

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

INFLUENCIA DEL POLIETILENO RECICLADO DE ALTA DENSIDAD EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SOMETIDO A CICLOS DE CONGELAMIENTO Y DESHIELO

PRESENTADO POR:

Bach. ACUÑA ALMONACID, LUIS ÁNGEL

Bach. MILLAN ORELLANA, PAOLA SUSAN

Línea de Investigación Institucional:
Nuevas tecnologías y procesos

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

HUANCAYO– PERÚ

2021

ASESOR

ING. CARLOS ALBERTO GONZÁLES ROJAS

DEDICATORIA

A mis padres por el apoyo incondicional y el apoyo moral para realizar mis sueños.

A los ingenieros quienes me brindaron su apoyo a desarrollar y concluir la presente tesis.

Luis

A Dios por permitirme alcanzar este objetivo, a mis padres y hermanos por su apoyo incondicional, por concederme los mejores consejos y enseñanzas durante este proceso y sobre todo por brindarme la confianza necesaria para culminar con éxito este trabajo.

Paola

AGRADECIMIENTO

Nuestro sincero agradecimiento:

Principalmente queremos dar gracias a Dios por cuidarnos, darnos salud y guiarnos en todo momento y en cada paso que dimos durante nuestra etapa estudiantil.

A la Universidad Peruana los Andes, en particular a la Facultad de Ingeniería por admitirnos y formarnos como buenos profesionales con vocación de servicio.

A nuestros catedráticos, maestros y doctores de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil por sus enseñanzas impartidas en las aulas de clase.

Al Ing. Carlos Gonzáles Rojas, por su apoyo, exigencias y asesoramiento para culminar nuestra investigación.

Al laboratorio DOSED y a todo su equipo de trabajo por su apoyo continuo aportando sus años de experiencia y criterio para resolver las dudas que teníamos en el camino durante todo el desarrollo experimental de nuestro trabajo de investigación.

A todas aquellas personas que directa o indirectamente colaboraron en la realización de este trabajo de investigación.

Finalmente, y no menos importante, a nuestros familiares por brindarnos la oportunidad y el apoyo incondicional para obtener el título de Ingeniero Civil.

A todos ellos nuestro más sincero agradecimiento.

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

Dr. CASIO AURELIO TORRES LÓPEZ
PRESIDENTE

ING. VLADIMIR ORDÓÑEZ CAMPOSANO
JURADO

ING. ALCIDES LUIS FABIÁN BRAÑEZ
JURADO

ING. RANDO PORRAS ORLARTE
JURADO

MG. MIGUEL ÁNGEL CARLOS CANALES
SECRETARIO DOCENTE

INDICE

DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO	IV
INDICE DE TABLAS.....	X
INDICE DE FIGURAS	XI
INDICE DE CUADROS	XI
INDICE DE FOTOGRAFIAS.....	XIV
INDICE DE ILUSTRACIONES	XIV
INDICE DE GRAFICOS	XV
RESUMEN.....	XVII
ABSTRACT	XVIII
INTRODUCCIÓN	XIX

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática.....	21
1.2. Formulación del problema.....	22
1.2.1. Problema general.....	22
1.2.2. Problemas específicos.....	22
1.3. Justificación de la investigación	22
1.3.1. Justificación práctica	22
1.3.2. Justificación científica.....	23
1.3.3. Justificación metodológica.....	23
1.4. Delimitación de la investigación	23
1.4.1. Delimitación espacial.....	23
1.4.2. Delimitación temporal.....	24
1.5. Limitaciones	24
1.5.1. Limitación de espacio.....	24
1.5.2. Limitación de tiempo.....	24
1.6. Objetivos de la investigación.....	24
1.6.1. Objetivo general	24
1.6.2. Objetivos específicos.....	24

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación	26
2.1.1. Antecedentes internacionales	26
2.1.2. Antecedentes nacionales	28
2.2. Bases teóricas	31
2.2.1. Polímeros	31
2.2.2. Propiedades	31
2.2.3. Clasificación	32
2.2.4. Concreto.....	35
2.2.5. Concreto en climas fríos.....	52
2.2.6. El congelamiento y deshielo en el concreto y los ciclos que se generan	58
2.2.7. Daños por los ciclos de congelamiento y deshielo	59
2.2.8. Recomendaciones para el vaciado del concreto en climas fríos.....	60
2.3. Definición de términos.....	60
2.4. Formulación de hipótesis	62
2.4.1. Hipótesis general	62
2.4.2. Hipótesis específicas	62
2.5. Variables	62
2.5.1. Definición conceptual de las variables.....	62
2.5.2. Definición operacional de las variables.....	62
2.5.3. Operacionalización de variables.....	64

CAPÍTULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Método de investigación.....	67
3.2. Tipo de investigación	67
3.3. Nivel de investigación	67
3.4. Diseño de la investigación	67
3.5. Población y muestra.....	67
3.5.1. Población	68
3.5.2. Muestra	69
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	69

3.7.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	70
3.7.1.	Procesamiento de la información	70
3.7.2.	Técnicas y análisis de datos.....	70
3.8.	Aspectos éticos de la investigación	71

CAPÍTULO IV RESULTADOS

4.1.	Desarrollo metodológico de la incorporación de PEAD al concreto.....	72
4.1.1.	Adquisición del polietileno reciclado de alta densidad.....	73
4.1.2.	Propiedades del cemento	75
4.1.3.	Agregados pétreos	77
4.1.3.1	Propiedades físicas del agregado fino.....	77
4.1.3.2	caracterización de las propiedades físicas del agregado fino....	78
4.1.3.3	Agregado grueso.....	79
4.1.3.4	caracterización de las propiedades físicas del agregado grueso	79
4.1.4.	Ensayos al concreto en estado fresco.....	79
4.1.5.	Ensayos al concreto en estado endurecido	83
4.1.6.	Resistencia $f'c$ llevado a congelamiento y deshielo	85
4.2.	Descripción de resultados	87
4.2.1.	Análisis de las propiedades del agregado	87
4.2.2.	Propiedades del polietileno de alta densidad (PEAD).....	88
4.2.3.	Diseño de mezcla Módulo de Fineza.....	89
4.2.4.	Análisis de las propiedades del concreto en estado fresco	89
4.2.5.	Análisis de las propiedades del concreto en estado endurecido. ..	97
4.2.6.	Ensayo de resistencia sometido a ciclos de congelamiento	110
4.1 7.	Resistencia a la compresión de concreto patrón $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$	110
4.1 8.	Ensayo a compresión de concreto experimental $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$	112
4.3.	Contrastación de hipótesis	145

CAPÍTULO V DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1.	Trabajabilidad	161
5.2.	Exudación	161

5.3. Incorporación de aire	163
5.4. Tiempo de fragua	
5.5. Resistencia a la compresión	163
5.5.1. Resistencia a la intemperie.....	164
5.5.2. Resistencia sometido a ciclos de congelamiento y deshielo	166
CONCLUSIONES	168
RECOMENDACIONES	170
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	171
ANEXOS	178

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipo de plástico y aplicaciones.....	30
Tabla 2. Tipo de plástico y aplicaciones.....	32
Tabla 3. Tipo de plástico y aplicaciones.....	33
Tabla 4. Propiedades físicas del PEAD	34
Tabla 5. Propiedades mecánicas del PEAD	34
Tabla 6. Granulometría del agregado fino.....	41
Tabla 7. Partículas permisibles en el agregado fino.....	41
Tabla 8. Granulometría del agregado grueso.....	43
Tabla 9. Límites de partículas perjudiciales	45
Tabla 10. Requisitos para el agua de mezcla	46
Tabla 11. Módulos de fineza de la combinación de agregados.....	48
Tabla 12. Revenimiento en estructuras.....	50
Tabla 13. Clasificación de cementos de acuerdo a su tiempo.....	51
Tabla 14. Muestra experimental.....	69
Tabla 15. Propiedades físicas del polietileno	74
Tabla 16. Propiedades físicas del cemento	76
Tabla 17. Propiedades químicas del cemento	76
Tabla 18.- Caracterización física del agregado fino	78
Tabla 19. Caracterización física del agregado grueso	79
Tabla 20. Análisis Granulométrico del Agregado Grueso	87
Tabla 21. Análisis Granulométrico de Agregado Fino	88
Tabla 22. Análisis Granulométrico del Polietileno de Alta Densidad	88
Tabla 23. Diseño de mezcla de concreto para un $f'c= 280\text{kg/cm}^2$	89

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Símbolo de reciclaje de plástico PEAD.....	35
Figura 2. Temperatura máxima y mínima promedio en Huancayo en el 2019	54
Figura 3. Temperatura en el mes de julio de 2019	54
Figura 4. Temperatura en el mes de agosto de 2019.....	55
Figura 5. Temperatura anual de Huancayo 2019.....	55
Figura 6. Presión hidráulica	57
Figura 7. Presión Osmótica	58
Figura 8. Comportamiento de concreto ante deterioro prolongado.....	59

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Datos de asentamiento del grupo control (sin PEAD)	89
Cuadro 2. Asentamiento del grupo experimental con 2.5% de PEAD	90
Cuadro 3. Asentamiento del grupo experimental con 5% de PEAD	90
Cuadro 4. Asentamiento del grupo experimental con 7.5% de PEAD	90
Cuadro 5. Asentamiento del grupo experimental con 10% de PEAD	91
Cuadro 6. Asentamiento del grupo experimental con 15% de PEAD	91
Cuadro 7. Volumen de exudación por área del grupo control (sin PEAD)	91
Cuadro 8. Volumen de exudación por área del grupo control (con PEAD)	92
Cuadro 9. Cantidad de aire (%) en estado fresco (Sin PEAD)	93
Cuadro 10. Cantidad de aire (%) en estado fresco (Con 2.5% PEAD)	93
Cuadro 11. Cantidad de aire (%) en estado fresco (Con 5.0% PEAD)	93
Cuadro 12. Cantidad de aire (%) en estado fresco (Con 7.5% PEAD)	93
Cuadro 13. Cantidad de aire (%) en estado fresco (Con 10% PEAD)	94
Cuadro 14. Cantidad de aire (%) en estado fresco (Con 15% PEAD)	94
Cuadro 15. Cantidad de aire corregida (%) en estado fresco (Sin PEAD).....	94
Cuadro 16. Cantidad de aire (%) en estado fresco (Con 2.5% PEAD)	95
Cuadro 17. Cantidad de aire (%) en estado fresco (Con 2.5% PEAD)	95
Cuadro 18. Cantidad de aire (%) en estado fresco (Con 2.5% PEAD)	95
Cuadro 19. Cantidad de aire (%) en estado fresco (Con 2.5% PEAD)	95
Cuadro 20. Cantidad de aire (%) en estado fresco (Con 2.5% PEAD)	96
Cuadro 21. Penetración del grupo control (sin PEAD).....	96

Cuadro 22. Penetración del grupo control (con PEAD).....	97
Cuadro 23. Cálculo del f'c del concreto a los 3 días del grupo (Sin PEAD)	98
Cuadro 24. Cálculo del f'c del concreto a los 7 días del grupo (Sin PEAD)	98
Cuadro 25. Cálculo del f'c del concreto a los 14 días del grupo (Sin PEAD)	98
Cuadro 26. Cálculo del f'c del concreto a los 21 días del grupo (Sin PEAD)	99
Cuadro 27. Cálculo del f'c del concreto a los 28 días del grupo (Sin PEAD)	99
Cuadro 28. Concreto a 03 días del experimental (con 2.5% de PEAD)	100
Cuadro 29. Concreto a 07 días del experimental (con 2.5% de PEAD)	100
Cuadro 30. Concreto a 14 días del experimental (con 2.5% de PEAD)	101
Cuadro 31. Concreto a los 21 días del experimental (con 2.5% de PEAD)	101
Cuadro 32. Concreto a los 28 días del experimental (con 2.5% de PEAD)	101
Cuadro 33. Concreto a los 03 días del experimental (con 5% de PEAD)	102
Cuadro 34. Concreto a los 07 días del experimental (con 5% de PEAD)	102
Cuadro 35. Concreto a los 14 días del experimental (con 5% de PEAD)	103
Cuadro 36. Concreto a los 21 días del experimental (con 5% de PEAD)	103
Cuadro 37. Concreto a los 28 días del experimental (con 5% de PEAD)	103
Cuadro 38. Concreto a los 03 días del experimental (con 7.5% de PEAD)	104
Cuadro 39. Concreto a los 07 días del experimental (con 7.5% de PEAD)	104
Cuadro 40. Concreto a los 14 días del experimental (con 7.5% de PEAD)	105
Cuadro 41. Concreto a los 21 días del experimental (con 7.5% de PEAD)	105
Cuadro 42. Concreto a los 28 días del experimental (con 7.5% de PEAD)	105
Cuadro 43. Concreto a los 03 días del experimental (con 10% de PEAD)	106
Cuadro 44. Concreto a los 07 días del experimental (con 10% de PEAD)	106
Cuadro 45. Concreto a los 14 días del experimental (con 10% de PEAD)	106
Cuadro 46. Concreto a los 21 días del experimental (con 10% de PEAD)	107
Cuadro 47. Concreto a los 28 días del experimental (con 10% de PEAD)	107
Cuadro 48. Concreto a los 03 días del experimental (con 15% de PEAD)	108
Cuadro 49. Concreto a los 07 días del experimental (con 15% de PEAD)	108
Cuadro 50. Concreto a los 14 días del experimental (con 15% de PEAD)	108
Cuadro 51. Concreto a los 21 días del experimental (con 15% de PEAD)	109
Cuadro 52. Concreto a los 28 días del experimental (con 15% de PEAD)	109
Cuadro 53. Cálculo del f'c del concreto a los 03 días del grupo	110
Cuadro 54. Cálculo del f'c del concreto a los 07 días del grupo	110

Cuadro 55. Cálculo del f'c del concreto a los 14 días del grupo	111
Cuadro 56. Cálculo del f'c del concreto a los 21 días del grupo	111
Cuadro 57. Cálculo del f'c del concreto a los 28 días del grupo	111
Cuadro 58. Cálculo del f'c del concreto a los 03 días del grupo	112
Cuadro 59. Cálculo del f'c del concreto a los 07 días del grupo	112
Cuadro 60. Cálculo del f'c del concreto a los 14 días del grupo	113
Cuadro 61. Cálculo del f'c del concreto a los 21 días del grupo	113
Cuadro 62. Cálculo del f'c del concreto a los 28 días del grupo	113
Cuadro 63. Cálculo del f'c del concreto a los 03 días del grupo	114
Cuadro 64. Cálculo del f'c del concreto a los 07 días del grupo	114
Cuadro 65. Cálculo del f'c del concreto a los 14 días del grupo	115
Cuadro 66. Cálculo del f'c del concreto a los 21 días del grupo	115
Cuadro 67. Cálculo del f'c del concreto a los 28 días del grupo	115
Cuadro 68. Cálculo del f'c del concreto a los 03 días del grupo	116
Cuadro 69. Cálculo del f'c del concreto a los 07 días del grupo	116
Cuadro 70. Cálculo del f'c del concreto a los 14 días del grupo	117
Cuadro 71. Cálculo del f'c del concreto a los 21 días del grupo	117
Cuadro 72. Cálculo del f'c del concreto a los 28 días del grupo	117
Cuadro 73. Cálculo del f'c del concreto a los 03 días del grupo	118
Cuadro 74. Cálculo del f'c del concreto a los 07 días del grupo	118
Cuadro 75. Cálculo del f'c del concreto a los 14 días del grupo	119
Cuadro 76. Cálculo del f'c del concreto a los 21 días del grupo	119
Cuadro 77. Cálculo del f'c del concreto a los 28 días del grupo	119
Cuadro 78. Cálculo del f'c del concreto a los 03 días del grupo	120
Cuadro 79. Cálculo del f'c del concreto a los 07 días del grupo	120
Cuadro 80. Cálculo del f'c del concreto a los 14 días del grupo	121
Cuadro 81. Cálculo del f'c del concreto a los 21 días del grupo	121
Cuadro 82. Cálculo del f'c del concreto a los 28 días del grupo	121
Cuadro 83. Porcentaje de aire en la mezcla sin corregir	128
Cuadro 84. Porcentaje de aire en la mezcla corregido	129
Cuadro 85. Tiempo de fragua inicial y final de cálculo sin PEAD	130
Cuadro 86. Tiempo de fragua inicial y final de cálculo con PEAD	131
Cuadro 87. Comparación estadística de asentamiento (Slump)	145

Cuadro 88. Comparación de resultados del ensayo de exudación.....	147
Cuadro 89. Diferencia y porcentaje de resultados de las muestras del.....	149
Cuadro 90. Análisis de incorporación de aire	150
Cuadro 91. Resistencia a la compresión (sin PEAD) y (con PEAD).....	155
Cuadro 92. Resistencia sometido a ciclos de congelamiento y deshielo.....	158

INDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 1. Centro de recolección de PEAD.....	73
Fotografía 2. Caracterización del PEAD	74
Fotografía 3. Cantera de Pilcomayo.....	77
Fotografía 4. Caracterización del agregado fino	78
Fotografía 5. Caracterización del agregado grueso	79
Fotografía 6. Preparación de la mezcla	80
Fotografía 7. Ensayo de asentamiento de la mezcla	80
Fotografía 8. Ensayo de enrasado en la Olla Washington	81
Fotografía 9. Ensayo en la Olla Washington.....	81
Fotografía 10. Extracción del agua superficial	82
Fotografía 11. Medida de la exudación de la mezcla	82
Fotografía 12. Preparación para la medida del tiempo de fragua	83
Fotografía 13. Ensayo del tiempo de fraguado	83
Fotografía 14. Probetas de 4" x 8"	84
Fotografía 15. Colocación de probeta a prensa de rotura.....	85
Fotografía 16. Rotura de probeta.....	85
Fotografía 17. Probetas sometidas a congelamiento.....	86
Fotografía 18. Probetas sometidas a deshielo.....	86

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ubicación satelital	73
Ilustración 2. Parámetros climáticos	74
Ilustración 3. Cemento Andino Tipo I.....	75
Ilustración 4. Ubicación satelital de la cantera de Pilcomayo	77

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1. Asentamiento del grupo control (sin PEAD).....	123
Gráfico 2. Asentamiento del grupo experimental (con PEAD)	124
Gráfico 3. Volumen exudado por intervalo de tiempo (sin PEAD)	125
Gráfico 4. Volumen exudado acumulado del grupo control (sin PEAD)	125
Gráfico 5. Velocidad de exudación por intervalo de tiempo (sin PEAD)	126
Gráfico 6. Volumen exudado por intervalo de tiempo (con PEAD).....	126
Gráfico 7. Volumen exudado acumulado (con PEAD).....	127
Gráfico 8. Velocidad de exudación del grupo experimental (con PEAD).....	127
Gráfico 9. Evaluación del porcentaje de aire Incorporado en la mezcla	128
Gráfico 10. Porcentaje de aire Incorporado corregido en la mezcla.....	129
Gráfico 11. Curva de resistencia a la penetración (sin PEAD)	130
Gráfico 12. Curva de resistencia a la penetración (con PEAD)	131
Gráfico 13. Resistencia a la compresión a los 3 días (sin PEAD)	132
Gráfico 14. Resistencia a la compresión a los 07 días (sin PEAD).....	133
Gráfico 15. Resistencia a la compresión a los 14 días (sin PEAD).....	133
Gráfico 16. Resistencia a la compresión a los 21 días (sin PEAD).....	134
Gráfico 17. Resistencia a la compresión a los 28 días (sin PEAD)	135
Gráfico 18. Ensayo de compresión a los 03 días con PEAD	136
Gráfico 19. Ensayo de compresión a los 07 días con PEAD	136
Gráfico 20. Ensayo de compresión a los 14 días con PEAD	137
Gráfico 21. Ensayo de compresión a los 21 días con PEAD	137
Gráfico 22. Ensayo de compresión a los 28 días con PEAD	138
Gráfico 23. Ensayo de compresión 03 días sin PEAD.....	139
Gráfico 24. Ensayo de compresión 07 días sin PEAD.....	139
Gráfico 25. Ensayo de compresión 14 días sin PEAD.....	140
Gráfico 26. Ensayo de compresión 21 días sin PEAD.....	140
Gráfico 27. Ensayo de compresión 21 días sin PEAD.....	141
Gráfico 28. Ensayo de compresión a los 03 días con PEAD.....	142
Gráfico 29. Ensayo de compresión a los 07 días con PEAD	142
Gráfico 30. Ensayo de compresión a los 14 días con PEAD.....	143
Gráfico 31. Ensayo de compresión a los 21 días con PEAD.....	144
Gráfico 32. Ensayo de compresión a los 28 días con PEAD.....	144

Gráfico 33. Comparación entre volúmenes acumulados de exudación	150
Gráfico 34. Comparación del tiempo de fragua inicial y final del grupo	153
Gráfico 35. Concreto (sin PEAD) y (con PEAD)	155
Gráfico 36. Curvas de resistencia (sin PEAD) y (con PEAD)	157
Gráfico 37. Curvas de resistencia llevado a congelamiento y deshielo	158
Gráfico 38. Curva de valores promedio de resistencia la compresión.....	160

RESUMEN

La tesis presente investigación tuvo como problema general: ¿Cómo influye el polietileno reciclado de alta densidad en las propiedades del concreto sometido a ciclos de congelamiento y deshielo?, el objetivo general fue: analizar la influencia del polietileno reciclado de alta densidad en las propiedades del concreto sometido a ciclos de congelamiento y deshielo y la hipótesis general que se contrastó fue: el polietileno reciclado de alta densidad mejora las propiedades del concreto sometido a ciclos de congelamiento y deshielo.

El método fue el científico, el tipo de investigación aplicada, de nivel descriptivo- explicativo y diseño experimental. La población estuvo conformada por 180 especímenes de concreto con polietileno reciclado de alta densidad, no se utilizó la técnica del muestreo, sino el censo.

Concluido el estudio se determinó que efectivamente el polietileno reciclado de alta densidad mejora sustancialmente las propiedades del concreto sometidos a ciclos de congelamiento y deshielo, reflejándose en la trabajabilidad, exudación, incorporación de aire, tiempo de fragua y resistencia a la compresión, en la mezcla de concreto.

Palabras claves: Polietileno reciclado, alta densidad, concreto, ciclos de congelamiento y deshielo.

ABSTRACT

The present research thesis had as a general problem: How does high-density recycled polyethylene influence the properties of concrete subjected to freeze-thaw cycles? The general objective was: to analyze the influence of high-density recycled polyethylene on the properties of the concrete subjected to freeze-thaw cycles and the general hypothesis that was tested was: recycled high-density polyethylene improves the properties of concrete subjected to freeze-thaw cycles.

The method was scientific, the type of applied research, descriptive-explanatory level and experimental design. The population consisted of 180 concrete specimens with recycled high-density polyethylene, the sampling technique was not used, but the census.

Once the study concluded, it was determined that effectively the recycled high-density polyethylene substantially improves the properties of concrete subjected to freezing and thawing cycles, reflecting on the workability, exudation, incorporation of air, setting time and resistance to compression, in the mixture of concrete.

Keywords: Recycled polyethylene, high density, concrete, freeze-thaw cycles. In this research the scientific method was used, a type of applied research, of an explanatory level and with an experimental design.

INTRODUCCIÓN

Según un estudio realizado por el Ministerio del Ambiente para el año 2018 informó que hoy en día el plástico simboliza el 10% de todos los desechos que se generan en el país. Se sabe que la degradación o transformación del plástico demora entre 100 y 500 años, desde el año 2015 las cifras de plástico van en crecimiento y cada año, hasta 13 millones de toneladas de plástico llegan a los mares, requiriendo tomar acciones para reutilizar este material. Por ello, dentro de este contexto, la utilización de plástico reciclado como material alternativo en la elaboración de concreto es motivo de estudio de varios organismos y universidades a nivel mundial.

Por otra parte, se ha revelado que existe un factor que está deteriorando el concreto, conocido como hielo – deshielo o también como congelamiento y deshielo que se da en climas fríos y en épocas de heladas. Cuando el agua del concreto se congela, en sus poros el volumen de este se eleva en un 9% lo cual genera las fisuras y desprendimiento en láminas del concreto, lo que trae como consecuencia que el refuerzo armado se exponga y reduzca su resistencia para el cual fue diseñado inicialmente.

Tras observar las características del polietileno de alta densidad (PEAD) y considerando el clima frío en Huancayo, surgió el problema de cómo cambian las propiedades en estado fresco y endurecido del concreto al incluir en la mezcla estas fibras de polietileno de alta densidad para luego ser sometidas a ciclos de congelamiento y deshielo.

La parte experimental se inició con el estudio de la cantera, del cual extrajimos los agregados, luego se realizó el diseño de mezcla de concreto convencional con un $f'c=280$ kg/cm². Los ensayos incluidos en el estudio de la presente investigación se realizaron en un laboratorio respetando la Norma Técnica Peruana y ASTM.

Este estudio está estructurado en cinco capítulos, que se describen a continuación:

EL CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, describe la realidad problemática, el problema general y específicos, la justificación: práctica y metodológica, las delimitaciones: espacial, temporal y económica, las limitaciones: de información y tecnológica y los objetivos: general y específicos.

EL CAPÍTULO II: MARCO TEORICO, en este capítulo se presentan los antecedentes de investigación: antecedentes internacionales y nacionales, bases teóricas, definición de términos, formulación de hipótesis y variables de la investigación.

EL CAPÍTULO III: METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION, este capítulo trata del método de investigación, tipo de investigación, nivel de investigación, diseño de la investigación, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, técnicas de procesamiento y análisis de datos y aspectos éticos de la investigación.

EL CAPÍTULO IV: RESULTADOS, en este capítulo se detalla el procedimiento de la investigación, el análisis de hipótesis nula y alterna.

EL CAPÍTULO V: DISCUSION DE RESULTADOS, en este capítulo se trata de la trabajabilidad, exudación, incorporación de aire, tiempo de fragua y resistencia a la compresión del concreto.

Finalmente se tiene las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y los anexos.

Bach. Acuña Almonacid, Luis Ángel

Bach. Millan Orellana, Paola Susan.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad Problemática

Uno de los contaminantes más predominantes y de mayor impacto al medio ambiente son los plásticos, ya que su uso y su longeva duración los hace un peligro para los ecosistemas. La cifra preocupante es de 13 millones de toneladas de desechos plásticos que se vierten en los océanos. Como consecuencia en el 2050 la cantidad de plástico excederá al total de peces que habitan en los mares. Por lo que se busca la manera de incorporar el plástico reciclado en la mezcla de concreto con el objetivo de mitigar el impacto ambiental.

Por otro lado, siendo considerado el Perú un país rico por poseer una gran diversidad de climas; algunas de sus regiones presentan fenómenos climáticos que incurren de forma directa en el concreto y sobre todo en su calidad. Tal es el caso particular de Huancayo, ciudad perteneciente a la región Junín, en la que se genera uno de estos fenómenos denominado ciclos de congelamiento y deshielo. Se explica que ante un clima de baja temperatura y cuando el concreto se satura, se produce el congelamiento y el agua no tiene espacio para expandirse, lo cual genera deterioro del concreto en los pavimentos, losas de techo, revestimiento de canales entre otras infraestructuras de concreto en las zonas frías de la ciudad de Huancayo.

Por tales causas la investigación se aboca en aplicar los conceptos de aprovechamiento del residuo plástico específicamente el tipo de plástico

de alta densidad en el concreto y a su vez someterlos a fases de congelamiento y deshielo representando el clima de Huancayo en épocas de helada; de esta manera implementamos soluciones encaminadas al desarrollo sostenible para reducir la contaminación ambiental y determinar de qué forma interviene el polietileno de alta densidad y los efectos que tiene la representación de las fases de congelamiento y deshielo en las propiedades físicas como también mecánicas del concreto.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo influye el polietileno reciclado de alta densidad en las propiedades del concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ sometido a ciclos de congelamiento y deshielo?

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿Cómo incide el polietileno reciclado de alta densidad en la trabajabilidad del concreto?
- b) ¿De qué manera repercute el polietileno reciclado de alta densidad en la exudación del concreto?
- c) ¿Cómo influye el polietileno reciclado de alta densidad en la incorporación de aire del concreto?
- d) ¿Cómo afecta el polietileno reciclado de alta densidad en el tiempo de fragua del concreto?
- e) ¿En qué medida el polietileno reciclado modifica la resistencia a la compresión del concreto convencional y sometido a ciclos de congelamiento y deshielo?

1.3. Justificación de la investigación

1.3.1. Justificación práctica

La presente investigación contribuye a mejorar las condiciones ambientales de la comunidad, para el efecto hace uso de polietileno reciclado de alta densidad en las mezclas de concreto; además mediante la utilización de estas fibras pueden simularse efectos del fenómeno del cambio climático mediante las etapas de congelamiento y deshielo.

Desde el punto de vista social el impacto de esta investigación es positivo porque no solo hace uso de desechos de plástico, sino que

fundamentalmente, influye en la mejora de las condiciones climatéricas del medio ambiente problema mundial que es ocasionado por el hombre y como tal su solución debe realizarse a través de quien contamina el espacio ambiental con consecuencias funestas para la humanidad.

Además, este estudio contribuye a la industria de la construcción, ya que el polietileno de alta densidad (PEAD) es un residuo que existe en gran cantidad en todo el planeta el cual se puede reutilizar como reemplazo de los agregados pétreos en la mezcla de concreto convencional.

1.3.2. Justificación metodológica

Esta investigación identifica la variación porcentual de polietileno reciclado de alta densidad y su influencia en el comportamiento del concreto en estado fresco y en estado endurecido; que, a su vez, está sometido a ciclos de congelamiento y deshielo para determinar su resistencia a la compresión a los 3 días, 7 días, 14 días, 21 días y 28 días.

La metodología utilizada en este estudio comprende una serie de ensayos en laboratorio, característica de un diseño experimental, que especifica los pasos subsecuentes para el análisis de los especímenes que se someten a prueba con la finalidad de obtener resultados de mejora en las propiedades físicas y mecánicas de las mezclas de concreto y que pueden ser utilizados de diferentes maneras en estructuras, pavimentos y otros usos en la industria de la construcción.

La metodología de este estudio debe tener su aplicación puesta en obra, no solo utilizando este tipo de agregado sino otros diversos que también tienen influencia en las propiedades del concreto, sirviendo de base para otras investigaciones similares con diferentes recursos.

1.4. Delimitación de la investigación

1.4.1. Delimitación Espacial

Este estudio se realizó en la ciudad de Huancayo con el polietileno reciclado de alta densidad obtenida del centro de almacenamiento de reciclaje Cartonplas, con los agregados de la cantera de Pilcomayo y los ensayos se realizaron en el laboratorio Dosed, ubicado en Jr. Aguirre Morales N°562 El Tambo – Huancayo.

Planta Recicladora:

✓ Localización geográfica

La planta recicladora del Polietileno:

Región : Junín
 Provincia : Huancayo
 Distrito : El Tambo

✓ **Coordenadas geográficas**

La planta recicladora del Polietileno:

Latitud : 12°03'01" S
 Longitud : 75°13'17" O
 Altitud : 3360 m.s.n.m

Cantera:

✓ **Ubicación de la cantera**

Ubicación geográfica de la cantera.

Región : Junín
 Provincia : Huancayo
 Distrito : Pilcomayo

✓ **Coordenadas Geográficas**

La cantera de Pilcomayo está ubicada en las coordenadas:

Latitud : 12°02'00.57" S
 Longitud : 75°15'00.02" O
 Altitud : 3209 m.s.n.m

1.4.2. Delimitación temporal

La delimitación temporal de la presente investigación corresponde al periodo comprendido entre el mes de junio del 2019 a junio del 2020.

1.4.3. Delimitación económica

Las pruebas y/o ensayos resultaron ser costosos, eso implicó realizar un ajuste económico en el presupuesto inicial que se planteó.

1.5. Limitaciones

1.5.1. Limitación de información

No se encontraron antecedentes nacionales dado que no existen muchos estudios sobre el tema que nos hubiera permitido enriquecer este trabajo. Con referente a los Antecedentes Nacionales si existe información suficiente pero que corresponde a otros agregados y a otras realidades.

1.5.2. Limitación tecnológica

Durante el desarrollo de este trabajo se tuvo limitaciones en cuanto a disponibilidad de equipos y laboratorios para los ensayos del concreto, dado q el país y el mundo se encuentra sumido en el problema de la pandemia y más aún en nuestro país la emergencia nacional y sanitaria durante todo el 2020 y que a la fecha continúa.

1.5.3. Limitación de tiempo

La investigación tuvo limitación temporal ya que la parte descriptiva y experimental se desarrollaron durante los meses de junio, julio, agosto y setiembre: teniendo en consideración las características climáticas dadas por Senahmi.

1.6. Objetivos de la investigación

1.6.1. Objetivo general

Analizar el mejoramiento del polietileno reciclado de alta densidad en las propiedades del concreto $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ sometido a ciclos de congelamiento y deshielo.

1.6.2. Objetivos específicos

- a) Determinar la incidencia del polietileno reciclado de alta densidad en la trabajabilidad del concreto.
- b) Estimar la repercusión del polietileno reciclado de alta densidad en la exudación del concreto.
- c) Calcular la variación del polietileno reciclado de alta densidad en la incorporación de aire del concreto.
- d) Determinar cómo afecta el polietileno reciclado de alta densidad en el tiempo de fragua del concreto.
- e) Analizar cómo el polietileno reciclado de alta densidad modifica la resistencia a la compresión del concreto convencional y sometido a ciclos de congelamiento y deshielo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

21. Antecedentes de la investigación

21.1. Antecedentes internacionales

Moya Heredia & Mestanza Guamancuri (2018) presentó la tesis de pregrado **Titulado:** “Análisis de las propiedades físico–mecánicas de un hormigón elaborado con fibras recicladas de envases PET utilizando agregados de la cantera de san Antonio y cemento Holcim tipo GU”, el cual establece como **objetivo general:** Muestrear varias dosificaciones con porcentajes de PET para añadirlas al concreto y evaluar cómo influye en las propiedades del concreto fresco: trabajabilidad, densidad del concreto convencional y otro con fibras PET, obteniendo como **resultado:** Se obtiene una trabajabilidad media, ya que el concreto es menos trabajable a más cantidad de fibras, finalmente **concluyó:** El porcentaje de PET más óptimo es 1.11%, con este se logra la resistencia óptima del concretola, la densidad del concreto convencional es mayor que la densidad del concreto con fibras PET.

Garcia Galindo & Hernandez Sanchez (2018), presentó la tesis de pregrado **Titulado:** “Estudio del efecto en las propiedades mecánicas del concreto simple reforzado con fibras de tereftalato de polietileno (PET) y polipropileno (PP)”, el cual fija como **objetivo general:** Analizar la comparación de tensión y densidad del tereftalato de polietileno (PET) y polipropileno (PP) mediante un método.

Determinar la resistencia del concreto con diferentes porcentajes del PET y PP. Se utilizó la recopilación de datos como metodología, y se realizó ensayos en el laboratorio, obteniendo como **resultado:** Las densidades del concreto normal constituida por material virgen son mayores que las densidades de las fibras PET y polipropileno PP, **concluyó:** Las resistencias del PET son 4,5 veces

mayor que las de propileno PP. El PET absorbe mayor energía, no obstante, un incremento de PET disminuye la resistencia del concreto.

Baldenebro López (2015) presentó la tesis de pregrado **Titulado:** “Estudio numérico-experimental de fibras de PET y su comportamiento en una matriz de concreto”, el cual fija como **objetivo general:** Demostrar que el uso de PET en el concreto es viable para obtener mejores propiedades del concreto en estado endurecido, ya que el PET tiene bajo módulo elástico sus resistencias a tensión son óptimas, **resultado:** En el ensayo a flexión se gana mayor resistencia por la forma de sus fibras, si son continuas ayudan a obtener los más altos valores de resistencia en comparación con el uso de fibras cortas. **concluyó:** La utilización de PET favorece a la resistencia a flexión del concreto ya que trabaja como refuerzo produciendo un material compuesto apto para cualquier obra civil.

Sierra Jiménez (2016) presento la tesis de pregrado **Titulado:** “Usos y aplicaciones del plástico reciclado en la fabricación de elementos estructurales para construcción de vivienda en Colombia”, el cual establece como **objetivo general:** Usar el tipo de plástico polietileno de alta densidad (PEAD) reciclado en la fabricación de elementos estructurales para las construcciones de vivienda en Colombia, se ha empleado la metodología apoyar el acceso a vivienda a familias de escasos recursos económicos. **Resultado:** Se realizaron ensayos a compresión, flexión y tensión cálculo de la carga lateral horizontal perpendicular al plano y paralela al plano y sobre todo el análisis de una vivienda de 6.33 x 6.33 m², y finalmente **concluyó:** El polietileno reciclado de alta densidad es posible incluir en el concreto que será colocado en elementos de la estructura de la vivienda.

Quintero Blandón & Mahecha Rico (2016) presentó la tesis de pregrado **Titulado:** “Propiedades Mecánicas de un concreto reforzado con fibras de PET reciclado” **objetivo general:** Determinar la excelente cantidad de PET para determinar las propiedades mecánicas del concreto. **resultado:** Cuánto más porcentaje de PET en la mezcla, se optimiza la resistencia a flexión (1,5% en adición de 30% PET), todo lo contrario, ocurre con la resistencia a compresión, ya que a mayor porcentaje de PET, la resistencia a la compresión desciende, **concluyó:** Resulta ineficiente utilizar PET reciclado en el diseño de mezcla de concreto.

212 Antecedentes nacionales

Pinto Meza (2018) presento la tesis de pregrado **Titulado:** “Análisis del proceso de curado de concreto en ciclos de congelamiento/ deshielo y su influencia en la resistencia a la compresión, Yanacancha, Pasco”, el cual asienta como **objetivo general:** Preparar un diseño patrón de concreto para un determinado tipo de cemento y calcular la resistencia a la compresión. Empleó la metodología de tres probetas por muestra de concreto para la realización ensayos a las edades de 7, 14 y 28 días **resultado:** Según sus resistencias en porcentaje: El curado sumergido en agua es más resistente en 16.64%, protegido con papel; en 4.33%, protegido con aserrín; 3.75%, protegido con Polietileno con Burbuja de Aire; 1.79% y protegido con lámina de Tecnopor; 5.18%. Todos estos resultados a los 28 días de edad, **concluyó:** A la edad de 28 días del concreto el curado del tipo probeta sumergido en agua obtuvo mayor resistencia en 16.64% comparándolo con el curado por aspersión y a la misma edad.

Lector Lafitte & Villarreal Barragán (2018), presentó la tesis de pregrado **Titulado:** “Utilización de materiales plásticos de reciclaje como adición en la elaboración de concreto de Nuevo Chimbote”, el cual estipula como **objetivo general:** Elaborar un concreto ecológico de $f'c$: 175 Kg/cm² y 210 Kg/cm² con los plásticos PET, los cuales son envases desechables de consumo líquido. Detalla la metodología de realizar la rotura de probetas con PET a los 7, 14 y 28 días, **resultado:** Comparando entre el concreto simple y el concreto con incorporación de PET denominado “concreto ecológico”, el más ligero es este último, y la resistencia a compresión se redujo en 14.61% a los 28 días con un diseño adicional de $f'c=210$ kg/cm², **concluyó:** El tereftalato de polietileno no mejora las propiedades y/o características físicas y mecánicas del concreto.

Tagle Arizaga & Zapana Matheus (2018) presentó la tesis de pregrado **Titulado:** “Evaluación del deterioro del concreto con contenidos variables de aire incorporado y fibras de polipropileno sometido a congelamiento a edades tempranas”, el cual fija como **objetivo general:** Analizar el deterioro que sufre el concreto realizado en base a fibras de polipropileno y aire incorporado, regiones de climas fríos del, el desarrollo se llevó acabo empleando la metodología, los cambios de temperatura en el interior del espécimen del concreto se generan de forma de reiterada a través de un proceso cíclico de

hielo – deshielo, y en estado fresco se perjudica el concreto en tan solo un ciclo, como **resultado**: En su estudio muestra el grado de deterioro del concreto llevado al proceso cíclico - congelamiento a edades tempranas mediante la realización de pruebas de congelamiento a probetas y prismas de concreto a partir de distinto tiempo desde su fabricación: a 1h, 12h y 24h de edad, comparándolas con probetas que no fueron llevadas a congelamiento. Luego se realizaron sus ensayos de resistencia a compresión, permeabilidad y absorción., y finalmente **concluyó**: El uso del aire incorporado y los materiales de polipropileno ayudan a contrarrestar el daño y descenso de la resistencia a compresión del concreto debido a la muestra inicial congelada por el clima frío.

Medina Cardenas & Quispe Yucra (2017) presentó la tesis de pregrado **Titulado**: “Protección óptima en el proceso de curado y su influencia en la resistencia de los concretos expuestos a ciclos de congelamiento y deshielo”, el cual fija como **objetivo general**: Estimar de qué manera se comporta el concreto frente al polietileno con papel, polietileno con aserrín, polietileno expandido (Tecnopor), polietileno con burbuja de aire, espuma de poliuretano y aditivo SIKA ANTISOL S, para contrarrestar al proceso cíclico de congelamiento y deshielo, empleando la metodología de que a los siete primeros días realizar los ensayos a compresión del cemento tipo I y tipo IP frente al proceso cíclico de congelamiento y deshielo, se tuvo como **resultado**: La protección óptima para que el concreto no sea dañado frente al fenómeno cíclico y que a su vez conserve su resistencia, es el de aserrín y tecnopor, **concluyó**: Que el polietileno con aserrín y la lámina de poliestireno expandido (Tecnopor) tienen un excelente comportamiento térmico ante el proceso cíclico de congelamiento y deshielo.

LÓPEZ Ampuero & MAMANI Copari (2017) presentó la tesis de pregrado **Titulado**: “Influencia del nanosílice y superplastificante en la durabilidad del concreto sometidos a ciclos de congelamiento y deshielo de la ciudad de Puno”, el cual fija como **objetivo general**: Revelar el comportamiento del concreto frente a su resistencia a la compresión y la cantidad de porosidad, considerando la metodología de adición porcentual de nanosílice lo cual fue simulado a un proceso de congelamiento y deshielo, su **resultado**: Al añadir más nanosílice al concreto, su resistencia a compresión se incrementa y su porosidad reduce, esto genera como consecuencia la

excelente durabilidad del concreto que está en un proceso de congelamiento y deshielo, y finalmente **concluyó**: A los 28 y 56 días, el concreto patrón que sufrió el proceso de congelamiento y deshielo, sufrió daños de desgaste y no cumplieron la resistencia de diseño de 210 kg/cm².

22 Bases teóricas

221. Polímeros

Los polímeros son también denominados plásticos, están compuestos por resinas, proteínas y otras sustancias. Podemos cambiar su forma para siempre ya que son materiales moldeables. (Pérez Porto & Gardey, 2015).

222 Propiedades

(Según Lima 2016) Las principales propiedades de los plásticos:

- a) Su costo de producción es reducido.
- b) En su mayoría tienen baja densidad.
- c) Son impermeables.
- d) Actúan como aislantes eléctricos.
- e) Intervienen como aislantes acústicos
- f) Irresistentes a altas temperaturas, lo que explica su casi nula función de aislante térmico.
- g) No se corroe y resiste a factores químicos.

223. Clasificación

El plástico se clasifica en dos grupos, por su estructura química; es decir según la columna del polímero y sus cadenas y por su calidad de fabricación del producto. Dentro del primer grupo se encuentran: los poliésteres, los acrílicos, los poliuretanos, las siliconas, entre otros. Y en el segundo grupo se encuentran: los termoplásticos, los termoestables, los elastómeros, los conductores de electricidad, etc. (Pastor, Salazar, Seminario, Tineo y Zapata, 2015, p.10).

a) Termoplásticos

El termoplástico tiene la propiedad de convertirse en líquido cuando se somete a altas temperaturas, sin embargo, al enfriarse se vuelve un material duro y rápido de quebrarse. Son considerados materiales

reciclables porque fácilmente pueden calentarse y enfriarse. Químicamente, se explica que las cadenas de las moléculas del termoplástico están separadas, entonces esto ocasiona que al calentarse sus moléculas se deslizen entre sí y al enfriarse adoptan la forma final. (Pastor, Salazar, Seminario, Tineo y Zapata, 2015, p.11).

Tabla 1. Tipo de plástico y aplicaciones

Tipo		Aplicaciones
Policloruro de vinilo (PVC)		Tubos
		Cables
		Puertas
		Ventanas
	Duro	Juguetes
		Maquinillas de afeitar desechables
Poliestireno		Chalecos salvavidas
		Cascos de ciclismo
	Expandido (porexpan)	Aislamiento térmico y Acústico
		Vasos térmicos
		Embalaje ("corcho blanco")
		Cajas para productos congeladores
Polietileno	Alta Densidad	Utensilios domésticos (cubos, juguetes)
		Contenedores industriales
		Macetas
		Bidones
		Envases soplados
	Baja Densidad	Caños
		Depósitos
		Tubos y pomos
		Bolsas de uso general
		Cables eléctricos (aislante)
Metacrilato (plexiglás)		Faros
		Lentes de contacto
		Carteles luminosos
		Gafas de protección
		Prótesis de odontología
		Utensilios de cocina (sartenes, paletas, etc.)

Teflón (fluorocarbonato)	Revestimiento de aviones, cohetes y naves espaciales
	Revestimiento de cables
Nailon (PA poliamida)	Hilo de pescar
	Levas
	Engranajes
	Tejidos
	Medias
Celofán	Embalaje
	Envasado
	Empaquetado
Polipropileno (PP)	Tapas de envases
	Bolsas
	Carcasas
Poliéster (PET)	Botellas de agua
	Envases champú
	Productos Farmacéuticos

Fuente: Elaboración propia

b) Termoestables

Este tipo de plástico a altas temperaturas no se derrite, tan solo se degrada. Resultan de la unión de dos resinas líquidas y la reacción de la unión de dos cadenas moleculares: catalizador y acelerante. No es considerado un plástico reciclable puesto que se degrada.

Se caracterizan por su carente elasticidad y fragilidad, son plásticos insolubles, pasa de un estado gaseoso a un estado líquido y no reaccionan ante cualquier tipo de solventes.

Tabla 2. *Tipo de plástico y aplicaciones*

Tipo	Aplicaciones
Poliuretano (PUR)	Espuma para colchones y asientos
	Aislamientos térmicos y acústicos
	Correas de transmisión de movimientos
	Ruedas de fricción
	Pegamentos
	Barnices
	Mangos y asas de utensilios de Cocina
	Ruedas dentadas
	Carcasas de electrodomésticos

Resinas fenólicas (PH): Baquelitas	Aspiradores
	Aparatos de teléfonos
	Enchufes interruptores
	Ceniceros
Melamina	Accesorios eléctricos
	Aislantes térmicos y acústico
	Encimeras de cocina
	Vajillas
	Recipientes de alimentos

Fuente: Elaboración propia

c) Elastómeros

Los elastómeros es la combinación de los plásticos termoestables y de los termoplásticos. Conservan la propiedad de elasticidad que químicamente explica que las cadenas moleculares cambian de lugar por sí mismas, cuando se deja de aplicar cierta tensión; el enlace covalente hace que el elastómero retorne a su posición inicial. Se alargan desde un 5% a un 700%. Su uso es más que nada en adhesivos, cierres impermeables y otros materiales que tienen flexibilidad. (Pastor, Salazar, Seminario, Tineo y Zapata, 2015, p.13).

Tabla 3. Tipo de plástico y aplicaciones

Tipo	Aplicaciones
Caucho natural	Colchones
	Aislamiento térmico
	Aislamiento eléctrico
Caucho sintético	Pavimentos
	Volantes
	Parachoques
	Pavimentos
	Tuberías
	Esponjas de baño
	Guantes
	Trajes de inmersión
Neopreno	Mangueras
	Guantes

Fuente: Elaboración propia

2.2.3.1. Polietileno

Son películas plásticas transparentes de color blanco y pigmentadas. Están normadas por el ASTM C171 en la que se especifica que el tamaño debe ser 4 milésimas de pulgada como mínimo. Tienen como fórmula química: $(C_2H_4)_n$, de esta fórmula se explica que el polietileno está compuesto de elementos

orgánicos similares que difieren en el valor de n. (Medina & Quispe, 2017, p. 54)

2.2.3.2. Polietileno de alta densidad (PEAD):

Es comúnmente utilizado por la industria del plástico para reducir costos en la fabricación de productos agregando porcentajes de este residuo combinado con PEAD virgen o trabajando a 100% con este material reciclado. Existe una inmensa variedad de usos del PEAD reciclado, pueden ser utilizados para crear desde envases hasta tuberías para agua potable, entre muchos otros. (Sierra, 2016, p.9).

Características:

- a) Es incoloro, translúcido y sólido.
- b) Posee resistencia química.
- c) Es flexible, tenaz y presenta ligereza.
- d) Es más rígido en comparación con el polietileno de baja densidad.
- e) Difícil de escribir, pintar, pegar o imprimir sobre su superficie.
- f) Resistente a los ácidos, disolventes ordinarios y el agua a temperatura de ebullición.

Aplicaciones:

Con el polietileno de alta densidad se fabrican envases, juguetes, cascos, prótesis, tuberías para el suministro de agua potable y con estos se impermeabilizan las piscinas y estanques. (Pastor, Salazar, Seminario, Tineo y Zapata, 2015, p.8).

Tabla 4. *Propiedades físicas del PEAD*

Propiedades Físicas del PEAD	Unidad	Valor
Densidad	Kn/m ³	9.41 – 9.65
Absorción de agua	Mg a 96 h	<0.5
Contracción	%	1.5 – 3
Resistencia a la tensión	N/mm ²	18 - 35
Elongación punto de ruptura	%	1000
Resistencia al impacto ranurado 1		
A 20 C	KJ/m	No rompe - 6

A 20 C	KJ/m	>5
Temperatura de defección		
1.86 N/mm ²	C°	50
0.45 N/mm ²	C°	75
Resistencia dialéctrica	KV/cm	>600

Fuente: Recuperado de Ernesto (2005). Estudio de las propiedades y aplicaciones industriales del polietileno de alta densidad (PEAD). Tesis de pregrado. Universidad de San Carlos de Guatemala.

Tabla 5. Propiedades mecánicas del PEAD

Propiedades	Unidad	Valor
Coeficiente de Fricción		0.29
Dureza - Rockwell		D60-73 - Shore
Módulo de Tracción	GPa	0.5-1.2
Relación de Poisson		0.46
Resistencia a la Tracción	MPa	15-40
Resistencia al Impacto Izod	J m ⁻¹	20-210

Fuente: Recuperado de Ernesto (2005). Estudio de las propiedades y aplicaciones industriales del polietileno de alta densidad (PEAD). Tesis de pregrado. Universidad de San Carlos de Guatemala.

Símbolo de reciclaje de plástico PEAD

El plástico PEAD, se considera de reciclaje secundario y se identifica con el número dos, rodeado de tres flechas continuas formando un triángulo, como se observa en la Figura 2-1; existen dos tipos, el grado textil y el grado botella. (Sierra, 2016, p.9).

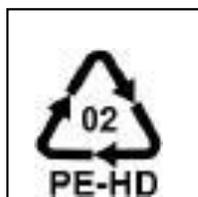


Figura 1. Símbolo de reciclaje de plástico PEAD.

2.2.3.3. Reciclaje de polímeros

El Reciclaje permite convertir todo aquel material raído en un nuevo producto útil, esto se logra mediante la recolección y posteriormente la separación de botellas desechables, latas vacías, cartones, etc. (Caballero y Flores, 2016, p.33).

(Según Jiménez, 2016, p. 27) En Perú hace falta áreas disponibles para llevar

todos los productos usados que aún son reutilizables, por lo general se vierten en botaderos de la zona; lo que genera contaminación ambiental. El Ministerio del Medio Ambiente dio a conocer que la cantidad de basura que se produce en el país es 6764507 toneladas al año considerando de esta manera al plástico con un 11.30% como el que se produce más luego. Y entonces el porcentaje de reciclaje representaría el 0.20% del total reducido.

Existen cuatro métodos de reciclaje:

- a) Reciclaje primario
- b) Reciclaje secundario o mecánico
- c) Reciclaje terciario o químico
- d) Reciclaje cuaternario o valorización energética

2.2.3.4. El polímero en la mezcla de concreto

De todos los componentes del concreto se reemplaza los agregados pétreos por polímero. Y esta nueva mezcla de concreto resulta eficaz, al alcance del bolsillo, accesible a poder realizarlo y sobre todo sostenible; ya que se contribuye a reducir los impactos ambientales que genera cualquier residuo plástico. Asimismo, se logra ayudar a las personas con menos recursos económicos que accedan a cálidas viviendas lo cual genera desarrollo del país. (Gaggino, 2014, p. 10).

224. Concreto

El concreto es considerado un material de construcción que está integrado por agregados, agua y cemento, éste último actúa como ligante ocupando vacíos entre los agregados finos y gruesos. (Salcedo, 1999).

2.2.4.1. Características del concreto

El concreto es considerado como un material Universal de construcción, por las siguientes razones:

- a) En su estado fresco, se adapta a la forma de los encofrados ya que tiene consistencia plástica.
- b) Tiene una excelente resistencia a la compresión.
- c) Es resistente al fuego e impide que el agua penetre.

Desventajas del concreto:

- a) En muchas ocasiones la mezcla de concreto se prepara insitu, es decir en el lugar de la obra. Por lo cual la única supervisión de la calidad de concreto es del Ingeniero Residente. Sin embargo, cuando la construcción de la obra es informal, no hay ningún especialista en concreto que dosifique la mezcla según su aplicación.
- b) Debido a la escasa resistencia a la tracción que tiene el concreto no contribuye a lograr la resistencia deseada en las vigas y tirantes, ya que dichos elementos estructurales están sometidos a flexión.

No obstante, para alcanzar la resistencia óptima se refuerza al concreto con acero y la unión de ambas se denomina concreto armado, nos sirve para construir puentes, casas, pavimentos, presas, reservorios, etc. (Abanto, 2009, p. 11, 12).

2.3 Propiedades del Concreto

Las propiedades del concreto son:

a) Trabajabilidad

Es aquella propiedad del concreto en estado no endurecido, esta determina su capacidad para ser manipulada, transportado, colocado y consolidado adecuadamente, con un mínimo de trabajo y un máximo de homogeneidad; así como para ser acabado sin que presente segregación. (Rivva, 2014, p. 37).

b) Consistencia

Es el porcentaje de humedad por la cantidad de fluidez que hay en la mezcla, cuánto más humedad existe, más fluidez y por consiguiente más facilidad al momento de la colocación del concreto. Se debe tener en cuenta que los conceptos de consistencia son diferentes al de trabajabilidad. Así, por ejemplo, una mezcla puede ser poco trabajable y de alta consistencia plástica. (Rivva, 2014, p. 40).

c) Resistencia

Es considerada la propiedad mecánica más importante del concreto que representa la carga máxima que este puede soportar, el concreto es muy útil para aquellos elementos estructurales sometidos a esfuerzos de compresión como, por ejemplo; las columnas. Asimismo, su uso y calidad dependerá del $f'c$ para el cual fue diseñado, mencionamos algunos: $f'c = 180$, $f'c = 210$, $f'c = 280$, etc. (Rivva, 2014, p. 42).

d) Durabilidad

La durabilidad es el tiempo en el que el concreto cumple la resistencia de diseño, esto se logra conservando sus propiedades y manteniéndose endurecido pese a estar expuesto a factores climáticos. (Rivva, 2014, p. 44, 45).

Factores que afectan la durabilidad del concreto:

- a) Los cambios bruscos de temperatura: Hielo y deshielo
- b) Exposición a un ambiente altamente químico.
- c) La Abrasión.
- d) La corrosión del acero estructural.
- e) Presencia de diferentes tipos de reacciones químicas en los agregados finos y gruesos.

e) Densidad:

Consiste en realizar una mezcla de concreto con peso unitario de 5600 gk/m³ para que sea trabajable en los tipos de obra que requieran concreto de alta densidad. (Rivva, 2014, p. 47).

f) Generación de calor:

Se genera calor cuando se colocan grandes volúmenes de concreto, la temperatura puede variar de 6° a 11° por cada bolsa de cemento.

