

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

Facultad De Ingeniería Civil

Escuela Profesional de Ingeniería Civil



TESIS

“INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACCELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA - 2021”

Presentada por:

Br. Orlando Raúl Juárez Silva

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

Línea de Investigación: Ingeniería Civil, Arquitectura y Urbanismo

Sub Línea de Investigación: Construcción

Piura, Perú

2022

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

Facultad De Ingeniería Civil

Escuela Profesional de Ingeniería Civil



TESIS

“INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA - 2021”

Línea de Investigación: Ingeniería Civil, Arquitectura y Urbanismo

Sub Línea de Investigación: Construcción

Br. Orlando Raúl Juárez Silva
Autor

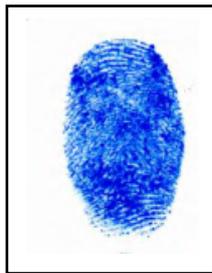
Dra. Ing. Rosario Chumacero Córdova
Asesor

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS

Yo: ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA; identificado con DNI N ° 75521054, Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil, y domiciliado en Calle Principal, Villa Vichayal, del Distrito de La Arena, Provincia de Piura, Departamento de Piura, con Celular N° 933677386 y Email rauljuarezsilva84@gmail.com.

DECLARO BAJO JURAMENTO: que la tesis que presento es original e inédita, no siendo copia parcial ni total de una tesis desarrollada, y/o realizada en el Perú o en el Extranjero, en caso contrario de resultar falsa la información que proporciono, me sujeto a los alcances de lo establecido en el Art. N ° 411, del código Penal concordante con el Art. 32° de la Ley N ° 27444, y Ley del Procedimiento Administrativo General y la Normas Legales de Protección a los Derechos de Autor.

En fe de lo cual firmo la presente.



Piura, mayo del 2022

DNI N ° 75521054

Artículo 411.- El que, en un procedimiento administrativo, hace una falsa declaración en relación a hechos o circunstancias que le corresponde probar, violando la presunción de veracidad establecida por ley, será reprimido con pena privativa de libertad no menor de uno ni mayor de cuatro años.

Art. 4, Inciso 4.12 del Reglamento de Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales – RENATI Resolución de Consejo Directivo N° 033-2016-SUNEDU/CD



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
Facultad de Ingeniería Civil
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



TESIS TITULADA

**“INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES EN LA
RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA - 2021”**

Línea de investigación:

Ingeniería Civil, Arquitectura y Urbanismo

Sub línea de investigación:

Construcción

MG. ING. OSCAR ALFONSO HERNANDEZ GUERRERO
PRESEIDENTE

MG. ING. MANUEL ALAIN ASMAT CORDOVA
SECRETARIO

MG. ING. KRISSIA DEL FATIMA VALDIVIEZO CASTILLO
VOCAL

PIURA- PERÚ
2022

DEDICATORIA

Esta investigación se lo dedico en primer lugar a Dios, por la salud y fortaleza que me brinda para seguir cumpliendo mis metas.

A mis padres, por su apoyo en cada paso que doy, por sus enseñanzas y valores que me han transmitido a lo largo de mi vida para ser cada día una mejor persona.

A mis hermanos que siempre estuvieron brindándome su apoyo y motivación para cumplir mis objetivos.

AGRADECIMIENTOS

A mi asesora Ing. Rosario Chumacero Córdova Dra. por su compromiso para guiarme y orientarme en cada paso de esta investigación, así como haberme compartido sus conocimientos y experiencia en el tema.

A todos mis maestros de la FIC UNP que a lo largo de la carrera me transmitieron sus conocimientos y enseñanzas aportando en mi formación académica y personal.

A mis amigos, por su incondicional apoyo que me ofrecieron.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|----|
| RESUMEN | 1 |
| ABSTRACT..... | 2 |
| INTRODUCCIÓN | 3 |
| CAPITULO I: ASPECTOS DE LA PROBLEMÁTICA..... | 4 |
| 1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA..... | 4 |
| 1.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN..... | 4 |
| 1.3 OBJETIVOS | 5 |
| 1.3.1 Objetivo general | 5 |
| 1.3.2 Objetivos específicos..... | 5 |
| 1.4 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN..... | 5 |
| 1.4.1 Delimitación espacial | 5 |
| 1.4.2 Delimitación temporal | 5 |
| CAPITULO II: MARCO TEÓRICO..... | 6 |
| 2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN..... | 6 |
| 2.1.1 Antecedentes internacionales..... | 6 |
| 2.1.2 Antecedentes nacionales..... | 6 |
| 2.1.3 Antecedentes regionales | 7 |
| 2.2 BASES TEÓRICAS | 8 |
| 2.2.1 Fundamentos del concreto | 8 |
| 2.2.2 Aditivos | 16 |
| 2.2.3 Aditivos acelerantes..... | 21 |
| 2.2.4 Resistencia a la compresión del concreto..... | 28 |
| 2.2.5 Resistencia a edad temprana..... | 31 |
| 2.2.6 Diseño de mezclas | 34 |
| 2.2.7 Control estadístico..... | 45 |
| 2.3 GLOSARIO DE TERMINOS BÁSICOS..... | 47 |
| 2.4 MARCO REFERENCIAL | 47 |
| 2.5 HIPÓTESIS..... | 48 |
| 2.5.1 Hipótesis general | 48 |
| CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO..... | 49 |
| 3.1 ENFOQUE Y DISEÑO..... | 49 |
| 3.1.1 Enfoque | 49 |
| 3.1.2 Diseño | 49 |
| 3.2 SUJETOS DE INVESTIGACIÓN | 49 |
| 3.2.1 Población..... | 49 |
| 3.2.2 Muestra..... | 49 |
| 3.3 MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS | 50 |
| 3.3.1 Método | 50 |
| 3.3.2 Procedimiento..... | 50 |
| 3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS | 51 |

| | | |
|---|---|-----|
| 3.5 | ASPECTOS ÉTICOS | 51 |
| CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN | | 52 |
| 4.1 | RESULTADOS | 52 |
| 4.1.1 | Diseño de las mezclas..... | 52 |
| 4.1.2 | Resultados de la resistencia a la compresión de las muestras cilíndricas. | 55 |
| 4.1.3 | Resistencias a la compresión por ensayo - kg/cm ² | 88 |
| 4.1.4 | Porcentaje de resistencias a la compresión por ensayo -%..... | 89 |
| 4.2 | DISCUSIÓN | 90 |
| 4.2.1 | Comparación de la influencia del aditivo SikaCem® Acelerante PE en un concreto de f'c (28días) de 305.70 kg/cm ² | 90 |
| 4.2.2 | Comparación de la influencia del aditivo Z Fragua #5 en un concreto de f'c (28días) 305.70 kg/cm ² | 95 |
| 4.2.3 | Comparación de la influencia del aditivo SikaCem® Acelerante PE en un concreto de f'c (28días) 366.63 kg/cm ² | 101 |
| 4.2.4 | Comparación de la influencia del aditivo Z Fragua #5 en un concreto de f'c (28días) 366.63 kg/cm ² | 107 |
| 4.2.5 | Dosificación óptima de los aditivos acelerantes en las mezclas de concreto..... | 114 |
| 4.2.6 | Análisis de costos. | 116 |
| 4.2.7 | Discusión con los antecedentes..... | 117 |
| CONCLUSIONES | | 120 |
| RECOMENDACIONES | | 122 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | | 123 |
| ANEXOS | | 125 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|-------------|--|----|
| Tabla 2.1. | Principales Compuestos del Cemento Portland | 10 |
| Tabla 2.2. | Limites Permisibles de Sustancias presentes en el Agua de Mezclado | 11 |
| Tabla 2.3. | Límites de la Gradación del Agregado Fino | 12 |
| Tabla 2.4. | Lista de ensayos para el agregado fino | 13 |
| Tabla 2.5. | Requisitos Granulométricos del Agregado Grueso | 14 |
| Tabla 2.6. | Lista de ensayos para el agregado grueso | 15 |
| Tabla 2.7. | Requisitos Físicos de los Aditivos | 19 |
| Tabla 2.8. | Contenido Máximo de Cloruro | 23 |
| Tabla 2.9. | Factor de Corrección | 36 |
| Tabla 2.10. | Resistencia a la Compresión Promedio..... | 37 |
| Tabla 2.11. | Consistencia de Mezclas..... | 37 |
| Tabla 2.12. | Slumps recomendados para varios tipos de Construcción..... | 38 |
| Tabla 2.13. | Volumen Unitario de Agua..... | 38 |
| Tabla 2.14. | Contenido de Aire Atrapado y Aire Total..... | 39 |
| Tabla 2.15. | Relación Agua/Cemento por Resistencia..... | 41 |
| Tabla 2.16. | Condiciones Especiales de Exposición..... | 41 |

| | | |
|-------------|--|----|
| Tabla 2.17. | Requerimientos de Concretos Expuestos a Soluciones de Sulfatos | 42 |
| Tabla 2.18. | Peso del Agregado Grueso por Unidad de Volumen de Concreto | 43 |
| Tabla 2.19. | Primera Estimación del Peso del Concreto Fresco..... | 44 |
| Tabla 2.20. | Coeficiente de Variación y Grados de Control de Calidad | 46 |
| Tabla 3.1. | Distribución de Muestras de Ensayo..... | 50 |
| Tabla 4.1. | Resumen de resultados de ensayos del agregado fino..... | 52 |
| Tabla 4.2. | Resumen de resultados de ensayos del agregado grueso..... | 53 |
| Tabla 4.3. | Dosificación de materiales para 1 m ³ de concreto..... | 54 |
| Tabla 4.4. | Resistencias a la compresión de la mezcla 1: f ^c (teórico) 210 kg/cm ² sin aditivo – mezcla patrón | 56 |
| Tabla 4.5. | Resistencias a la compresión de la mezcla 2: f ^c (teórico) 210 kg/cm ² con 1 % de SikaCem® Acelerante PE | 57 |
| Tabla 4.6. | Resistencias a la compresión de la mezcla 3: f ^c (teórico) 210 kg/cm ² con 2.5 % de SikaCem® Acelerante PE | 58 |
| Tabla 4.7. | Resistencias a la compresión de la mezcla 4: f ^c (teórico) 210 kg/cm ² con 4 % de SikaCem® Acelerante PE | 59 |
| Tabla 4.8. | Resistencias a la compresión de la mezcla 5: f ^c (teórico) 210 kg/cm ² con 1 lt/bol de Z Fragua #5 | 60 |
| Tabla 4.9. | Resistencias a la compresión de la mezcla 6: f ^c (teórico) 210 kg/cm ² con 1.25 lt/bol de Z Fragua #5 | 61 |
| Tabla 4.10. | Resistencias a la compresión de la mezcla 7: f ^c (teórico) 210 kg/cm ² con 1.5 lt/bol de Z Fragua #5 | 62 |
| Tabla 4.11. | Resistencias a la compresión de la mezcla 8: f ^c (teórico) 280 kg/cm ² sin aditivo – mezcla patrón | 63 |
| Tabla 4.12. | Resistencias a la compresión de la mezcla 9: f ^c (teórico) 280 kg/cm ² con 1 % de SikaCem® Acelerante PE | 64 |
| Tabla 4.13. | Resistencias a la compresión de la mezcla 10: f ^c (teórico) 280 kg/cm ² con 2.5 % de SikaCem® Acelerante PE | 65 |
| Tabla 4.14. | Resistencias a la compresión de la mezcla 11: f ^c (teórico) 280 kg/cm ² con 4 % de SikaCem® Acelerante PE | 66 |
| Tabla 4.15. | Resistencias a la compresión de la mezcla 12: f ^c (teórico) 280 kg/cm ² con 1 lt/bol de Z Fragua #5 | 67 |
| Tabla 4.16. | Resistencias a la compresión de la mezcla 13: f ^c (teórico) 280 kg/cm ² con 1.25 lt/bol de Z Fragua #5 | 68 |
| Tabla 4.17. | Resistencias a la compresión de la mezcla 14: f ^c (teórico) 280 kg/cm ² con 1.5 lt/bol de Z Fragua #5 | 69 |
| Tabla 4.18. | Resistencias a la compresión de la mezcla 15: f ^c (teórico) 210 kg/cm ² con 0.5 % de SikaCem® Acelerante PE | 70 |
| Tabla 4.19. | Precisión en la resistencia a la compresión de muestras cilíndricas | 72 |
| Tabla 4.20. | Precisión en mezcla 1: f ^c 305.70 kg/cm ² sin aditivo – mezcla patrón | 73 |
| Tabla 4.21. | Resistencias verificadas en mezcla 1: f ^c 305.70 kg/cm ² sin aditivo – mezcla patrón | 73 |
| Tabla 4.22. | Precisión en mezcla 2: f ^c 305.70 kg/cm ² con 1 % de SikaCem® Acelerante PE ... | 74 |

| | | |
|-------------|---|----|
| Tabla 4.23. | Resistencias verificadas en mezcla 2: f'c 305.70 kg/cm ² con 1 % de SikaCem® Acelerante PE | 74 |
| Tabla 4.24. | Precisión en mezcla 3: f'c 305.70 kg/cm ² con 2.5 % de SikaCem® Acelerante PE. | 75 |
| Tabla 4.25. | Resistencias verificadas en mezcla 3: f'c 305.70 kg/cm ² con 2.5 % de SikaCem® Acelerante PE | 75 |
| Tabla 4.26. | Precisión en mezcla 4: f'c 305.70 kg/cm ² con 4 % de SikaCem® Acelerante PE ... | 76 |
| Tabla 4.27. | Resistencias verificadas en mezcla 4: f'c 305.70 kg/cm ² con 4 % de SikaCem® Acelerante PE | 76 |
| Tabla 4.28. | Precisión en mezcla 5: f'c 305.70 kg/cm ² con 1 lt/bol de Z Fragua #5 | 77 |
| Tabla 4.29. | Resistencias verificadas en mezcla 5: f'c 305.70 kg/cm ² con 1 lt/bol de Z Fragua #5 | 77 |
| Tabla 4.30. | Precisión en mezcla 6: f'c 305.70 kg/cm ² con 1.25 lt/bol de Z Fragua #5..... | 78 |
| Tabla 4.31. | Resistencias verificadas en mezcla 6: f'c 305.70 kg/cm ² con 1.25 lt/bol de Z Fragua #5 | 78 |
| Tabla 4.32. | Precisión en mezcla 7: f'c 305.70 kg/cm ² con 1.5 lt/bol de Z Fragua #5..... | 79 |
| Tabla 4.33. | Resistencias verificadas en mezcla 7: f'c 305.70 kg/cm ² con 1.5 lt/bol de Z Fragua #5 | 79 |
| Tabla 4.34. | Precisión en mezcla 8: f'c 366.63 kg/cm ² sin aditivo – mezcla patrón | 80 |
| Tabla 4.35. | Resistencias verificadas en mezcla 8: f'c 366.63 kg/cm ² sin aditivo – mezcla patrón | 80 |
| Tabla 4.36. | Precisión en mezcla 9: f'c 366.63 kg/cm ² con 1 % de SikaCem® Acelerante PE ... | 81 |
| Tabla 4.37. | Resistencias verificadas en mezcla 9: f'c 366.63 kg/cm ² con 1 % de SikaCem® Acelerante PE | 81 |
| Tabla 4.38. | Precisión en mezcla 10: f'c 366.63 kg/cm ² con 2.5 % de SikaCem® Acelerante PE... | 82 |
| Tabla 4.39. | Resistencias verificadas mezcla 10: f'c 366.63 kg/cm ² con 2.5 % de SikaCem® Acelerante PE | 82 |
| Tabla 4.40. | Precisión en mezcla 11: f'c 366.63 kg/cm ² con 4 % de SikaCem® Acelerante PE . | 83 |
| Tabla 4.41. | Resistencias verificadas en mezcla 11: f'c 366.63 kg/cm ² con 4 % de SikaCem® Acelerante PE | 83 |
| Tabla 4.42. | Precisión en mezcla 12: f'c 366.63 kg/cm ² con 1 lt/bol de Z Fragua #5 | 84 |
| Tabla 4.43. | Resistencia verificadas en mezcla 12: f'c 366.63 kg/cm ² con 1 lt/bol de Z Fragua #5. | 84 |
| Tabla 4.44. | Precisión en mezcla 13: f'c 366.63 kg/cm ² con 1.25 lt/bol de Z Fragua #5..... | 85 |
| Tabla 4.45. | Resistencias verificadas en mezcla 13: f'c 366.63 kg/cm ² con 1.25 lt/bol de Z Fragua #5 | 85 |
| Tabla 4.46. | Precisión en mezcla 14: f'c 366.63 kg/cm ² con 1.5 lt/bol de Z Fragua #5..... | 86 |
| Tabla 4.47. | Resistencias verificadas en mezcla 14: f'c 366.63 kg/cm ² con 1.5 lt/bol de Z Fragua #5 | 86 |
| Tabla 4.48. | Precisión en mezcla 15: f'c 366.63 kg/cm ² con 0.5 % de SikaCem® Acelerante PE... | 87 |
| Tabla 4.49. | Resistencia a la compresión por ensayo (kg/cm ²)..... | 88 |

| | | |
|-------------|--|-----|
| Tabla 4.50. | Porcentaje de resistencias a la compresión por ensayo (%) | 89 |
| Tabla 4.51. | Resistencias de las mezclas con aditivo SikaCem® Acelerante PE - f'c (28 días) 305.70 kg/cm ² | 92 |
| Tabla 4.52. | Resistencias de las mezclas con aditivo Z Fragua #5 - f'c (28 días) 305.70 kg/cm ² | 98 |
| Tabla 4.53. | Resistencias de las mezclas con aditivo SikaCem® Acelerante PE - f'c (28 días) 366.63 kg/cm ² | 104 |
| Tabla 4.54. | Resistencias de las mezclas con aditivo Z Fragua #5 - f'c (28 días) 366.63 kg/cm ² | 110 |
| Tabla 4.55. | Dosificación óptima de los aditivos acelerantes | 114 |
| Tabla 4.56. | Análisis de costos por m ³ de las mezclas de concreto | 116 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | | |
|---------------|---|-----|
| Gráfico 4.1. | Ganancia de resistencia a la compresión de la mezcla patrón y mezclas con el aditivo SikaCem® Acelerante PE en un concreto de f'c (28 días) 305.70 kg/cm ² | 90 |
| Gráfico 4.2. | Comparación de la ganancia de resistencia a la compresión en mezclas de f'c (28 días) 305.70 kg/cm ² con aditivo SikaCem® Acelerante PE | 91 |
| Gráfico 4.3. | Resistencia a la compresión a 1 día en las mezclas de f'c (28 días) 305.70 kg/cm ² con SikaCem® Acelerante PE..... | 92 |
| Gráfico 4.4. | Resistencia a la compresión a los 2 días en las mezclas de f'c (28 días) 305.70 kg/cm ² con SikaCem® Acelerante PE | 93 |
| Gráfico 4.5. | Resistencia a la compresión a los 3 días en las mezclas de f'c (28 días) 305.70 kg/cm ² con SikaCem® Acelerante PE | 94 |
| Gráfico 4.6. | Resistencia a la compresión a los 4 días en las mezclas de f'c (28 días) 305.70 kg/cm ² con SikaCem® Acelerante PE | 94 |
| Gráfico 4.7. | Resistencia a la compresión a los 7 días en las mezclas de f'c (28 días) 305.70 kg/cm ² con SikaCem® Acelerante PE | 95 |
| Gráfico 4.8. | Ganancia de resistencia a la compresión de la mezcla patrón y mezclas con el aditivo Z Fragua #5 en un concreto de f'c (28 días) 305.70 kg/cm ² | 96 |
| Gráfico 4.9. | Comparación de la ganancia de resistencia a la compresión en mezclas de f'c (28 días) 305.70 kg/cm ² con aditivo Z Fragua #5 | 97 |
| Gráfico 4.10. | Resistencia a la compresión a 1 día en las mezclas de f'c (28 días) 305.70 kg/cm ² con el aditivo Z Fragua #5..... | 98 |
| Gráfico 4.11. | Resistencia a la compresión a los 2 días en las mezclas de f'c (28 días) 305.70 kg/cm ² con el aditivo Z Fragua #5 | 99 |
| Gráfico 4.12. | Resistencia a la compresión a los 3 días en las mezclas de f'c (28 días) 305.70 kg/cm ² con el aditivo Z Fragua #5 | 99 |
| Gráfico 4.13. | Resistencia a la compresión a los 4 días en las mezclas de f'c (28 días) 305.70 kg/cm ² con el aditivo Z Fragua #5 | 100 |
| Gráfico 4.14. | Resistencia a la compresión a los 7 días en las mezclas de f'c (28 días) 305.70 kg/cm ² con el aditivo Z Fragua #5 | 101 |
| Gráfico 4.15. | Ganancia de resistencia a la compresión de la mezcla patrón y mezclas con el aditivo SikaCem® Acelerante PE en un concreto de f'c (28 días) 366.63 kg/cm ² | 102 |

| | | |
|---------------|--|-----|
| Gráfico 4.16. | Comparación de la ganancia de resistencia a la compresión en mezclas de f'c (28 días) 366.63 kg/cm ² con aditivo SikaCem® Acelerante PE | 103 |
| Gráfico 4.17. | Resistencia a la compresión a 1 día en las mezclas de f'c (28 días) 366.63 kg/cm ² con SikaCem® Acelerante PE..... | 104 |
| Gráfico 4.18. | Resistencia a la compresión a los 2 días en las mezclas de f'c (28 días) 366.63 kg/cm ² con SikaCem® Acelerante PE | 105 |
| Gráfico 4.19. | Resistencia a la compresión a los 3 días en las mezclas de f'c (28 días) 366.63 kg/cm ² con SikaCem® Acelerante PE..... | 105 |
| Gráfico 4.20. | Resistencia a la compresión a los 4 días en las mezclas de f'c (28 días) 366.63 kg/cm ² con SikaCem® Acelerante PE | 106 |
| Gráfico 4.21. | Resistencia a la compresión a los 7 días en las mezclas de f'c (28 días) 366.63 kg/cm ² con SikaCem® Acelerante PE..... | 107 |
| Gráfico 4.22. | Ganancia de resistencia a la compresión de la mezcla patrón y mezclas con el aditivo Z Fragua #5 en un concreto de f'c (28 días) 366.63 kg/cm ² | 108 |
| Gráfico 4.23. | Comparación de la ganancia de resistencia a la compresión en mezclas de f'c (28 días) 366.63 kg/cm ² con aditivo Z Fragua #5..... | 109 |
| Gráfico 4.24. | Resistencia a la compresión a 1 día en las mezclas de f'c (28 días) 366.63 kg/cm ² con el aditivo Z Fragua #5..... | 110 |
| Gráfico 4.25. | Resistencia a la compresión a los 2 días en las mezclas de f'c (28 días) 366.63 kg/cm ² con el aditivo Z Fragua #5 | 111 |
| Gráfico 4.26. | Resistencia a la compresión a los 3 días en las mezclas de f'c (28 días) 366.63 kg/cm ² con el aditivo Z Fragua #5 | 112 |
| Gráfico 4.27. | Resistencia a la compresión a los 4 días en las mezclas de f'c (28 días) 366.63 kg/cm ² con el aditivo Z Fragua #5 | 112 |
| Gráfico 4.28. | Resistencias a la compresión a los 7 días en las mezclas de f'c (28 días) 366.63 kg/cm ² con el aditivo Z Fragua #5 | 113 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|-------------|---|----|
| Figura 2.1. | Generación de Calor-Hidratación para Concretos Acelerados y No Acelerados | 25 |
| Figura 2.2. | Influencia de la relación a/c en la resistencia a la compresión f'c..... | 28 |
| Figura 2.3. | Influencia del contenido de aire en la resistencia a la compresión f'c..... | 29 |
| Figura 2.4. | Influencia de las Condiciones de Curado en la Resistencia | 30 |
| Figura 2.5. | Efecto de la Edad y el Curado en la Resistencia | 30 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|--|-----|
| ANEXO N° 1. FICHA TÉCNICA DE CEMENTO PORTLAND TIPO I..... | 125 |
| ANEXO N° 2. FICHA TÉCNICA DE ADITIVO SIKACEM® ACELERANTE PE..... | 127 |
| ANEXO N° 3. FICHA TÉCNICA DE ADITIVO Z FRAGUA #5..... | 129 |
| ANEXO N° 4. ENSAYOS DEL AGREGADO FINO..... | 131 |
| ANEXO N° 5. ENSAYOS DEL AGREGADO GRUESO..... | 139 |
| ANEXO N° 6. DISEÑO DE MEZCLAS..... | 147 |
| ANEXO N° 7. RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | 163 |
| ANEXO N° 8. ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS..... | 178 |
| ANEXO N° 9. PANEL FOTOGRÁFICO..... | 185 |

RESUMEN

El objetivo principal de esta tesis es evaluar la influencia del uso de aditivos acelerantes en la resistencia temprana del concreto.

La técnica de muestreo es compuesta, las técnicas de recolección de datos se basan en la observación y la medición. Como instrumentos de recolección de datos se utilizaron formatos de laboratorio de registro de resultados de ensayos de materiales, plantillas de diseño de mezclas y plantilla de ensayo a la compresión de probetas cilíndricas; y como instrumentos de análisis de datos se utilizó un análisis estadístico en Excel 2021.

La muestra del estudio consto de un total de 261 probetas de 10x20 cm, fabricadas y curadas según la NTP 339.183.2021, y ensayadas según la NTP 339.034.2021. Las evaluaciones se basaron en dos diseños de mezclas patrones de: $f'c$ (teórico) 210 kg/cm² (45 ensayos) y $f'c$ (teórico) 280 kg/cm² (42 ensayos); cada ensayo fue el promedio de 3 probetas. Las probetas fueron ensayadas a 1 día, 2 días, 3 días, 4 días, 7 días y 28 días. Para los diseños se utilizó dos tipos de aditivos de uso comercial en la zona de Piura: SikaCem® Acelerante PE en proporciones del 1% al 4% del peso del cemento, y Z Fragua #5 en proporciones del 1lt/bol al 1.5 lt/bol de cemento.

La investigación concluyo principalmente que:

Para el caso del aditivo SikaCem® Acelerante PE, tanto para la resistencia $f'c$ (teórico) 210 kg/cm² y la resistencia $f'c$ (teórico) 280 kg/cm², la dosificación óptima es del 1%; y para el caso del aditivo Z Fragua #5, para la resistencia $f'c$ (teórico) 210 kg/cm² la dosificación óptima es de 1 lt/bol y para la resistencia $f'c$ (teórico) 280 kg/cm² es de 1.25 lt/bol.

De los aditivos acelerantes estudiados, para la resistencia de concreto de $f'c$ (teórico) 210 kg/cm², la mezcla óptima se obtuvo con el 1 % del aditivo SikaCem® Acelerante PE y para la resistencia de concreto de $f'c$ (teórico) 280 kg/cm², la mezcla óptima se obtuvo con 1.25 lt/bol del aditivo Z Fragua #5.

La resistencia a la compresión de las muestras cilíndricas a los 3 días determino la dosificación óptima de los aditivos, bajo el criterio de que fue el día más próximo en que se obtuvieron resistencias superiores al 70 % de la mezcla patrón y no se afectaba la resistencia obtenida a los 28 días, con excepción de las mezclas con SikaCem® Acelerante PE de $f'c$ (28 días) 366.63 kg/cm². Adicionalmente se consideró el factor económico para determinar la mezcla óptima para cada calidad de concreto.

Además, la influencia de los aditivos acelerantes en el incremento de resistencia va disminuyendo conforme pasan los días, llegando incluso a afectar en algunos casos la resistencia obtenida a los 28 días; es decir, los aditivos acelerantes aumentan las resistencias a edades tempranas, sin embargo, la resistencia final podría verse afectada.

PALABRAS CLAVES: ADITIVOS ACELERANTES / RESISTENCIA TEMPRANA

ABSTRACT

The main objective of this thesis is to evaluate the influence of the use of accelerating additives on the early strength of concrete.

The sampling technique is composite, data collection techniques are based on observation and measurement. As data collection instruments, laboratory formats for recording the results of material tests, mix design templates and cylindrical specimen compression test templates were used; and as instruments of data analysis, a statistical analysis in Excel 2021 was used.

The study sample consisted of a total of 261 specimens of 10x20 cm, manufactured and cured according to NTP 339.183.2021, and tested according to NTP 339.034.2021. The evaluations were based on two pattern mix designs: $f'c$ (theoretical) 210 kg/cm² (45 tests) and $f'c$ 280 (theoretical) kg/cm² (42 tests); each test was the average of 3 specimens. The specimens were tested at 1 day, 2 days, 3 days, 4 days, 7 days and 28 days. Two types of additives of use commercial in the Piura area were used for the designs: SikaCem® Acelerante PE in proportions of 1% to 4% of the weight of the cement, and Z Fragua #5 in proportions of 1 litre/bag to 1.5 litre/bag of cement.

The investigation mainly concluded that:

In the case of the additive SikaCem® Acelerante PE, both for the strength $f'c$ (theoretical) 210 kgcm² and the strength $f'c$ (theoretical) 280 kg/cm², the optimal dosage is 1%; and in the case of the additive Z Fragua #5, for the strength $f'c$ (theoretical) 210 kg/cm² the optimal dosage is 1 litre/bag and for the strength $f'c$ (theoretical) 280 kg/cm² it is 1.25 litre/bag.

Of the accelerating additives studied, for the concrete strength of $f'c$ (theoretical) 210 kgcm², the optimal mix was obtained with 1% of the additive SikaCem® Acelerante PE and for the concrete strength of $f'c$ (theoretical) 280 kgcm², the optimal mix was obtained with 1.25 litre/bag of the additive Z Fragua #5.

The compressive strength of the cylindrical samples at 3 days determined the optimal dosage of the additives, under the criterion that it was the closest day in which were obtained strengths greater than 70% of the pattern mix and the strength obtained at 28 days was not affected, with the exception of the mixtures with SikaCem® Acelerante PE of $f'c$ (28 days) 366.63 kg/cm². Additionally, the economic factor was considered to determine the optimal mix for each quality of concrete.

Also, the influence of the accelerating additives on the increase in strength decreases as the days go by, even affecting in some cases the strength obtained at 28 days, in other words, the accelerating additives increase the strength at early ages, however, the ultimate strength could be affected.

KEYWORDS: ACCELERATING ADDITIVES / EARLY STRENGTH

INTRODUCCIÓN

El concreto es considerado el material de construcción de mayor uso, debido a su versatilidad de empleo en cualquier tipo de estructura y en gran variedad de climas, así como las innumerables ventajas que ofrece respecto a otros materiales de construcción.

A lo largo del tiempo, el concreto ha sido objeto de estudio en los diferentes aspectos, como su naturaleza, los materiales que lo conforman, sus propiedades, su dosificación, su proceso de fabricación, en el mantenimiento que se le da en los años de servicio, entre muchos otros más; sin embargo, este conocimiento aun no es suficiente. Ello nos obliga a seguir en su estudio, para poder desarrollar nuevas tecnologías y técnicas que permitan lograr obtener el mejor material de construcción que cumpla las exigencias de la actualidad.

Así es como, debido a la popularización del concreto del cemento Portland durante el último cuarto del siglo XIX y su extensa propagación durante el inicio del siglo XX, hizo que la industria química y el de la construcción buscara soluciones para modificar las propiedades del concreto, particularmente el de aumentar la velocidad de endurecimiento por la necesidad de reducir costos y tiempo en la producción del concreto. Es así que en la década de 1870 se identificaron compuestos que aceleraban la hidratación y otros que la retardaban. (Sika, 2013).

En consecuencia, en 1885 en Inglaterra se patentaron por primera vez los aditivos acelerantes. Posteriormente fueron patentados otros aditivos que modificaban propiedades específicas del concreto, tal como se conocen en la actualidad. (Sika, 2013)

Sin embargo, el ingreso de los aditivos químicos al Perú data desde finales de la década de los años 50, y desde ese entonces su uso se empezó a masificar. (CYPE, 2018)

El desarrollo de los aditivos químicos revoluciono la tecnología del concreto, convirtiéndose prácticamente como un nuevo componente en la fabricación del concreto.

Como se tiene de conocimiento, el concreto es un elemento que a medida pasa de estado fluido a sólido, va ganando resistencia. Sin embargo, esta resistencia se alcanza al 100% hasta los 28 días, y solo a los 7 días podría desarrollar entre el 65 y 70% de la resistencia de diseño; razón por la cual es la edad más pronta para poder desencofrar los elementos estructurales.

Esta tardía obtención de la resistencia del concreto a edades tempranas, conlleva al retraso de las actividades de ejecución en una determinada obra, debido a tener que esperar para poder desencofrar.

Así que una razonable solución a este problema sería el uso de aditivos acelerantes para poder lograr alcanzar altas resistencias a edades tempranas. Los aditivos acelerantes tienen la propiedad de acelerar el fraguado, acelerar la resistencia temprana del concreto, así como de realizar las dos acciones a la vez.

Sin embargo, estos resultados son influenciados por condiciones propias de la mezcla, como propiedades de los materiales, dosificación del aditivo, las condiciones climáticas, entre otras. Así que la investigación de estos productos no ha cesado hasta el día de hoy.

Los mismos fabricantes recomiendan hacer ensayos previos a sus productos debido a un cierto grado de incertidumbre en el comportamiento de éstos, así como existen Normas que condicionan su uso.

Razones por las cuales esta investigación se enfoca en determinar la influencia de los aditivos acelerantes en la resistencia temprana del concreto.

El Capítulo I desarrolla los aspectos de la problemática del tema; el Capítulo II describe las bases teóricas en las que se sustenta la investigación; el Capítulo III describe la metodología empleada para el desarrollo de esta investigación, y en el Capítulo IV se discute y muestra los resultados obtenidos.

CAPITULO I: ASPECTOS DE LA PROBLEMÁTICA

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

Las exigencias del rubro de la construcción por lograr desarrollar los proyectos en el menor tiempo posible, ha llevado al uso de aditivos acelerantes como una de las soluciones a esta demanda.

“...hoy en día, la velocidad de avance en una obra para lograr plazos de entrega más cortos, se ha convertido prácticamente en una obsesión” (Ottazzi, 2011, pág. 4)

El proceso constructivo con concreto suele ser lento debido a las etapas de encofrado, colocación de la armadura de los elementos estructurales, preparación y vaciado del concreto, y esperar el desarrollo de la resistencia necesaria para poder desencofrar. Por otro lado, las exigencias de hoy en día, nos obliga la puesta en servicio de estructuras nuevas o reparaciones en el menor tiempo posible.

El uso de aditivos acelerantes en el concreto como una solución a este problema, nos ayuda en disminuir los tiempos de fraguado e incrementar las resistencias tempranas, por lo que la remoción de encofrados se daría en menor tiempo al habitual, y en consecuencia el proceso constructivo sería más rápido.

Sin embargo, el uso de aditivos acelerantes en el concreto suele ser afectado por diversos factores, como las propiedades de los demás materiales, la cantidad del aditivo, las condiciones climáticas, entre otras; impidiendo de esta manera alcanzar al máximo los beneficios que éstos nos ofrecen.

Por ello, los efectos de los aditivos deben evaluarse en mezclas preparadas en condiciones similares a las de obra. Muchos aditivos afectan a más de una propiedad del concreto, pudiendo incidir adversamente sobre una deseable y desarrollando un comportamiento diferente al esperado.

Específicamente si hablamos del uso de aditivos acelerantes en el concreto, es necesario estudiar el comportamiento de éstos en el desarrollo de resistencia a edades tempranas, para poder determinar su influencia favorable o desfavorable en el concreto, a lo que nos llevó a cuestionar:

¿Cuál es la influencia que existe ante el uso de aditivos acelerantes en la resistencia temprana del concreto?

Y debido a que este estudio se centró en determinar la influencia de estos aditivos para resistencias a la compresión teóricas de $f'c$ 210 kg/cm² y $f'c$ 280 kg/cm², con el uso de los aditivos SikaCem® Acelerante PE y Z Fragua #5; nos llevó a plantear los siguientes problemas:

¿Cuál es el diseño de la mezcla patrón para las resistencias $f'c$ 210 kg/cm² y $f'c$ 280 kg/cm²?

¿En cuánto difieren las resistencias tempranas del concreto con mezcla patrón y el concreto con aditivo acelerante SikaCem® Acelerante PE?

¿En cuánto difieren las resistencias tempranas del concreto con mezcla patrón y el concreto con aditivo acelerante Z Fragua #5?

¿Qué cantidad de aditivo es necesario para encontrar el diseño de mezcla óptimo con aditivo acelerante SikaCem® Acelerante PE y Z Fragua #5 para la resistencia de $f'c$ 210 kg/cm²?

¿Qué cantidad de aditivo es necesario para encontrar el diseño de mezcla óptimo con aditivo acelerante SikaCem® Acelerante PE y Z Fragua #5 para la resistencia $f'c$ 280 kg/cm²?

