | | |
| 26 | 25000 | 2.60 | | |
| 27 | 26000 | 2.65 | | |
| 28 | 27000 | 2.70 | | |
| 29 | 28000 | 2.74 | | |
| 30 | 29000 | 2.79 | | |
| 31 | 29606 | 2.82 | | |
| 32 | | | | |
| 33 | | | | |
| 34 | | | | |
| 35 | | | | |
| 36 | | | | |
| 37 | | | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 43 | | | | |
| 44 | | | | |
| 45 | | | | |
| 46 | | | | |
| 47 | | | | |
| 48 | | | | |
| 49 | | | | |
| 50 | | | | |
| 51 | | | | |
| 52 | | | | |
| 53 | | | | |
| 54 | | | | |
| 55 | | | | |
| 56 | | | | |
| 57 | | | | |
| 58 | | | | |
| 59 | | | | |
| 60 | | | | |
| 61 | | | | |
| 62 | | | | |
| 63 | | | | |
| 64 | | | | |
| 65 | | | | |
| 66 | | | | |
| 67 | | | | |
| 68 | | | | |
| 69 | | | | |
| 70 | | | | |
| 71 | | | | |
| 72 | | | | |
| 73 | | | | |
| 74 | | | | |
| 75 | | | | |
| 76 | | | | |
| 77 | | | | |
| 78 | | | | |
| 79 | | | | |
| 80 | | | | |
| 81 | | | | |
| 82 | | | | |
| 83 | | | | |
| 84 | | | | |

OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Victor Cuzco Rinchan | NOMBRE: Ing. Irene Pavines A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|-----------------|---|---|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 - ASTM C39 - NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|----------------|------------------------|-------------------------|
| ID. PROBETA: | P10 - 10% | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.922 / 14.926 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 04 / 11 / 2016 | ÁREA (cm²): | 174.93 |
| FECHA DE ENSAYO: | 18 / 11 / 2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| EDAD DE LA PROBETA: | 14 días | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines A. |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm2) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 1.40 | | |
| 3 | 2000 | 1.50 | | |
| 4 | 3000 | 1.58 | | |
| 5 | 4000 | 1.64 | | |
| 6 | 5000 | 1.69 | | |
| 7 | 6000 | 1.74 | | |
| 8 | 7000 | 1.78 | | |
| 9 | 8000 | 1.83 | | |
| 10 | 9000 | 1.86 | | |
| 11 | 10000 | 1.90 | | |
| 12 | 11000 | 1.95 | | |
| 13 | 12000 | 1.98 | | |
| 14 | 13000 | 2.04 | | |
| 15 | 14000 | 2.08 | | |
| 16 | 15000 | 2.13 | | |
| 17 | 16000 | 2.18 | | |
| 18 | 17000 | 2.24 | | |
| 19 | 18000 | 2.30 | | |
| 20 | 19000 | 2.36 | | |
| 21 | 20000 | 2.42 | | |
| 22 | 21000 | 2.47 | | |
| 23 | 22000 | 2.52 | | |
| 24 | 23000 | 2.58 | | |
| 25 | 24000 | 2.63 | | |
| 26 | 25000 | 2.67 | | |
| 27 | 26000 | 2.71 | | |
| 28 | 27000 | 2.77 | | |
| 29 | 28000 | 2.82 | | |
| 30 | 28732 | 2.86 | | |
| 31 | | | | |
| 32 | | | | |
| 33 | | | | |
| 34 | | | | |
| 35 | | | | |
| 36 | | | | |
| 37 | | | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm2) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 43 | | | | |
| 44 | | | | |
| 45 | | | | |
| 46 | | | | |
| 47 | | | | |
| 48 | | | | |
| 49 | | | | |
| 50 | | | | |
| 51 | | | | |
| 52 | | | | |
| 53 | | | | |
| 54 | | | | |
| 55 | | | | |
| 56 | | | | |
| 57 | | | | |
| 58 | | | | |
| 59 | | | | |
| 60 | | | | |
| 61 | | | | |
| 62 | | | | |
| 63 | | | | |
| 64 | | | | |
| 65 | | | | |
| 66 | | | | |
| 67 | | | | |
| 68 | | | | |
| 69 | | | | |
| 70 | | | | |
| 71 | | | | |
| 72 | | | | |
| 73 | | | | |
| 74 | | | | |
| 75 | | | | |
| 76 | | | | |
| 77 | | | | |
| 78 | | | | |
| 79 | | | | |
| 80 | | | | |
| 81 | | | | |
| 82 | | | | |
| 83 | | | | |
| 84 | | | | |

OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Victor Guzo Rinchan | NOMBRE: Ing. Irene Ravines A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|-----------------|---|---|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|----------------|------------------------|-------------------------|
| ID. PROBETA: | P11 - 10% | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.854 / 14.852 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 04 / 11 / 2016 | ÁREA (cm²): | 173.27 |
| FECHA DE ENSAYO: | 18 / 11 / 2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| EDAD DE LA PROBETA: | 14 días | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines A. |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm2) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 0.86 | | |
| 3 | 2000 | 0.90 | | |
| 4 | 3000 | 0.95 | | |
| 5 | 4000 | 1.00 | | |
| 6 | 5000 | 1.04 | | |
| 7 | 6000 | 1.09 | | |
| 8 | 7000 | 1.13 | | |
| 9 | 8000 | 1.19 | | |
| 10 | 9000 | 1.23 | | |
| 11 | 10000 | 1.28 | | |
| 12 | 11000 | 1.33 | | |
| 13 | 12000 | 1.37 | | |
| 14 | 13000 | 1.42 | | |
| 15 | 14000 | 1.47 | | |
| 16 | 15000 | 1.53 | | |
| 17 | 16000 | 1.59 | | |
| 18 | 17000 | 1.64 | | |
| 19 | 18000 | 1.68 | | |
| 20 | 19000 | 1.71 | | |
| 21 | 20000 | 1.75 | | |
| 22 | 21000 | 1.79 | | |
| 23 | 22000 | 1.83 | | |
| 24 | 23000 | 1.88 | | |
| 25 | 24000 | 1.93 | | |
| 26 | 25000 | 1.99 | | |
| 27 | 26000 | 2.03 | | |
| 28 | 27000 | 2.07 | | |
| 29 | 28000 | 2.12 | | |
| 30 | 29000 | 2.16 | | |
| 31 | 29652 | 2.21 | | |
| 32 | | | | |
| 33 | | | | |
| 34 | | | | |
| 35 | | | | |
| 36 | | | | |
| 37 | | | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm2) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 43 | | | | |
| 44 | | | | |
| 45 | | | | |
| 46 | | | | |
| 47 | | | | |
| 48 | | | | |
| 49 | | | | |
| 50 | | | | |
| 51 | | | | |
| 52 | | | | |
| 53 | | | | |
| 54 | | | | |
| 55 | | | | |
| 56 | | | | |
| 57 | | | | |
| 58 | | | | |
| 59 | | | | |
| 60 | | | | |
| 61 | | | | |
| 62 | | | | |
| 63 | | | | |
| 64 | | | | |
| 65 | | | | |
| 66 | | | | |
| 67 | | | | |
| 68 | | | | |
| 69 | | | | |
| 70 | | | | |
| 71 | | | | |
| 72 | | | | |
| 73 | | | | |
| 74 | | | | |
| 75 | | | | |
| 76 | | | | |
| 77 | | | | |
| 78 | | | | |
| 79 | | | | |
| 80 | | | | |
| 81 | | | | |
| 82 | | | | |
| 83 | | | | |
| 84 | | | | |

OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Victor Hugo Minchan | NOMBRE: Ing. Irene Ravines A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|-----------------|---|---|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 - ASTM C39 - NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|----------------|------------------------|-------------------------|
| ID. PROBETA: | P12 - 10/ | DIAMETRO PROBETA (cm): | 15.040 / 15.039 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 04 / 11 / 2016 | ÁREA (cm²): | 177.65 |
| FECHA DE ENSAYO: | 18 / 11 / 2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| EDAD DE LA PROBETA: | 14 días | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines A. |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 1.31 | | |
| 3 | 2000 | 1.38 | | |
| 4 | 3000 | 1.46 | | |
| 5 | 4000 | 1.52 | | |
| 6 | 5000 | 1.57 | | |
| 7 | 6000 | 1.62 | | |
| 8 | 7000 | 1.66 | | |
| 9 | 8000 | 1.71 | | |
| 10 | 9000 | 1.75 | | |
| 11 | 10000 | 1.79 | | |
| 12 | 11000 | 1.83 | | |
| 13 | 12000 | 1.87 | | |
| 14 | 13000 | 1.91 | | |
| 15 | 14000 | 1.96 | | |
| 16 | 15000 | 2.01 | | |
| 17 | 16000 | 2.05 | | |
| 18 | 17000 | 2.11 | | |
| 19 | 18000 | 2.17 | | |
| 20 | 19000 | 2.22 | | |
| 21 | 20000 | 2.28 | | |
| 22 | 21000 | 2.30 | | |
| 23 | 22000 | 2.34 | | |
| 24 | 23000 | 2.37 | | |
| 25 | 24000 | 2.41 | | |
| 26 | 25000 | 2.45 | | |
| 27 | 26000 | 2.49 | | |
| 28 | 27000 | 2.54 | | |
| 29 | 28000 | 2.59 | | |
| 30 | 29000 | 2.63 | | |
| 31 | 30000 | 3.09 | | |
| 32 | 30377 | 3.13 | | |
| 33 | | | | |
| 34 | | | | |
| 35 | | | | |
| 36 | | | | |
| 37 | | | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 43 | | | | |
| 44 | | | | |
| 45 | | | | |
| 46 | | | | |
| 47 | | | | |
| 48 | | | | |
| 49 | | | | |
| 50 | | | | |
| 51 | | | | |
| 52 | | | | |
| 53 | | | | |
| 54 | | | | |
| 55 | | | | |
| 56 | | | | |
| 57 | | | | |
| 58 | | | | |
| 59 | | | | |
| 60 | | | | |
| 61 | | | | |
| 62 | | | | |
| 63 | | | | |
| 64 | | | | |
| 65 | | | | |
| 66 | | | | |
| 67 | | | | |
| 68 | | | | |
| 69 | | | | |
| 70 | | | | |
| 71 | | | | |
| 72 | | | | |
| 73 | | | | |
| 74 | | | | |
| 75 | | | | |
| 76 | | | | |
| 77 | | | | |
| 78 | | | | |
| 79 | | | | |
| 80 | | | | |
| 81 | | | | |
| 82 | | | | |
| 83 | | | | |
| 84 | | | | |

OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Victor Hugo Hinchan | NOMBRE: Ing. Irene Ravines A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|-----------------|---|---|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|--------------------------|-------------------------|
| ID. PROBETA: | P13 - 10% | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.99 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 07/11/2016 | ÁREA (cm ²): | 175.89 |
| FECHA DE ENSAYO: | 05/12/2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| EDAD DE LA PROBETA: | 28 días | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines A. |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm ²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|--------------------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 2.22 | | |
| 3 | 2000 | 2.27 | | |
| 4 | 3000 | 2.33 | | |
| 5 | 4000 | 2.36 | | |
| 6 | 5000 | 2.40 | | |
| 7 | 6000 | 2.46 | | |
| 8 | 7000 | 2.49 | | |
| 9 | 8000 | 2.53 | | |
| 10 | 9000 | 2.58 | | |
| 11 | 10000 | 2.63 | | |
| 12 | 11000 | 2.69 | | |
| 13 | 12000 | 2.72 | | |
| 14 | 13000 | 2.76 | | |
| 15 | 14000 | 2.81 | | |
| 16 | 15000 | 2.86 | | |
| 17 | 16000 | 2.92 | | |
| 18 | 17000 | 2.95 | | |
| 19 | 18000 | 2.99 | | |
| 20 | 19000 | 3.05 | | |
| 21 | 20000 | 3.08 | | |
| 22 | 21000 | 3.12 | | |
| 23 | 22000 | 3.17 | | |
| 24 | 23000 | 3.21 | | |
| 25 | 24000 | 3.27 | | |
| 26 | 25000 | 3.30 | | |
| 27 | 26000 | 3.34 | | |
| 28 | 27000 | 3.39 | | |
| 29 | 28000 | 3.44 | | |
| 30 | 29000 | 3.50 | | |
| 31 | 30000 | 3.53 | | |
| 32 | 31000 | 3.57 | | |
| 33 | 32000 | 3.62 | | |
| 34 | 33000 | 3.67 | | |
| 35 | 33105 | 3.71 | | |
| 36 | | | | |
| 37 | | | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm ²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|--------------------------------|--------------|
| 43 | | | | |
| 44 | | | | |
| 45 | | | | |
| 46 | | | | |
| 47 | | | | |
| 48 | | | | |
| 49 | | | | |
| 50 | | | | |
| 51 | | | | |
| 52 | | | | |
| 53 | | | | |
| 54 | | | | |
| 55 | | | | |
| 56 | | | | |
| 57 | | | | |
| 58 | | | | |
| 59 | | | | |
| 60 | | | | |
| 61 | | | | |
| 62 | | | | |
| 63 | | | | |
| 64 | | | | |
| 65 | | | | |
| 66 | | | | |
| 67 | | | | |
| 68 | | | | |
| 69 | | | | |
| 70 | | | | |
| 71 | | | | |
| 72 | | | | |
| 73 | | | | |
| 74 | | | | |
| 75 | | | | |
| 76 | | | | |
| 77 | | | | |
| 78 | | | | |
| 79 | | | | |
| 80 | | | | |
| 81 | | | | |
| 82 | | | | |
| 83 | | | | |
| 84 | | | | |

OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Walter Cogo Mirchen | NOMBRE: Ing. Irene Ravines A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|----------|---|--|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|------------------------|-------------------------|
| ID. PROBETA: | P14-10% | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.95 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 07/11/2016 | ÁREA (cm²): | 175.42 |
| FECHA DE ENSAYO: | 05/12/2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| EDAD DE LA PROBETA: | 28 días | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines A. |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 1.60 | | |
| 3 | 2000 | 1.65 | | |
| 4 | 3000 | 1.70 | | |
| 5 | 4000 | 1.76 | | |
| 6 | 5000 | 1.79 | | |
| 7 | 6000 | 1.83 | | |
| 8 | 7000 | 1.89 | | |
| 9 | 8000 | 1.92 | | |
| 10 | 9000 | 1.96 | | |
| 11 | 10000 | 2.01 | | |
| 12 | 11000 | 2.06 | | |
| 13 | 12000 | 2.12 | | |
| 14 | 13000 | 2.15 | | |
| 15 | 14000 | 2.19 | | |
| 16 | 15000 | 2.24 | | |
| 17 | 16000 | 2.29 | | |
| 18 | 17000 | 2.35 | | |
| 19 | 18000 | 2.38 | | |
| 20 | 19000 | 2.42 | | |
| 21 | 20000 | 2.48 | | |
| 22 | 21000 | 2.51 | | |
| 23 | 22000 | 2.55 | | |
| 24 | 23000 | 2.60 | | |
| 25 | 24000 | 2.64 | | |
| 26 | 25000 | 2.70 | | |
| 27 | 26000 | 2.73 | | |
| 28 | 27000 | 2.77 | | |
| 29 | 28000 | 2.82 | | |
| 30 | 29000 | 2.87 | | |
| 31 | 30000 | 2.93 | | |
| 32 | 31000 | 2.96 | | |
| 33 | 32000 | 3.00 | | |
| 34 | 33000 | 3.05 | | |
| 35 | 34000 | 3.10 | | |
| 36 | 34274 | 3.14 | | |
| 37 | | | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 43 | | | | |
| 44 | | | | |
| 45 | | | | |
| 46 | | | | |
| 47 | | | | |
| 48 | | | | |
| 49 | | | | |
| 50 | | | | |
| 51 | | | | |
| 52 | | | | |
| 53 | | | | |
| 54 | | | | |
| 55 | | | | |
| 56 | | | | |
| 57 | | | | |
| 58 | | | | |
| 59 | | | | |
| 60 | | | | |
| 61 | | | | |
| 62 | | | | |
| 63 | | | | |
| 64 | | | | |
| 65 | | | | |
| 66 | | | | |
| 67 | | | | |
| 68 | | | | |
| 69 | | | | |
| 70 | | | | |
| 71 | | | | |
| 72 | | | | |
| 73 | | | | |
| 74 | | | | |
| 75 | | | | |
| 76 | | | | |
| 77 | | | | |
| 78 | | | | |
| 79 | | | | |
| 80 | | | | |
| 81 | | | | |
| 82 | | | | |
| 83 | | | | |
| 84 | | | | |

OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Victor Hugo Minchan | NOMBRE: Ing. Irene Ravines A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|----------|---|--|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|------------------------|-------------------------|
| ID. PROBETA: | P15 - 10% | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.94 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 07/11/2016 | ÁREA (cm²): | 175.19 |
| FECHA DE ENSAYO: | 05/12/2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| EDAD DE LA PROBETA: | 28 días | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines A. |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm2) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 2.05 | | |
| 3 | 2000 | 2.10 | | |
| 4 | 3000 | 2.14 | | |
| 5 | 4000 | 2.20 | | |
| 6 | 5000 | 2.23 | | |
| 7 | 6000 | 2.27 | | |
| 8 | 7000 | 2.32 | | |
| 9 | 8000 | 2.37 | | |
| 10 | 9000 | 2.42 | | |
| 11 | 10000 | 2.46 | | |
| 12 | 11000 | 2.50 | | |
| 13 | 12000 | 2.55 | | |
| 14 | 13000 | 2.59 | | |
| 15 | 14000 | 2.65 | | |
| 16 | 15000 | 2.68 | | |
| 17 | 16000 | 2.72 | | |
| 18 | 17000 | 2.77 | | |
| 19 | 18000 | 2.82 | | |
| 20 | 19000 | 2.88 | | |
| 21 | 20000 | 2.92 | | |
| 22 | 21000 | 2.98 | | |
| 23 | 22000 | 3.01 | | |
| 24 | 23000 | 3.05 | | |
| 25 | 24000 | 3.10 | | |
| 26 | 25000 | 3.15 | | |
| 27 | 26000 | 3.21 | | |
| 28 | 27000 | 3.24 | | |
| 29 | 28000 | 3.28 | | |
| 30 | 29000 | 3.33 | | |
| 31 | 30000 | 3.37 | | |
| 32 | 31000 | 3.43 | | |
| 33 | 32000 | 3.48 | | |
| 34 | 33000 | 3.54 | | |
| 35 | 34000 | 3.57 | | |
| 36 | 34606 | 3.61 | | |
| 37 | | | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm2) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 43 | | | | |
| 44 | | | | |
| 45 | | | | |
| 46 | | | | |
| 47 | | | | |
| 48 | | | | |
| 49 | | | | |
| 50 | | | | |
| 51 | | | | |
| 52 | | | | |
| 53 | | | | |
| 54 | | | | |
| 55 | | | | |
| 56 | | | | |
| 57 | | | | |
| 58 | | | | |
| 59 | | | | |
| 60 | | | | |
| 61 | | | | |
| 62 | | | | |
| 63 | | | | |
| 64 | | | | |
| 65 | | | | |
| 66 | | | | |
| 67 | | | | |
| 68 | | | | |
| 69 | | | | |
| 70 | | | | |
| 71 | | | | |
| 72 | | | | |
| 73 | | | | |
| 74 | | | | |
| 75 | | | | |
| 76 | | | | |
| 77 | | | | |
| 78 | | | | |
| 79 | | | | |
| 80 | | | | |
| 81 | | | | |
| 82 | | | | |
| 83 | | | | |
| 84 | | | | |

OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Victor Cuzco Alvarado | NOMBRE: Ing. Irene Ravines A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|-----------------|---|---|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 - ASTM C39 - NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|------------------------|-------------------------|
| ID. PROBETA: | P16-10% | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.94 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 07/11/2016 | ÁREA (cm²): | 175.30 |
| FECHA DE ENSAYO: | 05/12/2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| EDAD DE LA PROBETA: | 28 días | REVISADO POR: | Iny. Irene Racines A. |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 2.34 | | |
| 3 | 2000 | 2.39 | | |
| 4 | 3000 | 2.43 | | |
| 5 | 4000 | 2.49 | | |
| 6 | 5000 | 2.52 | | |
| 7 | 6000 | 2.56 | | |
| 8 | 7000 | 2.61 | | |
| 9 | 8000 | 2.66 | | |
| 10 | 9000 | 2.72 | | |
| 11 | 10000 | 2.75 | | |
| 12 | 11000 | 2.79 | | |
| 13 | 12000 | 2.84 | | |
| 14 | 13000 | 2.88 | | |
| 15 | 14000 | 2.94 | | |
| 16 | 15000 | 2.97 | | |
| 17 | 16000 | 3.01 | | |
| 18 | 17000 | 3.06 | | |
| 19 | 18000 | 3.11 | | |
| 20 | 19000 | 3.14 | | |
| 21 | 20000 | 3.21 | | |
| 22 | 21000 | 3.27 | | |
| 23 | 22000 | 3.30 | | |
| 24 | 23000 | 3.34 | | |
| 25 | 24000 | 3.39 | | |
| 26 | 25000 | 3.44 | | |
| 27 | 26000 | 3.50 | | |
| 28 | 27000 | 3.53 | | |
| 29 | 28000 | 3.57 | | |
| 30 | 29000 | 3.62 | | |
| 31 | 30000 | 3.66 | | |
| 32 | 31000 | 3.72 | | |
| 33 | 32000 | 3.77 | | |
| 34 | 33000 | 3.83 | | |
| 35 | 33732 | 3.86 | | |
| 36 | | | | |
| 37 | | | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 43 | | | | |
| 44 | | | | |
| 45 | | | | |
| 46 | | | | |
| 47 | | | | |
| 48 | | | | |
| 49 | | | | |
| 50 | | | | |
| 51 | | | | |
| 52 | | | | |
| 53 | | | | |
| 54 | | | | |
| 55 | | | | |
| 56 | | | | |
| 57 | | | | |
| 58 | | | | |
| 59 | | | | |
| 60 | | | | |
| 61 | | | | |
| 62 | | | | |
| 63 | | | | |
| 64 | | | | |
| 65 | | | | |
| 66 | | | | |
| 67 | | | | |
| 68 | | | | |
| 69 | | | | |
| 70 | | | | |
| 71 | | | | |
| 72 | | | | |
| 73 | | | | |
| 74 | | | | |
| 75 | | | | |
| 76 | | | | |
| 77 | | | | |
| 78 | | | | |
| 79 | | | | |
| 80 | | | | |
| 81 | | | | |
| 82 | | | | |
| 83 | | | | |
| 84 | | | | |

OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Víctor Sergio Hincha | NOMBRE: Iny. Irene Racines A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|----------|---|--|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|--------------------------|-------------------------|
| ID. PROBETA: | P17 - 10% | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.98 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 07/11/2016 | ÁREA (cm ²): | 176.13 |
| FECHA DE ENSAYO: | 05/12/2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| EDAD DE LA PROBETA: | 28 días | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines A. |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm ²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|--------------------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 2.37 | | |
| 3 | 2000 | 2.42 | | |
| 4 | 3000 | 2.46 | | |
| 5 | 4000 | 2.52 | | |
| 6 | 5000 | 2.57 | | |
| 7 | 6000 | 2.63 | | |
| 8 | 7000 | 2.66 | | |
| 9 | 8000 | 2.70 | | |
| 10 | 9000 | 2.75 | | |
| 11 | 10000 | 2.81 | | |
| 12 | 11000 | 2.85 | | |
| 13 | 12000 | 2.91 | | |
| 14 | 13000 | 2.94 | | |
| 15 | 14000 | 2.98 | | |
| 16 | 15000 | 3.03 | | |
| 17 | 16000 | 3.08 | | |
| 18 | 17000 | 3.14 | | |
| 19 | 18000 | 3.17 | | |
| 20 | 19000 | 3.21 | | |
| 21 | 20000 | 3.26 | | |
| 22 | 21000 | 3.30 | | |
| 23 | 22000 | 3.36 | | |
| 24 | 23000 | 3.41 | | |
| 25 | 24000 | 3.47 | | |
| 26 | 25000 | 3.50 | | |
| 27 | 26000 | 3.54 | | |
| 28 | 27000 | 3.59 | | |
| 29 | 28000 | 3.63 | | |
| 30 | 29000 | 3.69 | | |
| 31 | 30000 | 3.72 | | |
| 32 | 31000 | 3.76 | | |
| 33 | 32000 | 3.81 | | |
| 34 | 33000 | 3.86 | | |
| 35 | 34000 | 3.92 | | |
| 36 | 34652 | 3.96 | | |
| 37 | | | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm ²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|--------------------------------|--------------|
| 43 | | | | |
| 44 | | | | |
| 45 | | | | |
| 46 | | | | |
| 47 | | | | |
| 48 | | | | |
| 49 | | | | |
| 50 | | | | |
| 51 | | | | |
| 52 | | | | |
| 53 | | | | |
| 54 | | | | |
| 55 | | | | |
| 56 | | | | |
| 57 | | | | |
| 58 | | | | |
| 59 | | | | |
| 60 | | | | |
| 61 | | | | |
| 62 | | | | |
| 63 | | | | |
| 64 | | | | |
| 65 | | | | |
| 66 | | | | |
| 67 | | | | |
| 68 | | | | |
| 69 | | | | |
| 70 | | | | |
| 71 | | | | |
| 72 | | | | |
| 73 | | | | |
| 74 | | | | |
| 75 | | | | |
| 76 | | | | |
| 77 | | | | |
| 78 | | | | |
| 79 | | | | |
| 80 | | | | |
| 81 | | | | |
| 82 | | | | |
| 83 | | | | |
| 84 | | | | |

OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Ulises Cruzco Mincha | NOMBRE: Ing. Irene Ravines A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|-----------------|---|---|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|------------------------|-------------------------|
| ID. PROBETA: | P18 - 10% | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.95 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 07/11/2016 | ÁREA (cm²): | 175.54 |
| FECHA DE ENSAYO: | 05/12/2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| EDAD DE LA PROBETA: | 28 días | REVISADO POR: | Ing. Irene Favines A. |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 2.32 | | |
| 3 | 2000 | 2.37 | | |
| 4 | 3000 | 2.42 | | |
| 5 | 4000 | 2.48 | | |
| 6 | 5000 | 2.51 | | |
| 7 | 6000 | 2.55 | | |
| 8 | 7000 | 2.60 | | |
| 9 | 8000 | 2.64 | | |
| 10 | 9000 | 2.70 | | |
| 11 | 10000 | 2.75 | | |
| 12 | 11000 | 2.81 | | |
| 13 | 12000 | 2.84 | | |
| 14 | 13000 | 2.88 | | |
| 15 | 14000 | 2.93 | | |
| 16 | 15000 | 2.97 | | |
| 17 | 16000 | 3.03 | | |
| 18 | 17000 | 3.06 | | |
| 19 | 18000 | 3.10 | | |
| 20 | 19000 | 3.15 | | |
| 21 | 20000 | 3.20 | | |
| 22 | 21000 | 3.26 | | |
| 23 | 22000 | 3.30 | | |
| 24 | 23000 | 3.36 | | |
| 25 | 24000 | 3.41 | | |
| 26 | 25000 | 3.47 | | |
| 27 | 26000 | 3.50 | | |
| 28 | 27000 | 3.54 | | |
| 29 | 28000 | 3.59 | | |
| 30 | 29000 | 3.63 | | |
| 31 | 30000 | 3.69 | | |
| 32 | 31000 | 3.72 | | |
| 33 | 32000 | 3.76 | | |
| 34 | 33000 | 3.79 | | |
| 35 | 34000 | 3.83 | | |
| 36 | 35000 | 3.87 | | |
| 37 | 35377 | 3.91 | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 43 | | | | |
| 44 | | | | |
| 45 | | | | |
| 46 | | | | |
| 47 | | | | |
| 48 | | | | |
| 49 | | | | |
| 50 | | | | |
| 51 | | | | |
| 52 | | | | |
| 53 | | | | |
| 54 | | | | |
| 55 | | | | |
| 56 | | | | |
| 57 | | | | |
| 58 | | | | |
| 59 | | | | |
| 60 | | | | |
| 61 | | | | |
| 62 | | | | |
| 63 | | | | |
| 64 | | | | |
| 65 | | | | |
| 66 | | | | |
| 67 | | | | |
| 68 | | | | |
| 69 | | | | |
| 70 | | | | |
| 71 | | | | |
| 72 | | | | |
| 73 | | | | |
| 74 | | | | |
| 75 | | | | |
| 76 | | | | |
| 77 | | | | |
| 78 | | | | |
| 79 | | | | |
| 80 | | | | |
| 81 | | | | |
| 82 | | | | |
| 83 | | | | |
| 84 | | | | |

OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Víctor Hugo Hincharin | NOMBRE: Ing. Irene Favines A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



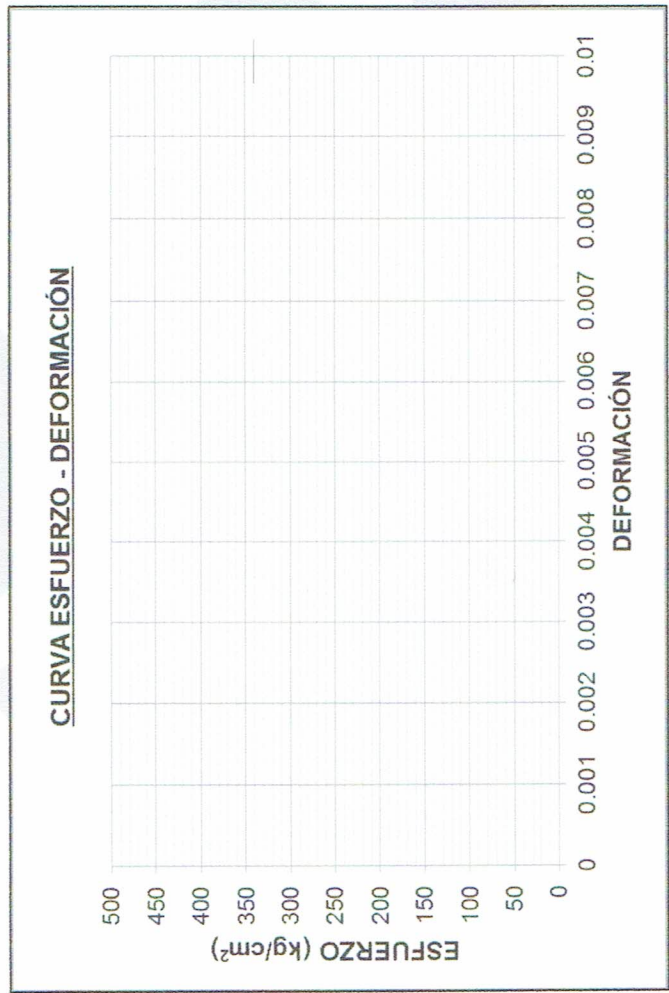
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|-----------------|---|---|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 - ASTM C39 - NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|------------------------|-----------------------|
| ID. PROBETA: | P2-15% | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.970 / 14.950 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 04/11/2016 | ÁREA (cm²): | 175.77 |
| FECHA DE ENSAYO: | 11/11/2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan |
| EDAD DE LA PROBETA: | 07 días | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines A. |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 1.08 | | |
| 3 | 2000 | 1.18 | | |
| 4 | 3000 | 1.29 | | |
| 5 | 4000 | 1.35 | | |
| 6 | 5000 | 1.43 | | |
| 7 | 6000 | 1.56 | | |
| 8 | 7000 | 1.67 | | |
| 9 | 8000 | 1.76 | | |
| 10 | 9000 | 1.85 | | |
| 11 | 10000 | 1.96 | | |
| 12 | 11000 | 2.03 | | |
| 13 | 12000 | 2.15 | | |
| 14 | 13000 | 2.24 | | |
| 15 | 14000 | 2.33 | | |
| 16 | 15000 | 2.45 | | |
| 17 | 16000 | 2.56 | | |
| 18 | 17000 | 2.70 | | |
| 19 | 18000 | 2.83 | | |
| 20 | 19000 | 2.92 | | |
| 21 | 20000 | 3.08 | | |
| 22 | 20767 | 3.17 | | |
| 23 | | | | |
| 24 | | | | |
| 25 | | | | |
| 26 | | | | |
| 27 | | | | |
| 28 | | | | |
| 29 | | | | |
| 30 | | | | |
| 31 | | | | |
| 32 | | | | |
| 33 | | | | |
| 34 | | | | |
| 35 | | | | |
| 36 | | | | |
| 37 | | | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |



OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Victor Eugenio Rinchen | NOMBRE: Ing. Irene Ravines A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