Por lo tanto, se debe controlar la cantidad de calor generada en la mezcla de concreto, mantenerla en un equilibrio, ni tan frío ni tan caliente, ya que de no ser así traerá como consecuencia; la presencia de grietas en la estructura. Algunas consideraciones para esto, es hidratar en cemento Portland Tipo I. (Rivva, 2014, p. 47, 48).

g) Ecurrimiento plástico:

Es una propiedad del concreto que se produce progresivamente momentos después de la deformación elástica, se alarga o acorta cuando se quita la carga a la cual se somete el concreto. Dicha carga o esfuerzo puede ser a tracción o compresión. (Rivva, 2014, p. 49).

h) Dilatación térmica:

La dilatación térmica comprende la variación del volumen que sufre el concreto que está expuesto al sol. El coeficiente de dilatación térmica

deberá ser 1/100000, aunque este valor variará según el tipo de cemento, de los tamaños de los agregados fino y grueso, grado de humedad de la mezcla y sus respectivas dimensiones de la unidad cúbica del concreto. (Rivva,2014, p. 50).

2.3.4.1. Tipos de concreto.

a. Concreto simple

Se denomina concreto simple a la mezcla de agua, agregado fino y grueso, cemento Portland y agua. El agregado fino cumple la función de completar las zonas vacías entre los agregados gruesos, estos cumplen la función de estar mezclado por el cemento. (Abanto, 2009, p. 12).

b. Concreto armado

Es el concreto simple pero añadido de acero ya que ambos materiales laboran en conjunto, por ello se dice que el acero actúa como refuerzo, dicho refuerzo; puede ser de tracción y también de resistencia a la compresión del concreto para vigas, columnas o cualquier otro elemento estructural. (Abanto, 2009, p. 13).

c. Concreto estructural

Luego que el concreto simple se transporte y se coloque en el área del elemento estructural correspondiente se llama concreto estructural, el cual debe cumplir la resistencia que se especificó en el diseño. Y en su conjunto la estructura a base de este concreto debe cumplir con la durabilidad establecida según normas. (Abanto, 2009, p. 13).

d. Concreto ciclópeo

No es más que agregar al concreto simple, piedras del tamaño de 10", y en total de un volumen del 30%. Antes de mezclarlas, las piedras deben estar lavadas. (Abanto, 2009, p. 13).

e. Concretos livianos

Para la mezcla de un concreto liviano debes seleccionar agregados ligeros, es decir su peso unitario deberá variar desde 400 a 1700 kg/m³ (Abanto, 2009, p. 13).

f. Concretos normales

Se denomina concretos normales aquellos que están conformados por agregados extraídos de cantera o río, de peso unitario variante entre

2300 a 2500 Kg/m³. Peso promedio de 2400 g/m³ (Abanto, 2009, p. 13).

g. Concretos pesados

Este tipo de concreto incluye en su mezcla a agregados de mayor peso, aproximadamente un peso unitario que varía de 2800 a 6000 kg/m³. (Abanto, 2009, p. 13).

h. Concreto premezclado

El concreto premezclado se diseña en una planta concretera para luego ser transportado al lugar de la obra a través de los mixers. (Abanto, 2009, p. 14).

i. Concreto prefabricado

Como su mismo nombre lo menciona, es aquel concreto que es fabricado en un lugar distinto al de la obra. Puede ser simple o armado. (Abanto, 2009, p. 14).

j. Concreto bombeado

Es denominado concreto bombeado porque es puesto en obra con tuberías que bombean el concreto en el elemento estructural. (Abanto, 2009, p. 14).

2.3.4.2. Concreto reforzado con fibras

El concreto reforzado con fibra es el concreto simple más fibras orgánicas, sintéticas o de acero con el fin de enriquecer las propiedades ya sean físicas o mecánicas del concreto. (Tagle & Zapana, 2017, p. 59)

El ACI especifica los componentes de este tipo de concreto, los cuales son: agregados finos y gruesos, cemento hidráulico, agua y fibras variables según su tamaño y forma. (ACI544.1R, 1996).

Dentro de las propiedades mecánicas que se logra mejorar con la incorporación de fibras al concreto están: la resistencia a compresión, flexión, tracción y ductilidad. También se logra:

- Incrementar la resistencia a esfuerzos por tracción
- Menos fragilidad.
- Eliminar la absorción de energía luego del agrietamiento

El campo de aplicación del concreto reforzado con fibra comprende:

- Construcción de pavimentos

- En las losas de techo y cimentación
- Revestimiento interior y exterior
- En dovelas y cavernas
- Las grandes soleras industriales.
- Elementos prefabricados
- Construcciones en minería y túneles

2.3.4.3. Materiales que componen el concreto

a. Cemento Portland normal tipo I

El cemento portland es un conglomerado cuyos componentes son: caliza, arcilla carbonizada, ambas molidas y yeso. Estos al mezclarse con agua, hacen que el concreto fragüe y se endurezca. (Rebosov, 2015, p.5).

b. Agregado fino

El agregado fino está conformado por partículas inorgánicas que se producen de la desintegración de las rocas naturales o artificiales, en las Normas NTP 400.011, NTP 400.037 o ASTM C33. se detalla los límites que éstas deben cumplir y sobre todo debe pasar la malla 3/8" (Rivva, 2014, p. 68).

Granulometría

En lo que refiere a la granulometría del agregado fino, se tiene que cumplir con las Normas NTP 400.037 o ASTM C33. Y tener en cuenta lo siguiente:

- El agregado fino es el retenido en las mallas N° 4 a N° 100 de la serie de Taylor.
- El módulo de finura debe estar comprendido de 2.3 a 3.1 y si el retenido es en dos tamices sucesivos no superará el 54%. Además el módulo de finura será 0.2 del valor asumido para la dosificación del concreto.

. **Tabla 6.** *Granulometría del agregado fino*

Tamiz (N°)	Porcentaje que pasa (%)
9,5 mm (3/8 pulg.)	100
4.75 mm (No. 4)	95 a 100
2,36 mm (No. 8)	80 a 100
1,18 mm (No. 16)	50 a 85
600 µm (No. 30)	25 a 60
300 µm (No. 50)	05 a 30
150 µm (No. 100)	0 a 10

Fuente: Norma Técnica Peruana (NTP 400.037)

Por otro lado, su granulometría deberá cumplir lo siguiente:

- Para lograr la trabajabilidad adecuada parte del total de agregado debe pasar la malla N° 50.
- Para no afectar la resistencia óptima de concreto se debe reunir material de 3% a 5% con la Malla N° 200 excluyendo limos, margas o tal vez otras sustancias impuras.
- Para el agregado grueso no incluir material en las Malla N° 4 y N° 8 y así conseguir concreto consistente de fácil acabado.
- No se debe usar demasiado agregado fino en la mezcla, a excepción del concreto realizado en la Selva baja del Perú. (Rivva López, Naturaleza y materiales para el, 2000, págs. 180, 181).

Partículas inconvenientes

La cantidad de partículas o sustancias perjudiciales no deberá exceder de los siguientes límites:

Tabla 7. *Partículas Permisibles en el Agregado Fino*

Máximo porcentaje en peso de la muestra total	
Lentes de arcilla y partículas deleznable	3.00%
Material más fino que la malla N°200	3.00%
Concreto sujeto a abrasión	3.00%
Todos los concretos	5.00%
Carbón y Lignito	
Cuando la apariencia de la superficie es importante	0.50%

Todos los concretos	1.00%
Mica	0.00%
Partículas deleznales	3.00%

Fuente: Recuperado de Rivva López, E. (2014).

c. Agregado grueso

El agregado grueso son todas aquellas partículas (naturales o artificiales) retenidas en el tamiz N° 4, debe cumplir con los límites que lo establece la Norma 400.037, sus dimensiones cumplirán lo detallado en la Norma NTP 400.011. (Rivva, 2014, p. 68).

Los agregados gruesos de otro modo son rocas partidas por lo que sus fracciones serán rugosas, sin ningún tipo de materia orgánica, partículas como polvo, tierra, polvo, limo, humus y sales. (Rivva, 2014, p. 75).

Granulometría

La granulometría seleccionada deberá ser uniforme y permitir obtener la máxima densidad del concreto con una adecuada trabajabilidad en función de las condiciones de colocación de la mezcla. (Rivva, 2014, p. 75,76).

En relación con su granulometría el agregado grueso deberá:

- Según las Normas NTP 400.037 o ASTM C-33 debe estar graduado dentro de los límites instaurados.
- Para lograr una excelente trabajabilidad según las condiciones de la obra se debitará la máxima densidad del concreto.
- La granulometría debe cumplir con el 5% de agregado retenido en malla 1 1/2" y máximo el 6% de agregado que pasa la malla de 1/4".
- Tener en cuenta que, si incluirás dos diferentes tamaños de agregado grueso, cada uno independientemente deberá cumplir con los requisitos de granulometría indicados.

Tabla 8. Granulometría del agregado grueso

HUSO	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	Porcentaje que pasa por los tamices normalizados													
		100 mm (4 pulg)	90 mm (3 1/2 pulg)	75 mm (3 pulg)	63 mm (2 1/2 pulg)	50 mm (2 pulg)	37,5 mm (1 1/2 pulg)	25 mm (1 pulg)	19,0 mm (3/4 pulg)	12,5 mm (1/2 pulg)	9,5 mm (3/8 pulg)	4,75 mm (No. 4)	2,36mm (No. 8)	1,18 mm (No.16)	300 μm (No. 50)
1	90 mm a 37,5mm (3 1/2 pulg a 1 1/2 pulg)	100	90 a 100		25 a 60		0 a 15		0 a 5						
2	63 mm a 37,5mm (2 1/2 pulg a 1 1/2 pulg)			100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5						
3	50 mm a 25,0mm (2 pulg a 1/2 pulg)				100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5					
3-5-7	50 mm a 4,75mm (2 pulg a No. 4)				100	95 a 100		35 a 70		10 a 30		0 a 5			
4	37,5 mm a 19,0mm (1 1/2 pulg a 3/4 pulg)					100	90 a 100	20 a 55	0 a 5		0 a 5				
4-6-7	37,5 mm a 4,75mm (1 1/2 pulg a No. 4)					100	95 a 100		35 a 70		10 a 30	0 a 5			
5	25 mm a 12,5mm (1 pulg a 1/2 pulg)						100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5				
5-6	25,0 mm a 9,5mm (1 pulg a 3/8 pulg)						100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5			

5-7	25 mm a 4,75mm (1 pulg a No 4)						100	95 a 100		25 a 60		0 a 10	0 a 5		
6	19 mm a 9,5mm (3/4 pulg a 3/8 pulg)							100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5		
6-7	19,0 mm a 4mm (3/4 pulg a No. 4)							100	90 a 100		20 a 55	0 a 10	0 a 5		
7	12,5 mm a 4,75mm (1/2 pulg a N° 4)								100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5		
8	9,5 mm a 2,36 mm (3/8 pulg a No. 8)									100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	
8-9	12,5 mm a 9,5mm (1/2 pulg a 3/8 pulg)									100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9	4,75 mm 1,18mm (No. 4 a No. 16)										100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Fuente: Norma Técnica Peruana (NTP 400.037).

Tamaño máximo: En la norma NTP 400.037 se especifica el tamaño máximo que debe tener el agregado grueso. (Rivva, 2014, pág. 76).

Tamaño máximo nominal: Es la cantidad de material que retiene el menor de los tamices en el primer retenido, de acuerdo a la NTP 400.037 (Rivva, 2014, p. 76).

Partículas perjudiciales: Existen siempre partículas perjudiciales en el agregado que no deben exceder lo siguiente:

Tabla 9. Límites de Partículas Perjudiciales

Límites de Partículas Perjudiciales del Agregado	
Arcilla	0.25%
Partículas blandas	5.00%
Material más fino que la Malla N°200	3.00%
Carbón y Lignito	
Cuando el acabado superficial es de importancia	0.50%
Otros concretos	1.00%

Fuente: Recuperado de Rivva López, E. (2014).

En el caso extremo de que las partículas perjudiciales sobrepasen los límites indicados en la tabla 9, pero si cumplan con las Normas y los requisitos especificados para cada ensayo en los laboratorios y a su vez tengan las características del agregado extraído de un solo lugar, serán aceptadas para el diseño de mezcla de concreto. (Rivva, 2014, p.76).

d. El agua

Según (Marín, 2000) En el planeta Tierra, el agua está presente de en diferentes estados: líquido, sólido y gaseoso. Su extensión alcanza los 1.400 millones de km^3 , solo agua dulce, es decir agua apto para consumo humano es un 3% del total.

El agua en el concreto

El agua es un componente fundamental e indispensable en la mezcla de concreto, ya que de este dependerá la resistencia, la consistencia, la trabajabilidad y las propiedades mecánicas del concreto. (Abanto, 2009, p. 21).

Funciones del agua en la mezcla de concreto

(Según Pasquel, 1998) Tiene tres funciones el agua:

- Hidratar al cemento mediante una reacción química.
- Ayudar en la trabajabilidad según la relación agua – cemento.

- Procurar la estructura de vacíos necesaria en la pasta para que los productos de hidratación tengan espacio para desarrollarse.

No obstante, al igual que la presencia de partículas perjudiciales en los agregados; en el agua también hay impurezas, que generan reacciones químicas modificando el comportamiento normal de la pasta de cemento.

Tabla 10. *Requisitos para el agua de mezcla*

Límites de impurezas en el agua de mezcla	
Sustancias disueltas	Valor máximo admisible (partes por millón)
Cloruros	300
Sulfatos	300
Sales de Magnesio	150
Sales Solubles	Mayor a 7
PH	1500
Sólidos en suspensión	10

Fuente: Norma Técnica Peruana NTP 339.088

2.3.4.4. Diseño de Mezclas

Se entiende que el diseño de Mezclas es seleccionar todos los materiales que componen el concreto, la cantidad a usar dependerá del tipo de obra estructural. Generalmente el diseño lo hace un especialista en concreto que conoce de la parte técnica (tablas de Excel) y práctica (concreto puesto en obra), quien debe garantizar la calidad y eficiencia del concreto como también que sea económico para cumplir con el presupuesto del de la obra de construcción. (Choquechambi, 2013).

Método de diseño de mezcla - método módulo de fineza

Se sigue el mismo procedimiento del método más conocido que es el ACI, en primer lugar, se determina la dosificación de cemento, agua, aire y agregado grueso, luego se halla el peso seco del agregado grueso y fino.

Así no podrá haber una variación entre los componentes que constituyen el concreto, es decir entre los agregados y la cantidad de cemento y agua juntos.

Este método modifica los porcentajes de agregado grueso y fino, de acuerdo a sus módulos de fineza, que es la medida indirecta de la granulometría. La modificación logra una excelente combinación de agregados para condiciones que se requieran.

En el método módulo de fineza de la unión de agregados, los contenidos tanto el agregado grueso y fino varía en función de la resistencia, siendo principalmente en función de la relación agua-cemento y contenido de agua.

La cantidad de pasta que se aumente en el concreto es determinada por el índice de la superficie, es decir el módulo de finura del agregado fino y grueso, si se incrementa el índice baja la resistencia por adherencia, ya que la cantidad de agregado superaría a la pasta de cemento.

Fórmula para comprender el volumen absoluto de agregados y obtener el valor más apropiado del módulo de fineza de toda la conglomeración de agregados:

Dicha ecuación es:

$$m = r_f * m_f + r_g * m_g$$

En el cual:

m = módulos de fineza de la combinación de agregados.

m_f = módulo de fineza de agregado fino.

m_g = módulo de fineza de agregado grueso.

r_f = Porcentaje de agregado fino en relación al volumen absoluto total de agregado.

r_g = Porcentaje de agregado grueso en relación al volumen absoluto total de agregados.

Con la ecuación del módulo de fineza se podrán obtener concretos trabajables para distintas dosificaciones de cemento, la siguiente tabla muestra los valores:

Tabla 11. Módulos de fineza de la combinación de agregados

Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso	Módulo de fineza de la combinación de agregados que da las mejores condiciones de trabajabilidad para los contenidos de cemento en sacos / metro cubico indicados.			
	6	7	8	9
3/8"	3.96	4.04	4.11	4.19
1/2"	4.46	4.54	4.61	4.69
3/4"	4.96	5.04	5.11	5.19
1"	5.26	5.34	5.41	5.49
1 1/2"	5.56	5.64	5.71	5.79
2"	5.86	5.94	6.01	6.09
3"	6.16	6.24	6.31	6.39

* Los valores de la Tabla están referidos a agregados gruesos de perfil angular y adecuadamente graduado, con contenido de vacíos del orden del 35%. Los valores indicados deben incrementarse o disminuirse en 0.1 por cada 5% de disminución o incremento en el porcentaje de vacíos.

** Los valores de la Tabla pueden dar mezclas ligeramente sobrearenosas para pavimentos o estructuras ciclópeas. Para condiciones de colocación favorables pueden ser incrementados en 0.2.

Fuente: Diseño de mezcla. Riva Lopez, pg. 121

Se entiende que, para lograr el módulo de fineza de la combinación de agregados, es indispensable tener los módulos de fineza de los agregados, también el tamaño máximo nominal de agregado grueso y por último; el contenido de cemento por cada metro cúbico de concreto.

Al utilizar los valores de la tabla se obtendrán mejores mezclas y en caso resulten arenosos, serán vaciados en pavimentos.

Puedes agregar 0.2 a cualquier valor de la tabla siempre y cuando la colocación del concreto en obra sea adecuada. Y si se usa algún aditivo incorporador de aire le agregas tan solo el 0.1 para lograr una mezcla trabajable.

La fórmula para calcular la cantidad de agregado fino, módulo de fineza de

acuerdo a la combinación de agregados es:

$$r_f = \left(\frac{m_g - a}{m_g - m_f} \right) * 100$$

Dónde:

a= valor obtenido de la tabla.

El valor que se obtiene de esta fórmula, será multiplicado por el volumen terminante de agregado y nos facilita hallar el volumen terminante de agregado fino y por diferencia hallar el volumen terminante de agregado grueso.

De acuerdo a este método, los pasos son:

1. Obtención de la resistencia total promedio. (Similar a Método de diseño ACI)
2. Selección del agregado grueso y su tamaño máximo nominal.
3. Selección del asentamiento. (Según Método de diseño ACI)
4. Cálculo de Volumen de agua. (Según Método de diseño ACI)
5. Selección de contenido de aire. (Según método de diseño ACI)
6. Obtención de relación agua cemento. (Según método de diseño ACI)
7. Factor cemento, es el cálculo del cemento que se empleará en la mezcla, para este caso se obtendrá en el número de bolsas que requeriremos.
8. Volumen terminante de la pasta de cemento.
9. Volumen terminante de agregado, se resta a uno el volumen terminante de la pasta
10. Módulo de fineza de la unión de agregados.
11. Cálculo de r_f (porcentaje de agregado fino en relación al volumen absoluto total de los agregados).
12. Se calcula los volúmenes absolutos del agregado según lo obtenido en el paso anterior.
13. Se calcula los pesos secos de cada agregado tanto fino como grueso.
14. Se calculan los valores de diseño teniendo en cuenta las correcciones por humedad de los elementos, y se calculan las tandas que se emplearán en obra.

2.3.4.5. Ensayos del concreto en estado fresco

Según la ASTM (1898) refiere que: Los ensayos del concreto fresco nos permiten determinar si el concreto cumple con la calidad respectiva para ser puesta en obra. Ya que, si no cumple con las normas de cada ensayo, no estaríamos asegurando la durabilidad de la obra hecha en base a concreto. Cada ensayo se debe realizar aproximadamente durante 15 minutos desde la selección de la muestra representativa, entre ellos tenemos los siguientes:

a. Ensayo para la medición del asentamiento (ASTM C143)

También llamado "slump test", mide la trabajabilidad del concreto y la consistencia que nos indica la fluidez y uniformidad de la mezcla de concreto. El proceso es medir la diferencia de la altura del molde cónico invertido y la altura del montículo tipo cono que se formó del concreto fresco, la medida se considera desde el eje del cono de concreto y el resultado se da en pulgadas.

Los valores que determina el ACI para cada tipo de obra son:

Tabla 12. *Revenimiento o trabajabilidad en estructuras*

ESTRUCTURA	REVENIMIENTO (cm)	
	MÁX.	MÍN.
Muros y Zapatas de cimentación en concreto armado.	8	2
Zapatas simples, cajones y muros	8	2
Vigas y muros de concreto armado	10	2
Columnas	10	2
Pavimentos y losas	8	2
Concreto masivos	5	2

Fuente: Boletín técnico 1983N°4 "El ensayo de consistencia del concreto". (ASOCEM, 2006)

b. Ensayo para determinar el contenido de aire (ASTM C138)

Este ensayo determina la totalidad de aire que hay en el concreto fresco, evitando de esa manera, que se genere vacíos en el interior de la mezcla y por lo tanto esto genere como consecuencia la disminución de la resistencia del concreto.

c. Ensayo para determinar la temperatura (ASTM C1064)

El ensayo de temperatura permite evaluar la temperatura del concreto en su estado fresco, deberá cumplir con las normas que establece el ASTM C 1064, ya que dependerá de la temperatura el tiempo de endurecimiento del concreto. En obra la temperatura del concreto se

evaluará teniendo en cuenta la temperatura ambiente y el calor específico de los agregados; se produce una proporción directa ya que, a mayor temperatura de la muestra de concreto fresco, mayor será la resistencia inicial y el efecto de contracción.

d. Ensayo para determinar la exudación (ASTM C 232)

Este ensayo tiene el objetivo de revelar cuánta agua elimina a la superficie el concreto en estado fresco. Los dos métodos que existen para determinar la exudación son: por apisonado y por vibración, la diferencia es el grado de vibración.

e. Ensayo para determinar el tiempo de fraguado de Mezclas de concreto por medio de su resistencia a la penetración (NTP 339.082)

Este ensayo nos permite descubrir en qué tiempo el concreto logra endurecerse, o bien se acelera o se tarda.

Mediante el equipo de la Aguja de Vicat, estableceremos el tiempo inicial desde que se tiene la muestra de concreto hasta el tiempo final. Se debe considerar en este ensayo el clima del lugar, si es cálido o frío.

Tabla 13. *Tipo y principio de Fraguado*

Tipo de Fraguado	Principio de Fraguado
Rápido	< 8 min
Semilento	8 a 30 min
Lento	30 min a 6 hrs
Muy lento	>6 hrs

Fuente: Elaboración propia

Las características del fraguado inicial: alta viscosidad y temperatura de la mezcla.

La temperatura del ambiente o lugar de la obra, la temperatura propia de la mezcla, la cantidad y tipo de cemento empleado en la mezcla, la relación agua – cemento, la cantidad de agua exudada, alteraciones en la dosificación de la mezcla y el empleo de aditivos son agentes que intervienen en el Ensayo de Tiempo de Fragua:

2.3.4.6. Ensayos del concreto en estado endurecido

a. Ensayo de Resistencia a la Compresión Simple (ACI-318-95)

Es el ensayo más importante del hormigón que consiste en determinar la resistencia que tiene un espécimen de hormigón al ser sometido a una carga axial, la cual se realiza mediante ensayos en probetas de 4" x 8" o 6" x 12" que tienen forma cilíndrica o un equivalente en centímetros de 15cm de diámetro y 30 cm de alto, según norma.

Resistencia promedio requerida

La resistencia promedio requerida es la resistencia a la compresión simple sumado al factor de seguridad. El valor del factor dependerá de los datos que se tenga al momento de realizar el diseño de concreto y la experiencia en este tema.

Esta resistencia (F'_{cr}) debe determinarse de la Tabla, en caso no se tengan los datos de los ensayos. (Reglamento Nacional de Edificaciones-E 060 Concreto Armado).

b. Ensayo de Resistencia a la Tracción Indirecta (ASTM C- 496M)

Según la norma ASTM C-496M para conocer el valor de la Tracción Indirecta se realiza el ensayo Split-Test. Se coloca horizontalmente la probeta cilíndrica hasta que se roture. La resistencia a la tracción indirecta es menor entre un 8% y 15% a la resistencia de compresión simple del hormigón

c. Ensayo de Resistencia a la Flexión (ASTM C293)

El ensayo de resistencia a la flexión se determina con el valor de la resistencia a la falla por momento de una viga, sus dimensiones son de 15 cm x15 cm x50 cm. La unidad del módulo de rotura es (Kg/cm^2). Este ensayo se rige en las normas: ASTM C78 (carga en los puntos tercios) o ASTM C293 (carga en el punto medio).

d. Ensayo de Resistencia a la Adherencia (ASTM C293)

La adherencia es el ensayo con el cual se determina el módulo de rotura o esfuerzo que se realiza al desprenderse una barra del hormigón endurecido.

e. Ensayo del Módulo de Elasticidad estático del Concreto (ASTM C469):

Este ensayo no es muy conocido y aplicado, consiste en determinar la capacidad del concreto de deformarse bajo carga. El módulo de elasticidad varía entre 250,000 a 350,000 kg/cm^2 . y se encuentra en

relación directa con la resistencia en compresión del concreto y en relación inversa con la relación agua/cemento.

225. Concreto en climas fríos

El concreto que se coloca en obra está expuesto a condiciones ambientales que perjudican su resistencia y durabilidad, una de ellas es el clima frío en las zonas más frías de nuestro Perú. La durabilidad está relacionada con dos variables: humedad y temperatura.

Por otro lado, también hay otros factores que deterioran el concreto generalmente reacciones químicas; como son: presencia de cloruros, sulfatos, ácidos, carbonatación y corrosión de la armadura.

El ACI 306R-88 refiere dos condiciones para considerar un clima como frío:

- Cuando descienda a menos de 5 °C temperatura ambiente promedio.
- Cuando descienda a menos de 10 °C la temperatura ambiente durante más de treinta minutos, y no más 24 horas. El promedio de la temperatura más alta y la más baja es la temperatura diaria y en el tiempo comprendido entre medio día y media noche.

Por cada 5°C que descienda la temperatura, el tiempo de fraguado se incrementa un tercio. El calor de las fases de hidratación se disminuye cuando la temperatura baja y como consecuencia de ellos, retrasan considerablemente el tiempo del fraguado del concreto, y a su vez la resistencia a compresión a edades tempranas disminuye; y a edades mayores se consiguen resistencias elevadas. (Chairmanetal, 1988).

2.2.5.1. Clima en la provincia de Huancayo

La provincia de Huancayo se caracteriza por tener un clima variado. Tiene una temperatura templada la cual se da en los meses de setiembre y diciembre, específicamente del 18 de setiembre al 09 de diciembre, con un total de duración de 3 meses.

Huancayo alcanza su máxima temperatura el día 29 de octubre siendo considerado por ello, el día más caluroso del año y a su vez su mínima o más baja temperatura es de 5°C .

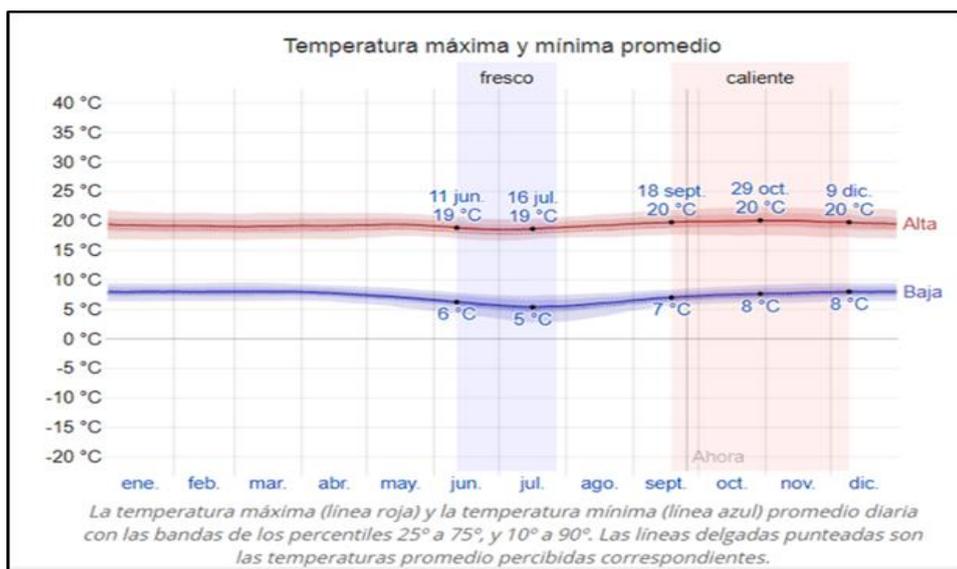


Figura 2. Temperatura máxima y mínima promedio en Huancayo en el 2019

a. Temperatura promedio en el mes de julio -Huancayo

Para la presente investigación se tomaron como referencia las temperaturas máximas y mínimas del mes de julio.

- Las máximas temperaturas a diario alcanzaron los 19 °C, variaron de 17°C a 21 °C, el promedio diario fue 19°C, el cual se dio el día 4 de julio.
- Las temperaturas mínimas alcanzaron los 6 °C, variaron de 3 °C a 7 °C, el promedio diario fue 5 °C, el cual se dio el día 16 de julio.

Alrededor del 16 de julio, las temperaturas fueron de 5 °C por las noches y 19 °C por las mañanas.

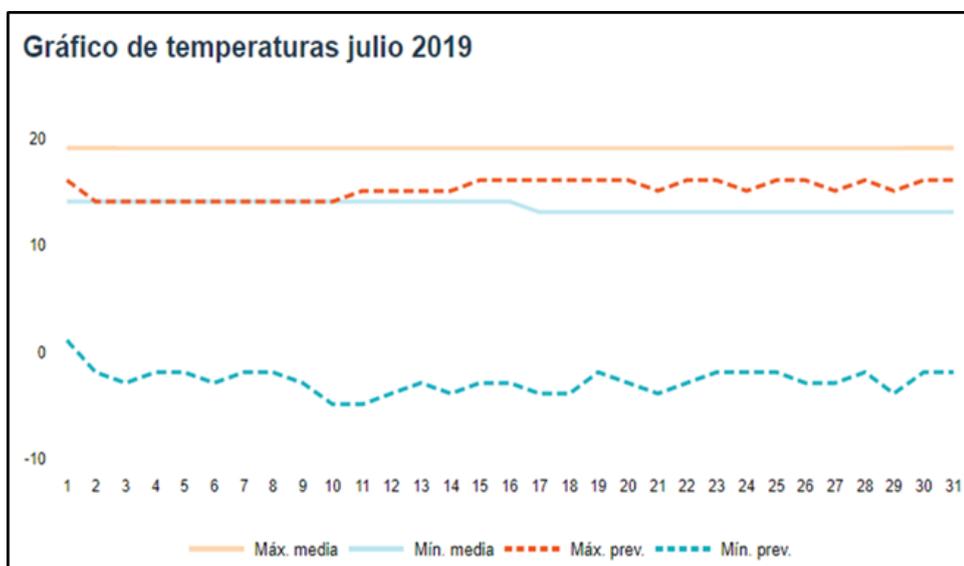


Figura 3. Temperatura en el mes de julio de 2019

b. Temperatura promedio en el mes de agosto –Huancayo

Para la presente investigación se tomaron como referencia las temperaturas máximas y mínimas del mes de agosto:

- Las temperaturas máximas diarias fueron alrededor de 19 °C y variaron de 17°C a 21°C.
- Las temperaturas mínimas diarias alcanzaron los 6 °C y variaron de 3°C a 8°C.

El día más frío del año fue el 16 de julio, con una temperatura de -4 °C. A partir de ese día las temperaturas variaron de -4°C a 19°C.

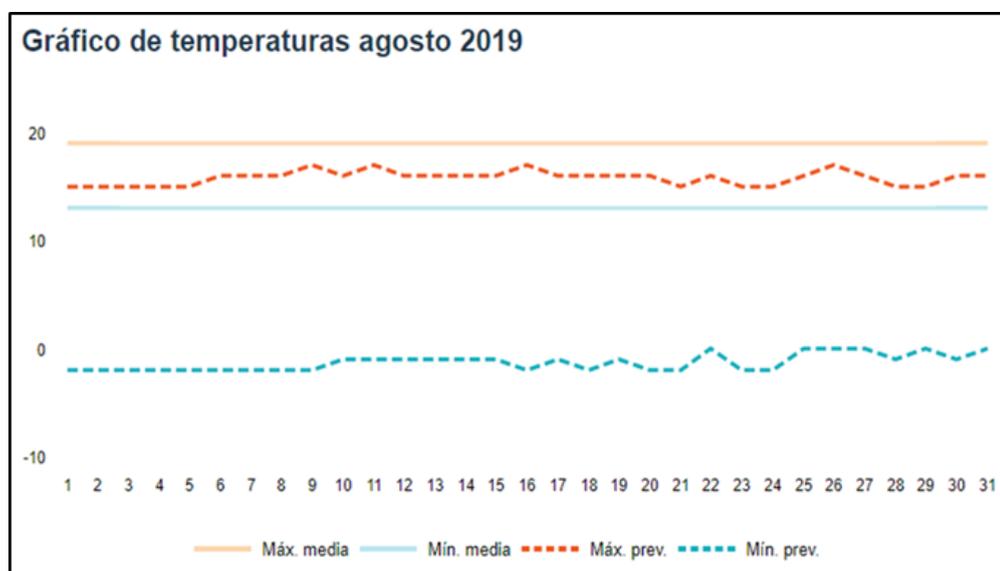


Figura 4. Temperatura en el mes de Agosto de 2019.

El mes de julio tuvo la temperatura promedio más baja del año y octubre fue el mes más caluroso del año.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	12,6	12,5	12,3	12,2	11,4	10,3	10,2	11,3	12,5	13,1	13,1	12,7
Temperatura mín. (°C)	6,9	6,9	6,3	5,2	3,5	1	1	2,5	4,8	6	6	6,1
Temperatura máx. (°C)	18,4	18,2	18,3	19,2	19,4	19,6	19,5	20,2	20,2	20,3	20,3	19,4
Temperatura media (°F)	54,7	54,5	54,1	54,0	52,5	50,5	50,4	52,3	54,5	55,6	55,6	54,9
Temperatura mín. (°F)	44,4	44,4	43,3	41,4	38,3	33,8	33,8	36,5	40,6	42,8	42,8	43,0
Temperatura máx. (°F)	65,1	64,8	64,9	66,6	66,9	67,3	67,1	68,4	68,4	68,5	68,5	66,9
Precipitación (mm)	91	102	87	35	13	4	3	8	26	43	48	57

Figura 5. Temperatura anual de Huancayo 2019

2.2.3.3 Helada

La helada es un fenómeno geodinámico externo. Llamamos helada a la lluvia solidificada que se forma cuando las temperaturas descienden y cubren los campos, lagos y lagunas. (Pinto, 2018, p.18)

a. Heladas estáticas

En épocas de invierno, en lugares de la Sierra que están por lo general a 3000 m.s.n.m., se presentan los cielos despejados, por la noche la tierra pierde calor produciendo heladas que son difíciles de predecir. (Pinto, 2018, p.18)

b. Heladas dinámicas

Las grandes masas de aire son originadas en el Antártico, punto de origen desde donde llegan las masas de aire a la zona oriental de la Cordillera de los Andes, que va de Sur a Norte con presencia de aire seco y bajas temperaturas. Las heladas se dan en las épocas de invierno generando estropicio en la agricultura.

El SENAMHI predice las invasiones con dos o tres días de anticipación. (Pinto, 2018, p.18)

2.2.5.2. Nevada

La nevada es el conjunto de cristales de hielo que, al chocar entre ellos, se unen y su tamaño incrementa a tremendos copos. El cristal de hielo puede tomar forma de estrella, cristales, hexagonales, etc. (Pinto, 2018, p.20)

2.2.5.3. Friaje

El friaje es un fenómeno climático que se da a consecuencia del ingreso y acumulación de masas de aire provenientes del Atlántico, se caracteriza por el declive detonante de la temperatura. Entre los meses de mayo y agosto, el friaje se pronuncia en la Amazonía Occidental.

La gran cantidad de bosques obstaculiza el pase del friaje, sin embargo, al podar tantos árboles con el tiempo se ha adentrando con mayor fuerza hacia el Norte. La duración es de tres días como mínimo. (Pinto, 2018, p.20)

2.2.5.4. Vientos

Existen tres tipos de viento, los cuales son:

1. Ráfagas. - Se caracteriza por el aumento de la velocidad del viento durante un corto tiempo.
2. Turbonada. - Son aquellos vientos fuertes cuya duración es de un minuto.
3. Huracán, Tifón y Brisa. - Son vientos de duración larga.

2.2.5.5. Medios de congelamiento y deshielo en el concreto

Al incrementarse el volumen de agua en el concreto fresco se producen tensiones de tracción en las paredes de la red capilar, y como consecuencia generan fisuras en el concreto. Si el grado de saturación del concreto es de 80% al 91.7% existe la gran probabilidad de que sea afectado por el fenómeno de la helada. (Alaejos & Bermúdez, 2003)

a. Presión Hidráulica.

La presión hidráulica analiza el agua presente en los poros capilares y su relación con el diámetro de estos. Si el diámetro es menor la presión del agua es mayor y es ahí donde se da la congelación. Si el diámetro es mayor se congela antes que el agua en los poros de diámetro menor y no permiten que el agua se expanda al helarse en los más finos, es de esta forma que en las paredes de los poros se crea la presión hidráulica que tendrá como consecuencia la fisuración del concreto mostrado en la Figura 6. (Fernández, 2007).

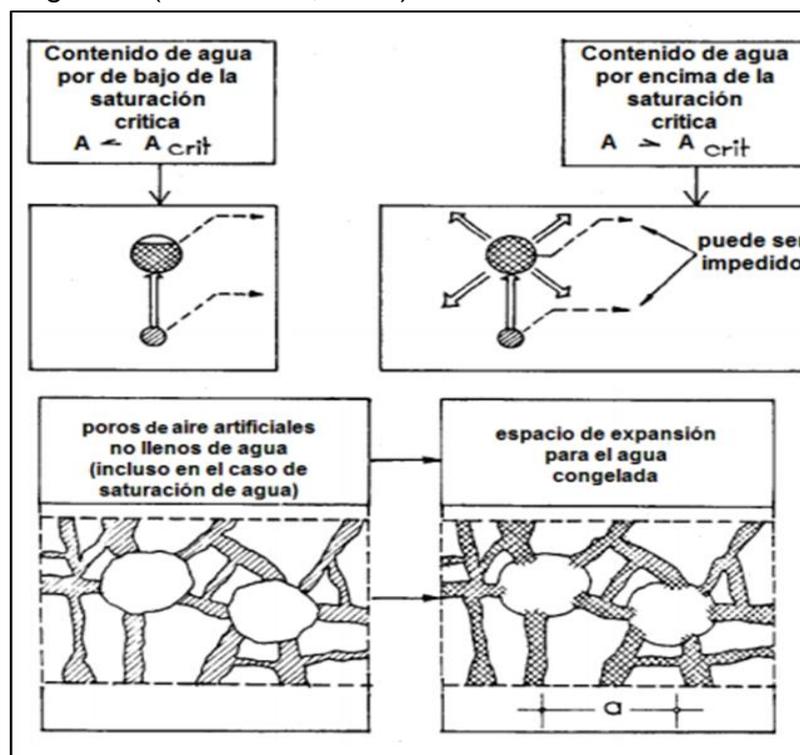


Figura 6. Proceso de la Presión hidráulica

b. Presión Osmótica.

Esta teoría fue propuesta por C. Power, teniendo como hipótesis que la presión osmótica es un mecanismo de deterioro. Según esta teoría cuando la temperatura este por debajo de 0°C el hielo incrementa su volumen. El agua que está en los poros está en forma de solución alcalina, este ingresa desde los poros no congelados y mediante la impulsión de la presión Osmótica se van a los vacíos donde hay congelación, pero hasta que no se alcance el punto de congelación, no se constituye como hielo Figura 7. Lo cual se convierte en una causa de deterioro del concreto. (Fernández, 2007).

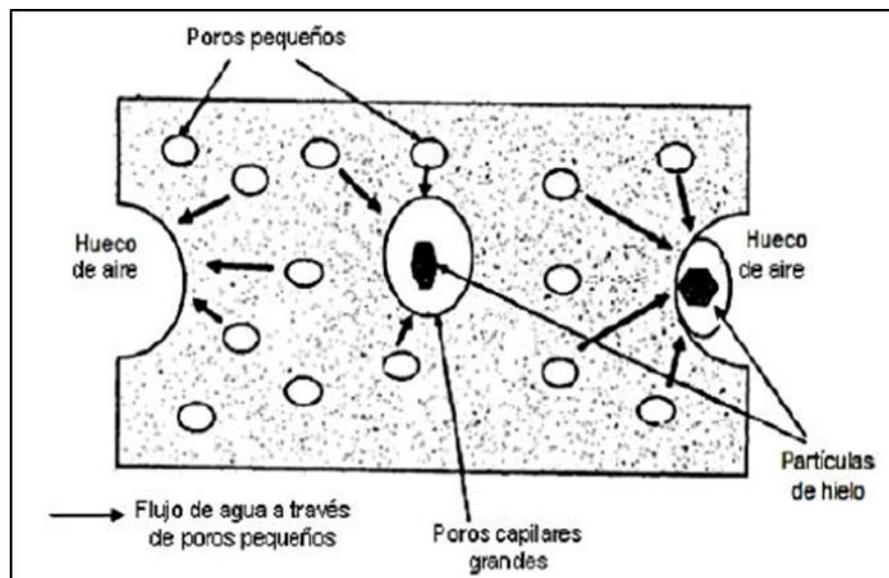


Figura 7. *Presión Osmótica*

226. El congelamiento y deshielo en el concreto y los ciclos que se generan

El congelamiento - deshielo es un fenómeno cíclico del agua que se encuentra en los poros del concreto en su estado endurecido y se da en tiempos fijos. El mencionado fenómeno afecta a los agregados y al cemento en conjunto, definiéndose, así como uno de los factores más peligrosos que dañan al concreto vinculado a su resistencia. (Menéndez, de Frutos, Andrade, 2009, p.33).

Todo concreto es poroso por ende el agua puede moverse dentro de ella, la totalidad de agua que pueda congelarse entonces se determinará de acuerdo a su distribución, el volumen y el radio. (Cai & Liu, 1998).

Respecto a los agregados como componente del concreto, también tienen

poros, pero estos resisten la acción del hielo por deformación plástica, no obstante, se puede dar el caso de áridos que tengan porosidad media o alta, dependerá del tamaño de los poros y el tamaño del agregado para saber si resulta dañado. (Cai & Liu, 1998).

En general, el agua que es parte del concreto en su estado fresco tiende a congelarse debido a los siguientes factores: Temperatura más baja del agua, el grado de saturación y la distribución de los poros. (Basheer, 2001). Por otro lado, si el grado de saturación es mayor al 91.7% y 80% el concreto tendrá consecuencia por la helada y el fenómeno cíclico de congelamiento y deshielo, esto debido a que hay demasiada presión en el interior de sus poros. (Alaejos & Bermúdez, 2003).

227. Daños por los Ciclos de congelamiento y deshielo

En las obras de construcción, tales como: pavimentos, canales, puentes se producen daños considerablemente graves ya que están expuestos al clima frío que hay en algunas zonas. Sufren deterioro por abrasión y erosión, reducen su tiempo de durabilidad y tienen baja funcionalidad. (Medina y Quispe, 2017, p.42).

La manera en la que es afectada la durabilidad de una obra debido al fenómeno de congelamiento y deshielo se explica por la fisuración interna la cual es imposible de detectarla a simple vista y el descascarillamiento externo o superficial que es notable a simple vista. (Pigeon, 1996, p.33).

El descascarillamiento es el desprendimiento de la superficie del concreto en estado endurecido a consecuencia de haber sido expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo. Inicia en las áreas más pequeñas donde las capas están sujetas a humedecimiento y secado y terminan extendiéndose a grandes áreas. (Pigeon, 1996).

Los demás componentes del concreto quedan expuestos ante el descascarillamiento, por ejemplo, el agregado grueso se hace visible cuando el descascarillamiento es moderado, si es severo, se pierde de 3 a 10 mm del mortero superficial lo cual resulta perjudicial para el acero por el escaso recubrimiento. Si es leve, no sobresale el agregado. Pero si es descascarillamiento extremo, se pierde gran cantidad de agregado y reduciría la resistencia de las estructuras de concreto (Cho, 2007).

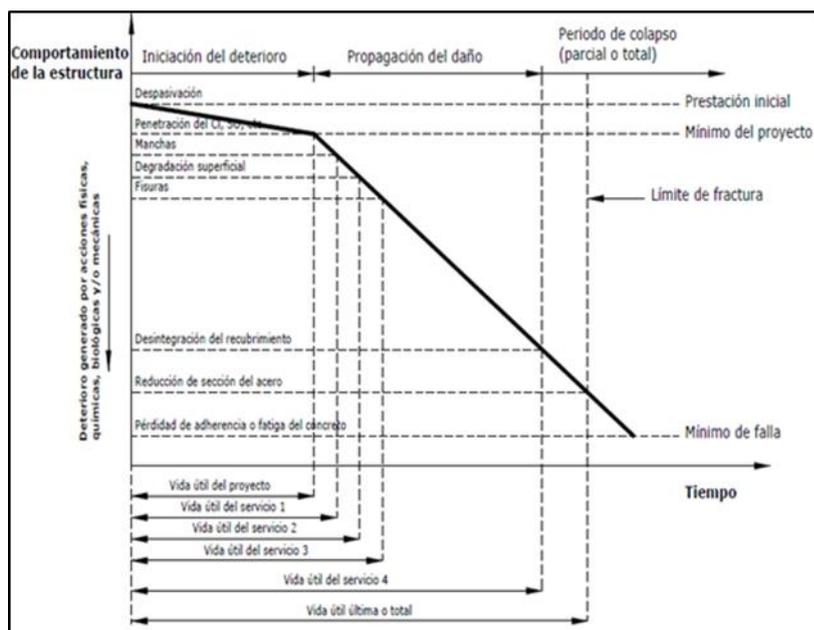


Figura 8. Comportamiento de concreto ante deterioro del concreto.

228. Recomendaciones para el vaciado del concreto en climas fríos

Algunas recomendaciones que se debe tomar en cuenta al momento de vaciar el concreto en un clima frío son: (Medina y Quispe, 2017, p.45)

- Agregar al concreto un tipo de aditivo con incorporador de aire.
- Realizar el vaciado durante el día en el que la temperatura no sea menos de 10 °C.
- En zonas frías como Pasco, se deberá usar agua caliente para la mezcla y/o calentar los agregados.
- Si el encofrado trabaja como aislante se debe retrasar el tiempo del desencofrado de los elementos constructivos.
- Se entiende que el congelamiento está estrechamente relacionado con el agua, entonces al momento de diseñar la mezcla de concreto se debe usar bajo contenido de la relación agua / cemento.

23. Definición de términos

a) Polietileno de Alta Densidad (PEAD)

En la vida diaria este tipo de plástico es muy usado, por ejemplo, en la fabricación de juguetes, envases plásticos que sirven para guardar los alimentos, las envolturas de detergentes, y en sector de construcción lo vemos en las tuberías para distribución de agua potable, etc. (Sierra, 2016, p.7).

b) El concreto

El concreto normal es aquella mezcla de agua, agregados fino – grueso, cemento portland o hidráulico y opcionalmente algún tipo de aditivo. (Norma E.060 del RNE 2014).

c) Agregados

Son partículas inertes producto de la descomposición natural o artificial de rocas, estos se unen con la pasta de cemento para ser colocado en obra. Representan las 3/4 partes del volumen. (Salcedo, 1999).

d) Agregado fino

El agregado fino como desintegración de partículas debe cumplir con las Normas del Reglamento Nacional, el cual establece que debe pasar el tamiz 9,5 mm (3/8”). (Norma E.060 del RNE 2014).

e) Agregado grueso

Agregado grueso debe cumplir con las Normas del Reglamento Nacional de Edificación, el cual establece que debe ser retenido en el tamiz 4,75 mm (N°4). (Norma E.060 del RNE 2014).

f) Cemento

Es un producto que se presenta en forma de polvo, con adición de agua se forma una pasta aglomerante que se solidifica. (Norma E.060 del RNE 2014).

g) Granulometría

Es la distribución de las partículas de agregado, según su tamaño de las partículas de agregado. Ello se logra separando el material por procedimiento mecánico empleando tamices de aberturas cuadradas determinadas. (Pasquel, 1998, p.78).

h) Reciclaje del PEAD

El PEAD de desecho es seleccionado de acuerdo a su transparencia, color y grado de limpieza; posteriormente se efectúa el lavado para deshacerse de abrasivos, residuos de material biodegradable, papel, adhesivos y etiquetas. En este momento se separan contaminantes como arena, piedra, vidrio y metales. Una vez limpio el PEAD puede compactarse en pacas, con la finalidad de reducir volumen (sobre todo

si se trata de botellas), o bien, pasar por un molino para reducción de tamaño. (Aguilera y Diestra, 2017).

i) Concreto reforzado con fibras

El concreto reforzado con fibra tiene el potencial de exhibir una mayor resistencia y ductilidad en comparación con el concreto sin refuerzo de fibras, que fallan inmediatamente después de la formación de una sola fisura. (López, 2015).

j) Resistencia especificada a la compresión del concreto (f'_c)

Resistencia a la compresión del concreto empleado en el diseño y resistencia guía. (Norma E.060 del RNE 2014).

k) Desarrollo Sostenible

Según (ONU, 1987) Es la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades, por lo cual el desarrollo sostenible ha emergido como el principio rector para el desarrollo mundial a largo plazo.

24. Formulación de Hipótesis

24.1. Hipótesis General

El polietileno reciclado de alta densidad mejora las propiedades del concreto $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ sometido a ciclos de congelamiento y descongelamiento.

24.2. Hipótesis Específicas

- a) El polietileno reciclado de alta densidad incrementa la trabajabilidad del concreto
- b) El polietileno reciclado de alta densidad aumenta la exudación del concreto.
- c) El polietileno reciclado de alta densidad incrementa el porcentaje de aire del concreto.
- d) El polietileno reciclado de alta densidad aumenta el tiempo de fragua del concreto.
- e) El polietileno reciclado de alta densidad incrementa la resistencia del concreto convencional y sometido a ciclos de congelamiento.

25. Variables

- **Variable Independiente (x):** Polietileno reciclado de alta densidad.
- **Variable Dependiente (Y):** Propiedades del concreto.

25.1. Definición conceptual de las variables

Variable Independiente (X)

Polietileno Reciclado de Alta Densidad

Las fibras de polietileno reciclado de alta densidad son materiales utilizados mayormente en envases de aceites, baldes, bidones, entre otros; los cuales son posibles reciclarlos y deben ser lo más homogéneo posible para que puedan ser uniformes, teniendo en cuenta sus longitudes y grosores. (López, 2015, p.24) si tengo más autores ponle

Variable Dependiente:

Propiedades del concreto

Las propiedades del concreto son las cualidades que permitirán diagnosticar un comportamiento a largo plazo para lo cual se evalúa propiedades en estado fresco y en estado endurecido manteniendo una correlación entre las propiedades en diferentes estados. (Caballero y Flores, 2016, p.19).

252. Definición operacional de las variables

Variable Independiente

Polietileno Reciclado de Alta Densidad

Es un polímero de la familia de los polímeros olefínicos (como el polipropileno), o de los polietilenos. Su fórmula es (-CH₂-CH₂-). Es un polímero termoplástico conformado por unidades repetitivas de etileno. Se designa como HDPE (por sus siglas en inglés, High Density Polyethylene) o PEAD (polietileno de alta densidad). Este material se utiliza, entre otras cosas, para la elaboración de envases plásticos desechables (Caballero y Flores, 2016, p.19).

Esta variable tiene como dimensión el polímero termoplástico, cuyos indicadores son; resistencia máxima de 60° C de trabajo para los líquidos, densidad de 0.940 - 0.970 g/cm³.

Variable Dependiente

Propiedades del concreto

El concreto está compuesto de agregados finos y gruesos, agua potable y cemento Portland, pasa de ser un concreto en estado fresco ha endurecido, en su estado fresco tiene propiedades como la trabajabilidad, la exudación, contenido de aire, el tiempo de fragua y en estado endurecido propiedades como resistencia a la compresión.

(Caballero y Flores, 2016, p.19).

Esta variable tiene como dimensiones: la trabajabilidad, la exudación, contenido de aire, el tiempo de fragua y resistencia a la compresión, cuyos indicadores son: facilidad de colocación y acabado de mezclas en estado fresco del concreto, tasa de sangrado (exudación) y la capacidad de sangrado, aire retenido en la mezcla de concreto, tiempo en que la mezcla de concreto pasa de estado plástico a estado endurecido y resistencia a la compresión de probetas cilíndricas a 3, 7 14 y 28 días

253. Operacionalización de variables

VARIABLE INDEPENDIENTE (X): Polietileno reciclado de Alta Densidad

(CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE)

DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO DE MEDIDA	UNIDAD	ESCALA
Las fibras de PEAD reciclado son materiales utilizados mayormente en envases de aceites, baldes, bidones, entre otros; los cuales son posibles reciclarlos y deben ser lo más homogéneo posible para que puedan ser uniformes, teniendo en cuenta sus longitudes y grosores.	Es un polímero de la familia de los polímeros olefinicos (como el polipropileno), o de los polietilenos. Su fórmula es (-CH ₂ -CH ₂ -). Es un polímero termoplástico conformado por unidades respectivas de etileno. Se designa como HDPE (por sus siglas en inglés, HighDensity Polyethylene) o PEAD (polietileno de alta densidad). Este material se utiliza, entre otras cosas, para la elaboración de envases plásticos desechables.	Polímero termoplástico	<ul style="list-style-type: none"> - Resistencia máxima de 60°C de trabajo para los líquidos - Densidad de 0.940 - 0.970 g/cm³. 	Determinar la cantidad de polietileno de alta densidad que se debe añadir a la mezcla de concreto respecto al agregado fino.	Gramos	NUMÉRICA (cuantitativa)

VARIABLE DEPENDIENTE (Y): Propiedades del concreto

DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO DE MEDIDA	UNIDAD	ESCALA
<p><</p> <p>Las propiedades del concreto permitirán determinar el comportamiento del concreto desde su estado fresco, es decir al inicio de haber vaciado hasta su estado endurecido y su consecuente durabilidad. (Caballero y Flores, 2016, p.19).</p>	<p>El concreto está compuesto de agregados finos y gruesos, agua potable y cemento Portland, pasa de ser un concreto en estado fresco a endurecido, en su estado fresco tiene propiedades como la trabajabilidad, la exudación, contenido de aire, el tiempo de fragua y en estado endurecido propiedades como resistencia a la compresión. (Caballero y Flores, 2016, p.19)</p>	a) Trabajabilidad	Facilidad de colocación y acabado de mezclas en estado fresco concreto	Cono de Abrams (NTP 339.035)	Pulgadas	NUMÉRICA (cuantitativa)
		b) Exudación	Tasa de sangrado (exudación) y la capacidad de sangrado.	Ensayo de exudación (NTP 339.077)	ml/cm ² , ml/h y %	NUMÉRICA (cuantitativa)
		c) Incorporación de aire	Aire retenido en la mezcla de concreto.	Ensayo de Olla Washington NTP 339.083.	Porcentaje	NUMÉRICA (cuantitativa)
		d) Tiempo de Fragua	Tiempo en que la mezcla de concreto pasa de estado plástico a estado endurecido.	Ensayo de penetración para determinar el tiempo de fragua (NTP 339.082)	Minutos	TIEMPO (cuantitativa)

		e) Resistencia a la compresión	Resistencia a la compresión de probetas cilíndricas Resistencia axial a 3, 7 14 y 28 días	Ensayo de compresión simple (NTP 339.034)	kg/cm ²	NUMÉRICA (cuantitativa)
--	--	--------------------------------	--	---	--------------------	-------------------------

CAPÍTULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Método de investigación

El método general de investigación utilizado en este trabajo fue el científico, porque los procedimientos corresponden a este método.