1.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se justifica porque se carece de la información respecto a la influencia de los aditivos acelerantes en el desarrollo temprano de la resistencia del concreto, ya que su influencia depende de diversas variables y factores que afectan su comportamiento; y porque los

requerimientos del sector construcción, exigen un constante estudio, para poder desarrollar nuevas tecnologías y técnicas que permitan lograr obtener el mejor material de construcción que cumpla las exigencias de hoy en día.

A su vez, la importancia de esta investigación nos permite ampliar el conocimiento sobre el comportamiento de los aditivos acelerantes en el desarrollo de la resistencia temprana del concreto, para posteriormente aplicar estos conocimientos a la realidad del sector construcción, mediante la determinación de la edad más temprana para el desencofrado de elementos estructurales y adelantar puestas de servicio de estructuras, cuando utilizamos aditivos acelerantes en las mezclas de concreto, bajo condiciones similares en las se desarrolló esta investigación, optimizando de esta manera los tiempos de ejecución en las obras civiles, y por consiguiente optimizando costos.

Por ello, el presente estudio se centra particularmente en evaluar la influencia del uso de aditivos acelerantes en la resistencia temprana del concreto, en mezclas de concreto con resistencia a la compresión de $f'c$ 210 kg/cm² y $f'c$ 280 kg/cm², en condiciones climáticas características de la ciudad de Piura y con los materiales propios de la zona, empleando aditivos acelerantes de uso frecuente en la región.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general

Evaluar la influencia del uso de aditivos acelerantes en la resistencia temprana del concreto.

1.3.2 Objetivos específicos

- a) Establecer el diseño de mezcla patrón para las resistencias $f'c$ 210 kg/cm² y $f'c$ 280 kg/cm².
- b) Comparar las resistencias tempranas del concreto con mezcla patrón y el concreto con aditivo acelerante SikaCem® Acelerante PE.
- c) Comparar las resistencias tempranas del concreto con mezcla patrón y el concreto con aditivo acelerante Z Fragua #5.
- d) Encontrar el diseño de mezcla óptimo con el aditivo acelerante SikaCem® Acelerante PE y Z Fragua #5 para la resistencia $f'c$ 210 kg/cm².
- e) Encontrar el diseño de mezcla óptimo con el aditivo acelerante SikaCem® Acelerante PE y Z Fragua #5 para la resistencia $f'c$ 280 kg/cm².

1.4 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 Delimitación espacial

La investigación se desarrolló en la ciudad de Piura.

El cemento empleado, según su clasificación de la NTP 334.009, es del Tipo I; el agregado fino es procedente de la cantera Malingas (Tambogrande) y el agregado grueso procede de la cantera Sojo (Sullana). Los aditivos acelerantes utilizados fueron SikaCem® Acelerante PE y Z Fragua #5, de uso frecuente en el área de estudio.

El estudio se aplicó para el diseño de mezclas en concretos de resistencias a la compresión de $f'c$ (teórico) 210 kg/cm² y $f'c$ (teórico) 280 kg/cm².

1.4.2 Delimitación temporal

La investigación se desarrolló entre los meses de enero y marzo del año 2022; periodo caluroso en la zona.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1 Antecedentes internacionales

Lemus (2021), evaluó dos tipos de acelerantes: de resistencia y de fraguado, de acuerdo con la Norma Técnica Guatemalteca 41095 de COGUANOR, en una mezcla de concreto de resistencia teórica $f'c = 3000$ psi, elaborado con cemento Pórtland modificado Tipo 1. Para el acelerante de resistencia se usó una dosificación baja: 4 ml/kg, media: 10.5 ml/kg y alta: 17 ml/kg de cemento y para el acelerante de fraguado se usó una dosificación baja: 11.76 ml/kg, media: 17.6 ml/kg y alta: 23.53 ml/kg de cemento. La muestra consto de 12 cilindros por cada dosificación utilizada en cada tipo de aditivo y se ensayaron a 1, 2, 3, 7, 14 y 28 días. El aditivo acelerante de la resistencia mostro incrementos de resistencia significativo en el día 1 y 2, obteniéndose el mayor incremento con la dosificación baja en el día 2, alcanzando el 54.65% de la resistencia a 28 días de la mezcla patrón; y para los demás días y dosificaciones también se mostró un incremento de resistencia, pero en menores proporciones. Por otro lado, con el aditivo acelerante de fraguado, el aumento de resistencia en los tres primeros días es muy similar con las tres dosificaciones, lográndose el mayor incremento con la dosificación baja en el día 2, alcanzando el 54.66% de la resistencia a 28 días de la mezcla patrón; para el día 7 la dosificación alta fue la que logro un mayor incremento de resistencia, además se evidencio que a mayores días el incremento de resistencia es menor.

Murillo (2019) realizo el estudio para modificar la curva de desarrollo de resistencia a la compresión de un concreto autocompactante mediante el uso de nanotecnología para lograr altas resistencias a edad temprana. Como nanotecnología utilizo nanocristales de Silicatos de Calcio Hidratados (S-C-H), además de un reductor de agua de alto rango (Plastol 5000 Ultra). El estudio concluyo que el uso de nanotecnología tiene gran ventaja sobre los aditivos Tipo C (acelerantes), ya que los aditivos del Tipo C tienden a aumentar la resistencia en las primeras 24 horas, pero reducen la resistencia final del concreto autocompactante. Además, la investigación determino que la dosis óptima de nanotecnología para un concreto autocompactante elaborado con cemento tipo MC/A-AR, utilizando agregados basálticos provenientes de la zona de Guapiles es de 1% del peso del cemento, adicionado tres minutos antes del reductor de agua de alto rango. Con esta dosificación y secuencia de aplicar la nanotecnología, se logró un aumento en la resistencia al primer día y a los 28 días del 17.5 % y 19% respectivamente, en comparación a la resistencia obtenida en la mezcla patrón.

Giménez et al. (2018), trabajaron en la determinación de dosificaciones de concreto de ultra alta resistencia con fibras, que puede ser empleado con la técnica de puesta en obra de la proyección. Se estudio un conjunto de mezclas de UHPFRC (Ultra High Performance Fiber Reinforced Concrete) con dosificaciones diferentes, tipo de aditivos (acelerantes y plastificantes de fraguado) y variables periodos de mezclado para obtener concretos que puedan colocarse en obra proyectados, con tiempos de fraguado ultrarrápido y elevadas resistencias mecánicas en edades tempranas. Además, se evaluó la consistencia, la trabajabilidad, las resistencias mecánicas (compresión y flexión) y los tiempos de fraguado en las diferentes mezclas. De la evaluación se obtuvieron dosificaciones con tiempos de fraguado inicial menor a 1 minuto y muy buenas resistencias mecánicas a las 24 horas, sin disminuir la alta resistencia a compresión a los 28 días. De los resultados obtenidos, se plantean diversos usos de estas mezclas, considerando el actual contexto en el rubro de la construcción, con la aparición de nuevas técnicas de puesta en obra del concreto.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Valle (2018), se planteó como objetivo determinar la influencia de tres aditivos acelerantes en el desarrollo de la resistencia a la compresión en un concreto $f'c = 175$ kg/cm² y 210 kg/cm² en la ciudad de Chachapoyas. Los aditivos evaluados fueron Z Fragua N° 05, Chema 3 y SikaCem® Acelerante PE. La muestra estuvo formada por 180 probetas, con dosificaciones de 2.5%, 3% y

3.5% de aditivo respecto al volumen de la bolsa de cemento, ensayadas a los 7, 14 y 28 días de edad. La conclusión principal fue que el aditivo acelerante que mayor efecto tuvo incrementando la resistencia inicial del concreto fue es el aditivo SikaCem® Acelerante PE con la dosificación del 3.5 %, además de ser el más económico, lográndose la mayor influencia de este aditivo a los 7 días, alcanzando valores cercanos a la resistencia de diseño. En el día 7, con el 3.5 % del acelerante SikaCem® Acelerante PE, para un concreto de 175 kg/cm² y 210 kg/cm² se alcanzó el 144.59 % y 147.88 % de la resistencia obtenida en la mezcla patrón para ese mismo día, respectivamente.

Vargas (2018), determino la influencia del aditivo SikaCem® Acelerante PE en la resistencia a compresión a edades tempranas en un concreto $f'c = 300 \text{ kg/cm}^2$, en la ciudad de Cajamarca. La muestra consto de 360 muestras cilíndricas y se usó cemento Tipo I. Se emplearon proporciones de 1.5%, 2.5% y 4% de aditivo por peso de cemento, con edades de ensayo de ruptura a los 3, 5 y 7 días. Se determinó que el mayor incremento en la resistencia a la compresión para una edad de 3 días, se logra con la dosificación del 4%, alcanzando una resistencia de 221.48 kg/cm², lo que representa el 73.83% de la resistencia de diseño ($f'c 300 \text{ kg/cm}^2$), 17.98 % más que la resistencia obtenida de la mezcla patrón para el mismo día. Además, se concluyó que una mayor dosificación del aditivo, genera un mayor aumento en la resistencia a la compresión.

Ponce (2016), comparo el efecto de los aditivos acelerantes de fragua Sika 3, Sika 5, Chema 5 y Chema Estruct en la ciudad del Cusco, en concretos de resistencia teórica de $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$, expuestos a climas alto andinos, evaluando el tiempo de fragua, la resistencia a la compresión y costo. Se emplearon dosificaciones mínima, media y máxima recomendadas por los fabricantes y los ensayos de ruptura se realizaron a 3, 7 y 14 días, haciendo un total de 123 especímenes. El estudio concluyo que para el día 3 del ensayo, todos los aditivos en sus 3 proporciones estudiadas, muestran un incremento de resistencia respecto a la mezcla patrón, donde el aditivo Chema Estruct con una dosificación media muestra el mayor desarrollo, seguido del aditivo SIKA 5 con su dosificación máxima, con valores de 93.81% y 91.43% de la resistencia de diseño, respectivamente. Se demostró también que, al emplear los aditivos Sika 5 y Chema Estruct, en cualquiera de las dosificaciones estudiadas, se evidencia un incremento de la resistencia a la compresión en todos los días de ensayo de ruptura; sin embargo, con el aditivo Sika 3 y Chema 5 en su dosificación máxima, reducen la resistencia al día 14.

2.1.3 Antecedentes regionales

Huamani y Solon (2019), evaluaron la influencia de los aditivos acelerantes de fragua en la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto fabricado en un clima cálido en la ciudad de Trujillo. La muestra consto de 360 probetas, ensayados a 3, 7, 14 y 28 días. Los aditivos utilizados fueron Sika Rapid® 1 y Z Fragua #5, en dosificaciones de 1%, 1.5%, 2% y 2.5% del peso del cemento. Se concluyó que la dosificación óptima del aditivo acelerante que disminuye el tiempo de fraguado y aumenta la resistencia a la compresión en un concreto 210 kg/cm² elaborado en clima cálido es el 1.5 % y 2.5 %, para el aditivo Sika Rapid® 1 y Z Fragua #5 respectivamente.

Palacios (2019), evaluó la influencia del curado acelerado a través de la aplicación de agua hirviendo en la resistencia temprana del concreto elaborado con cemento Tipo I en la ciudad de Piura, basándose en el procedimiento B “Boiling Water Method” desarrollado por el Comité ASTM C 684, llegando a la conclusión que el efecto de la aplicación de este método no tuvo ninguna influencia positiva en la resistencia temprana del concreto, a excepción de solo el primer día de ensayo, donde se obtuvieron resistencias superiores a las obtenidas del concreto con curado convencional; sin embargo para los demás días de ensayo de ruptura, estos valores fueron menores.

Floriano (2018), determino la influencia del aditivo acelerador de fraguado Z fragua N°5 en la resistencia a la compresión de un concreto de 210 kg/cm², utilizando cemento portland compuesto tipo ICO y agregados de cantera de la ciudad de Trujillo. La muestra consto de 54 probetas, 6 por cada día de rotura (3, 7 y 28 días) para las dosificaciones de 0% (mezcla patrón), 3% y 7% del peso del cemento. De los resultados obtenidos, se concluyó que para la dosificación del 3%, la mayor ganancia de resistencia se obtuvo en el día 3, alcanzando el 66.84 % de la resistencia, 14.15 % más que el obtenido en la mezcla patrón para el mismo día. Para la dosificación del 7 %, la mayor

ganancia de resistencia se obtuvo en el día 7, alcanzando el 78.73 % de la resistencia, 21.18 % más que el obtenido en la mezcla patrón para el mismo día.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 Fundamentos del concreto

2.2.1.1 Definición del concreto

El concreto es definido como un producto artificial conformado de un medio ligante llamado pasta, en el cual se encuentran inmersas las partículas de un medio ligado denominado agregado. La pasta, producto de la combinación química del agua y del material cemento, forma la fase continua del concreto; y el agregado constituye la fase discontinua. (Rivva, 2014)

El concreto es una mezcla dosificada de cemento, agua y agregados fino y grueso. Adicionalmente se le puede incorporar aditivos, adiciones y fibra. Es casos particulares se le puede agregar intencionalmente aire por razones de durabilidad. (Rivva, 2014)

Por lo general el cemento representa entre el 7% al 15% del volumen total del concreto, el agua entre un 15% a 22%, el agregado entre 60% al 75% y el aire entre 1 al 3%. (Pasquel, 1998)

2.2.1.2 Propiedades del concreto fresco

Trabajabilidad

Se define como la facilidad que presenta el concreto en su estado fresco para ser mezclado, colocado, compactado y acabado sin que se produzca segregación y exudación durante su proceso de elaboración. (Abanto, 2009)

El concepto de trabajabilidad abarca propiedades interdependientes como la cohesión (adherencia interna), la consistencia, la homogeneidad, la plasticidad y la tixotropía. (Rivva, 2014)

Perdida de consistencia

La pérdida de consistencia o incremento de rigidez en una mezcla de concreto, se define como el cambio del estado plástico al estado endurecido. (Rivva, 2014)

La pérdida de consistencia resulta influenciada por factores extrínsecos como una alta temperatura ambiente, la presencia de sol y viento, además de la forma de transportar el concreto. También puede estar influida por factores intrínsecos como la fluidez inicial de la mezcla, la humedad de los agregados, el uso de aditivos y las propiedades del cemento. (Rivva, 2014)

La NTP 339.035, basada en la ASTM C 143, describe el procedimiento para realizar el ensayo de consistencia de una mezcla de concreto.

Segregación

La segregación hace referencia a la separación del agregado grueso de la pasta.

Es un fenómeno perjudicial en el concreto, originando en el elemento llenado las llamadas “cangrejas”, capas arenosas, bolsones de piedra, etc. (Abanto, 2009)

La segregación está en función de la consistencia de la mezcla, siendo de mayor riesgo cuanto más húmeda es ésta y menor cuanto más seca lo es. Por ello es necesario considerar en el proceso de diseño de mezclas, el riesgo de la segregación, tratando de disminuir este problema mediante el incremento de finos (cemento o agregado fino) y de la consistencia de la mezcla.

Por lo general, procesos inadecuados de manipulación y colocación son las principales causas de este fenómeno. (Abanto, 2009)

Asentamiento y Exudación

Se conoce como asentamiento al proceso natural en la que los componentes más pesados (cemento y agregados) tienden a descender, luego de ser colocado y compactado el concreto. (Rivva, 2014)

Se define como exudación al ascenso del agua de la mezcla hacia la superficie como consecuencia de la sedimentación de los sólidos (asentamiento), luego de que el concreto ha sido colocado en el encofrado. (Abanto, 2009)

Estos fenómenos son simultáneos, y si se producen en exceso, resultan perjudiciales para el concreto, ya que producen estratificación de la masa del concreto, originando que la superficie de contacto durante la colocación de una capa sobre otra, pueda reducir su resistencia debido al aumento de la relación agua-cemento en esta zona. (Rivva, 2014)

Calor de hidratación

Es un proceso exotérmico que se desarrolla en el periodo de la hidratación del cemento. Cuando el calor que genera la masa de concreto no se disipa con la misma velocidad con que se produce, queda un remanente que al acumularse eleva la temperatura de la masa. (Rivva, 2014)

El calor de la masa del concreto, hace que se expanda, de tal forma que al enfriarse sufra contracción, normalmente restringida, generando esfuerzos a tensión que tienden a agrietarlo.

El riesgo de agrietamiento producto del calor de hidratación es mayor en estructuras que tienen gran volumen.

Contracción y expansión

El concreto se contrae cuando se seca y se expande al humedecerse. Es usual que el concreto no se encuentre continuamente húmedo, por lo que está sometido mayormente a contracciones que a expansiones. (Rivva, 2014)

Cuando el elemento de concreto se encuentra restringido contra la contracción térmica, éste tiende a agrietarse. Para ello, las juntas son el método más efectivo para contrarrestar este problema.

Cuando se diseñan elementos que no necesitan refuerzo estructural, es suficiente colocarle un ligero “acero de temperatura” para controlar el agrietamiento térmico. (Rivva, 2014)

2.2.1.3 Propiedades del concreto endurecido

Resistencia a la compresión

La resistencia en compresión del concreto se define como la máxima carga aplicada en una unidad de área soportada por una muestra de concreto, antes de fallar por compresión (rotura, agrietamiento).

La resistencia especificada a la compresión de un concreto (f'_c) debe ser conseguida a los 28 días, después de vaciado y efectuado el curado correspondiente. (Abanto, 2009)

La norma NTP 339.034 basada en la Norma ASTM C 39, señala el procedimiento normalizado para la obtención de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Durabilidad

Es la capacidad para resistir los efectos de la intemperie, la acción de agentes químicos y desgaste, a los cuales estará expuesto el concreto durante el servicio.

Los ciclos de congelación y descongelación son los principales responsables de los daños sufridos por el concreto. Ante esos daños, la resistencia del concreto puede mejorarse incrementando la

impermeabilidad mediante la incorporación de aire entre el 2% a 6%, o aplicando un revestimiento que proteja a la superficie.

La resistencia a los agentes químicos, se logra si se protege el concreto con un revestimiento resistente; y para obtener resistencia a los sulfatos, se debe emplear cemento Portland tipo V.

La resistencia al desgaste, normalmente se obtiene con la fabricación de un concreto denso, de elevada resistencia, elaborado con agregados duros. (Abanto, 2009)

Impermeabilidad

Es la capacidad que tiene un material en dejar pasar a través de sus poros un fluido. El concreto es un material poroso y nunca va a ser totalmente impermeable. (Torre C., 2004)

Abanto (2009) señala que esta propiedad puede mejorarse, con frecuencia, disminuyendo el volumen del agua en la mezcla de concreto, ya que el exceso de ésta, genera cavidades y vacíos después de la evaporación y, si están interconectadas, el agua puede atravesar o penetrar el concreto.

Una relación agua/cemento muy baja, así como el uso de aditivos impermeabilizantes, logran un concreto más impermeable. (Torre C., 2004)

2.2.1.4 Componentes del concreto

CEMENTO PORTLAND

Definición

La NTP 334.009 lo define como un cemento hidráulico obtenido de la pulverización del clinker conformado principalmente de silicatos de calcio hidráulicos y que generalmente contiene sulfato de calcio y eventualmente caliza como adición durante el proceso de molienda.

Además, la NTP E.060 señala que se puede admitir la incorporación de otros productos que no superen del 1% en peso del total siempre que la norma correspondiente disponga que su incorporación no perjudique las propiedades finales del cemento. Todos los productos adicionados tendrán que ser pulverizados en conjunto con el clinker.

Compuestos Principales del Cemento Portland

Los principales compuestos del cemento Portland son cuatro, y abarcan entre el 90% al 95% del total. (Rivva, 2014). La Tabla 2.1, señala estos compuestos, así como su fórmula de composición y el porcentaje límite aceptable.

Tabla 2.1.

Principales Compuestos del Cemento Portland

| Compuesto | Fórmula Química | Abreviatura | Límites (%) |
|-----------------------------|---|--------------------|--------------------|
| Silicato tricálcico | $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ | C ₃ S | 30 - 60 |
| Silicato dicálcico | $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ | C ₂ S | 15 - 37 |
| Aluminato tricálcico | $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ | C ₃ A | 7 - 15 |
| Ferroaluminato tetracálcico | $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ | C ₄ AF | 8 - 10 |

Elaborado con información del Capítulo 2, Cementos. Materiales para el Concreto, 3ra Edición. (Rivva, 2014)

El C_3S , produce una gran velocidad de hidratación, por lo que contribuye en forma importante en obtener concretos con altas resistencias mecánicas iniciales. (Rivva, 2014)

El C_2S , desarrolla una lenta velocidad de hidratación, por lo que su aporte al desarrollo a las resistencias tempranas es pequeño. Sin embargo, es la principal fuente de desarrollo de resistencia a edades posteriores. (Rivva, 2014)

El C_3A , contribuye poco o nada a la resistencia del cemento, excepto en edades tempranas. Su presencia en el cemento es indeseable, pues cuando la pasta de cemento endurecida es atacada por sulfatos, tiende a formar sulfoaluminato de calcio (etringita), causando agrietamiento o desintegración de las estructuras. (Neville & Brooks, 2010)

La C_4AF , se estima que su efecto en las resistencias mecánicas es muy pequeño en cualquier período. Su efecto se centra en casos específicos en donde la durabilidad frente a los agresivos químicos, es más importante que las resistencias mecánicas. (Rivva, 2014)

Tipos de cemento

La NTP 334.009 basada en la ASTM C 150; contempla 5 tipos de cemento Portland, clasificados según las propiedades específicas que presentan.

Tipo I: De uso general. No requiere de ciertas propiedades especiales.

Tipo II: Para lograr una resistencia moderada a sulfatos o moderado calor de hidratación.

Tipo III: Para alcanzar resistencias iniciales elevadas.

Tipo IV: Para obtener un bajo calor de hidratación.

Tipo V: Para desarrollar una alta resistencia a los sulfatos.

AGUA

Para el mezclado, se podrá emplear aquellas aguas que se consideren potables, o que por experiencia se conozca que pueden ser empleadas en la fabricación de concreto. (Rivva, 2014)

El agua a utilizarse en la fabricación del concreto, debe estar en condición limpia y libre de sustancias perjudiciales como ácidos, aceites, sales, álcalis, material orgánico u otras sustancias que puedan afectar de forma negativa al concreto o al acero. (Abanto, 2009).

La Tabla 2.2 muestra los máximos valores permisibles de las sustancias existentes en el agua a emplearse en la fabricación del concreto.

Tabla 2.2.

Limites Permisibles de Sustancias presentes en el Agua de Mezclado

| Sustancia | Limite Permissible |
|------------------------|---------------------------|
| Cloruros. | 300 ppm |
| Sulfatos. | 300 ppm |
| Sales de magnesio. | 150 ppm |
| Sales solubles | 1500 ppm |
| P.H. | Mayor a 7 |
| Sólidos en suspensión. | 1500 ppm |

Materia orgánica.

10 ppm

Fuente: Capitulo III, El Agua. Tecnología del Concreto (Teoría y Problemas). (Abanto, 2009)

En resumen, el agua empleada en la fabricación y curado del concreto debe cumplir con las condiciones establecidas en la Norma NTP 339.088, la cual define los requisitos de composición y performance para el agua de mezclado; así como las fuentes, requisitos y frecuencia de ensayos para la calificación de las fuentes.

AGREGADO FINO

Definición

Según la NTP 400.037, el agregado fino se define como el agregado procedente de la desintegración natural o artificial de las rocas, el cual pasa el tamiz de 9.5 mm (3/8") y queda retenido en el tamiz 75 µm (N° 200), y cumple con los requisitos establecidos en dicha norma. El agregado fino consistirá de arena natural o manufacturada, o una combinación de ambas.

Gradación

La NTP 400.037 especifica la gradación del agregado fino según los límites establecidos en la Tabla 2.3.

Tabla 2.3.

Límites de la Gradación del Agregado Fino

| Tamiz | Porcentaje que pasa |
|---------------------|----------------------------|
| 9.5 mm (3/8" pulg.) | 100 |
| 4.75 mm (N° 4) | 95 a 100 |
| 2.36 mm (N° 8) | 80 a 100 |
| 1.18 mm (N° 16) | 50 a 85 |
| 600 µm (N° 30) | 25 a 60 |
| 300 µm (N° 50) | 05 a 30 |
| 150 µm (N° 100) | 0 a 10 |
| 75 µm (N° 200) | 0 a 3 |

Fuente: AGREGADOS. Agregados para concreto. Especificaciones (NTP 400.037, 2021)

Nota: Concretos fabricados con agregado fino deficiente en los tamices 300 µm y 150 µm, con problemas en la trabajabilidad, bombeo o excesiva exudación. La deficiencia puede ser corregida con adición de cemento, aditivos o adiciones minerales.

La NTP 400.037 menciona que:

- El agregado fino no tendrá más del 45% entre dos mallas consecutivas de las que se presentan en la Tabla 2.3, y el módulo de fineza estará comprendido entre 2.3 y 3.1.
- Se permitirá el empleo de agregados finos que no cumplan con los límites granulométricos especificados, cuando se asegure mediante estudios que el material producirá un concreto con la resistencia requerida.

Ensayos del agregado fino

La Tabla 2.4 señala los ensayos requeridos para el agregado fino, según se especifican en la NTP 400.037. Además, al final de la tabla se mencionan los ensayos necesarios a realizar para el diseño mezclas.

Tabla 2.4.

Lista de ensayos para el agregado fino

| Ensayo | Norma |
|--|--|
| Requisitos de gradación | |
| Análisis granulométrico del agregado fino y grueso. Método de ensayo | NTP 400.012.2021/ ASTM C 136 |
| Requisitos de sustancias deletéreas | |
| Determinación del contenido de terrones de arcilla y partículas desmenuzables en los agregados. Método de ensayo. | NTP 400.015.2020/ ASTM C 142 |
| Determinación de materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 µm (Nº 200) por lavado en agregados. Método de ensayo. | NTP 400.018.2020/ ASTM C 117 |
| Método de ensayo normalizado para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino | NTP 339.146.2000 (revisada 2019) / ASTM D 2419 |
| Método de ensayo para determinar las partículas livianas en los agregados. | NTP 400.023.2020/ ASTM C 123 |
| Cloruros expresados en Cl ⁻ | NTP 400.042.2016 |
| Sulfatos solubles expresados en SO ₃ | NTP 400.042.2016 |
| Impurezas orgánicas | NTP 400.024.2020 |
| Requisitos de inalterabilidad | |
| Determinación de la inalterabilidad de agregados por medio de sulfato de sodio o sulfato de magnesio | NTP 400.016.2020 / ASTM C88 |
| Requisitos para dosificación de mezclas | |
| Determinación del contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. Método de ensayo | NTP 339.185.2021/ ASTM C 556 |
| Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados | NTP 400.017.2020/ ASTM C 29 |
| Determinación de la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Método de ensayo | NTP 400.022.2021/ ASTM C 128 |

Elaborado con información de NTP 400.037 (2021)

AGREGADO GRUESO

Definición

La NTP 400.037 define al agregado grueso como aquel que es retenido en el tamiz normalizado 4.75 mm (Nº 4) procedente de la desintegración natural o artificial de las rocas, y que cumple con las condiciones establecidas en dicha norma. El agregado grueso podrá ser grava, piedra chancada, concreto reciclado o la combinación de ellos de acuerdo a los requisitos de la mencionada norma.

Gradación

La NTP 400.037 especifica la gradación del agregado grueso, que deberá cumplir según los husos especificados, de acuerdo a la Tabla 2.5.

Tabla 2.5.

Requisitos Granulométricos del Agregado Grueso

| Huso | Tamaño máximo nominal | Porcentaje que pasa por los tamices normalizados | | | | | | | | | | | | | |
|------|-------------------------------------|--|-----------------|---------------|-----------------|---------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| | | 100 mm (4") | 90 mm (3 ½") | 75 mm (3") | 63 mm (2 ½") | 50 mm (2") | 37.5 mm (1 ½") | 25.0 mm (1") | 19.0 mm (¾") | 12.5 mm (½") | 9.5 mm (⅜") | 4.75 mm (N° 4) | 2.36 mm (N° 8) | 1.18 mm (N° 16) | 300 µm (N° 50) |
| 1 | 90 mm a 37.5 mm (3 ½" a 1 ½") | 100 | 90 a 100 | - | 25 a 60 | - | 0 a 15 | - | 0 a 5 | - | - | - | - | - | - |
| 2 | 63 mm a 37.5 mm (2 ½" a 1 ½") | - | - | 100 | 90 a 100 | 35 a 70 | 0 a 15 | - | 0 a 5 | - | - | - | - | - | - |
| 3 | 50 mm a 25.0 mm (2" a 1") | - | - | - | 100 | 90 a 100 | 35 a 70 | 0 a 15 | - | 0 a 5 | - | - | - | - | - |
| 357 | 50 mm a 4.75 mm (2" a N° 4) | - | - | - | 100 | 95 a 100 | - | 35 a 70 | - | 10 a 30 | - | 0 a 5 | - | - | - |
| 4 | 37.5 mm a 19.0 mm (1 ½" a ¾") | - | - | - | - | 100 | 90 a 100 | 20 a 55 | 0 a 5 | - | 0 a 5 | - | - | - | - |
| 467 | 37.5 mm a 4.75 mm (1 ½" a N° 4) | - | - | - | - | 100 | 95 a 100 | - | 35 a 70 | - | 10 a 30 | 0 a 5 | - | - | - |
| 5 | 25.0 mm a 12.5 mm (1" a ½") | - | - | - | - | - | 100 | 90 a 100 | 20 a 55 | 0 a 10 | 0 a 5 | - | - | - | - |
| 56 | 25.0 mm a 9.5 mm (1" a ⅜") | - | - | - | - | - | 100 | 90 a 100 | 40 a 85 | 10 a 40 | 0 a 15 | 0 a 5 | - | - | - |
| 57 | 25.0 mm a 4.75 mm (1" a N° 4) | - | - | - | - | - | 100 | 95 a 100 | - | 25 a 60 | - | 0 a 10 | 0 a 5 | - | - |
| 6 | 19.0 mm a 9.5 mm (¾" a ⅜") | - | - | - | - | - | - | 100 | 90 a 100 | 20 a 55 | 0 a 15 | 0 a 5 | - | - | - |
| 67 | 19.0 mm a 4.75 mm (¾" a N° 4) | - | - | - | - | - | - | 100 | 90 a 100 | - | 20 a 55 | 0 a 10 | 0 a 5 | - | - |
| 7 | 12.5 mm a 4.75 mm (½" a N° 4) | - | - | - | - | - | - | - | 100 | 90 a 100 | 40 a 70 | 0 a 15 | 0 a 5 | - | - |
| 8 | 9.5 mm a 2.36 mm (⅜" a N° 8) | - | - | - | - | - | - | - | - | 100 | 85 a 100 | 10 a 30 | 0 a 10 | 0 a 5 | - |
| 89 | 12.5 mm a 9.5 mm (½" a ⅜") | - | - | - | - | - | - | - | - | 100 | 90 a 100 | 20 a 55 | 5 a 30 | 0 a 10 | 0 a 5 |
| 9A | 4.75 mm a 1.18 mm (N° 4 a N° 16) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 100 | 85 a 100 | 10 a 40 | 0 a 10 | 0 a 5 |

Fuente: AGREGADOS. Agregados para concreto. Especificaciones (NTP 400.037, 2021).

NOTA: se aprobará el empleo de agregados que no cumplan con las gradaciones establecidas, solo si existen estudios calificados, que garanticen que el material producirá un concreto de la calidad requerida.

El tamaño máximo nominal (TMN)

Según la Norma NTP 400.037, el tamaño máximo nominal (TMN) es el que corresponde al menor tamiz de la serie empleada que genera el primer retenido entre 5% y 10%.

La NTP E.060 señala que el tamaño máximo del agregado grueso no deberá superar a:

- a) Un quinto de la menor separación entre caras del encofrado.
- b) Un tercio de la altura de las losas.
- c) Tres cuartos del espaciamiento mínimo entre las barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, cables o duetos de presfuerzo.

Estas limitaciones pueden ser excluidas, si a criterio de la Supervisión, la trabajabilidad, consistencia del concreto y los procedimientos de compactación garanticen el colocado del concreto sin formación de cangrejas. (Rivva, 2014)

Ensayos del agregado grueso

La Tabla 2.6 establece los ensayos requeridos para el agregado grueso, los cuales se especifican en la NTP 400.037. Adicionalmente, al final de la tabla se mencionan los ensayos necesarios a realizar para el diseño de mezclas.

Tabla 2.6.

Lista de ensayos para el agregado grueso

| Ensayo | Norma |
|--|------------------------------|
| Requisitos de gradación | |
| Análisis granulométrico del agregado fino y grueso. Método de ensayo | NTP 400.012.2021/ ASTM C 136 |
| Requisitos de sustancias deletéreas | |
| Determinación del contenido de terrones de arcilla y partículas desmenuzables en los agregados. Método de ensayo. | NTP 400.015.2020/ ASTM C 142 |
| Determinación de materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 µm (Nº 200) por lavado en agregados. Método de ensayo. | NTP 400.018.2020/ ASTM C 117 |
| Determinación de horsteno. | ASTM C295 |
| Método de ensayo para determinar las partículas livianas en los agregados. | NTP 400.023.2020/ ASTM C 123 |
| Cloruros expresados en Cl ⁻ | NTP 400.042.2016 |
| Sulfatos solubles expresados en SO ₃ | NTP 400.042.2016 |
| Impurezas orgánicas | NTP 400.024.2020 |
| Requisitos de inalterabilidad | |
| Determinación de la inalterabilidad de agregados por medio de sulfato de sodio o sulfato de magnesio. | NTP 400.016.2020 / ASTM C88 |
| Requisitos de índice de espesor y resistencia mecánica | |

| | |
|--|------------------------------|
| Determinación de la resistencia al desgaste en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles. Método de ensayo. | NTP 400.019.2020/ ASTM C 131 |
| Índice de espesor del agregado. | NTP 400.041.2020 |

Requisitos para dosificación de mezclas

| | |
|--|------------------------------|
| Determinación del contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. Método de ensayo. | NTP 339.185.2021/ ASTM C 556 |
| Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. | NTP 400.017.2020/ ASTM C 29 |
| Determinación de la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Método de ensayo. | NTP 400.022.2021/ ASTM C 128 |

Elaborado con información de NTP 400.037 (2021)

Aparte de los componentes del concreto estudiados anteriormente, es importante señalar también a las *adiciones*, materiales que son polvos muy finos, con una finura Blaine superior que la del cemento. (Rivva, 2014); y las *fibras*, que son delgados filamentos de materiales naturales o artificiales, y que pueden ser distribuidos de manera homogénea en una mezcla de concreto fresco, en forma de haces, hebras o redes (NTP 339.047).

Los *aditivos* como componentes del concreto, los trataremos de forma particular en el siguiente ítem.

2.2.2 Aditivos

2.2.2.1 Definición

La NTP 339.047 define a los aditivos como materiales distintos del agua, agregados, materiales cementosos hidráulicos, y refuerzo de fibra; que al ser empleados como componentes de una mezcla de concreto alteran ciertas propiedades de la mezcla fresca, su fraguado o endurecimiento y que se añade antes o durante el proceso de mezclado.

2.2.2.2 Razones para el uso de aditivos

Según Rivva (2014), entre las principales razones para el empleo de aditivos, en alterar las propiedades del concreto fresco, se puede indicar las siguientes:

- a) Disminuir la cantidad de agua en la mezcla de concreto.
- b) Incrementar la trabajabilidad sin alterar el contenido de agua; o disminuir el contenido de agua sin modificar la trabajabilidad.
- c) Retardar o acelerar el tiempo de fraguado inicial.
- d) Reducir o prevenir la segregación; o desarrollo de una ligera expansión.
- e) Modificar la velocidad y/o magnitud de la exudación.
- f) Incrementar, reducir o controlar el asentamiento.
- g) Mejorar las condiciones de colocación y/o bombeo de las mezclas de concreto.

Entre las principales razones del uso de aditivos para modificar las propiedades de los concretos, morteros o lechada endurecidos, Rivva (2014) menciona las siguientes:

- a) Retardar o reducir el desarrollo del calor de hidratación durante el fraguado inicial.
- b) Acelerar la velocidad de desarrollo de la resistencia inicial y/o final del concreto, así como el incremento de la misma.
- c) Incrementar la durabilidad o resistencia en condiciones de exposición severa.
- d) Reducir la permeabilidad del concreto.
- e) Controlar la expansión causada por la reacción álcali-agregados.

- f) Incrementar las adherencias del concreto con el refuerzo; y concreto antiguo-concreto fresco.
- g) Incrementar las resistencias al impacto y/o la abrasión.
- h) Controlar la corrosión de elementos metálicos inmersos en el concreto.
- i) Producir concretos o morteros celulares.
- j) Producir concretos o morteros coloreados.