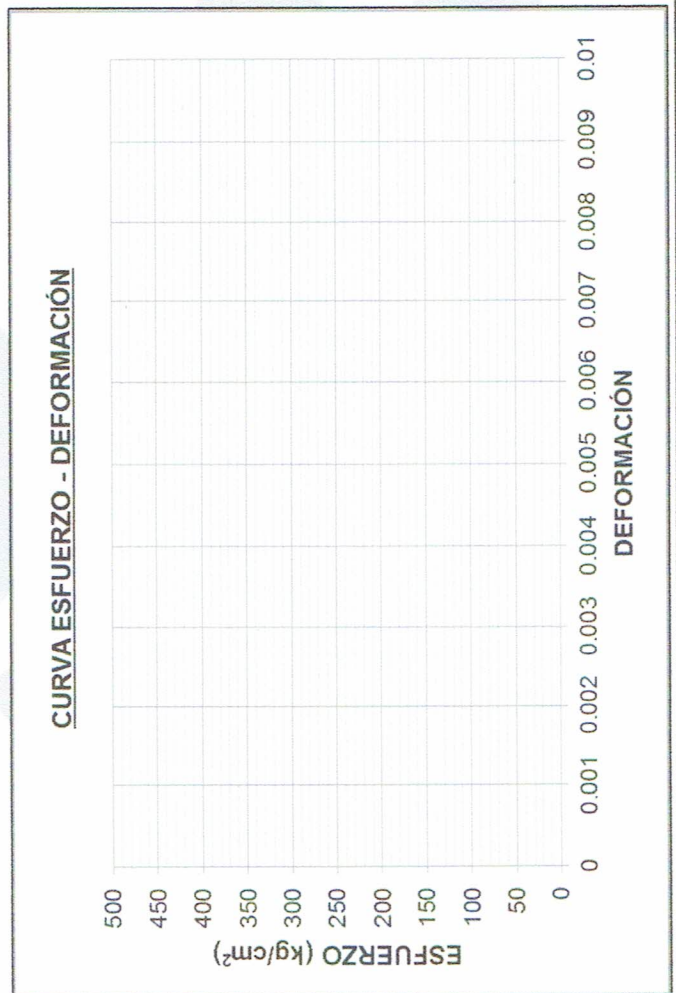
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|----------|---|--|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|--------------------------|-----------------------|
| ID. PROBETA: | P2-154 | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.910 / 14.940 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 04/11/2016 | ÁREA (cm ²): | 174.95 |
| FECHA DE ENSAYO: | 11/11/2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la C. |
| EDAD DE LA PROBETA: | 07 días | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines A |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm ²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|--------------------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 1.56 | | |
| 3 | 2000 | 1.67 | | |
| 4 | 3000 | 1.74 | | |
| 5 | 4000 | 1.88 | | |
| 6 | 5000 | 1.94 | | |
| 7 | 6000 | 2.07 | | |
| 8 | 7000 | 2.13 | | |
| 9 | 8000 | 2.25 | | |
| 10 | 9000 | 2.32 | | |
| 11 | 10000 | 2.42 | | |
| 12 | 11000 | 2.49 | | |
| 13 | 12000 | 2.59 | | |
| 14 | 13000 | 2.64 | | |
| 15 | 14000 | 2.74 | | |
| 16 | 15000 | 2.84 | | |
| 17 | 16000 | 2.93 | | |
| 18 | 17000 | 2.97 | | |
| 19 | 18000 | 3.05 | | |
| 20 | 19000 | 3.08 | | |
| 21 | 20000 | 3.13 | | |
| 22 | 21000 | 3.22 | | |
| 23 | 22000 | 3.27 | | |
| 24 | 22903 | 3.36 | | |
| 25 | | | | |
| 26 | | | | |
| 27 | | | | |
| 28 | | | | |
| 29 | | | | |
| 30 | | | | |
| 31 | | | | |
| 32 | | | | |
| 33 | | | | |
| 34 | | | | |
| 35 | | | | |
| 36 | | | | |
| 37 | | | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |



OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Victor Eugenio Hinchar | NOMBRE: Irene Ravines Agüero |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

ENSAYO

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE
TESTIGOS CILÍNDRICOS

CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
RCTC-LC-UPNC:

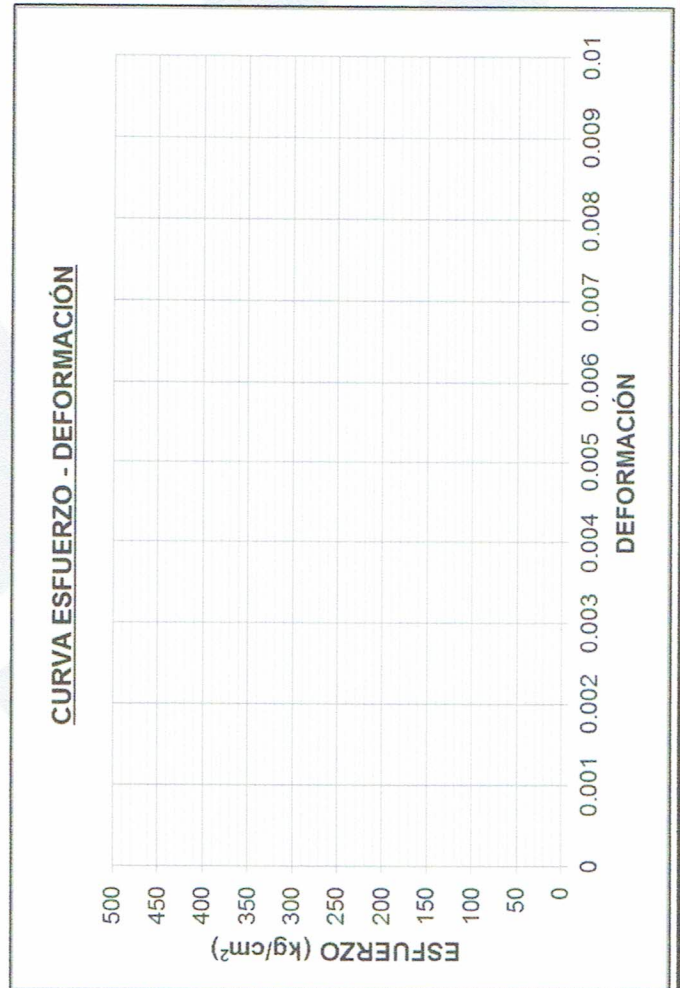
NORMA

MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034

PROYECTO

| | | | |
|-----------------------|------------|--------------------------|-----------------------|
| ID. PROBETA: | P3-15% | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.940 / 14.940 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 04/11/2016 | ÁREA (cm ²): | 175.30 |
| FECHA DE ENSAYO: | 11/11/2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la C. |
| EDAD DE LA PROBETA: | 07 días | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines A. |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm ²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|--------------------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 1.58 | | |
| 3 | 2000 | 1.70 | | |
| 4 | 3000 | 1.76 | | |
| 5 | 4000 | 1.91 | | |
| 6 | 5000 | 1.96 | | |
| 7 | 6000 | 2.10 | | |
| 8 | 7000 | 2.15 | | |
| 9 | 8000 | 2.22 | | |
| 10 | 9000 | 2.34 | | |
| 11 | 10000 | 2.45 | | |
| 12 | 11000 | 2.51 | | |
| 13 | 12000 | 2.61 | | |
| 14 | 13000 | 2.66 | | |
| 15 | 14000 | 2.77 | | |
| 16 | 15000 | 2.86 | | |
| 17 | 16000 | 2.96 | | |
| 18 | 17000 | 2.99 | | |
| 19 | 18000 | 3.08 | | |
| 20 | 19000 | 3.10 | | |
| 21 | 20000 | 3.16 | | |
| 22 | 21000 | 3.24 | | |
| 23 | 21835 | 3.30 | | |
| 24 | | | | |
| 25 | | | | |
| 26 | | | | |
| 27 | | | | |
| 28 | | | | |
| 29 | | | | |
| 30 | | | | |
| 31 | | | | |
| 32 | | | | |
| 33 | | | | |
| 34 | | | | |
| 35 | | | | |
| 36 | | | | |
| 37 | | | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |



OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Víctor Hugo Minchan | NOMBRE: Irene Ravines Agüero |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



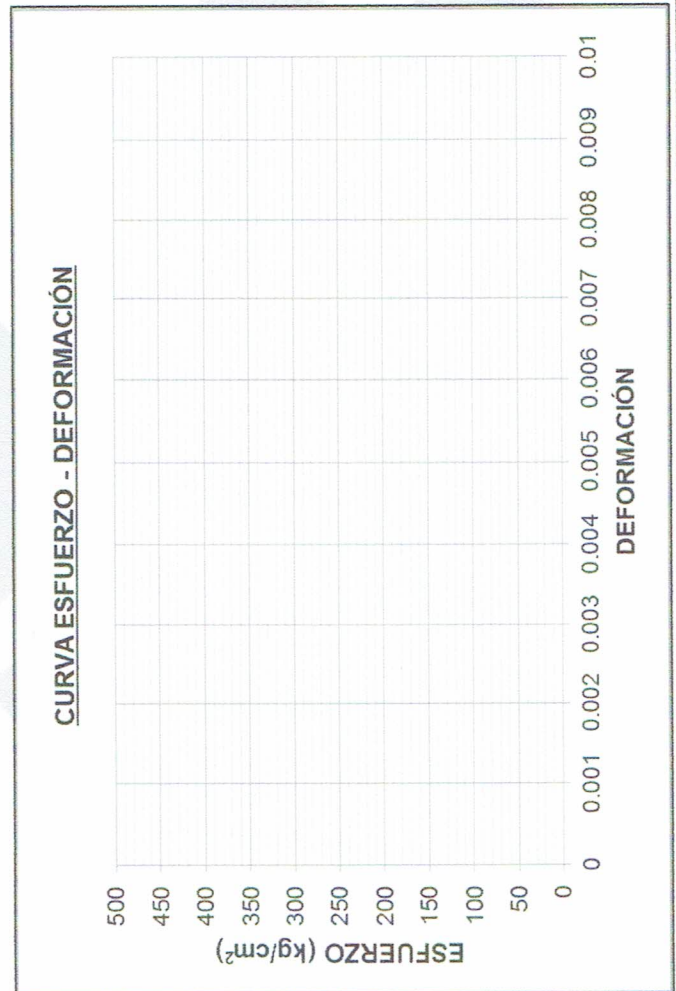
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|-----------------|---|---|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|------------------------|-------------------------|
| ID. PROBETA: | P4 - 15% | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.960 / 14.990 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 04/11/2016 | ÁREA (cm²): | 176.13 |
| FECHA DE ENSAYO: | 11/11/2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| EDAD DE LA PROBETA: | 07 días | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines A. |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 1.29 | | |
| 3 | 2000 | 1.55 | | |
| 4 | 3000 | 1.81 | | |
| 5 | 4000 | 1.96 | | |
| 6 | 5000 | 2.07 | | |
| 7 | 6000 | 2.20 | | |
| 8 | 7000 | 2.30 | | |
| 9 | 8000 | 2.43 | | |
| 10 | 9000 | 2.53 | | |
| 11 | 10000 | 2.70 | | |
| 12 | 11000 | 2.80 | | |
| 13 | 12000 | 2.90 | | |
| 14 | 13000 | 2.99 | | |
| 15 | 14000 | 3.11 | | |
| 16 | 15000 | 3.20 | | |
| 17 | 16000 | 3.31 | | |
| 18 | 17000 | 3.40 | | |
| 19 | 18000 | 3.49 | | |
| 20 | 19000 | 3.61 | | |
| 21 | 20000 | 3.73 | | |
| 22 | 20025 | 3.80 | | |
| 23 | | | | |
| 24 | | | | |
| 25 | | | | |
| 26 | | | | |
| 27 | | | | |
| 28 | | | | |
| 29 | | | | |
| 30 | | | | |
| 31 | | | | |
| 32 | | | | |
| 33 | | | | |
| 34 | | | | |
| 35 | | | | |
| 36 | | | | |
| 37 | | | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |



OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Victor Hugo Sanchez | NOMBRE: Irene Ravines Aguiñero |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



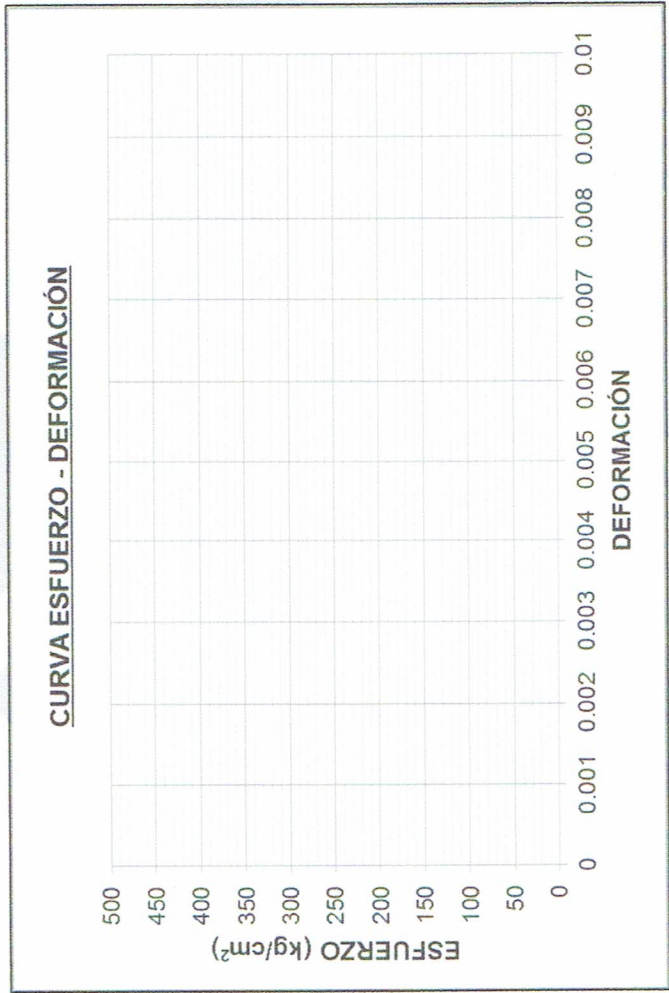
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|-----------------|---|---|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 - ASTM C39 - NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|------------------------|-------------------------|
| ID. PROBETA: | P5-154. | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.980 / 14.980 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 04/11/2016 | ÁREA (cm²): | 176.24 |
| FECHA DE ENSAYO: | 11/11/2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| EDAD DE LA PROBETA: | 07 días | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines A. |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 2.23 | | |
| 3 | 2000 | 2.30 | | |
| 4 | 3000 | 2.34 | | |
| 5 | 4000 | 2.39 | | |
| 6 | 5000 | 2.43 | | |
| 7 | 6000 | 2.48 | | |
| 8 | 7000 | 2.52 | | |
| 9 | 8000 | 2.56 | | |
| 10 | 9000 | 2.60 | | |
| 11 | 10000 | 2.65 | | |
| 12 | 11000 | 2.68 | | |
| 13 | 12000 | 2.73 | | |
| 14 | 13000 | 2.76 | | |
| 15 | 14000 | 2.79 | | |
| 16 | 15000 | 2.82 | | |
| 17 | 16000 | 2.85 | | |
| 18 | 17000 | 2.88 | | |
| 19 | 18000 | 2.91 | | |
| 20 | 19000 | 2.94 | | |
| 21 | 20000 | 2.97 | | |
| 22 | 21000 | 3.00 | | |
| 23 | 21992 | 3.03 | | |
| 24 | | | | |
| 25 | | | | |
| 26 | | | | |
| 27 | | | | |
| 28 | | | | |
| 29 | | | | |
| 30 | | | | |
| 31 | | | | |
| 32 | | | | |
| 33 | | | | |
| 34 | | | | |
| 35 | | | | |
| 36 | | | | |
| 37 | | | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |



OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|--|-------------------------------------|--------------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: <i>Julio Cholan de la Cruz</i> | NOMBRE: <i>Victor Cuzco Minchen</i> | NOMBRE: <i>Ing. Irene Ravines A.</i> |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



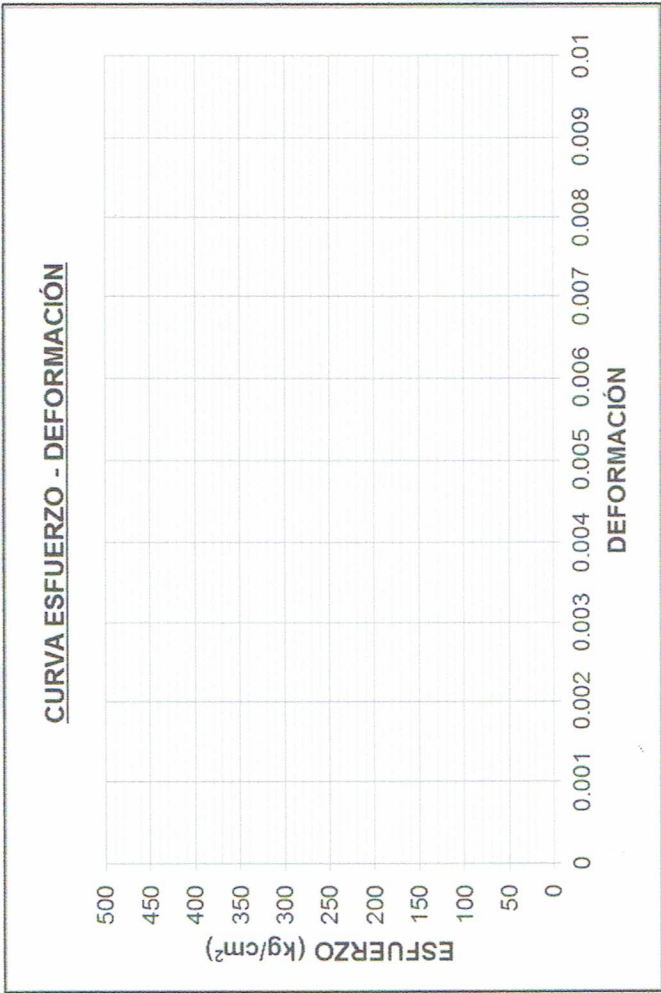
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|-----------------|---|---|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 - ASTM C39 - NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|------------------------|-------------------------|
| ID. PROBETA: | P6-154 | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.992 / 14.990 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 04/11/2016 | ÁREA (cm²): | 176.50 |
| FECHA DE ENSAYO: | 11/11/2016 | RESPONSABLE: | Julia Cholan de la Cruz |
| EDAD DE LA PROBETA: | 07 dias | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines A. |

| Nº | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 2.30 | | |
| 3 | 2000 | 2.41 | | |
| 4 | 3000 | 2.55 | | |
| 5 | 4000 | 2.61 | | |
| 6 | 5000 | 2.65 | | |
| 7 | 6000 | 2.70 | | |
| 8 | 7000 | 2.74 | | |
| 9 | 8000 | 2.78 | | |
| 10 | 9000 | 2.87 | | |
| 11 | 10000 | 2.90 | | |
| 12 | 11000 | 2.95 | | |
| 13 | 12000 | 3.01 | | |
| 14 | 13000 | 3.04 | | |
| 15 | 14000 | 3.10 | | |
| 16 | 15000 | 3.15 | | |
| 17 | 16000 | 3.18 | | |
| 18 | 17000 | 3.22 | | |
| 19 | 18000 | 3.25 | | |
| 20 | 19000 | 3.32 | | |
| 21 | 20000 | 3.39 | | |
| 22 | 21000 | 3.44 | | |
| 23 | 22000 | 3.48 | | |
| 24 | 22634 | 3.52 | | |
| 25 | | | | |
| 26 | | | | |
| 27 | | | | |
| 28 | | | | |
| 29 | | | | |
| 30 | | | | |
| 31 | | | | |
| 32 | | | | |
| 33 | | | | |
| 34 | | | | |
| 35 | | | | |
| 36 | | | | |
| 37 | | | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |



OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julia Cholan de la Cruz | NOMBRE: Victor Hugo Minchen | NOMBRE: Ing. Irene Ravines A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|----------|---|--|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|------------------------|-------------------------|
| ID. PROBETA: | P7 - 15% | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.948 / 14.945 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 08/11/2016 | ÁREA (cm²): | 175.46 |
| FECHA DE ENSAYO: | 22/11/2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| EDAD DE LA PROBETA: | 14 días | REVISADO POR: | Inge. Irene Ravines A. |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 0.90 | | |
| 3 | 2000 | 1.05 | | |
| 4 | 3000 | 1.28 | | |
| 5 | 4000 | 1.35 | | |
| 6 | 5000 | 1.43 | | |
| 7 | 6000 | 1.52 | | |
| 8 | 7000 | 1.63 | | |
| 9 | 8000 | 1.70 | | |
| 10 | 9000 | 1.75 | | |
| 11 | 10000 | 1.80 | | |
| 12 | 11000 | 1.88 | | |
| 13 | 12000 | 1.95 | | |
| 14 | 13000 | 1.99 | | |
| 15 | 14000 | 2.02 | | |
| 16 | 15000 | 2.06 | | |
| 17 | 16000 | 2.10 | | |
| 18 | 17000 | 2.18 | | |
| 19 | 18000 | 2.25 | | |
| 20 | 19000 | 2.30 | | |
| 21 | 20000 | 2.35 | | |
| 22 | 21000 | 2.39 | | |
| 23 | 22000 | 2.45 | | |
| 24 | 23000 | 2.49 | | |
| 25 | 24000 | 2.53 | | |
| 26 | 25000 | 2.58 | | |
| 27 | 26000 | 2.61 | | |
| 28 | 27000 | 2.65 | | |
| 29 | 28000 | 2.70 | | |
| 30 | 29000 | 2.74 | | |
| 31 | 29682 | 2.79 | | |
| 32 | | | | |
| 33 | | | | |
| 34 | | | | |
| 35 | | | | |
| 36 | | | | |
| 37 | | | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 43 | | | | |
| 44 | | | | |
| 45 | | | | |
| 46 | | | | |
| 47 | | | | |
| 48 | | | | |
| 49 | | | | |
| 50 | | | | |
| 51 | | | | |
| 52 | | | | |
| 53 | | | | |
| 54 | | | | |
| 55 | | | | |
| 56 | | | | |
| 57 | | | | |
| 58 | | | | |
| 59 | | | | |
| 60 | | | | |
| 61 | | | | |
| 62 | | | | |
| 63 | | | | |
| 64 | | | | |
| 65 | | | | |
| 66 | | | | |
| 67 | | | | |
| 68 | | | | |
| 69 | | | | |
| 70 | | | | |
| 71 | | | | |
| 72 | | | | |
| 73 | | | | |
| 74 | | | | |
| 75 | | | | |
| 76 | | | | |
| 77 | | | | |
| 78 | | | | |
| 79 | | | | |
| 80 | | | | |
| 81 | | | | |
| 82 | | | | |
| 83 | | | | |
| 84 | | | | |

OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Víctor Hugo Miraban | NOMBRE: Inge. Irene Ravines A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|-----------------|---|---|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|------------------------|-------------------------|
| ID. PROBETA: | P8 - 15% | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.900 / 14.882 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 08/11/2016 | ÁREA (cm²): | 174.16 |
| FECHA DE ENSAYO: | 22/11/2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| EDAD DE LA PROBETA: | 14 días | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines A. |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 0.85 | | |
| 3 | 2000 | 1.10 | | |
| 4 | 3000 | 1.22 | | |
| 5 | 4000 | 1.30 | | |
| 6 | 5000 | 1.40 | | |
| 7 | 6000 | 1.50 | | |
| 8 | 7000 | 1.55 | | |
| 9 | 8000 | 1.60 | | |
| 10 | 9000 | 1.66 | | |
| 11 | 10000 | 1.72 | | |
| 12 | 11000 | 1.76 | | |
| 13 | 12000 | 1.80 | | |
| 14 | 13000 | 1.85 | | |
| 15 | 14000 | 1.90 | | |
| 16 | 15000 | 1.97 | | |
| 17 | 16000 | 2.05 | | |
| 18 | 17000 | 2.08 | | |
| 19 | 18000 | 2.10 | | |
| 20 | 19000 | 2.15 | | |
| 21 | 20000 | 2.20 | | |
| 22 | 21000 | 2.25 | | |
| 23 | 22000 | 2.30 | | |
| 24 | 23000 | 2.37 | | |
| 25 | 24000 | 2.44 | | |
| 26 | 25000 | 2.49 | | |
| 27 | 26000 | 2.55 | | |
| 28 | 27000 | 2.60 | | |
| 29 | 28000 | 2.66 | | |
| 30 | 28301 | 2.71 | | |
| 31 | | | | |
| 32 | | | | |
| 33 | | | | |
| 34 | | | | |
| 35 | | | | |
| 36 | | | | |
| 37 | | | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 43 | | | | |
| 44 | | | | |
| 45 | | | | |
| 46 | | | | |
| 47 | | | | |
| 48 | | | | |
| 49 | | | | |
| 50 | | | | |
| 51 | | | | |
| 52 | | | | |
| 53 | | | | |
| 54 | | | | |
| 55 | | | | |
| 56 | | | | |
| 57 | | | | |
| 58 | | | | |
| 59 | | | | |
| 60 | | | | |
| 61 | | | | |
| 62 | | | | |
| 63 | | | | |
| 64 | | | | |
| 65 | | | | |
| 66 | | | | |
| 67 | | | | |
| 68 | | | | |
| 69 | | | | |
| 70 | | | | |
| 71 | | | | |
| 72 | | | | |
| 73 | | | | |
| 74 | | | | |
| 75 | | | | |
| 76 | | | | |
| 77 | | | | |
| 78 | | | | |
| 79 | | | | |
| 80 | | | | |
| 81 | | | | |
| 82 | | | | |
| 83 | | | | |
| 84 | | | | |

OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Víctor Hugo Míchán | NOMBRE: Ing. Irene Ravines A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|-----------------|---|---|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|----------------|------------------------|-------------------------|
| ID. PROBETA: | P9 - 15% | DIAMETRO PROBETA (cm): | 15.000 / 14.996 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 08 / 11 / 2016 | ÁREA (cm²): | 176.67 |
| FECHA DE ENSAYO: | 22 / 11 / 2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| EDAD DE LA PROBETA: | 14 días | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines A. |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 1.05 | | |
| 3 | 2000 | 1.30 | | |
| 4 | 3000 | 1.45 | | |
| 5 | 4000 | 1.53 | | |
| 6 | 5000 | 1.60 | | |
| 7 | 6000 | 1.65 | | |
| 8 | 7000 | 1.70 | | |
| 9 | 8000 | 1.77 | | |
| 10 | 9000 | 1.81 | | |
| 11 | 10000 | 1.85 | | |
| 12 | 11000 | 1.88 | | |
| 13 | 12000 | 1.92 | | |
| 14 | 13000 | 1.97 | | |
| 15 | 14000 | 2.00 | | |
| 16 | 15000 | 2.04 | | |
| 17 | 16000 | 2.08 | | |
| 18 | 17000 | 2.14 | | |
| 19 | 18000 | 2.20 | | |
| 20 | 19000 | 2.24 | | |
| 21 | 20000 | 2.28 | | |
| 22 | 21000 | 2.33 | | |
| 23 | 22000 | 2.38 | | |
| 24 | 23000 | 2.43 | | |
| 25 | 24000 | 2.48 | | |
| 26 | 25000 | 2.54 | | |
| 27 | 26000 | 2.60 | | |
| 28 | 27000 | 2.65 | | |
| 29 | 28000 | 2.69 | | |
| 30 | 29000 | 2.74 | | |
| 31 | 29535 | 2.80 | | |
| 32 | | | | |
| 33 | | | | |
| 34 | | | | |
| 35 | | | | |
| 36 | | | | |
| 37 | | | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 43 | | | | |
| 44 | | | | |
| 45 | | | | |
| 46 | | | | |
| 47 | | | | |
| 48 | | | | |
| 49 | | | | |
| 50 | | | | |
| 51 | | | | |
| 52 | | | | |
| 53 | | | | |
| 54 | | | | |
| 55 | | | | |
| 56 | | | | |
| 57 | | | | |
| 58 | | | | |
| 59 | | | | |
| 60 | | | | |
| 61 | | | | |
| 62 | | | | |
| 63 | | | | |
| 64 | | | | |
| 65 | | | | |
| 66 | | | | |
| 67 | | | | |
| 68 | | | | |
| 69 | | | | |
| 70 | | | | |
| 71 | | | | |
| 72 | | | | |
| 73 | | | | |
| 74 | | | | |
| 75 | | | | |
| 76 | | | | |
| 77 | | | | |
| 78 | | | | |
| 79 | | | | |
| 80 | | | | |
| 81 | | | | |
| 82 | | | | |
| 83 | | | | |
| 84 | | | | |

OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Victor Cuzco Almon | NOMBRE: Ing. Irene Ravines A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|-----------------|---|---|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|------------------------|--------------------------|
| ID. PROBETA: | P10-151 | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.98 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 08/11/2016 | ÁREA (cm²): | 178.14 |
| FECHA DE ENSAYO: | 22/11/2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz. |
| EDAD DE LA PROBETA: | 14 días. | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines A. |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 0.77 | | |
| 3 | 2000 | 0.82 | | |
| 4 | 3000 | 0.87 | | |
| 5 | 4000 | 0.91 | | |
| 6 | 5000 | 0.98 | | |
| 7 | 6000 | 1.02 | | |
| 8 | 7000 | 1.04 | | |
| 9 | 8000 | 1.09 | | |
| 10 | 9000 | 1.12 | | |
| 11 | 10000 | 1.16 | | |
| 12 | 11000 | 1.22 | | |
| 13 | 12000 | 1.27 | | |
| 14 | 13000 | 1.32 | | |
| 15 | 14000 | 1.35 | | |
| 16 | 15000 | 1.39 | | |
| 17 | 16000 | 1.42 | | |
| 18 | 17000 | 1.45 | | |
| 19 | 18000 | 1.50 | | |
| 20 | 19000 | 1.54 | | |
| 21 | 20000 | 1.60 | | |
| 22 | 21000 | 1.80 | | |
| 23 | 22000 | 1.91 | | |
| 24 | 23000 | 2.04 | | |
| 25 | 24000 | 2.17 | | |
| 26 | 25000 | 2.30 | | |
| 27 | 26000 | 2.39 | | |
| 28 | 27000 | 2.44 | | |
| 29 | 28000 | 2.50 | | |
| 30 | 29000 | 2.57 | | |
| 31 | 29237 | 2.62 | | |
| 32 | | | | |
| 33 | | | | |
| 34 | | | | |
| 35 | | | | |
| 36 | | | | |
| 37 | | | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 43 | | | | |
| 44 | | | | |
| 45 | | | | |
| 46 | | | | |
| 47 | | | | |
| 48 | | | | |
| 49 | | | | |
| 50 | | | | |
| 51 | | | | |
| 52 | | | | |
| 53 | | | | |
| 54 | | | | |
| 55 | | | | |
| 56 | | | | |
| 57 | | | | |
| 58 | | | | |
| 59 | | | | |
| 60 | | | | |
| 61 | | | | |
| 62 | | | | |
| 63 | | | | |
| 64 | | | | |
| 65 | | | | |
| 66 | | | | |
| 67 | | | | |
| 68 | | | | |
| 69 | | | | |
| 70 | | | | |
| 71 | | | | |
| 72 | | | | |
| 73 | | | | |
| 74 | | | | |
| 75 | | | | |
| 76 | | | | |
| 77 | | | | |
| 78 | | | | |
| 79 | | | | |
| 80 | | | | |
| 81 | | | | |
| 82 | | | | |
| 83 | | | | |
| 84 | | | | |

OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Victor Hugo Hincha | NOMBRE: Ing. Irene Ravines A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|-----------------|---|---|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|------------------------|-------------------------|
| ID. PROBETA: | P11 - 15% | DIAMETRO PROBETA (cm): | 15.10 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 08/11/2016 | ÁREA (cm²): | 179.02 |
| FECHA DE ENSAYO: | 28/11/2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| EDAD DE LA PROBETA: | 14 días | REVISADO POR: | Eng. Irene Ramirez A. |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm2) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 0.85 | | |
| 3 | 2000 | 0.93 | | |
| 4 | 3000 | 0.97 | | |
| 5 | 4000 | 1.03 | | |
| 6 | 5000 | 1.06 | | |
| 7 | 6000 | 1.11 | | |
| 8 | 7000 | 1.15 | | |
| 9 | 8000 | 1.18 | | |
| 10 | 9000 | 1.22 | | |
| 11 | 10000 | 1.25 | | |
| 12 | 11000 | 1.28 | | |
| 13 | 12000 | 1.33 | | |
| 14 | 13000 | 1.35 | | |
| 15 | 14000 | 1.38 | | |
| 16 | 15000 | 1.43 | | |
| 17 | 16000 | 1.45 | | |
| 18 | 17000 | 1.48 | | |
| 19 | 18000 | 1.51 | | |
| 20 | 19000 | 1.53 | | |
| 21 | 20000 | 1.55 | | |
| 22 | 21000 | 1.59 | | |
| 23 | 22000 | 1.63 | | |
| 24 | 23000 | 1.68 | | |
| 25 | 24000 | 1.73 | | |
| 26 | 25000 | 1.78 | | |
| 27 | 26000 | 1.85 | | |
| 28 | 27000 | 1.93 | | |
| 29 | 28000 | 2.04 | | |
| 30 | 28061 | 2.15 | | |
| 31 | | | | |
| 32 | | | | |
| 33 | | | | |
| 34 | | | | |
| 35 | | | | |
| 36 | | | | |
| 37 | | | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm2) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 43 | | | | |
| 44 | | | | |
| 45 | | | | |
| 46 | | | | |
| 47 | | | | |
| 48 | | | | |
| 49 | | | | |
| 50 | | | | |
| 51 | | | | |
| 52 | | | | |
| 53 | | | | |
| 54 | | | | |
| 55 | | | | |
| 56 | | | | |
| 57 | | | | |
| 58 | | | | |
| 59 | | | | |
| 60 | | | | |
| 61 | | | | |
| 62 | | | | |
| 63 | | | | |
| 64 | | | | |
| 65 | | | | |
| 66 | | | | |
| 67 | | | | |
| 68 | | | | |
| 69 | | | | |
| 70 | | | | |
| 71 | | | | |
| 72 | | | | |
| 73 | | | | |
| 74 | | | | |
| 75 | | | | |
| 76 | | | | |
| 77 | | | | |
| 78 | | | | |
| 79 | | | | |
| 80 | | | | |
| 81 | | | | |
| 82 | | | | |
| 83 | | | | |
| 84 | | | | |

OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Víctor Hugo Hinchan | NOMBRE: Ing. Irene Ramirez A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|-----------------|---|---|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|------------------------|-------------------------|
| ID. PROBETA: | P12 - 15 % | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.93 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 08/11/2016 | ÁREA (cm²): | 175.14 |
| FECHA DE ENSAYO: | 22/11/2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| EDAD DE LA PROBETA: | 14 días | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines A. |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 1.13 | | |
| 3 | 2000 | 1.16 | | |
| 4 | 3000 | 1.20 | | |
| 5 | 4000 | 1.24 | | |
| 6 | 5000 | 1.27 | | |
| 7 | 6000 | 1.30 | | |
| 8 | 7000 | 1.33 | | |
| 9 | 8000 | 1.36 | | |
| 10 | 9000 | 1.40 | | |
| 11 | 10000 | 1.44 | | |
| 12 | 11000 | 1.50 | | |
| 13 | 12000 | 1.54 | | |
| 14 | 13000 | 1.64 | | |
| 15 | 14000 | 1.76 | | |
| 16 | 15000 | 1.83 | | |
| 17 | 16000 | 1.90 | | |
| 18 | 17000 | 2.01 | | |
| 19 | 18000 | 2.09 | | |
| 20 | 19000 | 2.17 | | |
| 21 | 20000 | 2.33 | | |
| 22 | 21000 | 2.39 | | |
| 23 | 22000 | 2.45 | | |
| 24 | 23000 | 2.51 | | |
| 25 | 24000 | 2.57 | | |
| 26 | 25000 | 2.63 | | |
| 27 | 26000 | 2.69 | | |
| 28 | 27000 | 2.75 | | |
| 29 | 28000 | 2.81 | | |
| 30 | 29000 | 2.89 | | |
| 31 | 29404 | 2.96 | | |
| 32 | | | | |
| 33 | | | | |
| 34 | | | | |
| 35 | | | | |
| 36 | | | | |
| 37 | | | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 43 | | | | |
| 44 | | | | |
| 45 | | | | |
| 46 | | | | |
| 47 | | | | |
| 48 | | | | |
| 49 | | | | |
| 50 | | | | |
| 51 | | | | |
| 52 | | | | |
| 53 | | | | |
| 54 | | | | |
| 55 | | | | |
| 56 | | | | |
| 57 | | | | |
| 58 | | | | |
| 59 | | | | |
| 60 | | | | |
| 61 | | | | |
| 62 | | | | |
| 63 | | | | |
| 64 | | | | |
| 65 | | | | |
| 66 | | | | |
| 67 | | | | |
| 68 | | | | |
| 69 | | | | |
| 70 | | | | |
| 71 | | | | |
| 72 | | | | |
| 73 | | | | |
| 74 | | | | |
| 75 | | | | |
| 76 | | | | |
| 77 | | | | |
| 78 | | | | |
| 79 | | | | |
| 80 | | | | |
| 81 | | | | |
| 82 | | | | |
| 83 | | | | |
| 84 | | | | |

OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Víctor Cuzco Rinchan | NOMBRE: Ing. Irene Ravines A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|-----------------|---|---|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 - ASTM C39 - NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|------------------------|-------------------------|
| ID. PROBETA: | PB - 157. | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.97 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 08/11/2016 | ÁREA (cm²): | 175.89 |
| FECHA DE ENSAYO: | 06/12/2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| EDAD DE LA PROBETA: | 28 días | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines A. |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 2.92 | | |
| 3 | 2000 | 2.97 | | |
| 4 | 3000 | 3.02 | | |
| 5 | 4000 | 3.08 | | |
| 6 | 5000 | 3.11 | | |
| 7 | 6000 | 3.15 | | |
| 8 | 7000 | 3.21 | | |
| 9 | 8000 | 3.24 | | |
| 10 | 9000 | 3.28 | | |
| 11 | 10000 | 3.33 | | |
| 12 | 11000 | 3.38 | | |
| 13 | 12000 | 3.44 | | |
| 14 | 13000 | 3.47 | | |
| 15 | 14000 | 3.51 | | |
| 16 | 15000 | 3.56 | | |
| 17 | 16000 | 3.61 | | |
| 18 | 17000 | 3.67 | | |
| 19 | 18000 | 3.70 | | |
| 20 | 19000 | 3.74 | | |
| 21 | 20000 | 3.80 | | |
| 22 | 21000 | 3.83 | | |
| 23 | 22000 | 3.87 | | |
| 24 | 23000 | 3.92 | | |
| 25 | 24000 | 3.96 | | |
| 26 | 25000 | 4.02 | | |
| 27 | 26000 | 4.05 | | |
| 28 | 27000 | 4.09 | | |
| 29 | 28000 | 4.14 | | |
| 30 | 29000 | 4.19 | | |
| 31 | 30000 | 4.25 | | |
| 32 | 31000 | 4.28 | | |
| 33 | 32000 | 4.32 | | |
| 34 | 32956 | 4.37 | | |
| 35 | | | | |
| 36 | | | | |
| 37 | | | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 43 | | | | |
| 44 | | | | |
| 45 | | | | |
| 46 | | | | |
| 47 | | | | |
| 48 | | | | |
| 49 | | | | |
| 50 | | | | |
| 51 | | | | |
| 52 | | | | |
| 53 | | | | |
| 54 | | | | |
| 55 | | | | |
| 56 | | | | |
| 57 | | | | |
| 58 | | | | |
| 59 | | | | |
| 60 | | | | |
| 61 | | | | |
| 62 | | | | |
| 63 | | | | |
| 64 | | | | |
| 65 | | | | |
| 66 | | | | |
| 67 | | | | |
| 68 | | | | |
| 69 | | | | |
| 70 | | | | |
| 71 | | | | |
| 72 | | | | |
| 73 | | | | |
| 74 | | | | |
| 75 | | | | |
| 76 | | | | |
| 77 | | | | |
| 78 | | | | |
| 79 | | | | |
| 80 | | | | |
| 81 | | | | |
| 82 | | | | |
| 83 | | | | |
| 84 | | | | |

OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Víctor Hugo Kinchan | NOMBRE: Ing. Irene Ravines A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|-----------------|---|---|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|------------------------|-------------------------|
| ID. PROBETA: | P14 - 157. | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.95 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 08/11/2016 | ÁREA (cm²): | 175.42 |
| FECHA DE ENSAYO: | 06/12/2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| EDAD DE LA PROBETA: | 28 días | REVISADO POR: | Eng. Irene Ravines A. |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm2) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 2.06 | | |
| 3 | 2000 | 2.11 | | |
| 4 | 3000 | 2.16 | | |
| 5 | 4000 | 2.22 | | |
| 6 | 5000 | 2.25 | | |
| 7 | 6000 | 2.29 | | |
| 8 | 7000 | 2.35 | | |
| 9 | 8000 | 2.38 | | |
| 10 | 9000 | 2.42 | | |
| 11 | 10000 | 2.47 | | |
| 12 | 11000 | 2.52 | | |
| 13 | 12000 | 2.58 | | |
| 14 | 13000 | 2.61 | | |
| 15 | 14000 | 2.65 | | |
| 16 | 15000 | 2.70 | | |
| 17 | 16000 | 2.75 | | |
| 18 | 17000 | 2.81 | | |
| 19 | 18000 | 2.84 | | |
| 20 | 19000 | 2.88 | | |
| 21 | 20000 | 2.94 | | |
| 22 | 21000 | 2.97 | | |
| 23 | 22000 | 3.01 | | |
| 24 | 23000 | 3.06 | | |
| 25 | 24000 | 3.10 | | |
| 26 | 25000 | 3.16 | | |
| 27 | 26000 | 3.19 | | |
| 28 | 27000 | 3.23 | | |
| 29 | 28000 | 3.28 | | |
| 30 | 29000 | 3.33 | | |
| 31 | 30000 | 3.39 | | |
| 32 | 31000 | 3.42 | | |
| 33 | 32000 | 3.46 | | |
| 34 | 32822 | 3.51 | | |
| 35 | | | | |
| 36 | | | | |
| 37 | | | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm2) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 43 | | | | |
| 44 | | | | |
| 45 | | | | |
| 46 | | | | |
| 47 | | | | |
| 48 | | | | |
| 49 | | | | |
| 50 | | | | |
| 51 | | | | |
| 52 | | | | |
| 53 | | | | |
| 54 | | | | |
| 55 | | | | |
| 56 | | | | |
| 57 | | | | |
| 58 | | | | |
| 59 | | | | |
| 60 | | | | |
| 61 | | | | |
| 62 | | | | |
| 63 | | | | |
| 64 | | | | |
| 65 | | | | |
| 66 | | | | |
| 67 | | | | |
| 68 | | | | |
| 69 | | | | |
| 70 | | | | |
| 71 | | | | |
| 72 | | | | |
| 73 | | | | |
| 74 | | | | |
| 75 | | | | |
| 76 | | | | |
| 77 | | | | |
| 78 | | | | |
| 79 | | | | |
| 80 | | | | |
| 81 | | | | |
| 82 | | | | |
| 83 | | | | |
| 84 | | | | |

OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Victor Cuzco Mincham | NOMBRE: Ing. Irene Ravines A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|----------|---|--|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 - ASTM C39 - NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|--------------------------|-------------------------|
| ID. PROBETA: | P15 - 15% | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.94 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 08/11/2016 | ÁREA (cm ²): | 175.19 |
| FECHA DE ENSAYO: | 06/12/2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| EDAD DE LA PROBETA: | 28 días | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines A. |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm ²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|--------------------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 1.71 | | |
| 3 | 2000 | 1.76 | | |
| 4 | 3000 | 1.81 | | |
| 5 | 4000 | 1.87 | | |
| 6 | 5000 | 1.90 | | |
| 7 | 6000 | 1.94 | | |
| 8 | 7000 | 2.00 | | |
| 9 | 8000 | 2.03 | | |
| 10 | 9000 | 2.07 | | |
| 11 | 10000 | 2.12 | | |
| 12 | 11000 | 2.17 | | |
| 13 | 12000 | 2.23 | | |
| 14 | 13000 | 2.26 | | |
| 15 | 14000 | 2.30 | | |
| 16 | 15000 | 2.35 | | |
| 17 | 16000 | 2.40 | | |
| 18 | 17000 | 2.46 | | |
| 19 | 18000 | 2.49 | | |
| 20 | 19000 | 2.53 | | |
| 21 | 20000 | 2.59 | | |
| 22 | 21000 | 2.62 | | |
| 23 | 22000 | 2.66 | | |
| 24 | 23000 | 2.71 | | |
| 25 | 24000 | 2.75 | | |
| 26 | 25000 | 2.81 | | |
| 27 | 26000 | 2.84 | | |
| 28 | 27000 | 2.88 | | |
| 29 | 28000 | 2.93 | | |
| 30 | 29000 | 2.98 | | |
| 31 | 30000 | 3.04 | | |
| 32 | 31000 | 3.07 | | |
| 33 | 32000 | 3.11 | | |
| 34 | 32987 | 3.16 | | |
| 35 | | | | |
| 36 | | | | |
| 37 | | | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm ²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|--------------------------------|--------------|
| 43 | | | | |
| 44 | | | | |
| 45 | | | | |
| 46 | | | | |
| 47 | | | | |
| 48 | | | | |
| 49 | | | | |
| 50 | | | | |
| 51 | | | | |
| 52 | | | | |
| 53 | | | | |
| 54 | | | | |
| 55 | | | | |
| 56 | | | | |
| 57 | | | | |
| 58 | | | | |
| 59 | | | | |
| 60 | | | | |
| 61 | | | | |
| 62 | | | | |
| 63 | | | | |
| 64 | | | | |
| 65 | | | | |
| 66 | | | | |
| 67 | | | | |
| 68 | | | | |
| 69 | | | | |
| 70 | | | | |
| 71 | | | | |
| 72 | | | | |
| 73 | | | | |
| 74 | | | | |
| 75 | | | | |
| 76 | | | | |
| 77 | | | | |
| 78 | | | | |
| 79 | | | | |
| 80 | | | | |
| 81 | | | | |
| 82 | | | | |
| 83 | | | | |
| 84 | | | | |

OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Victor Hugo Mirchan | NOMBRE: Ing. Irene Ravines A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|-----------------|---|---|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|------------------------|-------------------------|
| ID. PROBETA: | P16-151 | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.94 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 08/11/2016 | ÁREA (cm²): | 175.30 |
| FECHA DE ENSAYO: | 06/12/2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| EDAD DE LA PROBETA: | 28 días | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines A. |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 2.36 | | |
| 3 | 2000 | 2.40 | | |
| 4 | 3000 | 2.45 | | |
| 5 | 4000 | 2.49 | | |
| 6 | 5000 | 2.55 | | |
| 7 | 6000 | 2.58 | | |
| 8 | 7000 | 2.62 | | |
| 9 | 8000 | 2.67 | | |
| 10 | 9000 | 2.72 | | |
| 11 | 10000 | 2.78 | | |
| 12 | 11000 | 2.81 | | |
| 13 | 12000 | 2.85 | | |
| 14 | 13000 | 2.90 | | |
| 15 | 14000 | 2.94 | | |
| 16 | 15000 | 3.00 | | |
| 17 | 16000 | 3.03 | | |
| 18 | 17000 | 3.07 | | |
| 19 | 18000 | 3.12 | | |
| 20 | 19000 | 3.17 | | |
| 21 | 20000 | 3.23 | | |
| 22 | 21000 | 3.27 | | |
| 23 | 22000 | 3.33 | | |
| 24 | 23000 | 3.36 | | |
| 25 | 24000 | 3.40 | | |
| 26 | 25000 | 3.45 | | |
| 27 | 26000 | 3.50 | | |
| 28 | 27000 | 3.56 | | |
| 29 | 28000 | 3.59 | | |
| 30 | 29000 | 3.63 | | |
| 31 | 30000 | 3.68 | | |
| 32 | 31000 | 3.72 | | |
| 33 | 32000 | 3.78 | | |
| 34 | 33000 | 3.83 | | |
| 35 | 33111 | 3.89 | | |
| 36 | | | | |
| 37 | | | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 43 | | | | |
| 44 | | | | |
| 45 | | | | |
| 46 | | | | |
| 47 | | | | |
| 48 | | | | |
| 49 | | | | |
| 50 | | | | |
| 51 | | | | |
| 52 | | | | |
| 53 | | | | |
| 54 | | | | |
| 55 | | | | |
| 56 | | | | |
| 57 | | | | |
| 58 | | | | |
| 59 | | | | |
| 60 | | | | |
| 61 | | | | |
| 62 | | | | |
| 63 | | | | |
| 64 | | | | |
| 65 | | | | |
| 66 | | | | |
| 67 | | | | |
| 68 | | | | |
| 69 | | | | |
| 70 | | | | |
| 71 | | | | |
| 72 | | | | |
| 73 | | | | |
| 74 | | | | |
| 75 | | | | |
| 76 | | | | |
| 77 | | | | |
| 78 | | | | |
| 79 | | | | |
| 80 | | | | |
| 81 | | | | |
| 82 | | | | |
| 83 | | | | |
| 84 | | | | |

OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Victor Cuzco Hincha | NOMBRE: Ing. Irene Ravines A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|----------|---|--|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|------------------------|-------------------------|
| ID. PROBETA: | PA-15% | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.98 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 08/11/2016 | ÁREA (cm²): | 176.13 |
| FECHA DE ENSAYO: | 06/12/2016 | RESPONSABLE: | Julio Cholan de la Cruz |
| EDAD DE LA PROBETA: | 28 días | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines A. |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 2.27 | | |
| 3 | 2000 | 2.32 | | |
| 4 | 3000 | 2.36 | | |
| 5 | 4000 | 2.42 | | |
| 6 | 5000 | 2.47 | | |
| 7 | 6000 | 2.53 | | |
| 8 | 7000 | 2.56 | | |
| 9 | 8000 | 2.60 | | |
| 10 | 9000 | 2.65 | | |
| 11 | 10000 | 2.71 | | |
| 12 | 11000 | 2.75 | | |
| 13 | 12000 | 2.81 | | |
| 14 | 13000 | 2.84 | | |
| 15 | 14000 | 2.88 | | |
| 16 | 15000 | 2.93 | | |
| 17 | 16000 | 2.98 | | |
| 18 | 17000 | 3.04 | | |
| 19 | 18000 | 3.07 | | |
| 20 | 19000 | 3.11 | | |
| 21 | 20000 | 3.16 | | |
| 22 | 21000 | 3.20 | | |
| 23 | 22000 | 3.26 | | |
| 24 | 23000 | 3.31 | | |
| 25 | 24000 | 3.37 | | |
| 26 | 25000 | 3.40 | | |
| 27 | 26000 | 3.44 | | |
| 28 | 27000 | 3.49 | | |
| 29 | 28000 | 3.53 | | |
| 30 | 29000 | 3.54 | | |
| 31 | 30000 | 3.62 | | |
| 32 | 31000 | 3.66 | | |
| 33 | 32000 | 3.71 | | |
| 34 | 32684 | 3.77 | | |
| 35 | | | | |
| 36 | | | | |
| 37 | | | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|-------------------|--------------|
| 43 | | | | |
| 44 | | | | |
| 45 | | | | |
| 46 | | | | |
| 47 | | | | |
| 48 | | | | |
| 49 | | | | |
| 50 | | | | |
| 51 | | | | |
| 52 | | | | |
| 53 | | | | |
| 54 | | | | |
| 55 | | | | |
| 56 | | | | |
| 57 | | | | |
| 58 | | | | |
| 59 | | | | |
| 60 | | | | |
| 61 | | | | |
| 62 | | | | |
| 63 | | | | |
| 64 | | | | |
| 65 | | | | |
| 66 | | | | |
| 67 | | | | |
| 68 | | | | |
| 69 | | | | |
| 70 | | | | |
| 71 | | | | |
| 72 | | | | |
| 73 | | | | |
| 74 | | | | |
| 75 | | | | |
| 76 | | | | |
| 77 | | | | |
| 78 | | | | |
| 79 | | | | |
| 80 | | | | |
| 81 | | | | |
| 82 | | | | |
| 83 | | | | |
| 84 | | | | |

OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|---------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| | | |
| NOMBRE: Julio Cholan de la Cruz | NOMBRE: Vidal Oscar Hinchara | NOMBRE: Ing. Irene Ravines A. |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

| | | |
|-----------------|---|---|
| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC: |
| NORMA | MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034 | |
| PROYECTO | | |

| | | | |
|-----------------------|------------|--------------------------|-------------------------|
| ID. PROBETA: | P18-157. | DIAMETRO PROBETA (cm): | 14.95 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | 08/11/2016 | ÁREA (cm ²): | 175.54 |
| FECHA DE ENSAYO: | 06/12/2016 | RESPONSABLE: | Julia Cholan de la Cruz |
| EDAD DE LA PROBETA: | 28 días | REVISADO POR: | Ing. Irene Ravines A. |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm ²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|--------------------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0.00 | | |
| 2 | 1000 | 2.04 | | |
| 3 | 2000 | 2.08 | | |
| 4 | 3000 | 2.13 | | |
| 5 | 4000 | 2.18 | | |
| 6 | 5000 | 2.24 | | |
| 7 | 6000 | 2.27 | | |
| 8 | 7000 | 2.31 | | |
| 9 | 8000 | 2.36 | | |
| 10 | 9000 | 2.40 | | |
| 11 | 10000 | 2.46 | | |
| 12 | 11000 | 2.51 | | |
| 13 | 12000 | 2.57 | | |
| 14 | 13000 | 2.60 | | |
| 15 | 14000 | 2.64 | | |
| 16 | 15000 | 2.69 | | |
| 17 | 16000 | 2.73 | | |
| 18 | 17000 | 2.79 | | |
| 19 | 18000 | 2.82 | | |
| 20 | 19000 | 2.86 | | |
| 21 | 20000 | 2.91 | | |
| 22 | 21000 | 2.96 | | |
| 23 | 22000 | 3.02 | | |
| 24 | 23000 | 3.06 | | |
| 25 | 24000 | 3.12 | | |
| 26 | 25000 | 3.17 | | |
| 27 | 26000 | 3.23 | | |
| 28 | 27000 | 3.26 | | |
| 29 | 28000 | 3.30 | | |
| 30 | 29000 | 3.35 | | |
| 31 | 30000 | 3.39 | | |
| 32 | 31000 | 3.45 | | |
| 33 | 32000 | 3.48 | | |
| 34 | 32645 | 3.51 | | |
| 35 | | | | |
| 36 | | | | |
| 37 | | | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |

| N° | Carga (Kg) | Deformación | σ (kg/cm ²) | ϵ_u |
|----|------------|-------------|--------------------------------|--------------|
| 43 | | | | |
| 44 | | | | |
| 45 | | | | |
| 46 | | | | |
| 47 | | | | |
| 48 | | | | |
| 49 | | | | |
| 50 | | | | |
| 51 | | | | |
| 52 | | | | |
| 53 | | | | |
| 54 | | | | |
| 55 | | | | |
| 56 | | | | |
| 57 | | | | |
| 58 | | | | |
| 59 | | | | |
| 60 | | | | |
| 61 | | | | |
| 62 | | | | |
| 63 | | | | |
| 64 | | | | |
| 65 | | | | |
| 66 | | | | |
| 67 | | | | |
| 68 | | | | |
| 69 | | | | |
| 70 | | | | |
| 71 | | | | |
| 72 | | | | |
| 73 | | | | |
| 74 | | | | |
| 75 | | | | |
| 76 | | | | |
| 77 | | | | |
| 78 | | | | |
| 79 | | | | |
| 80 | | | | |
| 81 | | | | |
| 82 | | | | |
| 83 | | | | |
| 84 | | | | |

OBSERVACIONES:

| RESPONSABLE DEL ENSAYO | COORDINADOR DE LABORATORIO | ASESOR |
|------------------------|----------------------------|---------|
| | | |
| NOMBRE: | NOMBRE: | NOMBRE: |
| FECHA: | FECHA: | FECHA: |