Según Carrasco (2015), el método científico es esencial por tener una guía de pasos y procedimientos a realizar para lograr el objetivo en investigación y a su vez cumplir con las etapas que nos llevará a cumplir con el procedimiento intelectual y de esa manera descubrir el conocimiento objetivo.

3.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación fue la aplicada, porque utilizamos los saberes ya establecidos para comprobar nuestra hipótesis teniendo en cuenta además los conocimientos científicos, descubriéndose en forma analítica cada uno de ellos.

3.3. Nivel de investigación

El nivel de investigación fue descriptivo - explicativo, porque se estableció una relación causal entre el polietileno reciclado de alta densidad y las propiedades del concreto siendo una causa y el otro efecto.

Por lo tanto, la relación funcional es el siguiente: $Y=f(X)$.

3.4. Diseño de la investigación

El diseño de investigación fue experimental, dado que se manipuló las variables en estudio las mismas que fueron sometidas a ensayo para determinar sus medidas que corresponden para el análisis.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

De acuerdo a lo que manifiesta Hernández Sampieri, (2014), “una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones” (pág. 65). Para nuestra investigación la población corresponde a las 180 probetas del concreto $f'c = 280$ kg/cm² elaborado con polietileno reciclado de alta densidad (PEAD), cemento Portland Tipo I, agregado fino y grueso de la Cantera de Pilcomayo y agua potable; sometido a fases de congelamiento y deshielo para representar las condiciones climáticas del distrito de Huancayo.

3.5.2. Muestra

En este estudio no se utilizó la técnica del muestreo sino el censo.

Tabla 14. Población experimental

TIPO DE MUESTRA	3 días		7 días		14 días		21 días		28 días		Nº DE PROBETAS
	Interperie	C.C.D									
Concreto patrón	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	30
2.5%	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	30
5%	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	30
7.5%	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	30
10%	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	30
15%	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	30
Cantidad Total											180

Fuente: Elaboración propia

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En el laboratorio DOSED SAC se llevaron a cabo los ensayos, dicho laboratorio está ubicado en el distrito de El Tambo, provincia Huancayo, con la observación de los procedimientos por nosotros para recolectar datos. Las fichas de observación y/o evaluación de cada ensayo, proporcionadas por el laboratorio, se encuentran en los anexos y fueron trasladadas a los instrumentos elaborados por nosotros para poder realizar el análisis de datos de nuestra investigación.

3.6.1.1. Instrumentos

Los instrumentos utilizados en la investigación fueron:

- NTP 339.036 HORMIGÓN Práctica Normalizada para Muestreo de Mezclas de Concreto Fresco.
- NTP 339.046 Método de ensayo para determinar la

densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto).

- NTP 339.035 Método de ensayo para la medición del asentamiento del hormigón con el cono de Abrams.
- NTP 339.034 Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas.
- NTP 339.036 HORMIGÓN Práctica Normalizada para Muestreo de Mezclas de Concreto Fresco.

3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

3.7.1. Procesamiento de la información

Para el análisis de los datos se utilizó el software Excel, presentándose la información en modelos tabulares y gráficos y modelos de regresión que corresponden a la estadística descriptiva.

3.7.2. Técnicas y análisis de datos

Para el análisis de datos se utilizaron los modelos gráficos y numéricos de la estadística descriptiva y además los modelos de regresión de la estadística inferencial, con la finalidad de obtener los resultados de la utilización del polietileno reciclado de alta densidad en las propiedades del concreto.

3.8. Aspectos éticos de la Investigación

Según Aliaga (2017, p. 53), los aspectos éticos de la investigación contienen los siguientes principios fundamentales:

- a) El respeto a la persona y a la personalidad, principio que se extiende a la dignidad e intimidad del individuo, sus creencias religiosas, su inclinación política, las prácticas derivadas de la pertenencia cultural, su capacidad de autodeterminación.
- b) La buena fe que expresan los individuos.

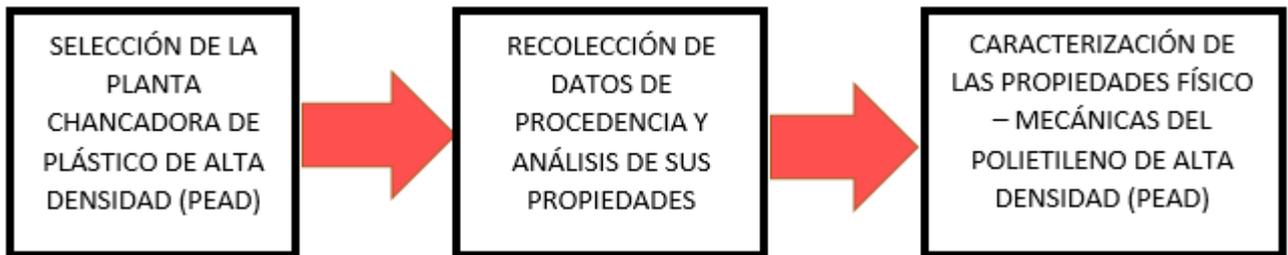
- c) La justicia que rige las relaciones entre las instancias involucradas, los investigadores y las personas participantes en el estudio.
- d) Proporcionalidad y razonabilidad que permitan sopesar la idoneidad del estudio.
- e) La no maleficencia dirigida a evitar riesgo o perjuicio que puedan sufrir participantes o incluso los investigadores.
- f) La honestidad dada en la comunicación transparente entre las partes involucradas dentro de la investigación.
- g) No ejecutar la investigación que afecten negativamente la calidad de vida. La seguridad y la integridad de la población vulnerable y dependiente.

En el presente proyecto de investigación se considera los principios fundamentales mencionados, ya que se contó con la guía de expertos sobre el tema y se realizó tomando como base la bibliografía adjunta y el Reglamento Nacional de Edificaciones.

Por lo tanto, un código de ética es importante para no vulnerar sus derechos de autor.

CAPÍTULO IV RESULTADOS

4.1 Desarrollo metodológico de la incorporación de PEAD al concreto



Este trabajo de investigación se desarrolló en dos etapas:

En la primera etapa se realizó la adquisición del PEAD de la planta recicladora Cartonplas ubicada en la Av. Circunvalación S/N y en la segunda etapa se desarrolló los ensayos en el laboratorio DOSED ubicada en el Jr. Aguirre Morales N°562 El Tambo – Huancayo.

El polietileno obtenido es producto de la recolección de plásticos de alta densidad residuos de la ciudad de Huancayo el cual mediante un proceso de trituración se pueden obtener diferentes gradaciones.

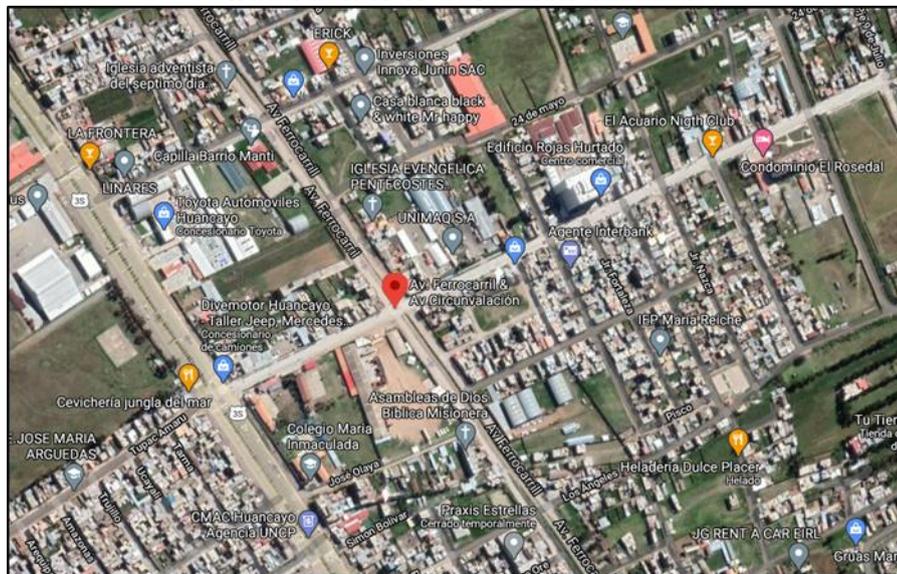
4.1.1 Adquisición del PEAD

La obtención del polietileno de alta densidad PEAD se encuentra en la Av. Circunvalación S/N del distrito de El Tambo – Huancayo.



Fotografía 1. Centro de recolección de PEAD

Ilustración 1. Ubicación satelital



Fuente: Google Mapps

4.1.1.1 Características de la zona

Debido a su latitud presenta un clima cálido por ubicarse en una cota de 3250 m.s.n.m el contiene un clima templado subhúmedo lo cual causa variaciones en el clima, ya que el clima es inestable en todo el año teniendo una variación entre los 28 °C para días cálidos y -5°C para las noches más heladas.

Ilustración 2. Parámetros climáticos

Parámetros climáticos promedio de El Tambo													
Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Temp. máx. media (°C)	19	18	17	16	16	16	25	29	20	17	18	20	19.3
Temp. media (°C)	12.6	12.5	12.3	12.2	11.4	10.3	10.2	11.3	12.5	13.1	13.1	12.7	12
Temp. mín. media (°C)	9	9	9	7	5	2	3	2	5	6	8	10	6.3
Precipitación total (mm)				76	36	0.6	0.9	3.6	46	71			936.1

Fuente: Wikipedia

4.1.1.2 Propiedades físicas del Polietileno

Se ha desarrollado los ensayos físicos y mecánicos para poder identificar las propiedades del polietileno de alta densidad (PEAD) utilizado en la investigación.



Fotografía 2. Caracterización del PEAD

Tabla 15. Propiedades físicas del Polietileno

POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (PEAD)	
GUNEPLAST, S.L.	PE 500
Propiedades	Bajo peso específico, aceptable fisiológicamente, mínima absorción de agua
	Alto peso molecular y una alta resistencia con buenas propiedades ante el deslizamiento, con resistencia a la abrasión de color natural.
Datos Técnicos	
Densidad g/cm ² ISO 1183	0.95

Resistencia a la fracción N/mm ² DIN EN ISO 527	28
Resistencia a el alargamiento % DIN en ISO 527	8
Alargamiento para la rotura %	300
Modulo E MPa según DIN en ISO 527	850
Resistencia a el impacto KJ/M ² DIN en ISO 179	no presenta rotura
Resistencia en probeta al impacto KJ/m ² DIN en ISO 179	50

Fuente: Elaboración propia

Desarrollo metodológico de la incorporación de PEAD al concreto llevados a fases de congelamiento y deshielo



Mediante el análisis de todos los elementos que intervienen en la mezcla, se presenta el desarrollo metodológico del polietileno de alta densidad.

4.1.2 Propiedades del cemento

Para la mezcla de concreto de la investigación se utilizó el cemento Andino Tipo I, por su uso constante en las construcciones de nuestra zona y que cumple con las normas técnicas peruanas NTP 334.009.

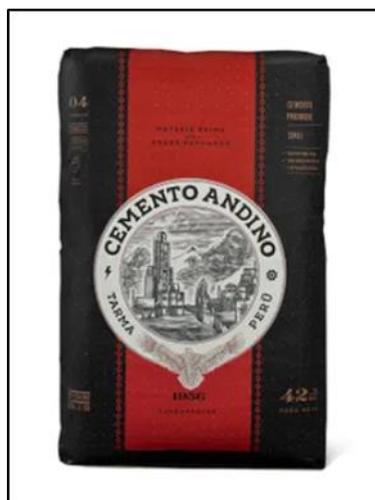


Ilustración 3. Cemento Andino Tipo I

Fuente: Wikipedia

4.1.2.1 Propiedades físicas del cemento**Tabla 16. Propiedades físicas del cemento**

Descripción	Unidad	Condiciones Físicas	Cemento Andino Portland Tipo I
Finura	% Retenido	100M	0.34
		170M	3.07
		200M	5.66
		325M	20.42
Superficie específica	cm ² /gr	-	3300
Densidad	gr/cm ³	-	3.11
Expansión Autoclave	%	-	0.02
Calor de Hidratación	cal/gr	7 días	64.93
Consistencia Normal	%	-	23.38
Falso Fraguado	%	-	68.44
Contenido de aire	%	-	6.5
Fraguado Vicat	Hr : min	Inicial	02:50
		Final	03:45
Fluidez (a/c)	a/c		0.485
Resistencia a la Compresión	kg/cm ²	3 días	204
		7 días	289
		28 días	392

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.2 Propiedades químicas del cemento**Tabla 17. Propiedades químicas del cemento**

Requisitos Químicos	Portland Tipo I
SiO ₂ (%)	21.36
Al ₂ O ₃ (%)	4.81
Fe ₂ O ₃ (%)	3.23
CaO (%)	64.18
MgO (%)	0.96
SO ₃ (%)	2.41
Na ₂ O	0.15
K ₂ O (%)	0.65
TiO ₂ (%)	0.24
P ₂ O ₅ (%)	0.14

Mn ₂ O ₃ (%)	0.07
SrO (%)	0.10
P. Ignición (%)	1.24
TOTAL	100.04
Cal libre (%)	0.59
R. insoluble	0.42
Alcalisis total (%)	0.58
Fases de bogue considerando cal libre	
C ₃ S (%)	48.93
C ₃ S (%)	25.76
C ₃ A (%)	7.28
C ₄ AF (%)	9.83

Fuente: Elaboración propia

4.1.3 Agregados Pétreos

En la investigación realizada se utilizó los agregados de la Cantera de Pilcomayo.

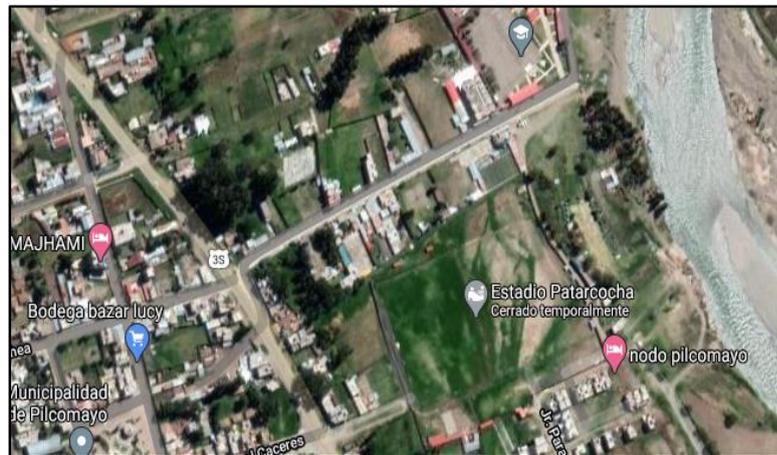
4.1.3.1 Agregado fino

El agregado fino empleado en la investigación fue de la Cantera de Pilcomayo, se procedió a realizar las caracterizaciones físico - mecánicas de la muestra evaluada y empleada en la investigación.



Fotografía 3. Caracterización del agregado fino

Ilustración 4. Ubicación satelital de la cantera de Pilcomayo



Fuente: Google Maps

4.1.3.2 Caracterización de las propiedades físicas del agregado fino

Se ha realizado los ensayos físicos del agregado fino para poder obtener sus propiedades la cual fue desarrollada en el laboratorio DOSED ubicada Jr. Aguirre Morales N°562 El Tambo – Huancayo.

Tabla 18.- Caracterización física del agregado fino

PROPIEDADES	UNIDAD	NTP
Peso unitario suelto seco	Kg/m ³	400.017
Peso unitario suelto húmedo	Kg/m ³	400.017
Peso unitario compactado seco	Kg/m ³	400.017
Peso unitario compactado húmedo	Kg/m ³	400.017
Peso específico	gr/cm ³	400.021
Absorción	%	400.021
Módulo de Finura	-	400.012
Contenido de Humedad	%	339.185

Fuente: Elaboración propia

4.1.3.3 Agregado grueso

Se extrajo de la cantera de Pilcomayo -Huancayo, dicho muestreo según las normas de NTP (Normas Técnicas Peruanas).



Fotografía 5. Caracterización del agregado grueso

4.1.3.4 Caracterización de las propiedades físicas del agregado grueso

Se ha realizado los ensayos físicos del agregado grueso para poder obtener sus propiedades los cuales fueron desarrollados en el laboratorio DOSED ubicada Jr. Aguirre Morales N°562 El Tambo – Huancayo.

Tabla 19. Caracterización física del agregado grueso

PROPIEDADES	UNIDAD	NTP
Peso unitario suelto seco	Kg/m ³	400.017
Peso unitario suelto húmedo	Kg/m ³	400.017
Peso unitario compactado seco	Kg/m ³	400.017
Peso unitario compactado húmedo	Kg/m ³	400.017
Peso específico	gr/cm ³	400.021
Absorción	%	400.021
Módulo de Finura	-	400.012
Contenido de Humedad	%	339.185
Tamaño Máximo Nominal	TMN	400.012

Fuente: Elaboración propia

4.1.4 Ensayos al concreto en estado fresco

Basándonos en el Manual de Ensayo de Materiales y bajo las normas NTP y ASTM, se realizaron los ensayos del concreto fresco.

4.1.4.1 Preparación de la mezcla

La preparación de concreto elaborada en el laboratorio bajo las

condiciones de las especificaciones NTP 339.183 para la elaboración de concretos convencionales describiendo el procedimiento paso a paso el cual comienza con humedecer la mezcladora, para luego añadir el agregado grueso con un porcentaje de agua para luego hacer rotar la mezcladora agregando el agregado fino, cemento, el agua y para las diferentes dosificaciones del PEAD en un mezclado por un tiempo de 5 minutos. Dentro del proceso colocar recipientes limpios para evitar agentes externos que varíen la uniformidad de la mezcla.



Fotografía 6. Preparación de la mezcla

4.1.4.2 Ensayo de Trabajabilidad de la mezcla

Para poder evaluar la trabajabilidad de la mezcla se aplica el ensayo del Cono de Abrams estipulado en la NTP 339.035.



Fotografía 7. Ensayo de asentamiento de la mezcla

4.1.4.3 Ensayo de Contenido de Aire de la Mezcla

En la presente investigación este parámetro es muy importante para el comportamiento del ciclo de congelamiento y deshielo en estado endurecido del concreto, ya que este control nos permitirá predecir mejor el comportamiento para lo cual se ha empleado la Olla Washington cumpliendo las especificaciones NTP 339.083.



Fotografía 8. Ensayo de enrasado en la Olla Washington



Fotografía 9. Ensayo en la Olla Washington

4.1.4.4 Exudación

En la presente investigación este ensayo se evaluó bajo los estándares de la NTP 339.077, donde se estipula que la muestra analizada tiene que ser colocada sobre una superficie limpia y húmeda para que posteriormente el agua superficial del concreto con ayuda de una pipeta se extrae el agua en tiempos prolongados hasta

que dicha pasta se endurezca.



Fotografía 10. Extracción del agua superficial



Fotografía 11. Medida de la exudación de la mezcla

4.1.4.5 Tiempo de fragua

En la presente investigación este ensayo se evaluó bajo los estándares de la NTP 339.090, donde estipula que la muestra analizada estará en relación al agua y el cemento el cual a condiciones normales de nuestro clima se analizará en función al tiempo de fraguado de la mezcla.



Fotografía 12. Preparación para la medida del tiempo de fragua.



Fotografía 13. Ensayo del tiempo de fraguado.

4.1.5 Ensayos del concreto en estado endurecido

Los ensayos realizados en la investigación en estado endurecido son indispensables para poder determinar las propiedades mecánicas del concreto, ya que se evaluará su desempeño con incorporación de PEAD en diferentes dosificaciones, teniendo como objetivo una comparación de un concreto patrón y un concreto con PEAD.

Para lo cual se ha elaborado probetas de 4" x 8".



Fotografía 14. Probetas de 4" x 8".

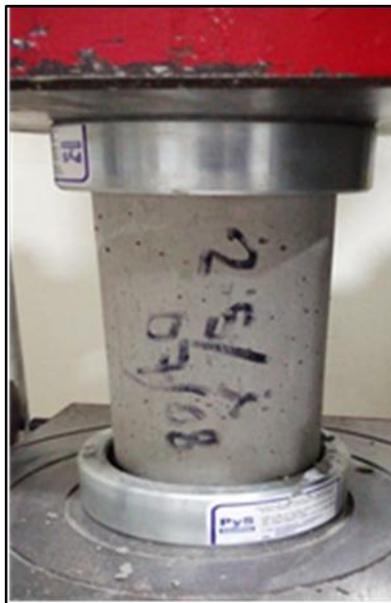
4.1.5.1 Resistencia a la compresión

Este ensayo en la investigación se ha desarrollado en el laboratorio DOSED, el cual se evaluó de acuerdo a las especificaciones NTP 339.034 con el procedimiento especificado por la norma el cual describe una aplicación de carga axial hacia las probetas elaboradas y endurecidas en un tiempo determinado, siendo el cálculo la resistencia de la probeta que sería la carga máxima entre el área de contacto del espécimen, siguiendo los criterios mencionados:

- a. Las probetas tienen que tener un tiempo de curado de 2 a 3 horas.
- b. Colocar el espécimen en los cabezales del equipo para colocación en la prensa de rotura.
- c. Aplicación de la carga para probetas de 4" x 8".
- d. Se determina la carga aplicada final hasta la rotura de la probeta realizando un proceso de cálculo para la obtención de la resistencia.



Fotografía 15. Colocación de probeta a prensa de rotura.



Fotografía 16. Rotura de probeta

4.1.6 Resistencia f_c llevado a congelamientos y descongelamientos.

Para la evaluación de este ensayo se elaboró muestras con diferentes dosis de PEAD los cuales fueron llevados a fases de congelamiento y deshielo en una congeladora por un tiempo de 12 horas a una temperatura promedio de 2°C .



Fotografía 17. Probetas sometidas a congelamiento



Fotografía 18. Probetas sometidas a descongelamiento

DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS

En el este capítulo se muestran los resultados a detalle, después de haber realizado la parte experimental de la influencia del polietileno reciclado de alta densidad en las propiedades del concreto para un $f'c=280$ kg/cm² y su comportamiento en el clima frío de la Provincia de Huancayo; donde se presentan ciclos de congelamiento y deshielo. Todos los ensayos se realizaron en el laboratorio DOSED PERU S.A.C.

4.1. Descripción de Resultados

4.1.1. Análisis de las propiedades del Agregado

Los agregados empleados proceden de la cantera de Pilcomayo, ubicado en la provincia de Huancayo, región Junín.

Tabla 20. Análisis Granulométrico del Agregado Grueso

Tamiz	Abertura (mm)	Material retenido			% Muestra que Pasa.	Especificaciones Huso N°6	
		Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acum.		Minimo %	Máximo %
3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2 1/2"	62.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/4"	19.00	762.80	23.80	23.80	76.20	90.00	100.00
1/2"	12.50	1450.30	45.30	69.10	30.89	20.0	25.0
3/8"	9.50	535.50	16.72	85.83	14.17	0.00	15.0
N°4	4.76	441.80	13.80	99.63	0.37	0.00	5.0
FONDO	0.00	11.80	0.37	100.00	-	-	-
	TOTAL	3202.20	100.00				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Análisis Granulométrico de Agregado Fino

Tamiz	Abertura (mm)	Material retenido			% Muestra que Pasa.	Especificaciones Huso N°6	
		Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acum.		Mínimo %	Máximo %
1/2"	12.50	4.10	0.17	0.00	100.00	100.00	100.00
3/8"	9.50	33.90	1.40	0.00	100.00	100.00	100.00
N°4	4.75	311.10	12.84	0.00	100.00	100.00	100.00
N°8	2.36	354.80	4.64	0.00	100.00	100.00	100.00
N°16	1.18	244.70	10.10	23.80	76.20	90.00	100.00
N°30	0.59	275.30	11.36	69.10	30.89	20.00	25.00
N°50	0.30	660.70	27.27	85.83	14.17	0.00	15.0
N°100	0.15	383.10	15.81	99.63	0.37	0.00	5.0
FONDO	0.00	155.40	6.41	100.00	-	-	-
	TOTAL	2423.10	TOTAL				

Fuente: Elaboración propia

4.12 Análisis de las propiedades del Polietileno de Alta Densidad (PEAD)

Tabla 22. Análisis Granulométrico del Polietileno de Alta Densidad

Tamiz	Abertura (mm)	Material retenido			% Muestra que Pasa.	Especificaciones. Huso N°6	
		Peso Retenido	% Retenido	%Retenido Acumulado		Mínimo %	Máximo %
1/2"	12.50	11.40	1.64	1.64	98.36	100.00	100.00
3/8"	9.50	25.10	3.62	5.26	94.74	100.00	100.00
N°4	4.75	469.70	67.67	72.93	27.07	95.00	100.00
N°8	2.36	168.60	24.29	97.22	2.78	80.00	100.00
N°16	1.18	11.30	1.63	98.85	1.15	50.00	85.00
N°30	0.59	1.00	0.14	98.99	1.01	5.00	30.00
N°50	0.30	7.00	1.01	100.00	0.00	0.00	10.00
N°100	0.15	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
FONDO	0.00	0.00	0.00	100.00	-	-	-
	TOTAL	3202.20	100.00				

Fuente: Elaboración propia

4.13. Diseño de Mezcla Módulo de Fineza

El diseño de mezcla con polietileno de alta densidad se realizó con el método Módulo de Fineza.

Tabla 23. Resumen del Diseño de Mezcla de Concreto
para un $f'c= 280\text{kg/cm}^2$

Agua	4.755
Cemento	9.126
Arena	15.404
Piedra	19.541

Fuente: Elaboración propia

4.14. Análisis detallado de cada propiedad del concreto en estado fresco.

a. Trabajabilidad

Se muestran en el siguiente cuadro, los resultados de los ensayos de Asentamiento del Concreto $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$, los que fueron elaborados bajo las condiciones climáticas de la Ciudad de Huancayo.

Grupo control – Diseño de mezcla de concreto sin PEAD

Cuadro 1. Datos de asentamiento del grupo control (sin PEAD)

FICHA DE EVALUACIÓN DE TRABAJABILIDAD		
MUESTRA: GRUPO CONTROL DISEÑO DE MEZCLA SIN PEAD		
DESCRIPCIÓN	MEDIDA	
PRUEBA N° 01 – A Intemperie	Pulg.	4.00
	cm.	10.16
PRUEBA N° 02 – A Congelamiento	Pulg	3.50
	cm.	8.90

Fuente: Elaboración propia

Grupo control – Diseño de mezcla de concreto (con

PEAD) Cuadro 2. Datos de asentamiento del grupo experimental con 2.5% de PEAD

FICHA DE EVALUACIÓN DE TRABAJABILIDAD		
MUESTRA: GRUPO CONTROL DISEÑO DE MEZCLA CON 2.5% PEAD		
PRUEBA N° 01 – A Intemperie	Pulg	4.03
	cm.	10.24
PRUEBA N° 02 – A Congelamiento	Pulg	3.90
	cm.	9.90

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 3. Datos de asentamiento del grupo experimental con 5% de PEAD

FICHA DE EVALUACIÓN DE TRABAJABILIDAD		
MUESTRA: GRUPO CONTROL DISEÑO DE MEZCLA CON 5% PEAD		
DESCRIPCIÓN	MEDIDA	
PRUEBA N° 01	Pulg.	3.75
	cm.	9.53
PRUEBA N° 02	Pulg.	3.80
	cm.	9.65

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 4. Datos de asentamiento del grupo experimental con 7.5% de PEAD

FICHA DE EVALUACIÓN DE TRABAJABILIDAD		
MUESTRA: GRUPO CONTROL DISEÑO DE MEZCLA CON 7.5% PEAD		
DESCRIPCIÓN	MEDIDA	
PRUEBA N° 01	Pulg.	3.50
	cm.	8.90
PRUEBA N° 02	Pulg	3.20
	cm.	8.13

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 5. Datos de asentamiento del grupo experimental con 10% de PEAD

FICHA DE EVALUACIÓN DE TRABAJABILIDAD		
MUESTRA: GRUPO CONTROL DISEÑO DE MEZCLA CON 10% PEAD		
DESCRIPCIÓN	MEDIDA	
PRUEBA N° 01	Pulg.	1.5
	cm.	3.81
PRUEBA N° 02	Pulg.	1.7
	cm.	4.32

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6. Datos de asentamiento del grupo experimental con 15% de PEAD

FICHA DE EVALUACIÓN DE TRABAJABILIDAD		
MUESTRA: GRUPO CONTROL DISEÑO DE MEZCLA CON 15 % PEAD		
DESCRIPCIÓN	MEDIDA	
PRUEBA N° 01	Pulg.	1.35
	cm.	3.43
PRUEBA N° 02	Pulg.	1.40
	cm.	3.56

Fuente: Elaboración propia

b. Exudación

En el siguiente cuadro, se muestran los resultados del ensayo del concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, los que fueron elaboradas según las condiciones climáticas de Huancayo.

Cuadro 7. Cálculo de volumen de exudación por área del grupo control (sin PEAD)

HORA	INTERVALO DE TIEMPO	TIEMPO ACUM.	VOLUMEN DE AGUA EXUDADO	VOLUMEN DE AGUA EXUDADO	VELOCIDAD DE EXUDACIÓN	VELOCIDAD DE EXUDACIÓN	VOLUMEN DE EXUDACIÓN
------	---------------------	--------------	-------------------------	-------------------------	------------------------	------------------------	----------------------

	(min)	(min)	(mL)	ACUM. (mL)	(mL/hr)	(mL/min)	(mL/cm ²)
09:50:00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10:00:00	10	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10:10:00	10	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10:20:00	10	30.00	0.64	0.64	1.28	0.02	0.00
10:30:00	10	40.00	1.04	1.68	2.52	0.04	0.00
11:00:00	30	70.00	12.81	14.49	12.42	0.21	0.04
11:30:00	30	100.00	15.51	30.00	18.00	0.30	0.05
12:00:00	30	130.00	4.00	34.00	15.69	0.26	0.01

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 8. Cálculo de volumen de exudación por área del grupo control (con PEAD)

HORA	INTERVALO DE TIEMPO (min)	TIEMPO ACUM. (min)	VOLUMEN DE AGUA EXUDADO (mL)	VOLUMEN DE AGUA EXUDADO ACUM. (mL)	VELOCIDAD DE EXUDACIÓN (mL/hr)	VELOCIDAD DE EXUDACIÓN (mL/min)	VOLUMEN DE EXUDACIÓN (mL/cm ²)
10:16:00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10:26:00	10	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10:36:00	10	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10:46:00	10	30.00	0.85	0.85	1.70	0.03	0.00
10:56:00	10	40.00	0.40	1.25	1.88	0.03	0.00
11:26:00	30	70.00	7.58	8.83	7.57	0.13	0.02
11:56:00	30	100.00	9.51	18.34	11.00	0.18	0.03
12:26:00	30	130.00	7.44	25.78	11.90	0.20	0.02

Fuente: Elaboración propia

c. Aire Incorporado

Atraves del ensayo de Olla Washington nos permite calcular el aire incorporado en la mezcla, el cual es comparado con el concreto patrón sin incorporación de PEAD con mezclas de concreto con PEAD al 2.5%, 5.0%, 7.5%, 10% y 15%.

Obteniendo los resultados mostrados de la siguiente manera:

Cuadro 9. *Evaluación de la cantidad de aire (%) en estado fresco (Sin PEAD)*

DESCRIPCION	MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	% AIRE INCORPORADO
CONCRETO PATRON	M-1	12/09/2019	2.1
CONCRETO PATRON	M-2	12/09/2019	2.0
CONCRETO PATRON	M-3	12/09/2019	2.0

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 10. *Evaluación de la cantidad de aire (%) en estado fresco (Con 2.5% PEAD)*

DESCRIPCION	MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	% AIRE INCORPORADO
CP + PEAD 2.5%	M-1	13/09/2019	2.2
CP + PEAD 2.5%	M-2	13/09/2019	2.4
CP + PEAD 2.5%	M-3	13/09/2019	2.1

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 11. *Evaluación de la cantidad de aire (%) en estado fresco (Con 5.0% PEAD)*

DESCRIPCION	MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	% AIRE INCORPORADO
CP + PEAD 5.0%	M-1	14/09/2019	2.3
CP + PEAD 5.0%	M-2	14/09/2019	2.5
CP + PEAD 5.0%	M-3	14/09/2019	2.4

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 12. *Evaluación de la cantidad de aire (%) en estado fresco (Con 7.5% PEAD)*

DESCRIPCION	MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	% AIRE INCORPORADO
CP + PEAD 7.5%	M-1	16/09/2019	3.0
CP + PEAD 7.5%	M-2	16/09/2019	2.8
CP + PEAD 7.5%	M-3	16/09/2019	2.9

Cuadro 13. *Evaluación de la cantidad de aire (%) en estado fresco (Con 10% PEAD)*

DESCRIPCION	MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	% AIRE INCORPORADO
CP + PEAD 10%	M-1	17/09/2019	3.5
CP + PEAD 10%	M-2	17/09/2019	3.1
CP + PEAD 10%	M-3	17/09/2019	3.3

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 14. *Evaluación de la cantidad de aire (%) en estado fresco (Con 15% PEAD)*

DESCRIPCION	MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	% AIRE INCORPORADO
CP + PEAD 15%	M-1	18/09/2019	4.2
CP + PEAD 15%	M-2	18/09/2019	4.3
CP + PEAD 15%	M-3	18/09/2019	4.2

Fuente: Elaboración propia

Aire Incorporado corregido

Se calcula el aire producido por el agregado para luego obtener el aire incorporado corregido.

Cuadro 15. *Evaluación de la cantidad de aire corregida (%) en estado fresco (Sin PEAD)*

DESCRIPCION	MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	% AIRE INCORPORADO	CORRECCION POR EL AGREGA DO	% DE AIRE CORREGIDO
CONCRETO PATRON	M-1	12/09/2019	2.1	0.5	1.6
CONCRETO PATRON	M-2	12/09/2019	2.0	0.5	1.5
CONCRETO PATRON	M-3	12/09/2019	2.0	0.5	1.5

Cuadro 16. *Evaluación de la cantidad de aire (%) en estado fresco (Con 2.5% PEAD)*

DESCRIPCION	MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	% AIRE INCORPORADO	CORRECCION POR EL AGREGA DO	% DE AIRE CORREGIDO
CP + PEAD 2.5%	M-1	13/09/2019	2.2	0.5	1.7
CP + PEAD 2.5%	M-2	13/09/2019	2.4	0.5	1.9
CP + PEAD 2.5%	M-3	13/09/2019	2.1	0.5	1.6

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 17. *Evaluación de la cantidad de aire (%) en estado fresco (Con 2.5% PEAD)*

DESCRIPCION	MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	% AIRE INCORPORADO	CORRECCION POR EL AGREGA DO	% DE AIRE CORREGIDO
CP + PEAD 5.0%	M-1	14/09/2019	2.3	0.5	1.8
CP + PEAD 5.0%	M-2	14/09/2019	2.5	0.5	2
CP + PEAD 5.0%	M-3	14/09/2019	2.4	0.5	1.9

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 18. *Evaluación de la cantidad de aire (%) en estado fresco (Con 2.5% PEAD)*

DESCRIPCION	MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	% AIRE INCORPORADO	CORRECCION POR EL AGREGA DO	% DE AIRE CORREGIDO
CP + PEAD 7.5%	M-1	16/09/2019	3	0.5	2.5
CP + PEAD 7.5%	M-2	16/09/2019	2.8	0.5	2.3
CP + PEAD 7.5%	M-3	16/09/2019	2.9	0.5	2.4

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 19. *Evaluación de la cantidad de aire (%) en estado fresco (Con 2.5% PEAD)*

DESCRIPCION	MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	% AIRE INCORPORADO	CORRECCION POR EL AGREGA DO	% DE AIRE CORREGIDO
-------------	---------	-----------------	--------------------	-----------------------------	---------------------

CP + PEAD 10%	M-1	17/09/2019	3.5	0.5	3
CP + PEAD 10%	M-2	17/09/2019	3.1	0.5	2.6
CP + PEAD 10%	M-3	17/09/2019	3.3	0.5	2.8

Cuadro 20. Evaluación de la cantidad de aire (%) en estado fresco (Con 2.5% PEAD)

DESCRIPCION	MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	% AIRE INCORPORADO	CORRECCION POR EL AGREGA DO	% DE AIRE CORREGIDO
CP + PEAD 15%	M-1	18/09/2019	4.2	0.5	3.7
CP + PEAD 15%	M-2	18/09/2019	4.3	0.5	3.8
CP + PEAD 15%	M-3	18/09/2019	4.2	0.5	3.7

Fuente: Elaboración propia

d. Tiempo de fragua del concreto

En el cuadro 21, se muestra el control del tiempo de fragua del concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, las que fueron elaboradas en el laboratorio: DOSED – Huancayo.

Cuadro 21. Cálculo de resistencia a la penetración del grupo control (sin PEAD)

HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO (horas)	TIEMPO (minutos)	DIÁMETRO DE LA AGUJA		ÁREA (Pulg ²)	FUERZA (Libras)	RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN (PSI)
			FRACCIÓN	ENTERO			
02:40:00	03:55:00	235	1 1/8	1.125	0.99	200	201.20
03:10:00	04:25:00	265	4/5	0.813	0.52	180	347.16
03:40:00	04:55:00	295	4/7	0.563	0.25	170	684.09
04:10:00	05:25:00	325	3/8	0.375	0.11	146	1321.91
4:40:00	05:55:00	355	1/4	0.250	0.05	134	2729.83
5:10:00	06:25:00	385	1/5	.188	0.03	130	4708.16

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 22. Cálculo de resistencia a la penetración del grupo control (con PEAD)

HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO (horas)	TIEMPO (minutos)	DIAMETRO DE AGUA (pulg)		ÁREA (Pulg ²)	FUERZA (Libras)	RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN (PSI)
			FRACCIÓN	ENTERO			
2:53:00	04:00:00	240	1 1/8	1.125	0.99	200	201.20
3:23:00	04:30:00	270	4/5	0.813	0.52	170	327.88
03:53:00	05:00:00	300	4/7	0.563	0.25	133	535.20
04:23:00	05:30:00	330	3/8	0.375	0.11	124	1122.71
04:53:00	06:00:00	360	1/4	0.250	0.05	100	2037.18
05:23:00	06:30:00	390	1/5	0.188	0.03	110	3983.83

Fuente: Elaboración propia

4.15. Análisis de las propiedades del concreto en estado endurecido

Los ensayos para obtener las resistencias del concreto sometidos a esfuerzos de compresión fueron realizados tanto con el concreto convencional (Sin adición del Polietileno reciclado de Alta Densidad) y el concreto con la adición del Polietileno Reciclado de Alta Densidad.

Las probetas utilizadas en este ensayo fueron las de 4" x 8" y fueron ensayadas a las edades de 3, 7, 14, 21 y 28 días, tres probetas para cada edad.

Con los equipos del laboratorio: DOSED PERU S.A.C. se ensayaron las probetas de concreto de concreto con y sin adición del Polietileno reciclado de Alta Densidad, se ensayaron en el laboratorio: DOSED PERU S.A.C.

4.1.5.1. Ensayo de resistencia a la compresión de concreto patrón $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$

DIA 3

Esta rotura se hizo a la edad de 03 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro 23:

Cuadro 23. Cálculo del $f'c$ del concreto a los 3 días del grupo (Sin PEAD)

N° DE TESTIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	F'c (Kg/cm ²)	PROMEDIO
1	24/07/2019	27/07/2019	03	10.25	82.52	142.79	176.40	209.21
2	24/07/2019	27/07/2019	03	10.25	82.52	145.29	179.49	
3	24/07/2019	27/07/2019	03	10.25	82.52	150.55	185.98	

Fuente: Elaboración propia

DIA 7

Esta rotura se hizo a la edad de 07 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro 24:

Cuadro 24. Cálculo del $f'c$ del concreto a los 7 días del grupo (Sin PEAD)

N° DE TESTIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	F'c (Kg/cm ²)	PROMEDIO
1	24/07/2019	31/07/2019	07	10.25	82.52	205.46	253.82	209.21
2	24/07/2019	31/07/2019	07	10.25	82.52	212.38	262.37	
3	24/07/2019	31/07/2019	07	10.25	82.52	209.80	259.18	

Fuente: Elaboración propia

DIA 14

Esta rotura se hizo a la edad de 14 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro 25:

Cuadro 25. Cálculo del $f'c$ del concreto a los 14 días del grupo (Sin PEAD)

N° DE TESTIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	F'c (Kg/cm ²)	PROMEDIO
1	24/07/2019	07/08/2019	14	10.25	82.52	246.06	303.97	302.45
2	24/07/2019	07/08/2019	14	10.25	82.52	246.18	304.12	

3	24/07/2019	07/08/2019	14	10.25	82.52	242.14	299.13	
---	------------	------------	----	-------	-------	--------	--------	--

Fuente: Elaboración propia

DIA 21

Esta rotura se hizo a la edad de 21 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro 26:

Cuadro 26. Cálculo del $f'c$ del concreto a los 21 días del grupo (Sin PEAD)

N° DE TESTIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	F'c (Kg/cm ²)	PROMEDIO
1	24/07/2019	14/08/2019	21	10.25	82.52	287.71	355.43	349.92
2	24/07/2019	14/08/2019	21	10.25	82.52	281.82	348.15	
3	24/07/2019	14/08/2019	21	10.25	82.52	280.22	346.17	

Fuente: Elaboración propia

DIA 28

Esta rotura se hizo a la edad de 28 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro 27:

Cuadro 27. Cálculo del $f'c$ del concreto a los 28 días del grupo (Sin PEAD)

N° DE TESTIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	F'c (Kg/cm ²)	PROMEDIO
1	24/07/2019	21/08/2019	28	10.25	82.52	292	360.72	363.70
2	24/07/2019	21/08/2019	28	10.25	82.52	298.38	368.61	
3	24/07/2019	21/08/2019	28	10.25	82.52	292.83	361.75	

Fuente: Elaboración propia

4.1.5.2. Ensayo de resistencia a la compresión de concreto experimental $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ (con PEAD)

En el cuadro N° 28, se presentan las resistencias a la compresión alcanzados por las mezclas convencionales, las que fueron elaboradas y curadas bajo las condiciones ambientales de la Ciudad de Huancayo.

Grupo experimental con 2.5 % de PEAD

DIA 03

Esta rotura se hizo a la edad de 03 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro:

Cuadro 28. *Cálculo del f_c del concreto a los 03 días del grupo experimental (con 2.5% de PEAD)*

N° DE TESTIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	F´C (Kg/cm ²)	PROMEDIO
1	07/08/2019	10/08/2019	03	10.25	82.52	164.93	203.75	201.35
2	07/08/2019	10/08/2019	03	10.25	82.52	164.11	202.73	
3	07/08/2019	10/08//2019	03	10.25	82.52	159.92	197.56	

Fuente: Elaboración propia

DIA 07

Esta rotura se hizo a la edad de 07 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro:

Cuadro 29. *Cálculo del f_c del concreto a los 07 días del grupo experimental (con 2.5% de PEAD)*

N° DE TESTIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	F´C (Kg/cm ²)	PROMEDIO
1	07/08/2019	14/08/2019	07	10.25	82.52	228.30	282.03	285.34
2	07/08/2019	14/08/2019	07	10.25	82.52	230.33	284.54	
3	07/08/2019	14/08//2019	07	10.25	82.52	234.30	289.44	

Fuente: Elaboración propia

DIA 14

Esta rotura se hizo a la edad de 14 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro:

Cuadro 30. *Cálculo del f_c del concreto a los 14 días del grupo experimental (con 2.5% de PEAD)*

N° DE TESTIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	F'c (Kg/cm ²)	PROMEDIO
1	07/08/2019	21/08/2019	14	10.25	82.52	259.85	321.01	324.61
2	07/08/2019	21/08/2019	14	10.25	82.52	261.12	322.58	
3	07/08/2019	21/08//2019	14	10.25	82.52	267.33	330.25	

Fuente: Elaboración propia

DIA 21

Esta rotura se hizo a la edad de 21 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro:

Cuadro 31. *Cálculo del f_c del concreto a los 21 días del grupo experimental (con 2.5% de PEAD)*

N° DE TESTIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	F'c (Kg/cm ²)	PROMEDIO
1	07/08/2019	28/08/2019	21	10.25	82.52	285.84	353.12	349.85
2	07/08/2019	28/08/2019	21	10.25	82.52	280.21	346.16	
3	07/08/2019	28/08//2019	21	10.25	82.52	283.53	350.26	

Fuente: Elaboración propia

DIA 28

Esta rotura se hizo a la edad de 28 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro:

Cuadro 32. *Cálculo del f_c del concreto a los 28 días del grupo experimental (con 2.5% de PEAD)*

N° DE TESTIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	F'c (Kg/cm ²)	PROMEDIO
1	07/08/2019	04/09/2019	28	10.25	82.52	293.11	362.10	360.40
2	07/08/2019	04/09/2019	28	10.25	82.52	290.91	359.38	

3	07/08/2019	04/09/2019	28	10.25	82.52	291.18	359.71	
---	------------	------------	----	-------	-------	--------	--------	--

Fuente: Elaboración propia

Grupo experimental con 5 % de PEAD

DIA 03

Esta rotura se hizo a la edad de 03 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro:

Cuadro 33. *Cálculo del $f'c$ del concreto a los 03 días del grupo experimental (con 5% de PEAD)*

N° DE TESTIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	F'c (Kg/cm ²)	PROMEDIO
1	24/07/2019	27/07/2019	03	10.25	82.52	135.88	167.86	167.33
2	24/07/2019	27/07/2019	03	10.25	82.52	134.53	166.19	
3	24/07/2019	27/07/2019	03	10.25	82.52	135.95	167.95	

Fuente: Elaboración propia

DIA 07

Esta rotura se hizo a la edad de 07 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro:

Cuadro 34. *Cálculo del $f'c$ del concreto a los 07 días del grupo experimental (con 5% de PEAD)*

N° DE TESTIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	F'c (Kg/cm ²)	PROMEDIO
1	24/07/2019	27/07/2019	07	10.25	82.52	175.74	217.10	214.74
2	24/07/2019	27/07/2019	07	10.25	82.52	173.15	213.90	
3	24/07/2019	27/07/2019	07	10.25	82.52	172.59	213.21	

Fuente: Elaboración propia

DIA 14

Esta rotura se hizo a la edad de 14 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro:

Cuadro 35. *Cálculo del $f'c$ del concreto a los 14 días del grupo experimental (con 5% de PEAD)*

N° DE TESTIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	F'c (Kg/cm ²)	PROMEDIO
1	29/07/2019	12/08/2019	14	10.25	82.52	215.12	265.75	262.86
2	29/07/2019	12/08/2019	14	10.25	82.52	210.99	260.65	
3	29/07/2019	12/08/2019	14	10.25	82.52	212.24	262.19	

Fuente: Elaboración propia

DIA 21

Esta rotura se hizo a la edad de 21 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro:

Cuadro 36. *Cálculo del $f'c$ del concreto a los 21 días del grupo experimental (con 5% de PEAD)*

N° DE TESTIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	F'c (Kg/cm ²)	PROMEDIO
1	24/07/2019	14/08/2019	21	10.25	82.52	219.28	270.89	273.60
2	24/07/2019	14/08/2019	21	10.25	82.52	226.68	280.03	
3	24/07/2019	14/08/2019	21	10.25	82.52	218.46	269.88	

Fuente: Elaboración propia

DIA 28

Esta rotura se hizo a la edad de 28 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro:

Cuadro 37. *Cálculo del $f'c$ del concreto a los 28 días del grupo experimental (con 5% de PEAD)*

N° DE TESTIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	F'c (Kg/cm ²)	PROMEDIO
1	29/07/2019	26/08/2019	28	10.25	82.52	238.74	294.93	294.85
2	29/07/2019	26/08/2019	28	10.25	82.52	237.85	293.83	

3	29/07/2019	26/08/2019	28	10.25	82.52	239.44	295.79	
---	------------	------------	----	-------	-------	--------	--------	--

Fuente: Elaboración propia

Grupo experimental con 7.5 % de PEAD

DIA 03

Esta rotura se hizo a la edad de 03 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro:

Cuadro 38. Cálculo del $f'c$ del concreto a los 03 días del grupo experimental (con 7.5% de PEAD)

N° DE TESTIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	F'c (Kg/cm ²)	PROMEDIO
1	12/08/2019	15/08/2019	03	10.25	82.52	136.29	168.37	168.85
2	12/08/2019	15/08/2019	03	10.25	82.52	138.60	171.22	
3	12/08/2019	15/08/2019	03	10.25	82.52	135.14	166.95	

Fuente: Elaboración propia

DIA 07

Esta rotura se hizo a la edad de 07 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro:

Cuadro 39. Cálculo del $f'c$ del concreto a los 07 días del grupo experimental (con 7.5% de PEAD)

N° DE TESTIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	F'c (Kg/cm ²)	PROMEDIO
1	12/08/2019	19/08/2019	07	10.25	82.52	193.49	239.03	236.39
2	12/08/2019	19/08/2019	07	10.25	82.52	188.56	232.94	
3	12/08/2019	19/08/2019	07	10.25	82.52	192.00	237.19	

Fuente: Elaboración propia

DIA 14

Esta rotura se hizo a la edad de 14 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro:

Cuadro 40. Cálculo del $f'c$ del concreto a los 14 días del grupo experimental (con 7.5% de PEAD)

N° DE TESTIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	F'c (Kg/cm ²)	PROMEDIO
1	12/08/2019	26/08/2019	14	10.25	82.52	182.85	225.89	224.36
2	12/08/2019	26/08/2019	14	10.25	82.52	182.66	225.65	
3	12/08/2019	26/08/2019	14	10.25	82.52	179.33	221.54	

Fuente: Elaboración propia

DIA 21

Esta rotura se hizo a la edad de 21 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro:

Cuadro 41. Cálculo del $f'c$ del concreto a los 21 días del grupo experimental (con 7.5% de PEAD)

N° DE TESTIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	F'c (Kg/cm ²)	PROMEDIO
1	12/08/2019	02/09/2019	21	10.25	82.52	221.61	273.77	277.13
2	12/08/2019	02/09/2019	21	10.25	82.52	222.88	275.34	
3	12/08/2019	02/09/2019	21	10.25	82.52	228.49	282.27	

Fuente: Elaboración propia

DIA 28

Esta rotura se hizo a la edad de 28 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro:

Cuadro 42. Cálculo del $f'c$ del concreto a los 28 días del grupo experimental (con 7.5% de PEAD)

N° DE TESTIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	F'c (Kg/cm ²)	PROMEDIO
1	12/08/2019	09/09/2019	28	10.25	82.52	182.85	225.89	224.36
2	12/08/2019	09/09/2019	28	10.25	82.52	182.66	225.65	

3	12/08/2019	09/09/2019	28	10.25	82.52	179.33	221.54	
---	------------	------------	----	-------	-------	--------	--------	--

Fuente: Elaboración propia

Grupo experimental con 10 % de PEAD

DIA 03

Esta rotura se hizo a la edad de 03 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro:

Cuadro 43. Cálculo del $f'c$ del concreto a los 03 días del grupo experimental (con 10% de PEAD)

N° DE TESTIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	F'c (Kg/cm ²)	PROMEDIO
1	29/07/2019	01/08/2019	03	10.25	82.52	143.58	177.37	174.23
2	29/07/2019	01/08/2019	03	10.25	82.52	139.37	172.17	
3	29/07/2019	01/08/2019	03	10.25	82.52	140.15	173.14	

Fuente: Elaboración propia

DIA 07

Esta rotura se hizo a la edad de 07 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro:

Cuadro 44. Cálculo del $f'c$ del concreto a los 07 días del grupo experimental (con 10% de PEAD)

N° DE TESTIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	F'c (Kg/cm ²)	PROMEDIO
1	25/07/2019	01/08/2019	07	10.25	82.52	169.34	209.20	210.90
2	25/07/2019	01/08/2019	07	10.25	82.52	171.72	212.14	
3	25/07/2019	01/08/2019	07	10.25	82.52	171.08	211.35	

Fuente: Elaboración propia

Esta rotura se hizo a la edad de 14 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro:

Cuadro 45. Cálculo del $f'c$ del concreto a los 14 días del grupo experimental (con 10% de PEAD)

N° DE TESTIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	F'c (Kg/cm ²)	PROMEDIO
1	29/07/2019	12/08/2019	14	10.25	82.52	187.36	231.46	229.09
2	29/07/2019	12/08/2019	14	10.25	82.52	185.80	229.53	
3	29/07/2019	12/08/2019	14	10.25	82.52	183.16	226.27	

Fuente: Elaboración propia

DIA 21

Esta rotura se hizo a la edad de 21 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro:

Cuadro 46. Cálculo del $f'c$ del concreto a los 21 días del grupo experimental (con 10% de PEAD)

N° DE TESTIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	F'c (Kg/cm ²)	PROMEDIO
1	25/07/2019	01/08/2019	21	10.25	82.52	214.71	265.24	265.21
2	25/07/2019	01/08/2019	21	10.25	82.52	211.28	261.01	
3	25/07/2019	01/08/2019	21	10.25	82.52	218.06	269.38	

Fuente: Elaboración propia

DIA 28

Esta rotura se hizo a la edad de 28 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro:

Cuadro 47. Cálculo del $f'c$ del concreto a los 28 días del grupo experimental (con 10% de PEAD)

N° DE TESTIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	F'c (Kg/cm ²)	PROMEDIO
1	29/07/2019	26/08/2019	28	10.25	82.52	217.70	268.94	272.04
2	29/07/2019	26/08/2019	28	10.25	82.52	220.09	271.89	
3	29/07/2019	26/08/2019	28	10.25	82.52	222.83	275.28	

Fuente: Elaboración propia

Grupo experimental con 15 % de PEAD

DIA 03

Esta rotura se hizo a la edad de 03 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro:

Cuadro 48. *Cálculo del $f'c$ del concreto a los 03 días del grupo experimental (con 15% de PEAD)*

N° DE TESTIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	F´C (Kg/cm ²)	PROMEDIO
1	07/08/2019	10/08/2019	03	10.25	82.52	111.64	137.92	137.02
2	07/08/2019	10/08/2019	03	10.25	82.52	107.88	133.27	
3	07/08/2019	10/08/2019	03	10.25	82.52	113.13	139.86	

Fuente: Elaboración propia

DIA 07

Esta rotura se hizo a la edad de 07 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro:

Cuadro 49. *Cálculo del $f'c$ del concreto a los 07 días del grupo experimental (con 15% de PEAD)*

N° DE TESTIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	F´C (Kg/cm ²)	PROMEDIO
1	07/08/2019	14/08/2019	07	10.25	82.52	139.89	172.81	174.39
2	07/08/2019	14/08/2019	07	10.25	82.52	143.35	177.09	
3	07/08/2019	14/08/2019	07	10.25	82.52	140.27	173.28	

Fuente: Elaboración propia

DIA 14

Esta rotura se hizo a la edad de 14 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro:

Cuadro 50. *Cálculo del $f'c$ del concreto a los 14 días del grupo experimental (con 15% de PEAD)*

N° DE TESTIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	F'c (Kg/cm ²)	PROMEDIO
1	07/08/2019	21/08/2019	14	10.25	82.52	173.44	214.26	211.68
2	07/08/2019	21/08/2019	14	10.25	82.52	172.48	213.07	
3	07/08/2019	21/08/2019	14	10.25	82.52	168.13	207.70	

Fuente: Elaboración propia

DIA 21

Esta rotura se hizo a la edad de 21 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro:

Cuadro 51. Cálculo del $f'c$ del concreto a los 21 días del grupo experimental (con 15% de PEAD)

N° DE TESTIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	F'c (Kg/cm ²)	PROMEDIO
1	07/08/2019	28/08/2019	21	10.25	82.52	181.72	224.49	222.73
2	07/08/2019	28/08/2019	21	10.25	82.52	180.96	223.55	
3	07/08/2019	28/08/2019	21	10.25	82.52	178.21	220.15	

Fuente: Elaboración propia

DIA 28

Esta rotura se hizo a la edad de 28 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro:

Cuadro 52. Cálculo del $f'c$ del concreto a los 28 días del grupo experimental (con 15% de PEAD)

N° DE TESTIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	F'c (Kg/cm ²)	PROMEDIO
1	07/08/2019	04/09/2019	28	10.25	82.52	182.99	226.06	225.85
2	07/08/2019	04/09/2019	28	10.25	82.52	184.44	227.85	
3	07/08/2019	04/09/2019	28	10.25	82.52	181.03	223.64	

Fuente: Elaboración propia

4.1.6. Ensayo de resistencia a la compresión de concreto patrón $f'c= 280$ kg/cm² sometido a ciclos de congelamiento y deshielo.