2.2.2.3 Condiciones de Empleo

La Norma E.060 Concreto Armado, en su Capítulo 3, da algunas condiciones respecto al uso de aditivos, los cuales se señalan a continuación:

- a) Los aditivos que se utilicen en el concreto deben ser aprobados por la Supervisión y cumplir con lo especificado en la NTP 334.088.
- b) Debe demostrarse que el aditivo empleado en obra es capaz de conservar esencialmente la misma composición y comportamiento que el producto empleado en la determinación de la dosificación del concreto.
- c) El cloruro de calcio o los aditivos compuestos de cloruros que no procedan de impurezas de los componentes del aditivo, no deben utilizarse en concreto pretensado, en concreto que contenga aluminio inmerso o en concreto elaborado en encofrados permanentes de acero galvanizado.
- d) Los aditivos incorporadores de aire deben cumplir con las especificaciones de la NTP 334.089 o de la Norma ASTM C 260.
- e) Los aditivos reductores de agua, retardantes, acelerantes, reductores de agua y retardantes, y reductores de agua y acelerantes, reductores de agua de alto rango, y reductores de agua de alto rango y retardantes, deben cumplir con la NTP 334.088 o con “Standard Specification for Chemical Admixtures for Use in Producing Flowing Concrete” (ASTM C 1017M).
- f) Las cenizas volantes u otras puzolanas que se utilicen como aditivos deben cumplir con las especificaciones de la NTP 334.104 o de la Norma ASTM C 618.
- g) La escoria molida granulada de alto horno empleada como aditivo debe cumplir con las especificaciones de la NTP 334.180.
- h) Los aditivos empleados en la elaboración de concreto que incluya cemento expansivo de acuerdo a la NTP 334.156, deben ser compatibles con este cemento y no generar efectos perjudiciales.
- i) La microsílíce empleada como aditivo debe cumplir con las especificaciones de la norma NTP 334.087.

2.2.2.4 Clasificación de los aditivos

Según la Norma ASTM C 494, Especificación Normalizada de Aditivos Químicos para Concreto, se clasifican en:

Tipo A. Reductores de Agua.

Tipo B. Retardadores.

Tipo C. Aceleradores.

Tipo D. Reductores de agua y retardadores.

Tipo E. Reductor de agua y acelerante.

Tipo F. Reductor de agua de alto rango.

Tipo G. Reductores de agua de alto rango y retardadores.

Tipo S. Comportamiento específico

De acuerdo a las Recomendaciones del Comité 212.1R del ACI, los aditivos se agrupan de la siguiente manera:

- a) Acelerantes.
- b) Reductores de agua y/o reguladores de agua.
- c) Superplastificantes.
- d) Incorporadores de aire.
- e) Generadores de gas.
- f) Aditivos para inyecciones.
- g) Productores de expansión.
- h) Ligantes.
- i) Ayudas para bombeo.
- j) Colorantes.
- k) Floculantes.
- l) Insecticidas.
- m) Impermeabilizantes.
- n) Reductores de permeabilidad.
- o) Controladores de la reacción álcali-agregado.
- p) Inhibidores de la corrosión.

2.2.2.5 Requisitos físicos de la Norma

La NTP 334.088, basada en la norma ASTM C 494 proporciona los requisitos físicos que deben cumplir los aditivos descritos en dicha norma. La Tabla 2.7 establece los límites de dichos requisitos.

Tabla 2.7.

Requisitos Físicos de los Aditivos

| Requisitos Físicos ^{A,B} | | | | | | | | |
|--|----------------------------------|--------------|------------|--------------------|--------------|----------------------------------|--------------------|----------------------------------|
| | Tipo A | Tipo B | Tipo C | Tipo D | Tipo E | Tipo F | Tipo G | Tipo S |
| Contenido de agua, máx. % del control ^A | 95 | - | - | 95 | 95 | 88 | 88 | - |
| Tiempo de fraguado, desviación permisible respecto al control horas: minutos | | | | | | | | |
| Fraguado inicial | | | | | | | | |
| Por lo menos | - | 1:00 después | 1:00 antes | 1:00 después | 1:00 antes | - | 1:00 después | - |
| No más de | 1:00 antes, pero no 1:30 después | 3:30 después | 3:30 antes | 3:30 después | 3:30 después | 1:00 antes, pero no 1:30 después | 3:30 después | 1:00 antes, pero no 1:30 después |
| Fraguado final | | | | | | | | |
| Por lo menos | - | - | 1:00 antes | - | 1:00 antes | - | - | - |
| No más de | 1:00 antes, pero no 1:30 después | 3.30 después | - | 3.30 después | - | 1:00 antes, pero no 1:30 después | 3.30 después | 1:00 antes, pero no 1:30 después |
| Resistencia a la compresión mínima, % respecto al control | | | | | | | | |
| 1 día | - | - | - | - | - | 140 | 125 | - |
| 3 días | 110 | 90 | 125 | 110 | 125 | 125 | 125 | 90 |
| 7 días | 110 | 90 | 100 | 110 | 110 | 115 | 115 | 90 |
| 28 días | 110 | 90 | 100 | 110 | 110 | 110 | 110 | 90 |
| | (120) ^D | | | (120) ^D | | (120) ^C | (120) ^D | |
| 90 días | (117) ^D | n/a | n/a | (117) ^D | n/a | (117) ^C | (117) ^D | n/a |
| 6 meses | 100 | 90 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 |
| | (113) ^D | | | (113) ^D | | (113) ^C | (113) ^D | |
| 1 año | 100 | 90 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 |
| Resistencia a la flexión mínima, % referencia: ^C | | | | | | | | |
| 3 días | 100 | 90 | 110 | 100 | 110 | 110 | 110 | 90 |
| 7 días | 100 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 |
| 28 días | 100 | 90 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 |
| Cambio de longitud, máx. Contracción (requisitos alternativos) ^E | | | | | | | | |
| Porcentaje de referencia | 135 | 135 | 135 | 135 | 135 | 135 | 135 | 135 |
| Aumento sobre referencia | 0.010 | 0.010 | 0.010 | 0.010 | 0.010 | 0.010 | 0.010 | 0.010 |
| Factor de durabilidad relativa, mínima % de referencia ^F | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 |

Fuente: CEMENTOS. Aditivos químicos para concreto. Especificaciones (NTP 334.088, 2021)

^A Los valores de esta tabla se aplican a los promedios de tres o más resultados de prueba para cada categoría de concreto. El contenido máximo de agua indicado no se interpretará como que requiera exactamente esa cantidad; son valores máximos y se permiten ensayos con un contenido de agua más bajo. Debido a que los requisitos de esta especificación se aplican a los resultados promedio de los ensayos para cada categoría de concreto, se permite el ajuste de las mezclas dentro de las tolerancias de esta especificación si es necesario para que los promedios estén dentro de los requisitos.

^B Los valores de la tabla abarcan la tolerancia para las variaciones normales en los resultados de las pruebas.

^C La resistencia a la compresión y a la flexión del concreto que incluye el aditivo bajo ensayo a cualquier edad, no debe ser inferior que el 90 % de la resistencia alcanzada en cualquier ensayo a una edad previa.

^D Requisitos alternativos. Si se cumplen los requisitos físicos y cualquiera de las resistencias relativas medidas son mayores que el requisito entre paréntesis, se considerará que el aditivo cumple provisionalmente con los requisitos de esta especificación hasta que se obtengan los resultados de la prueba de resistencia de un año.

^E Requisitos alternativos. El porcentaje del límite de control en la mezcla de referencia se aplica cuando la variación en la longitud del control es 0,030 % superior; el incremento con respecto al control se aplica cuando la variación en la longitud del control es menor al 0,030 %.

^F Este requisito se aplica sólo cuando el aditivo se emplea en concretos con aire incorporado.

2.2.2.6 Niveles de Ensayo

La NTP 334.088 establece 3 niveles de ensayo para los aditivos, los cuales se describen a continuación:

Nivel 1: Durante la etapa de aprobación inicial, la prueba del cumplimiento de los requisitos de desempeño, definidos en la Tabla 2.7, señala que el aditivo cumple los requerimientos de la norma.

Nivel 2: Los reensayos de propiedades físicas y desempeño pueden ser requeridos por el comprador. El reensayo cubre las propiedades físicas y el desempeño del aditivo.

Nivel 3: Para la aceptación de un lote o para medir la uniformidad dentro o entre los lotes. Cuando lo precise el comprador, se deberán utilizar los ensayos de uniformidad y equivalencia.

2.2.2.7 Ensayos de uniformidad y Equivalencia

La NTP 334.088 describe los ensayos de uniformidad y equivalencia: análisis infrarrojo, residuo mediante secado en horno (aditivos líquidos), residuo mediante secado al horno (aditivos no líquidos) y densidad relativa (aditivos líquidos). Cuando el comprador lo especifique, la homogeneidad de un lote o la equivalencia de diferentes lotes de la misma fuente se debe establecer a través del cumplimiento de los requisitos de estos ensayos tal como lo señala la mencionada norma.

Si estos procedimientos resultan ser inadecuados, se establecerán otros equipos de uniformidad y equivalencia de lote a lote o dentro de un lote previo acuerdo entre el fabricante y comprador.

2.2.2.8 Embalaje y rotulado

Cuando el aditivo se suministre en envases o contenedores, se debe etiquetar de forma clara el nombre del aditivo, su clasificación según la respectiva norma y el peso neto o volumen. Se debe otorgar información similar en los reportes de embarque que acompañan los envíos de aditivos empaquetados o a granel. (NTP 334.088, 2021)

2.2.2.9 Almacenamiento

Los aditivos serán almacenados en un ambiente protegido de la humedad y del congelamiento, así como de fácil acceso para su inspección e identificación. (NTP 334.088, 2021).

El almacenamiento de los aditivos se hará según las indicaciones del fabricante con la finalidad de prevenir la contaminación, evaporación y deterioro de estos. (Torre C., 2004)

2.2.2.10 Recomendaciones

Rivva (2014) da algunas recomendaciones que deberíamos tener en cuenta al momento de la dosificación del concreto, las cuales se detallan a continuación:

- a) El uso de aditivos no implica en alterar la cantidad de cemento en la mezcla.
- b) Los aditivos utilizados en obra deberán ser de la misma composición, tipo y marca que los empleados para la selección de la dosificación de la mezcla de concreto.
- c) Para la dosificación de los aditivos, se tomará en consideración las recomendaciones del fabricante, las propiedades del concreto que se desean obtener, las características de los agregados, la resistencia a la compresión de diseño especificada, las condiciones ambientales y de trabajo en obra, el proceso de colocación del concreto, y los resultados de los ensayos de laboratorio y obra.
- d) Los aditivos con fecha de vencimiento ya cumplida no deberán ser utilizados.

Abanto (2009) complementa que:

- a) Cuando se usan dos aditivos diferentes, debe evitarse la mezcla previa de ambos, sino deben incorporarse por intervalos separados a la mezcladora.
- b) Es recomendable agregar el aditivo cuando los materiales y gran parte del agua se encuentra en proceso de mezclado, verificando que el aditivo se distribuya de manera uniforme en la mezcla, y de esta manera evitar el contacto directo del aditivo con el cemento. Para ello, se debe adicionar un tiempo prudencial antes del término de la operación.
- c) El agua de solución debe ser contemplada como una parte del contenido total, para no modificar la relación agua - cemento especificada.
- d) Los aditivos en polvo se dosifican por peso y los aditivos líquidos por volumen o peso.

Por otro lado, más allá de las ventajas que podríamos lograr mediante el uso de aditivos, es necesario evaluar el costo que involucra su uso en la mezcla de concreto.

Abanto (2009) señala que para determinar si el uso de un aditivo representa una ventaja económica en el concreto se debe comparar el costo de los componentes de la mezcla del concreto sin o con aditivos; definir diferencias de coste en el manejo de los materiales; establecer precios en el control de concreto (en general mayores cuando se emplea aditivos) y el costo de la colocación, acabado y curado del concreto, en la mayoría de casos favorecidos por el empleo los aditivos.

2.2.3 Aditivos acelerantes

2.2.3.1 Definición

La NTP 339.047 lo define como el aditivo que incrementa la velocidad de reacción de las partículas en materiales cementosos, disminuyendo el tiempo de fraguado y aumentando el desarrollo de la resistencia temprana del cemento.

La velocidad de reacción entre el agua y las partículas de cemento es denominada con frecuencia como la tasa de hidratación de un cemento. Este proceso puede ser modificado incluyendo unas pequeñas cantidades de sustancias químicas a la mezcla para incrementar los hidratos que nacen a

una edad específica, logrando como resultado un aceleramiento del proceso. A estas sustancias se les denomina acelerantes. (CYPE, 2018)

Los aditivos acelerantes tienen dos propósitos fundamentales en el concreto, mortero o pasta de cemento, los cuales pueden ser cumplidos los dos a la vez o solo alguno de ellos:

- a) Disminuir los tiempos de fraguado, allí el acelerante concentra su acción cuando el concreto se encuentra en estado fresco.
- b) Incrementar las resistencias a edades tempranas, allí el acelerante concentra su acción cuando el concreto se encuentra en estado endurecido.

Es importante señalar que si un acelerante es definido como un aditivo que aumenta la velocidad del proceso de hidratación normal, entonces sustancias acelerantes como silicatos alcalinos, fluorsilicato de calcio, aluminatos y carbonatos, los cuales generan un fraguado acelerado en el concreto, deberían ser separados de la calificación como acelerantes, ya que su acción implica la conformación de compuestos insolubles debido a la reacción química con el hidróxido de calcio formado debido a la hidratación del cemento. (Rivva, 2014)

2.2.3.2 Beneficios

Dentro de los beneficios más relevantes que podemos obtener mediante el uso de aditivos acelerantes, se encuentran:

Acelerantes de fraguado:

- a) Acelerar las operaciones de acabado para superficies.
- b) Reducir la presión que ejerce el concreto en su estado fresco sobre los encofrados.
- c) Realizar de forma más temprana el desencofrado de elementos no estructurales.
- d) Rápido taponeo de fallas debidas a presión hidráulica.

Acelerantes de resistencia:

- a) Remoción de encofrados en menor tiempo.
- b) Reducción en el periodo de protección del concreto.
- c) Puesta en servicio de estructuras nuevas o reparaciones en menor tiempo.
- d) Se compensan las consecuencias debido a las bajas temperaturas o cementos con un desarrollo lento en sus resistencias.

La eficiencia de un acelerante puede depender de la cantidad de aditivo agregado a la mezcla de concreto, así como del tipo de cemento, ya que aquellos que son altamente adicionados tendrán una baja capacidad de aceleración y un nivel de resistencia bajo. (CYPE, 2018)

2.2.3.3 Clasificación de los aditivos acelerantes

Según la norma ASTM C 494 y NTP 334.088, clasifican a los acelerantes como:

Tipo C: Acelerante para concreto.

Tipo E: Reductor de agua y acelerante para concreto

Los requerimientos para que un aditivo pueda ser llamado Tipo C o Tipo E, de acuerdo a la ASTM C 494 o NTP 334.088, se incluyen en la Tabla 2.7.

Según la norma EN 493-2 clasifica a los acelerantes como:

Aditivo acelerante de fraguado: Aditivo que reduce el periodo de transición de la mezcla de estado plástico a estado rígido.

Aditivo acelerante de endurecimiento: Aditivo que incrementa la tasa de desarrollo de resistencia a edades tempranas, afectando o no el tiempo de fraguado del concreto.

Rivva (2014) clasifica a los acelerantes en cuatro grandes grupos, basándose en sus composición química. A continuación se describen éstos:

Sales solubles inorgánicas

En este grupo se encuentran los cloruros, los bromuros, fluoruros, carbonatos, nitratos, sulfatos, silicatos, aluminatos e hidróxidos alcalinos, siendo el más utilizado el cloruro de calcio, debido a su bajo costo e importancia.

Se afirma que estos acelerantes actúan fundamentalmente por la aceleración de los hidratos del silicato tricálcico (C₃S).

Si bien el cloruro de calcio reduce el tiempo de fraguado, también incrementa el calor de hidratación en el primer día, con incremento o reducción posterior dependiendo del tipo de cemento; y un incremento en la resistencia inicial con reducción de la resistencia a los 28 días. (Rivva, 2014)

Compuestos orgánicos solubles

En este grupo podemos encontrar al formato de calcio y a la trietanolamida. Suelen emplearse para compensar los efectos retardantes de los aditivos reductores de agua o brindar acelerantes no corrosivos. Al igual que el cloruro de calcio, estos aditivos afectan en la contracción por secado. (Rivva, 2014)

Aditivo de fraguado rápido

En este grupo encontramos a las sales férricas, el fluoruro de sodio, el cloruro de aluminio, el aluminato de sodio y el carbonato de potasio.

Estos aditivos están diseñados para obtener una fragua muy rápida del aluminato tricálcico y utilizados para fabricar morteros de fraguado instantáneo o concretos requeridos para operaciones de torcretado, sellado de grietas, u otros fines.

En el caso del torcreto, los acelerantes utilizados están basados en aluminatos, silicatos y carbonatos solubles. Estos materiales son muy cáusticos, y pueden resultar perjudicial para la salud de los que los manipulen. (Rivva, 2014)

Aditivos solidos diversos

En este grupo podemos encontrar a los cementos hidratados finamente molidos y los cementos calcio aluminosos. (Rivva, 2014)

Además, los aditivos acelerantes se pueden dividir en dos grandes grupos:

Acelerantes con Cloruro

Los aditivos más eficientes son los que contiene cloruro. Sin embargo, los concretos que contengan aditivos con cloruros en su interior a partir de cierto límite son propensos a producir corrosión en la armadura de refuerzo. Por ello, la NTP E.060 limita su concentración en el concreto, como se señala en la Tabla 2.8.

Tabla 2.8.

Contenido Máximo de Cloruro

| Tipo de elemento | Contenido máximo de ion cloruro soluble en agua en el concreto (% en peso del cemento) |
|---|---|
| Concreto preesforzado | 0.06 |
| Concreto armado que en servicio estará expuesto a cloruros. | 0.15 |

| | |
|--|------|
| Concreto armado que en servicio estará seco o protegido contra la humedad. | 1.00 |
| Otras construcciones de concreto armado. | 0.30 |

Fuente: NTP E.060 Concreto Armado

La NTP E.060 prohíbe el uso de cloruro de calcio o de aditivos que incluyan cloruros que no procedan de impurezas de los componentes del aditivo, en concreto pretensado, en concretos que incluyan aluminio embebido o en concreto elaborado en encofrados permanentes de acero galvanizado.

Actualmente, los acelerantes basados en cloruros son los más ampliamente utilizados. Dentro de las sustancias basadas en cloruros utilizadas para acelerar el concreto, se encuentra el cloruro de calcio, el cloruro de sodio y el cloruro de aluminio.

El efecto del cloruro en la cinética de la reacción aun no es comprendido en su totalidad. Una fracción de la literatura señala al C_3S como el principal anhídrido sobre el cual actúa un cloruro como el de calcio, mientras que otra parte de la comunidad de investigadores, señala al C_3A como el anhídrido sobre el que se concentra el efecto del cloruro. (Sika, 2013)

Acelerantes sin Cloruro

Estos acelerantes están basados en nitratos, nitritos o tiocianatos, y ligeramente menos eficientes que los acelerantes con cloruro.

Los nitratos (NO_3^-) y nitritos (NO_2^-) son acelerantes que no promueven la corrosión del acero, al contrario, son usados como inhibidores en Japón y EEUU. Aunque su efecto más importante se enfoca en los tiempos de fraguado, también de acuerdo a la dosificación y al sistema acelerante/cemento resultante, obtienen incrementos significativos en las resistencias iniciales.

Los ácidos de tiocianato de calcio o sodio (u otro álcali) son acelerantes que hasta ciertas dosis no generan la corrosión del acero. Estos compuestos podrían aportar cierto contenido de álcalis al concreto, por ello su uso debe ser controlado hasta las máximas dosis recomendadas por los fabricantes. Por lo general, el efecto de los tiocianatos sobre los tiempos de fraguado es irrelevante, pero tiene un impacto evidente sobre el endurecimiento, por lo que su uso es amplio en la construcción en la actualidad.

Sin duda, los acelerantes que no contienen cloruro, son compuestos más desarrollados que los que si contienen cloruro, como en el caso de los nitritos y nitratos que desarrollan un efecto protector-inhibidor en el acero de refuerzo. (Sika, 2013)

2.2.3.4 Efectos sobre el concreto fresco

Tiempo de fraguado

La reducción en el periodo de fraguado inicial y final de un concreto debido al uso de aditivos acelerantes, depende de la cantidad del acelerante, la temperatura y humedad relativa ambiente, la temperatura del concreto y las características de los demás materiales utilizados en la mezcla de concreto.

El empleo de una cantidad excesiva de acelerante puede provocar un fraguado o retardo muy rápido. Por lo que es posible alcanzar tiempos de fraguado muy cortos de 15 a 30 segundos.

En el mercado norteamericano existen mezclas de concreto listas para ser empleadas, que tienen un fraguado inicial de uno a cuatro minutos y una fragua final de tres a diez minutos.

Para dosificaciones del 6% en peso del cemento, el nitrato de calcio empieza a desarrollar propiedades retardantes.

En adiciones del 2% a 3% en peso del cemento, el cloruro férrico se comporta como un retardador, pero desarrolla una acción acelerante para proporciones del 5%.

El empleo de cemento calcio aluminoso como aditivo puede provocar fragua inmediata dependiendo de su dosificación.

La temperatura ambiente también es un factor importante en el desarrollo del fraguado. Así por ejemplo se tiene que, el cloruro de calcio da mejores resultados a temperaturas entre 0° C a 5° C, que a 25° C. (Rivva, 2014)

Incorporación del aire

En casos cuando se use aditivos incorporadores de aire junto a aditivos acelerantes, es posible que se reduzca la cantidad de aditivo incorporador de aire, debido a que suelen crearse burbujas de gran tamaño y factores de espaciamiento más altos en beneficio a lo que se esperaba obtener con el aditivo incorporador de aire actuando solo.

En concretos donde se empleen ambos aditivos, deberán ser evaluados con la finalidad de comprobar los parámetros de tamaño de las burbujas de aire, factor de espaciamiento y resistencia a los ciclos de congelamiento y deshielo, según las normas ASTM C 457 y C 666 respectivamente. (Rivva, 2014)

Desarrollo del calor de hidratación

El empleo de aditivos acelerantes incrementa el desarrollo del calor inicial debido al acelerado proceso de hidratación del cemento, sin efecto notable sobre el calor total de hidratación desarrollado en el concreto. (Rivva, 2014)

El endurecimiento y fraguado pueden ser determinados de forma indirecta a través de la generación de calor. Debido a que la hidratación es un proceso exotérmico, la cantidad de calor está relacionada con la cantidad de formación de hidratos. Además, debe indicarse que un aditivo acelerante de endurecimiento a partir de cierta dosificación podría empezar a afectar (acelerar) los tiempos de fraguado, en consecuencia, la dosis desempeña un rol principal en el resultado final de un aditivo. (Sika, 2013)

La figura 2.1, muestra el desarrollo de calor en un acelerante de fraguado y otro de endurecimiento.

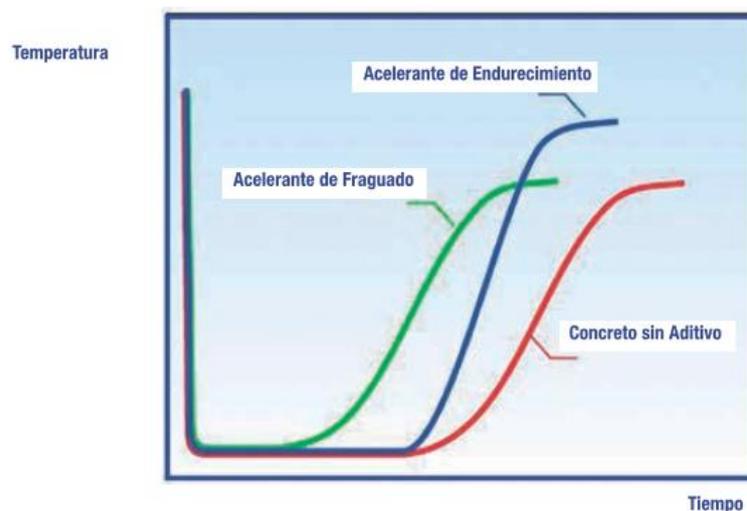


Figura 2.1. Generación de Calor-Hidratación para Concretos Acelerados y No Acelerados

Fuente: Aditivos para el Concreto (Sika, 2013)

2.2.3.5 Efectos sobre el concreto endurecido

Efectos sobre la resistencia

El uso de aditivos acelerantes produce incrementos importantes en la resistencia en compresión inicial, que pueden llegar al rango del 100% a 200%, sin variaciones importantes en la resistencia final.

El efecto en la resistencia a la flexión es menor.

Algunos silicatos, carbonatos y aluminatos usados como aditivos, podrían acelerar el tiempo de fraguado, pero también podrían reducir la resistencia del concreto aun en edades tempranas como el primer día.

La resistencia al día de concretos de cemento Portland y cementos calcio aluminosos, generalmente son menores a las resistencias obtenidas de mezclas de los dos cementos trabajados independientemente.

Se presentan incrementos del 20% a 25% de la resistencia a los 90 días, en mezclas de cemento Portland con la molienda muy fina del 2% del peso del cemento hidratado. (Rivva, 2014)

Cambios de volumen

El uso de aditivos acelerantes produce un incremento en los cambios de volumen tanto en curado húmedo como bajo condiciones de secado. Por ejemplo, el cloruro de calcio aumenta el escurrimiento plástico y la contracción por secado del concreto.

Estos cambios volumétricos dependen del tiempo de curado antes de iniciar las mediciones, los periodos de curado, secado y carga, y de la composición del cemento.

En concretos que contengan cemento Portland y cemento calcio aluminoso, la contracción por secado y el aumento de volumen en agua es mayor, y el empleo de un aditivo acelerante puede perjudicar la durabilidad del concreto. (Rivva, 2014)

Daños por congelamiento

El uso de aditivos acelerantes puede incrementar el deterioro producido por ciclos de congelamiento y deshielo, así como el descascaramiento debido al empleo de sales descongelantes en edades tempranas.

Las mezclas de concreto basadas en cemento Portland que contienen cloruro de calcio tienden a disminuir su resistencia ante el ataque de los sulfatos.

El empleo de cloruro de calcio incrementa la expansión de la reacción álcali – agregados. Este fenómeno puede ser controlada por el uso de agregados no reactivos, cemento de bajo contenido de álcalis, o el empleo de determinadas puzolanas. (Rivva, 2014)

Corrosión de los metales

La principal desventaja del uso de cloruro de calcio como aditivo acelerante, es que favorece a la corrosión de los metales que están en contacto con el concreto.

Esto ha llevado a desarrollar aditivos con cloruro de calcio que tenga propiedades acelerantes sin tener su acción corrosiva potencial. El formiato de calcio, como inhibidor de corrosión ha resultado útil para contrarrestar este problema.

Además, el cloruro estañoso, cloruro férrico, tiosulfato de sodio, nitrito férrico y nitrito de calcio, han sido empleados como inhibidores de corrosión del acero, con efectos acelerantes en el fraguado y endurecimiento del concreto.

No todos los acelerantes que no contengan cloruro de calcio, significa que no favorezcan a la corrosión, ejemplo de ello es el tiocianuro. (Rivva, 2014)

2.2.3.6 Precaución

Si bien un acelerante debe incrementar la velocidad de desarrollo de ciertas propiedades del concreto, esto no significa que lo hará de la misma forma, velocidad o magnitud.

Se supone que la aceleración del proceso de hidratación conlleva a una ganancia de la resistencia, pero no siempre sucede así. Estudios señalan que durante el proceso de hidratación inicial se obtiene una hidratación máxima con el 3.5 % de cloruro de calcio, sin embargo, no ocurre una correspondiente ganancia en la resistencia. De hecho, para dicho porcentaje, ocurren los menores valores de resistencia, según experiencia en el laboratorio.

El cloruro de calcio, el más importante de los acelerantes; es considerado como un acelerante de fraguado del cemento, pero en determinadas condiciones podría actuar como retardador, como por ejemplo cuando se utilizan cementos con alto contenido de alúmina, o cementos a base de calcio - aluminio - florita, y cementos de escorias.

Aunque la inclusión de un acelerante en la mezcla de concreto puede acelerar el fraguado y endurecimiento del cemento, ello no significa que tendrá el mismo comportamiento cuando es añadido a los componentes individuales de este. (Rivva, 2014)

2.2.3.7 Recomendaciones finales

Rivva (2014) recomienda tomar en consideración los siguientes aspectos finales ante el empleo de aditivos acelerantes:

- a) Deberán realizarse los ensayos usuales de control de calidad del concreto. Si se presentan problemas en la consolidación o acabado del concreto, deberá verificarse la cantidad del acelerante.
- b) La dosificación del acelerante necesario para alcanzar la aceleración del fraguado y de la resistencia requerida, depende de las recomendaciones del fabricante, las condiciones climáticas y de las propiedades de los demás materiales empleados en la mezcla de concreto.
- c) Las dosificaciones de los materiales que conforman la mezcla del concreto, no deben ser modificados ante el uso de un aditivo acelerante. Se debe restar el agua de la disolución del aditivo del agua total de la mezcla, con el fin de no alterar la relación agua/cemento, la consistencia ni la trabajabilidad.
- d) El uso de un aditivo acelerante, no justifica la reducción del contenido del cemento.
- e) Se deben realizar ensayos para evaluar los efectos del acelerante sobre las propiedades del concreto en obra, empleando los mismos materiales y procesos constructivos que se esperan utilizar. Se determinará si el aditivo contiene o no cloruro de calcio, con el propósito de determinar la capacidad potencial de corrosión.
- f) Los acelerantes deberán cumplir con los requisitos descritos por la Norma ASTM C 494 para los tipos C o E. El cloruro de calcio, líquido o sólido, deberá cumplir también con los requerimientos de la norma ASTM D 98.
- g) Los aditivos acelerantes son beneficiosos para alterar las propiedades del concreto, especialmente en climas fríos, por ello su uso en climas cálidos debe ser con precaución a fin de prevenir una rápida evolución del calor debida a la hidratación, fraguado rápido, y un incremento en el agrietamiento debido a la contracción.
- h) Los aditivos acelerantes jamás deberán ser utilizados como agentes anticongelantes para el concreto, dado que en las cantidades en que suelen usarse solo disminuyen el punto de congelación del concreto en menos 2° C.
- i) El cloruro de calcio, debido al ser considerado un agente que promueve la corrosión del acero, su empleo como acelerante no es recomendado en ciertos casos.

- j) Los aditivos acelerantes no corrosivos y sin cloruros, determinados nitratos, formiatos y nitritos, resultan ser alternativas para el usuario, sin embargo podrían resultar menos efectivos y más costosos que el cloruro de calcio.

2.2.4 Resistencia a la compresión del concreto

2.2.4.1 Definición

El valor de f'_c (resistencia a la compresión) se emplea por lo general como un indicador de la calidad del concreto. Existen otros indicadores cuya importancia depende de las solicitaciones y de la función del elemento estructural o estructura.

Las Normas y Códigos relacionan muchas de las propiedades mecánicas del concreto (módulo de elasticidad, resistencia a la tracción, resistencia al corte, adherencia, etc.) con el valor f'_c . (Ottazzi, 2011)

La resistencia a la compresión se obtiene a partir de ensayos de laboratorio en probetas estándar cargadas axialmente, tal como lo señala las Normas NTP o ASTM correspondientes. En ellas se señala:

- El proceso de fabricación de las probetas.
- Las medidas de las probetas; por lo general probetas cilíndricas de 6"x12" o de 4"x8".
- El proceso de curado de las probetas, en laboratorio y en obra.
- El proceso de ensayo a compresión de las probetas. El ensayo puede estar controlado por carga o por deformación.

“Es necesario resaltar que las probetas de concreto curadas y ensayadas bajo condiciones estándar, miden, en teoría, el **potencial resistente** del concreto al cual representan.” (Ottazzi, 2011, pág. 24)

2.2.4.2 Factores que afectan a la resistencia a la compresión f'_c

La relación agua/cemento (a/c): se puede decir que es la variable más importante que influye en la resistencia a la compresión. Una relación a/c baja, reduce la porosidad y aumenta la resistencia; en contraste, una relación a/c alta, aumenta la porosidad, reduciendo la resistencia.

La Figura 2.2 (ACI) demuestra la influencia de la relación a/c sobre la resistencia a la compresión f'_c en un grupo de mezclas sin aire incorporado. Además, se puede concluir, que para una determinada relación a/c podemos obtener diferentes resistencias a la compresión. (Ottazzi, 2011)

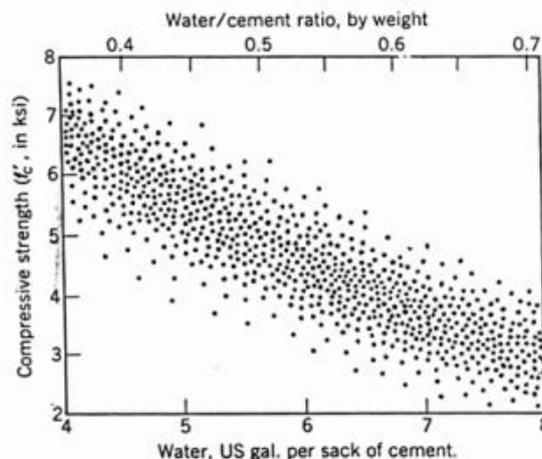


Figura 2.2. Influencia de la relación a/c en la resistencia a la compresión f'_c .

Fuente: Diseño en concreto armado. (Ottazzi, 2011)

El aire incorporado (mediante aditivos) y el aire atrapado (debido a una inadecuada consolidación) tienden a reducir la resistencia.

La Figura 2.3 (Neville) muestra la reducción en la resistencia del concreto debido a la presencia del aire incluido y el atrapado. A mayor volumen de aire (ya sea incorporado o atrapado) presente en la mezcla de concreto, la resistencia disminuye de forma prácticamente proporcional. (Ottazzi, 2011)

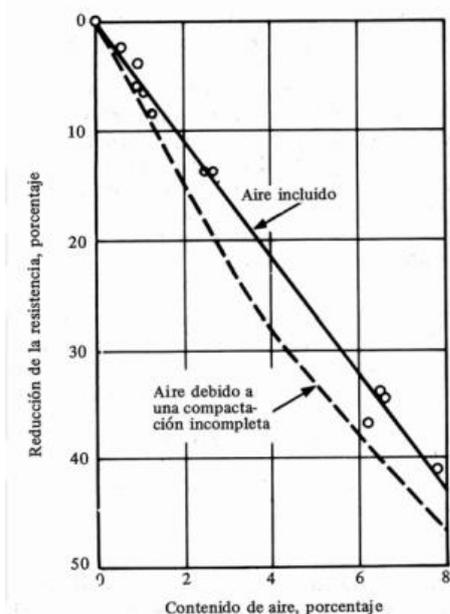


Figura 2.3. Influencia del contenido de aire en la resistencia a la compresión $f'c$.

Fuente: Diseño en concreto armado. (Ottazzi, 2011)

El tipo de cemento. Normalmente el tipo de cemento influye en la velocidad con la cual se obtiene el $f'c$. Por ejemplo, a la edad de un día los concretos elaborados con Cemento Tipo III desarrollan, aproximadamente, una resistencia dos veces mayor que los elaborados con Cemento Tipo I y a los 7 días una resistencia entre 1.2 y 1.5 veces mayor.

Los Cementos Tipo II, IV y V desarrollan resistencias en el tiempo más lentamente que el Tipo I.

A partir de los dos o tres meses de edad aproximadamente, los concretos fabricados con cualquiera de los cinco tipos de cemento, desarrollan prácticamente la misma resistencia a la compresión. (Ottazzi, 2011)

La gradación, textura y origen de los agregados. La gradación incide en la porosidad y la textura superficial influye en la adherencia entre el agregado y la matriz y el tamaño del área adherida.

Los concretos de resistencia normal elaborados con agregados gruesos resistentes, fallan en compresión por el agrietamiento del mortero (matriz) y desarrollan una curva esfuerzo – deformación con rama descendente amplia. Por el contrario, cuando el agregado falla antes que el mortero, la falla es súbita con una rama descendente muy inclinada y corta. (Ottazzi, 2011)

Las condiciones de humedad y temperatura durante el curado. El proceso continuo de hidratación del cemento, hace que el concreto incremente su resistencia en el tiempo. Es por ello que, las condiciones de humedad durante el proceso de curado influyen significativamente en la resistencia. Períodos prolongados de curado incrementan en gran manera la resistencia. (Ottazzi, 2011)

El concreto desarrolla el 70% de su $f'c$ a los 7 días del vaciado. La resistencia final del concreto depende en gran manera de las condiciones de humedad y temperatura durante este periodo inicial. Se puede perder el 30 % o más de la resistencia, debido a un secado prematuro del concreto o si la temperatura desciende a 5 C° o menos durante los días iniciales, a menos que se mantenga una

humedad continua del concreto durante un largo tiempo después del descenso de temperatura. La congelación del concreto fresco puede disminuir su resistencia hasta en 50 %. (Abanto, 2009)

La Figura 2.4 (Mehta) resalta la influencia de las condiciones y tiempo de curado en la resistencia del concreto. Las diferencias en la resistencia por la acción del curado son considerables entre los concretos curados por vía húmeda y los curados al aire. En la Figura 2.5 (González Cuevas) se grafican las curvas esfuerzo – deformación de probetas elaboradas con un mismo concreto, curadas bajo las mismas condiciones y ensayadas a distintas edades. (Ottazzi, 2011)

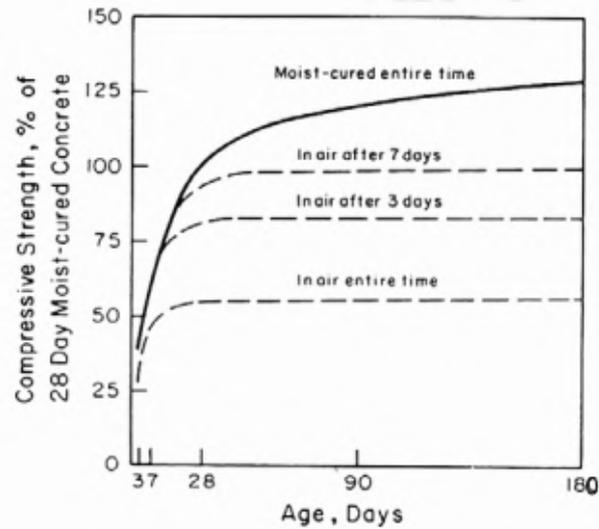


Figura 2.4. Influencia de las Condiciones de Curado en la Resistencia

Fuente: Diseño en concreto armado. (Ottazzi, 2011)

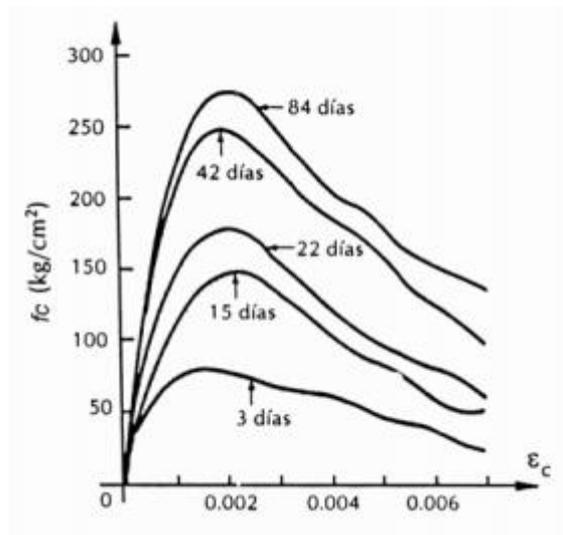


Figura 2.5. Efecto de la Edad y el Curado en la Resistencia

Fuente: Diseño en concreto armado. (Ottazzi, 2011)

La edad del concreto. El uso de un cemento Tipo I, puede desarrollar una resistencia a los 7 días de aproximadamente el 65% a 70% de la resistencia a los 28 días.

En la Figura 2.4 podemos notar que una probeta curada durante 7 días, que suele ser el plazo mínimo recomendado de curado para cementos Portland normales, su resistencia incrementa poco luego de un mes. Por lo tanto, en estructuras reales curadas durante plazos habituales, no es de esperarse un incremento significativo de la resistencia con el tiempo. (Ottazzi, 2011)

La velocidad de carga o de deformación. En las estructuras reales la velocidad con la cual se aplica la carga es diferente a la aplicada en los ensayos de probetas.

Para velocidades de carga muy altas, el $f'c$ puede incrementarse en un 15% a 20% o más. Por ejemplo, cuando la probeta se induce a la falla en 0.1 a 0.15 segundos, lo que corresponde a una velocidad de carga de unos 2,000 kg/cm² por segundo, la resistencia del concreto aumenta en un 15%. Esta velocidad de carga podría darse durante un intenso sismo en una estructura rígida. (Ottazzi, 2011)

2.2.4.3 Resistencia del concreto en la estructura real

La resistencia del concreto en una estructura real, por lo general resulta ser inferior que la resistencia $f'c$ desarrollada en laboratorio a partir de las probetas fabricadas, curadas y ensayadas según las normas correspondiente. Ottazzi (2011) menciona algunas de las causas por las cuales se generan estas diferencias:

- a) La desigualdad de las condiciones en la colocación y compactación del concreto en una estructura real y el concreto en una probeta.
- b) Las diferencias en el proceso de curado debido a las condiciones de laboratorio (probeta de ensayo) y campo (estructura real).
- c) El efecto de la capilaridad entre una probeta de laboratorio y la estructura real no es la misma. Esto provoca que la relación a/c no sea homogénea a lo largo de la altura del elemento, haciendo que la parte superior de un elemento de concreto, suele ser de menor resistencia que la parte inferior, debido a un incremento en la relación a/c por la migración ascendente del agua luego de ser colocado el concreto, y por la mayor compactación del concreto de la parte inferior debido al peso del concreto por encima.
- d) El resultado de la segregación de los agregados que se genera durante el proceso de llenado de las columnas produce un concreto no homogéneo.
- e) Las diferencias del tamaño y forma entre los elementos de una estructura real y la probeta de laboratorio.
- f) Los esfuerzos en una probeta y en el elemento real son diferentes. En una probeta de laboratorio, la aplicación de la carga es prácticamente de compresión uniforme, con algunas distorsiones o concentraciones de esfuerzos cerca de las zonas de aplicación de las cargas; sin embargo, en una estructural real, los elementos estructurales pueden presentar fuertes gradientes de esfuerzos, como por ejemplo, en la zona comprimida de una viga sometida a flexión, las fibras menos esforzadas (las cercanas al eje neutro), tienden a estabilizar a las fibras más esforzadas (las más alejadas al eje neutro).

Para determinar la resistencia del concreto en una estructura real, esta se puede estimar mediante la extracción de testigos perforados según la NTP 339.059 o el ASTM C 42

2.2.5 Resistencia a edad temprana

2.2.5.1 Definición

La resistencia a edad temprana del concreto se define como la obtención de la resistencia especificada a plazos inferiores a los 28 días – normalmente entre 3 y 7 días – o la necesaria para adelantar la puesta en servicio de alguna estructura o el proceso constructivo en general; y, usualmente prescritos para concretos estructurales. (UNICON, 2020)

2.2.5.2 Concretos de alta resistencia inicial

Llamados también concretos de alta resistencia en edad temprana o “fast track”, son concretos de alto desempeño que alcanzan su resistencia especificada de manera más rápida que un concreto convencional. El período de tiempo en el cual se desarrolla la resistencia especificada puede variar de unas pocas horas hasta varios días. (Kosmatka et al. 2004)

Los concretos a edad temprana son una solución para optimizar el proceso constructivo en obras y proyectos.

El desarrollo de esta tecnología tiene como finalidad la optimización de los proyectos, tanto en plazos como en recursos. (UNICON, 2020)

2.2.5.3 Beneficios

- a) El principal beneficio de este tipo de concretos es la velocidad con la que se pueden fabricar y poner en servicio diferentes tipos de estructuras de concreto; especialmente, si se realizan unas a continuación de otras por limitación de encofrados.
- b) Optimizar el proceso constructivo en obras y proyectos.
- c) Reducción de plazos.
- d) Ahorro en equipos y mano de obra,
- e) Permite al constructor una mayor rotación a sus encofrados.
- f) Ayudar a recuperar retrasos en obra que, de otro modo, significaría fallar la meta de entrega con consecuentes multas y penalidades.

2.2.5.4 Principales usos

Determinar el plazo de desarrollo de resistencia es muy importante, pues debe balancearse el costo del concreto con el beneficio que este aporta al proyecto, teniendo presente que existen condiciones de obra donde cada día ahorrado representa una ganancia considerable. (UNICON, 2020)

Por ello, el concreto de alta resistencia inicial, su uso es más eficiente en:

- a) Este tipo de concretos puede emplearse en el segmento de retail (tiendas y comercios), donde la reducción de plazo de construcción y apertura del local comercial significa al propietario un mayor rendimiento de su inversión.
- b) Concreto pretensado (presforzado), pues permite la aplicación de esfuerzos lo más pronto posible.
- c) Concreto prefabricado (premoldeado, premezclado), para lograr una rápida producción de los elementos.
- d) Para la fabricación rápida de concreto mezclado en obra.
- e) Para la reutilización de los encofrados lo antes posible.
- f) En la construcción en clima frío.
- g) En la reparación y rápida habilitación al tránsito de pavimentos.

2.2.5.5 Obtención de alta resistencia inicial

Kosmatka et al. (2004) indica que la alta resistencia inicial se puede alcanzar con el uso de una o la combinación de varios de los siguientes criterios, dependiendo de la edad en la cual se debe obtener la resistencia especificada y las condiciones de la obra:

1. Emplear cemento de alta resistencia inicial, tales como ASTM tipo III o HE.
2. Dosificar un alto contenido del cemento (400 a 600 kg/m³ o 675 a 1000 lb/yd³).
3. Reducir la relación agua-material cementante (0.20 a 0.45 en masa).
4. Alcanzar una temperatura más elevada del concreto fresco.
5. Lograr una mayor temperatura durante el proceso de curado.
6. Emplear aditivos químicos.

7. Realizar un curado a vapor o en autoclave.
8. Aislar los elementos para lograr la retención del calor de hidratación en los primeros días.
9. Usar cementos especiales de rápido endurecimiento.

La resistencia del concreto depende de varios factores, como los descritos en el acápite 2.2.4.2, así como del adecuado control de calidad de los procesos que conllevan su fabricación.

Por lo que, para lograr el desarrollo de resistencias a edades tempranas en el concreto, se puede lograr mediante la modificación de alguno de estos factores, adicionando nuevos compuestos en la fabricación del concreto, o mediante un tipo de curado diferente al habitual, así como de valerse de nuevas tecnologías que aceleren la obtención de la resistencia especificada del concreto.

A continuación, se tratará algunos de los factores que influyen en la obtención de la resistencia temprana de un concreto, a un nivel más detallado.

TIPO DE CEMENTO

Como se estudió en capítulos anteriores, el cemento está compuesto principalmente por cuatro compuestos: silicato tricálcico (C_3S), silicato dicálcico (C_2S), aluminato tricálcico (C_3A) y ferroaluminato tetracálcico (C_4AF)

El C_3S y C_3A , desarrollan una gran velocidad de hidratación, lo que induce a un rápido endurecimiento del cemento. Por ello son los responsables del desarrollo de altas resistencias mecánicas iniciales. Sin embargo, la gran velocidad de hidratación que estos compuestos experimentan, hace que desarrolle un alto calor de hidratación.

Por lo que los cementos ricos en C_3S y C_3A nos permiten alcanzar altas resistencias mecánicas iniciales, y debido a su capacidad de generación calor, se deberá tomar precauciones cuando se usen en construcciones masivas y climas cálidos, por el peligro de fisuración y cambios volumétricos. Por ello son muy recomendables su uso en zonas de baja temperatura. (Rivva, 2014)

Por ejemplo, a la edad de un día los concretos fabricados con cemento Tipo III logran desarrollar, aproximadamente, una resistencia dos veces mayor que los elaborados con cemento Tipo I, y a los 7 días logran alcanzar una resistencia entre 1.2 y 1.5 veces mayor. (Ottazzi, 2011)

ADITIVOS ACELERANTES

El uso de aditivos acelerantes clasificados según la Norma ASTM C 494 como Tipo C o tipo E reducen el tiempo de fraguado e incrementan la resistencia a edades tempranas.

Estos deben ser ensayados para obtener las dosificaciones óptimas con las que se alcanzarían los mejores resultados. Se deben seguir las especificaciones y recomendaciones del fabricante, así como las Normas y Códigos que los rigen.

CURADO A ALTAS TEMPERATURAS.

La ASTM C 684 plantea 4 procedimientos de curado acelerado, los cuales influyen en el desarrollo de resistencias tempranas mediante el curado a altas temperaturas.

Sin embargo, es poco común el uso de estos métodos, y los estudios que se han realizado, en algunos casos han arrojado resultados poco favorables a los esperados; además de la falta de instrumentos y máquinas necesarias y a su alto costo que involucraría.

2.2.6 Diseño de mezclas

2.2.6.1 Información necesaria

Para la selección de las proporciones de la mezcla de concreto es necesario conocer información básica sobre las propiedades de los materiales integrantes, así como las propiedades que se requieren y del empleo que se va a dar al concreto, además de las características geográficas y ambientales de la zona en el cual va a ser utilizado.

Es por ello, que la selección de las proporciones de la mezcla deberá basarse en resultados obtenidos de ensayos de laboratorio de los materiales a utilizar. (Rivva, 2014)

Según (Rivva, 2014), la información más útil de conocer para un adecuado diseño de mezcla es la siguiente:

Sobre el cemento: es importante conocer:

- ✓ Tipo y marca.
- ✓ Peso específico.
- ✓ Peso específico del material puzolánico (cemento adicionado) si se trata de un cemento combinado.
- ✓ Superficie específica del cemento, así como la de los materiales puzolánicos si se estuvieran utilizando.

Sobre el agua: si se emplearan aguas no potables, es importante conocer:

- ✓ Análisis químico del agua, debiendo cumplir los requisitos de la NTP 339.088.
- ✓ Efecto del agua sobre el tiempo de fraguado, calor de hidratación y resistencias mecánicas del concreto.

Sobre los agregados: es necesario conocer:

- ✓ Perfil y textura superficial.
- ✓ Análisis granulométrico.
- ✓ Peso específico de masa.
- ✓ Peso unitario suelto compactado.
- ✓ Porcentaje de absorción y contenido de humedad.
- ✓ Perdida por abrasión, si el agregado va ser empleado en concreto para pavimentos.
- ✓ Presencia de materia orgánica.

Sobre los aditivos: si se emplea aditivos en la mezcla es importante conocer:

- ✓ Tipo y marca.
- ✓ Fecha de vencimiento.
- ✓ Efecto sobre las propiedades del concreto.
- ✓ Recomendaciones de empleo dadas por el fabricante.

2.2.6.2 Método del ACI

El Comité del ACI 211 ha desarrollado un procedimiento de diseño de mezclas, basándose en información de tablas que se presentan más adelante.

El procedimiento para la selección de las proporciones de los materiales descritas por este método, es aplicable a concretos de peso normal y que cumplan con las condiciones que cada tabla indica.

Aunque el mismo procedimiento puede ser empleado en el diseño de concretos pesados y concretos ciclópeos, indicando la información complementaria. (Rivva, 2014)

SECUENCIA DE DISEÑO

El Método del Comité 211 del ACI, establece la siguiente secuencia para la determinación de las proporciones de los materiales que conforman una unidad cubica de concreto:

1. Seleccionar la resistencia promedio requerida a partir de la resistencia especificada y la desviación estándar.
2. Seleccionar el tamaño máximo nominal del agregado grueso.
3. Seleccionar la consistencia de la mezcla.
4. Seleccionar el volumen unitario de agua de diseño.
5. Seleccionar el contenido de aire.
6. Seleccionar la relación agua/cemento, por resistencia y durabilidad, eligiendo la menor de estas.
7. Determinar el factor cemento.
8. Determinar el contenido de agregado grueso
9. Determinar la suma de los volúmenes absolutos de cemento, agua de diseño, aire y agregado grueso.
10. Determinar el volumen absoluto del agregado fino.
11. Determinar el peso seco del agregado fino.
12. Determinar los valores de diseño del cemento, agua, aire, agregado grueso y agregado fino.
13. Corregir los valores de diseño por el contenido de humedad de los agregados.
14. Determinar la proporción en peso, de diseño y de obra.
15. Determinar los pesos por tanda de una bolsa.

SELECCIÓN DE LA RESISTENCIA PROMEDIO (f'_{cr})

Las mezclas de concreto deben diseñarse con una resistencia en compresión promedio requerida cuyo valor es siempre superior a la resistencia en compresión especificada.

La diferencia entre ambas resistencias está en función del grado de control en la calidad y uniformidad del concreto, lo cual este sujeto a variaciones en la calidad de materiales, variaciones en las operaciones del proceso de elaboración del concreto y variaciones en el control la calidad. (Rivva, 2014)

El American Concrete Institute (ACI) describe una metodología para determinar la resistencia promedio requerida, el cual podemos resumirla en los siguientes casos.

CASO 1: cuando se tiene un registro no menor a 30 resultados de ensayos consecutivos de resistencia a la compresión, o en dos grupos de resultados de ensayos que sumen por lo menos 30 y cumplan con las siguientes condiciones:

- a) Fueron realizados en los últimos doce meses.
- b) Representan a materiales, procedimientos de control de calidad y condiciones de trabajo similares a los que se espera en obra.
- c) Representan a concretos con resistencias a compresión de diseño especificada del orden de la del estudio, con un rango de variación de 35 kg/cm² para resistencias hasta 280 kg/cm², y de 70 kg/cm² para resistencias mayores.

Para ello calculamos la desviación estándar aplicando las siguientes ecuaciones:

$$S_s = \sqrt{\frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + \dots + (X_n - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (1)$$

Donde:

S_s : desviación estándar.

n : número de ensayos de la serie.

X_1, X_2, \dots, X_n : resultados de resistencia de muestras de ensayos individuales.

\bar{X} : promedio de todos los ensayos de una serie.

$$\bar{s} = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)(s_1)^2 + (n_2 - 1)(s_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}} \quad (2)$$

\bar{s} : promedio estadístico de las desviaciones estándar, en kg/cm².

s_1, s_2 : desviación estándar calculada para los grupos 1 y 2, en kg/cm².

n_1, n_2 : número de ensayos en cada grupo, respectivamente

La expresión (1) es aplicable cuando se tiene un solo grupo de registro de ensayos.

La expresión (2) es aplicable cuando se tiene dos grupos de registro de ensayos.

Posteriormente calculamos la resistencia promedio con las siguientes formulas:

$$f'_{cr} = f'_c + 1.34s \quad (3)$$

$$f'_{cr} = f'_c + 2.33s - 35 \quad (4)$$

CASO 2: cuando se tiene un registro de 15 a 29 resultados de ensayos consecutivos de resistencia a la compresión y cumplan con las siguientes condiciones:

- a) Fueron realizados en un periodo no menor de 45 días.
- b) Cumplan con los requisitos b y c señalados en el CASO 1.

Para este caso, se deberá calcular la desviación estándar y luego multiplicarla por un factor de corrección indicado en la Tabla 2.9.

Tabla 2.9.

Factor de Corrección

| Ensayos | Factor de Corrección |
|-------------|----------------------|
| Menos de 15 | Usar ecuación (4) |
| 15 | 1.16 |
| 20 | 1.08 |
| 25 | 2.03 |
| 30 | 1.00 |

Fuente: Capítulo 7, Selección de la Resistencia Promedio. Diseño de Mezclas. 2da Edición (Rivva, 2014)

Finalmente calculamos la resistencia promedio con las fórmulas proporcionadas en el CASO 1.

CASO 3: Cuando no se cuente con un registro de resultados de ensayos.

La resistencia promedio requerida se calculará empleando los valores de la Tabla 2.10.

Tabla 2.10.

Resistencia a la Compresión Promedio

| f'_c | f'_{cr} |
|-------------|-------------|
| Menor a 210 | $f'_c + 70$ |
| 210 a 350 | $f'_c + 84$ |
| Mayor a 350 | $f'_c + 98$ |

Fuente: Capitulo 7, Selección de la Resistencia Promedio. Diseño de Mezclas. 2da Edición (Rivva, 2014)

Cabe mencionar que además de la metodología para la determinación de la resistencia promedio requerida descrita por el ACI, existen otras metodologías como la que desarrollo el Comité Europeo del Concreto, o la metodología desarrollada por Walker.

SELECCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO

Rivva (2014) describe algunos criterios para la selección del tamaño máximo nominal (TMN) del agregado grueso, los cuales se describen a continuación:

- a) El concreto deberá ser colocado sin dificultad en los encofrados y que en todos los lugares de ellos sean llenados, para evitar espacios vacíos o la formación de cangrejeras.
- b) A mayor TMN del agregado grueso, el porcentaje de vacíos tiende a disminuir.
- c) A mayor tamaño de los agregados, se requiere menos mortero para un 1 m³ de concreto.
- d) Las normas de diseño estructural recomiendan que el TMN del agregado grueso deberá ser el mayor que pueda ser económicamente compatible con las dimensiones y características de las estructuras, y que en ningún caso exceda los siguientes valores:
 - 1/5 de la menor dimensión entre caras del encofrado.
 - 1/3 del espesor de las losas.
 - 3/4 de la distancia libre entre barras, paquetes de barras, tendones o ductos de preesfuerzos.
- e) Si a criterio de la Inspección, la trabajabilidad y los procedimientos de colocación garanticen que el concreto sea colocado en los encofrados sin peligro de cangrejeras o vacíos: las limitaciones mencionadas anteriormente pueden ser más obviadas.
- f) Para resistencias en compresión de diseño especificada mayores o igual a 350 kg/cm², es recomendable utilizar agregados de TMN menor, los cuales permiten obtener resistencias altas para una determinada relación agua/cemento.

SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

La Tabla 2.11 muestra valores para el asentamiento según la consistencia de la mezcla de concreto.

Tabla 2.11.

Consistencia de Mezclas

| Consistencia | Asentamiento |
|-----------------|--------------|
| Mezcla Seca | 0" a 2" |
| Mezcla Plástica | 3" a 4" |
| Mezcla Fluida | $\geq 5"$ |

Elaborado con información de Abanto (2009)

La Tabla 2.12, preparada por el Comité 211 del ACI, muestra valores para el asentamiento que corresponden a concretos consolidados por vibración.

Tabla 2.12.

Slumps recomendados para varios tipos de Construcción

| Tipos de Construcción | Máxima^a | Mínima |
|---|---------------------------|---------------|
| Zapatas y muros de cimentación reforzados. | 3" | 1" |
| Zapatas de concreto simple, caissons y muros de subestructuras. | 3" | 1" |
| Vigas y muros armados | 4" | 1" |
| Columnas de edificaciones. | 4" | 1" |
| Pavimentos y losas. | 3" | 1" |
| Concreto masivo | 2" | 1" |

Adaptado del ACI 211.1

^a El asentamiento se puede incrementar en 1" si se utiliza un método de consolidación diferente al de vibración.

Para determinar la consistencia de las mezclas de concreto, se empleará el método del Cono de Abrams, el cual se describe en la Norma NTP 339.035 o el ASTM C 143.

El asentamiento a considerarse en obra será el señalado en las especificaciones.

SELECCIÓN DEL VOLUMEN UNITARIO DEL AGUA

El Comité 211 del ACI preparó la Tabla 2.13, donde es posible seleccionar el volumen unitario de agua, para agregados en estado seco, en concretos con y sin aire incorporado, en función de la consistencia y el tamaño máximo nominal del agregado grueso.

Tabla 2.13.

Volumen Unitario de Agua

| Slump (pulg) | Cantidad de agua en l/m ³ para los tamaños máximos nominales del agregado grueso y consistencia indicados ^a | | | | | | | |
|-------------------------------|---|------|------|-----|---------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | 3/8" | 1/2" | 3/4" | 1" | 1 1/2" ^b | 2" ^b | 3" ^b | 6" ^b |
| Concreto sin aire incorporado | | | | | | | | |
| 1-2 | 207 | 199 | 190 | 179 | 166 | 154 | 130 | 113 |
| 3-4 | 228 | 216 | 205 | 193 | 181 | 169 | 145 | 124 |
| 6-7 | 243 | 228 | 216 | 202 | 190 | 178 | 160 | - |
| Concreto con aire incorporado | | | | | | | | |
| 1-2 | 181 | 175 | 168 | 160 | 150 | 142 | 122 | 107 |
| 3-4 | 202 | 193 | 184 | 175 | 165 | 157 | 133 | 119 |
| 6-7 | 216 | 205 | 197 | 184 | 174 | 166 | 154 | - |

Adaptado del ACI 211.1

^a Los valores de esta tabla son máximos y corresponden al agregado grueso de perfil angular y granulometría comprendida dentro de los requisitos de la Norma NTP 400.037 o ASTM C 33.

^b Para tamaños máximos nominal del agregado grueso mayor a 1 ½”, el slump se determinará después de retirar las partículas mayores a 1 ½” por cernido húmedo.

Rivva (2014) nos indica algunas consideraciones complementarias en la selección del volumen unitario del agua, las cuales se describen a continuación:

- a) La cantidad de agua de la mezcla disminuye conforme el tamaño máximo del agregado aumenta.
- b) Las texturas rugosas y los perfiles angulares requieren más volumen de agua que las texturas suaves o los perfiles redondeados.
- c) Para concretos con aire incorporado, el agua de mezclado es menor en comparación con los concretos sin aire incorporado. Esto lo podemos notar en la Tabla 2.13.
- d) Los valores de la Tabla 2.13 se emplearán para la determinación del contenido del cemento a ser utilizado en mezclas de prueba preparadas a temperaturas de 20 a 25 ° C.
- e) El agregado grueso redondeado generalmente requiere 18 l menos para concretos sin aire incorporado, y 15 l menos para concretos con aire incorporado.
- f) Si se emplean aditivos reductores de agua, los cuales cumplen con los requisitos de la Norma ASTM C 494, pueden reducir la cantidad de agua de mezclado en un 5% o más. El volumen del aditivo líquido debe ser incluido como una parte del volumen total del agua de mezclado.

SELECCIÓN DEL CONTENIDO DE AIRE

Selección del contenido de aire atrapado

La Tabla 2.14, proporciona valores aproximados del aire atrapado en función del tamaño máximo nominal del agregado grueso, dentro de los límites de la Norma NTP 400.037 o ASTM C 33.

Tabla 2.14.

Contenido de Aire Atrapado y Aire Total

| Tamaño máximo nominal | Aire atrapado (%) | Contenido de aire total (%) | | |
|-----------------------|-------------------|-----------------------------|---------------------|---------------------------------|
| | | Exposición leve | Exposición moderada | Exposición extrema ^a |
| 3/8” | 3.0 | 4.5 | 6.0 | 7.5 |
| 1/2” | 2.5 | 4.0 | 5.5 | 7.0 |
| 3/4” | 2.0 | 3.5 | 5.0 | 6.0 |
| 1” | 1.5 | 3.0 | 4.5 | 6.0 |
| 1 1/2” | 1.0 | 2.5 | 4.5 | 5.5 |
| 2” | 0.5 | 2.0 | 4.0 | 5.0 |
| 3” | 0.3 | 1.5 | 3.5 | 4.5 |
| 6” | 0.2 | 1.0 | 3.0 | 4.0 |

Adaptado del ACI 211.1

^a Valores basados en el criterio de que es necesario 9% en el mortero del concreto. Si el volumen del mortero es sustancialmente diferente de aquel recomendado por la práctica del ACI 211.1,

podría ser conveniente calcular el contenido de aire necesario tomando el 9% del volumen del mortero real.

*Para concretos con agregados mayores a 1 1/2", los cuales serán removidos de forma manual o por cernido húmedo previo a la determinación del contenido de aire, el porcentaje de aire esperado en el material menor a 1 1/2" deberá ser el indicado en la fila de 1 1/2". Sin embargo, los cálculos de las proporciones de la mezcla deberán incluir el porcentaje indicado en la fila correspondiente al TMN del agregado.

Selección del contenido de aire incorporado

De la Tabla 2.14, el contenido de aire incorporado se calcula restando el valor del contenido de aire total del contenido de aire atrapado. Estos valores de porcentajes del aire total, dependen del propósito de empleo del aire incorporado y de las condiciones climáticas a la que va estar expuesto el concreto, así como del tamaño máximo nominal del agregado grueso.

Rivva (2014) señala algunas consideraciones complementarias para la selección del contenido de aire, descritas a continuación:

- a) En los códigos ACI 201, 345, 318, 301 y 302 podemos encontrar recomendaciones adicionales referentes al contenido de aire incorporado y total. También la norma NTP 339.114 da límites para el contenido de aire en concretos premezclados.
- b) Para TMN de agregados igual o mayor a 1 1/2", los valores de contenido de aire sugeridos para "exposición severa" deberán ser utilizados aun cuando estos sean pequeños o no se produzca exposición a congelación y deshielo en condición húmeda.
- c) Para resistencias en compresión de diseño especificadas igual o mayor a 350 kg/cm², no es recomendable el uso de porcentajes normales de aire incorporado, ya que el incremento del 1% en el contenido de aire tiende a disminuir la resistencia máxima obtenible. Sin embargo, cuando las condiciones de exposición provocan la saturación del elemento antes de la congelación, no deberá disminuirse el contenido de aire incorporado por el hecho de ganar resistencia.

SELECCIÓN DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO

La relación de agua/cemento depende de la resistencia, durabilidad y requisitos de acabado del concreto.

La relación de agua/cemento de diseño hace referencia a la cantidad de agua necesaria en la mezcla cuando el agregado está en condición de saturado superficialmente seco. Por otro lado, la relación de agua/cemento efectivo es la cantidad de agua necesaria en la mezcla cuando se considera la condición real de humedad del agregado. (Rivva, 2014)

Una vez determinada la relación agua/cemento tanto por resistencia, como por durabilidad, se escogerá la menor de estas para el diseño, aun cuando con ello se alcancen resistencias en compresión superiores que la resistencia promedio requerida. (Rivva, 2014)

Selección por resistencia

En los casos en donde la durabilidad del concreto no es un factor fundamental, la relación agua/cemento se elegirá por el criterio de resistencia. Esta relación puede ser determinada con los valores de la Tabla 2.15, la cual es una adaptación de la confeccionada por el Comité 211 del ACI.

Tabla 2.15.

Relación Agua/Cemento por Resistencia

| f'_{cr} (28 días) ^a | Concreto sin aire incorporado | Concreto con aire incorporado |
|----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 150 | 0.80 | 0.71 |
| 200 | 0.70 | 0.61 |
| 250 | 0.62 | 0.53 |
| 300 | 0.55 | 0.46 |
| 350 | 0.48 | 0.40 |
| 400 | 0.43 | - |
| 450 | 0.38 | - |

Adaptado del ACI 211.1

^a La resistencia corresponde a ensayos de probetas cilíndricas estándar de 15x30 cm, fabricadas y curadas según indica la sección 9(b) de la Norma ASTM C 31.

*Estos valores se basan en TMN del agregado grueso comprendidos entre 3/4" y 1".

La resistencia producida por una relación agua/cemento dada, se incrementa conforme el TMN disminuye. (Rivva, 2014)

Selección por durabilidad

En los casos en donde las consideraciones por durabilidad prevalecen por encima de las condiciones por resistencia, la Tabla 2.16 nos da valores de relación de agua/cemento para diferentes condiciones de exposición del concreto.

Tabla 2.16.

Condiciones Especiales de Exposición

| Condiciones de exposición | Relación a/c máxima, en concretos con agregados de peso normal | Resistencia en compresión mínima en concretos con agregados livianos (kg/cm ²) |
|---|--|--|
| Concretos de baja permeabilidad | | |
| 1. Expuestos a agua dulce. | 0.50 | 260 |
| 2. Expuestos a agua de mar o aguas solubles. | 0.45 | |
| 3. Expuestos a la acción de aguas cloacales | 0.45 | |
| Concretos expuestos a procesos de congelación y deshielo en condición húmeda. | | |
| 1. Sardineles, cunetas y secciones delgadas. | 0.45 | 300 |
| 2. Otros elementos | 0.50 | |

| | | |
|---|------|-----|
| Protección contra la corrosión de concreto expuesto a la acción de agua de mar, aguas salobres, neblina o rocío de estas aguas. | 0.40 | 325 |
| Si el recubrimiento mínimo se aumenta en 15 mm | 0.45 | 300 |

Adaptado del ACI 211.1

Por razones de durabilidad, la resistencia f'_c no deberá ser menor de 245 kg/cm².

Para concretos expuestos a soluciones de sulfatos, los requisitos de la Tabla 2.17 deben cumplirse.

Tabla 2.17.

Requerimientos de Concretos Expuestos a Soluciones de Sulfatos

| Exposición a sulfatos | Sulfatos solubles en agua (SO ₄) en el suelo, % en peso | Sulfatos (SO ₄) en el agua (ppm) | Tipo de cemento | Concreto con agregado de peso normal Relación máxima de agua/cemento ^a | Concreto con agregado de peso normal y ligero Relación mínima a compresión f'_c kg/cm ² |
|-----------------------|---|--|-----------------------------|---|--|
| Despreciable | 0.00 - 0.20 | 0 - 150 | Cualquiera | - | - |
| Moderado ^b | 0.10 - 0.20 | 150 - 1500 | II | 0.50 | 280 |
| Severo | 0.20 - 2.00 | 1500 - 10000 | V | 0.45 | 310 |
| Muy severo | > 2.00 | > 10000 | V más puzolana ^c | 0.45 | 310 |

Adaptado del ACI 211.1

^a Una relación agua/cemento menor puede ser requerida por razones de baja permeabilidad, para protección de la corrosión de elementos embebidos, o por congelación y deshielo.

^b Agua de mar.

^c Puzolanas determinadas por ensayos para mejorar la resistencia del concreto a los sulfatos, cuando se utiliza cemento portland tipo V.

CÁLCULO DEL CONTENIDO DE CEMENTO

La cantidad de cemento necesario para una unidad cubica de concreto lo calculamos al dividir el volumen unitario del agua entre la relación agua/cemento.

$$\text{Cantidad de Cemento } \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) = \frac{\text{volumen unitario de agua}}{\text{relacion agua/cemento}}$$

Cuando las especificaciones indican un contenido mínimo de cemento, y además se señalan los requerimientos de resistencia y durabilidad, se elegirá el criterio que indique la mayor cantidad de cemento. (Abanto, 2009)

No es recomendable la reducción del contenido del cemento por el empleo de aditivos, y si ella se produjese, se deberá tener la aprobación del Ingeniero Estructural y la inspección, previa garantía por parte del Constructor.

Es recomendable que la determinación final del contenido del cemento se base en mezclas de prueba bajo condiciones de obra. (Rivva, 2014)

SELECCIÓN DEL CONTENIDO DEL AGREGADO GRUESO

El criterio del Comité del ACI se basa en que los agregados gruesos de tamaño máximo nominal y granulometría esencialmente similares deberán permitir fabricar concretos de trabajabilidad satisfactoria cuando un volumen determinado de agregado grueso, en condiciones de seco y compactado, es utilizado por unidad de volumen de concreto. (Rivva, 2014)

El Comité 211 del ACI elaboró la Tabla 2.18, la cual proporciona valores resultantes de la división del peso seco del agregado necesario para una unidad cubica de concreto entre el peso seco compactado del agregado grueso expresado en kg/m^3 , los cuales están en función del módulo de finura del agregado fino y del tamaño máximo del agregado grueso

Tabla 2.18.

Peso del Agregado Grueso por Unidad de Volumen de Concreto

| Tamaño máximo nominal del agregado grueso | Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de finura ^{a,b} | | | |
|---|--|------|------|------|
| | 2.40 | 2.60 | 2.80 | 3.00 |
| 3/8" | 0.50 | 0.48 | 0.46 | 0.44 |
| 1/2" | 0.59 | 0.57 | 0.55 | 0.53 |
| 3/4" | 0.66 | 0.64 | 0.62 | 0.60 |
| 1" | 0.71 | 0.69 | 0.67 | 0.65 |
| 1 1/2" | 0.75 | 0.73 | 0.71 | 0.69 |
| 2" | 0.78 | 0.76 | 0.74 | 0.72 |
| 3" | 0.82 | 0.80 | 0.78 | 0.76 |
| 6" | 0.87 | 0.85 | 0.83 | 0.81 |

Adaptado del ACI 211.1

^a Los volúmenes están basados en agregados en condición seco compactado, tal como se define por la Norma ASTM C 29

^b Para concretos menos trabajables tales como los requeridos en pavimentos, estos volúmenes podrían incrementarse hasta en 10%. Para concretos más trabajables, tales como aquellos colocados por bombeo o aquellos donde el concreto sea colocado en zonas de gran congestión de acero, podrían reducirse en 10% estos valores.

SELECCIÓN DEL CONTENIDO DEL AGREGADO FINO

El Comité 211 del ACI desarrollo 2 métodos para el cálculo del contenido de agregado fino.

Método de los volúmenes absolutos

El volumen absoluto del agregado fino se calcula por la diferencia del volumen unitario del concreto y la suma de los volúmenes absolutos del cemento, agua de diseño, aire y agregado grueso seco.

$$\text{Volumen Absoluto} = \frac{\text{peso seco}}{\text{peso específico}}$$

Método de los pesos

Es un método alternativo propuesto por el ACI. Señala que, si por experiencia se asume o estima el peso unitario del concreto, el peso del agregado fino se podría determinar por la diferencia entre el peso unitario del concreto fresco y el peso total del resto de ingredientes.

En ausencia de información, el Comité 211 del ACI proporciona la Tabla 2.19, la cual registra valores que podrían utilizarse para una primera estimación.

Tabla 2.19.