En el cuadro N° 53, se presentan las resistencias a la compresión alcanzados por las mezclas convencionales, las que fueron elaboradas y curadas bajo las condiciones ambientales de la Ciudad de Huancayo.

4.1.7. Ensayo de resistencia a la compresión de concreto patrón $f'c= 280$ kg/cm² DIA 03

Esta rotura se hizo a la edad de 03 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro:

Cuadro 53. Cálculo del $f'c$ del concreto a los 03 días del grupo control (sin PEAD) – sometido a ciclos de congelamiento y deshielo

N° DE TESTIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	F'c (Kg/cm ²)	PROMEDIO
1	25/07/2019	28/07/2019	03	10.25	82.52	91.31	112.80	111.75
2	25/07/2019	28/07/2019	03	10.25	82.52	90.12	111.33	
3	25/07/2019	28/0//2019	03	10.25	82.52	89.95	111.12	

Fuente: Elaboración propia

DIA 07

Esta rotura se hizo a la edad de 07 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro:

Cuadro 54. Cálculo del $f'c$ del concreto a los 07 días del grupo control (sin PEAD) – sometido a ciclos de congelamiento y deshielo

N° DE TESTIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	F'c (Kg/cm ²)	PROMEDIO
1	25/07/2019	01/08/2019	07	10.25	82.52	169.63	209.55	212.23
2	25/07/2019	01/08/2019	07	10.25	82.52	171.14	211.42	
3	25/07/2019	01/08//2019	07	10.25	82.52	174.61	215.71	

Fuente: Elaboración propia

DIA 14

Esta rotura se hizo a la edad de 14 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro:

Cuadro 55. Cálculo del $f'c$ del concreto a los 14 días del grupo control (sin PEAD) – sometido a ciclos de congelamiento y deshielo

N° DE TESTIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	F'c (Kg/cm ²)	PROMEDIO
1	25/07/2019	08/08/2019	14	10.25	82.52	179.888	222.23	223.87
2	25/07/2019	08/08/2019	14	10.25	82.52	180.26	222.69	
3	25/07/2019	08/08//2019	14	10.25	82.52	183.51	226.70	

Fuente: Elaboración propia

DIA 21

Esta rotura se hizo a la edad de 21 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro:

Cuadro 56. Cálculo del $f'c$ del concreto a los 21 días del grupo control (sin PEAD) – sometido a ciclos de congelamiento y deshielo

N° DE TESTIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	F'c (Kg/cm ²)	PROMEDIO
1	25/07/2019	15/08/2019	21	10.25	82.52	206.95	255.66	253.61
2	25/07/2019	15/08/2019	21	10.25	82.52	202.28	249.89	
3	25/07/2019	15/08//2019	21	10.25	82.52	206.64	255.27	

Fuente: Elaboración propia

DIA 28

Esta rotura se hizo a la edad de 28 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro:

Cuadro 57. Cálculo del $f'c$ del concreto a los 28 días del grupo control (sin PEAD) – sometido a ciclos de congelamiento y deshielo

N° DE TESTIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	F'c (Kg/cm ²)	PROMEDIO
1	25/07/2019	22/08/2019	28	10.25	82.52	242.40	299.45	299.85
2	25/07/2019	22/08/2019	28	10.25	82.52	245.67	303.49	
3	25/07/2019	22/08//2019	28	10.25	82.52	240.11	296.62	

Fuente: Elaboración propia

4.18. Ensayo de resistencia a la compresión de concreto experimental

$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Grupo experimental con 2.5%

DIA 03

Esta rotura se hizo a la edad de 03 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro:

Cuadro 58. Cálculo del $f'c$ del concreto a los 03 días del grupo control (2.5% de PEAD) – sometido a ciclos de congelamiento y deshielo

N° DE TESTIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	F'c (Kg/cm ²)	PROMEDIO
1	05/08/2019	08/08/2019	03	10.25	82.52	93.35	115.32	114.01
2	05/08/2019	08/08/2019	03	10.25	82.52	92.78	114.62	
3	05/08/2019	08/08/2019	03	10.25	82.52	90.74	112.10	

Fuente: Elaboración propia

DIA 07

Esta rotura se hizo a la edad de 07 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro:

Cuadro 59. Cálculo del $f'c$ del concreto a los 07 días del grupo control (2.5% de PEAD) – sometido a ciclos de congelamiento y deshielo

N° DE TESTIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	F'c (Kg/cm ²)	PROMEDIO
1	05/08/2019	12/08/2019	07	10.25	82.52	110.47	136.47	

2	05/08/2019	12/08/2019	07	10.25	82.52	111.44	137.67	128.94
3	05/08/2019	12/08/2019	07	10.25	82.52	109.88	112.68	

Fuente: Elaboración propia

DIA 14

Esta rotura se hizo a la edad de 14 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro:

Cuadro 60. Cálculo del f_c del concreto a los 14 días del grupo control (2.5% de PEAD) – sometido a ciclos de congelamiento y deshielo

N° DE TESTIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	F´C (Kg/cm ²)	PROMEDIO
1	05/08/2019	19/08/2019	14	10.25	82.52	125.58	155.14	153.72
2	05/08/2019	19/08/2019	14	10.25	82.52	125.84	155.46	
3	05/08/2019	19/08/2019	14	10.25	82.52	121.87	150.55	

Fuente: Elaboración propia

DIA 21

Esta rotura se hizo a la edad de 21 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro:

Cuadro 61. Cálculo del f_c del concreto a los 21 días del grupo control (2.5% de PEAD) – sometido a ciclos de congelamiento y deshielo

N° DE TESTIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	F´C (Kg/cm ²)	PROMEDIO
1	05/08/2019	26/08/2019	21	10.25	82.52	186.10	136.47	128.94
2	05/08/2019	26/08/2019	21	10.25	82.52	182.67	137.67	
3	05/08/2019	26/08/2019	21	10.25	82.52	184.15	112.68	

Fuente: Elaboración propia

DIA 28

Esta rotura se hizo a la edad de 28 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro:

Cuadro 62. Cálculo del f_c del concreto a los 28 días del grupo

control (2.5% de PEAD) – sometido a ciclos de congelamiento y deshielo

N° DE TESTIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	F´C (Kg/cm ²)	PROMEDIO
1	05/08/2019	02/09/2019	28	10.25	82.52	186.86	223.43	223.10
2	05/08/2019	02/09/2019	28	10.25	82.52	181.24	223.90	
3	05/08/2019	02/09/2019	28	10.25	82.52	179.67	221.96	

Fuente: Elaboración propia

Grupo experimental con 5%

DIA 03

Esta rotura se hizo a la edad de 03 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro:

Cuadro 63. Cálculo del f_c del concreto a los 03 días del grupo control (5.0% de PEAD) – sometido a ciclos de congelamiento y deshielo

N° DE TESTIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	F´C (Kg/cm ²)	PROMEDIO
1	25/07/2019	28/07/2019	03	10.25	82.52	104.61	129.23	125.18
2	25/07/2019	28/07/2019	03	10.25	82.52	99.89	123.40	
3	25/07/2019	28/07/2019	03	10.25	82.52	99.50	122.92	

Fuente: Elaboración propia

DIA 07

Esta rotura se hizo a la edad de 07 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro:

Cuadro 64. Cálculo del f_c del concreto a los 07 días del grupo control (5.0% de PEAD) – sometido a ciclos de congelamiento y deshielo

N° DE TESTIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	F´C (Kg/cm ²)	PROMEDIO
1	25/07/2019	01/08/2019	07	10.25	82.52	146.01	198.80	217.99
2	25/07/2019	01/08/2019	07	10.25	82.52	145.43	226.45	

3	25/07/2019	01/08/2019	07	10.25	82.52	146.35	228.74	
---	------------	------------	----	-------	-------	--------	--------	--

Fuente: Elaboración propia

DIA 14

Esta rotura se hizo a la edad de 14 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro:

Cuadro 65. Cálculo del f_c del concreto a los 14 días del grupo control (5.0% de PEAD) – sometido a ciclos de congelamiento y deshielo

N° DE TESTIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	F'c (Kg/cm ²)	PROMEDIO
1	25/07/2019	22/08/2019	14	10.25	82.52	193.20	238.67	239.53
2	25/07/2019	22/08/2019	14	10.25	82.52	194.66	240.48	
3	25/07/2019	22/08/2019	14	10.25	82.52	193.81	239.43	

Fuente: Elaboración propia

DIA 21

Esta rotura se hizo a la edad de 21 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro:

Cuadro 66. Cálculo del f_c del concreto a los 21 días del grupo control (5.0% de PEAD) – sometido a ciclos de congelamiento y deshielo

N° DE TESTIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	F'c (Kg/cm ²)	PROMEDIO
1	25/07/2019	08/08/2019	21	10.25	82.52	201.46	258.53	262.05
2	25/07/2019	08/08/2019	21	10.25	82.52	198.89	260.24	
3	25/07/2019	08/08/2019	21	10.25	82.52	203.58	267.39	

Fuente: Elaboración propia

DIA 28

Esta rotura se hizo a la edad de 28 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro:

Cuadro 67. Cálculo del f_c del concreto a los 28 días del grupo control (5.0% de PEAD) – sometido a ciclos de congelamiento y deshielo

N° DE TESTIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	F'c (Kg/cm ²)	PROMEDIO
1	25/07/2019	15/08/2019	28	10.25	82.52	209.52	289.53	310.20
2	25/07/2019	15/08/2019	28	10.25	82.52	214.96	310.86	
3	25/07/2019	15/08/2019	28	10.25	82.52	218.92	330.20	

Fuente: Elaboración propia

Grupo experimental con 7.5%

DIA 03

Esta rotura se hizo a la edad de 03 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro:

***Cuadro 68.** Cálculo del f_c del concreto a los 03 días del grupo control (7.5% de PEAD) – sometido a ciclos de congelamiento y deshielo*

N° DE TESTIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	F'c (Kg/cm ²)	PROMEDIO
1	12/08/2019	15/08/2019	03	10.25	82.52	87.49	108.08	105.87
2	12/08/2019	15/08/2019	03	10.25	82.52	86.70	107.11	
3	12/08/2019	15/08/2019	03	10.25	82.52	82.91	102.42	

Fuente: Elaboración propia

DIA 07

Esta rotura se hizo a la edad de 07 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro:

***Cuadro 69.** Cálculo del f_c del concreto a los 07 días del grupo control (7.5% de PEAD) – sometido a ciclos de congelamiento y deshielo*

N° DE TESTIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	F'c (Kg/cm ²)	PROMEDIO
1	12/08/2019	19/08/2019	07	10.25	82.52	127.71	157.77	163.10
2	12/08/2019	19/08/2019	07	10.25	82.52	135.06	166.85	
3	12/08/2019	19/08/2019	07	10.25	82.52	133.31	164.69	

Fuente: Elaboración propia

DIA 14

Esta rotura se hizo a la edad de 14 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro:

Cuadro 70. Cálculo del f_c del concreto a los 14 días del grupo control (7.5% de PEAD) – sometido a ciclos de congelamiento y deshielo

N° DE TESTIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	F ^c (Kg/cm ²)	PROMEDIO
1	12/08/2019	26/08/2019	14	10.25	82.52	161.89	199.99	200.05
2	12/08/2019	26/08/2019	14	10.25	82.52	162.81	201.13	
3	12/08/2019	26/08/2019	14	10.25	82.52	161.12	199.04	

Fuente: Elaboración propia

DIA 21

Esta rotura se hizo a la edad de 21 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro:

Cuadro 71. Cálculo del f_c del concreto a los 21 días del grupo control (7.5% de PEAD) – sometido a ciclos de congelamiento y deshielo

N° DE TESTIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	F ^c (Kg/cm ²)	PROMEDIO
1	12/08/2019	19/08/2019	21	10.25	82.52	177.27	218.99	218.55
2	12/08/2019	19/08/2019	21	10.25	82.52	176.27	217.76	
3	12/08/2019	19/08/2019	21	10.25	82.52	177.20	218.91	

Fuente: Elaboración propia

DIA 28

Esta rotura se hizo a la edad de 28 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro:

Cuadro 72. Cálculo del f_c del concreto a los 28 días del grupo control (7.5% de PEAD) – sometido a ciclos de congelamiento y deshielo

N° DE TESTIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	F' C (Kg/cm ²)	PROMEDIO
1	12/08/2019	19/09/2019	28	10.25	82.52	188.48	232.84	261.97
2	12/08/2019	19/09/2019	28	10.25	82.52	184.45	227.86	
3	12/08/2019	19/09/2019	28	10.25	82.52	189.58	234.20	

Fuente: Elaboración propia

Grupo experimental con 10%

DIA 03

Esta rotura se hizo a la edad de 03 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro:

Cuadro 73. *Cálculo del f'c del concreto a los 03 días del grupo control (10% de PEAD) – sometido a ciclos de congelamiento y deshielo*

N° DE TESTIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	F' C (Kg/cm ²)	PROMEDIO
1	29/07/2019	01/08/2019	03	10.25	82.52	55.72	68.83	66.30
2	29/07/2019	01/08/2019	03	10.25	82.52	51.13	63.16	
3	29/07/2019	01/08/2019	03	10.25	82.52	54.16	66.91	

Fuente: Elaboración propia

DIA 07

Esta rotura se hizo a la edad de 07 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro:

Cuadro 74. *Cálculo del f'c del concreto a los 07 días del grupo control (10% de PEAD) – sometido a ciclos de congelamiento y deshielo*

N° DE TESTIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	F' C (Kg/cm ²)	PROMEDIO
1	29/07/2019	05/08/2019	07	10.25	82.52	97.58	120.55	119.95
2	29/07/2019	05/08/2019	07	10.25	82.52	98.57	121.77	
3	29/07/2019	05/08/2019	07	10.25	82.52	95.14	117.53	

Fuente: Elaboración propia

DIA 14

Esta rotura se hizo a la edad de 14 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro:

Cuadro 75. *Cálculo del f_c del concreto a los 14 días del grupo control (10% de PEAD) – sometido a ciclos de congelamiento y deshielo*

N° DE TESTIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	F´C (Kg/cm ²)	PROMEDIO
1	29/07/2019	12/08/2019	14	10.25	82.52	115.20	142.31	142.60
2	29/07/2019	12/08/2019	14	10.25	82.52	113.98	140.81	
3	29/07/2019	12/08/2019	14	10.25	82.52	117.11	144.67	

Fuente: Elaboración propia

DIA 21

Esta rotura se hizo a la edad de 21 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro:

Cuadro 76. *Cálculo del f_c del concreto a los 21 días del grupo control (10% de PEAD) – sometido a ciclos de congelamiento y deshielo*

N° DE TESTIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	F´C (Kg/cm ²)	PROMEDIO
1	29/07/2019	19/08/2019	21	10.25	82.52	153.55	189.69	191.73
2	29/07/2019	19/08/2019	21	10.25	82.52	154.81	191.25	
3	29/07/2019	19/08/2019	21	10.25	82.52	157.23	194.24	

Fuente: Elaboración propia

DIA 28

Esta rotura se hizo a la edad de 28 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro:

Cuadro 77. *Cálculo del f_c del concreto a los 28 días del grupo control (10% de PEAD) – sometido a ciclos de congelamiento y deshielo*

N° DE TESTIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	F'c (Kg/cm ²)	PROMEDIO
1	29/07/2019	26/08/2019	28	10.25	82.52	165.96	205.02	202.31
2	29/07/2019	26/08/2019	28	10.25	82.52	164.92	203.74	
3	29/07/2019	26/08/2019	28	10.25	82.52	160.41	198.16	

Fuente: Elaboración propia

Grupo experimental con 15%

DIA 03

Esta rotura se hizo a la edad de 03 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro:

Cuadro 78. *Cálculo del f'c del concreto a los 03 días del grupo control (15% de PEAD) – sometido a ciclos de congelamiento y deshielo*

N° DE TESTIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	F'c (Kg/cm ²)	PROMEDIO
1	05/08/2019	08/08/2019	03	10.25	82.52	79.55	98.27	93.52
2	05/08/2019	08/08/2019	03	10.25	82.52	71.08	87.81	
3	05/08/2019	08/08/2019	03	10.25	82.52	76.48	94.48	

Fuente: Elaboración propia

DIA 07

Esta rotura se hizo a la edad de 07 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro:

Cuadro 79. *Cálculo del f'c del concreto a los 07 días del grupo control (15% de PEAD) – sometido a ciclos de congelamiento y deshielo*

N° DE TESTIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	F'c (Kg/cm ²)	PROMEDIO
1	05/08/2019	12/08/2019	07	10.25	82.52	109.87	135.73	135.07
2	05/08/2019	12/08/2019	07	10.25	82.52	109.44	135.20	
3	05/08/2019	12/08/2019	07	10.25	82.52	108.69	134.27	

Fuente: Elaboración propia

DIA 14

Esta rotura se hizo a la edad de 14 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro:

Cuadro 80. *Cálculo del f_c del concreto a los 14 días del grupo control (15% de PEAD) – sometido a ciclos de congelamiento y deshielo*

N° DE TESTIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	F´C (Kg/cm ²)	PROMEDIO
1	05/08/2019	19/08/2019	14	10.25	82.52	126.60	156.40	153.33
2	05/08/2019	19/08/2019	14	10.25	82.52	119.75	147.93	
3	05/08/2019	19/08/2019	14	10.25	82.52	126.01	155.67	

Fuente: Elaboración propia

DIA 21

Esta rotura se hizo a la edad de 21 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro:

Cuadro 81. *Cálculo del f_c del concreto a los 21 días del grupo control (15% de PEAD) – sometido a ciclos de congelamiento y deshielo*

N° DE TESTIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	F´C (Kg/cm ²)	PROMEDIO
1	05/08/2019	26/08/2019	21	10.25	82.52	138.54	171.15	167.56
2	05/08/2019	26/08/2019	21	10.25	82.52	133.10	164.43	
3	05/08/2019	26/08/2019	21	10.25	82.52	135.27	167.11	

Fuente: Elaboración propia

DIA 28

Esta rotura se hizo a la edad de 28 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro:

Cuadro 82. *Cálculo del f_c del concreto a los 28 días del grupo control (15% de PEAD) – sometido a ciclos de congelamiento y deshielo*

N° DE TESTIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	F'c (Kg/cm ²)	PROMEDIO
1	05/08/2019	02/09/2019	28	10.25	82.52	149.80	185.06	184.94
2	05/08/2019	02/09/2019	28	10.25	82.52	148.49	183.44	
3	05/08/2019	02/09/2019	28	10.25	82.52	150.82	186.32	

Fuente: Elaboración propia

ANÁLISIS DE DATOS

Se utilizó el programa Microsoft Excel para realizar el análisis estadístico de los valores dados en los ensayos de Trabajabilidad, Exudación, Tiempo de Fragua y Resistencia a la compresión.

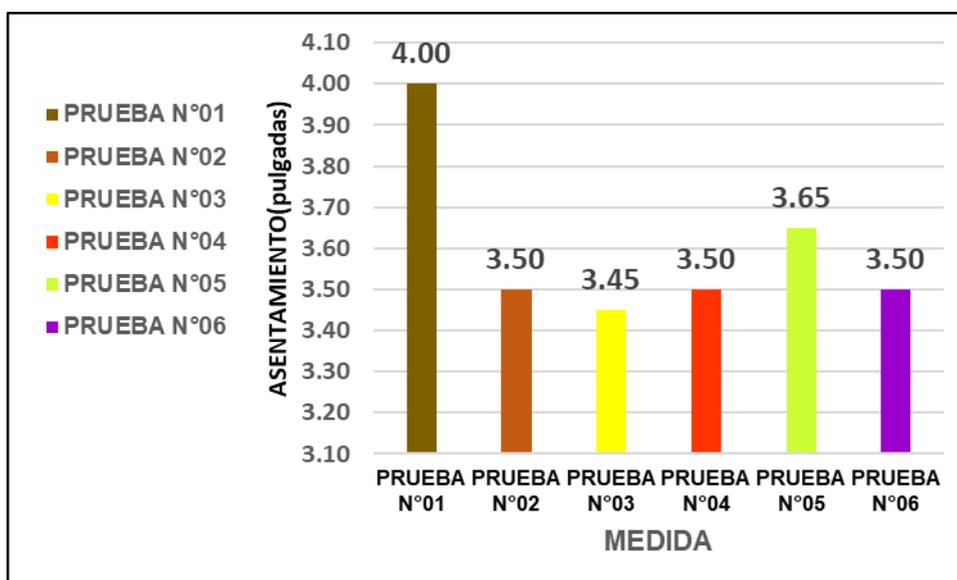
Asimismo, el programa Microsoft Excel nos permitió generar fórmulas utilizadas en los ensayos tales como las proyecciones semilogarítmicas de la resistencia a la compresión y del tiempo de fragua.

A continuación, se muestran los análisis estadísticos de los ensayos, en los cuales se pudo calcular la media o promedio, mediana, coeficientes de desviación estándar y coeficientes de variación para poder así realizar el análisis de cada grafica obtenida por cada cuadro que se muestran a continuación:

a. Trabajabilidad

Grupo control – diseño de mezcla de concreto sin PEAD

Gráfico 1. Asentamiento del grupo control (sin PEAD)



Fuente: Elaboración propia

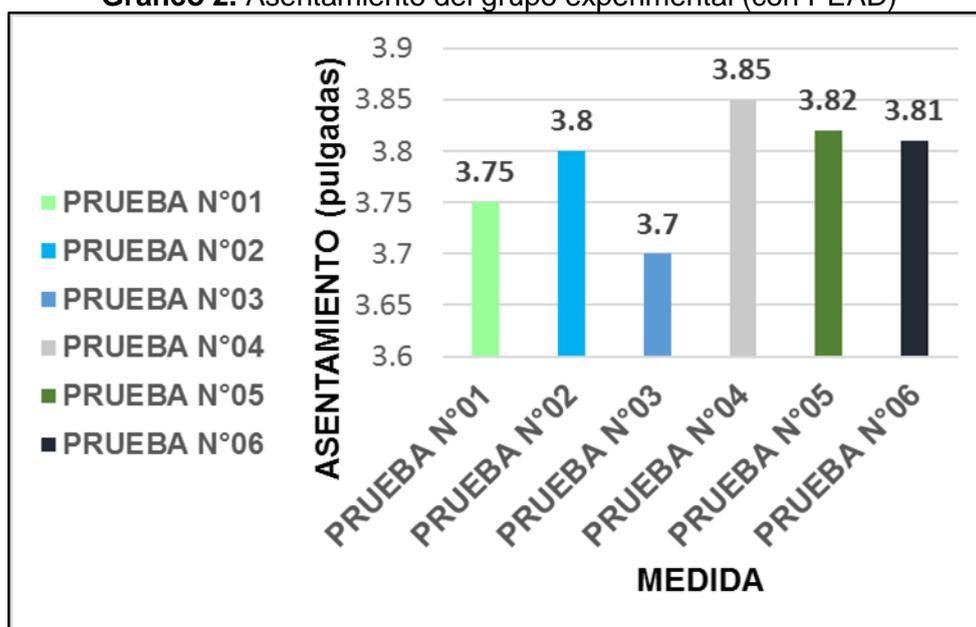
La media aritmética o promedio de las pruebas realizadas es de 3.75 pulgadas, que indica que el diseño de mezcla de concreto elaborado se encuentra dentro del rango de consistencia plástica.

La mediana de los datos obtenidos de las pruebas realizadas es de 3.50 pulgadas que nos indica el valor intermedio de asentamiento dentro de todos los ensayos realizados.

La desviación típica o estándar de las pruebas realizadas es de 0.207364, el coeficiente de variación es 5.760122 y la varianza es de 0.043. Estos datos nos indican la dispersión de los valores obtenidos.

Grupo experimental – diseño de mezcla de concreto con PEAD

Gráfico 2. Asentamiento del grupo experimental (con PEAD)



Fuente: Elaboración propia

La media aritmética o promedio de las pruebas realizadas para asentamiento es de 3.788 pulgadas, que indica que el diseño de mezcla de concreto elaborado se encuentra fuera del rango de consistencia fluida.

La mediana de los datos obtenidos de las pruebas realizadas es de 3.80 pulgadas que nos indica el valor intermedio de asentamiento dentro de todas las pruebas realizadas para este ensayo.

La desviación típica o estándar de las pruebas realizadas es de 0.054191, el coeficiente de variación es 1.4304713 y la varianza es de

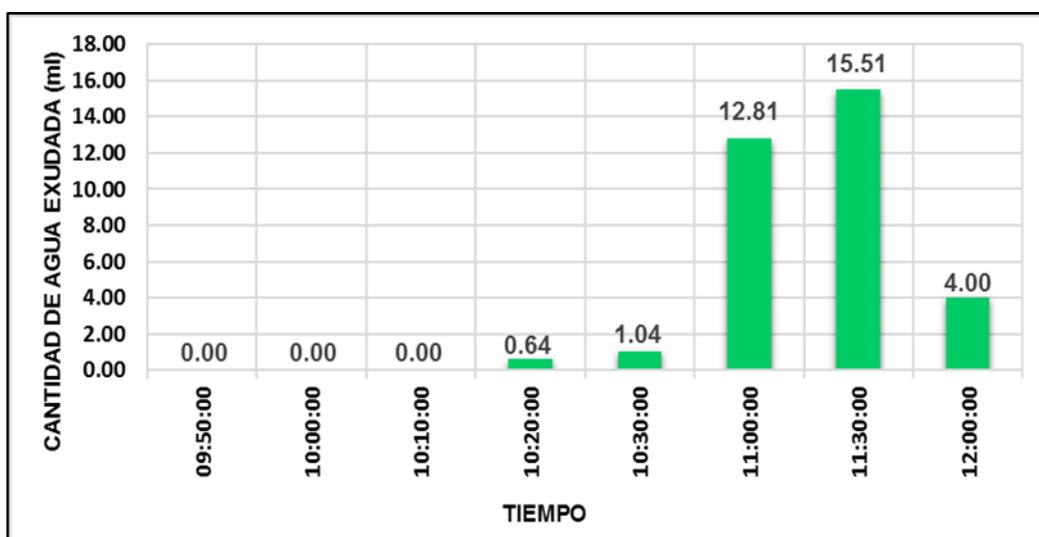
0.0029367 Estos datos nos indican la dispersión de los valores obtenidos.

b. Exudación

Grupo control – diseño de mezcla de concreto sin PEAD

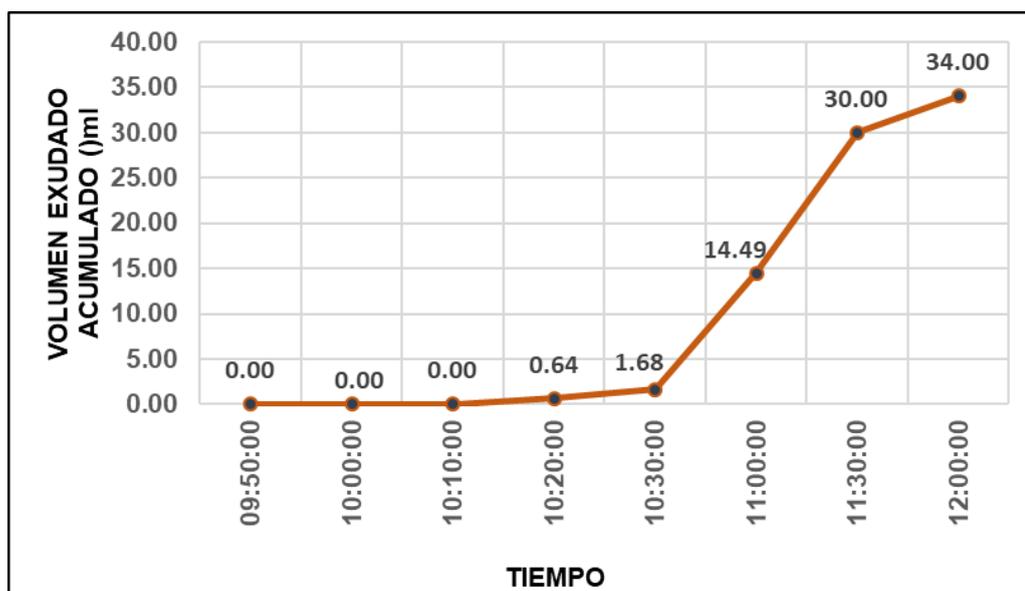
En función a los valores obtenidos y calculados en el cuadro N° 7, se realizaron las siguientes gráficas:

Gráfico 3. *Volumen exudado por intervalo de tiempo del grupo control (sin PEAD)*



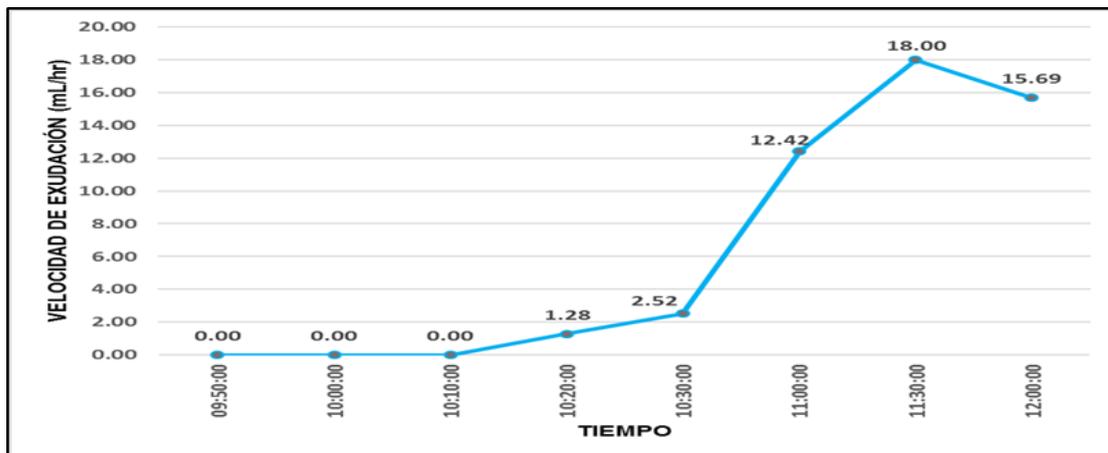
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 4. *Volumen exudado acumulado del grupo control (sin PEAD)*



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5. Velocidad de exudación por intervalo de tiempo del grupo control (sin PEAD)

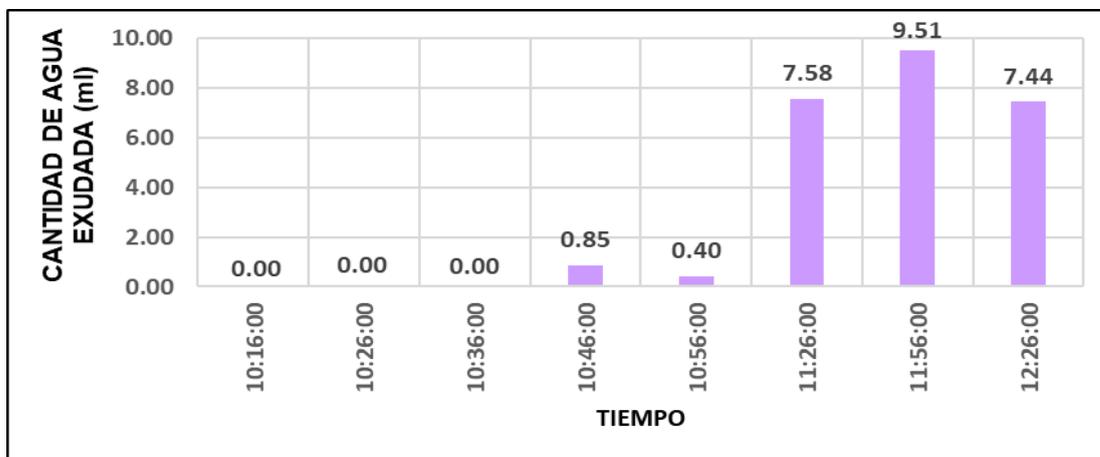


Fuente: Elaboración propia

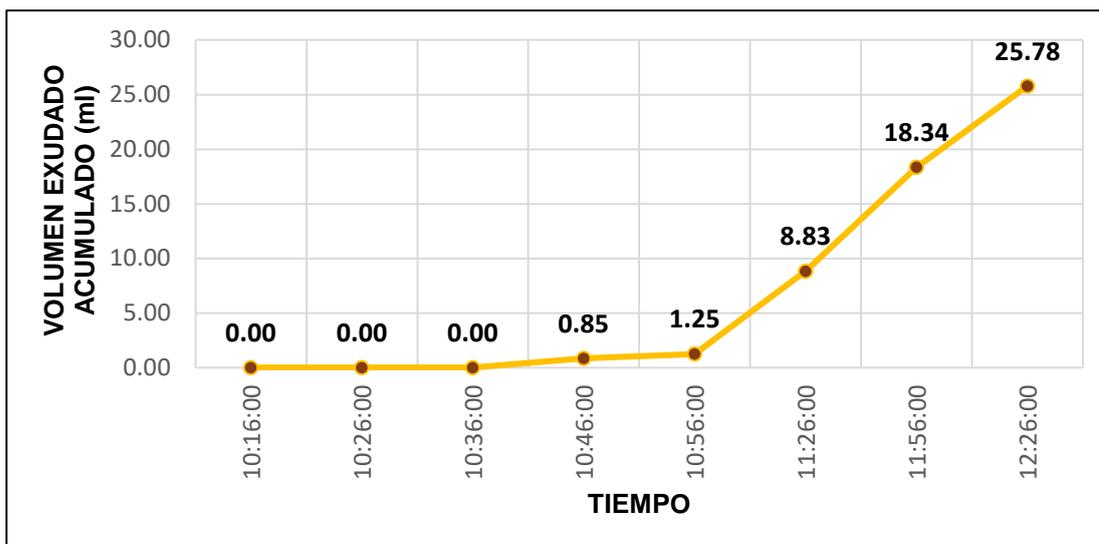
La velocidad de exudación por intervalo de tiempo se muestra en el gráfico N° 5. La exudación en la muestra sin aditivo duró 02:40 horas o 160 minutos dejando un volumen de 34.00 mL sobre el área de exudación de la muestra. Al dividir el volumen exudado total sobre el área total de la muestra obtuvimos el agua de exudación por unidad de superficie que fue de 0.11 mL/cm². El porcentaje de agua extraída en función al total del volumen de la mezcla de concreto es del 1.75% y la velocidad promedio de exudación fue de 0.12 mL/min.

Grupo experimental – diseño de mezcla de concreto con PEAD

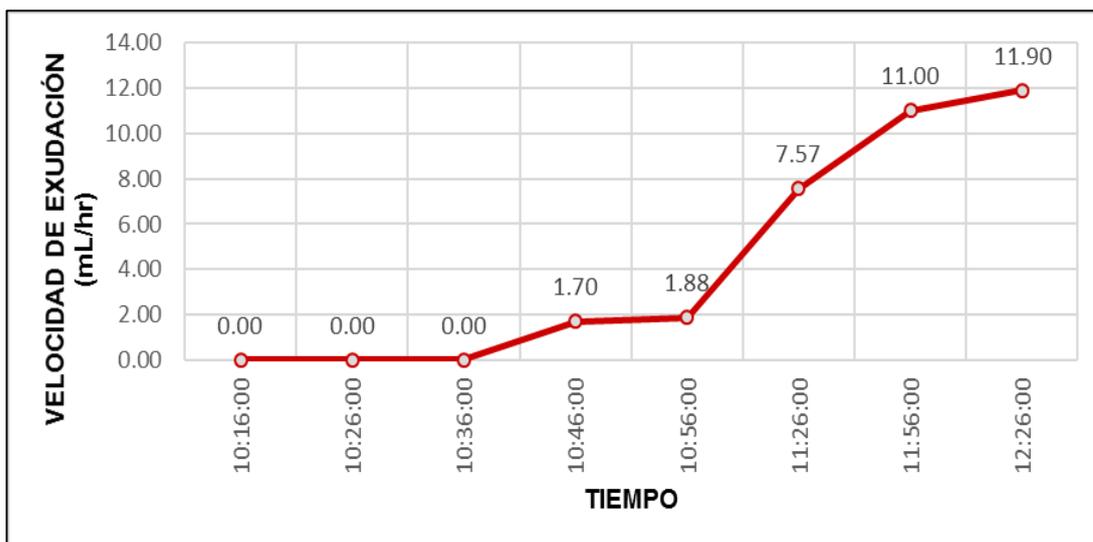
Gráfico 6. Volumen exudado por intervalo de tiempo del grupo experimental (con PEAD)



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 7. *Volumen exudado acumulado del grupo experimental (con PEAD)*

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 8. *Velocidad de exudación por intervalo de tiempo del grupo experimental (con PEAD)*

Fuente: Elaboración propia

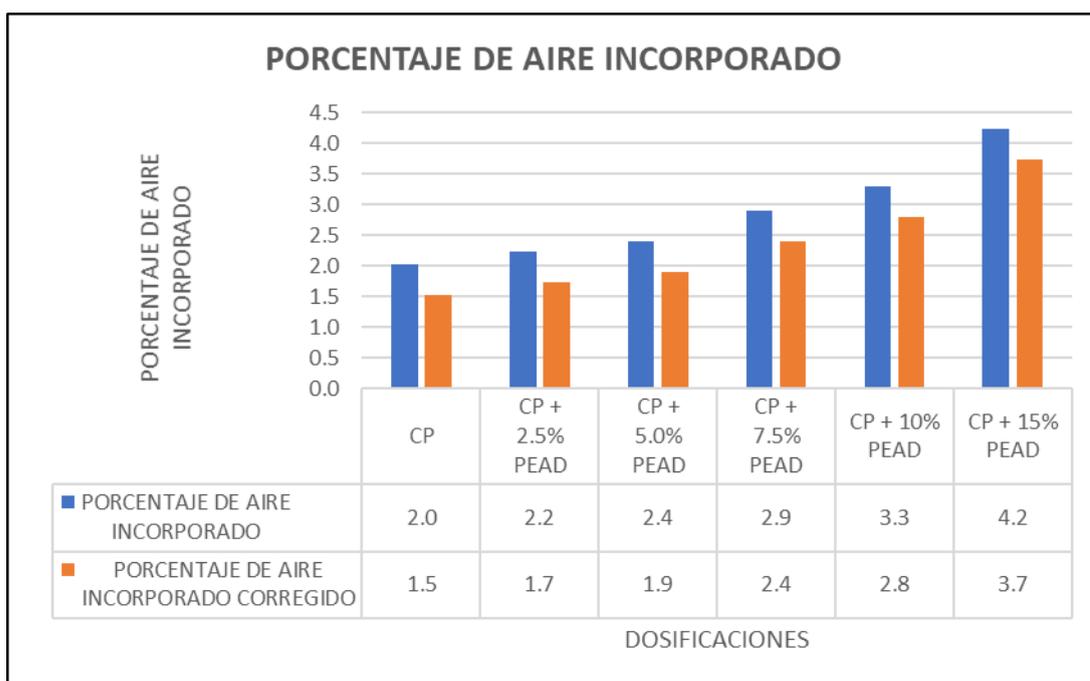
La exudación en la muestra sin aditivo duró 03:40 horas o 220 minutos dejando un volumen de 41.58 mL sobre el área de exudación de la muestra. Al dividir el volumen exudado total sobre el área total de la muestra con polietileno de alta densidad (PEAD), obtuvimos el agua de exudación por unidad de superficie que fue de 0.13 mL/cm². El porcentaje de agua extraída en función al total del volumen de la mezcla de concreto es del 2.23% y la velocidad promedio de exudación fue de 0.11 mL/min.

c. Aire Incorporado

Grupo control – Aire incorporado en la Mezcla

En función a los valores obtenidos y calculados en los cuadros anteriores, se realizaron las siguientes gráficas:

Gráfico 9. Evaluación del porcentaje de Aire Incorporado en la mezcla.



Fuente: Elaboración propia

Obtenidos como resultados del ensayo de la Olla Washington el cual representa todos los resultados promedios para las diferentes dosificaciones.

Cuadro 83. Porcentaje de aire en la mezcla sin corregir

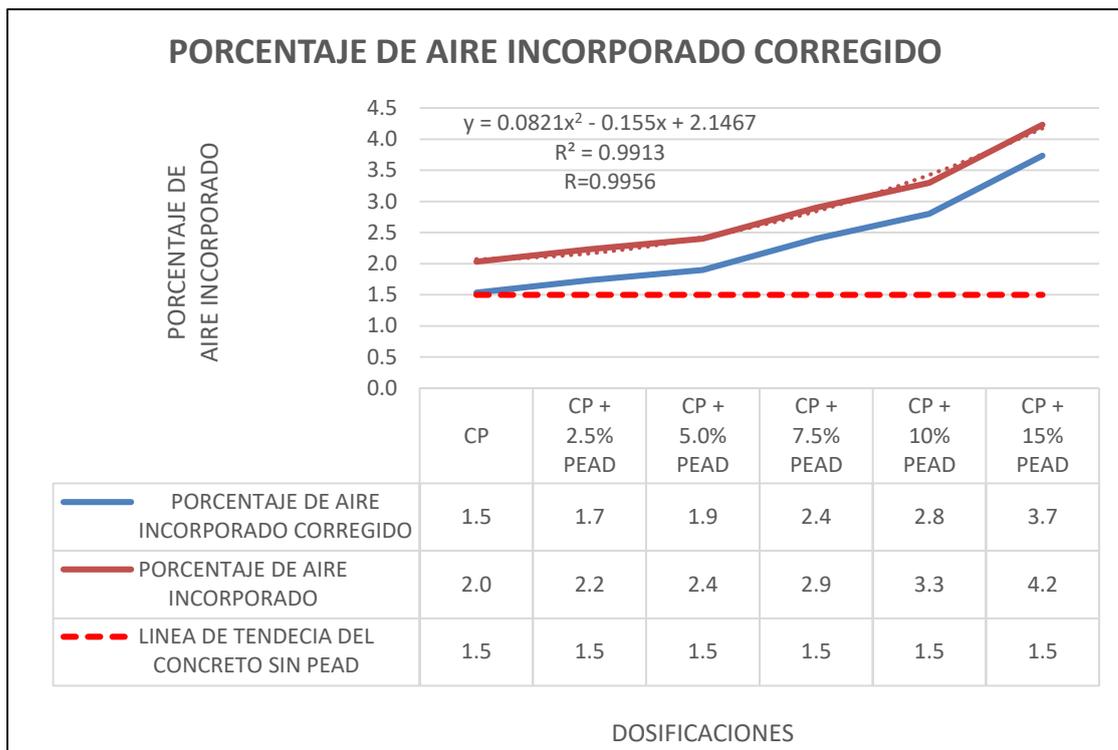
PORCENTAJE DE AIRE INCORPORADO						
MUESTRA	CP	CP + 2.5% PEAD	CP + 5.0% PEAD	CP + 7.5% PEAD	CP + 10% PEAD	CP + 15% PEAD
M1	2.1	2.2	2.3	3.0	3.5	4.2
M2	2.0	2.4	2.5	2.8	3.1	4.3
M3	2.0	2.1	2.4	2.9	3.3	4.2
PROMEDIO	2.0	2.2	2.4	2.9	3.3	4.2

Fuente: Elaboración propia

Grupo control – Aire incorporado corregido en la Mezcla

En función a los valores obtenidos y calculados en los cuadros anteriores, se realizaron las siguientes gráficas:

Gráfico 10. Evaluación del porcentaje de Aire Incorporado corregido en la mezcla.



Fuente: Elaboración propia

Obtenidos como resultados del ensayo de la Olla Washington el cual representa todos los resultados promedios para las diferentes dosificaciones.

El siguiente grafico presenta una ecuación no lineal, y un coeficiente de determinación $R^2 = 0.9913$ que indica:

$$y = 0.0824x^2 - 0.155x + 2.1467$$

Tras hallar la ecuación se puede determinar que el grado de correlación que presenta la variable es de $R=0.9956$ lo cual indica un alto grado de correlación en la variable.

Cuadro 84. Porcentaje de aire en la mezcla corregido

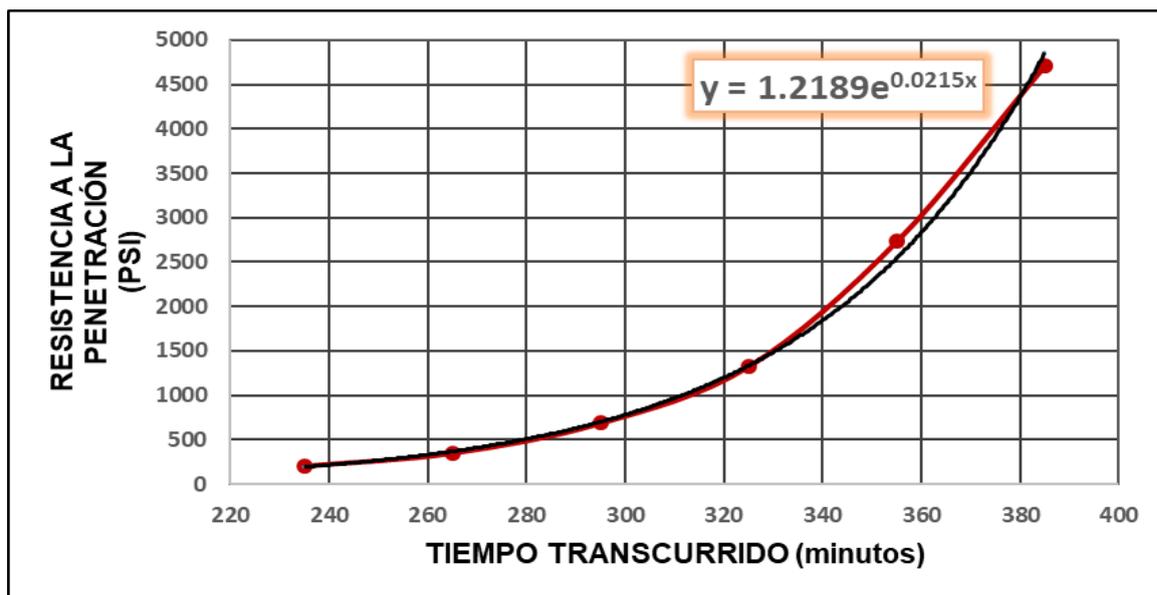
PORCENTAJE DE AIRE INCORPORADO CORREGIDO						
MUESTRA	CP	CP + 2.5% PEAD	CP + 5.0% PEAD	CP + 7.5% PEAD	CP + 10% PEAD	CP + 15% PEAD
M1	1.6	1.7	1.8	2.5	3.0	3.7
M2	1.5	1.9	2.0	2.3	2.6	3.8
M3	1.5	1.6	1.9	2.4	2.8	3.7
PROMEDIO	1.5	1.7	1.9	2.4	2.8	3.7

Fuente: Elaboración propia

d. Tiempo de fragua del concreto

Grupo control – diseño de mezcla de concreto sin PEAD

Gráfico 11. Curva de resistencia a la penetración de la prueba N° 01 del diseño de mezcla del grupo control (sin PEAD)



Fuente: Elaboración propia

La curva de la gráfica obtenida por los datos del ensayo N°1 corresponde a la siguiente ecuación no lineal:

$$y = 1.2189e^{0.0215x}$$

Tras hallar la ecuación se puede determinar el tiempo de fragua inicial y final de la muestra, reemplazando los valores de Y como la fuerza de penetración igual a 500 PSI inicial y 4000 PSI final respectivamente, obteniendo los valores de X como el tiempo de fragua inicial y el tiempo de fragua final de la muestra.

Cuadro 85. Tiempo de fragua inicial y final de cálculo - ensayo n°1 sin PEAD

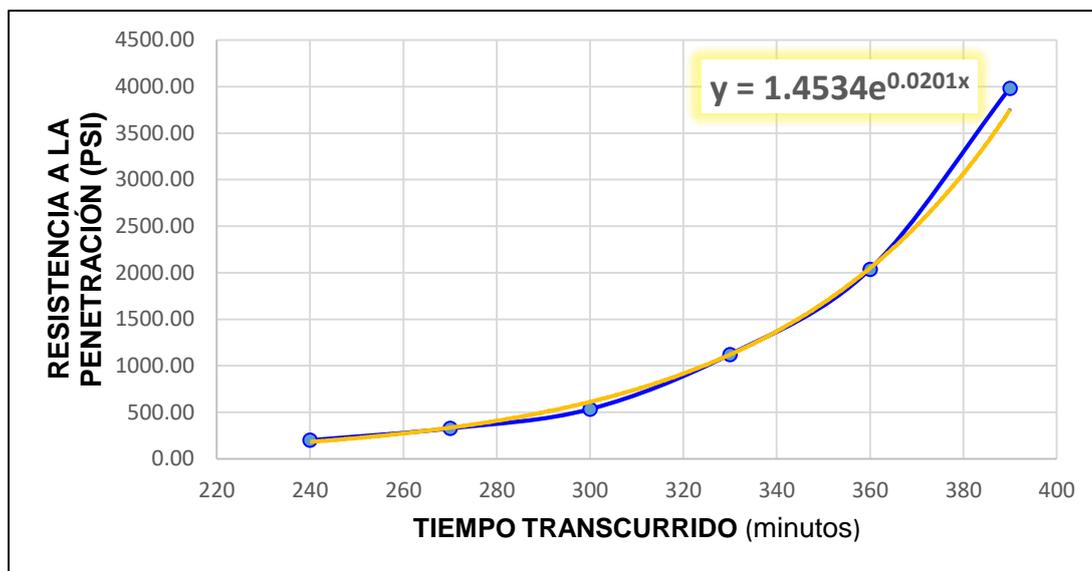
		HORAS	MINUTOS
FRAGUA INICIAL(500 PSI)	280 min	4	40
FRAGUA FINAL(4000 PSI)	377 min	6	17

Fuente: Elaboración propia

El tiempo de fragua de la muestra N°1 sin PEAD fue de 06 horas con 17 minutos.