Primera Estimación del Peso del Concreto Fresco

| Primera estimación del peso del concreto (kg/m ³) ^{a,b} | | |
|--|--------------------------------|--------------------------------|
| Tamaño máximo nominal del agregado grueso | Concretos sin aire incorporado | Concretos con aire incorporado |
| 3/8" | 2280 | 2200 |
| 1/2" | 2310 | 2230 |
| 3/4" | 2345 | 2275 |
| 1" | 2380 | 2290 |
| 1 1/2" | 2410 | 2350 |
| 2" | 2445 | 2345 |
| 3" | 2490 | 2405 |
| 6" | 2530 | 2435 |

Adaptado del ACI 211.1

^a Los valores han sido calculados para concretos de riqueza media (330 kg de cemento por m³ de concreto), y asentamiento plástico con agregados de peso específico promedio de 2.7.

^b Los requerimientos de agua se han basado en la Tabla 2.13.

Cabe indicar que, la selección de las proporciones del agregado grueso y fino en la unidad cubica del concreto, tiene como finalidad obtener una mezcla en la que sea necesario un mínimo contenido de pasta (cemento + agua) para obtener las propiedades deseadas. (Rivva, 2014)

AJUSTE POR CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO

Debido a que los agregados en obra generalmente están en condición húmeda, es necesario incrementar a su peso seco, el porcentaje de agua que contengan, tanto la absorbida como la superficial.

De igual manera, el agua de mezclado de diseño deberá ser corregida en un volumen equivalente al contenido de humedad menos su porcentaje de absorción de los agregados. Esto nos dará como resultado el agua efectiva.

$$\text{Peso Húmedo del Agregado} = (\text{Peso Seco del Agregado}) * (1 + \% \omega)$$

$$\text{Aporte de Humedad del Agregado} = (\text{Peso Seco del Agregado}) * (\% \omega - \% A)$$

$$\text{Agua Efectiva} = (\text{Agua de Diseño} - \text{Aporte de Humedad del Agregado})$$

Donde:

ω = contenido de humedad

A = absorción

AJUSTE DE LAS MEZCLAS DE PRUEBA

Para verificar las cantidades de los materiales de la mezcla de concreto, (Abanto, 2009) señala que se deberán preparar mezclas de concreto de según el procedimiento descrito por la norma ASTM C 192 o fabricando tandas reales en obra, donde se comprobaran las propiedades de trabajabilidad, segregación y acabado del concreto, y de ser necesario se deberá ajustar su proporción según a los siguientes criterios:

- a) Si el asentamiento de la mezcla de prueba no fue el correcto; para incrementar o disminuir en un 1 cm el asentamiento de la mezcla, se debe aumentar o disminuir en 2 l/m³ el contenido de agua estimada respectivamente.
- b) Para el caso de obtener un incorrecto contenido de aire en mezclas de concretos con aire incorporado, se debe aumentar o disminuir en 3 l/m³ el contenido de agua del acápite anterior, para disminuir o aumentar en 1% respectivamente, el aire incorporado en la mezcla.
- c) El peso unitario del concreto fresco del nuevo ajuste, será igual al peso unitario medido en la mezcla de prueba, reducida o aumentada por el porcentaje de incremento o disminución del contenido de aire de la mezcla ajustada respecto de la primera mezcla de prueba.
- d) Por último, deben calcularse los nuevos pesos de la mezcla, a partir de la nueva relación agua/cemento. Si es necesario mejorar la trabajabilidad de la mezcla de concreto, se ajustará el contenido del agregado grueso.

2.2.7 Control estadístico

Todos los datos obtenidos de ensayos están sujetos a variaciones. Existen ciertas medidas que indican la uniformidad del producto que se está ensayando y el cuidado con que se realizan los ensayos.

La resistencia del concreto bajo condiciones controladas sigue con gran aproximación la distribución probabilística normal. (Torre C., 2004)

La medida más común de la tendencia central de un conjunto de datos es el promedio, y las más comunes de grado de uniformidad son la desviación estándar y el coeficiente de variación. (Abanto, 2009)

2.2.7.1 Distribución normal (Campana de Gauss)

Está demostrado que el comportamiento de la resistencia del concreto a compresión se ajusta a la Distribución Normal (Campana de Gauss), cuya expresión matemática es:

$$Y = \frac{1}{S_s \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{X - \bar{X}}{S_s} \right)^2} \quad (5)$$

Donde:

$$S_s = \text{desviación estándar} \quad e = 2.71828$$

$$\bar{X} = \text{resistencia promedio} \quad \pi = 3.14159$$

X = resistencia de ensayo

2.2.7.2 Desviación estándar

Este parámetro nos indica el grado de dispersión existente entre la resistencia a compresión para un determinado f'c.

Se definirá mediante la fórmula (1) o (2), según sea el caso, tal como se señala en el acápite 2.2.6.2.

2.2.7.3 Coeficiente de variación

Este parámetro nos permite predecir la variabilidad existente entre los ensayos de resistencia. Se define como:

$$V = \frac{S_s}{\bar{X}} \times 100 \quad (6)$$

Donde:

S_s = desviación estándar

\bar{X} = resistencia promedio

La Tabla 2.20 muestra los valores que relacionan el grado de control de calidad con el coeficiente de variación.

Tabla 2.20.

Coefficiente de Variación y Grados de Control de Calidad

| | |
|--|-------------|
| Obtenidos únicamente en ensayos de laboratorio | 5 % |
| Excelente en obra | 10 % a 12 % |
| Bueno | 15 % |
| Regular | 18 % |
| Inferior | 20 % |
| Malo | 25 % |

Fuente: Capítulo 7, Selección de la Resistencia Promedio. Diseño de Mezclas. 2da Edición (Rivva, 2014)

2.3 GLOSARIO DE TERMINOS BÁSICOS

Aire incorporado: son burbujas microscópicas de aire intencionalmente incorporadas por un aditivo en morteros o concretos durante el mezclado, generalmente mediante el uso de un agente activo de superficie; de 10 μm y 1000 μm de diámetro, de forma esférica o aproximadamente esférica. (NTP 339.047.2021)

Aire atrapado: burbujas de aire, típicamente de 1 mm o más en tamaño y principalmente de forma irregular, que se incorporan de forma no intencionada durante la mezcla y la manipulación de la mezcla de cemento. (NTP 339.047.2021)

Agregado para concreto: conjunto de partículas, de origen natural o artificial, que pueden ser tratadas o elaboradas, y que cumplen con los límites fijados en la NTP 400.037.2021

Clinker: producto obtenido de la combinación dosificada de una fuente de cal, tal como las calizas; una fuente de sílice y alúmina, como las arcillas, y una fuente de óxido de hierro, como el mineral de hierro; finamente molida y luego calentada a altas temperaturas, alrededor de 1500 ° C. Posteriormente, después de enfriado, el Clinker es molido junto a una adición cerca del 6 % de sulfato de calcio (yeso) para formar el cemento Portland. (Rivva, 2014)

Concreto endurecido: concreto que ha desarrollado suficiente resistencia para servir a algún propósito definido o resistir una carga exigido sin fallar. (NTP 339.047.2021)

Concreto fresco: concreto con suficiente trabajabilidad original, de modo que se puede colocar y consolidar para los métodos destinados. (NTP 339.047.2021)

Fraguado: proceso debido a reacciones químicas, que ocurre después de la adición de agua de mezclado, y produce un gradual desarrollo de rigidez de una mezcla cementosa. (NTP 339.047.2021)

Mezcla patrón: en este estudio, hace referencia a la mezcla de concreto que no contiene aditivos acelerantes en su composición.

Resistencia en compresión promedio (f'_{cr}): resistencia utilizada para la selección de las proporciones de los materiales que intervienen en la unidad cubica del concreto. (Rivva, 2014)

Tiempo de fraguado: tiempo transcurrido desde la adición de agua a una mezcla de cementosa, hasta que la mezcla alcanza un grado determinado de rigidez, medido por un procedimiento específico. (NTP 339.047.2021)

2.4 MARCO REFERENCIAL

La investigación se basó la normativa nacional e internacional, la cual se detalla a continuación:

AGREGADOS

NTP 339.185.2021 Determinación del contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. Método de ensayo.

NTP 400.010.2020 Extracción y preparación de las muestras.

NTP 400.012.2021 Análisis granulométrico del agregado fino y grueso. Método de ensayo.

NTP 400.015.2020 Determinación del contenido de terrones de arcilla y partículas desmenuzables en los agregados. Método de ensayo.

NTP 400.017.2020 Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados.

NTP 400.018.2020 Determinación de materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 μm (N.º 200) por lavado en agregados. Método de ensayo.

NTP 400.019.2020 Determinación de la resistencia la desgaste en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles. Método de ensayo

NTP 400.021.2020 Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso. Método de ensayo.

NTP 400.022.2021 Determinación de la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Método.

NTP 400.023.2020 Método de ensayo para determinar las partículas livianas en los agregados.

NTP 400.024.2020 Método de ensayo para determinar las impurezas orgánicas en el agregado fino para concreto.

NTP 400.037.2021 Agregados para concreto. Especificaciones.

NTP 400.041.2020 Índice de espesor del agregado.

NTP 400.042.2016 Método de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros y sulfatos solubles en agua para agregados en concreto.

AGUA

NTP 339.088.2021 CONCRETO. Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento hidráulico. Especificaciones.

ADITIVOS

NTP 334.088.2021 CEMENTOS. Aditivos químicos para concreto. Especificaciones.

CONCRETO

NTP 339.034.2021 Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Método de ensayo.

NTP 339.035.2015 Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de Cemento Portland.

NTP 339.047.2021 Definiciones y terminología relativas al concreto y agregados.

NTP 339.183.2021 Practica para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio.

DISEÑO DE MEZCLAS

Diseño de mezclas de concreto. Comité 211 del ACI

2.5 HIPÓTESIS

2.5.1 Hipótesis general

El uso de aditivos acelerantes logra el 70% del $f'c$ a los 3 días de vaciado el concreto.

CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1 ENFOQUE Y DISEÑO

3.1.1 Enfoque

El presente estudio tiene un enfoque **cuantitativo**.

Cuantitativo porque el estudio partió de la dosificación de materiales, resultado de un diseño de mezclas de concreto, y posteriormente se obtuvieron resultados de resistencias a compresión obtenidas a diferentes días de rotura de muestras cilíndricas, para las diferentes mezclas de concreto.

3.1.2 Diseño

De acuerdo al enfoque metodológico, éste estudio es **experimental**.

Experimental porque la investigación implica la manipulación de la variable independiente, en este caso el uso de los aditivos acelerantes, mediante la aplicación de diferentes dosificaciones de los aditivos en las mezclas de concreto, para establecer una relación causa-efecto y poder comparar el comportamiento de estos en las muestras cilíndricas ensayadas a diferentes edades.

3.2 SUJETOS DE INVESTIGACIÓN

3.2.1 Población

La población es el concreto normal de resistencias a la compresión de $f'c$ (teórico) 210 kg/cm² y $f'c$ (teórico) 280 kg/cm².

3.2.2 Muestra

La muestra para el presente estudio consto de un total de 261 probetas de 10x20 cm, fabricadas y curadas según la NTP 339.183.2021.

Los especímenes fueron ensayados a edades de 1, 2, 3, 4 y 7 días con el fin de evaluar la resistencia a la compresión a edades tempranas, y a los 28 días para obtener el $f'c$ de cada clase de mezcla de concreto. Según la norma E.060 de Concreto Armado, cada ensayo es el promedio de 2 probetas individuales, sin embargo, para el presente estudio de tomo como ensayo al promedio de 3 probetas, con el fin de tener una mayor precisión en el análisis de datos.

Además, es preciso señalar que las dosificaciones de los aditivos fueron tomadas de las recomendaciones dadas por los fabricantes (Anexo 2 y Anexo 3), tomando una dosificación mínima, media y máxima.

La Tabla 3.1 indica la distribución, edad de ensayo de ruptura y número de probetas requeridas en cada mezcla de concreto.

Tabla 3.1.

Distribución de Muestras de Ensayo

| | | Mezclas de Concreto | Edad de Ruptura de Probetas (días) | | | | | | Parcial |
|---|------------------------------------|--|------------------------------------|----|----|----|----|-----|------------|
| | | | 1d | 2d | 3d | 4d | 7d | 28d | |
| Concreto de f'c(teórico) 210 kg/cm² | | | | | | | | | |
| Categoría 1 | | Mezcla patrón (sin aditivo) | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 18 |
| | | Mezclas con aditivo SikaCem® Acelerante PE | | | | | | | |
| | Sub Categoría 1.1 | Con 1 % del peso del cemento | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 18 |
| | | Con 2.5 % del peso del cemento | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 18 |
| | | Con 4 % del peso del cemento | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 18 |
| | | Con 0.5 % del peso del cemento | 3 | 3 | 3 | -- | -- | -- | 9 |
| | | Mezclas con aditivo acelerante Z Fragua #5 | | | | | | | |
| | Sub Categoría 1.2 | Con 1 lt/bol de cemento | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 18 |
| | | Con 1.25 lt/bol de cemento | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 18 |
| | | Con 1.5 lt/bol de cemento | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 18 |
| Concreto f'c (teórico) 280 kg/cm² | | | | | | | | | |
| Categoría 2 | | Mezcla patrón (sin aditivo) | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 18 |
| | | Mezclas con aditivo SikaCem® Acelerante PE | | | | | | | |
| | Sub Categoría 2.1 | Con 1 % del peso del cemento | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 18 |
| | | Con 2.5 % del peso del cemento | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 18 |
| | | Con 4 % del peso del cemento | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 18 |
| | | Mezcla con aditivo acelerante Z Fragua #5 | | | | | | | |
| | Sub Categoría 2.2 | Con 1 lt/bol de cemento | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 18 |
| | | Con 1.25 lt/bol de cemento | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 18 |
| | | Con 1.5 lt/bol de cemento | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 18 |
| | Total de probetas a ensayar | | | | | | | | 261 |

Nota: la mezcla con 0.5 % de aditivo SikaCem® Acelerante PE, se realizó al final de la investigación, para complementar el análisis de los resultados en esta sub categoría.

3.3 MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS

3.3.1 Método

Método científico, porque ante el problema identificado, se planteó una hipótesis que será validada con los resultados obtenidos de la investigación.

3.3.2 Procedimiento

1. Se recolectaron datos e información referente al tema, a través de libros, tesis y bibliografía de la web.
2. Se ubicaron y seleccionaron los proveedores de los agregados, así como de los aditivos acelerantes en la zona de estudio, y se procedió a adquirirlos.

3. Se realizaron los ensayos físicos y químicos de los agregados según las normas nacionales correspondientes y se verificó si éstos cumplían con los requerimientos para la fabricación del concreto. Para ello se utilizaron tamices, balanzas, horno y demás equipos y herramientas, tal como lo especifica cada norma.
4. Se realizó el diseño de mezcla patrón y el diseño de mezclas con aditivos acelerantes, basándose en las tablas de la Metodología propuesta por el Comité ACI 211, descrito en el acápite 2.2.6.2.
5. Se elaboraron y curaron las probetas según la NTP 339.183. Para ello se utilizó una mezcladora eléctrica, balanza, moldes de probetas de 10x20 cm, Cono de Abrams y accesorios, un termómetro digital, y demás herramientas señaladas en la respectiva norma.
6. Se realizaron los ensayos de la resistencia a la compresión a las edades señaladas en la Tabla 3.1, según la NTP 339.034, haciendo uso de la máquina de rotura de probetas.
7. Se procesaron los resultados obtenidos, haciendo uso del software Excel 2021.
8. Se elaboraron tablas y gráficos en el software Excel 2021 con los resultados para su posterior análisis.
9. Se analizaron los resultados obtenidos según los objetivos planteados.
10. Se establecieron conclusiones y recomendaciones referentes a la investigación.

3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

Técnicas de muestreo: compuesto, puesto que implica no solo la obtención de los agregados en campo, sino también conlleva la evaluación de este para determinar su calidad y aceptación como agregados de concreto, seguido de la preparación de las probetas que se utilizaron como muestra de la investigación.

Técnicas de recolección de datos: en laboratorio se utilizó las técnicas de observación y medición usando formatos de laboratorio y en gabinete la medición bajo un análisis estadístico.

Instrumentos de recolección de datos: formatos de laboratorio para el registro de resultados de ensayos de materiales, plantillas de diseño de mezclas y plantilla de ensayo a la compresión de probetas cilíndricas.

Instrumentos de análisis de datos: análisis estadístico en Excel 2021.

3.5 ASPECTOS ÉTICOS

La presente investigación cumple con los aspectos éticos requeridos, declarando que es original e inédita, como se señala en la Declaración Jurada de Originalidad. Referente a las fuentes de información empleada, estas fueron debidamente referenciadas de acuerdo con la normatividad vigente, respetando los derechos de autor; así como los equipos de laboratorio empleados, estaban debidamente calibrados.

CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADOS

4.1.1 Diseño de las mezclas.

En primer lugar, se evaluó el agregado fino y grueso bajo ensayos establecidos en las normas correspondientes para verificar su calidad y aceptación como agregado de concreto. Una vez que se verificó la aceptación del agregado, se procedió a realizar los ensayos necesarios para plantear los diseños de mezclas. Dichos resultados se presentan a continuación.

Resultados de ensayos del agregado fino:

El agregado fino empleado en el estudio proviene de la Cantera “Malingas”, ubicado en Tambogrande - Piura. Está constituido por arena gruesa en condición limpia.

Este agregado fue sometido a los ensayos mencionados en la Tabla 2.4 según el procedimiento que señala cada norma correspondiente.

Cabe indicar que el ensayo de inalterabilidad no se ejecutó, debido a que este ensayo no es exigido en proyectos de zona costera por estar exenta a procesos de congelamiento y deshielo, a no ser que sea exigido en las especificaciones del proyecto. (NTP 400.037, 2021)

La Tabla 4.1 muestra el resumen de los resultados obtenidos en los ensayos para el agregado fino y se compara con los límites permisibles señalados en la norma NTP 400.037, para verificar su calidad y su aceptación como agregado de concreto. Además, al final de esta se referencia los ensayos realizados como requerimientos para el diseño de mezclas.

Tabla 4.1.

Resumen de resultados de ensayos del agregado fino

| Ensayo | Límite Permissible | Resultado | Condición |
|--|---|-----------------------------|-----------|
| Análisis granulométrico | Ver Tabla 2.3 | Anexo 4 | Si cumple |
| Terrones de arcilla y partículas desmenuzables | Max. 3 % | 0.72 % | Si cumple |
| Material más fino que pasa el tamiz N° 200 | Max. 3 % | 1.14 % | Si cumple |
| Equivalente de arena | Min. 75 % (para $f_c > 210 \text{ kg/cm}^2$) | 94 % | Si cumple |
| Partículas livianas (carbón y lignito) | Max. 0.5 % | 0.01 % | Si cumple |
| Cloruros expresados en Cl^- | Max. 0.03 % | 0.009% | Si cumple |
| Sulfatos solubles expresados en SO_3 | Max. 0.1 % | 0.013% | Si cumple |
| Impurezas orgánicas | Diferente al color oscuro | No evidencia | Si cumple |
| Contenido de humedad | ----- | 0.53 % | ----- |
| Peso unitario y vacíos | ----- | 1590 kg/m^3 | ----- |
| Peso específico y absorción | ----- | 2.52 gr/cm^3 / 2 % | ----- |

Por lo tanto, el agregado fino ensayado es aceptado como agregado de concreto en el presente estudio.

Resultados de ensayos del agregado grueso:

El agregado grueso utilizado en la investigación procede de la Cantera “Sojo”, ubicado en Sullana - Piura. Está conformado de piedra chancada, en condición limpia.

Este agregado fue sometido a los ensayos mencionados en la Tabla 2.6 según el procedimiento que señala la normativa correspondiente.

Cabe indicar que el ensayo de inalterabilidad no se ejecutó, debido a que este ensayo no es exigido en proyectos de zona costera por estar exenta a procesos de congelamiento y deshielo, a no ser que sea exigido en las especificaciones del proyecto. Del mismo modo, el ensayo de determinación de horsteno no fue realizado, ya que solo es exigido en casos de intemperización moderada (concretos expuestos a la intemperie de forma continua a ciclos de congelación y deshielo en presencia de humedad). (NTP 400.037.2021)

La Tabla 4.2 resume los resultados obtenidos en los ensayos del agregado grueso y se compara con los requisitos especificados en la norma NTP 400.037, para constatar la calidad del agregado y su aceptación como agregado de concreto. Además, al final de esta se referencia los ensayos realizados como requerimientos para el diseño de mezclas.

Tabla 4.2.

Resumen de resultados de ensayos del agregado grueso

| Ensayo | Límite Permissible | Resultado | Condición |
|---|---------------------------|---------------------------------|------------------|
| Análisis granulométrico | Ver Tabla 2.5 | Anexo 5 | Si cumple |
| Terrones de arcilla y partículas desmenuzables | Max. 5 % | 0.40 % | Si cumple |
| Material más fino que pasa el tamiz N° 200 | Max. 1 % | 0.51 % | Si cumple |
| Partículas livianas (carbón y lignito) | Max. 0.5 % | 0.01 % | Si cumple |
| Cloruros expresados en Cl ⁻ | Max. 0.03 % | 0.008% | Si cumple |
| Sulfatos solubles expresados en SO ³ | Max. 0.075 % | 0.011% | Si cumple |
| Impurezas orgánicas | Diferente al color oscuro | No evidencia | Si cumple |
| Abrasión en la máquina de Los Ángeles | Max. 50 % | 13 % | Si cumple |
| Índice de espesor | Max. 35 % | 25 % | Si cumple |
| Contenido de humedad | ----- | 0.62 % | ----- |
| Peso unitario y vacíos | ----- | 1540 kg/m ³ | ----- |
| Peso específico y absorción | ----- | 2.72 gr/cm ³ / 0.9 % | ----- |

En consecuencia, el agregado grueso ensayado es aceptado como agregado de concreto en el presente estudio.

Resultados de los diseños de mezclas:

El diseño de mezclas se realizó aplicando el método descrito por el Comité 211 del ACI, el cual se desarrolló en el ítem 2.2.6 del presente estudio, manteniendo constante la relación agua/cemento ante la inclusión de los aditivos acelerantes.

Con los resultados obtenidos en los ensayos realizados a los componentes de la mezcla del concreto, se pudo desarrollar el método para los diseños teóricos de las 2 categorías de concreto: $f'c$ (teórico) 210 kg/cm² y $f'c$ (teórico) 280 kg/cm².

En la Tabla 4.3, se muestran los resultados del diseño de mezclas para las dos categorías de concreto:

Tabla 4.3.

Dosificación de materiales para 1 m³ de concreto

| Diseño de Mezcla ($f'c$ teórico) | Cemento (kg/m ³) | Ag. fino (kg/m ³) | Ag. Grueso (kg/m ³) | Agua (kg/m ³) | Aditivo (kg/bol) |
|---|------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------|------------------|
| DM 1: $f'c$ 210 kg/cm ² sin aditivo – mezcla patrón | 367.120 | 747.040 | 993.260 | 218.688 | 0.000 |
| DM 15: $f'c$ 210 kg/cm ² con 0.5 % de SikaCem® Acelerante PE | 367.120 | 747.040 | 993.260 | 218.688 | 1.836 |
| DM 2: $f'c$ 210 kg/cm ² con 1 % de SikaCem® Acelerante PE | 367.120 | 747.040 | 993.260 | 218.688 | 3.671 |
| DM 3: $f'c$ 210 kg/cm ² con 2.5 % de SikaCem® Acelerante PE | 367.120 | 747.040 | 993.260 | 218.688 | 9.178 |
| DM 4: $f'c$ 210 kg/cm ² con 4 % de SikaCem® Acelerante PE | 367.120 | 747.040 | 993.260 | 218.688 | 14.685 |
| DM 5: $f'c$ 210 kg/cm ² con 1 lt/bol de Z Fragua #5 | 367.120 | 747.040 | 993.260 | 218.688 | 12.612 |
| DM 6: $f'c$ 210 kg/cm ² con 1.25 lt/bol de Z Fragua #5 | 367.120 | 747.040 | 993.260 | 218.688 | 15.765 |
| DM 7: $f'c$ 210 kg/cm ² con 1.5 lt/bol de Z Fragua #5 | 367.120 | 747.040 | 993.260 | 218.688 | 18.917 |
| DM 8: $f'c$ 280 kg/cm ² sin aditivo – mezcla patrón | 439.914 | 687.839 | 993.260 | 217.822 | 0.000 |
| DM 9: $f'c$ 280 kg/cm ² con 1 % de SikaCem® Acelerante PE | 439.914 | 687.839 | 993.260 | 217.822 | 4.399 |
| DM 10: $f'c$ 280 kg/cm ² con 2.5 % de SikaCem® Acelerante PE | 439.914 | 687.839 | 993.260 | 217.822 | 10.998 |
| DM 11: $f'c$ 280 kg/cm ² con 4 % de SikaCem® Acelerante PE | 439.914 | 687.839 | 993.260 | 217.822 | 17.597 |
| DM 12: $f'c$ 280 kg/cm ² con 1 lt/bol de Z Fragua #5 | 439.914 | 687.839 | 993.260 | 217.822 | 15.112 |
| DM 13: $f'c$ 280 kg/cm ² con 1.25 lt/bol de Z Fragua #5 | 439.914 | 687.839 | 993.260 | 217.822 | 18.890 |
| DM 14: $f'c$ 280 kg/cm ² con 1.5 lt/bol de Z Fragua #5 | 439.914 | 687.839 | 993.260 | 217.822 | 22.669 |

*En el Anexo N° 6 se encuentra el resumen de cada diseño de mezcla.

De la Tabla 4.3 se determina que para las mezclas patrones se tiene:

Para la Categoría 1: $f'c$ (teórico) de 210 kg/cm², la dosificación es de 1:2.03:2.71 y relación a/c 0.60 (dosificación en peso)

Para la Categoría 2: $f'c$ (teórico) de 280 kg/cm², la dosificación es de 1:1.56:2.26 y relación a/c 0.50 (dosificación en peso)

4.1.2 Resultados de la resistencia a la compresión de las muestras cilíndricas.

A partir de la Tabla 4.4 a la Tabla 4.18 se presentan los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión de las muestras cilíndricas en estudio, realizado según la NTP 339.034.2021. En estas, se señalan datos como fecha de elaboración y ensayo de ruptura, temperatura de la mezcla y ambiente, slump, datos geométricos de los especímenes y la resistencia a la compresión obtenida en cada día de ensayo de rotura.

Un ensayo (resistencia promedio) es obtenido a partir del promedio de tres probetas ensayadas a una misma edad, y además se señala el porcentaje de resistencia obtenido a cierto día respecto al $f'c$ (28 días), definido como la resistencia alcanzada en probetas a la edad de 28 días de las mezclas patrones correspondientes.

Tabla 4.4.

Resistencias a la compresión de la mezcla 1: $f'c$ (teórico) 210 kg/cm² sin aditivo – mezcla patrón

| MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------|-------------|------------|---|--------|----------------|-------------|--------------|-------------------|------------|-------------------------|-----------------------------------|----------------------|----------|-------------|
| NTP 339.034, ASTM C 39 | | | | | | | | | | | | | | | |
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES FIC - UNP | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROYECTO: "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA-2021" | | | | | | | | | | | | | | | |
| f'c (teórico) 210 kg/cm ² | | | | Nº DE REGISTRO: RP-01 | | | | | | | | | | | |
| a/c= 0.56 | | | | REALIZADO POR: ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA | | | | | | | | | | | |
| f'c (28 días) 305.70 kg/cm ² | | | | FECHA: INDICADA | | | | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº SERIE | CÓDIGO | FECHA | | TEMPERATURA | | HORA DE ROTURA | EDAD (días) | SLUMP (pulg) | CARGA MÁXIMA (kg) | DIAM. (cm) | ÁREA (cm ²) | RESISTENCIA (kg/cm ²) | RESISTENCIA PROMEDIO | % DE f'c | OBSERVACIÓN |
| | | FABRICACIÓN | ROTURA | AMBIENTE | MEZCLA | | | | | | | | | | |
| 1 | P210-1 | 24/01/2022 | 25/01/2022 | 33.2 | 32.6 | 15:08 | 1 | 6 | 7924 | 10 | 78.54 | 100.9 | 99.83 | 32.66 | SIN ADITIVO |
| 2 | P210-2 | 24/01/2022 | 25/01/2022 | 33.2 | 32.6 | 15:11 | 1 | 6 | 7802 | 10 | 78.54 | 99.3 | | | SIN ADITIVO |
| 3 | P210-3 | 24/01/2022 | 25/01/2022 | 33.2 | 32.6 | 15:15 | 1 | 6 | 7803 | 10 | 78.54 | 99.3 | | | SIN ADITIVO |
| 4 | P210-4 | 24/01/2022 | 26/01/2022 | 33.2 | 32.6 | 15:13 | 2 | 6 | 11836 | 10 | 78.54 | 150.7 | 149.70 | 48.97 | SIN ADITIVO |
| 5 | P210-5 | 24/01/2022 | 26/01/2022 | 33.2 | 32.6 | 15:17 | 2 | 6 | 11884 | 10 | 78.54 | 151.3 | | | SIN ADITIVO |
| 6 | P210-6 | 24/01/2022 | 26/01/2022 | 33.2 | 32.6 | 15:19 | 2 | 6 | 11555 | 10 | 78.54 | 147.1 | | | SIN ADITIVO |
| 7 | P210-7 | 24/01/2022 | 27/01/2022 | 33.2 | 32.6 | 14:44 | 3 | 6 | 13967 | 10 | 78.54 | 177.8 | 183.40 | 59.99 | SIN ADITIVO |
| 8 | P210-8 | 24/01/2022 | 27/01/2022 | 33.2 | 32.6 | 14:48 | 3 | 6 | 14241 | 10 | 78.54 | 181.3 | | | SIN ADITIVO |
| 9 | P210-9 | 24/01/2022 | 27/01/2022 | 33.2 | 32.6 | 14:51 | 3 | 6 | 15012 | 10 | 78.54 | 191.1 | | | SIN ADITIVO |
| 10 | P210-10 | 24/01/2022 | 28/01/2022 | 33.2 | 32.6 | 14:31 | 4 | 6 | 16256 | 10 | 78.54 | 207.0 | 211.53 | 69.20 | SIN ADITIVO |
| 11 | P210-11 | 24/01/2022 | 28/01/2022 | 33.2 | 32.6 | 14:34 | 4 | 6 | 16886 | 10 | 78.54 | 215.0 | | | SIN ADITIVO |
| 12 | P210-12 | 24/01/2022 | 28/01/2022 | 33.2 | 32.6 | 14:37 | 4 | 6 | 16694 | 10 | 78.54 | 212.6 | | | SIN ADITIVO |
| 13 | P210-13 | 24/01/2022 | 31/01/2022 | 33.2 | 32.6 | 14:03 | 7 | 6 | 19538 | 10 | 78.54 | 248.8 | 242.27 | 79.25 | SIN ADITIVO |
| 14 | P210-14 | 24/01/2022 | 31/01/2022 | 33.2 | 32.6 | 14:06 | 7 | 6 | 18598 | 10 | 78.54 | 236.8 | | | SIN ADITIVO |
| 15 | P210-15 | 24/01/2022 | 31/01/2022 | 33.2 | 32.6 | 14:10 | 7 | 6 | 18945 | 10 | 78.54 | 241.2 | | | SIN ADITIVO |
| 16 | P210-16 | 24/01/2022 | 21/02/2022 | 33.2 | 32.6 | 15:41 | 28 | 6 | 23876 | 10 | 78.54 | 304.0 | 305.70 | 100.00 | SIN ADITIVO |
| 17 | P210-17 | 24/01/2022 | 21/02/2022 | 33.2 | 32.6 | 15:45 | 28 | 6 | 23831 | 10 | 78.54 | 303.4 | | | SIN ADITIVO |
| 18 | P210-18 | 24/01/2022 | 21/02/2022 | 33.2 | 32.6 | 15:52 | 28 | 6 | 24324 | 10 | 78.54 | 309.7 | | | SIN ADITIVO |

Tabla 4.5.

Resistencias a la compresión de la mezcla 2: f' (teórico) 210 kg/cm² con 1 % de SikaCem® Acelerante PE

| MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------|-------------|------------|-------------|---|----------------|-------------|--------------|-------------------|------------|-------------------------|-----------------------------------|----------------------|----------|-------------|
| NTP 339.034, ASTM C 39 | | | | | | | | | | | | | | | |
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES FIC - UNP | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROYECTO: "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA-2021" | | | | | | | | | | | | | | | |
| f'c (teórico) 210 kg/cm ² | | | | | Nº DE REGISTRO: RP-02 | | | | | | | | | | |
| a/c= 0.56 | | | | | REALIZADO POR: ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA | | | | | | | | | | |
| f'c (28 días) 305.70 kg/cm ² | | | | | FECHA: INDICADA | | | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº SERIE | CÓDIGO | FECHA | | TEMPERATURA | | HORA DE ROTURA | EDAD (días) | SLUMP (pulg) | CARGA MÁXIMA (kg) | DIAM. (cm) | ÁREA (cm ²) | RESISTENCIA (kg/cm ²) | RESISTENCIA PROMEDIO | % DE f'c | OBSERVACIÓN |
| | | FABRICACIÓN | ROTURA | AMBIENTE | MEZCLA | | | | | | | | | | |
| 1 | P210S1-1 | 01/02/2022 | 02/02/2022 | 33.5 | 32.3 | 14:41 | 1 | 4 | 10651 | 10 | 78.54 | 135.6 | 141.23 | 46.20 | 1% SIKA |
| 2 | P210S1-2 | 01/02/2022 | 02/02/2022 | 33.5 | 32.3 | 14:44 | 1 | 4 | 10791 | 10 | 78.54 | 137.4 | | | 1% SIKA |
| 3 | P210S1-3 | 01/02/2022 | 02/02/2022 | 33.5 | 32.3 | 14:46 | 1 | 4 | 11838 | 10 | 78.54 | 150.7 | | | 1% SIKA |
| 4 | P210S1-4 | 01/02/2022 | 03/02/2022 | 33.5 | 32.3 | 14:07 | 2 | 4 | 15761 | 10 | 78.54 | 200.7 | 198.80 | 65.03 | 1% SIKA |
| 5 | P210S1-5 | 01/02/2022 | 03/02/2022 | 33.5 | 32.3 | 14:10 | 2 | 4 | 15337 | 10 | 78.54 | 195.3 | | | 1% SIKA |
| 6 | P210S1-6 | 01/02/2022 | 03/02/2022 | 33.5 | 32.3 | 14:13 | 2 | 4 | 15743 | 10 | 78.54 | 200.4 | | | 1% SIKA |
| 7 | P210S1-7 | 01/02/2022 | 04/02/2022 | 33.5 | 32.3 | 14:58 | 3 | 4 | 17582 | 10 | 78.54 | 223.9 | 216.47 | 70.81 | 1% SIKA |
| 8 | P210S1-8 | 01/02/2022 | 04/02/2022 | 33.5 | 32.3 | 15:01 | 3 | 4 | 16365 | 10 | 78.54 | 208.4 | | | 1% SIKA |
| 9 | P210S1-9 | 01/02/2022 | 04/02/2022 | 33.5 | 32.3 | 15:05 | 3 | 4 | 17051 | 10 | 78.54 | 217.1 | | | 1% SIKA |
| 10 | P210S1-10 | 01/02/2022 | 05/02/2022 | 33.5 | 32.3 | 14:36 | 4 | 4 | 18598 | 10 | 78.54 | 236.8 | 231.33 | 75.67 | 1% SIKA |
| 11 | P210S1-11 | 01/02/2022 | 05/02/2022 | 33.5 | 32.3 | 14:39 | 4 | 4 | 17443 | 10 | 78.54 | 222.1 | | | 1% SIKA |
| 12 | P210S1-12 | 01/02/2022 | 05/02/2022 | 33.5 | 32.3 | 14:43 | 4 | 4 | 18469 | 10 | 78.54 | 235.1 | | | 1% SIKA |
| 13 | P210S1-13 | 01/02/2022 | 08/02/2022 | 33.5 | 32.3 | 14:04 | 7 | 4 | 19995 | 10 | 78.54 | 254.6 | 252.67 | 82.65 | 1% SIKA |
| 14 | P210S1-14 | 01/02/2022 | 08/02/2022 | 33.5 | 32.3 | 14:07 | 7 | 4 | 19356 | 10 | 78.54 | 246.5 | | | 1% SIKA |
| 15 | P210S1-15 | 01/02/2022 | 08/02/2022 | 33.5 | 32.3 | 14:10 | 7 | 4 | 20174 | 10 | 78.54 | 256.9 | | | 1% SIKA |
| 16 | P210S1-16 | 01/02/2022 | 01/03/2022 | 33.5 | 32.3 | 14:22 | 28 | 4 | 25538 | 10 | 78.54 | 325.2 | 315.33 | 103.15 | 1% SIKA |
| 17 | P210S1-17 | 01/02/2022 | 01/03/2022 | 33.5 | 32.3 | 14:25 | 28 | 4 | 24592 | 10 | 78.54 | 313.2 | | | 1% SIKA |
| 18 | P210S1-18 | 01/02/2022 | 01/03/2022 | 33.5 | 32.3 | 14:32 | 28 | 4 | 24155 | 10 | 78.54 | 307.6 | | | 1% SIKA |

Tabla 4.6.