Grupo experimental – diseño de mezcla de concreto con aditivo

Gráfico 12. Curva de resistencia a la penetración de la prueba N° 01 del diseño de mezcla del grupo



experimental (con PEAD)

Fuente: Elaboración propia

Esta curva obtenida por los datos del ensayo N° 1 con PEAD 5% arrojó la siguiente ecuación no lineal:

$$y = 1.4534e^{0.0201x}$$

De la misma manera que en el ensayo anterior, se calcula la fragua inicial y final reemplazando los valores de Y con 500 PSI y 4000 PSI respectivamente, de los que obtuvimos los siguientes tiempos:

Cuadro 86. Tiempo de fragua inicial y final de cálculo ensayo N° 2 con PEAD

		HORAS	MINUTOS
FRAGUA INICIAL(500 PSI)	291 min	04	51
FRAGUA FINAL(4000 PSI)	394 min	06	34

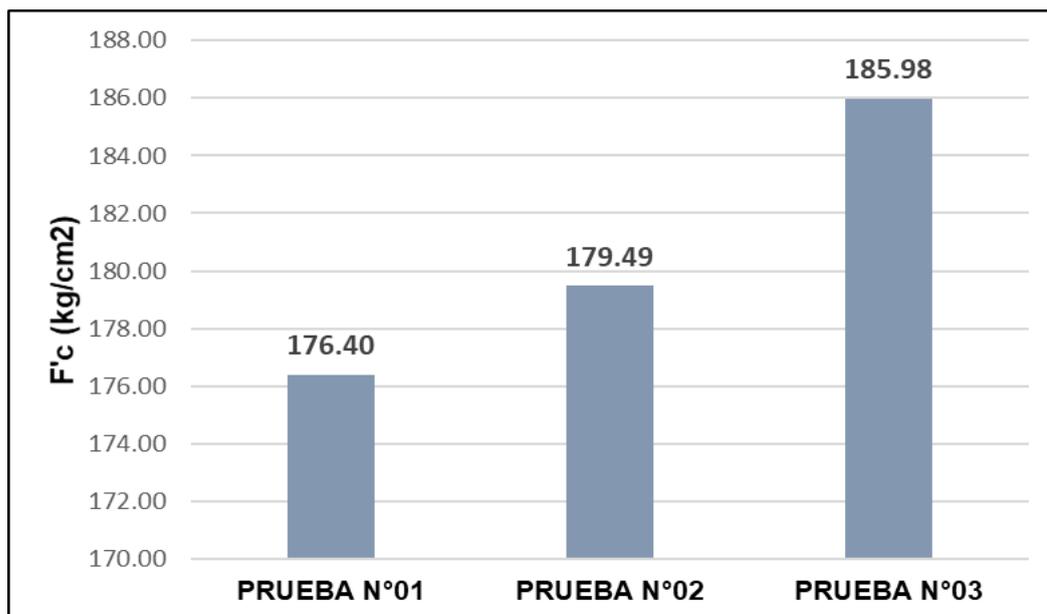
Fuente: Elaboración propia

e. Resistencia a la compresión

Grupo control – diseño de mezcla de concreto sin PEAD

1. Ensayo de compresión 03 días sin PEAD

Gráfico 13. *Ensayo de resistencia a la compresión a los 3 días del grupo control (sin PEAD)*



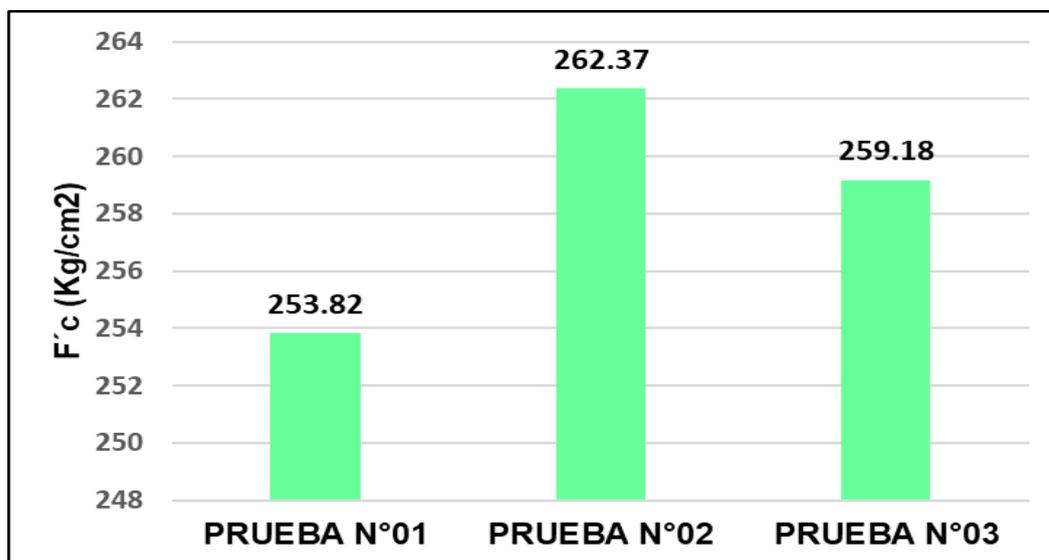
Fuente: Elaboración propia

De los valores de este ensayo correspondientes a la primera rotura a los 3 días de vaciado del concreto obtuvimos los siguientes valores:

PROMEDIO	= 180.62 Kg/cm ²
VARIACION	= 23.907
DESVIACION ESTÁNDAR	= 4.890
COEF. DE VARIACION	= 2.707

2. Ensayo de compresión 07 días sin PEAD

Gráfico 14 *Ensayo de resistencia a la compresión a los 07 días del grupo control (sin PEAD)*

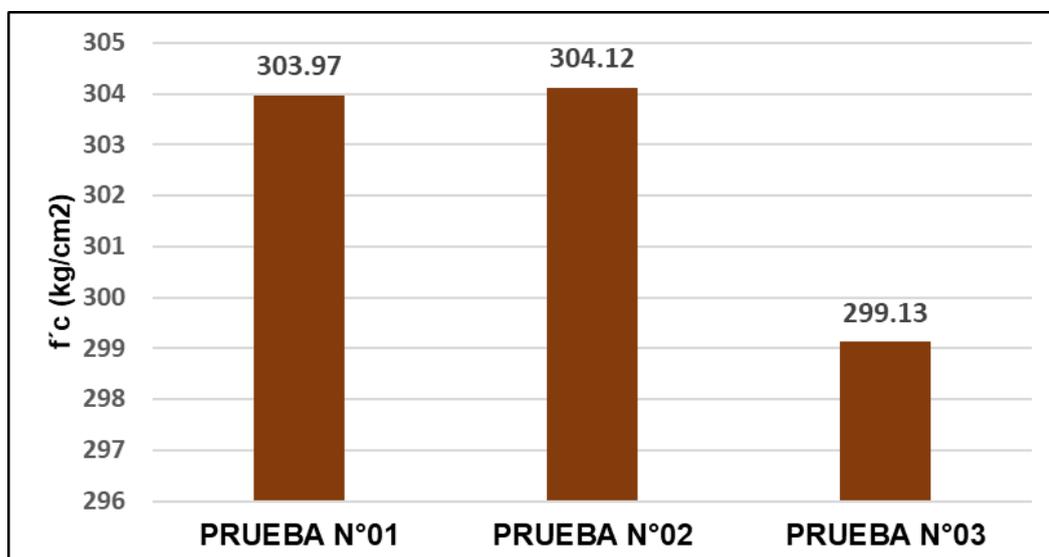


Fuente: Elaboración propia

PROMEDIO	= 258.457 kg/cm ²
VARIACION	= 18.668
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	= 4.321
COEF. DE VARIACION	= 1.672

3. Ensayo de compresión 14 días sin PEAD

Gráfico 15. *Ensayo de resistencia a la compresión a los 14 días del grupo control (sin PEAD)*



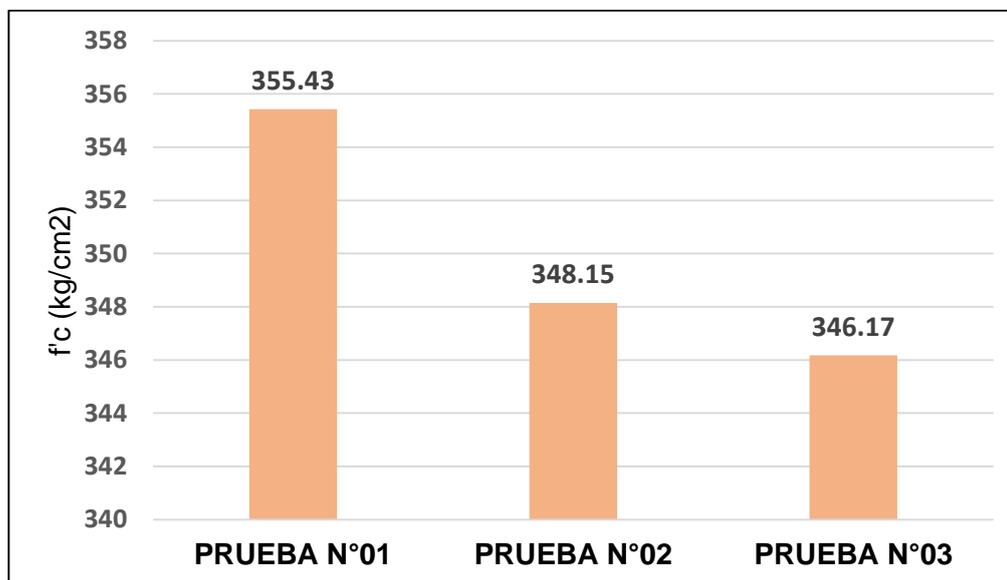
Fuente: Elaboración propia

De los valores de este ensayo correspondientes a la segunda rotura a los 14 días de vaciado del concreto obtuvimos los siguientes valores:

PROMEDIO	= 302.407 Kg/cm ²
VARIACION	= 8.058
DESVIACION ESTANDAR	= 2.839
COEF. DE VARIACION	= 0.939

4. Ensayo de compresión 21 días sin PEAD

Gráfico 16. Ensayo de resistencia a la compresión a los 21 días del grupo control (sin PEAD)

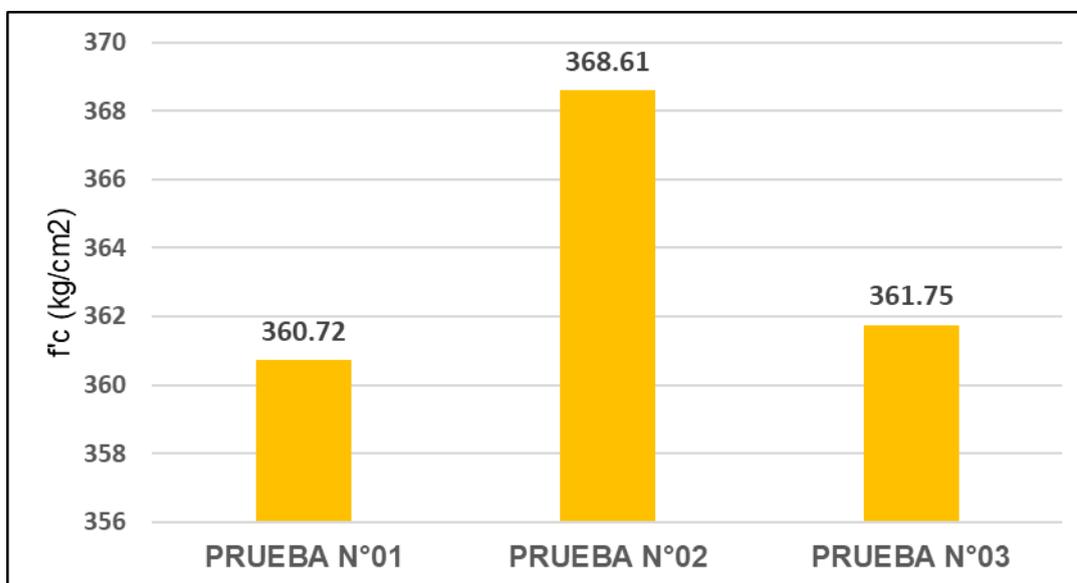


Fuente: Elaboración propia

PROMEDIO	= 349.92Kg/cm ²
VARIACION	= 23.778
DESVIACION ESTANDAR	= 4.876
COEF. DE VARIACION	= 1.394

5. Ensayo de compresión 28 días sin PEAD

Gráfico 17. Ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días del grupo control (sin PEAD)



Fuente: Elaboración propia

De los valores de este ensayo correspondiente a la quinta rotura a los 28 días de vaciado del concreto obtuvimos los siguientes coeficientes de variación.

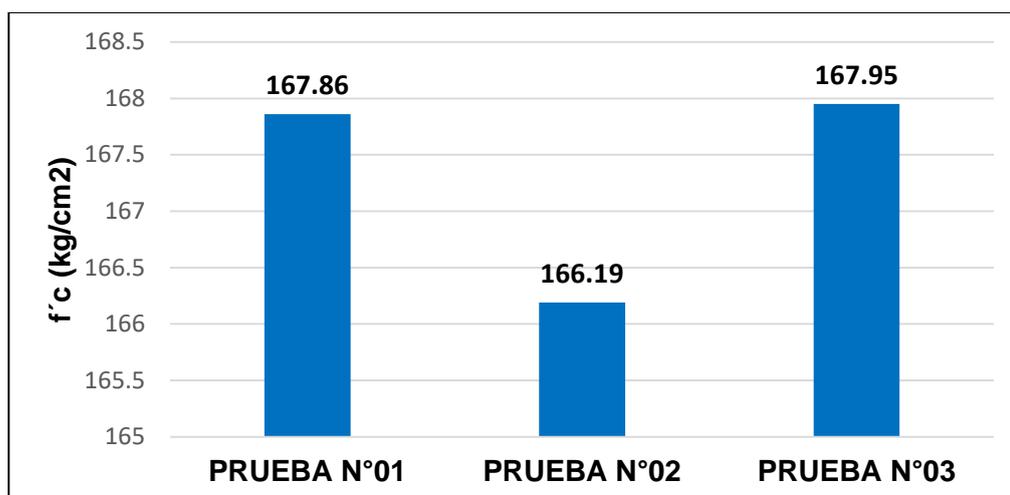
PROMEDIO	= 363.693Kg/cm ²
VARIACION	= 18.395
DESVIACIÓN ESTANDAR	= 4.289
COEF. DE VARIACIÓN	= 1.179

Curva de resistencia del grupo control (sin PEAD)

Considerando todos los valores obtenidos como resultados de los ensayos de compresión realizados al diseño de mezcla sin aditivo, forman la siguiente curva de resistencia a la compresión:

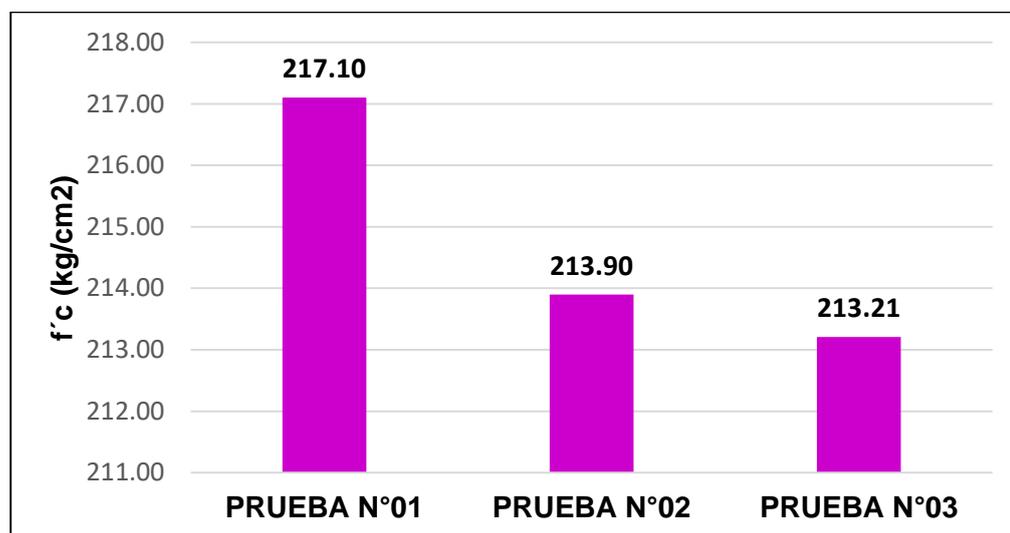
Grupo experimental – diseño de mezcla de concreto con PEAD

Los ensayos de resistencia a la compresión (NTP 339.034) de las muestras para la mezcla con PEAD, se realizó en 5 fechas, siendo la primera fecha a los 3 días, la segunda a los 7 días, la tercera a los 14 días, la cuarta a los 21 días y la quinta a los 28 días.

Gráfico 18. *Ensayo de compresión a los 03 días con PEAD*

Fuente: Elaboración propia

PROMEDIO	= 167.333Kg/cm ²
VARIACION	= 0.982
DESVIACION ESTANDAR	= 0.991
COEF. DE VARIACION	= 0.592

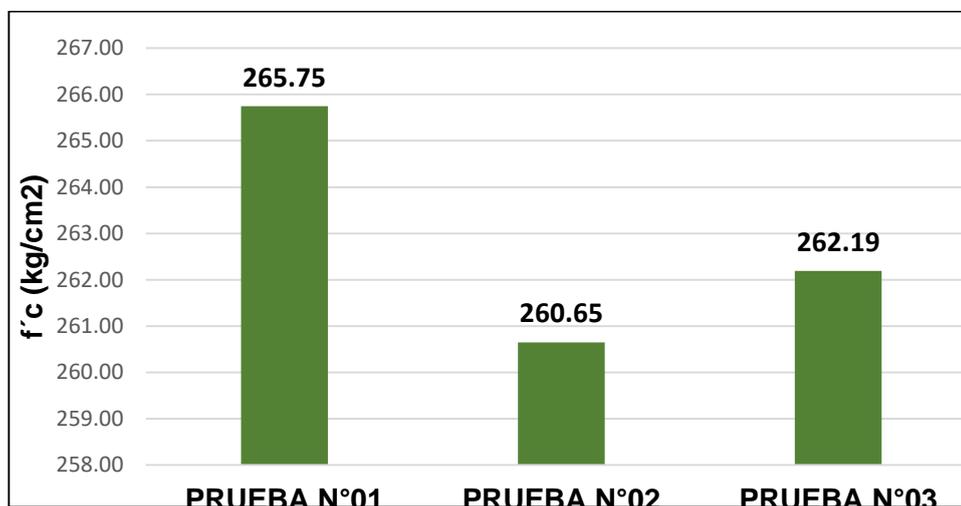
Gráfico 19. *Ensayo de compresión a los 07 días con PEAD*

Fuente: Elaboración propia

PROMEDIO	= 214.74 Kg/cm ²
VARIACION	= 4.308

DESVIACIÓN ESTÁNDAR	= 2.076
COEF. DE VARIACION	= 0.967

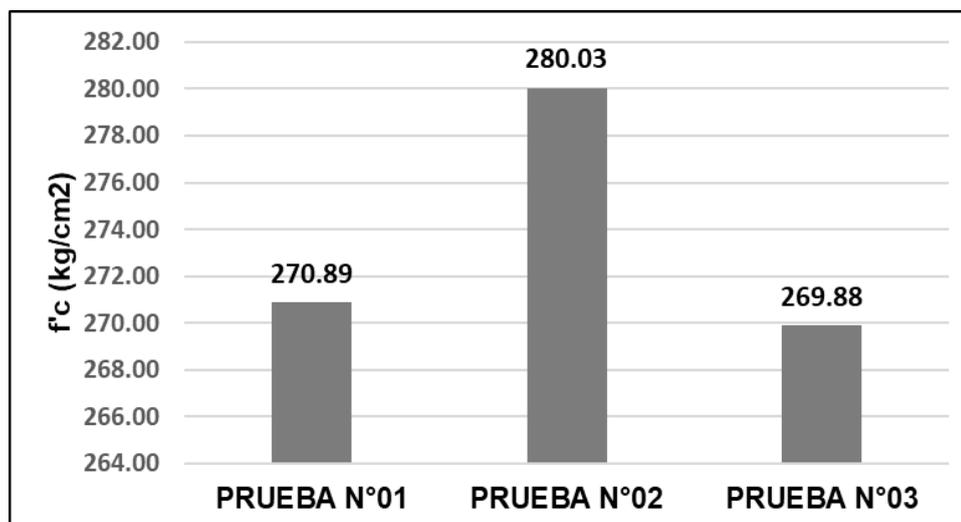
Gráfico 20. *Ensayo de compresión a los 14 días con PEAD*



Fuente: Elaboración propia

PROMEDIO	= 262.86 Kg/cm ²
VARIACION	= 6.843
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	= 2.616
COEF. DE VARIACION	= 0.995

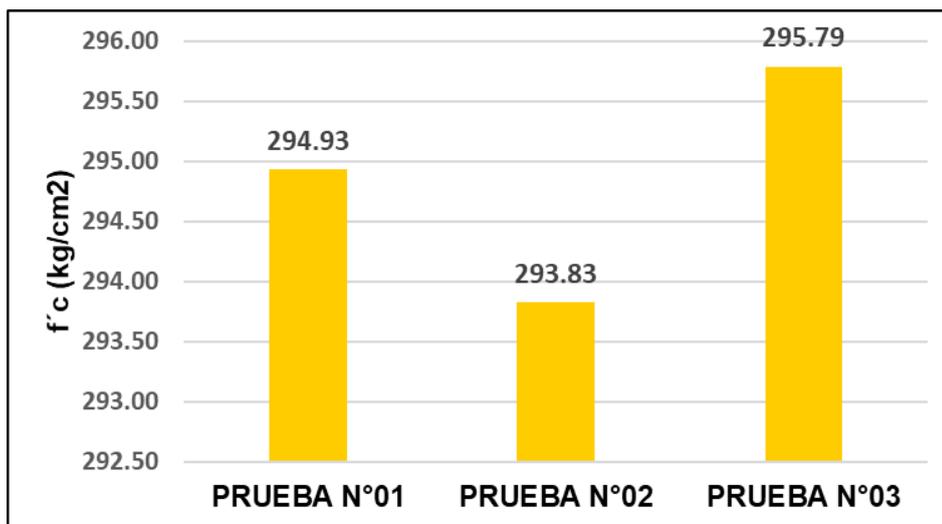
Gráfico 21. *Ensayo de compresión a los 21 días con PEAD*



Fuente: Elaboración propia

PROMEDIO	= 273.60 Kg/cm ²
VARIACION	= 31.264
DESVIACION ESTANDAR	= 5.591
COEF. DE VARIACION	= 2.044

Gráfico 22. Ensayo de compresión a los 28 días con PEAD



Fuente: Elaboración propia

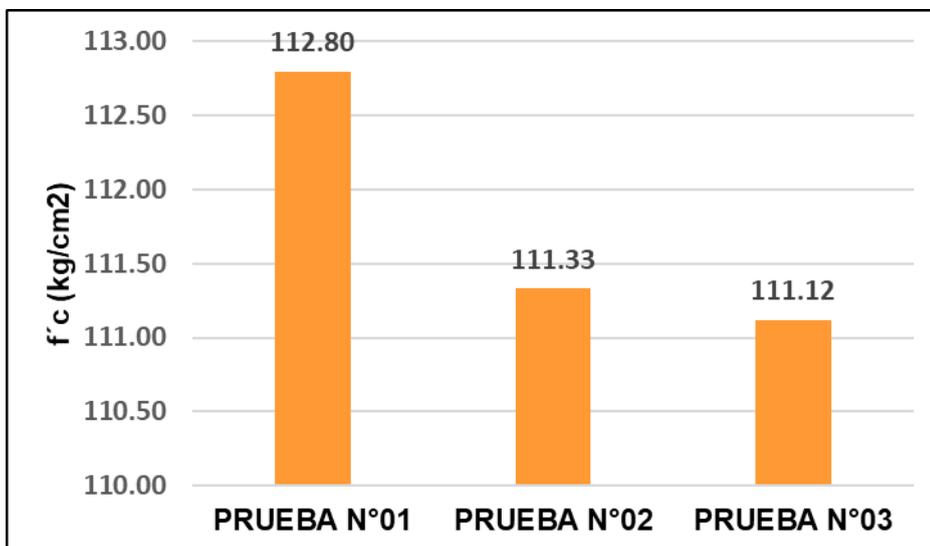
PROMEDIO	= 294.93 Kg/cm ²
VARIACION	= 0.965
DESVIACION ESTANDAR	= 0.982
COEF. DE VARIACION	= 0.333

f. Resistencia a la compresión del grupo control y experimental sometido a ciclos de congelamiento y deshielo

Estos grupos de probetas fueron simulados en ciclos de congelamiento a 24 horas de edad y deshielo, otras 24 horas de edad.

Grupo control – diseño de mezcla de concreto sin PEAD

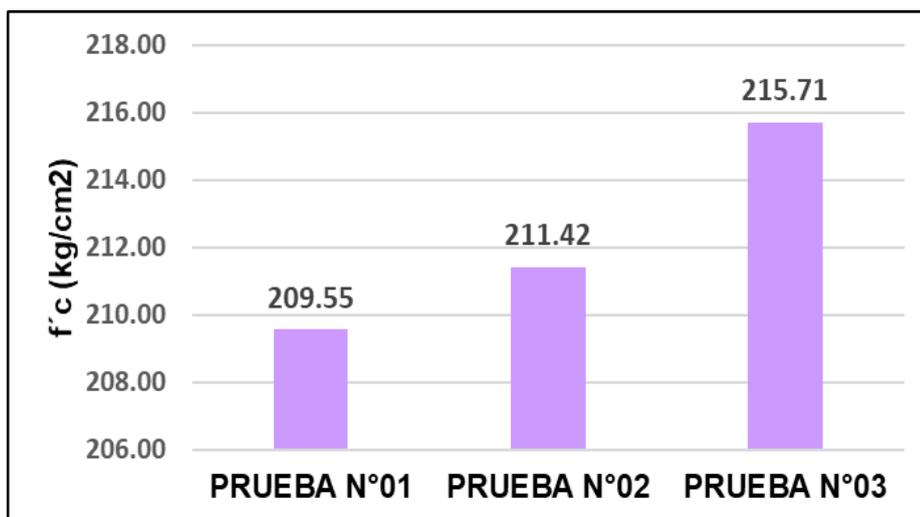
Gráfico 23. *Ensayo de compresión 03 días sin PEAD*



Fuente: Elaboración propia

PROMEDIO	= 111.75 Kg/cm ²
VARIACION	= 0.838
DESVIACION ESTÁNDAR	= 0.915
COEF. DE VARIACION	= 0.819

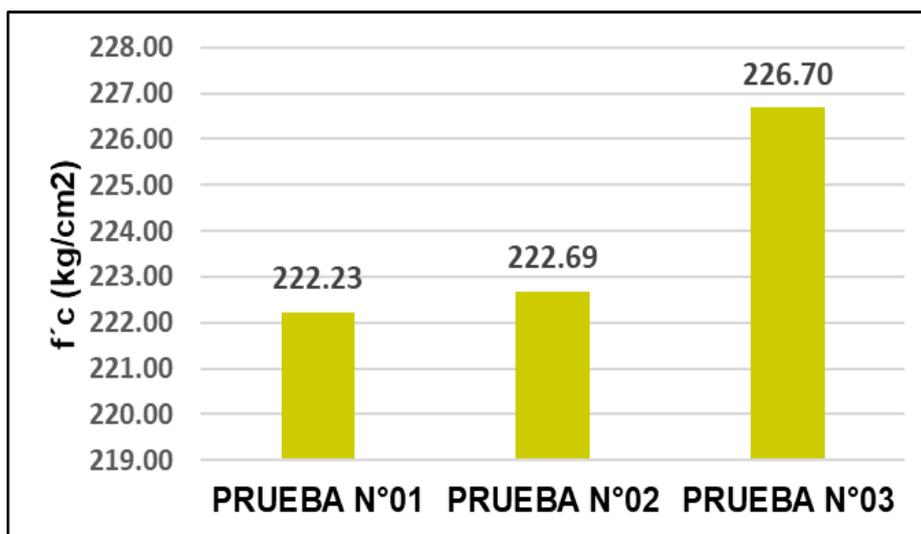
Gráfico 24. *Ensayo de compresión 07 días sin PEAD*



Fuente: Elaboración propia

PROMEDIO	= 212.23 Kg/cm ²
VARIACION	= 9.974
DESVIACION ESTANDAR	= 3.158
COEF. DE VARIACION	= 1.488

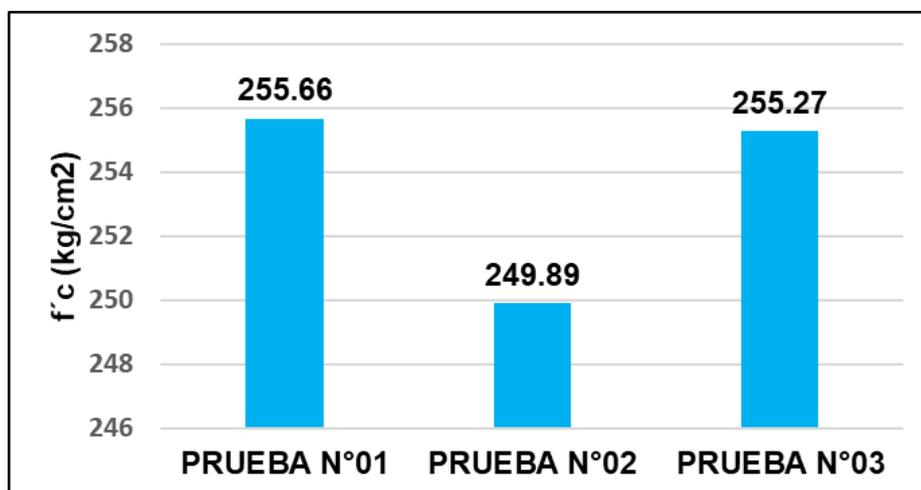
Gráfico 25. *Ensayo de compresión 14 días sin PEAD*



Fuente: Elaboración propia

PROMEDIO	= 223.87 Kg/cm ²
VARIACION	= 6.045
DESVIACION ESTANDAR	= 2.459
COEF. DE VARIACION	= 1.098

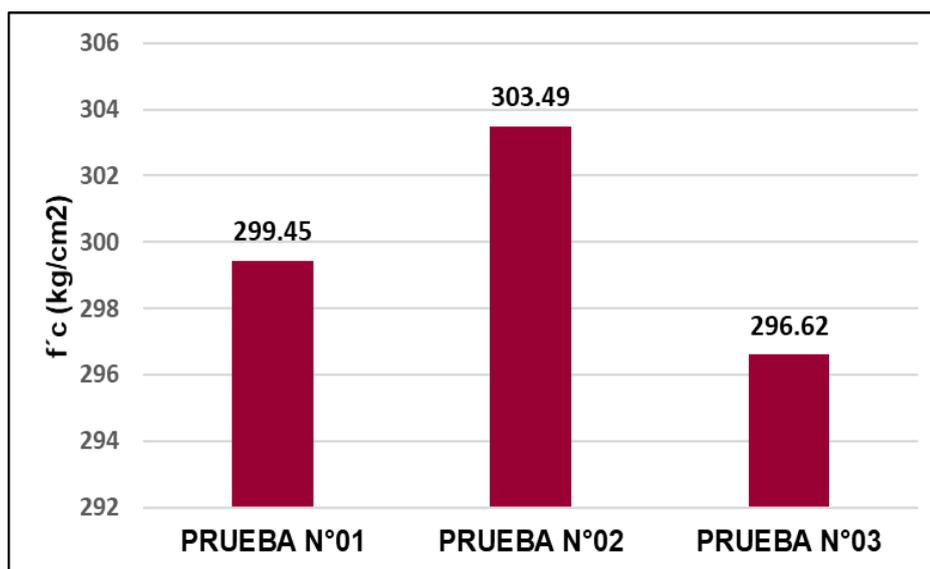
Gráfico 26. *Ensayo de compresión 21 días sin PEAD*



Fuente: Elaboración propia

PROMEDIO	= 253.607 Kg/cm ²
VARIACION	= 10.398
DESVIACION ESTANDAR	= 3.225
COEF. DE VARIACION	= 1.272

Gráfico 27. *Ensayo de compresión 21 días sin PEAD*

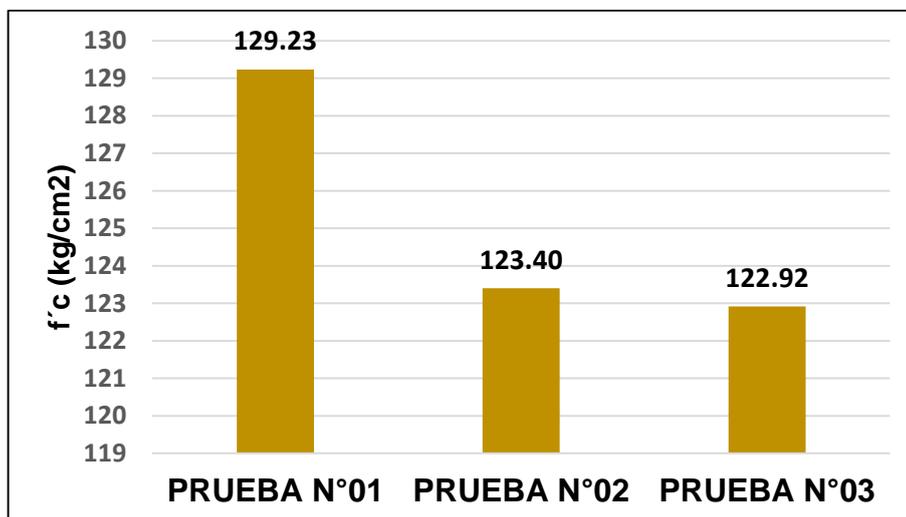


Fuente: Elaboración propia

PROMEDIO	= 299.853 Kg/cm ²
VARIACION	= 11.921
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	= 3.453
COEF. DE VARIACION	= 1.151

Grupo experimental – diseño de mezcla de concreto con PEAD - sometido a ciclos de congelamiento y deshielo

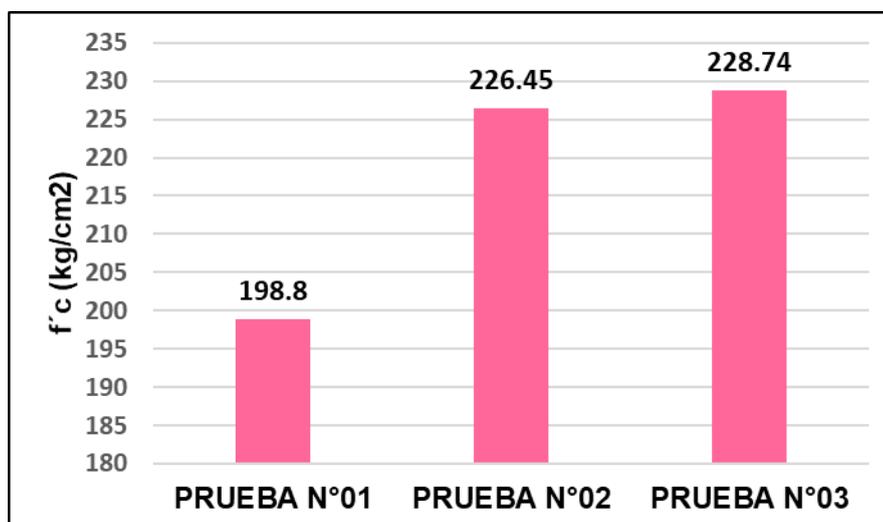
Gráfico 28. *Ensayo de compresión a los 03 días con PEAD*



Fuente: Elaboración propia

PROMEDIO	= 125.183 Kg/cm ²
VARIACION	= 12.339
DESVIACION ESTÁNDAR	= 3.513
COEF. DE VARIACIÓN	= 2.806

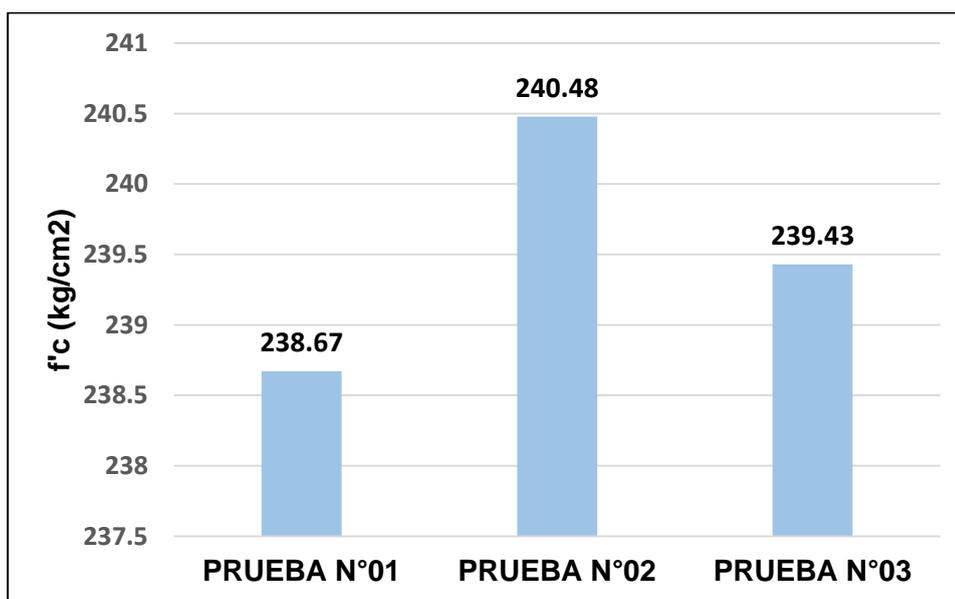
Gráfico 29. *Ensayo de compresión a los 07 días con PEAD*



Fuente: Elaboración propia

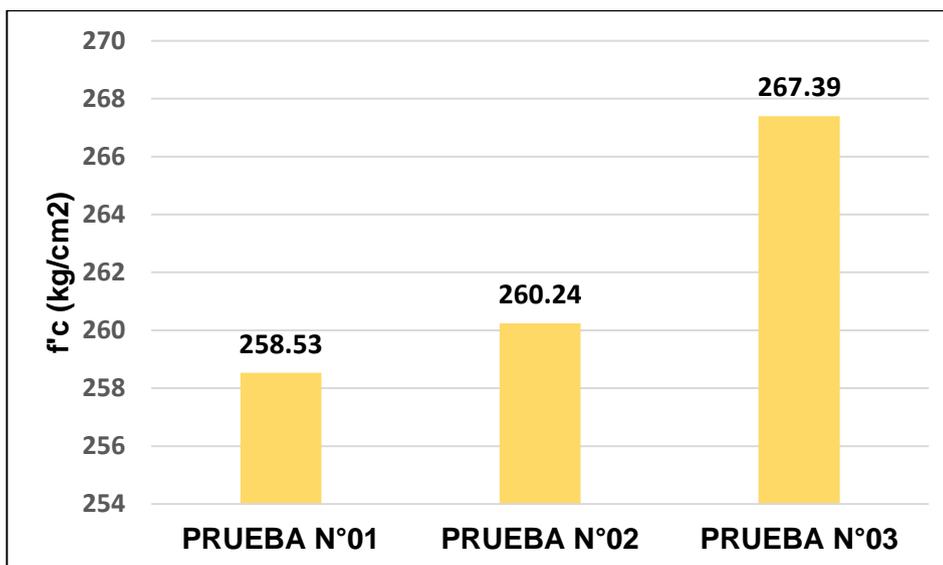
PROMEDIO	= 217.997 Kg/cm ²
VARIACION	= 277.695
DESVIACION ESTANDAR	= 16.664
COEF. DE VARIACION	= 7.644

Gráfico 30. *Ensayo de compresión a los 14 días con PEAD*



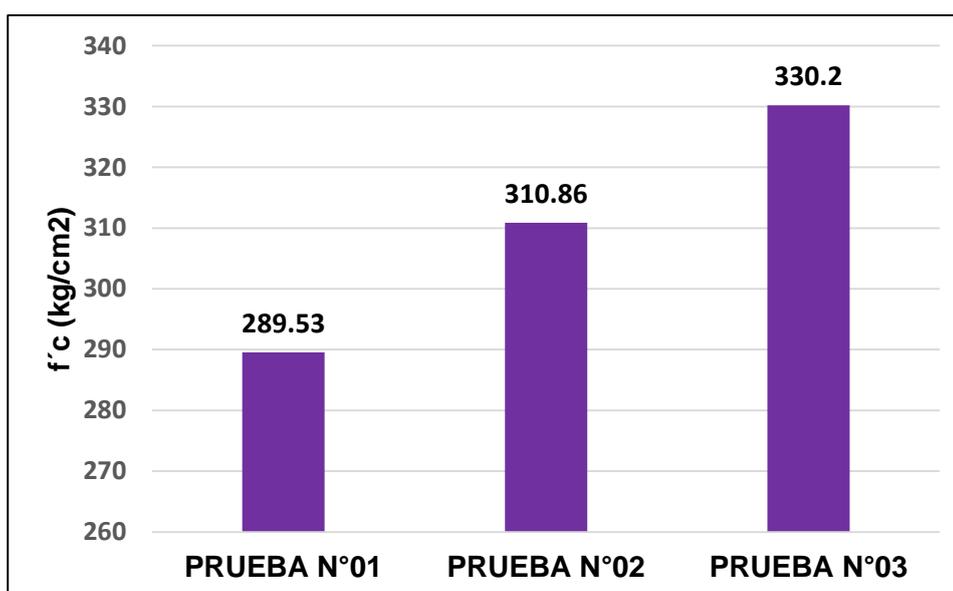
Fuente: Elaboración propia

PROMEDIO	= 238.67 Kg/cm ²
VARIACION	= 0.826
DESVIACION ESTANDAR	= 0.909
COEF. DE VARIACION	= 0.379

Gráfico 31. *Ensayo de compresión a los 21 días con PEAD*

Fuente: Elaboración propia

PROMEDIO	= 262.053 Kg/cm ²
VARIACION	= 22.091
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	= 4.700
COEF. DE VARIACION	= 1.794

Gráfico 32. *Ensayo de compresión a los 28 días con PEAD*

Fuente: Elaboración propia

PROMEDIO	= 310.20 Kg/cm ²
VARIACION	= 413.842
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	= 20.343
COEF. DE VARIACIÓN	= 6.558

4.2. Contrastación de hipótesis

Los resultados de todos los ensayos y pruebas obtenidas se comparan entre grupo control que no contiene PEAD y el grupo experimental que contiene PEAD (polietileno reciclado de alta densidad) considerándose el ensayo que incorpora el 5% de PEAD en la mezcla de concreto como el más óptimo para la aplicación en Ingeniería Civil.

H_i: El polietileno reciclado de alta densidad mejora las propiedades del concreto sometido a ciclos de congelamiento y deshielo.

H₀: El polietileno reciclado de alta densidad no mejora las propiedades del concreto sometido a ciclos de congelamiento y deshielo.

4.2.1 Hipótesis específica a: El polietileno reciclado de alta densidad incrementa la trabajabilidad del concreto.

H_i: El polietileno reciclado de alta densidad incrementa la trabajabilidad del concreto.

H₀: El polietileno reciclado de alta densidad no incrementa la trabajabilidad del concreto.

De acuerdo a los datos recolectados de todas las muestras para esta propiedad del concreto obtenemos el siguiente cuadro, donde el grupo control (concreto sin PEAD) y el grupo experimental (concreto con 5% de PEAD) se compararon:

Cuadro 87. Comparación estadística de asentamiento (Slump)

GRUPO CONTROL DE CONCRETO SIN PEAD		GRUPO EXPERIMENTAL DE CONCRETO CON PEAD	
PROMEDIO	3.60 pulg	PROMEDIO	3.78 pulg
MEDIANA	3.50 pulg	MEDIANA	3.80 pulg

VARIANZA	0.043	VARIANZA	0.003
DESVIACIÓN TÍPICA	0.207	DESVIACIÓN TÍPICA	0.054
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	5.760	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	1.430

Fuente: Elaboración propia

El promedio de asentamiento de concreto del grupo control sin polietileno reciclado de alta densidad (PEAD) es de 3.60 pulgadas y del grupo experimental o con PEAD es de 3.788 pulgadas haciendo una diferencia entre ambas consistencias en un 5.222% de incremento de esta propiedad, siendo la del grupo experimental mucho más compacto, llegando hasta una consistencia fluida lo cual demuestra que el PEAD es eficaz en la modificación de esta propiedad en estado fresco.

Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula.

4.2.2 Hipótesis específica b: El polietileno reciclado de alta densidad aumenta la exudación del concreto.

Hi: El polietileno reciclado de alta densidad aumenta la exudación del concreto.

H0: El polietileno reciclado de alta densidad no aumenta la exudación del concreto.

En función al análisis realizado para la exudación del concreto obtuvimos los siguientes cuadros, donde el grupo control (diseño de concreto sin PEAD) y el grupo experimental (diseño de concreto con PEAD) se contrastaron:

Cuadro 88. Comparación de resultados del ensayo de exudación

	SIN PEAD	CON PEAD	UNIDAD
VOLUMEN TOTAL DE EXUDACION DE AGUA	34.50	41.58	ml
PESO DE SOLIDO EXTRAIDOS EXUDACIÓN	3.12	3.12	gr
AREA EXPUESTA DEL CONCRETO (CM2)	326.21	326.21	cm2
AGUA DE EXUDACION POR UNIDAD DE SUPERFICIE	0.11	0.13	ml/cm2

PESO TOTAL DE LA MUESTRA ELABORADA	48.82	48.82	kg
PESO DE LA MUESTRA	20.23	19.17	kg
PESO NETO DEL AGUA EN LA MUESTRA	4.75	4.75	kg
AGUA TOTAL QUE CONTIENE LA MUESTRA ESTUDIADA	1.97	1.87	kg
CANTIDAD DE AGUA EXTRAIDA	1.75	2.23	%
TIEMPO TOTAL DE EXUDACION	160.00	220.00	min
VELOCIDAD PROMEDIO DE EXUDACION	0.12	0.11	ml/min

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 89. *Diferencia y porcentaje de resultados de las muestras del grupo control y el grupo experimental*

COMPARACION DE VALORES				
VARIACION	VOLUMEN TOTAL DE EXUDACION DE AGUA	7.08	ml	21%
	AGUA DE EXUDACION POR UNIDAD DE SUPERFICIE	0.02	ml/cm ²	18%
	AGUA TOTAL QUE CONTIENE LA MUESTRA ESTUDIADA	-0.1	kg	5%
	CANTIDAD DE AGUA EXTRAIDA	0.48	%	0%
	TIEMPO TOTAL DE EXUDACION	60	min	38%
	VELOCIDAD PROMEDIO DE EXUDACION	0.01	ml/min	8%

Fuente: Elaboración propia

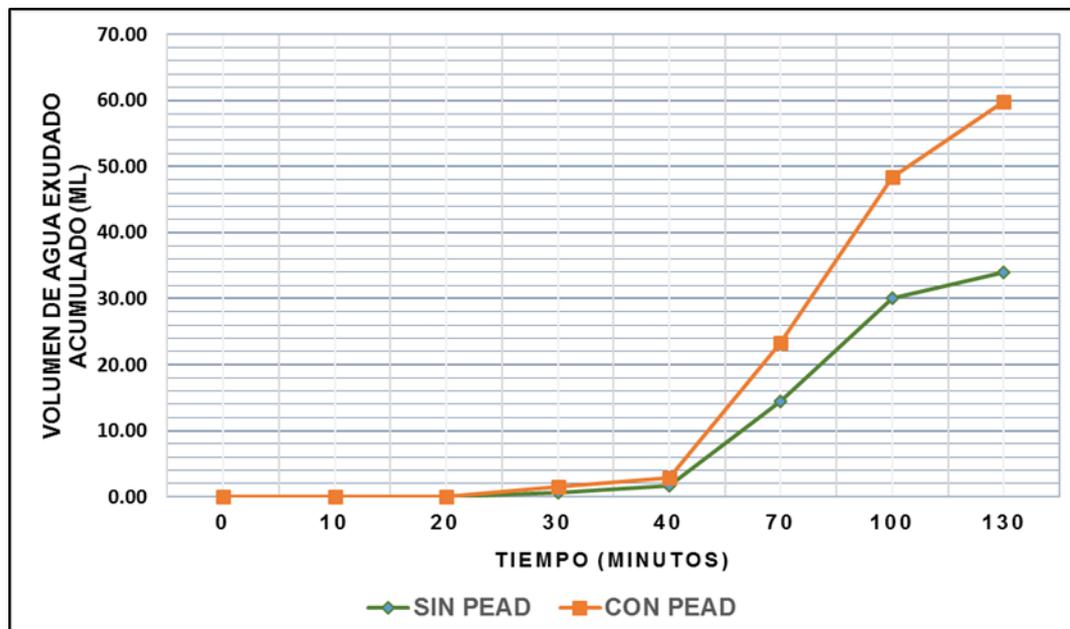
En el cuadro se detalla los datos analizados de la muestra del grupo experimental (con PEAD) exudó 7.08 ml o 21% más que el grupo control (sin PEAD), esto indica que la reacción química que genera el PEAD induce a que la muestra experimental pierda mayor volumen de agua y que a su vez genera mayor valor de exudación por unidad de superficie.

También se determinó que el tiempo de exudación del grupo experimental fue mayor en un 38% con respecto al grupo control con una diferencia de 60 min entre el tiempo en que finalizó el ensayo de cada muestra, lo que nos permitió calcular la diferencia de velocidades promedio de exudación, la cual fue de 0.01 ml/h o 8%, siendo mayor el

valor del grupo experimental con respecto al de control.

Estos valores se reflejan en el siguiente gráfico que muestra los volúmenes acumulados de exudación con respecto al tiempo.

Gráfico 33. Comparación entre volúmenes acumulados de exudación del grupo control y el grupo experimental



Fuente: Elaboración propia

Tal como se observa en la gráfica 31, la muestra con PEAD empieza la exudación 20 minutos antes que la muestra sin PEAD, esto indica que el PEAD genera una exudación temprana y de mayor volumen.

Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula.

4.2.3 Hipótesis específica c: El polietileno reciclado de alta densidad incrementa el porcentaje de aire del concreto.

Hi: El polietileno reciclado de alta densidad incrementa el porcentaje de aire del **concreto** del concreto.

H0: El polietileno reciclado de alta densidad no incrementa el porcentaje de aire del concreto.

En función al análisis realizado para esta propiedad del concreto obtenemos el siguiente cuadro, donde el grupo control (diseño de mezcla sin PEAD) y el grupo experimental (de concreto con 5% de PEAD) se compararon:

Cuadro 90. Comparación estadística de la incorporación de aire (%)

INCORPORACION DE AIRE EN LA MEZCLA SIN PEAD		INCORPORACION DE AIRE EN LA MEZCLA CON PEAD AL 5%	
Promedio	2.00 %	Promedio	2.40%
Mediana	2.00 %	Mediana	2.40%
Varianza	0.003333	Varianza	0.01000
Desviación típica	0.057735	Desviación típica	0.10000
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	0.028394	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	0.041667

Fuente: Elaboración propia

El cuadro 90 de la investigación presenta los valores obtenidos en una mezcla de concreto sin PEAD y una mezcla de concreto con PEAD con una dosificación óptima de 5% y presenta un aumento del 20% en relación a su valor inicial lo cual representa un incremento de esta propiedad y representa un mejor comportamiento a cambios de temperatura en estado endurecido.

Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula.

4.2.4 Hipótesis específica d: El polietileno reciclado de alta densidad aumenta el tiempo de fragua del concreto.

Hi: El polietileno reciclado de alta densidad aumenta el tiempo de fragua del concreto.

H0: El polietileno reciclado de alta densidad no aumenta el tiempo de fragua del concreto.

Tanto el grupo control (sin PEAD) como el grupo experimental (con PEAD) se analizaron para obtener la resistencia la penetración de 500 PSI y 4000 PSI para obtener el tiempo de fragua inicial y final respectivamente.

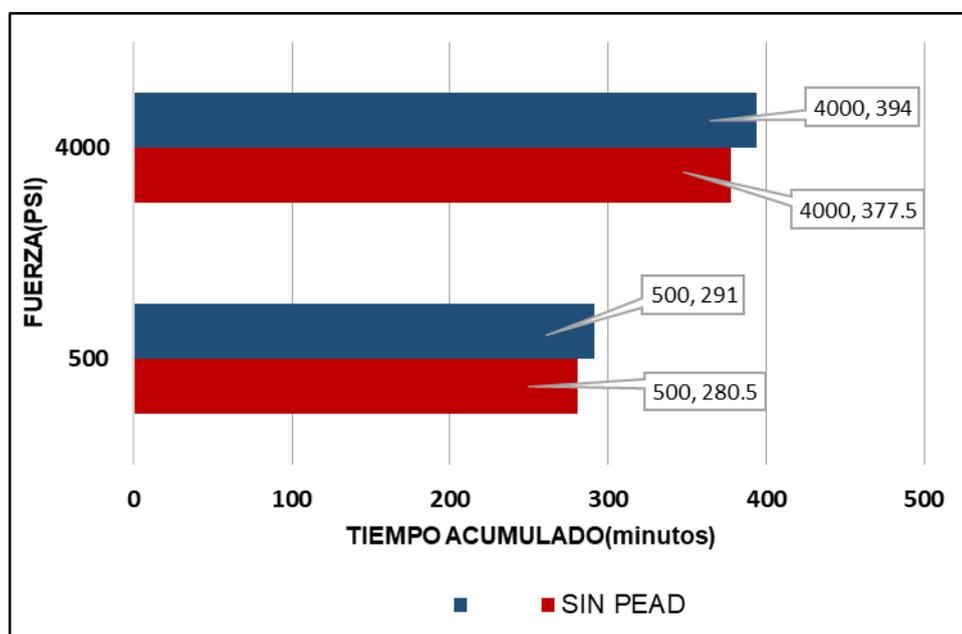
Para el grupo control (sin PEAD) se obtuvo un tiempo de fragua inicial de 280.5 minutos equivalentes a 04 horas 40 minutos y 30 segundos, y el tiempo de fragua final 377.5 minutos equivalentes a 06 horas 17 minutos y 30 segundos.

Para el grupo experimental (con PEAD) se obtuvo un tiempo de

fragua inicial de 291 minutos equivalentes a 04 horas 51 minutos, y el tiempo de fragua final 394 minutos equivalentes a 06 horas 34 minutos.

La diferencia entre el grupo control (sin PEAD) y experimental (con PEAD) en el tiempo de fragua inicial fue de 16.5 minutos y en el tiempo de fragua final 10.5 minutos siendo los tiempos mayores con PEAD.

Gráfico 34. Comparación del tiempo de fragua inicial y final del grupo control (sin PEAD) y experimental (con PEAD)



Fuente: Elaboración propia

El tiempo de fragua total del grupo experimental (con PEAD) es mayor que el grupo control (sin PEAD) por 10.5 minutos o 3.74%, además el grupo experimental demoró el inicio de la fragua con un retraso de 16.5 minutos o un 4.37% en comparación al grupo control.

Según los datos obtenidos, se observó que si bien el tiempo de inicio de la fragua a 500 PSI de la muestra experimental (con PEAD), se retrasa con respecto al grupo control, el tiempo de fragua una vez iniciado muestra un comportamiento semejante al uso de un aditivo acelerante incluso esto se ve reflejado hasta la rotura de los 28 días de vaciado de las muestras con PEAD.

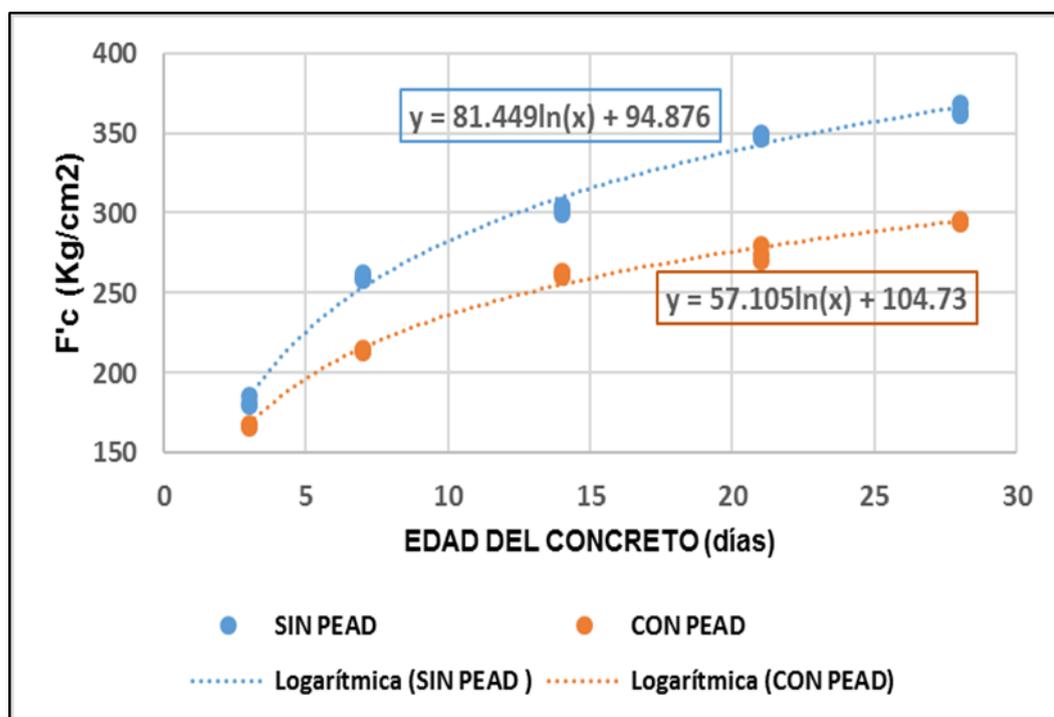
4.2.5 Hipótesis específica e: El polietileno reciclado de alta densidad incrementa la resistencia convencional y sometido a ciclos de congelamiento del concreto.

Hi: El polietileno reciclado de alta densidad incrementa la resistencia convencional y sometido a ciclos de congelamiento del concreto.

H0: El polietileno reciclado de alta densidad no incrementa la resistencia convencional y sometido a ciclos de congelamiento del concreto.

En función a todas las roturas del grupo experimental y control, se realizó la siguiente gráfica:

Gráfico 35. Curvas de resistencia a la compresión del concreto del grupo control (sin PEAD) y el grupo experimental (con PEAD)



Se observa en las curvas que los valores de los ensayos de resistencia a la compresión del grupo de mezcla experimental (con PEAD), tiene una disminución con respecto al grupo control (sin PEAD).

Para poder calcular las disminuciones de resistencia a la compresión entre ambos diseños se obtuvo los promedios de rotura por grupo y fecha que nos generaron el cuadro N° 91 donde los valores porcentuales son la variación de resultados del grupo experimental (con PEAD) con respecto al grupo control (sin PEAD).