Resistencias a la compresión de la mezcla 3: $f'c$ (teórico) 210 kg/cm² con 2.5 % de SikaCem® Acelerante PE

| MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------|-------------|------------|-------------|---|----------------|-------------|--------------|-------------------|------------|-------------------------|-----------------------------------|----------------------|----------|-------------|
| NTP 339.034, ASTM C 39 | | | | | | | | | | | | | | | |
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES FIC - UNP | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROYECTO: "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA-2021" | | | | | | | | | | | | | | | |
| f'c (teórico) 210 kg/cm ² | | | | | Nº DE REGISTRO: RP-03 | | | | | | | | | | |
| a/c= 0.56 | | | | | REALIZADO POR: ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA | | | | | | | | | | |
| f'c (28 días) 305.70 kg/cm ² | | | | | FECHA: INDICADA | | | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº SERIE | CÓDIGO | FECHA | | TEMPERATURA | | HORA DE ROTURA | EDAD (días) | SLUMP (pulg) | CARGA MÁXIMA (kg) | DIAM. (cm) | ÁREA (cm ²) | RESISTENCIA (kg/cm ²) | RESISTENCIA PROMEDIO | % DE f'c | OBSERVACIÓN |
| | | FABRICACIÓN | ROTURA | AMBIENTE | MEZCLA | | | | | | | | | | |
| 1 | P210S2-1 | 02/02/2022 | 03/02/2022 | 30.6 | 30.3 | 12:55 | 1 | 4 | 10818 | 10 | 78.54 | 137.7 | 141.63 | 46.33 | 2.5% SIKA |
| 2 | P210S2-2 | 02/02/2022 | 03/02/2022 | 30.6 | 30.3 | 12:57 | 1 | 4 | 11782 | 10 | 78.54 | 150.1 | | | 2.5% SIKA |
| 3 | P210S2-3 | 02/02/2022 | 03/02/2022 | 30.6 | 30.3 | 12:58 | 1 | 4 | 10771 | 10 | 78.54 | 137.1 | | | 2.5% SIKA |
| 4 | P210S2-4 | 02/02/2022 | 04/02/2022 | 30.6 | 30.3 | 12:57 | 2 | 4 | 13770 | 10 | 78.54 | 175.3 | 182.17 | 59.59 | 2.5% SIKA |
| 5 | P210S2-5 | 02/02/2022 | 04/02/2022 | 30.6 | 30.3 | 12:59 | 2 | 4 | 13538 | 10 | 78.54 | 172.4 | | | 2.5% SIKA |
| 6 | P210S2-6 | 02/02/2022 | 04/02/2022 | 30.6 | 30.3 | 13:02 | 2 | 4 | 15614 | 10 | 78.54 | 198.8 | | | 2.5% SIKA |
| 7 | P210S2-7 | 02/02/2022 | 05/02/2022 | 30.6 | 30.3 | 14:26 | 3 | 4 | 16046 | 10 | 78.54 | 204.3 | 211.63 | 69.23 | 2.5% SIKA |
| 8 | P210S2-8 | 02/02/2022 | 05/02/2022 | 30.6 | 30.3 | 14:28 | 3 | 4 | 16924 | 10 | 78.54 | 215.5 | | | 2.5% SIKA |
| 9 | P210S2-9 | 02/02/2022 | 05/02/2022 | 30.6 | 30.3 | 14:31 | 3 | 4 | 16897 | 10 | 78.54 | 215.1 | | | 2.5% SIKA |
| 10 | P210S2-10 | 02/02/2022 | 06/02/2022 | 30.6 | 30.3 | 13:14 | 4 | 4 | 17340 | 10 | 78.54 | 220.8 | 223.13 | 72.99 | 2.5% SIKA |
| 11 | P210S2-11 | 02/02/2022 | 06/02/2022 | 30.6 | 30.3 | 13:17 | 4 | 4 | 17519 | 10 | 78.54 | 223.1 | | | 2.5% SIKA |
| 12 | P210S2-12 | 02/02/2022 | 06/02/2022 | 30.6 | 30.3 | 13:21 | 4 | 4 | 17711 | 10 | 78.54 | 225.5 | | | 2.5% SIKA |
| 13 | P210S2-13 | 02/02/2022 | 09/02/2022 | 30.6 | 30.3 | 15:27 | 7 | 4 | 19026 | 10 | 78.54 | 242.3 | 239.10 | 78.21 | 2.5% SIKA |
| 14 | P210S2-14 | 02/02/2022 | 09/02/2022 | 30.6 | 30.3 | 15:30 | 7 | 4 | 18674 | 10 | 78.54 | 237.8 | | | 2.5% SIKA |
| 15 | P210S2-15 | 02/02/2022 | 09/02/2022 | 30.6 | 30.3 | 15:33 | 7 | 4 | 18629 | 10 | 78.54 | 237.2 | | | 2.5% SIKA |
| 16 | P210S2-16 | 02/02/2022 | 02/03/2022 | 30.6 | 30.3 | 13:30 | 28 | 4 | 23097 | 10 | 78.54 | 294.1 | 297.10 | 97.19 | 2.5% SIKA |
| 17 | P210S2-17 | 02/02/2022 | 02/03/2022 | 30.6 | 30.3 | 13:33 | 28 | 4 | 22917 | 10 | 78.54 | 291.8 | | | 2.5% SIKA |
| 18 | P210S2-18 | 02/02/2022 | 02/03/2022 | 30.6 | 30.3 | 13:37 | 28 | 4 | 23986 | 10 | 78.54 | 305.4 | | | 2.5% SIKA |

Tabla 4.7.

Resistencias a la compresión de la mezcla 4: $f'c$ (teórico) 210 kg/cm² con 4 % de SikaCem® Acelerante PE

| MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------|-------------|------------|-------------|---|----------------|-------------|--------------|-------------------|------------|-------------------------|-----------------------------------|----------------------|------------|-------------|
| NTP 339.034, ASTM C 39 | | | | | | | | | | | | | | | |
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES FIC - UNP | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROYECTO: "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA-2021" | | | | | | | | | | | | | | | |
| f'c (teórico) 210 kg/cm ² | | | | | Nº DE REGISTRO: RP-04 | | | | | | | | | | |
| a/c= 0.56 | | | | | REALIZADO POR: ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA | | | | | | | | | | |
| f'c (28 días) 305.70 kg/cm ² | | | | | FECHA: INDICADA | | | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº SERIE | CÓDIGO | FECHA | | TEMPERATURA | | HORA DE ROTURA | EDAD (días) | SLUMP (pulg) | CARGA MÁXIMA (kg) | DIAM. (cm) | ÁREA (cm ²) | RESISTENCIA (kg/cm ²) | RESISTENCIA PROMEDIO | % DE $f'c$ | OBSERVACIÓN |
| | | FABRICACIÓN | ROTURA | AMBIENTE | MEZCLA | | | | | | | | | | |
| 1 | P210S3-1 | 03/02/2022 | 04/02/2022 | 29.3 | 29.6 | 12:49 | 1 | 5.75 | 11615 | 10 | 78.54 | 147.9 | 143.53 | 46.95 | 4% SIKA |
| 2 | P210S3-2 | 03/02/2022 | 04/02/2022 | 29.3 | 29.6 | 12:52 | 1 | 5.75 | 11064 | 10 | 78.54 | 140.9 | | | 4% SIKA |
| 3 | P210S3-3 | 03/02/2022 | 04/02/2022 | 29.3 | 29.6 | 12:54 | 1 | 5.75 | 11137 | 10 | 78.54 | 141.8 | | | 4% SIKA |
| 4 | P210S3-4 | 03/02/2022 | 05/02/2022 | 29.3 | 29.6 | 13:14 | 2 | 5.75 | 14923 | 10 | 78.54 | 190.0 | 184.77 | 60.44 | 4% SIKA |
| 5 | P210S3-5 | 03/02/2022 | 05/02/2022 | 29.3 | 29.6 | 13:17 | 2 | 5.75 | 15273 | 10 | 78.54 | 194.5 | | | 4% SIKA |
| 6 | P210S3-6 | 03/02/2022 | 05/02/2022 | 29.3 | 29.6 | 13:19 | 2 | 5.75 | 13335 | 10 | 78.54 | 169.8 | | | 4% SIKA |
| 7 | P210S3-7 | 03/02/2022 | 06/02/2022 | 29.3 | 29.6 | 12:59 | 3 | 5.75 | 16609 | 10 | 78.54 | 211.5 | 204.87 | 67.02 | 4% SIKA |
| 8 | P210S3-8 | 03/02/2022 | 06/02/2022 | 29.3 | 29.6 | 13:02 | 3 | 5.75 | 15452 | 10 | 78.54 | 196.7 | | | 4% SIKA |
| 9 | P210S3-9 | 03/02/2022 | 06/02/2022 | 29.3 | 29.6 | 13:05 | 3 | 5.75 | 16208 | 10 | 78.54 | 206.4 | | | 4% SIKA |
| 10 | P210S3-10 | 03/02/2022 | 07/02/2022 | 29.3 | 29.6 | 12:28 | 4 | 5.75 | 16690 | 10 | 78.54 | 212.5 | 215.77 | 70.58 | 4% SIKA |
| 11 | P210S3-11 | 03/02/2022 | 07/02/2022 | 29.3 | 29.6 | 12:32 | 4 | 5.75 | 17195 | 10 | 78.54 | 218.9 | | | 4% SIKA |
| 12 | P210S3-12 | 03/02/2022 | 07/02/2022 | 29.3 | 29.6 | 12:35 | 4 | 5.75 | 16954 | 10 | 78.54 | 215.9 | | | 4% SIKA |
| 13 | P210S3-13 | 03/02/2022 | 10/02/2022 | 29.3 | 29.6 | 15:47 | 7 | 5.75 | 18213 | 10 | 78.54 | 231.9 | 230.77 | 75.49 | 4% SIKA |
| 14 | P210S3-14 | 03/02/2022 | 10/02/2022 | 29.3 | 29.6 | 15:50 | 7 | 5.75 | 18253 | 10 | 78.54 | 232.4 | | | 4% SIKA |
| 15 | P210S3-15 | 03/02/2022 | 10/02/2022 | 29.3 | 29.6 | 15:52 | 7 | 5.75 | 17907 | 10 | 78.54 | 228.0 | | | 4% SIKA |
| 16 | P210S3-16 | 03/02/2022 | 03/03/2022 | 29.3 | 29.6 | 13:40 | 28 | 5.75 | 22698 | 10 | 78.54 | 289.0 | 288.60 | 94.41 | 4% SIKA |
| 17 | P210S3-17 | 03/02/2022 | 03/03/2022 | 29.3 | 29.6 | 13:44 | 28 | 5.75 | 22924 | 10 | 78.54 | 291.9 | | | 4% SIKA |
| 18 | P210S3-18 | 03/02/2022 | 03/03/2022 | 29.3 | 29.6 | 13:48 | 28 | 5.75 | 22374 | 10 | 78.54 | 284.9 | | | 4% SIKA |

Tabla 4.8.

Resistencias a la compresión de la mezcla 5: $f'c$ (teórico) 210 kg/cm² con 1 lt/bol de Z Fragua #5

| MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------|---------------------------|------------|------------------------|--------|---------------------------|-------------|--------------|-------------------|------------|-------------------------|-----------------------------------|----------------------|----------|---------------|
| NTP 339.034, ASTM C 39 | | | | | | | | | | | | | | | |
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES FIC - UNP | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROYECTO: "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA-2021" | | | | | | | | | | | | | | | |
| f'c (teórico) | | 210 kg/cm ² | | Nº DE REGISTRO: | | RP-05 | | | | | | | | | |
| a/c= | | 0.56 | | REALIZADO POR: | | ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA | | | | | | | | | |
| f'c (28 días) | | 305.70 kg/cm ² | | FECHA: | | INDICADA | | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº SERIE | CÓDIGO | FECHA | | TEMPERATURA | | HORA DE ROTURA | EDAD (días) | SLUMP (pulg) | CARGA MÁXIMA (kg) | DIAM. (cm) | ÁREA (cm ²) | RESISTENCIA (kg/cm ²) | RESISTENCIA PROMEDIO | % DE f'c | OBSERVACIÓN |
| | | FABRICACIÓN | ROTURA | AMBIENTE | MEZCLA | | | | | | | | | | |
| 1 | P210Z1-1 | 08/02/2022 | 09/02/2022 | 31 | 30.5 | 14:42 | 1 | 6.5 | 11778 | 10 | 78.54 | 150.0 | 155.53 | 50.88 | 1 l/b Z ADIT. |
| 2 | P210Z1-2 | 08/02/2022 | 09/02/2022 | 31 | 30.5 | 14:44 | 1 | 6.5 | 12175 | 10 | 78.54 | 155.0 | | | 1 l/b Z ADIT. |
| 3 | P210Z1-3 | 08/02/2022 | 09/02/2022 | 31 | 30.5 | 14:46 | 1 | 6.5 | 12695 | 10 | 78.54 | 161.6 | | | 1 l/b Z ADIT. |
| 4 | P210Z1-4 | 08/02/2022 | 10/02/2022 | 31 | 30.5 | 14:42 | 2 | 6.5 | 15182 | 10 | 78.54 | 193.3 | 196.40 | 64.25 | 1 l/b Z ADIT. |
| 5 | P210Z1-5 | 08/02/2022 | 10/02/2022 | 31 | 30.5 | 14:48 | 2 | 6.5 | 15865 | 10 | 78.54 | 202.0 | | | 1 l/b Z ADIT. |
| 6 | P210Z1-6 | 08/02/2022 | 10/02/2022 | 31 | 30.5 | 14:51 | 2 | 6.5 | 15229 | 10 | 78.54 | 193.9 | | | 1 l/b Z ADIT. |
| 7 | P210Z1-7 | 08/02/2022 | 11/02/2022 | 31 | 30.5 | 15:23 | 3 | 6.5 | 13628 | 10 | 78.54 | 223.5 | 224.13 | 73.32 | 1 l/b Z ADIT. |
| 8 | P210Z1-8 | 08/02/2022 | 11/02/2022 | 31 | 30.5 | 15:26 | 3 | 6.5 | 18183 | 10 | 78.54 | 231.5 | | | 1 l/b Z ADIT. |
| 9 | P210Z1-9 | 08/02/2022 | 11/02/2022 | 31 | 30.5 | 15:29 | 3 | 6.5 | 17071 | 10 | 78.54 | 217.4 | | | 1 l/b Z ADIT. |
| 10 | P210Z1-10 | 08/02/2022 | 12/02/2022 | 31 | 30.5 | 12:58 | 4 | 6.5 | 19046 | 10 | 78.54 | 242.5 | 234.13 | 76.59 | 1 l/b Z ADIT. |
| 11 | P210Z1-11 | 08/02/2022 | 12/02/2022 | 31 | 30.5 | 13:01 | 4 | 6.5 | 17718 | 10 | 78.54 | 225.6 | | | 1 l/b Z ADIT. |
| 12 | P210Z1-12 | 08/02/2022 | 12/02/2022 | 31 | 30.5 | 13:04 | 4 | 6.5 | 18402 | 10 | 78.54 | 234.3 | | | 1 l/b Z ADIT. |
| 13 | P210Z1-13 | 08/02/2022 | 15/02/2022 | 31 | 30.5 | 14:42 | 7 | 6.5 | 20639 | 10 | 78.54 | 254.8 | 257.70 | 84.30 | 1 l/b Z ADIT. |
| 14 | P210Z1-14 | 08/02/2022 | 15/02/2022 | 31 | 30.5 | 14:45 | 7 | 6.5 | 20372 | 10 | 78.54 | 252.4 | | | 1 l/b Z ADIT. |
| 15 | P210Z1-15 | 08/02/2022 | 15/02/2022 | 31 | 30.5 | 14:49 | 7 | 6.5 | 21512 | 10 | 78.54 | 265.9 | | | 1 l/b Z ADIT. |
| 16 | P210Z1-16 | 08/02/2022 | 08/03/2022 | 31 | 30.5 | 14:24 | 28 | 6.5 | 25259 | 10 | 78.54 | 321.6 | 318.30 | 104.12 | 1 l/b Z ADIT. |
| 17 | P210Z1-17 | 08/02/2022 | 08/03/2022 | 31 | 30.5 | 14:28 | 28 | 6.5 | 25198 | 10 | 78.54 | 320.8 | | | 1 l/b Z ADIT. |
| 18 | P210Z1-18 | 08/02/2022 | 08/03/2022 | 31 | 30.5 | 14:31 | 28 | 6.5 | 24545 | 10 | 78.54 | 312.5 | | | 1 l/b Z ADIT. |

Tabla 4.9.

Resistencias a la compresión de la mezcla 6: $f'c$ (teórico) 210 kg/cm² con 1.25 lt/bol de Z Fragua #5

| MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------|-------------|------------|---|--------|----------------|-------------|--------------|-------------------|------------|-------------------------|-----------------------------------|----------------------|------------|------------------|
| NTP 339.034, ASTM C 39 | | | | | | | | | | | | | | | |
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES FIC - UNP | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROYECTO: "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA-2021" | | | | | | | | | | | | | | | |
| f'c (teórico) 210 kg/cm ² | | | | Nº DE REGISTRO: RP-06 | | | | | | | | | | | |
| a/c= 0.56 | | | | REALIZADO POR: ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA | | | | | | | | | | | |
| f'c (28 días) 305.70 kg/cm ² | | | | FECHA: INDICADA | | | | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº SERIE | CÓDIGO | FECHA | | TEMPERATURA | | HORA DE ROTURA | EDAD (días) | SLUMP (pulg) | CARGA MÁXIMA (kg) | DIAM. (cm) | ÁREA (cm ²) | RESISTENCIA (kg/cm ²) | RESISTENCIA PROMEDIO | % DE $f'c$ | OBSERVACIÓN |
| | | FABRICACIÓN | ROTURA | AMBIENTE | MEZCLA | | | | | | | | | | |
| 1 | P210Z2-1 | 24/02/2022 | 25/02/2022 | 30.6 | 30.9 | 13:11 | 1 | 6.5 | 11695 | 10 | 78.54 | 148.9 | 155.73 | 50.94 | 1.25 l/b Z ADIT. |
| 2 | P210Z2-2 | 24/02/2022 | 25/02/2022 | 30.6 | 30.9 | 13:13 | 1 | 6.5 | 12299 | 10 | 78.54 | 156.6 | | | 1.25 l/b Z ADIT. |
| 3 | P210Z2-3 | 24/02/2022 | 25/02/2022 | 30.6 | 30.9 | 13:15 | 1 | 6.5 | 12700 | 10 | 78.54 | 161.7 | | | 1.25 l/b Z ADIT. |
| 4 | P210Z2-4 | 24/02/2022 | 26/02/2022 | 30.6 | 30.9 | 12:38 | 2 | 6.5 | 13752 | 10 | 78.54 | 175.1 | 189.70 | 62.05 | 1.25 l/b Z ADIT. |
| 5 | P210Z2-5 | 24/02/2022 | 26/02/2022 | 30.6 | 30.9 | 12:41 | 2 | 6.5 | 15292 | 10 | 78.54 | 194.7 | | | 1.25 l/b Z ADIT. |
| 6 | P210Z2-6 | 24/02/2022 | 26/02/2022 | 30.6 | 30.9 | 12:43 | 2 | 6.5 | 15653 | 10 | 78.54 | 199.3 | | | 1.25 l/b Z ADIT. |
| 7 | P210Z2-7 | 24/02/2022 | 27/02/2022 | 30.6 | 30.9 | 12:39 | 3 | 6.5 | 16958 | 10 | 78.54 | 215.9 | 208.10 | 68.07 | 1.25 l/b Z ADIT. |
| 8 | P210Z2-8 | 24/02/2022 | 27/02/2022 | 30.6 | 30.9 | 12:42 | 3 | 6.5 | 15692 | 10 | 78.54 | 199.8 | | | 1.25 l/b Z ADIT. |
| 9 | P210Z2-9 | 24/02/2022 | 27/02/2022 | 30.6 | 30.9 | 12:45 | 3 | 6.5 | 16382 | 10 | 78.54 | 208.6 | | | 1.25 l/b Z ADIT. |
| 10 | P210Z2-10 | 24/02/2022 | 28/03/2022 | 30.6 | 30.9 | 13:16 | 4 | 6.5 | 17012 | 10 | 78.54 | 216.6 | 218.43 | 71.45 | 1.25 l/b Z ADIT. |
| 11 | P210Z2-11 | 24/02/2022 | 28/03/2022 | 30.6 | 30.9 | 13:22 | 4 | 6.5 | 17475 | 10 | 78.54 | 222.5 | | | 1.25 l/b Z ADIT. |
| 12 | P210Z2-12 | 24/02/2022 | 28/03/2022 | 30.6 | 30.9 | 13:25 | 4 | 6.5 | 16980 | 10 | 78.54 | 216.2 | | | 1.25 l/b Z ADIT. |
| 13 | P210Z2-13 | 24/02/2022 | 03/03/2022 | 30.6 | 30.9 | 12:54 | 7 | 6.5 | 19393 | 10 | 78.54 | 246.9 | 242.37 | 79.28 | 1.25 l/b Z ADIT. |
| 14 | P210Z2-14 | 24/02/2022 | 03/03/2022 | 30.6 | 30.9 | 13:00 | 7 | 6.5 | 18378 | 10 | 78.54 | 234.0 | | | 1.25 l/b Z ADIT. |
| 15 | P210Z2-15 | 24/02/2022 | 03/03/2022 | 30.6 | 30.9 | 13:03 | 7 | 6.5 | 19336 | 10 | 78.54 | 246.2 | | | 1.25 l/b Z ADIT. |
| 16 | P210Z2-16 | 24/02/2022 | 24/03/2022 | 30.6 | 30.9 | 12:36 | 28 | 6.5 | 24333 | 10 | 78.54 | 309.8 | 307.73 | 100.67 | 1.25 l/b Z ADIT. |
| 17 | P210Z2-17 | 24/02/2022 | 24/03/2022 | 30.6 | 30.9 | 12:45 | 28 | 6.5 | 23495 | 10 | 78.54 | 299.1 | | | 1.25 l/b Z ADIT. |
| 18 | P210Z2-18 | 24/02/2022 | 24/03/2022 | 30.6 | 30.9 | 12:50 | 28 | 6.5 | 24681 | 10 | 78.54 | 314.3 | | | 1.25 l/b Z ADIT. |

Tabla 4.10.

Resistencias a la compresión de la mezcla 7: f'c(teórico) 210 kg/cm² con 1.5 lt/bol de Z Fragua #5

| MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------|---------------------------|------------|-----------------|--------|---------------------------|-------------|--------------|-------------------|------------|-------------------------|-----------------------------------|----------------------|----------|-----------------|
| NTP 339.034, ASTM C 39 | | | | | | | | | | | | | | | |
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES FIC - UNP | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROYECTO: "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA-2021" | | | | | | | | | | | | | | | |
| f'c (teórico) | | 210 kg/cm ² | | Nº DE REGISTRO: | | RP-07 | | | | | | | | | |
| a/c= | | 0.56 | | REALIZADO POR: | | ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA | | | | | | | | | |
| f'c (28 días) | | 305.70 kg/cm ² | | FECHA: | | INDICADA | | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº SERIE | CÓDIGO | FECHA | | TEMPERATURA | | HORA DE ROTURA | EDAD (días) | SLUMP (pulg) | CARGA MÁXIMA (kg) | DIAM. (cm) | ÁREA (cm ²) | RESISTENCIA (kg/cm ²) | RESISTENCIA PROMEDIO | % DE f'c | OBSERVACIÓN |
| | | FABRICACIÓN | ROTURA | AMBIENTE | MEZCLA | | | | | | | | | | |
| 1 | P210Z3-1 | 21/02/2022 | 22/02/2022 | 31 | 30.3 | 12:33 | 1 | 6.25 | 11900 | 10 | 78.54 | 151.5 | 154.77 | 50.63 | 1.5 l/b Z ADIT. |
| 2 | P210Z3-2 | 21/02/2022 | 22/02/2022 | 31 | 30.3 | 12:36 | 1 | 6.25 | 12691 | 10 | 78.54 | 161.6 | | | 1.5 l/b Z ADIT. |
| 3 | P210Z3-3 | 21/02/2022 | 22/02/2022 | 31 | 30.3 | 12:38 | 1 | 6.25 | 11878 | 10 | 78.54 | 151.2 | | | 1.5 l/b Z ADIT. |
| 4 | P210Z3-4 | 21/02/2022 | 23/02/2022 | 31 | 30.3 | 13:19 | 2 | 6.25 | 15997 | 10 | 78.54 | 203.7 | 202.80 | 66.34 | 1.5 l/b Z ADIT. |
| 5 | P210Z3-5 | 21/02/2022 | 23/02/2022 | 31 | 30.3 | 13:21 | 2 | 6.25 | 16368 | 10 | 78.54 | 208.4 | | | 1.5 l/b Z ADIT. |
| 6 | P210Z3-6 | 21/02/2022 | 23/02/2022 | 31 | 30.3 | 13:23 | 2 | 6.25 | 15420 | 10 | 78.54 | 196.3 | | | 1.5 l/b Z ADIT. |
| 7 | P210Z3-7 | 21/02/2022 | 24/02/2022 | 31 | 30.3 | 13:06 | 3 | 6.25 | 16984 | 10 | 78.54 | 216.2 | 213.63 | 69.88 | 1.5 l/b Z ADIT. |
| 8 | P210Z3-8 | 21/02/2022 | 24/02/2022 | 31 | 30.3 | 13:10 | 3 | 6.25 | 16737 | 10 | 78.54 | 213.1 | | | 1.5 l/b Z ADIT. |
| 9 | P210Z3-9 | 21/02/2022 | 24/02/2022 | 31 | 30.3 | 13:12 | 3 | 6.25 | 16616 | 10 | 78.54 | 211.6 | | | 1.5 l/b Z ADIT. |
| 10 | P210Z3-10 | 21/02/2022 | 25/02/2022 | 31 | 30.3 | 13:01 | 4 | 6.25 | 18292 | 10 | 78.54 | 232.9 | 229.97 | 75.23 | 1.5 l/b Z ADIT. |
| 11 | P210Z3-11 | 21/02/2022 | 25/02/2022 | 31 | 30.3 | 13:04 | 4 | 6.25 | 18130 | 10 | 78.54 | 230.8 | | | 1.5 l/b Z ADIT. |
| 12 | P210Z3-12 | 21/02/2022 | 25/02/2022 | 31 | 30.3 | 13:06 | 4 | 6.25 | 17763 | 10 | 78.54 | 226.2 | | | 1.5 l/b Z ADIT. |
| 13 | P210Z3-13 | 21/02/2022 | 28/02/2022 | 31 | 30.3 | 12:56 | 7 | 6.25 | 18488 | 10 | 78.54 | 235.4 | 244.83 | 80.09 | 1.5 l/b Z ADIT. |
| 14 | P210Z3-14 | 21/02/2022 | 28/02/2022 | 31 | 30.3 | 13:02 | 7 | 6.25 | 19093 | 10 | 78.54 | 243.1 | | | 1.5 l/b Z ADIT. |
| 15 | P210Z3-15 | 21/02/2022 | 28/02/2022 | 31 | 30.3 | 13:33 | 7 | 6.25 | 20107 | 10 | 78.54 | 256.0 | | | 1.5 l/b Z ADIT. |
| 16 | P210Z3-16 | 21/02/2022 | 21/03/2022 | 31 | 30.3 | 13:55 | 28 | 6.25 | 24827 | 10 | 78.54 | 316.1 | 305.17 | 99.83 | 1.5 l/b Z ADIT. |
| 17 | P210Z3-17 | 21/02/2022 | 21/03/2022 | 31 | 30.3 | 14:12 | 28 | 6.25 | 23398 | 10 | 78.54 | 297.9 | | | 1.5 l/b Z ADIT. |
| 18 | P210Z3-18 | 21/02/2022 | 21/03/2022 | 31 | 30.3 | 14:15 | 28 | 6.25 | 23679 | 10 | 78.54 | 301.5 | | | 1.5 l/b Z ADIT. |

Tabla 4.11.

Resistencias a la compresión de la mezcla 8: $f'c$ (teórico) 280 kg/cm² sin aditivo – mezcla patrón

| MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------|-------------|------------|---|--------|----------------|-------------|--------------|-------------------|------------|-------------------------|-----------------------------------|----------------------|----------|-------------|
| NTP 339.034, ASTM C 39 | | | | | | | | | | | | | | | |
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES FIC - UNP | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROYECTO: "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA-2021" | | | | | | | | | | | | | | | |
| f'c (teórico) 280 kg/cm ² | | | | Nº DE REGISTRO: RP-08 | | | | | | | | | | | |
| a/c= 0.47 | | | | REALIZADO POR: ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA | | | | | | | | | | | |
| f'c (28 días) 366.63 kg/cm ² | | | | FECHA: INDICADA | | | | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº SERIE | CÓDIGO | FECHA | | TEMPERATURA | | HORA DE ROTURA | EDAD (días) | SLUMP (pulg) | CARGA MÁXIMA (kg) | DIAM. (cm) | ÁREA (cm ²) | RESISTENCIA (kg/cm ²) | RESISTENCIA PROMEDIO | % DE f'c | OBSERVACIÓN |
| | | FABRICACIÓN | ROTURA | AMBIENTE | MEZCLA | | | | | | | | | | |
| 1 | P280-1 | 25/01/2022 | 26/01/2022 | 32.4 | 31.5 | 14:59 | 1 | 4 | 13580 | 10 | 78.54 | 172.9 | 165.60 | 45.17 | SIN ADITIVO |
| 2 | P280-2 | 25/01/2022 | 26/01/2022 | 32.4 | 31.5 | 15:03 | 1 | 4 | 12917 | 10 | 78.54 | 164.5 | | | SIN ADITIVO |
| 3 | P280-3 | 25/01/2022 | 26/01/2022 | 32.4 | 31.5 | 15:06 | 1 | 4 | 12519 | 10 | 78.54 | 159.4 | | | SIN ADITIVO |
| 4 | P280-4 | 25/01/2022 | 27/01/2022 | 32.4 | 31.5 | 14:55 | 2 | 4 | 16721 | 10 | 78.54 | 212.9 | 207.87 | 56.70 | SIN ADITIVO |
| 5 | P280-5 | 25/01/2022 | 27/01/2022 | 32.4 | 31.5 | 14:58 | 2 | 4 | 16462 | 10 | 78.54 | 209.6 | | | SIN ADITIVO |
| 6 | P280-6 | 25/01/2022 | 27/01/2022 | 32.4 | 31.5 | 15:04 | 2 | 4 | 15792 | 10 | 78.54 | 201.1 | | | SIN ADITIVO |
| 7 | P280-7 | 25/01/2022 | 28/01/2022 | 32.4 | 31.5 | 14:42 | 3 | 4 | 19250 | 10 | 78.54 | 245.1 | 244.87 | 66.79 | SIN ADITIVO |
| 8 | P280-8 | 25/01/2022 | 28/01/2022 | 32.4 | 31.5 | 14:44 | 3 | 4 | 19070 | 10 | 78.54 | 242.8 | | | SIN ADITIVO |
| 9 | P280-9 | 25/01/2022 | 28/01/2022 | 32.4 | 31.5 | 14:50 | 3 | 4 | 19376 | 10 | 78.54 | 246.7 | | | SIN ADITIVO |
| 10 | P280-10 | 25/01/2022 | 29/01/2022 | 32.4 | 31.5 | 14:19 | 4 | 4 | 21369 | 10 | 78.54 | 272.1 | 272.17 | 74.23 | SIN ADITIVO |
| 11 | P280-11 | 25/01/2022 | 29/01/2022 | 32.4 | 31.5 | 14:22 | 4 | 4 | 21571 | 10 | 78.54 | 274.6 | | | SIN ADITIVO |
| 12 | P280-12 | 25/01/2022 | 29/01/2022 | 32.4 | 31.5 | 14:28 | 4 | 4 | 21190 | 10 | 78.54 | 269.8 | | | SIN ADITIVO |
| 13 | P280-13 | 25/01/2022 | 01/02/2022 | 32.4 | 31.5 | 15:21 | 7 | 4 | 23319 | 10 | 78.54 | 296.9 | 294.07 | 80.21 | SIN ADITIVO |
| 14 | P280-14 | 25/01/2022 | 01/02/2022 | 32.4 | 31.5 | 15:25 | 7 | 4 | 22576 | 10 | 78.54 | 287.4 | | | SIN ADITIVO |
| 15 | P280-15 | 25/01/2022 | 01/02/2022 | 32.4 | 31.5 | 15:28 | 7 | 4 | 23397 | 10 | 78.54 | 297.9 | | | SIN ADITIVO |
| 16 | P280-16 | 25/01/2022 | 22/02/2022 | 32.4 | 31.5 | 15:14 | 28 | 4 | 27913 | 10 | 78.54 | 355.4 | 366.63 | 100.00 | SIN ADITIVO |
| 17 | P280-17 | 25/01/2022 | 22/02/2022 | 32.4 | 31.5 | 15:19 | 28 | 4 | 29523 | 10 | 78.54 | 375.9 | | | SIN ADITIVO |
| 18 | P280-18 | 25/01/2022 | 22/02/2022 | 32.4 | 31.5 | 15:24 | 28 | 4 | 28949 | 10 | 78.54 | 368.6 | | | SIN ADITIVO |

Tabla 4.12.

Resistencias a la compresión de la mezcla 9: $f'c$ (teórico) 280 kg/cm² con 1 % de SikaCem® Acelerante PE

| MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------|-------------|------------|-------------|---|----------------|-------------|--------------|-------------------|------------|-------------------------|-----------------------------------|----------------------|----------|-------------|
| NTP 339.034, ASTM C 39 | | | | | | | | | | | | | | | |
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES FIC - UNP | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROYECTO: "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA-2021" | | | | | | | | | | | | | | | |
| f'c (teórico) 280 kg/cm ² | | | | | Nº DE REGISTRO: RP-09 | | | | | | | | | | |
| a/c= 0.47 | | | | | REALIZADO POR: ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA | | | | | | | | | | |
| f'c (28 días) 366.63 kg/cm ² | | | | | FECHA: INDICADA | | | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº SERIE | CÓDIGO | FECHA | | TEMPERATURA | | HORA DE ROTURA | EDAD (días) | SLUMP (pulg) | CARGA MÁXIMA (kg) | DIAM. (cm) | ÁREA (cm ²) | RESISTENCIA (kg/cm ²) | RESISTENCIA PROMEDIO | % DE f'c | OBSERVACIÓN |
| | | FABRICACIÓN | ROTURA | AMBIENTE | MEZCLA | | | | | | | | | | |
| 1 | P280S1-1 | 03/02/2022 | 04/02/2022 | 35.0 | 31.6 | 14:48 | 1 | 4.75 | 10301 | 10 | 78.54 | 131.2 | 142.50 | 38.87 | 1% SIKA |
| 2 | P280S1-2 | 03/02/2022 | 04/02/2022 | 35.0 | 31.6 | 14:50 | 1 | 4.75 | 11373 | 10 | 78.54 | 144.8 | | | 1% SIKA |
| 3 | P280S1-3 | 03/02/2022 | 04/02/2022 | 35.0 | 31.6 | 14:53 | 1 | 4.75 | 11899 | 10 | 78.54 | 151.5 | | | 1% SIKA |
| 4 | P280S1-4 | 03/02/2022 | 05/02/2022 | 35.0 | 31.6 | 14:56 | 2 | 4.75 | 16130 | 10 | 78.54 | 205.4 | 207.60 | 56.62 | 1% SIKA |
| 5 | P280S1-5 | 03/02/2022 | 05/02/2022 | 35.0 | 31.6 | 14:59 | 2 | 4.75 | 16668 | 10 | 78.54 | 212.2 | | | 1% SIKA |
| 6 | P280S1-6 | 03/02/2022 | 05/02/2022 | 35.0 | 31.6 | 15:01 | 2 | 4.75 | 16119 | 10 | 78.54 | 205.2 | | | 1% SIKA |
| 7 | P280S1-7 | 03/02/2022 | 06/02/2022 | 35.0 | 31.6 | 14:50 | 3 | 4.75 | 19628 | 10 | 78.54 | 249.9 | 243.70 | 66.47 | 1% SIKA |
| 8 | P280S1-8 | 03/02/2022 | 06/02/2022 | 35.0 | 31.6 | 14:53 | 3 | 4.75 | 19467 | 10 | 78.54 | 247.9 | | | 1% SIKA |
| 9 | P280S1-9 | 03/02/2022 | 06/02/2022 | 35.0 | 31.6 | 14:57 | 3 | 4.75 | 18325 | 10 | 78.54 | 233.3 | | | 1% SIKA |
| 10 | P280S1-10 | 03/02/2022 | 07/02/2022 | 35.0 | 31.6 | 14:20 | 4 | 4.75 | 20984 | 10 | 78.54 | 267.2 | 269.80 | 73.59 | 1% SIKA |
| 11 | P280S1-11 | 03/02/2022 | 07/02/2022 | 35.0 | 31.6 | 14:23 | 4 | 4.75 | 21422 | 10 | 78.54 | 272.8 | | | 1% SIKA |
| 12 | P280S1-12 | 03/02/2022 | 07/02/2022 | 35.0 | 31.6 | 14:26 | 4 | 4.75 | 21158 | 10 | 78.54 | 269.4 | | | 1% SIKA |
| 13 | P280S1-13 | 03/02/2022 | 10/02/2022 | 35.0 | 31.6 | 16:00 | 7 | 4.75 | 23381 | 10 | 78.54 | 297.7 | 294.13 | 80.23 | 1% SIKA |
| 14 | P280S1-14 | 03/02/2022 | 10/02/2022 | 35.0 | 31.6 | 16:03 | 7 | 4.75 | 22510 | 10 | 78.54 | 286.6 | | | 1% SIKA |
| 15 | P280S1-15 | 03/02/2022 | 10/02/2022 | 35.0 | 31.6 | 16:05 | 7 | 4.75 | 23413 | 10 | 78.54 | 298.1 | | | 1% SIKA |
| 16 | P280S1-16 | 03/02/2022 | 03/03/2022 | 35.0 | 31.6 | 14:07 | 28 | 4.75 | 27649 | 10 | 78.54 | 352.0 | 344.83 | 94.05 | 1% SIKA |
| 17 | P280S1-17 | 03/02/2022 | 03/03/2022 | 35.0 | 31.6 | 14:11 | 28 | 4.75 | 26337 | 10 | 78.54 | 335.3 | | | 1% SIKA |
| 18 | P280S1-18 | 03/02/2022 | 03/03/2022 | 35.0 | 31.6 | 14:17 | 28 | 4.75 | 27266 | 10 | 78.54 | 347.2 | | | 1% SIKA |

Tabla 4.13.

Resistencias a la compresión de la mezcla 10: f'c(teórico) 280 kg/cm² con 2.5 % de SikaCem® Acelerante PE

| MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------|-------------|------------|-------------|---|----------------|-------------|--------------|-------------------|------------|-------------------------|-----------------------------------|----------------------|----------|-------------|
| NTP 339.034, ASTM C 39 | | | | | | | | | | | | | | | |
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES FIC - UNP | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROYECTO: "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA-2021" | | | | | | | | | | | | | | | |
| f'c (teórico) 280 kg/cm ² | | | | | Nº DE REGISTRO: RP-10 | | | | | | | | | | |
| a/c= 0.47 | | | | | REALIZADO POR: ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA | | | | | | | | | | |
| f'c (28 días) 366.63 kg/cm ² | | | | | FECHA: INDICADA | | | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº SERIE | CÓDIGO | FECHA | | TEMPERATURA | | HORA DE ROTURA | EDAD (días) | SLUMP (pulg) | CARGA MÁXIMA (kg) | DIAM. (cm) | ÁREA (cm ²) | RESISTENCIA (kg/cm ²) | RESISTENCIA PROMEDIO | % DE f'c | OBSERVACIÓN |
| | | FABRICACIÓN | ROTURA | AMBIENTE | MEZCLA | | | | | | | | | | |
| 1 | P280S2-1 | 04/02/2022 | 05/02/2022 | 32.7 | 30.5 | 15:07 | 1 | 4.5 | 13674 | 10 | 78.54 | 174.1 | 166.27 | 45.35 | 2.5% SIKA |
| 2 | P280S2-2 | 04/02/2022 | 05/02/2022 | 32.7 | 30.5 | 15:10 | 1 | 4.5 | 12736 | 10 | 78.54 | 162.2 | | | 2.5% SIKA |
| 3 | P280S2-3 | 04/02/2022 | 05/02/2022 | 32.7 | 30.5 | 15:15 | 1 | 4.5 | 12765 | 10 | 78.54 | 162.5 | | | 2.5% SIKA |
| 4 | P280S2-4 | 04/02/2022 | 06/02/2022 | 32.7 | 30.5 | 14:38 | 2 | 4.5 | 15842 | 10 | 78.54 | 201.7 | 201.47 | 54.95 | 2.5% SIKA |
| 5 | P280S2-5 | 04/02/2022 | 06/02/2022 | 32.7 | 30.5 | 14:42 | 2 | 4.5 | 16376 | 10 | 78.54 | 208.5 | | | 2.5% SIKA |
| 6 | P280S2-6 | 04/02/2022 | 06/02/2022 | 32.7 | 30.5 | 14:44 | 2 | 4.5 | 15254 | 10 | 78.54 | 194.2 | | | 2.5% SIKA |
| 7 | P280S2-7 | 04/02/2022 | 07/02/2022 | 32.7 | 30.5 | 14:33 | 3 | 4.5 | 18086 | 10 | 78.54 | 230.3 | 222.13 | 60.59 | 2.5% SIKA |
| 8 | P280S2-8 | 04/02/2022 | 07/02/2022 | 32.7 | 30.5 | 14:37 | 3 | 4.5 | 17113 | 10 | 78.54 | 217.9 | | | 2.5% SIKA |
| 9 | P280S2-9 | 04/02/2022 | 07/02/2022 | 32.7 | 30.5 | 14:40 | 3 | 4.5 | 17137 | 10 | 78.54 | 218.2 | | | 2.5% SIKA |
| 10 | P280S2-10 | 04/02/2022 | 08/02/2022 | 32.7 | 30.5 | 14:49 | 4 | 4.5 | 19136 | 10 | 78.54 | 243.6 | 241.30 | 65.82 | 2.5% SIKA |
| 11 | P280S2-11 | 04/02/2022 | 08/02/2022 | 32.7 | 30.5 | 14:54 | 4 | 4.5 | 18564 | 10 | 78.54 | 236.4 | | | 2.5% SIKA |
| 12 | P280S2-12 | 04/02/2022 | 08/02/2022 | 32.7 | 30.5 | 14:58 | 4 | 4.5 | 19156 | 10 | 78.54 | 243.9 | | | 2.5% SIKA |
| 13 | P280S2-13 | 04/02/2022 | 11/02/2022 | 32.7 | 30.5 | 15:36 | 7 | 4.5 | 19886 | 10 | 78.54 | 253.2 | 259.00 | 70.64 | 2.5% SIKA |
| 14 | P280S2-14 | 04/02/2022 | 11/02/2022 | 32.7 | 30.5 | 15:38 | 7 | 4.5 | 20075 | 10 | 78.54 | 255.6 | | | 2.5% SIKA |
| 15 | P280S2-15 | 04/02/2022 | 11/02/2022 | 32.7 | 30.5 | 15:41 | 7 | 4.5 | 21066 | 10 | 78.54 | 268.2 | | | 2.5% SIKA |
| 16 | P280S2-16 | 04/02/2022 | 04/03/2022 | 32.7 | 30.5 | 13:16 | 28 | 4.5 | 25192 | 10 | 78.54 | 320.8 | 323.00 | 88.10 | 2.5% SIKA |
| 17 | P280S2-17 | 04/02/2022 | 04/03/2022 | 32.7 | 30.5 | 13:25 | 28 | 4.5 | 25071 | 10 | 78.54 | 319.2 | | | 2.5% SIKA |
| 18 | P280S2-18 | 04/02/2022 | 04/03/2022 | 32.7 | 30.5 | 13:30 | 28 | 4.5 | 25837 | 10 | 78.54 | 329.0 | | | 2.5% SIKA |

Tabla 4.14.

Resistencias a la compresión de la mezcla 11: $f'c$ (teórico) 280 kg/cm² con 4 % de SikaCem® Acelerante PE

| MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------|-------------|------------|-------------|---|----------------|-------------|--------------|-------------------|------------|-------------------------|-----------------------------------|----------------------|------------|-------------|
| NTP 339.034, ASTM C 39 | | | | | | | | | | | | | | | |
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES FIC - UNP | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROYECTO: "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA-2021" | | | | | | | | | | | | | | | |
| f'c (teórico) 280 kg/cm ² | | | | | Nº DE REGISTRO: RP-11 | | | | | | | | | | |
| a/c= 0.47 | | | | | REALIZADO POR: ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA | | | | | | | | | | |
| f'c (28 días) 366.63 kg/cm ² | | | | | FECHA: INDICADA | | | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº SERIE | CÓDIGO | FECHA | | TEMPERATURA | | HORA DE ROTURA | EDAD (días) | SLUMP (pulg) | CARGA MÁXIMA (kg) | DIAM. (cm) | ÁREA (cm ²) | RESISTENCIA (kg/cm ²) | RESISTENCIA PROMEDIO | % DE $f'c$ | OBSERVACIÓN |
| | | FABRICACIÓN | ROTURA | AMBIENTE | MEZCLA | | | | | | | | | | |
| 1 | P280S3-1 | 08/02/2022 | 09/02/2022 | 27.2 | 28.7 | 14:34 | 1 | 5.75 | 15268 | 10 | 78.54 | 194.4 | 185.30 | 50.54 | 4% SIKA |
| 2 | P280S3-2 | 08/02/2022 | 09/02/2022 | 27.2 | 28.7 | 14:37 | 1 | 5.75 | 15282 | 10 | 78.54 | 194.6 | | | 4% SIKA |
| 3 | P280S3-3 | 08/02/2022 | 09/02/2022 | 27.2 | 28.7 | 14:40 | 1 | 5.75 | 13108 | 10 | 78.54 | 166.9 | | | 4% SIKA |
| 4 | P280S3-4 | 08/02/2022 | 10/02/2022 | 27.2 | 28.7 | 14:23 | 2 | 5.75 | 17507 | 10 | 78.54 | 222.9 | 223.57 | 60.98 | 4% SIKA |
| 5 | P280S3-5 | 08/02/2022 | 10/02/2022 | 27.2 | 28.7 | 14:26 | 2 | 5.75 | 18198 | 10 | 78.54 | 231.7 | | | 4% SIKA |
| 6 | P280S3-6 | 08/02/2022 | 10/02/2022 | 27.2 | 28.7 | 14:30 | 2 | 5.75 | 16972 | 10 | 78.54 | 216.1 | | | 4% SIKA |
| 7 | P280S3-7 | 08/02/2022 | 11/02/2022 | 27.2 | 28.7 | 15:10 | 3 | 5.75 | 18928 | 10 | 78.54 | 241.0 | 236.20 | 64.42 | 4% SIKA |
| 8 | P280S3-8 | 08/02/2022 | 11/02/2022 | 27.2 | 28.7 | 15:13 | 3 | 5.75 | 17162 | 10 | 78.54 | 218.5 | | | 4% SIKA |
| 9 | P280S3-9 | 08/02/2022 | 11/02/2022 | 27.2 | 28.7 | 15:16 | 3 | 5.75 | 19564 | 10 | 78.54 | 249.1 | | | 4% SIKA |
| 10 | P280S3-10 | 08/02/2022 | 12/02/2022 | 27.2 | 28.7 | 11:53 | 4 | 5.75 | 19800 | 10 | 78.54 | 252.1 | 253.67 | 69.19 | 4% SIKA |
| 11 | P280S3-11 | 08/02/2022 | 12/02/2022 | 27.2 | 28.7 | 11:56 | 4 | 5.75 | 19891 | 10 | 78.54 | 253.3 | | | 4% SIKA |
| 12 | P280S3-12 | 08/02/2022 | 12/02/2022 | 27.2 | 28.7 | 12:00 | 4 | 5.75 | 20071 | 10 | 78.54 | 255.6 | | | 4% SIKA |
| 13 | P280S3-13 | 08/02/2022 | 15/02/2022 | 27.2 | 28.7 | 15:10 | 7 | 5.75 | 21544 | 10 | 78.54 | 274.3 | 272.97 | 74.45 | 4% SIKA |
| 14 | P280S3-14 | 08/02/2022 | 15/02/2022 | 27.2 | 28.7 | 15:14 | 7 | 5.75 | 21174 | 10 | 78.54 | 269.6 | | | 4% SIKA |
| 15 | P280S3-15 | 08/02/2022 | 15/02/2022 | 27.2 | 28.7 | 15:17 | 7 | 5.75 | 21599 | 10 | 78.54 | 275.0 | | | 4% SIKA |
| 16 | P280S3-16 | 08/02/2022 | 08/03/2022 | 27.2 | 28.7 | 14:04 | 28 | 5.75 | 26753 | 10 | 78.54 | 340.6 | 334.83 | 91.33 | 4% SIKA |
| 17 | P280S3-17 | 08/02/2022 | 08/03/2022 | 27.2 | 28.7 | 14:09 | 28 | 5.75 | 26666 | 10 | 78.54 | 339.5 | | | 4% SIKA |
| 18 | P280S3-18 | 08/02/2022 | 08/03/2022 | 27.2 | 28.7 | 14:14 | 28 | 5.75 | 25477 | 10 | 78.54 | 324.4 | | | 4% SIKA |

Tabla 4.15.

Resistencias a la compresión de la mezcla 12: $f'c$ (teórico) 280 kg/cm² con 1 lt/bol de Z Fragua #5

| MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------|-------------|------------|---|--------|----------------|-------------|--------------|-------------------|------------|-------------------------|-----------------------------------|----------------------|----------|---------------|
| NTP 339.034, ASTM C 39 | | | | | | | | | | | | | | | |
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES FIC - UNP | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROYECTO: "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA-2021" | | | | | | | | | | | | | | | |
| f'c (teórico) 280 kg/cm ² | | | | Nº DE REGISTRO: RP-12 | | | | | | | | | | | |
| a/c= 0.47 | | | | REALIZADO POR: ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA | | | | | | | | | | | |
| f'c (28 días) 366.63 kg/cm ² | | | | FECHA: INDICADA | | | | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº SERIE | CÓDIGO | FECHA | | TEMPERATURA | | HORA DE ROTURA | EDAD (días) | SLUMP (pulg) | CARGA MÁXIMA (kg) | DIAM. (cm) | ÁREA (cm ²) | RESISTENCIA (kg/cm ²) | RESISTENCIA PROMEDIO | % DE f'c | OBSERVACIÓN |
| | | FABRICACIÓN | ROTURA | AMBIENTE | MEZCLA | | | | | | | | | | |
| 1 | P280Z1-1 | 21/02/2022 | 22/02/2022 | 32.5 | 31.4 | 14:57 | 1 | 5.75 | 16575 | 10 | 78.54 | 211.0 | 211.73 | 57.75 | 1 l/b Z ADIT. |
| 2 | P280Z1-2 | 21/02/2022 | 22/02/2022 | 32.5 | 31.4 | 15:01 | 1 | 5.75 | 16476 | 10 | 78.54 | 209.8 | | | 1 l/b Z ADIT. |
| 3 | P280Z1-3 | 21/02/2022 | 22/02/2022 | 32.5 | 31.4 | 15:03 | 1 | 5.75 | 16836 | 10 | 78.54 | 214.4 | | | 1 l/b Z ADIT. |
| 4 | P280Z1-4 | 21/02/2022 | 23/02/2022 | 32.5 | 31.4 | 14:31 | 2 | 5.75 | 18691 | 10 | 78.54 | 238.0 | 248.43 | 67.76 | 1 l/b Z ADIT. |
| 5 | P280Z1-5 | 21/02/2022 | 23/02/2022 | 32.5 | 31.4 | 14:33 | 2 | 5.75 | 19978 | 10 | 78.54 | 254.4 | | | 1 l/b Z ADIT. |
| 6 | P280Z1-6 | 21/02/2022 | 23/02/2022 | 32.5 | 31.4 | 14:36 | 2 | 5.75 | 19866 | 10 | 78.54 | 252.9 | | | 1 l/b Z ADIT. |
| 7 | P280Z1-7 | 21/02/2022 | 24/02/2022 | 32.5 | 31.4 | 14:49 | 3 | 5.75 | 20280 | 10 | 78.54 | 258.2 | 265.93 | 72.53 | 1 l/b Z ADIT. |
| 8 | P280Z1-8 | 21/02/2022 | 24/02/2022 | 32.5 | 31.4 | 14:52 | 3 | 5.75 | 21181 | 10 | 78.54 | 269.7 | | | 1 l/b Z ADIT. |
| 9 | P280Z1-9 | 21/02/2022 | 24/02/2022 | 32.5 | 31.4 | 14:54 | 3 | 5.75 | 21194 | 10 | 78.54 | 269.9 | | | 1 l/b Z ADIT. |
| 10 | P280Z1-10 | 21/02/2022 | 25/02/2022 | 32.5 | 31.4 | 13:47 | 4 | 5.75 | 23209 | 10 | 78.54 | 295.5 | 288.63 | 78.73 | 1 l/b Z ADIT. |
| 11 | P280Z1-11 | 21/02/2022 | 25/02/2022 | 32.5 | 31.4 | 13:51 | 4 | 5.75 | 22773 | 10 | 78.54 | 289.9 | | | 1 l/b Z ADIT. |
| 12 | P280Z1-12 | 21/02/2022 | 25/02/2022 | 32.5 | 31.4 | 13:55 | 4 | 5.75 | 22031 | 10 | 78.54 | 280.5 | | | 1 l/b Z ADIT. |
| 13 | P280Z1-13 | 21/02/2022 | 28/02/2022 | 32.5 | 31.4 | 13:47 | 7 | 5.75 | 25578 | 10 | 78.54 | 325.7 | 323.60 | 88.26 | 1 l/b Z ADIT. |
| 14 | P280Z1-14 | 21/02/2022 | 28/02/2022 | 32.5 | 31.4 | 13:50 | 7 | 5.75 | 25259 | 10 | 78.54 | 321.6 | | | 1 l/b Z ADIT. |
| 15 | P280Z1-15 | 21/02/2022 | 28/02/2022 | 32.5 | 31.4 | 13:54 | 7 | 5.75 | 25411 | 10 | 78.54 | 323.5 | | | 1 l/b Z ADIT. |
| 16 | P280Z1-16 | 21/02/2022 | 21/03/2022 | 32.5 | 31.4 | 14:24 | 28 | 5.75 | 29931 | 10 | 78.54 | 381.1 | 384.00 | 104.74 | 1 l/b Z ADIT. |
| 17 | P280Z1-17 | 21/02/2022 | 21/03/2022 | 32.5 | 31.4 | 14:27 | 28 | 5.75 | 29816 | 10 | 78.54 | 379.6 | | | 1 l/b Z ADIT. |
| 18 | P280Z1-18 | 21/02/2022 | 21/03/2022 | 32.5 | 31.4 | 14:30 | 28 | 5.75 | 30733 | 10 | 78.54 | 391.3 | | | 1 l/b Z ADIT. |

Tabla 4.16.

Resistencias a la compresión de la mezcla 13: $f'c$ (teórico) 280 kg/cm² con 1.25 lt/bol de Z Fragua #5

| MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------|-------------|------------|---|--------|----------------|-------------|--------------|-------------------|------------|-------------------------|-----------------------------------|----------------------|----------|------------------|
| NTP 339.034, ASTM C 39 | | | | | | | | | | | | | | | |
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES FIC - UNP | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROYECTO: "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA-2021" | | | | | | | | | | | | | | | |
| f'c (teórico) 280 kg/cm ² | | | | Nº DE REGISTRO: RP-13 | | | | | | | | | | | |
| a/c= 0.47 | | | | REALIZADO POR: ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA | | | | | | | | | | | |
| f'c (28 días) 366.63 kg/cm ² | | | | FECHA: INDICADA | | | | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº SERIE | CÓDIGO | FECHA | | TEMPERATURA | | HORA DE ROTURA | EDAD (días) | SLUMP (pulg) | CARGA MÁXIMA (kg) | DIAM. (cm) | ÁREA (cm ²) | RESISTENCIA (kg/cm ²) | RESISTENCIA PROMEDIO | % DE f'c | OBSERVACIÓN |
| | | FABRICACIÓN | ROTURA | AMBIENTE | MEZCLA | | | | | | | | | | |
| 1 | P280Z2-1 | 23/02/2022 | 24/02/2022 | 28.2 | 29.8 | 11:45 | 1 | 5.5 | 17048 | 10 | 78.54 | 217.1 | 213.37 | 58.20 | 1.25 l/b Z ADIT. |
| 2 | P280Z2-2 | 23/02/2022 | 24/02/2022 | 28.2 | 29.8 | 11:47 | 1 | 5.5 | 16444 | 10 | 78.54 | 209.4 | | | 1.25 l/b Z ADIT. |
| 3 | P280Z2-3 | 23/02/2022 | 24/02/2022 | 28.2 | 29.8 | 11:49 | 1 | 5.5 | 16776 | 10 | 78.54 | 213.6 | | | 1.25 l/b Z ADIT. |
| 4 | P280Z2-4 | 23/02/2022 | 25/02/2022 | 28.2 | 29.8 | 11:41 | 2 | 5.5 | 19917 | 10 | 78.54 | 253.6 | 249.07 | 67.93 | 1.25 l/b Z ADIT. |
| 5 | P280Z2-5 | 23/02/2022 | 25/02/2022 | 28.2 | 29.8 | 11:44 | 2 | 5.5 | 20075 | 10 | 78.54 | 255.6 | | | 1.25 l/b Z ADIT. |
| 6 | P280Z2-6 | 23/02/2022 | 25/02/2022 | 28.2 | 29.8 | 11:46 | 2 | 5.5 | 18691 | 10 | 78.54 | 238.0 | | | 1.25 l/b Z ADIT. |
| 7 | P280Z2-7 | 23/02/2022 | 26/02/2022 | 28.2 | 29.8 | 11:59 | 3 | 5.5 | 21292 | 10 | 78.54 | 271.1 | 279.97 | 76.36 | 1.25 l/b Z ADIT. |
| 8 | P280Z2-8 | 23/02/2022 | 26/02/2022 | 28.2 | 29.8 | 12:02 | 3 | 5.5 | 22421 | 10 | 78.54 | 285.5 | | | 1.25 l/b Z ADIT. |
| 9 | P280Z2-9 | 23/02/2022 | 26/02/2022 | 28.2 | 29.8 | 12:06 | 3 | 5.5 | 22249 | 10 | 78.54 | 283.3 | | | 1.25 l/b Z ADIT. |
| 10 | P280Z2-10 | 23/02/2022 | 27/02/2022 | 28.2 | 29.8 | 12:18 | 4 | 5.5 | 22407 | 10 | 78.54 | 285.3 | 283.77 | 77.40 | 1.25 l/b Z ADIT. |
| 11 | P280Z2-11 | 23/02/2022 | 27/02/2022 | 28.2 | 29.8 | 12:21 | 4 | 5.5 | 22629 | 10 | 78.54 | 288.1 | | | 1.25 l/b Z ADIT. |
| 12 | P280Z2-12 | 23/02/2022 | 27/02/2022 | 28.2 | 29.8 | 12:24 | 4 | 5.5 | 21826 | 10 | 78.54 | 277.9 | | | 1.25 l/b Z ADIT. |
| 13 | P280Z2-13 | 23/02/2022 | 02/03/2022 | 28.2 | 29.8 | 12:46 | 7 | 5.5 | 24151 | 10 | 78.54 | 307.5 | 313.60 | 85.54 | 1.25 l/b Z ADIT. |
| 14 | P280Z2-14 | 23/02/2022 | 02/03/2022 | 28.2 | 29.8 | 12:50 | 7 | 5.5 | 25115 | 10 | 78.54 | 319.8 | | | 1.25 l/b Z ADIT. |
| 15 | P280Z2-15 | 23/02/2022 | 02/03/2022 | 28.2 | 29.8 | 12:54 | 7 | 5.5 | 24626 | 10 | 78.54 | 313.5 | | | 1.25 l/b Z ADIT. |
| 16 | P280Z2-16 | 23/02/2022 | 23/03/2022 | 28.2 | 29.8 | 12:33 | 28 | 5.5 | 29787 | 10 | 78.54 | 379.3 | 376.60 | 102.72 | 1.25 l/b Z ADIT. |
| 17 | P280Z2-17 | 23/02/2022 | 23/03/2022 | 28.2 | 29.8 | 12:37 | 28 | 5.5 | 29150 | 10 | 78.54 | 371.1 | | | 1.25 l/b Z ADIT. |
| 18 | P280Z2-18 | 23/02/2022 | 23/03/2022 | 28.2 | 29.8 | 12:42 | 28 | 5.5 | 29799 | 10 | 78.54 | 379.4 | | | 1.25 l/b Z ADIT. |

Tabla 4.17.

Resistencias a la compresión de la mezcla 14: f'c(teórico) 280 kg/cm² con 1.5 lt/bol de Z Fragua #5

| MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------|-------------|------------|---|--------|----------------|-------------|--------------|-------------------|------------|-------------------------|-----------------------------------|----------------------|----------|-----------------|
| NTP 339.034, ASTM C 39 | | | | | | | | | | | | | | | |
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES FIC - UNP | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROYECTO: "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA-2021" | | | | | | | | | | | | | | | |
| f'c (teórico) 280 kg/cm ² | | | | Nº DE REGISTRO: RP-14 | | | | | | | | | | | |
| a/c= 0.47 | | | | REALIZADO POR: ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA | | | | | | | | | | | |
| f'c (28 días) 366.63 kg/cm ² | | | | FECHA: INDICADA | | | | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº SERIE | CÓDIGO | FECHA | | TEMPERATURA | | HORA DE ROTURA | EDAD (días) | SLUMP (pulg) | CARGA MÁXIMA (kg) | DIAM. (cm) | ÁREA (cm ²) | RESISTENCIA (kg/cm ²) | RESISTENCIA PROMEDIO | % DE f'c | OBSERVACIÓN |
| | | FABRICACIÓN | ROTURA | AMBIENTE | MEZCLA | | | | | | | | | | |
| 1 | P280Z3-1 | 23/02/2022 | 24/02/2022 | 31.0 | 30.6 | 12:40 | 1 | 7 | 16565 | 10 | 78.54 | 210.9 | 208.43 | 56.85 | 1.5 l/b Z ADIT. |
| 2 | P280Z3-2 | 23/02/2022 | 24/02/2022 | 31.0 | 30.6 | 12:42 | 1 | 7 | 17000 | 10 | 78.54 | 216.4 | | | 1.5 l/b Z ADIT. |
| 3 | P280Z3-3 | 23/02/2022 | 24/02/2022 | 31.0 | 30.6 | 12:44 | 1 | 7 | 15553 | 10 | 78.54 | 198.0 | | | 1.5 l/b Z ADIT. |
| 4 | P280Z3-4 | 23/02/2022 | 25/02/2022 | 31.0 | 30.6 | 12:49 | 2 | 7 | 19509 | 10 | 78.54 | 248.4 | 249.30 | 68.00 | 1.5 l/b Z ADIT. |
| 5 | P280Z3-5 | 23/02/2022 | 25/02/2022 | 31.0 | 30.6 | 12:52 | 2 | 7 | 19229 | 10 | 78.54 | 244.8 | | | 1.5 l/b Z ADIT. |
| 6 | P280Z3-6 | 23/02/2022 | 25/02/2022 | 31.0 | 30.6 | 12:56 | 2 | 7 | 20004 | 10 | 78.54 | 254.7 | | | 1.5 l/b Z ADIT. |
| 7 | P280Z3-7 | 23/02/2022 | 26/02/2022 | 31.0 | 30.6 | 12:48 | 3 | 7 | 20645 | 10 | 78.54 | 262.9 | 270.37 | 73.74 | 1.5 l/b Z ADIT. |
| 8 | P280Z3-8 | 23/02/2022 | 26/02/2022 | 31.0 | 30.6 | 12:51 | 3 | 7 | 21578 | 10 | 78.54 | 274.7 | | | 1.5 l/b Z ADIT. |
| 9 | P280Z3-9 | 23/02/2022 | 26/02/2022 | 31.0 | 30.6 | 12:54 | 3 | 7 | 21482 | 10 | 78.54 | 273.5 | | | 1.5 l/b Z ADIT. |
| 10 | P280Z3-10 | 23/02/2022 | 27/02/2022 | 31.0 | 30.6 | 12:55 | 4 | 7 | 22388 | 10 | 78.54 | 285.1 | 286.37 | 78.11 | 1.5 l/b Z ADIT. |
| 11 | P280Z3-11 | 23/02/2022 | 27/02/2022 | 31.0 | 30.6 | 12:59 | 4 | 7 | 22707 | 10 | 78.54 | 289.1 | | | 1.5 l/b Z ADIT. |
| 12 | P280Z3-12 | 23/02/2022 | 27/02/2022 | 31.0 | 30.6 | 13:03 | 4 | 7 | 22375 | 10 | 78.54 | 284.9 | | | 1.5 l/b Z ADIT. |
| 13 | P280Z3-13 | 23/02/2022 | 02/03/2022 | 31.0 | 30.6 | 13:07 | 7 | 7 | 25651 | 10 | 78.54 | 326.6 | 318.27 | 86.81 | 1.5 l/b Z ADIT. |
| 14 | P280Z3-14 | 23/02/2022 | 02/03/2022 | 31.0 | 30.6 | 13:10 | 7 | 7 | 24141 | 10 | 78.54 | 307.4 | | | 1.5 l/b Z ADIT. |
| 15 | P280Z3-15 | 23/02/2022 | 02/03/2022 | 31.0 | 30.6 | 13:14 | 7 | 7 | 25193 | 10 | 78.54 | 320.8 | | | 1.5 l/b Z ADIT. |
| 16 | P280Z3-16 | 23/02/2022 | 23/03/2022 | 31.0 | 30.6 | 12:53 | 28 | 7 | 29758 | 10 | 78.54 | 378.9 | 374.67 | 102.19 | 1.5 l/b Z ADIT. |
| 17 | P280Z3-17 | 23/02/2022 | 23/03/2022 | 31.0 | 30.6 | 12:57 | 28 | 7 | 29496 | 10 | 78.54 | 375.6 | | | 1.5 l/b Z ADIT. |
| xz6+ | P280Z3-18 | 23/02/2022 | 23/03/2022 | 31.0 | 30.6 | 13:01 | 28 | 7 | 29023 | 10 | 78.54 | 369.5 | | | 1.5 l/b Z ADIT. |

Tabla 4.18.

Resistencias a la compresión de la mezcla 15: f'c(teórico) 210 kg/cm² con 0.5 % de SikaCem® Acelerante PE

| MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------|-------------|------------|-------------|---|----------------|-------------|--------------|-------------------|------------|-------------------------|-----------------------------------|----------------------|----------|-------------|
| NTP 339.034, ASTM C 39 | | | | | | | | | | | | | | | |
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES FIC - UNP | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROYECTO: "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA-2021" | | | | | | | | | | | | | | | |
| f'c (teórico) 210 kg/cm ² | | | | | Nº DE REGISTRO: RP-15 | | | | | | | | | | |
| a/c= 0.56 | | | | | REALIZADO POR: ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA | | | | | | | | | | |
| f'c (28 días) 305.70 kg/cm ² | | | | | FECHA: INDICADA | | | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº SERIE | CÓDIGO | FECHA | | TEMPERATURA | | HORA DE ROTURA | EDAD (días) | SLUMP (pulg) | CARGA MÁXIMA (kg) | DIAM. (cm) | ÁREA (cm ²) | RESISTENCIA (kg/cm ²) | RESISTENCIA PROMEDIO | % DE f'c | OBSERVACIÓN |
| | | FABRICACIÓN | ROTURA | AMBIENTE | MEZCLA | | | | | | | | | | |
| 1 | P210S4-1 | 08/03/2022 | 09/03/2022 | 33.9 | 32.6 | 13:23 | 1 | 4 | 8636 | 10 | 78.54 | 110.0 | 108.03 | 35.34 | 0.5% SIKA |
| 2 | P210S4-2 | 08/03/2022 | 09/03/2022 | 33.9 | 32.6 | 13:26 | 1 | 4 | 8413 | 10 | 78.54 | 107.1 | | | 0.5% SIKA |
| 3 | P210S4-3 | 08/03/2022 | 09/03/2022 | 33.9 | 32.6 | 13:27 | 1 | 4 | 8402 | 10 | 78.54 | 107.0 | | | 0.5% SIKA |
| 4 | P210S4-4 | 08/03/2022 | 10/03/2022 | 33.9 | 32.6 | 12:53 | 2 | 4 | 13713 | 10 | 78.54 | 174.6 | 172.33 | 56.37 | 0.5% SIKA |
| 5 | P210S4-5 | 08/03/2022 | 10/03/2022 | 33.9 | 32.6 | 13:56 | 2 | 4 | 13327 | 10 | 78.54 | 169.7 | | | 0.5% SIKA |
| 6 | P210S4-6 | 08/03/2022 | 10/03/2022 | 33.9 | 32.6 | 12:58 | 2 | 4 | 13565 | 10 | 78.54 | 172.7 | | | 0.5% SIKA |
| 7 | P210S4-7 | 08/03/2022 | 11/03/2022 | 33.9 | 32.6 | 13:25 | 3 | 4 | 16226 | 10 | 78.54 | 206.6 | 208.30 | 68.14 | 0.5% SIKA |
| 8 | P210S4-8 | 08/03/2022 | 11/03/2022 | 33.9 | 32.6 | 13:28 | 3 | 4 | 16873 | 10 | 78.54 | 214.8 | | | 0.5% SIKA |
| 9 | P210S4-9 | 08/03/2022 | 11/03/2022 | 33.9 | 32.6 | 13:31 | 3 | 4 | 15985 | 10 | 78.54 | 203.5 | | | 0.5% SIKA |

Los resultados de las resistencias obtenidas en las muestras cilíndricas, fueron validados bajo un enfoque de grado de control y precisión, tal como se señala a continuación:

Grado de control:

Con los resultados obtenidos de las mezclas de concreto realizadas en el presente estudio, analizamos las resistencias a la compresión obtenidas en las mezclas patrón a los 28 días – $f'c$ (28 días).

Para las 2 categorías tenemos:

Categoría 1: $f'c$ (teórico) = 210 kg/cm², $f'cr$ (diseño) = 294 kg/cm², $f'c$ (28 días) = 305.70 kg/cm²

$$\Delta_{resistencia} = \frac{(305.70 - 294)}{294} \times 100\% = 3.98\%$$

$\therefore \sigma$ (desviación estándar) = 8.27 y el v (coeficiente de variación) = 2.76 %

Categoría 2: $f'c$ (teórico) = 280 kg/cm², $f'cr$ (diseño) = 364 kg/cm², $f'c$ (28 días) = 366.63 kg/cm²

$$\Delta_{resistencia} = \frac{(366.63 - 364)}{364} \times 100\% = 0.72\%$$

$\therefore \sigma$ (desviación estándar) = 1.86 y el v (coeficiente de variación) = 0.51 %

Como podemos notar, la resistencia real obtenida $f'c$ (28 días) está en el rango aceptable, ya que el grado de control para ensayos de laboratorio con coeficiente de variación < 5% (Tabla 2.20), nos brindan una mayor confiabilidad a los resultados.

Para una mejor comprensión de los resultados, en la Tabla 3.1 *Distribución de Muestras de Ensayo*, se definieron 2 categorías para el diseño de mezclas, cada una de estas con 2 subcategorías a la vez. A continuación, se detalla dicha agrupación:

- ✓ Categoría 1: mezclas con $f'c$ (teórico) = 210 kg/cm²
 - Mezcla Patrón: sin aditivo acelerante.
 - Subcategoría 1.1: mezclas con aditivo acelerante SikaCem® Acelerante PE.
 - Subcategoría 1.2: mezclas con aditivo acelerante Z Fragua #5.
- ✓ Categoría 2: mezclas con $f'c$ (teórico) = 280 kg/cm²
 - Mezcla Patrón: sin aditivo acelerante.
 - Subcategoría 2.1: mezclas con aditivo acelerante SikaCem® Acelerante PE
 - Subcategoría 2.2: mezclas con aditivo acelerante Z Fragua #5

A partir de ahora, el análisis de datos se hizo en función del término $f'c$ (28 días), obtenido de los ensayos de resistencia a la compresión a los 28 días en las mezclas patrones. Es decir, para la Categoría 1, el $f'c$ (28 días) es 305.70 kg/cm² y para la Categoría 2, el $f'c$ (28 días) es 366.63 kg/cm².

Precisión:

Para determinar la precisión de las resistencias obtenidas en las muestras cilíndricas, la NTP 339.034 nos provee de la Tabla 4.19, donde se muestra la precisión de un solo operador de cilindros de ensayo hechos de una muestra de concreto bien elaborada bajo las condiciones de campo y laboratorio.

Tabla 4.19.