Cuadro 91. Promedios de ensayos de resistencia a la compresión del grupo control (sin PEAD) y el grupo experimental (con

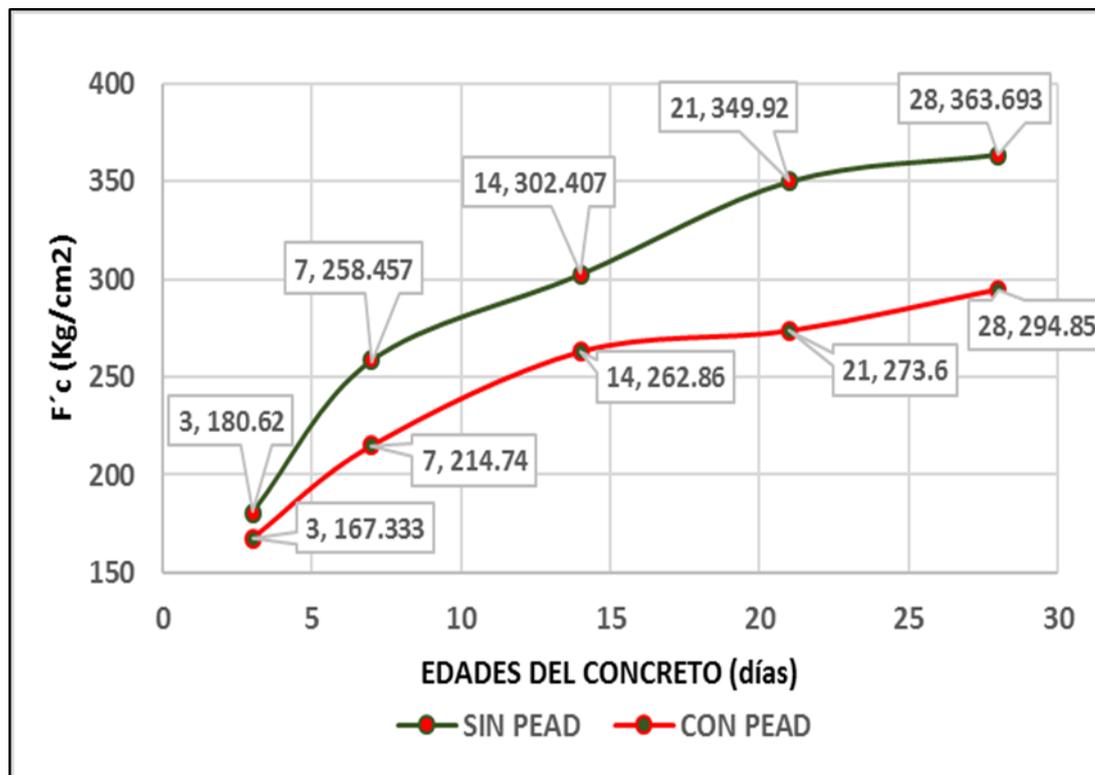
PEAD)

	PROMEDIO Kg/cm2	VARIACION	DESVIACION ESTANDAR	COEFICIENTE VARIACION
03 DIAS SIN PEAD	180.620	23.907	4.890	2.707
03 DIAS CON PEAD	167.333	0.982	0.991	0.592
	-7.356		-79.734	-78.131
07 DIAS SIN PEAD	258.457	18.668	4.321	1.672
07 DIAS CON PEAD	214.74	4.308	2.076	0.967
	-16.915		-51.956	-42.165
14 DIAS SIN PEAD	302.407	8.058	2.839	0.939
14 DIAS CON PEAD	262.86	6.843	2.616	0.995
	-13.077		-7.855	5.964
21 DIAS SIN PEAD	349.92	23.778	4.876	1.394
21 DIAS CON PEAD	273.60	31.264	5.591	2.044
	-21.811		14.664	46.628
28 DIAS SIN PEAD	363.693	18.395	4.289	1.179
28 DIAS CON PEAD	294.85	0.965	0.982	0.333
	-19.163		-77.104	-71.756

Fuente: Elaboración propia

Para realizar el Gráfico 34 Curva de valores promedio de resistencia la compresión del grupo control (sin PEAD) y el grupo experimental (con PEAD), se utilizaron los valores promedio de cuadro 91 donde se muestra la disminución de la resistencia en -21.81% del grupo experimental sobre el de control a los 21 días, pero la resistencia a los 28 días nos muestra que, dicha desventaja del grupo experimental sobre el grupo control, es sólo de un - 19.163%.

Gráfico 36. Curvas de resistencia a la compresión del concreto del grupo control (sin PEAD) y el grupo



experimental (con PEAD)

Fuente: Elaboración propia

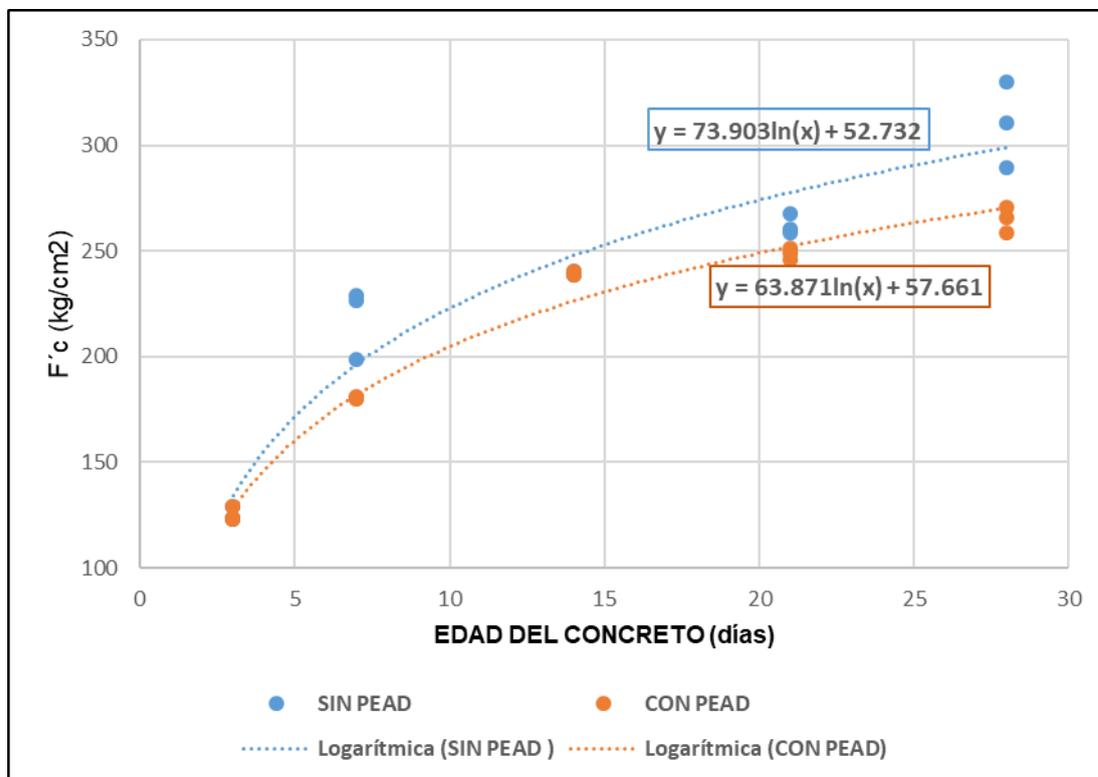
Se observa que el valor de la resistencia del grupo experimental a los 21 días de vaciado del concreto es menor que el grupo control en un 21.81%.

Así mismo se observa que la resistencia del concreto a los 28 días de vaciado del concreto del grupo experimental (con PEAD) tiene una disminución de 19.163 con respecto a los valores resultantes del grupo control (sin PEAD).

a. Resistencia a la compresión del grupo control (sin PEAD) y el grupo experimental (con PEAD) sometido a congelamiento y deshielo.

En función a todas las roturas del grupo experimental y control, se realizó la siguiente gráfica:

Gráfico 37. Curvas de resistencia a la compresión del concreto del grupo control (sin PEAD) y el grupo experimental (con PEAD) llevado a congelamiento y deshielo



Fuente: Elaboración propia

Se observa en las curvas de los ensayos de resistencia del concreto a la compresión de los grupos sometidos a ciclos de congelamiento y deshielo; que los valores se incrementan moderadamente respecto al grupo control (sin PEAD).

Para poder calcular los incrementos de resistencia a la compresión entre ambos diseños se obtuvo los promedios de rotura por grupo y fecha que nos generaron el cuadro 92 donde los valores porcentuales son la variación de resultados del grupo experimental (con PEAD) con respecto al grupo control (sin PEAD).

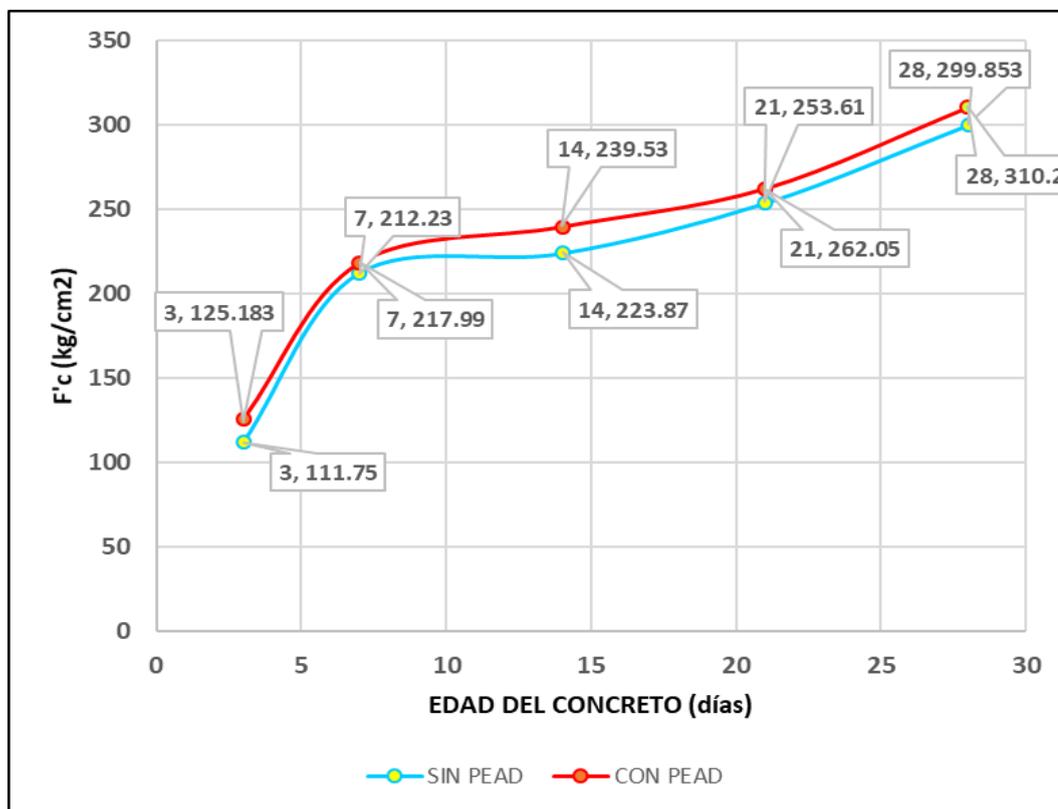
Cuadro 92. Promedios de ensayos de resistencia a la compresión del grupo control (sin PEAD) y el grupo experimental (con PEAD) – sometido a ciclos de congelamiento y deshielo

	PROMEDIO Kg/cm2	VARIACION	DESVIACIÓN ESTANDAR	COEF.VARIACION
03 DIAS SIN PEAD	111.750	0.838	0.915	0.819
03 DIAS CON PEAD	125.183	12.339	3.513	2.806
	12.021		283.934	242.613
07 DIAS SIN PEAD	212.230	9.974	3.158	1.488
07 DIAS CON PEAD	217.99	277.695	16.664	7.644
	2.714		427.676	413.710
14 DIAS SIN PEAD	223.87	6.045	2.459	1.098
14 DIAS CON PEAD	239.53	0.826	0.909	0.379
	6.995		-63.034	-65.483
21 DIAS SIN PEAD	253.61	10.398	3.225	1.272
21 DIAS CON PEAD	262.05	22.091	4.700	1.794
	3.328		45.736	41.038
28 DIAS SIN PEAD	299.853	11.921	3.453	1.151
28 DIAS CON PEAD	310.20	413.842	20.343	6.558
	3.451		489.14	469.765

Fuente: Elaboración propia

Para realizar el Gráfico 36 Curva de valores promedio de resistencia a la compresión del grupo control (sin PEAD) y el grupo experimental (con PEAD) – llevados a ciclos de congelamiento y deshielo, se utilizaron los valores promedio de cuadro 92 donde se muestra el incremento de la resistencia a los 03 días en 12.021%, a los 07 días en 2.714%, a los 14 días en 6.995%, a los 21 días en 3.328% y a los 28 en 3.451% respecto al grupo control (sin PEAD).

Gráfico 38. Curva de valores promedio de resistencia la compresión del grupo control (sin PEAD) y el grupo experimental (con PEAD) – sometido a ciclos de congelamiento y deshielo



Fuente: Elaboración propia

Se observa que el valor de la resistencia del grupo experimental a los 07 días de vaciado del concreto es menor que el grupo control en un 15.058 %, a los 21 días en 1.940% y a los 28 días en 11.643 %.

Así mismo se observa que la resistencia del concreto a los 03 días de vaciado del concreto del grupo experimental (con PEAD) tiene un ligero incremento de 12.021% y a los 14 días en 6.995% comparado a los valores resultantes del grupo control (sin PEAD).

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Trabajabilidad

La hipótesis con respecto a la trabajabilidad fue aceptada. La influencia del polietileno reciclado de alta densidad (PEAD) es positiva habiéndose incrementado en un 5.222% la fluidez del grupo experimental (con PEAD) respecto al grupo control (sin PEAD), esto se puede observar en CUADRO 87 COMPARACIÓN ESTADÍSTICA DE ASENTAMIENTO (SLUMP), obteniéndose un slump promedio para el grupo control (sin PEAD) de 3.60 pulgadas mientras que para el grupo experimental (con PEAD) el slump fue de 3.78 pulgadas.

La trabajabilidad obtenida con la sustitución del 5% del PEAD al agregado fino es beneficiosa para la aplicación a todo tipo de estructuras que se encuentren en zonas frías, pues debido a la mejora de esta propiedad se permite que el concreto sea fácil de colocar y consolidar, evitando cangrejas y futuras fisuras y grietas que se pudiesen generar debido al clima ya que el PEAD se comporta de una manera favorable contrayéndose en el frío generando así vacíos en las cuales el agua puede ocupar cuando este en dicho clima.

5.2. Exudación

La segunda hipótesis específica fue aceptada al obtenerse los resultados del ensayo de exudación se identificó que el polietileno reciclado de alta densidad (PEAD) genera un aumento excesivo en el volumen de exudación de la muestra del grupo experimental (con PEAD), siendo el volumen de exudación total del grupo control 34.50 mL y el del grupo

experimental 41.58 mL esto se visualiza en el CUADRO N° 88 DIFERENCIA Y PORCENTAJE DE RESULTADOS DE LAS MUESTRAS DEL GRUPO CONTROL Y EL GRUPO EXPERIMENTAL, podemos decir que el incremento del volumen de exudación de grupo experimental fue de 21% con respecto al grupo control.

Con respecto al tiempo de exudación, para el grupo control fue de 160 minutos y el del grupo experimental fue de 220 minutos, haciendo una diferencia de 60 minutos que es un 38% de tiempo extra de exudación del grupo experimental con respecto al grupo control.

La exudación incrementada del concreto produce un efecto negativo en la aplicación a interperie debido a que el agua que exuda se va acumulando en la superficie del concreto provocando una relación más pobre de agua cemento en la superficie generando así una menor resistencia, fisuras o hasta grietas en caso de superficies con un área considerable como son losas o pavimentos rígidos. Sin embargo, es favorable al uso de elementos sin mucha área como pueden ser vigas y columnas.

En el caso de aplicación en zonas frías la exudación si favorece debido a que el agua no exuda en comparación al ensayo de interperie por el contrario se mantiene y eso hace que el concreto no pierda el agua considerado en el diseño de mezcla manteniendo así la resistencia deseada debido a que el agua se empieza a cristalizar y no a exudar en exceso, es ahí donde el PEAD incorporando los vacíos por contracción favorece a que no se generen fisuras ni mucho menos grietas.

5.3. Incorporación de aire

La tercera hipótesis específica fue aceptada ya que con el ensayo de incorporación de aire, la mezcla de concreto (sin PEAD) presentó un promedio de 2.0% en las tres muestras evaluadas, y la mezcla de concreto (con 2.5% PEAD) presentó un promedio de 2.2% lo cual indica un aumento en el 10%, asimismo, para la muestra (con 5.0% PEAD) presenta un promedio de 2.4% lo cual indica un aumento en el 20%, para la muestra (con 7.5% PEAD) presenta un promedio de 2.9% lo cual indica un aumento en el 45%, para la muestra (con 10% PEAD) presenta un promedio de 3.3% lo cual indica un aumento en

el 65% y finalmente para la muestra (con 15% PEAD) presenta un promedio de 4.2% lo cual indica un aumento en el 110%.

La incorporación de aire en la mezcla interviene directamente cuando el concreto en estado endurecido es sometido a cambios bruscos de temperatura como congelamientos y deshielos, la incorporación de aire hace que estas variaciones bruscas sean soportables por el concreto, evitando fisuramiento por las fuerzas cortantes que producen estos cambios ya que dichos esfuerzos no son una característica de buen comportamiento en el concreto.

Según lo planteado anteriormente se determina que a mayor incorporación de PEAD aumenta el aire en la mezcla, lo cual en correlación con las demás propiedades del concreto se determina que para esta propiedad evaluada se da un mejor comportamiento al 5% de PEAD en la mezcla, manteniendo una correlación con las demás propiedades del concreto.

5.4. Tiempo de fragua

La hipótesis correspondiente al tiempo de fragua fue aceptada. El tiempo de fragua al inicio promedio para el grupo control (sin PEAD) fue 280.5 minutos equivalentes a 04 horas 40 minutos y 30 segundos, y el tiempo de fragua final promedio 377.5 minutos equivalentes a 06 horas 17 minutos y 30 segundos; mientras que para el grupo experimental (con PEAD) obtuvo un tiempo de fragua inicial promedio de 291 minutos equivalentes a 04 horas 51 minutos, y el tiempo de fragua final promedio 394 minutos equivalentes a 06 horas 34 minutos, lo cual nos indica que el tiempo de inicio de fragua de la muestra experimental (con PEAD) obtuvo un retrasó en 16.5 minutos respecto al inicio del tiempo de fragua de la muestra control (sin PEAD); debido a este inicio tardío del tiempo de fragua se obtuvo un tiempo final de 10.5 mayor aceptando la hipótesis previamente presentada, esto se puede comprobar a través de la GRAFICA 32 COMPARACION DEL TIEMPO DE FRAGUA INICIAL Y FINAL DEL GRUPO CONTROL (SIN PEAD) Y EXPERIMENTAL (CON PEAD).

Según los datos obtenidos del ensayo se podemos darnos cuenta que el tiempo de fragua del grupo experimental (con PEAD) ensayada a la intemperie, muestra una variación de 10.5 minutos al final de fraguado la cual se comporta de una manera casi neutra porque no es una cifra muy considerable.

Por otro lado, el comportamiento del grupo experimental (con PEAD) en zonas frías (Sometidos a congelamiento y deshielo) se comportaría de una manera desfavorable en cuanto al tiempo de fraguado ya que a menor

temperatura mayor tiempo de fragua, con ese concepto avalamos que al incorporar PEAD a la mezcla en zonas frías va contraerse y el agua que se encuentra sometida a este clima va a cristalizarse aumentando su volumen de un 9 a 10% ocupando los espacios que se generó por el PEAD.

5.5. Resistencia a la compresión

5.5.1. Resistencia a la intemperie

La cuarta hipótesis correspondiente al ensayo a intemperie fue aceptada debido a que hubo un ligero incremento a los 28 días con respecto al diseño de mezcla ($f'c=280 \text{ kg/cm}^2$) con la incorporación de PEAD que obtuvo 294.85 kg/cm^2 , pero no superior al diseño del grupo control que obtuvo una resistencia de 363.693 kg/cm^2 a los 28 días. Los ensayos de compresión realizados arrojaron los siguientes valores: para los 3 días el promedio de resistencia del grupo experimental fue de 167.333 Kg/cm^2 y del grupo de control fue de 180.620 Kg/cm^2 con una diferencia de 7.356% lo cual nos indica que la resistencia se ve disminuida de una forma moderada a los 3 días obteniendo un coeficiente de variación de 2.707 para los especímenes de control (sin PEAD), mientras que para los especímenes experimentales el coeficiente de variación fue menor teniendo como valor 0.592 de variación es decir obtuvimos menos dispersión de datos en los especímenes con polietileno de alta densidad (PEAD).

Para los 7 días se observó una disminución moderada de la resistencia promedio del grupo experimental (con PEAD) respecto al grupo control (sin PEAD) con una disminución del 16.915% obteniendo los valores de 258.457 kg/cm^2 para el grupo control y 214.74 Kg/cm^2 para el grupo experimental.

Esto nos indica una disminución considerable de la resistencia a los 7 días posteriores a la elaboración de los especímenes, en cuanto al coeficiente de variación se observa que para los especímenes sin PEAD se obtiene un coeficiente de variación del 1.672 , y para los especímenes con PEAD un coeficiente de variación de 0.967 esto nos indica que la dispersión de las resistencias obtenidas con PEAD fue menor que las de sin PEAD.

Para los 14 días se observó una disminución moderada de la resistencia promedio del grupo experimental (con PEAD) respecto al grupo de control (sin PEAD) con una disminución del 13.077% obteniendo los valores de 302.407 kg/cm^2 para el grupo control y 262.86 Kg/cm^2 para el grupo experimental.

Esto nos indica una disminución considerable de la resistencia a los 14 días posteriores a la elaboración de los especímenes, en cuanto al coeficiente de variación se observa que para los especímenes sin PEAD se obtiene un coeficiente de variación del 0.939, y para los especímenes con PEAD un coeficiente de variación de 0.995 esto nos indica que la dispersión de las resistencias obtenidas con PEAD fue mayor que las de sin PEAD.

Para los 21 días se observó una disminución moderada de la resistencia promedio del grupo experimental (con PEAD) respecto al grupo de control (sin PEAD) con una disminución del 21.811 % obteniendo los valores de 349.92 kg/cm² para el grupo control y 273.60 Kg/cm² para el grupo experimental.

Esto nos indica una disminución significativa de la resistencia a los 21 días posteriores a la elaboración de los especímenes, en cuanto al coeficiente de variación se observa que para los especímenes sin PEAD se obtiene un coeficiente de variación del 1.394, y para los especímenes con PEAD un coeficiente de variación de 2.044 es decir obtuvimos mayor dispersión de datos en los especímenes con PEAD.

Por ultimo para los 28 días se obtuvo las siguientes resistencias, para los especímenes sin PEAD se calculó la resistencia con un promedio de 363.693 Kg/cm² mientras que para los especímenes con PEAD se obtuvo una resistencia con un promedio de 294.85 kg/cm², lo cual indica que los especímenes con PEAD obtuvieron una disminución significativa de la resistencia a la compresión, con respecto a los especímenes sin PEAD, de 19.163%.

Estos resultados fueron representados en la GRAFICA 34 CURVA DE VALORES PROMEDIO DE RESISTENCIA LA COMPRESIÓN DEL GRUPO CONTROL (SIN PEAD) Y EL GRUPO EXPERIMENTAL (CON PEAD), en la cual se puede observar que el comportamiento de las muestras experimentales con 5% de PEAD obtuvieron una disminución moderada, sin embargo, este porcentaje óptimo de polietileno reciclado de alta densidad en la mezcla de concreto si llega a cumplir la resistencia promedio requerida a la compresión a los 28 días de edad que para nuestro caso fue de 280 kg/cm², la cual indica que puede ser utilizado en elementos estructurales de concreto armado.

5.5.2. Resistencia a la compresión sometido a ciclos de congelamiento y deshielo

La cuarta hipótesis correspondiente a los ciclos de congelamiento y deshielo fue aceptada debido a que hubo un ligero incremento a los 28 días con respecto al diseño ($f'c=280$ kg/cm²) con la incorporación de PEAD que obtuvo 310.2 kg/cm², pero no superior al diseño del grupo control que alcanzó una resistencia de 299.853 kg/cm² a los 28 días. Los ensayos de compresión realizados generaron los siguientes valores: para los 3 días el promedio de resistencia del grupo experimental fue de 125.183 Kg/cm² y del grupo de control fue de 111.750 Kg/cm² con un incremento de 12.021%, obteniendo un coeficiente de variación de 0.819 para los especímenes de control (sin PEAD), mientras que para los especímenes experimentales el coeficiente de variación fue mayor teniendo como valor 2.806 de coeficiente de variación es decir obtuvimos más dispersión de datos en los especímenes con polietileno de alta densidad (PEAD).

Para los 7 días se observó un incremento moderado de la resistencia promedio del grupo experimental (con PEAD) respecto al grupo de control (sin PEAD) en 2.714% obteniendo los valores de 212.230 kg/cm² para el grupo control y 217.99 Kg/cm² para el grupo experimental, en cuanto al coeficiente de variación se observa que para los especímenes sin PEAD se obtiene un coeficiente de variación del 1.488, y para los especímenes con PEAD un coeficiente de variación de 7.644 esto nos indica que la dispersión de las resistencias obtenidas con PEAD fue mayor que las de sin PEAD.

Para los 14 días se observó un incremento significativo de la resistencia promedio del grupo experimental (con PEAD) respecto al grupo de control (sin PEAD) con un incremento del 6.995% obteniendo los valores de 223.87 kg/cm² para el grupo control y 239.53 Kg/cm² para el grupo experimental, en cuanto al coeficiente de variación se observa que para los especímenes sin PEAD se obtiene un coeficiente de variación del 1.098, y para los especímenes con PEAD un coeficiente de variación de 0.379 esto nos indica que la dispersión de las resistencias obtenidas con PEAD fue menor que las de sin PEAD.

Para los 21 días se observó un incremento moderado de la resistencia promedio del grupo experimental (con PEAD) respecto al grupo de control (sin PEAD) en un 3.328 % obteniendo los valores de 253.61 kg/cm² para el grupo

control y 262.05 Kg/cm² para el grupo experimental, en cuanto al coeficiente de variación se observa que para los especímenes sin PEAD se obtiene un coeficiente de variación del 1.272, y para los especímenes con PEAD un coeficiente de variación de 1.794 es decir obtuvimos mayor dispersión de datos en los especímenes con PEAD.

Por ultimo para los 28 días se obtuvo las siguientes resistencias, para los especímenes sin PEAD se calculó una resistencia media de 299.853 Kg/cm² entre tanto que para los especímenes con PEAD se obtuvo una resistencia media de 310.20 kg/cm², lo cual indica que los especímenes con PEAD obtuvieron un incremento de la resistencia a la compresión, con respecto a las muestras sin PEAD, de 3.451%, en cuanto al coeficiente de variación se observa que para los especímenes sin PEAD se obtiene un coeficiente de variación del 1.151, y para los especímenes con PEAD un coeficiente de variación de 6.558 es decir se obtuvo mayor dispersión de datos en los especímenes con PEAD.

Estos resultados fueron representados en la GRAFICA 36 CURVA DE VALORES PROMEDIO DE RESISTENCIA LA COMPRESIÓN DEL GRUPO CONTROL (SIN PEAD) Y EL GRUPO EXPERIMENTAL (CON PEAD) – LLEVADOS A FASES DE CONGELAMIENTO Y DESHIELO, en la cual se puede observar que el comportamiento de las muestras experimentales con 5% de PEAD obtuvieron un incremento moderado.

CONCLUSIONES

1. Los resultados de la evaluación concluyen que el polietileno reciclado de alta densidad (PEAD) en las mezclas de concreto para un $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, mejora las propiedades de: trabajabilidad, exudación, contenido de aire, tiempo de fragua y resistencia a la compresión; principalmente la exudación se ve influenciada negativamente por el uso del polietileno reciclado de alta densidad debido a que se incrementa excesivamente a intemperie, sin embargo, es óptimo el uso en climas fríos (llevados a congelamiento y deshielo). Así mismo el tiempo de fragua se ve afectado directamente con la relación dada que a mayor temperatura el tiempo de fragua es menor y a menor temperatura el tiempo de fragua es mayor.
2. Se determinó que el polietileno reciclado de alta densidad (PEAD) incrementa la trabajabilidad ya que se obtuvo resultados similares al del grupo control (SIN PEAD) incrementando en un 5.222% la trabajabilidad de la mezcla de concreto con PEAD correspondiente al diseño $F'c=280 \text{ kg/cm}^2$ en la mezcla elaborada sin PEAD, por lo que su aplicación es beneficiosa a todo tipo de elementos estructurales y no estructurales, favoreciendo la colocación y consolidación del concreto.
3. Se identificó que el polietileno reciclado de alta densidad (PEAD) aumenta significativamente la exudación del concreto en un 21 % con respecto al concreto sin PEAD, lo cual contrario a lo esperado generó una exudación excesiva, lo que incrementa la relación agua cemento en la superficie de concreto generando fisuras y grietas, siendo esto negativo para la aplicación del concreto con PEAD en superficies extensas como losas o pavimentos rígidos; y aplicable en superficies de menor magnitud como vigas y columnas.
4. Luego del cálculo de incorporación de aire con el uso de la Olla Washintong se determinó que a mayor incorporación de PEAD aumenta el aire en la mezcla, lo cual en correlación con las demás propiedades del concreto se establece que para esta propiedad evaluada se da un mejor comportamiento

al 5% de PEAD en la mezcla, manteniendo una correlación con las demás propiedades del concreto.

5. Se determinó que el polietileno reciclado de alta densidad (PEAD) aumenta el tiempo de fragua final en las muestras con PEAD, el tiempo de inicio promedio de la fragua de las muestras con polietileno reciclado de alta densidad (PEAD) se retrasó en 16.5 minutos, 4.37% en relación a las muestras sin PEAD. Luego de iniciado la fragua, las muestras con polietileno reciclado de alta densidad tuvieron un proceso de fragua acelerado, sin embargo, la diferencia promedio entre los tiempos de fragua finales fue de 10.5 minutos, 3.74%; siendo mayor el tiempo de fragua total de las muestras con PEAD, con respecto al uso de este tipo de concreto en cualquier tipo de estructuras es positivo debido a que la variación es insignificante y se comporta igual que el modelo convencional.
6. Se estableció que el polietileno reciclado de alta densidad (PEAD) incorporado a la mezcla de concreto incrementa la resistencia, cumpliendo un $f'c = 280$ kg/cm² a los 28 días. El porcentaje usado de Polietileno reciclado de Alta Densidad en el diseño de mezcla del concreto para cumplir con la resistencia deseada es el 5%. Por lo cual su aplicación en elementos estructurales es recomendable ya que nos permite obtener la resistencia adecuada.

Por otro lado, se pudo comprobar que el polietileno reciclado de alta densidad (PEAD) llevado a congelamiento y deshielo incrementa la resistencia del concreto presentando un buen comportamiento frente al fenómeno de bajas temperaturas, hallándose como muestra óptima el 5% de PEAD. Con este porcentaje se obtuvo; para un concreto congelado a un ciclo de 24 horas la resistencia a la compresión a los 03 días de edad se incrementó en 12.021 %, a los 07 días en 2.714%, a los 14 días en 6.995%, a los 21 días en 3.328% y a los 28 días en 3.451%.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar un ensayo de impermeabilidad del concreto elaborado con Polietileno de Alta densidad (PEAD), para poder analizar las consecuencias de la exudación.
2. Es recomendable utilizar algún tipo de aditivo acelerante de fragua para no alterar las propiedades del concreto y de esa manera realizar un acabado en las estructuras de concreto.
3. Se recomienda estudiar el efecto del re vibrado cuando el concreto sufre congelamiento en estado fresco, como alternativa para eliminar los huecos originados debido a la expansión del agua.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABANTO Castillo, Flavio. *Tecnología del concreto*. 2ª ed, Editorial San Marcos E.I.R.L.: Lima. 2009.244 pp.
2. AGUILERA Bazán, Giancarlo y DIESTRA Lujan, Víctor. *Influencia de la fibra de PET a partir de botellas recicladas sobre el comportamiento mecánico en un concreto aplicado en prefabricados*. Tesis (Título enIngeniero Ambiental). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ingeniería, 2017. 106 pp.
3. BALDENEbro López, Francisco. *Estudio numérico – experimental de fibras de PET y su comportamiento en una matriz de concreto*. Tesis (Doctor en Materiales). Chihuahua: Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C., 2015. 80 pp.
4. CHOLÁN De La Cruz, Julio. *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 (Ingeniero Civil). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, 2016. 241 pp.
5. CHOQUECHAMBI Mamani, Jhonatan, CUTISACA Bellido, Kénedi y QUISPE Galindo, Juan. *Comparación de 4 métodos diseño de mezcla*,2013.30 pp.
6. GARCÍA Galindo, Ángel y HERNÁNDEZ Sánchez, Wilmer. *Estudio del efecto en las propiedades mecánicas del concreto simple reforzado con fibras de tereftalato de polietileno (PET) y polipropileno (PP)*. Tesis (Ingeniero Civil). Córdoba: Universidad de Córdoba, Facultad de Ingeniería, 2017.
7. HERNÁNDEZ, Roberto. *Metodología de la investigación*, 6ta ed, Miembro de la cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana: México, 2014.634 pp.
8. JIMENEZ Yabar, Heddy. *Estudio del comportamiento del concreto incorporando PET reciclado*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil, 2016. 210 pp.
9. LECTOR Lafitte, Antony y VILLARREAL Barragán, Edson. *Utilización de materiales plásticos de reciclaje como adición en la elaboración*

- de concreto en la ciudad de nuevo Chimbote. Chimbote: Universidad Nacional del Santa, Facultad de Ingeniería, 2017. 173 pp.*
10. LÓPEZ Ampuero, Elisman y MAMANI Copari, Juan. *Influencia del Nanosílice y Superplastificante en la durabilidad del concreto sometidos a ciclos de congelamiento y deshielo de la ciudad de Puno. Puno: Universidad del Altiplano, Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, 2017. 246 pp.*
 11. MEDINA Cárdenas, Leonel y QUISPE Yucra, Nico. *Protección óptima en el proceso de curado y su influencia en la resistencia de los concretos expuestos a ciclos de congelamiento y deshielo. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Ingeniería, 2017. 192 pp.*
 12. MESTANZA Guamancuri, José. *Análisis de las propiedades físico – mecánicas de un hormigón elaborado con fibras recicladas de envases PET utilizando agregados de la cantera de San Antonio y cemento Holcim tipo GU. Quito: Universidad Central de Ecuador, Facultad de Ingeniería, 2018. 237 pp.*
 13. PASQUEL, Enrique (1998), *Tópicos de tecnología del concreto en el Perú. Lima: Colegio de Ingenieros del Perú Consejo Nacional. 373 pp.*
 14. PINTO Meza, Helida. *Análisis del proceso de curado de concreto en ciclos de congelamiento/deshielo y su influencia en la resistencia a la compresión, Yanacancha, Pasco. Pasco: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion, Facultad de Ingeniería, 2018. 139 pp.*
 15. QUINTERO Blandón, Cristian y MAHECHA Rico, Jeisson. *Propiedades mecánicas de un concreto reforzado con fibras de PET reciclado. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada, 2016. 45 pp.*
 16. RIVVA, Enrique. *Materiales para el concreto - diseño de mezclas. 3era ed, Independiente Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2014. 402 pp.*
 17. SIERRA Jiménez, Jorge. *Usos y aplicaciones del plástico PEAD reciclado en la fabricación de elementos estructurales para*

construcción de vivienda en Colombia. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Posgrado en Ingeniería Civil, 2016.456 pp.

18. TAGLE Arizaga, Amaral. *Evaluación del deterioro del concreto con contenidos variables de aire incorporado y fibras de polipropileno sometido a congelamiento a edades tempranas*. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Ingeniería Civil, 2017. 282 pp.

NORMAS TÉCNICAS PERUANAS

1. NTP 339.034:2015 HORMIGON (CONCRETO) Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas.
2. NTP 339.035:1999 HORMIGON (CONCRETO) Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland.
3. NTP 400.012:2013 AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global
4. NTP 400.021:2013 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso
5. NTP 400.022:2013 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.
6. NTP 400.037:2014 AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto.

PÁGINAS WEB

1. SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ (23 de julio de 2019). Pronóstico del Tiempo - 2019.

Recuperado <https://www.senamhi.gob.pe/>

ANEXOS

ANEXO 1 - MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: INFLUENCIA DEL POLIETILENO RECICLADO DE ALTA DENSIDAD EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SOMETIDO A CICLOS DE CONGELAMIENTO Y DESHIELO

FORMULACION DEL PROBLEMA	FORMULACION DEL OBJETIVO	FORMULACION DE LA HIPÓTESIS	OPERACIONALIZACION DE VARIABLES	METODOLOGIA
<p>Problema General</p> <p>¿Cómo influye el polietileno reciclado de alta densidad en las propiedades del concreto $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ sometido a ciclos de congelamiento y deshielo?</p> <p>Problemas Específicos</p> <p>a) ¿Cómo incide el polietileno reciclado de alta densidad en la trabajabilidad del concreto?</p> <p>b) ¿De qué manera repercute el polietileno reciclado de</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Analizar la influencia del polietileno reciclado de alta densidad en las propiedades del concreto $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ sometido a ciclos de congelamiento y deshielo.</p> <p>Objetivos Específicos</p> <p>a) Determinar la incidencia del polietileno reciclado de alta densidad en la trabajabilidad del</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>El polietileno reciclado de alta densidad mejora las propiedades del concreto $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ sometido a ciclos de congelamiento y descongelamiento.</p> <p>Hipótesis Específicos</p> <p>a) El polietileno reciclado de alta densidad incrementa la trabajabilidad del concreto.</p> <p>b) El polietileno reciclado de alta densidad aumenta la exudación del concreto.</p>	<p>Variable Independiente:</p> <p>POLIETILENO RECICLADO DE ALTA DENSIDAD.</p> <p>Variable Dependiente:</p> <p>PROPIEDADES DEL CONCRETO</p> <p>Dimensiones:</p> <p>a) Trabajabilidad del concreto.</p> <p>b) Exudación del concreto.</p> <p>c) Incorporación de Aire en la mezcla del concreto.</p> <p>d) Tiempo de fragua del concreto.</p>	<p>Método de investigación:</p> <p>Método Científico</p> <p>Tipo de investigación:</p> <p>Aplicada</p> <p>Nivel de investigación:</p> <p>Descriptivo - Explicativo</p> <p>Diseño de investigación:</p>

<p>alta densidad en la exudación del concreto?</p> <p>c) ¿Cómo influye el polietileno reciclado de alta densidad en la incorporación de aire del concreto?</p> <p>d) ¿Cómo afecta el polietileno reciclado de alta densidad en el tiempo de fragua del concreto?</p> <p>e) ¿En qué medida el polietileno reciclado modifica la resistencia a la compresión del concreto convencional y sometido a ciclos de congelamiento?</p>	<p>concreto.</p> <p>b) Estimar la repercusión del polietileno reciclado de alta densidad en la exudación del concreto.</p> <p>c) Calcular la variación del polietileno reciclado de alta densidad en la incorporación de aire del concreto.</p> <p>d) Determinar cómo afecta el polietileno reciclado de alta densidad en el tiempo de fragua del concreto.</p>	<p>c) El polietileno reciclado de alta densidad incrementa el porcentaje de aire del concreto.</p> <p>d) El polietileno reciclado de alta densidad aumenta el tiempo de fragua del concreto.</p> <p>e) El polietileno reciclado de alta densidad incrementa la resistencia convencional y sometido a ciclos de congelamiento del concreto.</p>	<p>d) Resistencia a la compresión del concreto.</p>	<p>Experimental</p>
--	---	--	---	---------------------

	<p>e) Analizar cómo el polietileno reciclado de alta densidad modifica la resistencia a la compresión del concreto convencional y sometido a ciclos de congelamiento y deshielo.</p>			
--	--	--	--	--

ANEXO 2 PANEL FOTOGRAFICO



Figura 1. Planta Recicladora ubicada en la Av. Tahuantinsuyo, La Esperanza, El Tambo



Figura 2. Visita a la Planta Recicladora



Figura 3. Trituradora de plásticos PEAD



Figura 4. Muestra de PEAD



Figura 5. Cuarteo del Agregado Fino



Figura 6. Proceso de cuarteo del Agregado Fino



Figura 7. Proceso de cuarteo del Agregado Fino



Figura 8. Ensayo para Peso Unitario de Agregado Fino



Figura 9. Chuseado del Agregado Fino



Figura 10. Enrasado del Agregado Fino



Figura 11. Peso del Agregado Fino



Figura 12. Cuarteo del Agregado Grueso



Figura 13. Cuarteo del Agregado Grueso



Figura 14. Peso del Agregado Grueso



Figura 15. Selección del tamaño máximo nominal del Agregado grueso



Figura 16. Secado del agregado fino



Figura 18. Ensayo del Agregado Fino



Figura 20. Peso de la Fiola



Figura 21. Agitado de la Fiola



Figura 23. Ensayo para el peso específico de los agregados



Figura 24. Proceso de tamizado de los agregados



Figura 25. PREPARACIÓN DE LOS MOLDES DE 4X8" PARA LA ELABORACIÓN DE ESPECÍMENES



Figura 26. INSUMOS - ELABORACIÓN DEL CONCRETO SIN PEAD

En la figura se observa el pesado del Cemento Portland Tipo I para la elaboración del concreto.



Figura 27. INSUMOS - ELABORACIÓN DEL CONCRETO SIN PEAD

En la figura se observa el pesado de los agregados para la elaboración del concreto.



Figura 28. Insumos para la preparación del concreto SIN PEAD
En la figura se observa el agua para la elaboración del concreto.



Figura 29. El Trompito



Figura 30. ELABORACIÓN DEL CONCRETO
En la figura se observa la operación del trompito.



Figura 31. PREPARACIÓN DE ENSAYO DE REVENIMIENTO.
En la figura se observa el llenado del cono de abrams.



Figura 32. ENSAYO DE REVENIMIENTO CONCRETO SIN PEAD.
En la figura se observa cómo se desarrolla el ensayo de revenimiento.

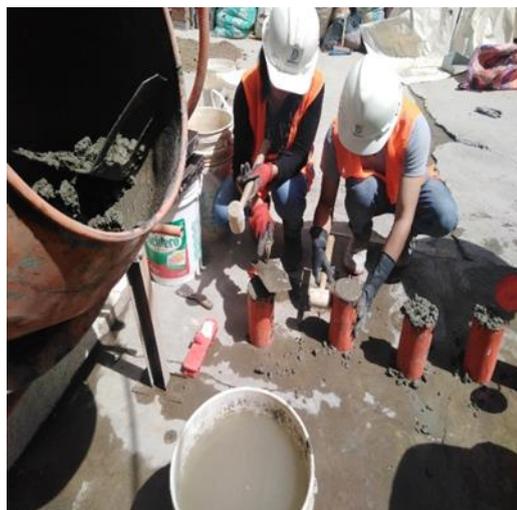


Figura 33. Golpes a los especímenes del concreto con el martillo de Goma



Figura 34. Ensamblado de los especímenes del concreto



Figura 35. Fibras de Polietileno Reciclado de Alta Densidad (PEAD)



Figura 36. Peso de Polietileno Reciclado de Alta Densidad



Figura 37. Grupo de probetas sometidas a la Interperie



Figura 38. Probetas sometidas a Congelamiento



Figura 39. Regulando la Temperatura de la Congeladora simulando el clima más bajo en Huancayo



Figura 40. Temperatura de Concreto

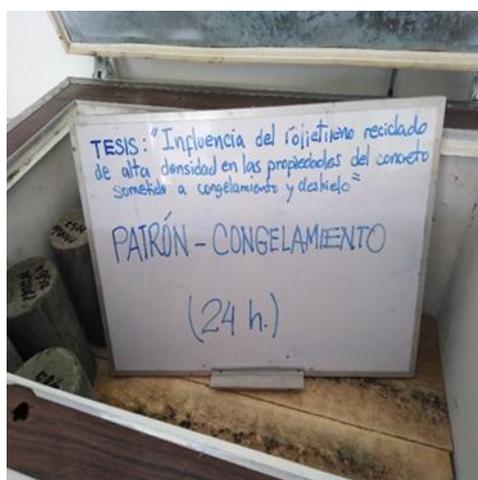


Figura 41. Grupo Control (son adición de PEAD) sometidos a Congelamiento



Figura 42. Grupo Control (son adición de PEAD) sometidos a Deshielo



Figura 43. Ensayo de Compresión del Concreto Patrón (Sin adición del PEAD)



Figura 44. Control de la velocidad del Ensayo a Compresión del Concreto Patrón



Figura 45. Especímenes de concreto ensayados

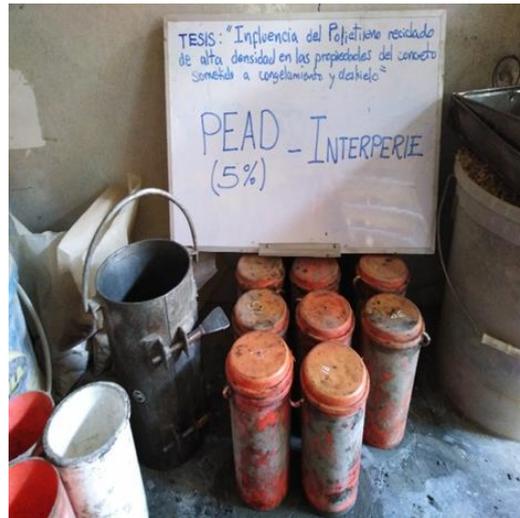


Figura 46. Probetas sometidas a la Interperie



Figura 47. Ensayo a la Compresión de Concreto con 5% de PEAD



Figura 48. Probeta después del Ensayo a Compresión

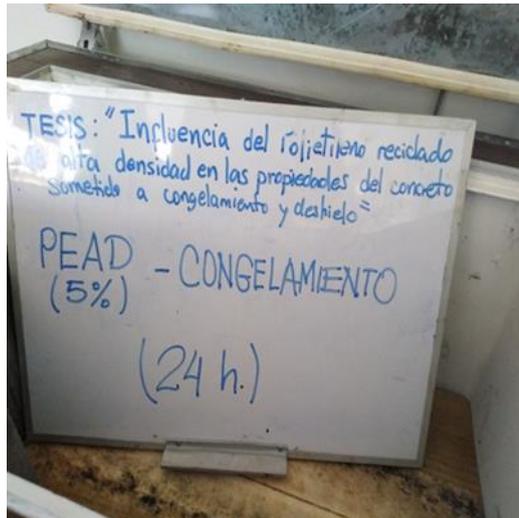


Figura 49. Probetas de concreto con 5 % de PEAD sometidos a congelamiento



Figura 50. Probetas de concreto con 5 % de PEAD sometidos a Deshielo

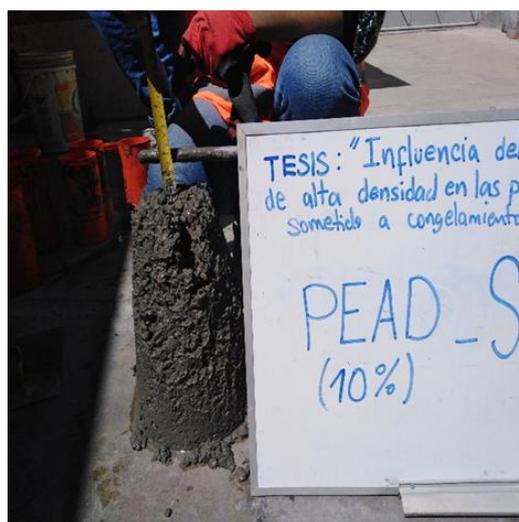


Figura 51. Obtención de la Trabajabilidad mediante el Cono de Abrams



Figura 52. Golpes a los especímenes de concreto con el martillo de goma



Figura 53. Probetas con 10 % de PEAD sometidas a congelamiento



Figura 54. Probetas con 10 % de PEAD sometidas a deshielo



Figura 55. Ensayo a la compresión del Concreto con 10% de PEAD



Figura 56. Desmolde de un grupo de especímenes de concreto



Figura 57. Identificación de las probetas



Figura 58. Curado de Probetas

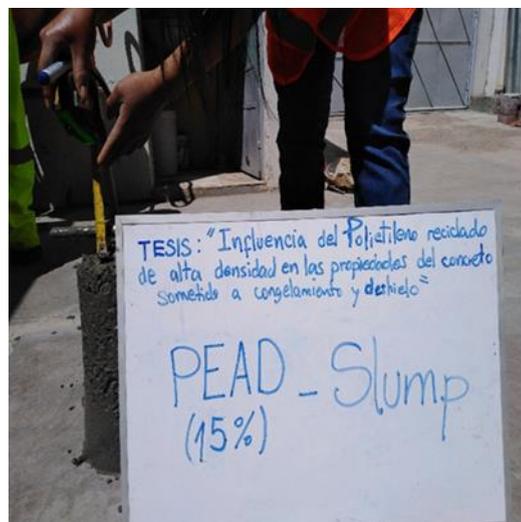


Figura 59. Determinación del Asentamiento mediante el Cono de Abrams



Figura 60. Probetas sometidas a ciclos de Congelamiento



Figura 61. Hielo en la superficie del espécimen de concreto con 15% de PEAD



Figura 62. Grupo de probetas expuestas a la Interperie



Figura 63. Ensayo a la compresión del espécimen de concreto con 15 % de PEAD



Figura 64. Especímen de concreto con 15% de PEAD después del Ensayo a Compresión

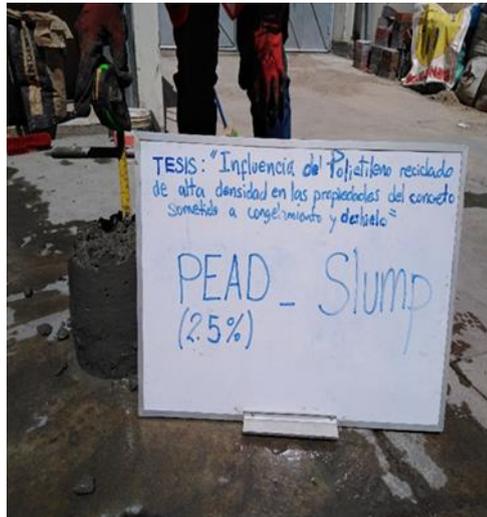


Figura 65. Ensayo Cono de Abrams para determinar el Slump



Figura 66. Asentamiento del concreto con 2.5% de PEAD



Figura 67. Grupo de probetas sometidas a deshielo

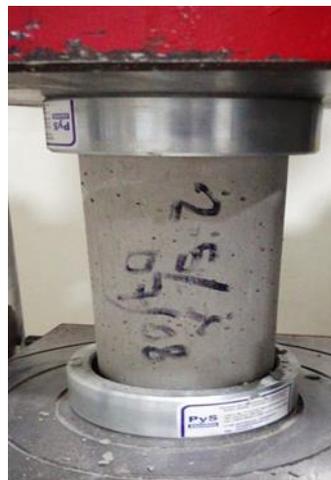


Figura 68. Rotura del concreto con 2.5% de PEAD



Figura 69. Obtención de la Trabajabilidad del concreto con 7.5% de PEAD

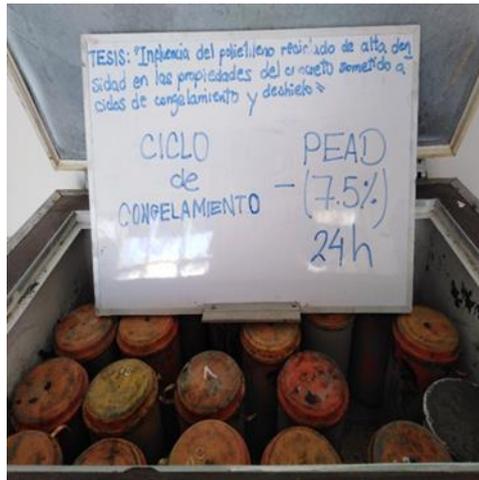


Figura 70. Grupo de especímenes de concreto con 7.5% de PEAD



Figura 71. Grupo de especímenes de concreto con 7.5% de PEAD



Figura 72. Colocación del espécimen del concreto con 7.5 % PEAD en la Máquina compresora



Figura 73. Control de la velocidad del Ensayo a Compresión del Concreto

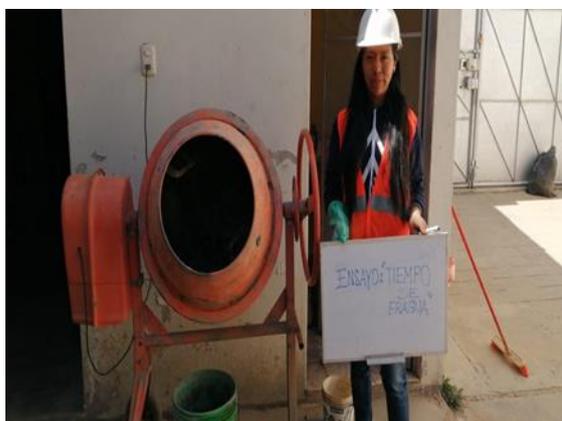


Figura 74. Ensayo de Tiempo de Fragua del Grupo Control (sin adición de PEAD)



Figura 75. Tamizado de la mezcla por la malla N° 4 (se utiliza el pasante)



Figura 76. Determinación de la temperatura



Figura 77. Cubriendo la mezcla con una capa impermeable



Figura 78. Mezclas cubiertas con capas impermeables



Figura 79. Pizeta para extraer el agua



Figura 80. Retirando agua en intervalos de 30 min hasta que cese la exudación



Figura 81. Probetas de 100 mL



Figura 82. Vertiendo el agua extraída de la mezcla dentro de la probeta de 100 mL



Figura 83. Insertando la aguja en la determinación de la resistencia a la Penetración (4000 PSI)



Figura 84. ENSAYO DE EXUDACIÓN

En la figura se observa los 25 golpes en la primera capa



Figura 85. MUESTRA DEL CONCRETO SIN PEAD PARA EXUDACIÓN
En la imagen se observa los golpes al costado del recipiente con comba de goma.



Figura 86. Cubriendo con una capa impermeable



Figura 87. Registrando la Temperatura del concreto



Figura 88. EXTRACCIÓN DE AGUA DE ENSAYO DE EXUDACIÓN.
En la figura se observa la extracción de agua con la pizeta



Figura 89. MEDICIÓN DE AGUA DE ENSAYO DE EXUDACIÓN
Determinando la masa de recipiente metálico y su contenido



Figura 90. INCLINACIÓN DE MUESTRA DE CONCRETO SIN PEAD PARA RECOLECCIÓN DE AGUA DE EXUDACIÓN.

En la figura se observa la inclinación de la probeta



Figura 91. ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUA – GRUPO CONTROL (SIN ADICIÓN DE PEAD)
En la figura se muestra los instrumentos para el ensayo de tiempo de fragua



Figura 92. ELABORACION DEL CONCRETO CON PEAD.
En la figura se observa la colocación de los materiales dentro del trompito.



Figura 93. PEAD (POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD)



Figura 94. ENSAYO DE EXUDACIÓN DEL CONCRETO CON PEAD

En la figura se muestra los 25 golpes que se dan con la varilla



Figura 95. MUESTRA DE CONCRETO CON PEAD PARA ENSAYO DE EXUDACIÓN

En la figura se observa la muestra cubierta con una capa impermeable.



Figura 96. TAMIZADO DE LA MUESTRA CON PEAD POR LA MALLA N° 4



Figura 97. MUESTRA DE CONCRETO SIN PEAD PARA ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUA. En la figura se observa las muestras cubiertas con una capa impermeable.



Figura 98. INCLINACIÓN DE MUESTRA DE CONCRETO SIN PEAD PARA RECOLECCIÓN DE AGUA DE EXUDACIÓN.



Figura 99. MEDICIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA EXUDADA. En la figura se observa el vertimiento de agua en la probeta de 100ml.



Figura 100. CERTIFICADO DE CALIDAD DEL EQUIPO

En la figura se observa el equipo para realizar el ensayo de contenido de aire.



Figura 101. PESO DEL EQUIPO

En la figura se observa el peso de la olla Washington.



Figura 102. CHUSEO CADA TRES CAPAS DE LA MEZCLA DE CONCRETO
En la figura se observa el chuseo con la varilla



Figura 103. ENRASAMIENTO
En la figura se observa el enrasado de la mezcla de concreto.



Figura 104. LECTURA DEL MANÓMETRO
En la figura se observa la lectura del manómetro.

ANEXO 2

FICHA DE EVALUACIÓN DE ENSAYO DE TRABAJABILIDAD

FICHA DE EVALUACIÓN DE TRABAJABILIDAD		
MUESTRA:		
Fecha:		
DESCRIPCION	MEDIDA	
PRUEBA N° 01 – S/PEAD	pulg.	
	cm.	
PRUEBA N° 02 – S/PEAD	pulg.	
	cm.	
PRUEBA N° 03 – S/PEAD	pulg.	
	cm.	
PRUEBA N°04 – S/PEAD	pulg.	
	cm.	
OBSERVACIONES:		

ANEXO 3

FICHA DE EVALUACIÓN DE ENSAYO DE EXUDACIÓN

FICHA DE RECOLECCIÓN DE ENSAYO DE EXUDACIÓN				
FECHA:				
HORA DE VACIADO:				
HORA EN QUE INICIA:				
HORA FIN:				
HORA	PROBETA			OBS.
	MUESTRA: _____			
	INTERVALO DE TIEMPO (min)	TIEMPO ACUMULADO (min)	VOLUMEN EXUDADO (ml)	
VOLUMEN TOTAL EXUDADO (L)				
PESO DEL MOLDE+ MEZCLA:				
PESO DEL MOLDE:				
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL:				
DIÁMETRO DEL MOLDE DE ENSAYO:				
OBSERV.				

COSTO DE PRODUCCION DE 1M3 DE CONCRETO CON PEAD								
Partida	xx.xx.xxx	CONCRETO ESTRUCTURAL F' C 210 Kg/cm2						
Rendimiento	m3/DIA	18.0000		EQ.	18.000	Costo unitario directo por: m		374.93
Código	Descripción de Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra							
XXXXXXXX	CAPATAZ		hh	0.5	0.2222222	19.18	4.26	
XXXXXXXX	OPERARIO		hh	3.0	1.3333333	14.75	19.67	
XXXXXXXX	OFICIAL		hh	3.0	1.3333333	12.84	17.12	
XXXXXXXX	PEON		hh	6.0	2.6666667	11.58	30.88	
							71.93	
	Materiales							
XXXXXXXX	PIEDRA CHANCADA 3/4"		m3		0.61	80.00	48.80	
XXXXXXXX	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 KG)		BOL		8.43	22.50	189.68	
XXXXXXXX	ARENA GRUESA		m3		0.42	120.00	50.40	
XXXXXXXX	AGUA		m3		0.20	5.00	1.00	
XXXXXXXX	COMBUSTIBLE		gal		0.26	12.50	3.25	
XXXXXXXX	Polietileno de Alta Densidad		m3		0.0044	5.80	0.03	
							293.15	
	Equipos							
XXXXXXXX	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.00	71.93	3.60	
XXXXXXXX	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 11p3		hm	1.00	0.4444444	8.96	3.98	
XXXXXXXX	VIBRADOR DE 4 HP		hm	1.00	0.4444444	5.11	2.27	
							9.85	

VARIACIÓN DE PRECIO POR

M3= 0.03 VARIACIÓN

PORCENTUAL=0.006807081

ANEXO 8
CONFIABILIDAD VÁLIDA DEL INSTRUMENTO

METROTEC**METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 170 - 2019***Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza*

Página 1 de 3

1. Expediente	190289	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	DEPARTAMENTO DE OBRAS Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS SISMICAS S.A.C.	
3. Dirección	Jr. Oswaldo Aguirre Morales N° 562 Urb. Lamblaspata, El Tambo - Huancayo - JUNIN	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Equipo	PRENSA DE CONCRETO	
Capacidad	2000 kN	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Marca	PYS EQUIPOS	
Modelo	STYE-2000	
Número de Serie	131121	
Procedencia	CHINA	
Identificación	DSD-0155 (**)	
Indicación	DIGITAL	
Marca	MC	
Modelo	LM-02	
Número de Serie	NO INDICA	
Resolución	0,01 / 0,1 kN (*)	
Ubicación	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	
5. Fecha de Calibración	2019-04-25	

Fecha de Emisión

2019-04-26

Jefe del Laboratorio de Metrología


 JUAN C. QUISPE MORALES

Sello

**Metrología & Técnicas S.A.C.**

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú

Telf.: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282

RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.comventas@metrologiatecnicas.comcalidad@metrologiatecnicas.comWEB: www.metrologiatecnicas.com

METROTEC**METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 170 - 2019***Área de Metrología**Laboratorio de Fuerza*

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

7. Lugar de calibración

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
Jr. Oswaldo Aguirre Morales N° 562 Urb. Lambaspata, El Tambo - Huancayo - JUNIN

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	18,6 °C	18,7 °C
Humedad Relativa	48 % HR	48 % HR

**9. Patrones de referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en el National Standards Testing Laboratory de Maryland - USA	Celda de carga calibrado a 1500 kN con incertidumbre del orden de 0,6 %	LEDI-PUCP INF-LE-030-19A

10. Observaciones

- (***) Código de identificación indicado en una etiqueta adherido en el equipo.
- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1,0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.
- (*) La resolución del indicador es 0,01 kN para lecturas menores a 1000 kN y 0,1 kN para lecturas fuera de este rango.

Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú

Telf.: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282

RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

calidad@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

METROTEC**METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 170 - 2019***Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza*

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	F_i (kN)	F_1 (kN)	F_2 (kN)	F_3 (kN)	$F_{promedio}$ (kN)
10	100,0	100,4	100,9	100,6	100,6
20	200,0	200,8	201,0	200,6	200,8
30	300,0	300,8	301,0	300,9	300,9
40	400,0	401,0	401,1	400,9	401,0
50	500,0	500,9	499,5	500,1	500,1
60	600,0	601,0	600,7	601,1	601,0
70	700,0	701,0	700,7	700,9	700,9
80	800,0	801,0	800,7	800,6	800,8
90	900,0	901,0	900,7	901,0	900,9
100	1000,0	1001,0	1000,6	1000,8	1000,8
Retorno a Cero		0,0	0,0	0,0	

Indicación del Equipo F (kN)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
100	-0,62	0,50	---	0,01	0,35
200	-0,41	0,20	---	0,01	0,35
300	-0,29	0,07	---	0,00	0,35
400	-0,25	0,05	---	0,00	0,35
500	-0,03	0,28	---	0,00	0,35
600	-0,16	0,07	---	0,00	0,35
700	-0,13	0,04	---	0,00	0,35
800	-0,10	0,05	---	0,00	0,35
900	-0,10	0,03	---	0,00	0,35
1000	-0,08	0,04	---	0,00	0,35

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0)

0,00 %

**12. Incertidumbre**

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú

Telf.: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282

RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

calidad@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

METROTEC**METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

MT - LF - 172 - 2019

Página 1 de 3

1. Expediente	190289	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	DEPARTAMENTO DE OBRAS Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS SISMICAS S.A.C.	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
3. Dirección	Jr. Oswaldo Aguirre Morales N° 562 Urb. Lambaspata, El Tambo - Huancayo - JUNIN	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
4. Equipo	PENETROMETRO	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Capacidad	200 lbf	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Marca	FORNEY	
Modelo	LA-4110	
Número de Serie	H/4133	
Identificación	DSD-112 (*)	
Procedencia	U.S.A.	
Ubicación	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	
5. Indicador	DIGITAL	
Marca	HUMBOLDT	
Número de Serie	0780	
División de Escala / Resolución	2 lbf	
6. Fecha de Calibración	2019-04-25	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2019-04-26



JUAN C. QUISPE MORALES



Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú

Telf.: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282

RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

calidad@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

METROTEC**METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

*Área de Metrología**Laboratorio de Fuerza***CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**
MT - LF - 172 - 2019

Página 2 de 3

7. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones de LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

8. Lugar de calibración

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
Jr. Oswaldo Aguirre Morales N° 562 Urb. Lamblaspata, El Tambo - Huancayo - JUNIN

9. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	19,1 °C	19,2 °C
Humedad Relativa	50 % HR	50 % HR

10. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en el National Standards Testing Laboratory de Maryland - USA	Celda de carga calibrado a 20 tnf con incertidumbre del orden de 0,5 %	LEDI-PUCP INF-LE 030-19B

11. Observaciones

- (*) Código indicado en una etiqueta adherido al equipo.
- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.

**Metrología & Técnicas S.A.C.**

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú

Telf.: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282

RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.comventas@metrologiatecnicas.comcalidad@metrologiatecnicas.comWEB: www.metrologiatecnicas.com

METROTEC**METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

*Área de Metrología**Laboratorio de Fuerza***CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 172 - 2019**

Página 3 de 3

12. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			Error de Exactitud q (%)	Incertidumbre U (k=2) (%)
%	F_i (kgf)	F_1 (kgf)	F_2 (kgf)	F_3 (kgf)		
10	20,0	8,80	8,65	8,75	3,88	0,24
20	40,0	17,70	17,55	17,80	2,61	0,24
30	60,0	26,65	26,60	26,75	2,06	0,24
40	80,0	36,15	36,00	36,05	0,61	0,24
50	100,0	45,20	45,05	45,25	0,43	0,24
60	120,0	54,60	54,45	54,65	-0,25	0,24
70	140,0	63,35	63,15	63,40	0,32	0,24
80	160,0	74,05	73,55	74,25	-1,86	0,24
90	180,0	83,15	83,00	83,30	-1,81	0,24
100	200,0	93,05	93,10	93,25	-2,59	0,24

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0)

0,00 %

**13. Incertidumbre**

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del Documento

Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú

Telf.: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282

RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

calidad@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

METROTEC**METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 261 - 2019***Área de Metrología
Laboratorio de Masas*

Página 1 de 4

1. Expediente	190289	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	DEPARTAMENTO DE OBRAS Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS SISMICAS S.A.C.	
3. Dirección	Jr. Oswaldo Aguirre Morales N° 562 Urb. Lambaspata, El Tambo - Huancayo - JUNIN	
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Capacidad Máxima	6000 g	
División de escala (d)	0,1 g	
Div. de verificación (e)	0,1 g	
Clase de exactitud	II	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Marca	OHAUS	
Modelo	SPJ6001	
Número de Serie	B411400997	
Capacidad mínima	5 g	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	DSD-048 (*)	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Ubicación	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	
5. Fecha de Calibración	2019-04-25	

Fecha de Emisión

2019-04-26

Jefe del Laboratorio de Metrología


 JUAN C. QUISPE MORALES

Sello

**Metrología & Técnicas S.A.C.**

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú

Telf.: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282

RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

calidad@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

METROTEC**METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 261 - 2019***Área de Metrología
Laboratorio de Masas*

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-011: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOPI. Cuarta Edición.

7. Lugar de calibración

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Jr. Oswaldo Aguirre Morales N° 562 Urb. Lamblaspata, El Tambo - Huancayo - JUNIN

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	19,2 °C	19,2 °C
Humedad Relativa	46 %	45 %

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud E1) Dirección de Metrología - INACAL LM-060-2018	PESAS(Clase de Exactitud: E2)	INACAL LM-448-2018

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (*) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



METROTEC**METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 261 - 2019**Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición**INSPECCIÓN VISUAL**

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	19,2 °C	19,3 °C

Medición Nº	Carga L1 = 3 000,0 g			Carga L2 = 6 000,0 g		
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	3 000,1	6	144	6 000,1	6	144
2	3 000,1	6	144	6 000,0	5	45
3	3 000,0	5	45	6 000,1	6	144
4	3 000,0	5	45	6 000,1	6	144
5	3 000,1	6	144	6 000,0	6	44
6	3 000,1	6	144	6 000,1	6	144
7	3 000,0	5	45	6 000,1	6	144
8	3 000,1	6	144	6 000,1	6	144
9	3 000,0	5	45	6 000,0	5	45
10	3 000,0	5	45	6 000,1	6	144
	Diferencia Máxima		99	Diferencia Máxima		100
	Error Máximo Permissible		± 300	Error Máximo Permissible		± 300

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	5
1	
3	4

Posición
de las
cargas

	Inicial	Final
Temperatura	19,1 °C	19,2 °C



Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec					
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1		1,0	50	0		2 000,0	50	0	0	
2		1,0	50	0		2 000,0	50	0	0	
3	1,0 g	1,0	50	0	2 000,0	1 999,9	40	-90	-90	
4		1,0	50	0		2 000,0	50	0	0	
5		1,0	50	0		2 000,0	50	0	0	
		Error máximo permisible							± 200	

* Valor entre 0 y 10e

Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú
Telf.: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282
RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com
ventas@metrologiatecnicas.com
calidad@metrologiatecnicas.com
WEB: www.metrologiatecnicas.com

METROTEC**METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 261 - 2019

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	19,2 °C	19,2 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1,0	1,0	50	0						
5,0	5,0	50	0	0	5,0	50	0	0	100
10,0	10,0	50	0	0	10,0	50	0	0	100
100,0	100,0	50	0	0	100,0	50	0	0	100
500,0	500,0	50	0	0	500,0	50	0	0	100
1 000,0	1 000,0	50	0	0	1 000,0	50	0	0	200
2 000,0	2 000,0	50	0	0	1 999,9	40	-90	-90	200
3 000,0	3 000,0	50	0	0	3 000,0	50	0	0	300
4 000,0	4 000,0	50	0	0	4 000,0	50	0	0	300
5 000,0	5 000,0	50	0	0	4 999,9	40	-90	-90	300
6 000,0	6 000,1	60	90	90	6 000,1	60	90	90	300

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
I: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
E_C: Error corregido.



Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0,00000411 R$$

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0,0050642 \text{ g}^2 + 0,00000000030 R^2)}$$

12. Incertidumbre

La incertidumbre U reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

METROTEC**METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 262 - 2019***Área de Metrología
Laboratorio de Masa*

Página 1 de 4

1. Expediente	190289	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	DEPARTAMENTO DE OBRAS Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS SISMICAS S.A.C.	
3. Dirección	Jr. Oswaldo Aguirre Morales N° 562 Urb. Lambaspata, El Tambo - Huancayo - JUNIN	
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Capacidad Máxima	30000 g	
División de escala (d)	1 g	
Div. de verificación (e)	10 g	
Clase de exactitud	III	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Marca	OHAUS	
Modelo	R31P30	
Número de Serie	8336030051	
Capacidad mínima	20 g	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	DSD-044	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
UBICACION	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	
5. Fecha de Calibración	2019-04-25	

Fecha de Emisión

2019-04-26

Jefe del Laboratorio de Metrología



JUAN C. QUISPE MORALES

Sello

**Metrología & Técnicas S.A.C.**

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú

Telf.: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282

RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

calidad@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

Área de Metrología
Laboratorio de Masa

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 262 - 2019

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM-INDECOPI. Tercera Edición.

7. Lugar de calibración

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Jr. Oswaldo Aguirre Morales N° 562 Urb. Lamblaspata, El Tambo - Huancayo - JUNIN

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	19,4 °C	19,3 °C
Humedad Relativa	46 %	46 %

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud E1) DM- INACAL LM-060-2018	PESAS(Clase de Exactitud: E2)	LM-448-2018
PESAS (Clase de exactitud F1) DM - INACAL LM-051-2018 / LM-443-2018.	PESAS(Clase de Exactitud: M1)	M-1327-2018
PESAS (Clase de exactitud F2)DM- INACAL LM-534-2018.		
PESAS (Clase de exactitud E2) DM- INACAL LM-437-2017	PESAS(Clase de Exactitud M1)	M-0813-2018
PESAS (Clase de exactitud M1) DM- INACAL PE18-C-0412	PESAS(Clase de Exactitud M2)	CM-2495-2018

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (*) Código indicado en una etiqueta adherido al equipo.



METROTEC**METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 262 - 2019**Área de Metrología
Laboratorio de Masa

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	19,4 °C	19,4 °C

Medición Nº	Carga L1 = 15 000 g			Carga L2 = 30 000 g		
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	0,0
2	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	0,0
3	15 000	0,5	0,0	29 999	0,4	-0,9
4	15 000	0,5	0,0	29 999	0,4	-0,9
5	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	0,0
6	15 000	0,5	0,0	30 000	0,4	0,1
7	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	0,0
8	15 000	0,5	0,0	29 999	0,4	-0,9
9	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	0,0
10	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	0,0
	Diferencia Máxima			Diferencia Máxima		
	0,0			1,0		
	Error Máximo Permissible			Error Máximo Permissible		
	± 20,0			± 30,0		

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	5
1	
3	4

Posición de
las cargas

	Inicial	Final
Temperatura	19,3 °C	19,3 °C



Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	10 g	10	0,5	0,0	10 000	10 000	0,5	0,0	0,0
2		10	0,5	0,0		9 999	0,4	-0,9	-0,9
3		10	0,5	0,0		9 999	0,4	-0,9	-0,9
4		10	0,5	0,0		10 001	0,6	0,9	0,9
5		10	0,5	0,0		10 001	0,6	0,9	0,9
		Error máximo permisible							± 20,0

* Valor entre 0 y 10e

Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú
Telf.: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282
RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com
ventas@metrologiatecnicas.com
calidad@metrologiatecnicas.com
WEB: www.metrologiatecnicas.com

METROTEC**METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LP - 045 - 2020***Área de Metrología
Laboratorio de Presión*

Página 1 de 3

1. Expediente	200241	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	ORDOÑEZ CAMPOSANO VLADIMIR	
3. Dirección	Jr Grau 211, Huancayo - JUNIN	
4. Instrumento de Medición	OLLA WASHINGTON (PRESS-AIR METER)	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente. METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aqui declarados. Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Tipo	B	
Marca	FORNEY	
Modelo	LA-0316	
Número de Serie	723	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	
Ubicación	NO INDICA	
Medidor de Aire:		
Tipo de Indicación	ANALOGICA	
Alcance de indicación	0 a 15 psi / 0 a 100 %	
5. Fecha de Calibración	2020-06-04	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2020-06-05


ELEAZAR CESAR CHAVEZ RARAZ**Metrología & Técnicas S.A.C.**

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú

Telf.: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282

RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.comventas@metrologiatecnicas.comcalidad@metrologiatecnicas.comWFR: www.metrologiatecnicas.com

METROTEC**METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

Área de Metrología
Laboratorio de Presión

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LP - 045 - 2020

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración ha sido realizada por el método de comparación directa entre las indicaciones de lectura del manómetro de deformación elástica y el manómetro patrón tomando como referencia el método descrito en la norma ASTM C 231-04 "Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method" y el documento INDECOP/INM PC - 004: 2012 "Procedimiento de calibración de manómetros, vacuómetros y manovacuumetros de deformación elástica".

7. Lugar de calibración

Laboratorio de Presión de METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. - METROTEC
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20,7 °C	20,8 °C
Humedad Relativa	57 % HR	56 % HR



9. Patrones de Referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones trazables a los patrones de referencia de DM - INACAL	Manómetro de Indicación Digital con Clase de Exactitud 0,05 % FS	INACAL LFP-050-2019
Regla Metálica de clase I	CINTA MÉTRICA con Grado de Incertidumbre de 0,2 mm	DM / INACAL LLA - 399 - 2019

Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú
Telf.: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282
RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com
ventas@metrologiatecnicas.com
calidad@metrologiatecnicas.com
WEB: www.metrologiatecnicas.com

METROTEC**METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

Área de Metrología
Laboratorio de Presión**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**
MT - LP - 045 - 2020

Página 3 de 3

10. Resultados de Medición

Recipiente de Medición			
Diámetro (mm)	Altura (mm)	Masa (kg)	Volumen (cm ³)
202,96	217,86	3,482	7048,36

Medidor de Aire tipo Bourdon					
Indicación A Calibrar (psi)	Indicación Manómetro Patrón		Error		
	Ascendente (psi)	Descendente (psi)	de Indicación		de Histeresis (psi)
			Ascendente (psi)	Descendente (psi)	
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5,00	5,07	5,05	0,07	0,05	-0,02
10,00	10,09	10,07	0,09	0,07	-0,02
15,00	15,11	15,09	0,11	0,09	-0,02

Ensayo de Carga Directa					
Valores Referenciales (% de aire)	Lecturas del A Calibrar.			Promedio (% de aire)	Error (% de aire)
	L ₁ (% de aire)	L ₂ (% de aire)	L ₃ (% de aire)		
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	0,0
10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	0,0
15,0	14,9	14,9	14,9	14,9	-0,1

Nota 1.- El diámetro del recipiente de medición es de 0,93 veces la altura del recipiente.

Nota 2.- El punto inicial se determinó en 3%, para obtener el cero.

11. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- La densidad en el lugar de calibración es de 1,184 kg/m³
- Densidad del agua destilada utilizada para la calibración a 21 °C es de 997,68 (kg/m³).

**Metrología & Técnicas S.A.C.**

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú

Telf.: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282

RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

calidad@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

ANEXO 9
ENSAYO DE AGREGADOS



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME N° DS0068210102019

Tesis : "INFLUENCIA DEL POLIETILENO RECICLADO DE ALTA DENSIDAD EN
Atención LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SOMETIDO A CONGELAMIENTO Y
: BACH. ACUÑA ALMONACID, LUIS ANGEL
: BACH. MILLAN ORELLANA, PAOLA
Fecha de recepción : lunes, 15 de Julio de 2019
Fecha de emisión : sábado, 20 de Julio de 2019

ANALISIS GRANULOMETRICO NTP 400.012:13 - ASTM C 136-96a

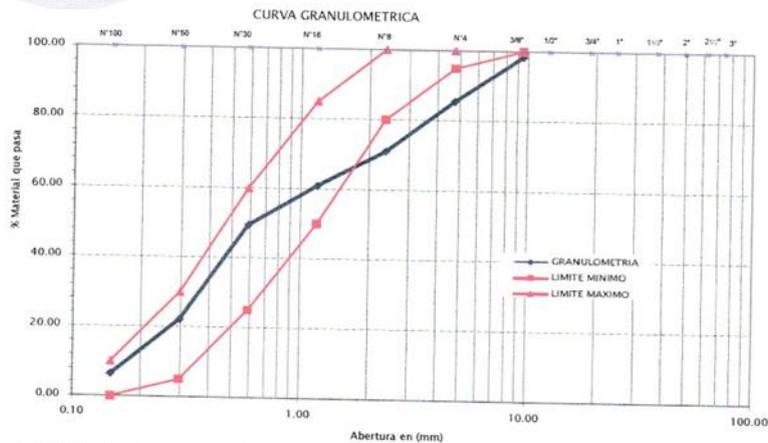
Código ASTM C 136-96a
Standard Test Method for Sieve Analysis of
Título Fine and Coarse Aggregates.

Código NTP 400.012:13
Título AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado
fino, grueso y global

GRANULOMETRÍA DE LOS AGREGADO FINO

Tamiz	Abertura (mm)	Material retenido			%Muestra que Pasa	Especif.	
		Peso Ret.	%Ret.	%Ret Acum.		min. %	max %
1/2"	12.50	4.10	0.17	0.17	99.83	100.00	100.00
3/8"	9.50	33.90	1.40	1.57	98.43	100.00	100.00
N°4	4.75	311.10	12.84	14.41	85.59	95.00	100.00
N°8	2.36	354.80	14.64	29.05	70.95	80.00	100.00
N°16	1.18	244.70	10.10	39.15	60.85	50.00	85.00
N°30	0.59	275.30	11.36	50.51	49.49	5.00	30.00
N°50	0.30	660.70	27.27	77.78	22.22	0.00	10.00
N°100	0.15	383.10	15.81	93.59	6.41	0.00	0.00
FONDO	0.00	155.40	6.41	100.00	-	-	-
TOTAL		2423.10	100.00				

Lugar PILCOMAYO
Muestra MI



OBSERVACIONES : Muestras provista e identificada por el interesado
El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad. (GUÍA PERUANA INDECOPE GP 004: 1993)

EQUIPO UTILIZADO:

Tamices ESTANDAR TEST SIEVE ASTM E-11 ESPECIFICACION (FORNEY)

Estufa utilizada: Modelo STHX-2A-120°C, Serie 13018 - Calibrada por METROTEC (Certificado de Calibración N°MT - LT - 141 - 2019)

Balanza OHAUS SPJ6001, N° Serie B411400997 - 6000gr. Calibrada por METROTEC (Certificado de Calibración N°MT - LM - 261 - 2019)



Juan Alan Rosales Miranda
Téc. Mecánico de Suelos y Concreto

Jr. Aguirre Morales N° 562 El Tambo - Huancayo
Telf.: 064-247389 / Cel: 955736451 / 975729909 / 9757920674
E-mail: proyectos@dosedperu.com / www.dosedperu.com



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
MECANICA DE SUELOS Y ASFALTOS

INFORME N° DS0067611062018

Tesis : "INFLUENCIA DEL POLIETILENO RECICLADO DE ALTA DENSIDAD EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SOMETIDO A CONGELAMIENTO Y DESHIELO"
Atención : BACH. ACUÑA ALMONACID, LUIS ANGEL
: BACH. MILLAN ORELLANA, PAOLA SUSAN
Fecha de recepción : Lunes, 15 de Julio de 2019
Fecha de emisión : sábado, 20 de Julio de 2019

CANTERA: CARACTERIZACION DE AGREGADO FINO
MUESTRA: M-1

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO
N.T.P. 400.017

I. PESO UNITARIO SUELTO SECO - PUSIS

	MUESTRA N° 01		
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + VASIJAS (kg)	13.671	13.611	13.621
PESO DE LA VASIJAS (kg)	8.145	8.145	8.145
PESO DE LA MUESTRA SUELTA (kg)	5.526	5.466	5.476
CONSTANTE (1/Vol.molde)	308.7	308.7	308.7
PESO APARENTE SUELTO (kg/m ³)	1706	1687	1690
PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO HUMEDO (kg/m ³)	1694		
PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO SECO (kg/m ³)	1675		

II. PESO UNITARIO COMPACTADO SECO - PUCS

	MUESTRA N° 01		
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + VASIJAS (kg)	13.968	13.987	13.970
PESO DE LA VASIJAS (kg)	8.145	8.145	8.145
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA (kg)	5.823	5.842	5.825
CONSTANTE (1/Vol.molde)	308.7	308.7	308.7
PESO APARENTE COMPACTADO (kg/m ³)	1797	1803	1798
PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO HUMEDO (kg/m ³)	1799		
PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (kg/m ³)	1779		

CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DEL AGREGADO FINO
N.T.P. 339.185

	MUESTRA N° 01	
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr) + TARA	771.20	765.50
PESO DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO (gr) + TARA	764.20	758.10
TARA	132.20	110.20
CONTENIDO DE AGUA (kg)	7.00	7.40
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	1.11	1.14
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	1.13	

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO
N.T.P. 400.021

I. DATOS

Peso de la arena superficialmente seca + peso del balon + peso del agua	958.80	958.80
Peso de la arena superficialmente seca + peso del balon	651.30	651.30
Peso del agua (W = 1-2)	307.50	307.50
Peso de la arena secada al horno + peso del balon	639.60	639.60
Peso del balon	151.30	151.30
Peso de la arena secada al horno (A = 4-5)	488.30	488.30
Volumen del balon V = 500 ml	500.00	500.00

II. RESULTADOS

PESO ESPECIFICO DE MASA [P.E.M. = A / (V - W)]	2.54	2.54
PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SE	2.60	2.60
PESO ESPECIFICO APARENTE [P.E.A. = A / (V - W) - (500 - A)]	2.70	2.70
PORCENTAJE DE ABSORCION [(500 - A) / A * 100]	2.40	2.40

OBSERVACIONES

Muestras provista e identificada por el interesado
El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad. (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP 004: 1993)

EQUIPO UTILIZADO:

Termos ESTANDAR TEST SILVE ASTM E-11 ESPECIFICACION (FORNEY)
Estufa utilizada: Modelo 5710X 2A-120°C, Serie 13018 -
Balanza OHAUS SP96001, Nº Serie B411400997 - 6000gr.



Juan Alan Rosales Miranda
Téc. Mecánico de Suelos y Concreto

Jr. Aguirre Morales N° 562 El Tambo - Huancayo
Telf.: 064-247389 / Cel: 955736451 / 975729909 / 957920674
E-mail: proyectos@dosedperu.com / www.dosedperu.com



Tesis : "INFLUENCIA DEL POLIETILENO RECICLADO DE ALTA DENSIDAD EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SOMETIDO A CONGELAMIENTO Y DESHIELO"
 Atención : BACH. ACUÑA ALMONACID, LUIS ANGEL
 : BACH. MILLAN ORELLANA, PAOLA SUSAN
 Fecha de recepción : lunes, 15 de Julio de 2019
 Fecha de emisión : sábado, 20 de Julio de 2019

ANALISIS GRANULOMETRICO NTP 400.012-13 - ASTM C 136-96a

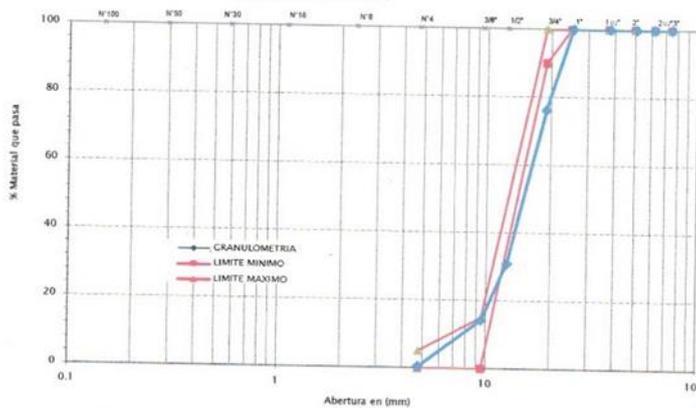
Código ASTM C 136-96a Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates.
 Código NTP 400.012-13 TÍTULO AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global

GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO

Tamiz	Abertura (mm)	Material retenido			%Mostrado que Pasa	Especif. Huso N°6	
		Peso Ret.	%Ret.	%Ret. Acum.		min. %	max %
3"	76.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
2 1/2"	63.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
3/4"	19.00	762.8	23.8	23.8	76.2	90.0	100.0
1/2"	12.50	1450.3	45.3	69.1	30.89	20.0	25.0
3/8"	9.50	535.50	16.72	85.83	14.17	0.0	15.0
N°4	4.75	441.80	13.80	99.63	0.37	0.0	5.0
FONDO	0.00	11.80	0.37	100.00	-	-	-
TOTAL		3202.20	100.00				

Lugar PILCOMAYO
 Muestra M1

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES : Muestras provista e identificada por el interesado
 El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad. (GUÍA PERUANA INDECOPE-GP 004-1993)

EQUIPO UTILIZADO:

Tamices ESTANDAR TEST SIEVE ASTM E-11 ESPECIFICATION (FORNEY)

Estufa utilizada: Modelo STHX-2A-120°C, Serie 13018 - Calibrada por METROTEC (Certificado de Calibración N° MT-17-218-2017)

Balanza OHAUS SP36001, N° Serie B411400949 - Calibrada por METROTEC (Certificado de Calibración N° MT-17-218-2017)

Tel.: 064-247389 / Cel: 955736451 / 975729909 / 967920674

E-mail: proyectos@dosedperu.com / www.dosedperu.com



Joan Alan Rosales Miranda
 Tec. Mecánico de Suelos y Concreto



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME N° D50052820072019

Tesis : "INFLUENCIA DEL POLIETILENO RECIKLADO DE ALTA DENSIDAD EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SOMETIDO A CONGELAMIENTO Y DESHIELO"
Atención : BACH. ACUÑA ALMONACID, LUIS ANGEL
: BACH. MILLAN ORELLANA, PAOLA SUSAN
Fecha de recepción : lunes, 15 de Julio de 2019
Fecha de emisión : sábado, 20 de Julio de 2019

CARACTERIZACIÓN DE AGREGADO GRUESO

CANTERA:
MUESTRA: M-1

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO N.T.P. 400.017

I. PESO UNITARIO SUELTO SECO - PUSS

	MUESTRA N° 01		
	18.092	17.908	17.828
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + VASIJA (kg)	18.092	17.908	17.828
PESO DE LA VASIJA (kg)	4.556	4.556	4.556
PESO DE LA MUESTRA SUELTA (kg)	13.536	13.352	13.272
CONSTANTE (1/Vol.molde)	105	105	105
PESO APARENTE SUELTO (kg/m ³)	1421	1402	1394
PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO HUMEDO (kg/m ³)	1406		
PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO SECO (kg/m ³)	1402		

II. PESO UNITARIO COMPACTADO SECO - PUCS

	MUESTRA N° 01		
	19.302	19.406	19.582
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + VASIJA (kg)	19.302	19.406	19.582
PESO DE LA VASIJA (kg)	4.556	4.556	4.556
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA (kg)	14.746	14.850	15.026
CONSTANTE (1/Vol.molde)	105	105	105
PESO APARENTE COMPACTADO (kg/cm ³)	1548	1559	1578
PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO HUMEDO (kg/m ³)	1562		
PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (kg/m ³)	1557		

CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DEL AGREGADO GRUESO N.T.P. 339.185

	MUESTRA N° 01	
	738.0	528.0
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (kg)	738.0	528.0
PESO DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO (kg)	736.2	526.7
TARA	89.0	79.6
CONTENIDO DE AGUA (kg)	1.8	1.3
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.28	0.29
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.28	

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO N.T.P. 400.021

I. DATOS		
Peso de la muestra secada al horno (A)	2966	2966
Peso de la muestra saturada con superficie seca (B)	3000	3000
Peso de la muestra saturada dentro del agua + peso de la canastilla dentro del agua	2787	2787
Peso de la canastilla dentro del agua	914	912
Peso de la muestra saturada dentro del agua (C)	1873	1875

II. RESULTADOS		
PESO ESPECIFICO DE MASA [P.E.M. = A / B - C]	2.63	2.64
PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO [P.E.M.S.S. = B / (B - C)]	2.66	2.67
PESO ESPECIFICO APARENTE [P.E.A. = A / (A - C)]	2.71	2.72
PORCENTAJE DE ABSORCION (B - A) / A * 100	1.15	1.15

OBSERVACIONES : Muestras provista e identificada por el interesado
El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad. (GUÍA PERUANA INDECOPI-GP-004-1993)
EQUIPO UTILIZADO:
Tamices ESTANDAR TEST SIEVE ASTM E 11 ESPECIFICATION (FORNEY)
Estufa utilizada: Modelo 5THK-2A-120°C, Serie 13018 -
Balanza CHAUS SP3601, N° Serie B411400997 - 6000gr.

DOSED
INGENIERIA Y CONSTRUCCION
Juan Alan Rosales Miranda
Joan Alan Rosales Miranda
Téc. Mecánico de Suelos y Concreto

Jr. Aguirre Morales N° 562 El Tambo - Huancayo
Telf.: 064-247389 / Cel: 955736451 / 975729909 / 957920674
E-mail: proyectos@dosedperu.com / www.dosedperu.com

ANEXO 10
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA DEL PEAD



Tesis : "INFLUENCIA DEL POLIETILENO RECICLADO DE ALTA DENSIDAD EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SOMETIDO A CONGELAMIENTO Y DESHIELO"
 Atención : BACH. ACUÑA ALMONACID, LUIS ANGEL
 : BACH. MILLAN ORELLANA, PAOLA SUSAN
 Fecha de recepción : lunes, 15 de Julio de 2019
 Fecha de emisión : sábado, 20 de Julio de 2019

ANALISIS GRANULOMETRICO NTP 400.012:13 - ASTM C 136-96a

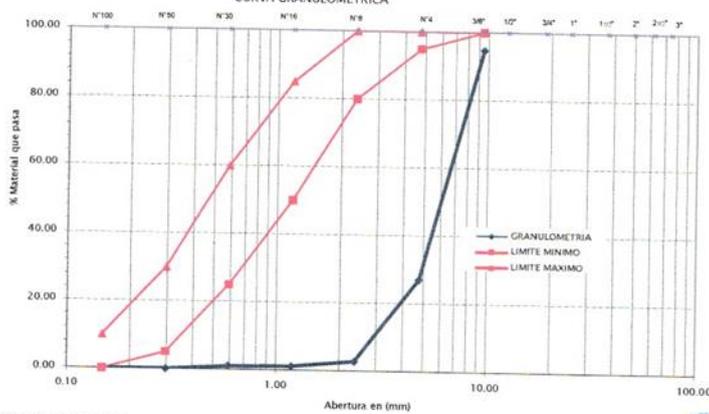
Código ASTM C 136-96a Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Course Aggregates. Código NTP 400.012:13 AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. Título Título

GRANULOMETRÍA DE LOS AGREGADO FINO

Tamiz	Abertura (mm)	Material retenido			%Muestra que Pasa.	Especif.	
		Peso Ret.	%Ret.	%Ret Acum.		min. %	max %
1/2"	12.50	11.40	1.64	1.64	98.36	100.00	100.00
3/8"	9.50	25.10	3.62	5.26	94.74	100.00	100.00
Nº4	4.75	469.70	67.67	72.93	27.07	95.00	100.00
Nº8	2.36	168.60	24.29	97.32	2.78	80.00	100.00
Nº16	1.18	11.30	1.63	98.85	1.15	50.00	85.00
Nº30	0.59	1.00	0.14	98.99	1.01	5.00	30.00
Nº50	0.30	7.00	1.01	100.00	0.00	0.00	10.00
Nº100	0.15	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
FONDO	0.00	0.00	0.00	100.00	-	-	-
TOTAL		694.10		100.00			

Lugar	PLANTA RECICLADORA CARTONPLAS
Muestra	M1
MF	5.732

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES : Muestras provista e identificada por el interesado. El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad. (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP 004: 1993)

EQUIPO UTILIZADO: Tamices ESTANDAR TEST SIEVE ASTM E-11 ESPECIFICACION (FORNEY)
 Estufa utilizada: Modelo STH-2A-120°C, Serie 13018 - Calibrada por METROTEC (Certificado de Calibración NºMT - LT - 141 - 2019)
 Balanza OHAUS SP36001, Nº Serie 8411400997 - 6000gr. Calibrada por METROTEC (Certificado de Calibración NºMT - LT - 141 - 2019)
 Telf.: 064-247389 / Cel: 955736451 / 975729909 / 957920674
 E-mail: proyectos@dosedperu.com / www.dosedperu.com

DOSED INGENIERIA Y CONSTRUCCION
 Juan Rosales Miranda
 Tsc. Mecánico de Suelos y Concreto

ANEXO 11
CERTIFICADOS DE LABORATORIO DEL GRUPO
CONTROL (SIN PEAD)



DS0052820072019



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
AGREGADOS Y CONCRETO

INFORME N° DS0052820072019

Tesis : "INFLUENCIA DEL POLIETILENO RECICLADO DE ALTA DENSIDAD EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SOMETIDO A CONGELAMIENTO Y DESHIELO"
Atención : BACH. ACUÑA ALMONACID, LUIS ANGEL
: BACH. MILLAN ORELLANA, PAOLA SUSAN
Fecha de recepción : lunes, 15 de Julio de 2019
Fecha de emisión : sábado, 20 de Julio de 2019

DISEÑO DE MEZCLAS ($f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$)

CEMENTO : ANDINO TIPO I
Peso específico : 3.12

AGREGADO FINO
ARENA GRUESA
CANTERA: PILCOMAYO

Peso específico de masa : 2.54
Peso específico de masa S.S.S. : 2.60
Peso específico de aparente : 2.70
Peso unitario suelto : 1675 Kg/m^3
Peso unitario compactado : 1779 Kg/m^3

AGREGADO GRUESO
PIEDRA CHANCADA 3/4"
CANTERA: PILCOMAYO

Peso específico de masa : 2.63
Peso específico de masa S.S.S. : 2.66
Peso específico de aparente : 2.72
Peso unitario suelto : 1402 Kg/m^3
Peso unitario compactado : 1557 Kg/m^3

GRANULOMETRIA

Malla	% Retenido	Malla	% Retenido
1/2"	0.2	2"	0.0
3/8"	1.4	1 1/2"	0.0
N°4	12.8	1"	0.0
N°8	14.6	3/4"	23.8
N°16	10.1	1/2"	45.3
N°30	11.4	3/8"	16.7
N°50	27.3	N°4	13.8
N°100	15.8	FONDO	0.4
FONDO	6.4		

Modulo de fineza : 3.060 Tamaño Maximo Nominal : 3/4"
Absorcion : 2.40 % Absorcion : 1.15%
Humedad : 1.13 % Humedad : 0.28%

Van...///



Nataly Lucia Cordova Zorrilla
CIP. 148899
Tercero de Mecanica de Suelos y Geotecnia

Jr. Aguirre Morales N° 562 El Tambo - Huancayo
Telf.: 064-247389 / Cel: 955736451 / 975729909 / 957920674
E-mail: proyectos@dosedperu.com / www.dosedperu.com



Vienen...!!!



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
AGREGADOS Y CONCRETO

INFORME N° DS0052820072019

Tesis : "INFLUENCIA DEL POLIETILENO RECICLADO DE ALTA DENSIDAD EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SOMETIDO A CONGELAMIENTO Y DESHIELO"
Atención : BACH. ACUÑA ALMONACID, LUIS ANGEL
: BACH. MILLAN ORELLANA, PAOLA SUSAN
Fecha de recepción : lunes, 15 de Julio de 2019
Fecha de emisión : sábado, 20 de Julio de 2019

DISEÑO DE MEZCLAS ($f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$)

ASENTAMIENTO : 3 1/2 Pulg.
FACTOR CEMENTO : 10.48 bc/m^3
RELACION AGUA CEMENTO DE OBRA : 0.521
RELACION AGUA CEMENTO DE DISEÑO : 0.466
PROPORCION EN PESO : 1 : 1.69 : 2.14 / 22.14 lt/bolsa de cemento
PROPORCION EN VOLUMEN : 1 : 1.49 : 2.29 / 22.14 lt/bolsa de cemento

CANTIDAD DE MATERIALES SECOS POR METRO CUBICO P.U.C. = 2325 kg/m^3

CEMENTO	:	435 kg	:	ANDINO TIPO I
AGUA	:	226 L	:	POTABLE
AGREGADO FINO	:	734 kg	:	CANTERA: PILCOMAYO
AGREGADO GRUESO	:	931 kg	:	CANTERA: PILCOMAYO

CANTIDAD DE MATERIALES POR METRO CUBICO, CORREGIDOS POR HUMEDAD Y POR PESO UNITARIO DEL CONCRETO: P.U.C. = 2383 kg/m^3

CEMENTO	:	445 kg	:	ANDINO TIPO I
AGUA	:	232 L	:	POTABLE
AGREGADO FINO	:	752 kg	:	CANTERA: PILCOMAYO
AGREGADO GRUESO	:	954 kg	:	CANTERA: PILCOMAYO

*MUESTREO E IDENTIFICACION REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.

*EN OBRA CORREGIR POR HUMEDAD.

*EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)



Nataly Lucia Cordova Zorrilla
CIP: 140259
*Arquitecta de Mecánica de Suelos y Geotecnia

Jr. Aguirre Morales N° 562 El Tambo - Huancayo
Tel.: 064-247389 / Cel: 955736451 / 975729909 / 957920674
E-mail: proyectos@dosedperu.com / www.dosedperu.com



DS0052819092019

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME N° DS0052819092019

Tesis : "INFLUENCIA DEL POLIETILENO RECICLADO DE ALTA DENSIDAD EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SOMETIDO A CONGELAMIENTO Y DESHIELO"

Atención : BACH. ACUÑA ALMONACID, LUIS ANGEL

Fecha de recepción : BACH. MILLAN ORELLANA, PAOLA SUSAN

Fecha de emisión : jueves, 12 de Setiembre de 2019

NORMA : ASTM C232/C232M - 09 , NTP 339.077 - CONCRETO. Métodos de ensayo normalizados para exudación del concreto .
ASTM C670 - Standard Practice for Preparing Precision and Bias Statements for Test Methods for Construction Materials

UBICACIÓN DE CANTERA : PILCOMAYO

PROPORCIÓN DE MEZCLA DE CONCRETO	AGUA	4.755
	CEMENTO	9.126
	AGREGADO FINO	15.404
	AGREGADO GRUESO	19.541
RELACION a/c	0.521	
TEMPERATURA (°C)	15	
ASENTAMIENTO (slump)	3 1/2"	
METODO USADO PARA LA RECOLECCION DE DATOS DE EXUDACION	METODO A-MUESTRA CONSOLIDADA POR VARILLADO	
TIPO DE DISEÑO	FINEZA	
VOLUMEN FINAL DE EXUDACIÓN DE AGUA	34.50 ml	
PESO DE SOLIDO EXTRAIDOS POR EXUDACIÓN	3.12 gr	
AREA EXPUESTA DEL CONCRETO	326.21 cm ²	
AGUA DE EXUDACION POR UNIDAD DE SUPERFICIE	0.11 ml/cm ²	
PESO TOTAL DE LA MUESTRA ELABORADA	48.82 kg	
PESO DE LA MUESTRA	20.23 Kg	
PESO NETO DEL AGUA EN LA MUESTRA	4.75 Kg	
AGUA TOTAL QUE CONTIENE LA MUESTRA ESTUDIADA	1.97 Kg	
CANTIDAD DE AGUA EXTRAIDA	1.75 %	
TIEMPO TOTAL DE EXUDACION	160.00 min	
VELOCIDAD PROMEDIO DE EXUDACION	0.12 ml/min	

Observaciones: * Muestra provista e identificada por el peticionario

* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOP: GP-004: 1993)

* LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolución N°002-96/INDECOP - CRT del 07.03.1996)

EQUIPO UTILIZADO:

Recipiente cilíndrico de aproximadamente 14 L de capacidad, con diámetro interior de 255 mm ± 5 mm, altura interior de 280 mm ± 5 mm. Envase de metal con un espesor de 2,67 mm a 3,40 mm, reforzado en su extremo superior con un anillo de 2,67 mm a 3,40 mm y 40 msp. de ancho. El interior plano y libre de corrosión, pintura o lubricante.

DOSED
INGENIERIA Y CONSTRUCCION
Nataly Lucía Córdova Zorrilla
CIP. 14889
Gerente de Mecánica de Suelos y Geotecnia

Jr. Aguirre Morales N° 562 El Tambo - Huancayo
Telf.: 064-247389 / Cel: 955736451 / 975729909 / 957920674
E-mail: proyectos@dosedperu.com / www.dosedperu.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME N° DS0052819092019

Tesis : "INFLUENCIA DEL POLIETILENO RECICLADO DE ALTA DENSIDAD EN LAS PROPIEDADES DEL
CONCRETO SOMETIDO A CONGELAMIENTO Y DESHIELO"
Atención : BACH. ACUÑA ALMONACID, LUIS ANGEL
: BACH. MILLAN ORELLANA, PAOLA SUSAN
Fecha de recepción : jueves, 12 de Setiembre de 2019
Fecha de emisión : jueves, 12 de Setiembre de 2019

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO DEL CONCRETO-PENETRÓMETRO

Código : ASTM C 403/C 403 M- 16
Título : Standard Test Method for Time of Setting
of Concrete Mixtures by Penetration
Resistance

Código : NTP 339.082
Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de
ensayo para la determinación de tiempo
de fraguado de mozzas por medio de su
resistencia a la penetración

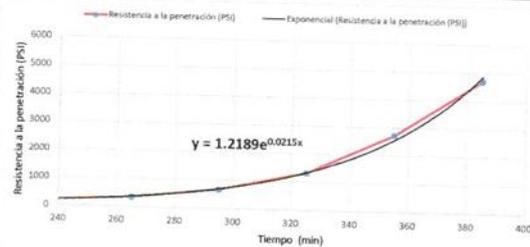
MATERIAL POR METRO CUBICO

CEMENTO : 445 kg ANDINO TIPO I
AGUA : 232 L POTABLE
AGREGADO FINO : 762 kg CANTERA FILCOMAYO
AGREGADO GRUESO : 954 kg CANTERA FILCOMAYO
Tamaño máximo nominal : 3/4 Pulg

DISEÑO PATRON

Slump : 3.12 Pulg.
R_{se} : 0.621

Temperatura (°C)		Hora de ensayo	Tiempo transcurrido(h:ora)	Tiempo (minutos)	Diámetro de la aguja (pulg)		Área (pulg ²)	Fuerza (libras)	Resistencia a la penetración (PSI)
Ambiente	Mortero				Fracción	Entero			
15	20	02:40:00	03:55:00	235	1.18	1.125	0.99	200	201.20
15	20	03:10:00	04:25:00	265	4/5	0.813	0.52	180	347.16
15	22	03:40:00	04:55:00	295	4/7	0.563	0.25	170	684.09
15	22	04:10:00	05:25:00	325	3/8	0.375	0.11	145	1321.51
15	22	04:40:00	05:55:00	355	1/4	0.250	0.05	134	2729.83
15	22	05:10:00	06:25:00	385	1/5	0.188	0.03	130	4708.16



Fragua inicial (500 PSI) : 4:40 horas
Fragua final (4000 PSI) : 6:17 horas

OBSERVACIONES : Muestras provista e identificada por el interesado
El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad. (GUÍA PERUANA INDECOPE GP 004: 1993)

EQUIPO UTILIZADO:

Tamices ESTANDAR TEST SIEVE ASTM E-11 ESPECIFICACION (FORNEY)

PENETRÓMETRO ACME MODELO LA-4110 capacidad 200 lbf marca FORNEY calibrado por METROLOGIA & TECNICAS SAC MT - LF - 172 - 2019



Nataly Lucia Cepeda Zorrilla
CIP: 148500
Ingeniera de Mecánica de Suelos y Geotecnia

Jr. Aguirre Morales N° 562 El Tambo - Huancayo
Telf.: 064-247389 / Cel: 955736451 / 975729909 / 957920674
E-mail: proyectos@dosedperu.com / www.dosedperu.com

ANEXO 12
CERTIFICADOS DE LABORATORIO DEL GRUPO
EXPERIMENTAL (CON PEAD)



DS0052819092019

 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME N° DS0052819092019

Tesis : "INFLUENCIA DEL POLIETILENO RECICLADO DE ALTA DENSIDAD EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SOMETIDO A CONGELAMIENTO Y DESHIELO"

Atención : BACH. ACUÑA ALMONACID, LUIS ANGELO
 BACH. MILLAN ORELLANA, PAOLA SUSAN

Fecha de recepción : jueves, 12 de Setiembre de 2019

Fecha de emisión : jueves, 12 de Setiembre de 2019

NORMA : ASTM C232/C232M - 09, NTP 339.077 - CONCRETO. Métodos de ensayo normalizados para exudación del concreto.
 ASTM C670 - Standard Practice for Preparing Precision and Bias Statements for Test Methods for Construction Materials

UBICACIÓN DE CANTERA : PILCOMAYO

PROPORCIÓN DE MEZCLA DE CONCRETO	AGUA	4.705
	CEMENTO	9.126
	AGREGADO FINO	15.404
	PEAD - 5%	0.770
	AGREGADO GRUESO	19.541
RELACION a/c		0.521
TEMPERATURA (°C)		15
ASENTAMIENTO (slump)		3 1/2"
METODO USADO PARA LA RECOLECCION DE DATOS DE EXUDACION	METODO A-MUESTRA CONSOLIDADA POR VARILLADO	
TIPO DE DISEÑO	FINEZA	
VOLUMEN FINAL DE EXUDACIÓN DE AGUA	41.58 ml	
PESO DE SOLIDO EXTRAIDOS POR EXUDACIÓN	3.12 gr	
AREA EXPUESTA DEL CONCRETO	326.21 cm ²	
AGUA DE EXUDACION POR UNIDAD DE SUPERFICIE	0.13 ml/cm ²	
PESO TOTAL DE LA MUESTRA ELABORADA	48.82 kg	
PESO DE LA MUESTRA	19.17 Kg	
PESO NETO DEL AGUA EN LA MUESTRA	4.75 Kg	
AGUA TOTAL QUE CONTIENE LA MUESTRA ESTUDIADA	1.87 Kg	
CANTIDAD DE AGUA EXTRAIDA	2.23 %	
TIEMPO TOTAL DE EXUDACION	220.00 min	
VELOCIDAD PROMEDIO DE EXUDACION	0.11 ml/min	

Observaciones: * Muestra provista e identificada por el peticionario

* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI-GP/04-1993)

* LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolución N°002-96/INDECOPI - CRT del 07.01.1996)

EQUIPO UTILIZADO:

Recipiente cilíndrico de aproximadamente 14 L de capacidad, con diámetro interior de 255 mm ± 5 mm, altura interior de 280 mm ± 5 mm. Envase de metal con un espesor de 2,67 mm a 3,40 mm, reforzado en su extremo superior con un anillo de 2,67 mm a 3,40 mm y 40 mm de ancho. El interior plano y libre de corrosión, pintura o lubricante.

DOSED
 NATALY LUCIA CORNOVA ZORRILLA
 CIP: 158233
 *Artesano de Mecánica de Suelos y Geotecnia

Jr. Aguirre Morales N° 562 El Tambo - Huancayo
 Telf.: 064-247389 / Cel: 955736451 / 975729909 / 957920674
 E-mail: proyectos@dosedperu.com / www.dosedperu.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO



INFORME N° DS0052819092019

Tesis : "INFLUENCIA DEL POLIETILENO RECICLADO DE ALTA DENSIDAD EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SOMETIDO A CONGELAMIENTO Y DESHIELO"
 Atención : BACH. ACUÑA ALMONACID, LUIS ANGEL
 : BACH. MILLAN ORELLANA, PAOLA SUSAN
 Fecha de recepción : jueves, 12 de Setiembre de 2019
 Fecha de emisión : jueves, 12 de Setiembre de 2019

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO DEL CONCRETO-PENETRÓMETRO

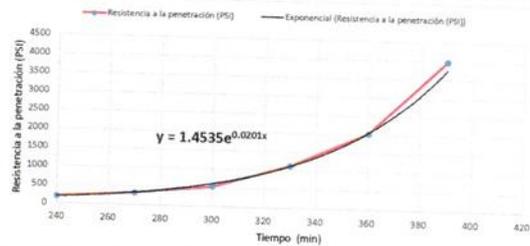
Código : ASTM C 403/C 403 M- 16
 Título : Standard Test Method for Time of Setting of Concrete Mixtures by Penetration Resistance

Código : NTP 339.082
 Título : HORMIGON (CONCRETO). Método de ensayo para la determinación de tiempo de fraguado de mezclas por medio de su resistencia a la penetración

MATERIAL POR METRO CUBICO

CEMENTO	: 445	kg	ANDINO TIPO I	Stump	: 3 1/2	Pulg.
AGUA	: 232	L	POTABLE	R ab	: 0.621	
AGREGADO FINO	: 762	kg	CANTERA PILCOMAYO			
FEAD - 8%	: 37.6	kg	CANTERA PILCOMAYO			
AGREGADO GRUESO	: 964	kg				
Tamaño máximo nominal	: 3/4	Pulg				

Temperatura (°C)		Hora de ensayo	Tiempo transcurrido(h:ora)	Tiempo (minutos)	Diámetro de la aguja (pulg)		Área (pulg²)	Fuerza (libras)	Resistencia a la penetración (PSI)
Ambiente	Mortero				Fracción	Entero			
15	20	02:53:00	04:00:00	240	1.18	1.125	0.99	200	201.20
15	20	03:23:00	04:30:00	270	4/5	0.813	0.52	170	327.88
15	22	03:53:00	05:00:00	300	4/7	0.563	0.25	133	535.20
15	22	04:23:00	05:30:00	330	3/8	0.375	0.11	124	1122.71
15	22	04:53:00	06:00:00	360	1/4	0.250	0.05	100	2037.18
15	22	05:23:00	06:30:00	390	1/5	0.188	0.03	110	3983.83



Fragua inicial (500 PSI) : 4:51 horas
 Fragua final (4000 PSI) : 6:34 horas

OBSERVACIONES : Muestras provista e identificada por el interesado
 El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad. (GUÍA PERUANA INDECOPI, GP 004: 1993)

EQUIPO UTILIZADO:
 Tamices ESTANDAR TEST SIEVE ASTM E-11 ESPECIFICACION (FORNEY)
 PENETRÓMETRO ACME MODELO LA-4110 capacidad 200 lbf marca FORNEY calibrado por METROLOGIA & TÉCNICAS SAC MT - LF - 172 - 2019



Nataly Lucia Corbina Zorrilla
 CIP. 148829
 Técnico de Mecánica de Suelos y Geotecnia

Jr. Aguirre Morales N° 562 El Tambo - Huancayo
 Telf.: 064-247389 / Cel: 955736451 / 975729909 / 957920674
 E-mail: proyectos@dosedperu.com / www.dosedperu.com



DS0052808092019



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
AGREGADOS Y CONCRETO

INFORME N° DS0052808092019

Tesis : "INFLUENCIA DEL POLIETILENO RECICLADO DE ALTA DENSIDAD EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SOMETIDO A CONGELAMIENTO Y DESHIELO"
Atención : BACH. ACUÑA ALMONACID, LUIS ANGEL
Fecha de recepción : BACH. MILLAN ORELLANA, PAOLA SUSAN
Fecha de emisión : miércoles, 24 de Julio de 2019
lunes, 9 de Setiembre de 2019

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 339.034 - ASTM C39 / C39M - 14a

Código : NTP 339.034:2008. (revisada el 2013)

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. 3a. ed.

Código : ASTM C39 / C39M - 14a

Título : Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

Esta Norma consiste en aplicar una carga axial de compresión a testigos preparados a una velocidad de carga prescrita hasta que se presente la falla. La resistencia a la compresión del espécimen se determina dividiendo la carga aplicada durante el ensayo por la sección transversal de éste.

MUESTRA N°	DESCRIPCION	DIÁMETRO	CARGA MÁXIMA (KN)	f _c DISEÑO kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD (Días)	f _c (kg/cm ²)
1	PEAD i -2.5%	10.25	164.93	280	7/08/2019	10/08/2019	3	203.75
2	PEAD i -2.5%	10.25	164.11	280	7/08/2019	10/08/2019	3	202.73
3	PEAD i -2.5%	10.25	159.92	280	7/08/2019	10/08/2019	3	197.56
4	PEAD i -2.5%	10.25	228.3	282	7/08/2019	14/08/2019	7	282.03
5	PEAD i -2.5%	10.25	230.33	284	7/08/2019	14/08/2019	7	284.54
6	PEAD i -2.5%	10.25	234.3	285	7/08/2019	14/08/2019	7	289.44

Observaciones: Muestras provista e identificada por el interesado

* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993)

* LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolucion N°002-98/INDECOPI - CRT del 07.01.1998)

Equipo Utilizado

Prensa de Concreto: A&A Instruments, Serie N°131121, Capacidad 200000kg, Indicador Digital MC, Modelo 315-XS, serie N°0332565, Certificado de calibracion MT-LF-170-2019 (Abril 2019), Trazabilidad NSTLM-USA (National Standards Testing Laboratory de Maryland - USA), patron utilizado Celda de Carga Calibrado a 15000 KN Con Incertidumbre del Orden de 0,6%, Calibrado de Acuerdo a la Norma UNE-EN ISO 7500-1, certificado de calibracion LEDI-PUCP INF-LE-030-19A



Nataly Lucia Cordova Zorrilla
CIP: 148809
Ingeniera de Mecánica de Suelos y Geotecnia

Jr. Aguirre Morales N° 562 El Tambo - Huancayo
Telf.: 064-247389 / Cel: 955736451 / 975729909 / 957920674
E-mail: proyectos@dosedperu.com / www.dosedperu.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
AGREGADOS Y CONCRETO

INFORME N° DS0052808092019

Tesis : "INFLUENCIA DEL POLIETILENO RECICLADO DE ALTA DENSIDAD EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SOMETIDO A CONGELAMIENTO Y DESHIELO"
Atención : BACH. ACUÑA ALMONACID, LUIS ANGEL
: BACH. MILLAN ORELLANA, PAOLA SUSAN
Fecha de recepción : miércoles, 24 de Julio de 2019
Fecha de emisión : lunes, 9 de Setiembre de 2019

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 339.034 - ASTM C39 / C39M - 14a

Código : NTP 339.034:2008. (revisada el 2013)
Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. 3a. ed.
Código : ASTM C39 / C39M - 14a
Título : Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

Esta Norma consiste en aplicar una carga axial de compresión a testigos preparados a una velocidad de carga prescrita hasta que se presente la falla. La resistencia a la compresión del espécimen se determina dividiendo la carga aplicada durante el ensayo por la sección transversal de éste.

MUESTRA N°	DESCRIPCION	DIÁMETRO	CARGA MÁXIMA (KN)	Fc DISEÑO (kg/cm2)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD (Días)	Fc (kg/cm2)
1	PEAD i -2.5%	10.25	259.85	280	7/08/2019	21/08/2019	14	321.01
2	PEAD i -2.5%	10.25	261.12	280	7/08/2019	21/08/2019	14	322.58
3	PEAD i -2.5%	10.25	267.33	280	7/08/2019	21/08/2019	14	330.25
4	PEAD i -2.5%	10.25	285.84	281	7/08/2019	28/08/2019	21	353.12
5	PEAD i -2.5%	10.25	280.21	282	7/08/2019	28/08/2019	21	346.16
6	PEAD i -2.5%	10.25	283.53	283	7/08/2019	28/08/2019	21	350.26
7	PEAD i -2.5%	10.25	293.11	280	7/08/2019	4/09/2019	28	362.10
8	PEAD i -2.5%	10.25	290.91	280	7/08/2019	4/09/2019	28	359.38
9	PEAD i -2.5%	10.25	291.18	280	7/08/2019	4/09/2019	28	359.71

Observaciones: Muestras provista e identificada por el interesado
* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993)

* LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolucion N°002-98/INDECOPI - CRT del 07.01.1998)

Equipo Utilizado

Prensa de Concreto: A&A Instruments, Serie N°131121, Capacidad 20000kg, Indicador Digital MC, Modelo 315-X5, serie N°0332565, Certificado de calibración MT-LF-170-2019 (Abril 2019), Trazabilidad NSTLM-USA (National Standards Testing Laboratory of Maryland - USA), patron utilizado Celda de Carga Calibrado a 15000 KN Con Incertidumbre del Orden de 0,6%, Calibrado de Acuerdo a la Norma UNE-EN ISO 7500-1, certificado de calibración LEDI-PUCP INF-LE-030-19A



Centro de Mecánica de Suelos y Geotécnica

Jr. Aguirre Morales N° 562 El Tambo - Huancayo
Telf.: 064-247389 / Cel: 955736451 / 975729909 / 957920674
E-mail: proyectos@dosedperu.com / www.dosedperu.com



DS0052808092019



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
AGREGADOS Y CONCRETO

INFORME N° DS0052808092019

Tesis : "INFLUENCIA DEL POLIETILENO RECICLADO DE ALTA DENSIDAD EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SOMETIDO A CONGELAMIENTO Y DESHIELO"
Atención : BACH. ACUÑA ALMONACID, LUIS ANGEL
Fecha de recepción : BACH. MILLAN ORELLANA, PAOLA SUSAN
Fecha de emisión : miércoles, 24 de Julio de 2019
lunes, 9 de Setiembre de 2019

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 339.034 - ASTM C39 / C39M - 14a

Código : NTP 339.034:2008. (revisada el 2013)

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. 3a. ed.

Código : ASTM C39 / C39M - 14a

Título : Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

Esta Norma consiste en aplicar una carga axial de compresión a testigos preparados a una velocidad de carga prescrita hasta que se presente la falla. La resistencia a la compresión del espécimen se determina dividiendo la carga aplicada durante el ensayo por la sección transversal de éste.

MUESTRA N°	DESCRIPCION	DIÁMETRO	CARGA MÁXIMA (KN)	f _c DISEÑO kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD (Días)	f _c (kg/cm ²)
1	PEAD CONGELADO -2.5%	10.25	93.35	280	5/08/2019	8/08/2019	3	115.32
2	PEAD CONGELADO -2.5%	10.25	92.78	280	5/08/2019	8/08/2019	3	114.62
3	PEAD CONGELADO -2.5%	10.25	90.74	280	5/08/2019	8/08/2019	3	112.10
4	PEAD CONGELADO -2.5%	10.25	110.47	281	5/08/2019	12/08/2019	7	136.47
5	PEAD CONGELADO -2.5%	10.25	108.14	282	5/08/2019	12/08/2019	7	133.59
6	PEAD CONGELADO -2.5%	10.25	111.44	283	5/08/2019	12/08/2019	7	137.67

Observaciones: Muestras provista e identificada por el interesado

* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)

* LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolucion N°002-98/INDECOPI - CRT del 07.01.1998)

Equipo Utilizado

Prensa de Concreto: A&A Instruments, Serie N°131121, Capacidad 20000kg, Indicador Digital MC, Modelo 315-X5, serie N°0332565, Certificado de calibración MT-LF-170-2019 (Abril 2019), Trazabilidad NSTLM-USA (National Standards Testing Laboratory de Maryland - USA), patron utilizado Celda de Carga Calibrado a 15000 KN Con Incertidumbre del Orden de 0,6%, Calibrado de Acuerdo a la Norma UNE-EN ISO 7500-1, certificado de calibración LEDI-PUCP INF-LE-030-19A

Nataly Lucia Cordova Zorrilla
CIP. 146809
Ingeniera de Mecánica de Suelos y Geotecnia

Jr. Aguirre Morales N° 562 El Tambo - Huancayo
Telf.: 064-247389 / Cel: 955736451 / 975729909 / 957920674
E-mail: proyectos@dosedperu.com / www.dosedperu.com



DS0052808092019



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
AGREGADOS Y CONCRETO

INFORME N° DS0052808092019

Tesis : "INFLUENCIA DEL POLIETILENO RECICLADO DE ALTA DENSIDAD EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SOMETIDO A CONGELAMIENTO Y DESHIELO"
Atención : BACH. ACUÑA ALMONACID, LUIS ANGEL
: BACH. MILLAN ORELLANA, PAOLA SUSAN
Fecha de recepción : miércoles, 24 de Julio de 2019
Fecha de emisión : lunes, 9 de Setiembre de 2019

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 339.034 - ASTM C39 / C39M - 14a

Código : NTP 339.034:2008. (revisada el 2013)

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. 3a. ed.

Código : ASTM C39 / C39M - 14a

Título : Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

Esta Norma consiste en aplicar una carga axial de compresión a testigos preparados a una velocidad de carga prescrita hasta que se presente la falla. La resistencia a la compresión del espécimen se determina dividiendo la carga aplicada durante el ensayo por la sección transversal de éste.

MUESTRA N°	DESCRIPCION	DIÁMETRO	CARGA MÁXIMA (KN)	f _c DISEÑO kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD (Días)	f _c (kg/cm ²)
1	PEAD CONGELADO -2.5%	10.25	125.58	280	5/08/2019	19/08/2019	14	155.14
2	PEAD CONGELADO -2.5%	10.25	125.84	280	5/08/2019	19/08/2019	14	155.46
3	PEAD CONGELADO -2.5%	10.25	121.87	280	5/08/2019	19/08/2019	14	150.55
4	PEAD CONGELADO -2.5%	10.25	186.1	281	5/08/2019	26/08/2019	21	229.90
5	PEAD CONGELADO -2.5%	10.25	182.67	282	5/08/2019	26/08/2019	21	225.66
6	PEAD CONGELADO -2.5%	10.25	184.15	283	5/08/2019	26/08/2019	21	227.49
7	PEAD CONGELADO -2.5%	10.25	180.86	280	5/08/2019	2/09/2019	28	223.43
8	PEAD CONGELADO -2.5%	10.25	181.24	280	5/08/2019	2/09/2019	28	223.90
9	PEAD CONGELADO -2.5%	10.25	179.67	280	5/08/2019	2/09/2019	28	221.96

Observaciones: Muestras provista e identificada por el interesado

* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993)

* LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEDEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolución N°002-98/INDECOPI - CRT del 07.01.1998)

Equipo Utilizado

Presna de Concreto: A&A Instruments, Serie N°131121, Capacidad 20000kg, Indicador Digital MC, Modelo 315-X5, serie N°0332565, Certificado de calibración MT-LF-170-2019 (Abril 2019), Trazabilidad NSTLM-USA (National Standards Testing Laboratory de Maryland - USA), patron utilizado Celda de Carga Calibrado a 15000 KN Con Incertidumbre del Orden de 0,6%, Calibrado de Acuerdo a la Norma UNE-EN ISO 7500-1, certificado de calibración LEDI-PUCP INF-LE-030-19A

Jr. Aguirre Morales N° 562 El Tambo - Huancayo

Tel.: 064-247389 / Cel: 955736451 / 975729909 / 957920674

E-mail: proyectos@dosedperu.com / www.dosedperu.com



DOSED
INGENIERIA Y CONSTRUCCION
Calle 1000 N° 1000
Huancayo - Perú



DS0052808092019



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
AGREGADOS Y CONCRETO

INFORME N° DS0052808092019

Tesis : "INFLUENCIA DEL POLIETILENO RECICLADO DE ALTA DENSIDAD EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SOMETIDO A CONGELAMIENTO Y DESHIELO"
Atención : BACH. ACUÑA ALMONACID, LUIS ANGEL
Fecha de recepción : BACH. MILLAN ORELLANA, PAOLA SUSAN
Fecha de emisión : miércoles, 24 de Julio de 2019
Fecha de emisión : lunes, 9 de Setiembre de 2019

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 339.034 - ASTM C39 / C39M - 14a

Código : NTP 339.034:2008. (revisada el 2013)
Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. 3a. ed.
Código : ASTM C39 / C39M - 14a
Título : Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

Esta Norma consiste en aplicar una carga axial de compresión a testigos preparados a una velocidad de carga prescrita hasta que se presente la falla. La resistencia a la compresión del espécimen se determina dividiendo la carga aplicada durante el ensayo por la sección transversal de éste.

MUESTRA N°	DESCRIPCION	DIÁMETRO	CARGA MÁXIMA (KN)	Fc DISEÑO kg/cm2	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD (Dias)	Fc (kg/cm2)
1	PEAD i -5%	10.25	135.88	280	24/07/2019	27/07/2019	3	167.86
2	PEAD i -5%	10.25	134.53	280	24/07/2019	27/07/2019	3	166.19
3	PEAD i -5%	10.25	135.95	280	24/07/2019	27/07/2019	3	167.95
4	PEAD i -5%	10.25	175.74	280	24/07/2019	31/07/2019	7	217.10
5	PEAD i -5%	10.25	173.15	280	24/07/2019	31/07/2019	7	213.90
6	PEAD i -5%	10.25	172.59	280	24/07/2019	31/07/2019	7	213.21

Observaciones: Muestras provista e identificada por el interesado

* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993)

* LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolucion N°002-98/INDECOPI - CRT del 07.01.1998)

Equipo Utilizado

Prensa de Concreto: A&A Instruments, Serie N°131121, Capacidad 20000kg, Indicador Digital MC, Modelo 315-X5, serie N°0332565, Certificado de calibración MT-LF-170-2019 (Abril 2019), Trazabilidad NSTLM-USA (National Standards Testing Laboratory de Maryland - USA), patron utilizado Celda de Carga Calibrado a 15000 KN Con Incertidumbre del Orden de 0,6%, Calibrado de Acuerdo a la Norma UNE-EN ISO 7500-1, certificado de calibración LEDI-PUCP INF-LE-030-19A

DOSED
Nataly Lucia Condore Zorrilla
CIP 144109
Especialista en Mecánica de Suelos y Geotecnia

Jr. Aguirre Morales N° 562 El Tambo - Huancayo
Telf.: 064-247389 / Cel: 955736451 / 975729909 / 957920674
E-mail: proyectos@dosedperu.com / www.dosedperu.com



DS0052808092019



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
AGREGADOS Y CONCRETO

INFORME N° DS0052808092019

Tesis : "INFLUENCIA DEL POLIETILENO RECICLADO DE ALTA DENSIDAD EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SOMETIDO A CONGELAMIENTO Y DESHIELO"
Atención : BACH. ACUÑA ALMONACID, LUIS ANGEL
Fecha de recepción : BACH. MILLAN ORELLANA, PAOLA SUSAN
Fecha de emisión : miércoles, 24 de Julio de 2019
lunes, 9 de Setiembre de 2019

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 339.034 - ASTM C39 / C39M - 14a

Código : NTP 339.034:2008. (revisada el 2013)

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. 3a. ed.

Código : ASTM C39 / C39M - 14a

Título : Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

Esta Norma consiste en aplicar una carga axial de compresión a testigos preparados a una velocidad de carga prescrita hasta que se presente la falla. La resistencia a la compresión del espécimen se determina dividiendo la carga aplicada durante el ensayo por la sección transversal de éste.

MUESTRA N°	DESCRIPCION	DIÁMETRO	CARGA MÁXIMA (KN)	Fc DISEÑO kg/cm2	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD (Días)	Fc (kg/cm2)
1	PEAD i -5%	10.25	215.12	280	29/07/2019	12/08/2019	14	265.75
2	PEAD i -5%	10.25	210.99	280	29/07/2019	12/08/2019	14	260.65
3	PEAD i -5%	10.25	212.24	280	29/07/2019	12/08/2019	14	262.19
4	PEAD i -5%	10.25	219.28	280	24/07/2019	14/08/2019	21	270.89
5	PEAD i -5%	10.25	226.68	280	24/07/2019	14/08/2019	21	280.03
6	PEAD i -5%	10.25	218.46	280	24/07/2019	14/08/2019	21	269.88
7	PEAD i -5%	10.25	238.74	280	29/07/2019	26/08/2019	28	294.93
8	PEAD i -5%	10.25	237.85	280	29/07/2019	26/08/2019	28	293.83
9	PEAD i -5%	10.25	239.44	280	29/07/2019	26/08/2019	28	295.79

Observaciones:

Muestras provista e identificada por el interesado

* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)

* LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolucion N°002-98/INDECOPI - CRT del 07.01.1998)

Equipo Utilizado

Prensa de Concreto: A&A Instruments, Serie N°131121, Capacidad 200000kg, Indicador Digital MC, Modelo 315-X5, serie N°00332565, Certificado de calibración MT-LF-170-2019 (Abril 2019), Trazabilidad NSTLM-USA (National Standards Testing Laboratory de Maryland - USA), patron utilizado Celda de Carga Calibrado a 15000 KN Con Incertidumbre del Orden de 0,6%, Calibrado de acuerdo a Norma UNE-EN ISO 7500-1, certificado de calibración LEDI-PUCP INF-LE-030-19A
Jr. Aguirre Morales N° 302 El Pardo
Telf.: 064-247389 / Cel: 955736451 / 975729909 / 957920674
E-mail: proyectos@dosedperu.com / www.dosedperu.com



Nataly Lucia Córdova Zorrilla



DS0052808092019



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
AGREGADOS Y CONCRETO

INFORME N° DS0052808092019

Tesis : "INFLUENCIA DEL POLIETILENO RECICLADO DE ALTA DENSIDAD EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SOMETIDO A CONGELAMIENTO Y DESHIELO"
Atención : BACH. ACUÑA ALMONACID, LUIS ANGEL
Fecha de recepción : BACH. MILLAN ORELLANA, PAOLA SUSAN
Fecha de emisión : miércoles, 24 de Julio de 2019
Fecha de emisión : lunes, 9 de Setiembre de 2019

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 339.034 - ASTM C39 / C39M - 14a

Código : NTP 339.034:2008. (revisada el 2013)

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. 3a. ed.

Código : ASTM C39 / C39M - 14a

Título : Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

Esta Norma consiste en aplicar una carga axial de compresión a testigos preparados a una velocidad de carga prescrita hasta que se presente la falla. La resistencia a la compresión del espécimen se determina dividiendo la carga aplicada durante el ensayo por la sección transversal de éste.

MUESTRA N°	DESCRIPCION	DIÁMETRO	CARGA MÁXIMA (KN)	f _c DISEÑO kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD (Días)	f _c (kg/cm ²)
1	PEAD CONGELADO -5%	10.25	104.61	280	25/07/2019	28/07/2019	3	129.23
2	PEAD CONGELADO -5%	10.25	99.89	280	25/07/2019	28/07/2019	3	123.40
3	PEAD CONGELADO -5%	10.25	99.5	280	25/07/2019	28/07/2019	3	122.92
4	PEAD CONGELADO -5%	10.25	146.01	281	25/07/2019	1/08/2019	7	180.37
5	PEAD CONGELADO -5%	10.25	145.43	282	25/07/2019	1/08/2019	7	179.66
6	PEAD CONGELADO -5%	10.25	146.35	283	25/07/2019	1/08/2019	7	180.79

Observaciones: Muestras provista e identificada por el interesado

* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)

* LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolución N°002-98/INDECOPI - CRT del 07.01.1998)

Equipo Utilizado

Presna de Concreto: A&A Instruments, Serie N°131121, Capacidad 200000kg, Indicador Digital MC, Modelo 315-X5, serie N°0332565, Certificado de calibración MT-LF-170-2019 (Abril 2019), Trazabilidad NSTLM-USA (National Standards Testing Laboratory de Maryland - USA), patrón utilizado: Celda de Carga Calibrado a 15000 KN Con Incertidumbre del Orden de 0,6%, Calibrado de Acuerdo a la Norma UNE-EN ISO 7500-1, certificado de calibración LEDI-PUCP INF-LE-030-19A



CIP: 148100
Instituto de Mecánica de Suelos y Geotecnia

Jr. Aguirre Morales N° 562 El Tambo - Huancayo
Telf.: 064-247389 / Cel: 955736451 / 975729909 / 957920674
E-mail: proyectos@dosedperu.com / www.dosedperu.com



DS0052808092019

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
AGREGADOS Y CONCRETO

INFORME N° DS0052808092019

Tesis : "INFLUENCIA DEL POLIETILENO RECICLADO DE ALTA DENSIDAD EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SOMETIDO A CONGELAMIENTO Y DESHIELO"

Atención : BACH. ACUÑA ALMONACID, LUIS ANGEL
: BACH. MILLAN ORELLANA, PAOLA SUSAN

Fecha de recepción : miércoles, 24 de Julio de 2019

Fecha de emisión : lunes, 9 de Setiembre de 2019

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 339.034 - ASTM C39 / C39M - 14a

Código : NTP 339.034:2008. (revisada el 2013)

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. 3a. ed.

Código : ASTM C39 / C39M - 14a

Título : Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

Esta Norma consiste en aplicar una carga axial de compresión a testigos preparados a una velocidad de carga prescrita hasta que se presente la falla. La resistencia a la compresión del espécimen se determina dividiendo la carga aplicada durante el ensayo por la sección transversal de éste.

MUESTRA N°	DESCRIPCION	DIÁMETRO	CARGA MÁXIMA (KN)	Fc DISEÑO kg/cm2	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD (Días)	f'c (kg/cm2)
1	PEAD CONGELADO -5%	10.25	193.2	280	25/07/2019	8/08/2019	14	238.67
2	PEAD CONGELADO -5%	10.25	194.66	280	25/07/2019	8/08/2019	14	240.48
3	PEAD CONGELADO -5%	10.25	193.81	280	25/07/2019	8/08/2019	14	239.43
4	PEAD CONGELADO -5%	10.25	201.46	281	25/07/2019	15/08/2019	21	248.88
5	PEAD CONGELADO -5%	10.25	198.89	282	25/07/2019	15/08/2019	21	245.70
6	PEAD CONGELADO -5%	10.25	203.58	283	25/07/2019	15/08/2019	21	251.49
7	PEAD CONGELADO -5%	10.25	209.52	280	25/07/2019	22/08/2019	28	258.83
8	PEAD CONGELADO -5%	10.25	214.96	280	25/07/2019	22/08/2019	28	265.55
9	PEAD CONGELADO -5%	10.25	218.92	280	25/07/2019	22/08/2019	28	270.44

Observaciones: Muestras provista e identificada por el interesado

* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993)

* LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolucion N°002-98/INDECOPI - CRT del 07.01.1998)

Equipo Utilizado

Prensa de Concreto: A&A Instruments, Serie N°131121, Capacidad 20000kg, Indicador Digital MC, Modelo 315-X5, serie N°0332565, Certificado de calibración MT-LF-170-2019 (Abril 2019), Trazabilidad NISTLM-USA (National Standards Testing Laboratory de Maryland - USA), patron utilizado Celda de Carga Calibrado a 15000 KN Cod. Ince. Muebles N° 582 El Jardino - Idancayo

Int. 030 874 - 247389 / Cel: 955736451 / 975729909 / 957920674

E-mail: proyectos@dosedperu.com / www.dosedperu.com



Nataly Lucia Corzo Zorrilla

CIP: 14800

Especialista en Materiales Sólidos y Geotecnia



DS0052808092019



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
AGREGADOS Y CONCRETO

INFORME N° DS0052808092019

Tesis : "INFLUENCIA DEL POLIETILENO RECICLADO DE ALTA DENSIDAD EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SOMETIDO A CONGELAMIENTO Y DESHIELO"
Atención : BACH. ACUÑA ALMONACID, LUIS ANGEL
: BACH. MILLAN ORELLANA, PAOLA SUSAN
Fecha de recepción : miércoles, 24 de Julio de 2019
Fecha de emisión : lunes, 9 de Setiembre de 2019

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 339.034 - ASTM C39 / C39M - 14a

Código : NTP 339.034:2008. (revisada el 2013)

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. 3a. ed.

Código : ASTM C39 / C39M - 14a

Título : Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

Esta Norma consiste en aplicar una carga axial de compresión a testigos preparados a una velocidad de carga prescrita hasta que se presente la falla. La resistencia a la compresión del espécimen se determina dividiendo la carga aplicada durante el ensayo por la sección transversal de éste.

MUESTRA N°	DESCRIPCION	DIÁMETRO	CARGA MÁXIMA (KN)	f _c DISEÑO kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD (Días)	f _c (kg/cm ²)
1	PEAD i -7.5%	10.25	136.29	280	12/08/2019	15/08/2019	3	168.37
2	PEAD i -7.5%	10.25	138.6	280	12/08/2019	15/08/2019	3	171.22
3	PEAD i -7.5%	10.25	135.14	280	12/08/2019	15/08/2019	3	166.95
4	PEAD i -7.5%	10.25	193.49	281	12/08/2019	19/08/2019	7	239.03
5	PEAD i -7.5%	10.25	188.56	282	12/08/2019	19/08/2019	7	232.94
6	PEAD i -7.5%	10.25	192	283	12/08/2019	19/08/2019	7	237.19

Observaciones: Muestras provista e identificada por el interesado

* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)

* LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolucion N°002-98/INDECOPI - CRT del 07.01.1998)

Equipo Utilizado

Presna de Concreto: A&A Instruments, Serie N°131121, Capacidad 200000kg, Indicador Digital MC, Modelo 315-X5, serie N°033255, certificado de calibracion MT-LF-170-2019 (Abril 2019), Trazabilidad NSTLM-USA (National Standards Testing Laboratory of Maryland - USA), patrón certificado de calibracion a 15000 KN Con Incertidumbre del Orden de 0,6%, Calibrado de Acuerdo a la Norma UNE-EN ISO 7500-1, certificado de calibracion LEDI-PUCP INF-LE-030-19A



CIP. 149859
Gerente de Mecánica de Suelos y Geotecnia

Jr. Aguirre Morales N° 562 El Tambo - Huancayo
Telf.: 064-247389 / Cel: 955736451 / 975729909 / 957920674
E-mail: proyectos@dosedperu.com / www.dosedperu.com



DS0052808092019



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
AGREGADOS Y CONCRETO

INFORME N° DS0052808092019

Tesis : "INFLUENCIA DEL POLIETILENO RECICLADO DE ALTA DENSIDAD EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SOMETIDO A CONGELAMIENTO Y DESHIELO"
Atención : BACH. ACUÑA ALMONACID, LUIS ANGEL
Fecha de recepción : BACH. MILLAN ORELLANA, PAOLA SUSAN
Fecha de emisión : miércoles, 24 de Julio de 2019
Fecha de emisión : lunes, 9 de Setiembre de 2019

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 339.034 - ASTM C39 / C39M - 14a

Código : NTP 339.034:2008. (revisada el 2013)

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. 3a. ed.

Código : ASTM C39 / C39M - 14a

Título : Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

Esta Norma consiste en aplicar una carga axial de compresión a testigos preparados a una velocidad de carga prescrita hasta que se presente la falla. La resistencia a la compresión del espécimen se determina dividiendo la carga aplicada durante el ensayo por la sección transversal de éste.

MUESTRA N°	DESCRIPCION	DIÁMETRO	CARGA MÁXIMA (KN)	f _c DISEÑO kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD (Días)	f _c (kg/cm ²)
1	PEAD i -7.5%	10.25	182.85	280	12/08/2019	26/08/2019	14	225.89
2	PEAD i -7.5%	10.25	182.66	280	12/08/2019	26/08/2019	14	225.65
3	PEAD i -7.5%	10.25	179.33	280	12/08/2019	26/08/2019	14	221.54
4	PEAD i -7.5%	10.25	221.61	281	12/08/2019	2/09/2019	21	273.77
5	PEAD i -7.5%	10.25	222.88	282	12/08/2019	2/09/2019	21	275.34
6	PEAD i -7.5%	10.25	228.49	283	12/08/2019	2/09/2019	21	282.27
7	PEAD i -7.5%	10.25	234.46	280	12/08/2019	9/09/2019	28	289.64
8	PEAD i -7.5%	10.25	231.58	280	12/08/2019	9/09/2019	28	286.08
9	PEAD i -7.5%	10.25	239.01	280	12/08/2019	9/09/2019	28	295.26

Observaciones: Muestras provista e identificada por el interesado

* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993)

* LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolucion N°002-98/INDECOPI - CRT del 07.01.1998)

Equipo Utilizado

Presna de Concreto: A&A Instruments, Serie N°131121, Capacidad 20000kg, Indicador Digital MC, Modelo 315-X5, serie N°90332565, Certificado de calibracion MT-LF-170-2019 (Abril 2019), Trazabilidad NSTLM-USA (National Standards Testing Laboratory de Maryland - USA), patron utilizado Celda de Carga Calibrado a 15000 KN Celdas de Carga de 0,64t, Calibrado de Acuerdo a la Norma UNE-EN ISO 7500-1, certificado de calibracion LEDI-PUCP INF-030-094 / 247389 / Cel: 955736451 / 975729909 / 957920674

E-mail: proyectos@dosedperu.com / www.dosedperu.com



Nataly Lucia Cerón Zorrilla

Geotecnia



DS0052808092019



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
AGREGADOS Y CONCRETO

INFORME N° DS0052808092019

Tesis : "INFLUENCIA DEL POLIETILENO RECICLADO DE ALTA DENSIDAD EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SOMETIDO A CONGELAMIENTO Y DESHIELO"
Atención : BACH. ACUÑA ALMONACID, LUIS ANGEL
: BACH. MILLAN ORELLANA, PAOLA SUSAN
Fecha de recepción : miércoles, 24 de Julio de 2019
Fecha de emisión : lunes, 9 de Setiembre de 2019

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 339.034 - ASTM C39 / C39M - 14a

Código : NTP 339.034:2008. (revisada el 2013)
Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. 3a. ed.
Código : ASTM C39 / C39M - 14a
Título : Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

Esta Norma consiste en aplicar una carga axial de compresión a testigos preparados a una velocidad de carga prescrita hasta que se presente la falla. La resistencia a la compresión del espécimen se determina dividiendo la carga aplicada durante el ensayo por la sección transversal de éste.

MUESTRA N°	DESCRIPCION	DIÁMETRO	CARGA MÁXIMA (KN)	f _c DISEÑO kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD (Días)	f _c (kg/cm ²)
1	PEAD CONGELADO -7.5%	10.25	87.49	280	12/08/2019	15/08/2019	3	108.08
2	PEAD CONGELADO -7.5%	10.25	86.7	280	12/08/2019	15/08/2019	3	107.11
3	PEAD CONGELADO -7.5%	10.25	82.91	280	12/08/2019	15/08/2019	3	102.42
4	PEAD CONGELADO -7.5%	10.25	127.71	281	12/08/2019	19/08/2019	7	157.77
5	PEAD CONGELADO -7.5%	10.25	135.06	282	12/08/2019	19/08/2019	7	166.85
6	PEAD CONGELADO -7.5%	10.25	133.31	283	12/08/2019	19/08/2019	7	164.69

Observaciones: Muestras provista e identificada por el interesado

* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)

* LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEDEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolucion N°002-98/INDECOPI - CRT del 07.01.1998)

Equipo Utilizado

Prensa de Concreto: A&A Instruments, Serie N°131121, Capacidad 200000kg, Indicador Digital MC, Modelo 315-X5, serie N°0332568, Certificado de calibración MT-LF-170-2019 (Abril 2019), Trazabilidad NSTLM-USA (National Standards Testing Laboratory de Maryland - USA), patrón utilizado Celda de Carga Calibrado a 15000 KN Con Incertidumbre del Orden de 0,6%, Calibrado de Acuerdo a la Norma UNE-EN ISO 7500-1, certificado de calibración LEDI-PUCP INF-LE-030-19A



Gerente de Mecánica de Suelos y Geotecnia

Jr. Aguirre Morales N° 562 El Tambo - Huancayo
Telf.: 064-247389 / Cel: 955736451 / 975729909 / 957920674
E-mail: proyectos@dosedperu.com / www.dosedperu.com



DS0052808092019



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
AGREGADOS Y CONCRETO

INFORME N° DS0052808092019

Tesis : "INFLUENCIA DEL POLIETILENO RECICLADO DE ALTA DENSIDAD EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SOMETIDO A CONGELAMIENTO Y DESHIELO"
Atención : BACH. ACUÑA ALMONACID, LUIS ANGEL
: BACH. MILLAN ORELLANA, PAOLA SUSAN
Fecha de recepción : miércoles, 24 de Julio de 2019
Fecha de emisión : lunes, 9 de Setiembre de 2019

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 339.034 - ASTM C39 / C39M - 14a

Código : NTP 339.034:2008. (revisada el 2013)

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. 3a. ed.

Código : ASTM C39 / C39M - 14a

Título : Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

Esta Norma consiste en aplicar una carga axial de compresión a testigos preparados a una velocidad de carga prescrita hasta que se presente la falla. La resistencia a la compresión del espécimen se determina dividiendo la carga aplicada durante el ensayo por la sección transversal de éste.

MUESTRA N°	DESCRIPCION	DIÁMETRO	CARGA MAXIMA (KN)	Fc DISEÑO kg/cm2	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD (Dias)	Fc (kg/cm2)
1	PEAD CONGELADO -7.5%	10.25	161.89	280	12/08/2019	26/08/2019	14	199.99
2	PEAD CONGELADO -7.5%	10.25	162.81	280	12/08/2019	26/08/2019	14	201.13
3	PEAD CONGELADO -7.5%	10.25	161.12	280	12/08/2019	26/08/2019	14	199.04
4	PEAD CONGELADO -7.5%	10.25	177.27	281	12/08/2019	2/09/2019	21	218.99
5	PEAD CONGELADO -7.5%	10.25	176.27	282	12/08/2019	2/09/2019	21	217.76
6	PEAD CONGELADO -7.5%	10.25	177.2	283	12/08/2019	2/09/2019	21	218.91
7	PEAD CONGELADO -7.5%	10.25	188.48	280	12/08/2019	9/09/2019	28	232.84
8	PEAD CONGELADO -7.5%	10.25	184.45	280	12/08/2019	9/09/2019	28	227.86
9	PEAD CONGELADO -7.5%	10.25	189.58	280	12/08/2019	9/09/2019	28	234.20

Observaciones: Muestras provista e identificada por el interesado

* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993)

* LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolucion N°002-98/INDECOPI - CRT del 07.01.1998)

Equipo Utilizado

Prensa de Concreto: A&A Instruments, Serie N°131121, Capacidad 20000kg, Indicador Digital MC, Modelo 315-X5, serie N°0332565, certificado de calibración MT-LF-170-2019 (Abril 2019), Trazabilidad NSTLM-USA (National Standards Testing Laboratory de Maryland - USA), patrón utilizado Celda de Carga Calibrado a 15000 KN Con Incertidumbre del Orden de 0,6%, Calibrado de Acuerdo a la Norma UNE-EN ISO 7500-1, certificado de calibración LEDI-PUCP INF-LE-030-19A

Jr. Aguirre Morales N° 562 El Tambo - Huancayo
Telf.: 064-247389 / Cel: 955736451 / 975729909 / 957920674
E-mail: proyectos@dosedperu.com / www.dosedperu.com



DS0052808092019

 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 AGREGADOS Y CONCRETO

INFORME N° DS0052808092019

Tesis : "INFLUENCIA DEL POLIETILENO RECICLADO DE ALTA DENSIDAD EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SOMETIDO A CONGELAMIENTO Y DESHIELO"

Atención : BACH. ACUÑA ALMONACID, LUIS ANGEL
 : BACH. MILLAN ORELLANA, PAOLA SUSAN

Fecha de recepción : miércoles, 24 de Julio de 2019

Fecha de emisión : lunes, 9 de Setiembre de 2019

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 339.034 - ASTM C39 / C39M - 14a

Código : NTP 339.034:2008. (revisada el 2013)

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. 3a. ed.

Código : ASTM C39 / C39M - 14a

Título : Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

Esta Norma consiste en aplicar una carga axial de compresión a testigos preparados a una velocidad de carga prescrita hasta que se presente la falla. La resistencia a la compresión del espécimen se determina dividiendo la carga aplicada durante el ensayo por la sección transversal de éste.

MUESTRA N°	DESCRIPCION	DIÁMETRO	CARGA MÁXIMA (KN)	Fc DISEÑO kg/cm2	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD (Dias)	fc (kg/cm2)
1	PEAD i -10%	10.25	187.36	280	29/07/2019	12/08/2019	14	231.46
2	PEAD i -10%	10.25	185.8	280	29/07/2019	12/08/2019	14	229.53
3	PEAD i -10%	10.25	188.2	281	25/07/2019	8/08/2019	14	232.49
4	PEAD i -10%	10.25	214.71	282	25/07/2019	15/08/2019	21	265.24
5	PEAD i -10%	10.25	211.28	283	25/07/2019	15/08/2019	21	261.01
6	PEAD i -10%	10.25	218.06	284	26/07/2019	16/08/2019	21	269.38
7	PEAD i -10%	10.25	217.7	280	29/07/2019	26/08/2019	28	268.94
8	PEAD i -10%	10.25	220.09	280	29/07/2019	26/08/2019	28	271.89
9	PEAD i -10%	10.25	222.83	280	29/07/2019	26/08/2019	28	275.28

Observaciones: Muestras provista e identificada por el interesado

* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993)

* LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolucion N°002-98/INDECOPI - CRT del 07.01.1998)

Equipo Utilizado

Presna de Concreto: A&A Instruments, Serie N°131121, Capacidad 20000kg, Indicador Digital MC, Modelo 315-X5, serie N°013288, certificado de calibracion MT-LF-170-2019 (Abril 2019), Trazabilidad NSTLM-USA (National Standards Testing Laboratory de Maryland -USA), patron utilizado Celda de Carga Calibrado a 15000 KN Con Incertidumbre del Orden de 0,6%, Calibrado de Acuerdo a la Norma UNE-EN ISO 7500-1, certificado de calibracion LEDI-PUCP INF-LE-030-19A

Jr. Aguirre Morales N° 562 El Tambo - Huancayo
 Telf.: 064-247389 / Cel: 955736451 / 975729909 / 957920674
 E-mail: proyectos@dosedperu.com / www.dosedperu.com





DS0052808092019

 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 AGREGADOS Y CONCRETO

INFORME N° DS0052808092019

Tesis : "INFLUENCIA DEL POLIETILENO RECICLADO DE ALTA DENSIDAD EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SOMETIDO A CONGELAMIENTO Y DESHIELO"

Atención : BACH. ACUÑA ALMONACID, LUIS ANGEL
 : BACH. MILLAN ORELLANA, PAOLA SUSAN

Fecha de recepción : miércoles, 24 de Julio de 2019

Fecha de emisión : lunes, 9 de Setiembre de 2019

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 339.034 - ASTM C39 / C39M - 14a

Código : NTP 339.034:2008. (revisada el 2013)

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. 3a. ed.

Código : ASTM C39 / C39M - 14a

Título : Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

Esta Norma consiste en aplicar una carga axial de compresión a testigos preparados a una velocidad de carga prescrita hasta que se presente la falla. La resistencia a la compresión del espécimen se determina dividiendo la carga aplicada durante el ensayo por la sección transversal de éste.

MUESTRA N°	DESCRIPCION	DIÁMETRO	CARGA MÁXIMA (KN)	f _c DISEÑO kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD (Días)	f _c (kg/cm ²)
1	PEAD i -10%	10.25	187.36	280	29/07/2019	12/08/2019	14	231.46
2	PEAD i -10%	10.25	185.8	280	29/07/2019	12/08/2019	14	229.53
3	PEAD i -10%	10.25	188.2	281	25/07/2019	8/08/2019	14	232.49
4	PEAD i -10%	10.25	214.71	282	25/07/2019	15/08/2019	21	265.24
5	PEAD i -10%	10.25	211.28	283	25/07/2019	15/08/2019	21	261.01
6	PEAD i -10%	10.25	218.06	284	26/07/2019	16/08/2019	21	269.38
7	PEAD i -10%	10.25	217.7	280	29/07/2019	26/08/2019	28	268.94
8	PEAD i -10%	10.25	220.09	280	29/07/2019	26/08/2019	28	271.89
9	PEAD i -10%	10.25	222.83	280	29/07/2019	26/08/2019	28	275.28

Observaciones:

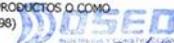
Muestras provista e identificada por el interesado

* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)

* LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolución N°002-98/INDECOPI - CRT del 07.01.1998)

Equipo Utilizado

Prensa de Concreto: A&A Instruments, Serie N°131121, Capacidad 200000kg, Indicador Digital MC, Modelo 315-X5, serie N°0332565, Certificado de calibración MT-LF-170-2019 (Abril 2019), Trazabilidad NSTLM-USA (National Standards Testing Laboratory de Maryland - USA); patrón utilizado Celda de Carga Calibrado a 15000 KN Con Incertidumbre del Orden de 0,6%, Calibrado de Acuerdo a la Norma UNE-EN ISO 7500-1, certificado de calibración LEDI-PUCP INF-LE-030-19A

 Jr. Aguirre Morales N° 562 El Tambo - Huancayo
 Telf.: 064-247389 / Cel: 955736451 / 975729909 / 957920674
 E-mail: proyectos@dosedperu.com / www.dosedperu.com




DS0052808092019



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
AGREGADOS Y CONCRETO

INFORME N° DS0052808092019

Tesis : "INFLUENCIA DEL POLIETILENO RECICLADO DE ALTA DENSIDAD EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SOMETIDO A CONGELAMIENTO Y DESHIELO"
Atención : BACH. ACUÑA ALMONACID, LUIS ANGEL
: BACH. MILLAN ORELLANA, PAOLA SUSAN
Fecha de recepción : miércoles, 24 de Julio de 2019
Fecha de emisión : lunes, 9 de Setiembre de 2019

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 339.034 - ASTM C39 / C39M - 14a

Código : NTP 339.034:2008. (revisada el 2013)

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. 3a. ed.

Código : ASTM C39 / C39M - 14a

Título : Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

Esta Norma consiste en aplicar una carga axial de compresión a testigos preparados a una velocidad de carga prescrita hasta que se presente la falla. La resistencia a la compresión del espécimen se determina dividiendo la carga aplicada durante el ensayo por la sección transversal de éste.

MUESTRA N°	DESCRIPCION	DIÁMETRO	CARGA MÁXIMA (KN)	f _c DISEÑO kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD (Días)	f _c (kg/cm ²)
1	PEAD CONGELADO -10%	10.25	55.72	280	29/07/2019	1/08/2019	3	68.83
2	PEAD CONGELADO -10%	10.25	51.13	280	29/07/2019	1/08/2019	3	63.16
3	PEAD CONGELADO -10%	10.25	54.16	280	29/07/2019	1/08/2019	3	66.91
4	PEAD CONGELADO -10%	10.25	97.58	281	29/07/2019	5/08/2019	7	120.55
5	PEAD CONGELADO -10%	10.25	98.57	282	29/07/2019	5/08/2019	7	121.77
6	PEAD CONGELADO -10%	10.25	95.14	283	29/07/2019	5/08/2019	7	117.53

Observaciones: Muestras provista e identificada por el interesado

* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)

* LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolucion N°002-98/INDECOPI - CRT del 07.01.1998)

Equipo Utilizado

Presna de Concreto: A&A Instruments, Serie N°131121, Capacidad 20000kg, Indicador Digital MC, Modelo 315-X5, serie N°0332765, Certificado de calibracion MT-LF-170-2019 (Abril 2019), Trazabilidad NSTLM-USA (National Standards Testing Laboratory de Maryland - USA), patron utilizado: Celda de Carga Calibrado a 15000 KN Con Incertidumbre del Orden de 0,6%, Calibrado de Acuerdo a la Norma UNE-EN ISO 7500-1, certificado de calibracion LEDI-PUCP INF-LE-030-19A



Centro de Mecánica de Suelos y Geotecnia

Jr. Aguirre Morales N° 562 El Tambo - Huancayo
Telf.: 064-247389 / Cel: 955736451 / 975729909 / 957920674
E-mail: proyectos@dosedperu.com / www.dosedperu.com



DS0052808092019

 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 AGREGADOS Y CONCRETO

INFORME N° DS0052808092019

Tesis : "INFLUENCIA DEL POLIETILENO RECICLADO DE ALTA DENSIDAD EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SOMETIDO A CONGELAMIENTO Y DESHIELO"

Atención : BACH. ACUÑA ALMONACID, LUIS ANGEL
 : BACH. MILLAN ORELLANA, PAOLA SUSAN

Fecha de recepción : miércoles, 24 de Julio de 2019

Fecha de emisión : lunes, 9 de Setiembre de 2019

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 339.034 - ASTM C39 / C39M - 14a

Código : NTP 339.034:2008. (revisada el 2013)

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. 3a. ed.

Código : ASTM C39 / C39M - 14a

Título : Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

Esta Norma consiste en aplicar una carga axial de compresión a testigos preparados a una velocidad de carga prescrita hasta que se presente la falla. La resistencia a la compresión del espécimen se determina dividiendo la carga aplicada durante el ensayo por la sección transversal de éste.

MUESTRA N°	DESCRIPCION	DIÁMETRO	CARGA MÁXIMA (KN)	f'c DISEÑO kg/cm2	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD (Días)	f'c (kg/cm2)
1	PEAD CONGELADO -10%	10.25	115.2	280	29/07/2019	12/08/2019	14	142.31
2	PEAD CONGELADO -10%	10.25	113.98	280	29/07/2019	12/08/2019	14	140.81
3	PEAD CONGELADO -10%	10.25	117.11	280	29/07/2019	12/08/2019	14	144.67
4	PEAD CONGELADO -10%	10.25	153.55	280	29/07/2019	19/08/2019	21	189.69
5	PEAD CONGELADO -10%	10.25	154.81	280	29/07/2019	19/08/2019	21	191.25
6	PEAD CONGELADO -10%	10.25	157.23	280	29/07/2019	19/08/2019	21	194.24
7	PEAD CONGELADO -10%	10.25	165.96	280	29/07/2019	26/08/2019	28	205.02
8	PEAD CONGELADO -10%	10.25	164.92	280	29/07/2019	26/08/2019	28	203.74
9	PEAD CONGELADO -10%	10.25	160.41	280	29/07/2019	26/08/2019	28	198.16

Observaciones: Muestras provista e identificada por el interesado

* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993)

* LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEDEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolucion N°002-98/INDECOPI - CRT del 07.01.1998)

Equipo Utilizado

Prensa de Concreto: A&A Instruments, Serie N°131121, Capacidad 200000kg, Indicador Digital MC, Modelo 315-X5, serie N°0332585, Certificado de calibración MT-LF-170-2019 (Abril 2019), Trazabilidad NSTLM-USA (National Standards Testing Laboratory de Maryland - USA), patrón utilizado Celda de Carga Calibrado a 15000 KN Con Incertidumbre del Orden de 0,6%, Calibrado de Acuerdo a la Norma UNE-EN ISO 7500-1, certificado de calibración LEDI-PUCP INF-LE-030-19A



"Instituto de Mecánica de Suelos y Geotecnia"

Jr. Aguirre Morales N° 562 El Tambo - Huancayo
 Telf.: 064-247389 / Cel: 955736451 / 975729909 / 957920674
 E-mail: proyectos@dosedperu.com / www.dosedperu.com



DS0052808092019



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
AGREGADOS Y CONCRETO

INFORME N° DS0052808092019

Tesis : "INFLUENCIA DEL POLIETILENO RECICLADO DE ALTA DENSIDAD EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SOMETIDO A CONGELAMIENTO Y DESHIELO"
Atención : BACH. ACUÑA ALMONACID, LUIS ANGEL
Fecha de recepción : miércoles, 24 de Julio de 2019
Fecha de emisión : lunes, 9 de Setiembre de 2019

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 339.034 - ASTM C39 / C39M - 14a

Código : NTP 339.034:2008. (revisada el 2013)

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. 3a. ed.

Código : ASTM C39 / C39M - 14a

Título : Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

Esta Norma consiste en aplicar una carga axial de compresión a testigos preparados a una velocidad de carga prescrita hasta que se presente la falla. La resistencia a la compresión del espécimen se determina dividiendo la carga aplicada durante el ensayo por la sección transversal de éste.

MUESTRA N°	DESCRIPCION	DIÁMETRO	CARGA MÁXIMA (KN)	f _c DISEÑO kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD (Días)	f _c (kg/cm ²)
1	PEAD i -15%	10.25	111.64	280	7/08/2019	10/08/2019	3	137.92
3	PEAD i -15%	10.25	113.21	280	7/08/2019	10/08/2019	3	139.86
4	PEAD i -15%	10.25	113.13	280	7/08/2019	10/08/2019	3	139.76
5	PEAD i -15%	10.25	139.89	280	7/08/2019	14/08/2019	7	172.81
7	PEAD i -15%	10.25	143.35	280	7/08/2019	14/08/2019	7	177.09
8	PEAD i -15%	10.25	140.27	280	7/08/2019	14/08/2019	7	173.28

Observaciones: Muestras provista e identificada por el interesado

* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993)

* LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolucion N°002-98/INDECOPI - CRT del 07.01.1998)

Equipo Utilizado

Prensa de Concreto: A&A Instruments, Serie N°131121, Capacidad 200000kg, Indicador Digital MC, Modelo 315-X5, serie N°0332565, Certificado de calibración MT-LF-170-2019 (Abril 2019), Trazabilidad NISTLM-USA (National Standards Testing Laboratory de Maryland - USA), patron utilizado Celda de Carga Calibrado a 15000 KN Con Incertidumbre del Orden de 0,6%, Calibrado de Acuerdo a la Norma UNE-EN ISO 7500-1, certificado de calibración LEDI-PUCP INF-LE-030-19A

Nataly Lucmi Cordova Zorrilla
CIP. 145809
Gerente de Mecánica de Suelos y Geotecnia

Jr. Aguirre Morales N° 562 El Tambo - Huancayo
Telf.: 064-247389 / Cel: 955736451 / 975729909 / 957920674
E-mail: proyectos@dosedperu.com / www.dosedperu.com



DS0052808092019

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
AGREGADOS Y CONCRETO

INFORME N° DS0052808092019

Tesis : "INFLUENCIA DEL POLIETILENO RECICLADO DE ALTA DENSIDAD EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SOMETIDO A CONGELAMIENTO Y DESHIELO"

Atención : BACH. ACUÑA ALMONACID, LUIS ANGEL
: BACH. MILLAN ORELLANA, PAOLA SUSAN

Fecha de recepción : miércoles, 24 de Julio de 2019

Fecha de emisión : lunes, 9 de Setiembre de 2019

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 339.034 - ASTM C39 / C39M - 14a

Código : NTP 339.034:2008. (revisada el 2013)

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. 3a. ed.

Código : ASTM C39 / C39M - 14a

Título : Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

Esta Norma consiste en aplicar una carga axial de compresión a testigos preparados a una velocidad de carga prescrita hasta que se presente la falla. La resistencia a la compresión del espécimen se determina dividiendo la carga aplicada durante el ensayo por la sección transversal de éste.

MUESTRA N°	DESCRIPCION	DIÁMETRO	CARGA MÁXIMA (KN)	f _c DISEÑO kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD (Días)	f _c (kg/cm ²)
1	PEAD i -15%	10.25	173.44	280	7/08/2019	21/08/2019	14	214.26
2	PEAD i -15%	10.25	172.48	280	7/08/2019	21/08/2019	14	213.07
3	PEAD i -15%	10.25	168.13	280	7/08/2019	21/08/2019	14	207.70
4	PEAD i -15%	10.25	181.72	280	7/08/2019	28/08/2019	21	224.49
5	PEAD i -15%	10.25	180.96	280	7/08/2019	28/08/2019	21	223.55
6	PEAD i -15%	10.25	178.21	280	7/08/2019	28/08/2019	21	220.15
7	PEAD i -15%	10.25	182.99	280	7/08/2019	4/09/2019	28	226.06
8	PEAD i -15%	10.25	184.44	280	7/08/2019	4/09/2019	28	227.85
9	PEAD i -15%	10.25	181.03	280	7/08/2019	4/09/2019	28	223.64

Observaciones: Muestras provista e identificada por el interesado

* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)

* LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEDEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolucion N°002-98/INDECOPI - CRT del 07.01.1998)

Equipo Utilizado

Prensa de Concreto: A&A Instruments, Serie N°131121, Capacidad 200000kg, Indicador Digital MC, Modelo 315-XS, serie N°0332565, Certificado de calibracion MT-LF-170-2019 (Abril 2019), Trazabilidad NSTLM-USA (National Standards Testing Laboratory de Maryland - USA), patron utilizado Celda de Carga Calibrado a 15000 KN Con Incertidumbre del Orden de 0,6%, Calibrado de Acuerdo a la Norma UNE-EN-ISO-7500-1; certificado de calibracion LEDI-PUCP INF-LE-030-19A

Jr. Aguirre Morales N° 562 El Tambo - Huancayo
Telf.: 064-247389 / Cel: 955736451 / 975729909 / 957920674
E-mail: proyectos@dosedperu.com / www.dosedperu.com



DS0052808092019



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
AGREGADOS Y CONCRETO

INFORME N° DS0052808092019

Tesis : "INFLUENCIA DEL POLIETILENO RECICLADO DE ALTA DENSIDAD EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SOMETIDO A CONGELAMIENTO Y DESHIELO"
Atención : BACH. ACUÑA ALMONACID, LUIS ANGEL
: BACH. MILLAN ORELLANA, PAOLA SUSAN
Fecha de recepción : miércoles, 24 de Julio de 2019
Fecha de emisión : lunes, 9 de Setiembre de 2019

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 339.034 - ASTM C39 / C39M - 14a

Código : NTP 339.034:2008. (revisada el 2013)
Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. 3a. ed.
Código : ASTM C39 / C39M - 14a
Título : Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

Esta Norma consiste en aplicar una carga axial de compresión a testigos preparados a una velocidad de carga prescrita hasta que se presente la falla. La resistencia a la compresión del espécimen se determina dividiendo la carga aplicada durante el ensayo por la sección transversal de éste.

MUESTRA N°	DESCRIPCION	DIÁMETRO	CARGA MÁXIMA (KN)	f _c DISEÑO kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD (Días)	f _c (kg/cm ²)
1	PEAD CONGELADO -15%	10.25	79.55	280	5/08/2019	8/08/2019	3	98.27
2	PEAD CONGELADO -15%	10.25	71.08	280	5/08/2019	8/08/2019	3	87.81
3	PEAD CONGELADO -15%	10.25	76.48	280	5/08/2019	8/08/2019	3	94.48
4	PEAD CONGELADO -15%	10.25	109.87	281	5/08/2019	12/08/2019	7	135.73
6	PEAD CONGELADO -15%	10.25	109.44	283	5/08/2019	12/08/2019	7	135.20
7	PEAD CONGELADO -15%	10.25	108.69	284	5/08/2019	12/08/2019	7	134.27

Observaciones: Muestras provista e identificada por el interesado

* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993)

* LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolucion N°002-98/INDECOPI - CRT del 07.01.1998)

Equipo Utilizado

Prensa de Concreto: A&A Instruments, Serie N°131121, Capacidad 200000kg, Indicador Digital MC, Modelo 315-X5, serie N°0332565, Certificado de calibración MT-LF-170-2019 (Abril 2019), Trazabilidad NSTLM-USA (National Standards Testing Laboratory de Maryland - USA), patron utilizado Celda de Carga Calibrado a 15000 KN Con Incertidumbre del Orden de 0,6%, Calibrado de Acuerdo a la Norma UNE-EN ISO 7500-1, certificado de calibración LEDI-PUCP INF-LE-030-19A

Nataly Lucia Corbina Zorrilla
CIP: 14829
Gerente de Mecánica de Suelos y Geotecnia

Jr. Aguirre Morales N° 562 El Tambo - Huancayo
Telf.: 064-247389 / Cel: 955736451 / 975729909 / 957920674
E-mail: proyectos@dosedperu.com / www.dosedperu.com