Precisión en la resistencia a la compresión de muestras cilíndricas

| Cilindros | Coeficiente de Variación | Rango aceptable de resistencia de cilindros individuales | |
|-------------------------------------|--------------------------|--|---------------|
| | | 2 cilindros | 3 cilindros |
| De 150 mmx300 mm (6 pulgx12pulg) | | | |
| Condiciones de laboratorio | 2.4 % | 6.6 % | 7.8 % |
| Condiciones de campo | 2.9 % | 8.0 % | 9.5 % |
| De 100 mmx200 mm (4 pulgx8pulg) | | | |
| Condiciones de laboratorio | 3.2 % | 9.0 % | 10.6 % |

Fuente: NTP 339.034.2021

En nuestro caso, para comparar el coeficiente de variación de las resistencias obtenidas, el valor a tomar en cuenta es de 3.2 %, ya que se han trabajado muestras cilíndricas de 100 mmx200 mm bajo condiciones de laboratorio. Del mismo modo, el rango aceptable de variación en las resistencias para 3 probetas individuales es de 10.6% respecto al promedio de estas.

Para ello, se procedió a calcular el coeficiente de variación (v) de las resistencias obtenidas en las muestras cilíndricas para cada mezcla de concreto, así como la máxima variación de resistencias que puede existir respecto al promedio.

Para los casos en que no se cumplió alguna de las condiciones antes mencionadas, se procedió a eliminar la resistencia de la probeta que generaba la dispersión en los resultados, y el resultado del ensayo solo se calculó como el promedio de las resistencias de las dos probetas restantes, tal como lo permite la normativa. En esta situación, cuando se cuenta con dos probetas individuales, el rango aceptable de variación en la resistencia de los cilindros individuales es del 9.0%, tal como se señala en la Tabla 4.19.

A continuación, se desarrolla el análisis de las resistencias obtenidas para cada mezcla de concreto, y se define si estas cumplen con los valores permisibles de la Tabla 4.19.

Tabla 4.20.

Precisión en mezcla 1: $f'c$ 305.70 kg/cm² sin aditivo – mezcla patrón

| Día de ensayo | Resistencia a la compresión (kg/cm ²) | Resistencia a la compresión promedio (kg/cm ²) | Coefficiente de variación (v) - % | Variación de resistencias individuales - % | Observación |
|---------------|---|--|-----------------------------------|--|------------------|
| día 1 | 100.9 | 99.83 | 0.93 | 1.07 | Cumple |
| | 99.3 | | | 0.53 | |
| | 99.3 | | | 0.53 | |
| día 2 | 150.7 | 149.70 | 1.52 | 0.67 | Cumple |
| | 151.3 | | | 1.07 | |
| | 147.1 | | | 1.74 | |
| día 3 | 177.8 | 183.40 | 3.76 | 3.05 | No cumple |
| | 181.3 | | | 1.15 | |
| | 191.1 | | | 4.20 | |
| día 4 | 207.0 | 211.53 | 1.94 | 2.14 | Cumple |
| | 215.0 | | | 1.64 | |
| | 212.6 | | | 0.50 | |
| día 7 | 248.8 | 242.27 | 2.51 | 2.70 | Cumple |
| | 236.8 | | | 2.26 | |
| | 241.2 | | | 0.44 | |
| día 28 | 304.0 | 305.70 | 1.14 | 0.56 | Cumple |
| | 303.4 | | | 0.75 | |
| | 309.7 | | | 1.31 | |

Tabla 4.21.

Resistencias verificadas en mezcla 1: $f'c$ 305.70 kg/cm² sin aditivo – mezcla patrón

| Día de ensayo | Resistencia a la compresión (kg/cm ²) | Resistencia a la compresión promedio (kg/cm ²) | Coefficiente de variación (v) - % | Variación de resistencias individuales - % | Observación |
|---------------|---|--|-----------------------------------|--|-------------|
| día 1 | 100.9 | 99.83 | 0.93 | 1.07 | Cumple |
| | 99.3 | | | 0.53 | |
| | 99.3 | | | 0.53 | |
| día 2 | 150.7 | 149.70 | 1.52 | 0.67 | Cumple |
| | 151.3 | | | 1.07 | |
| | 147.1 | | | 1.74 | |
| día 3 | 177.8 | 179.55 | 1.38 | 0.97 | Cumple |
| | 181.3 | | | 0.97 | |
| | ---- | | | ---- | |
| día 4 | 207.0 | 211.53 | 1.94 | 2.14 | Cumple |
| | 215.0 | | | 1.64 | |
| | 212.6 | | | 0.50 | |
| día 7 | 248.8 | 242.27 | 2.51 | 2.70 | Cumple |
| | 236.8 | | | 2.26 | |
| | 241.2 | | | 0.44 | |
| día 28 | 304.0 | 305.70 | 1.14 | 0.56 | Cumple |
| | 303.4 | | | 0.75 | |
| | 309.7 | | | 1.31 | |

Tabla 4.22.

Precisión en mezcla 2: $f'c$ 305.70 kg/cm² con 1 % de SikaCem® Acelerante PE

| Día de ensayo | Resistencia a la compresión (kg/cm ²) | Resistencia a la compresión promedio (kg/cm ²) | Coefficiente de variación (v) - % | Variación de resistencias individuales - % | Observación |
|---------------|---|--|-----------------------------------|--|-------------|
| día 1 | 135.6 | 141.23 | 5.84 | 3.99 | No cumple |
| | 137.4 | | | 2.71 | |
| | 150.7 | | | 6.70 | |
| día 2 | 200.7 | 198.80 | 1.53 | 0.96 | Cumple |
| | 195.3 | | | 1.76 | |
| | 200.4 | | | 0.80 | |
| día 3 | 223.9 | 216.47 | 3.59 | 3.43 | No cumple |
| | 208.4 | | | 3.73 | |
| | 217.1 | | | 0.29 | |
| día 4 | 236.8 | 231.33 | 3.48 | 2.36 | No cumple |
| | 222.1 | | | 3.99 | |
| | 235.1 | | | 1.63 | |
| día 7 | 254.6 | 252.67 | 2.16 | 0.77 | Cumple |
| | 246.5 | | | 2.44 | |
| | 256.9 | | | 1.68 | |
| día 28 | 325.2 | 315.33 | 2.85 | 3.13 | Cumple |
| | 313.2 | | | 0.68 | |
| | 307.6 | | | 2.45 | |

Tabla 4.23.

Resistencias verificadas en mezcla 2: $f'c$ 305.70 kg/cm² con 1 % de SikaCem® Acelerante PE

| Día de ensayo | Resistencia a la compresión (kg/cm ²) | Resistencia a la compresión promedio (kg/cm ²) | Coefficiente de variación (v) - % | Variación de resistencias individuales - % | Observación |
|---------------|---|--|-----------------------------------|--|-------------|
| día 1 | 135.6 | 136.50 | 0.93 | 0.66 | Cumple |
| | 137.4 | | | 0.66 | |
| | --- | | | --- | |
| día 2 | 200.7 | 198.80 | 1.53 | 0.96 | Cumple |
| | 195.3 | | | 1.76 | |
| | 200.4 | | | 0.80 | |
| día 3 | 223.9 | 220.50 | 2.18 | 1.54 | Cumple |
| | --- | | | --- | |
| | 217.1 | | | 1.54 | |
| día 4 | 236.8 | 235.95 | 0.51 | 0.36 | Cumple |
| | --- | | | --- | |
| | 235.1 | | | 0.36 | |
| día 7 | 254.6 | 252.67 | 2.16 | 0.77 | Cumple |
| | 246.5 | | | 2.44 | |
| | 256.9 | | | 1.68 | |
| día 28 | 325.2 | 315.33 | 2.85 | 3.13 | Cumple |
| | 313.2 | | | 0.68 | |
| | 307.6 | | | 2.45 | |

Tabla 4.24.

Precisión en mezcla 3: $f'c$ 305.70 kg/cm² con 2.5 % de SikaCem® Acelerante PE

| Día de ensayo | Resistencia a la compresión (kg/cm ²) | Resistencia a la compresión promedio (kg/cm ²) | Coefficiente de variación (v) - % | Variación de resistencias individuales - % | Observación |
|---------------|---|--|-----------------------------------|--|-------------|
| día 1 | 137.7 | 141.63 | 5.18 | 2.78 | No cumple |
| | 150.1 | | | 5.98 | |
| | 137.1 | | | 3.20 | |
| día 2 | 175.3 | 182.17 | 7.95 | 3.77 | No cumple |
| | 172.4 | | | 5.36 | |
| | 198.8 | | | 9.13 | |
| día 3 | 204.3 | 211.63 | 3.00 | 3.47 | Cumple |
| | 215.5 | | | 1.83 | |
| | 215.1 | | | 1.64 | |
| día 4 | 220.8 | 223.13 | 1.05 | 1.05 | Cumple |
| | 223.1 | | | 0.01 | |
| | 225.5 | | | 1.06 | |
| día 7 | 242.3 | 239.10 | 1.17 | 1.34 | Cumple |
| | 237.8 | | | 0.54 | |
| | 237.2 | | | 0.79 | |
| día 28 | 294.1 | 297.10 | 2.45 | 1.01 | Cumple |
| | 291.8 | | | 1.78 | |
| | 305.4 | | | 2.79 | |

Tabla 4.25.

Resistencias verificadas en mezcla 3: $f'c$ 305.70 kg/cm² con 2.5 % de SikaCem® Acelerante PE

| Día de ensayo | Resistencia a la compresión (kg/cm ²) | Resistencia a la compresión promedio (kg/cm ²) | Coefficiente de variación (v) - % | Variación de resistencias individuales - % | Observación |
|---------------|---|--|-----------------------------------|--|-------------|
| día 1 | 137.7 | 137.40 | 0.31 | 0.22 | Cumple |
| | --- | | | --- | |
| | 137.1 | | | 0.22 | |
| día 2 | 175.3 | 173.85 | 1.18 | 0.83 | Cumple |
| | 172.4 | | | 0.83 | |
| | --- | | | --- | |
| día 3 | 204.3 | 211.63 | 3.00 | 3.47 | Cumple |
| | 215.5 | | | 1.83 | |
| | 215.1 | | | 1.64 | |
| día 4 | 220.8 | 223.13 | 1.05 | 1.05 | Cumple |
| | 223.1 | | | 0.01 | |
| | 225.5 | | | 1.06 | |
| día 7 | 242.3 | 239.10 | 1.17 | 1.34 | Cumple |
| | 237.8 | | | 0.54 | |
| | 237.2 | | | 0.79 | |
| día 28 | 294.1 | 297.10 | 2.45 | 1.01 | Cumple |
| | 291.8 | | | 1.78 | |
| | 305.4 | | | 2.79 | |

Tabla 4.26.

Precisión en mezcla 4: $f'c$ 305.70 kg/cm² con 4 % de SikaCem® Acelerante PE

| Día de ensayo | Resistencia a la compresión (kg/cm ²) | Resistencia a la compresión promedio (kg/cm ²) | Coefficiente de variación (v) - % | Variación de resistencias individuales - % | Observación |
|---------------|---|--|-----------------------------------|--|-------------|
| día 1 | 147.9 | 143.53 | 2.65 | 3.04 | Cumple |
| | 140.9 | | | 1.83 | |
| | 141.8 | | | 1.21 | |
| día 2 | 190.0 | 184.77 | 7.12 | 2.83 | No cumple |
| | 194.5 | | | 5.27 | |
| | 169.8 | | | 8.10 | |
| día 3 | 211.5 | 204.87 | 3.67 | 3.24 | No cumple |
| | 196.7 | | | 3.99 | |
| | 206.4 | | | 0.75 | |
| día 4 | 212.5 | 215.77 | 1.48 | 1.51 | Cumple |
| | 218.9 | | | 1.45 | |
| | 215.9 | | | 0.06 | |
| día 7 | 231.9 | 230.77 | 1.04 | 0.49 | Cumple |
| | 232.4 | | | 0.71 | |
| | 228.0 | | | 1.20 | |
| día 28 | 289.0 | 288.60 | 1.22 | 0.14 | Cumple |
| | 291.9 | | | 1.14 | |
| | 284.9 | | | 1.28 | |

Tabla 4.27.

Resistencias verificadas en mezcla 4: $f'c$ 305.70 kg/cm² con 4 % de SikaCem® Acelerante PE

| Día de ensayo | Resistencia a la compresión (kg/cm ²) | Resistencia a la compresión promedio (kg/cm ²) | Coefficiente de variación (v) - % | Variación de resistencias individuales - % | Observación |
|---------------|---|--|-----------------------------------|--|-------------|
| día 1 | 147.9 | 143.53 | 2.65 | 3.04 | Cumple |
| | 140.9 | | | 1.83 | |
| | 141.8 | | | 1.21 | |
| día 2 | 190.0 | 192.25 | 1.66 | 1.17 | Cumple |
| | 194.5 | | | 1.17 | |
| | --- | | | --- | |
| día 3 | 211.5 | 208.95 | 1.73 | 1.22 | Cumple |
| | --- | | | --- | |
| | 206.4 | | | 1.22 | |
| día 4 | 212.5 | 215.77 | 1.48 | 1.51 | Cumple |
| | 218.9 | | | 1.45 | |
| | 215.9 | | | 0.06 | |
| día 7 | 231.9 | 230.77 | 1.04 | 0.49 | Cumple |
| | 232.4 | | | 0.71 | |
| | 228.0 | | | 1.20 | |
| día 28 | 289.0 | 288.60 | 1.22 | 0.14 | Cumple |
| | 291.9 | | | 1.14 | |
| | 284.9 | | | 1.28 | |

Tabla 4.28.

Precisión en mezcla 5: $f'c$ 305.70 kg/cm² con 1 lt/bol de Z Fragua #5

| Día de ensayo | Resistencia a la compresión (kg/cm ²) | Resistencia a la compresión promedio (kg/cm ²) | Coefficiente de variación (v) - % | Variación de resistencias individuales - % | Observación |
|---------------|---|--|-----------------------------------|--|-------------|
| día 1 | 150.0 | 155.53 | 3.74 | 3.56 | No cumple |
| | 155.0 | | | 0.34 | |
| | 161.6 | | | 3.90 | |
| día 2 | 193.3 | 196.40 | 2.47 | 1.58 | Cumple |
| | 202.0 | | | 2.85 | |
| | 193.9 | | | 1.27 | |
| día 3 | 223.5 | 224.13 | 3.15 | 0.28 | Cumple |
| | 231.5 | | | 3.29 | |
| | 217.4 | | | 3.00 | |
| día 4 | 242.5 | 234.13 | 3.61 | 3.57 | No cumple |
| | 225.6 | | | 3.64 | |
| | 234.3 | | | 0.07 | |
| día 7 | 254.8 | 257.70 | 2.79 | 1.13 | Cumple |
| | 252.4 | | | 2.06 | |
| | 265.9 | | | 3.18 | |
| día 28 | 321.6 | 318.30 | 1.58 | 1.04 | Cumple |
| | 320.8 | | | 0.79 | |
| | 312.5 | | | 1.82 | |

Tabla 4.29.

Resistencias verificadas en mezcla 5: $f'c$ 305.70 kg/cm² con 1 lt/bol de Z Fragua #5

| Día de ensayo | Resistencia a la compresión (kg/cm ²) | Resistencia a la compresión promedio (kg/cm ²) | Coefficiente de variación (v) - % | Variación de resistencias individuales - % | Observación |
|---------------|---|--|-----------------------------------|--|-------------|
| día 1 | 150.0 | 152.50 | 2.32 | 1.64 | Cumple |
| | 155.0 | | | 1.64 | |
| | --- | | | --- | |
| día 2 | 193.3 | 196.40 | 2.47 | 1.58 | Cumple |
| | 202.0 | | | 2.85 | |
| | 193.9 | | | 1.27 | |
| día 3 | 223.5 | 224.13 | 3.15 | 0.28 | Cumple |
| | 231.5 | | | 3.29 | |
| | 217.4 | | | 3.00 | |
| día 4 | 242.5 | 238.40 | 2.43 | 1.72 | Cumple |
| | --- | | | --- | |
| | 234.3 | | | 1.72 | |
| día 7 | 254.8 | 257.70 | 2.79 | 1.13 | Cumple |
| | 252.4 | | | 2.06 | |
| | 265.9 | | | 3.18 | |
| día 28 | 321.6 | 318.30 | 1.58 | 1.04 | Cumple |
| | 320.8 | | | 0.79 | |
| | 312.5 | | | 1.82 | |

Tabla 4.30.

Precisión en mezcla 6: $f'c$ 305.70 kg/cm² con 1.25 lt/bol de Z Fragua #5

| Día de ensayo | Resistencia a la compresión (kg/cm ²) | Resistencia a la compresión promedio (kg/cm ²) | Coefficiente de variación (v) - % | Variación de resistencias individuales - % | Observación |
|---------------|---|--|-----------------------------------|--|-------------|
| día 1 | 148.9 | 155.73 | 4.14 | 4.39 | No cumple |
| | 156.6 | | | 0.56 | |
| día 2 | 175.1 | 189.70 | 6.77 | 7.70 | No cumple |
| | 194.7 | | | 2.64 | |
| día 3 | 199.8 | 208.10 | 3.87 | 3.99 | No cumple |
| | 208.6 | | | 0.24 | |
| día 4 | 216.6 | 218.43 | 1.61 | 0.84 | Cumple |
| | 222.5 | | | 1.86 | |
| día 7 | 246.9 | 242.37 | 2.99 | 1.87 | Cumple |
| | 234.0 | | | 3.45 | |
| día 28 | 309.8 | 307.73 | 2.54 | 0.67 | Cumple |
| | 299.1 | | | 2.81 | |
| | 314.3 | | | 2.13 | |

Tabla 4.31.

Resistencias verificadas en mezcla 6: $f'c$ 305.70 kg/cm² con 1.25 lt/bol de Z Fragua #5

| Día de ensayo | Resistencia a la compresión (kg/cm ²) | Resistencia a la compresión promedio (kg/cm ²) | Coefficiente de variación (v) - % | Variación de resistencias individuales - % | Observación |
|---------------|---|--|-----------------------------------|--|-------------|
| día 1 | --- | 159.15 | 2.27 | --- | Cumple |
| | 156.6 | | | 1.60 | |
| día 2 | --- | 197.00 | 1.65 | --- | Cumple |
| | 194.7 | | | 1.17 | |
| día 3 | --- | 212.25 | 2.43 | --- | Cumple |
| | 199.3 | | | 1.17 | |
| día 4 | 215.9 | 218.43 | 1.61 | 1.72 | Cumple |
| | 208.6 | | | 1.72 | |
| día 7 | 216.6 | 242.37 | 2.99 | 0.84 | Cumple |
| | 222.5 | | | 1.86 | |
| día 28 | 216.2 | 307.73 | 2.54 | 1.02 | Cumple |
| | 246.9 | | | 1.87 | |
| | 234.0 | | | 3.45 | |
| | 246.2 | | | 1.58 | |
| | 309.8 | | | 0.67 | |
| | 299.1 | | | 2.81 | |
| | 314.3 | | | 2.13 | |

Tabla 4.32.

Precisión en mezcla 7: $f'c$ 305.70 kg/cm² con 1.5 lt/bol de Z Fragua #5

| Día de ensayo | Resistencia a la compresión (kg/cm ²) | Resistencia a la compresión promedio (kg/cm ²) | Coefficiente de variación (v) - % | Variación de resistencias individuales - % | Observación |
|---------------|---|--|-----------------------------------|--|-------------|
| día 1 | 151.5 | 154.77 | 3.82 | 2.11 | No cumple |
| | 161.6 | | | 4.42 | |
| | 151.2 | | | 2.30 | |
| día 2 | 203.7 | 202.80 | 3.01 | 0.44 | Cumple |
| | 208.4 | | | 2.76 | |
| | 196.3 | | | 3.21 | |
| día 3 | 216.2 | 213.63 | 1.10 | 1.20 | Cumple |
| | 213.1 | | | 0.25 | |
| | 211.6 | | | 0.95 | |
| día 4 | 232.9 | 229.97 | 1.49 | 1.28 | Cumple |
| | 230.8 | | | 0.36 | |
| | 226.2 | | | 1.64 | |
| día 7 | 235.4 | 244.83 | 4.25 | 3.85 | No cumple |
| | 243.1 | | | 0.71 | |
| | 256.0 | | | 4.56 | |
| día 28 | 316.1 | 305.17 | 3.16 | 3.58 | Cumple |
| | 297.9 | | | 2.38 | |
| | 301.5 | | | 1.20 | |

Tabla 4.33.

Resistencias verificadas en mezcla 7: $f'c$ 305.70 kg/cm² con 1.5 lt/bol de Z Fragua #5

| Día de ensayo | Resistencia a la compresión (kg/cm ²) | Resistencia a la compresión promedio (kg/cm ²) | Coefficiente de variación (v) - % | Variación de resistencias individuales - % | Observación |
|---------------|---|--|-----------------------------------|--|-------------|
| día 1 | 151.5 | 151.35 | 0.14 | 0.10 | Cumple |
| | --- | | | --- | |
| | 151.2 | | | 0.10 | |
| día 2 | 203.7 | 202.80 | 3.01 | 0.44 | Cumple |
| | 208.4 | | | 2.76 | |
| | 196.3 | | | 3.21 | |
| día 3 | 216.2 | 213.63 | 1.10 | 1.20 | Cumple |
| | 213.1 | | | 0.25 | |
| | 211.6 | | | 0.95 | |
| día 4 | 232.9 | 229.97 | 1.49 | 1.28 | Cumple |
| | 230.8 | | | 0.36 | |
| | 226.2 | | | 1.64 | |
| día 7 | 235.4 | 239.25 | 2.28 | 1.61 | Cumple |
| | 243.1 | | | 1.61 | |
| | --- | | | --- | |
| día 28 | 316.1 | 305.17 | 3.16 | 3.58 | Cumple |
| | 297.9 | | | 2.38 | |
| | 301.5 | | | 1.20 | |

Tabla 4.34.

Precisión en mezcla 8: $f'c$ 366.63 kg/cm² sin aditivo – mezcla patrón

| Día de ensayo | Resistencia a la compresión (kg/cm ²) | Resistencia a la compresión promedio (kg/cm ²) | Coefficiente de variación (v) - % | Variación de resistencias individuales - % | Observación |
|---------------|---|--|-----------------------------------|--|-------------|
| día 1 | 172.9 | 165.60 | 4.12 | 4.41 | No cumple |
| | 164.5 | | | 0.66 | |
| | 159.4 | | | 3.74 | |
| día 2 | 212.9 | 207.87 | 2.93 | 2.42 | Cumple |
| | 209.6 | | | 0.83 | |
| | 201.1 | | | 3.26 | |
| día 3 | 245.1 | 244.87 | 0.80 | 0.10 | Cumple |
| | 242.8 | | | 0.84 | |
| | 246.7 | | | 0.75 | |
| día 4 | 272.1 | 272.17 | 0.88 | 0.02 | Cumple |
| | 274.6 | | | 0.89 | |
| | 269.8 | | | 0.87 | |
| día 7 | 296.9 | 294.07 | 1.97 | 0.96 | Cumple |
| | 287.4 | | | 2.27 | |
| | 297.9 | | | 1.30 | |
| día 28 | 355.4 | 366.63 | 2.83 | 3.06 | Cumple |
| | 375.9 | | | 2.53 | |
| | 368.6 | | | 0.54 | |

Tabla 4.35.

Resistencias verificadas en mezcla 8: $f'c$ 366.63 kg/cm² sin aditivo – mezcla patrón

| Día de ensayo | Resistencia a la compresión (kg/cm ²) | Resistencia a la compresión promedio (kg/cm ²) | Coefficiente de variación (v) - % | Variación de resistencias individuales - % | Observación |
|---------------|---|--|-----------------------------------|--|-------------|
| día 1 | --- | 161.95 | 2.23 | --- | Cumple |
| | 164.5 | | | 1.57 | |
| | 159.4 | | | 1.57 | |
| día 2 | 212.9 | 207.87 | 2.93 | 2.42 | Cumple |
| | 209.6 | | | 0.83 | |
| | 201.1 | | | 3.26 | |
| día 3 | 245.1 | 244.87 | 0.80 | 0.10 | Cumple |
| | 242.8 | | | 0.84 | |
| | 246.7 | | | 0.75 | |
| día 4 | 272.1 | 272.17 | 0.88 | 0.02 | Cumple |
| | 274.6 | | | 0.89 | |
| | 269.8 | | | 0.87 | |
| día 7 | 296.9 | 294.07 | 1.97 | 0.96 | Cumple |
| | 287.4 | | | 2.27 | |
| | 297.9 | | | 1.30 | |
| día 28 | 355.4 | 366.63 | 2.83 | 3.06 | Cumple |
| | 375.9 | | | 2.53 | |
| | 368.6 | | | 0.54 | |

Tabla 4.36.

Precisión en mezcla 9: $f'c$ 366.63 kg/cm² con 1 % de SikaCem® Acelerante PE

| Día de ensayo | Resistencia a la compresión (kg/cm ²) | Resistencia a la compresión promedio (kg/cm ²) | Coefficiente de variación (v) - % | Variación de resistencias individuales - % | Observación |
|---------------|---|--|-----------------------------------|--|-------------|
| día 1 | 131.2 | 142.50 | 7.26 | 7.93 | No cumple |
| | 144.8 | | | 1.61 | |
| | 151.5 | | | 6.32 | |
| día 2 | 205.4 | 207.60 | 1.92 | 1.06 | Cumple |
| | 212.2 | | | 2.22 | |
| | 205.2 | | | 1.16 | |
| día 3 | 249.9 | 243.70 | 3.72 | 2.54 | No cumple |
| | 247.9 | | | 1.72 | |
| | 233.3 | | | 4.27 | |
| día 4 | 267.2 | 269.80 | 1.05 | 0.96 | Cumple |
| | 272.8 | | | 1.11 | |
| | 269.4 | | | 0.15 | |
| día 7 | 297.7 | 294.13 | 2.22 | 1.21 | Cumple |
| | 286.6 | | | 2.56 | |
| | 298.1 | | | 1.35 | |
| día 28 | 352.0 | 344.83 | 2.49 | 2.08 | Cumple |
| | 335.3 | | | 2.76 | |
| | 347.2 | | | 0.69 | |

Tabla 4.37.

Resistencias verificadas en mezcla 9: $f'c$ 366.63 kg/cm² con 1 % de SikaCem® Acelerante PE

| Día de ensayo | Resistencia a la compresión (kg/cm ²) | Resistencia a la compresión promedio (kg/cm ²) | Coefficiente de variación (v) - % | Variación de resistencias individuales - % | Observación |
|---------------|---|--|-----------------------------------|--|-------------|
| día 1 | --- | 148.15 | 3.20 | --- | Cumple |
| | 144.8 | | | 2.26 | |
| | 151.5 | | | 2.26 | |
| día 2 | 205.4 | 207.60 | 1.92 | 1.06 | Cumple |
| | 212.2 | | | 2.22 | |
| | 205.2 | | | 1.16 | |
| día 3 | 249.9 | 248.90 | 0.57 | 0.40 | Cumple |
| | 247.9 | | | 0.40 | |
| | --- | | | --- | |
| día 4 | 267.2 | 269.80 | 1.05 | 0.96 | Cumple |
| | 272.8 | | | 1.11 | |
| | 269.4 | | | 0.15 | |
| día 7 | 297.7 | 294.13 | 2.22 | 1.21 | Cumple |
| | 286.6 | | | 2.56 | |
| | 298.1 | | | 1.35 | |
| día 28 | 352.0 | 344.83 | 2.49 | 2.08 | Cumple |
| | 335.3 | | | 2.76 | |
| | 347.2 | | | 0.69 | |

Tabla 4.38.

Precisión en mezcla 10: $f'c$ 366.63 kg/cm² con 2.5 % de SikaCem® Acelerante PE

| Día de ensayo | Resistencia a la compresión (kg/cm ²) | Resistencia a la compresión promedio (kg/cm ²) | Coefficiente de variación (v) - % | Variación de resistencias individuales - % | Observación |
|---------------|---|--|-----------------------------------|--|-------------|
| día 1 | 174.1 | 166.27 | 4.08 | 4.71 | No cumple |
| | 162.2 | | | 2.45 | |
| | 162.5 | | | 2.27 | |
| día 2 | 201.7 | 201.47 | 3.55 | 0.12 | No cumple |
| | 208.5 | | | 3.49 | |
| | 194.2 | | | 3.61 | |
| día 3 | 230.3 | 222.13 | 3.18 | 3.68 | Cumple |
| | 217.9 | | | 1.91 | |
| | 218.2 | | | 1.77 | |
| día 4 | 243.6 | 241.30 | 1.76 | 0.95 | Cumple |
| | 236.4 | | | 2.03 | |
| | 243.9 | | | 1.08 | |
| día 7 | 253.2 | 259.00 | 3.11 | 2.24 | Cumple |
| | 255.6 | | | 1.31 | |
| | 268.2 | | | 3.55 | |
| día 28 | 320.8 | 323.00 | 1.63 | 0.68 | Cumple |
| | 319.2 | | | 1.18 | |
| | 329.0 | | | 1.86 | |

Tabla 4.39.

Resistencias verificadas mezcla 10: $f'c$ 366.63 kg/cm² con 2.5 % de SikaCem® Acelerante PE

| Día de ensayo | Resistencia a la compresión (kg/cm ²) | Resistencia a la compresión promedio (kg/cm ²) | Coefficiente de variación (v) - % | Variación de resistencias individuales - % | Observación |
|---------------|---|--|-----------------------------------|--|-------------|
| día 1 | --- | 162.35 | 0.13 | --- | Cumple |
| | 162.2 | | | 0.09 | |
| | 162.5 | | | 0.09 | |
| día 2 | 201.7 | 205.10 | 2.34 | 1.66 | Cumple |
| | 208.5 | | | 1.66 | |
| | --- | | | --- | |
| día 3 | 230.3 | 222.13 | 3.18 | 3.68 | Cumple |
| | 217.9 | | | 1.91 | |
| | 218.2 | | | 1.77 | |
| día 4 | 243.6 | 241.30 | 1.76 | 0.95 | Cumple |
| | 236.4 | | | 2.03 | |
| | 243.9 | | | 1.08 | |
| día 7 | 253.2 | 259.00 | 3.11 | 2.24 | Cumple |
| | 255.6 | | | 1.31 | |
| | 268.2 | | | 3.55 | |
| día 28 | 320.8 | 323.00 | 1.63 | 0.68 | Cumple |
| | 319.2 | | | 1.18 | |
| | 329.0 | | | 1.86 | |

Tabla 4.40.

Precisión en mezcla 11: $f'c$ 366.63 kg/cm² con 4 % de SikaCem® Acelerante PE

| Día de ensayo | Resistencia a la compresión (kg/cm ²) | Resistencia a la compresión promedio (kg/cm ²) | Coefficiente de variación (v) - % | Variación de resistencias individuales - % | Observación |
|---------------|---|--|-----------------------------------|--|-------------|
| día 1 | 194.4 | 185.30 | 8.60 | 4.91 | No cumple |
| | 194.6 | | | 5.02 | |
| | 166.9 | | | 9.93 | |
| día 2 | 222.9 | 223.57 | 3.50 | 0.30 | No cumple |
| | 231.7 | | | 3.64 | |
| | 216.1 | | | 3.34 | |
| día 3 | 241.0 | 236.20 | 6.71 | 2.03 | No cumple |
| | 218.5 | | | 7.49 | |
| | 249.1 | | | 5.46 | |
| día 4 | 252.1 | 253.67 | 0.70 | 0.62 | Cumple |
| | 253.3 | | | 0.14 | |
| | 255.6 | | | 0.76 | |
| día 7 | 274.3 | 272.97 | 1.08 | 0.49 | Cumple |
| | 269.6 | | | 1.23 | |
| | 275.0 | | | 0.74 | |
| día 28 | 340.6 | 334.83 | 2.70 | 1.72 | Cumple |
| | 339.5 | | | 1.39 | |
| | 324.4 | | | 3.12 | |

Tabla 4.41.

Resistencias verificadas en mezcla 11: $f'c$ 366.63 kg/cm² con 4 % de SikaCem® Acelerante PE

| Día de ensayo | Resistencia a la compresión (kg/cm ²) | Resistencia a la compresión promedio (kg/cm ²) | Coefficiente de variación (v) - % | Variación de resistencias individuales - % | Observación |
|---------------|---|--|-----------------------------------|--|-------------|
| día 1 | 194.4 | 194.50 | 0.07 | 0.05 | Cumple |
| | 194.6 | | | 0.05 | |
| | --- | | | --- | |
| día 2 | 222.9 | 219.50 | 2.19 | 1.55 | Cumple |
| | --- | | | --- | |
| | 216.1 | | | 1.55 | |
| día 3 | 241.0 | 245.05 | 2.34 | 1.65 | Cumple |
| | --- | | | --- | |
| | 249.1 | | | 1.65 | |
| día 4 | 252.1 | 253.67 | 0.70 | 0.62 | Cumple |
| | 253.3 | | | 0.14 | |
| | 255.6 | | | 0.76 | |
| día 7 | 274.3 | 272.97 | 1.08 | 0.49 | Cumple |
| | 269.6 | | | 1.23 | |
| | 275.0 | | | 0.74 | |
| día 28 | 340.6 | 334.83 | 2.70 | 1.72 | Cumple |
| | 339.5 | | | 1.39 | |
| | 324.4 | | | 3.12 | |

Tabla 4.42.

Precisión en mezcla 12: $f'c$ 366.63 kg/cm² con 1 lt/bol de Z Fragua #5

| Día de ensayo | Resistencia a la compresión (kg/cm ²) | Resistencia a la compresión promedio (kg/cm ²) | Coefficiente de variación (v) - % | Variación de resistencias individuales - % | Observación |
|---------------|---|--|-----------------------------------|--|------------------|
| día 1 | 211.0 | 211.73 | 1.13 | 0.35 | Cumple |
| | 209.8 | | | 0.91 | |
| | 214.4 | | | 1.26 | |
| día 2 | 238.0 | 248.43 | 3.65 | 4.20 | No cumple |
| | 254.4 | | | 2.40 | |
| | 252.9 | | | 1.80 | |
| día 3 | 258.2 | 265.93 | 2.52 | 2.91 | Cumple |
| | 269.7 | | | 1.42 | |
| | 269.9 | | | 1.49 | |
| día 4 | 295.5 | 288.63 | 2.63 | 2.38 | Cumple |
| | 289.9 | | | 0.44 | |
| | 280.5 | | | 2.82 | |
| día 7 | 325.7 | 323.60 | 0.63 | 0.65 | Cumple |
| | 321.6 | | | 0.62 | |
| | 323.5 | | | 0.03 | |
| día 28 | 381.1 | 384.00 | 1.66 | 0.76 | Cumple |
| | 379.6 | | | 1.15 | |
| | 391.3 | | | 1.90 | |

Tabla 4.43.

Resistencia verificadas en mezcla 12: $f'c$ 366.63 kg/cm² con 1 lt/bol de Z Fragua #5

| Día de ensayo | Resistencia a la compresión (kg/cm ²) | Resistencia a la compresión promedio (kg/cm ²) | Coefficiente de variación (v) - % | Variación de resistencias individuales - % | Observación |
|---------------|---|--|-----------------------------------|--|-------------|
| día 1 | 211.0 | 211.73 | 1.13 | 0.35 | Cumple |
| | 209.8 | | | 0.91 | |
| | 214.4 | | | 1.26 | |
| día 2 | --- | 253.65 | 0.42 | --- | Cumple |
| | 254.4 | | | 0.30 | |
| | 252.9 | | | 0.30 | |
| día 3 | 258.2 | 265.93 | 2.52 | 2.91 | Cumple |
| | 269.7 | | | 1.42 | |
| | 269.9 | | | 1.49 | |
| día 4 | 295.5 | 288.63 | 2.63 | 2.38 | Cumple |
| | 289.9 | | | 0.44 | |
| | 280.5 | | | 2.82 | |
| día 7 | 325.7 | 323.60 | 0.63 | 0.65 | Cumple |
| | 321.6 | | | 0.62 | |
| | 323.5 | | | 0.03 | |
| día 28 | 381.1 | 384.00 | 1.66 | 0.76 | Cumple |
| | 379.6 | | | 1.15 | |
| | 391.3 | | | 1.90 | |

Tabla 4.44.

Precisión en mezcla 13: $f'c$ 366.63 kg/cm² con 1.25 lt/bol de Z Fragua #5

| Día de ensayo | Resistencia a la compresión (kg/cm ²) | Resistencia a la compresión promedio (kg/cm ²) | Coefficiente de variación (v) - % | Variación de resistencias individuales - % | Observación |
|---------------|---|--|-----------------------------------|--|-------------|
| día 1 | 217.1 | 213.37 | 1.81 | 1.75 | Cumple |
| | 209.4 | | | 1.86 | |
| | 213.6 | | | 0.11 | |
| día 2 | 253.6 | 249.07 | 3.87 | 1.82 | No cumple |
| | 255.6 | | | 2.62 | |
| | 238.0 | | | 4.44 | |
| día 3 | 271.1 | 279.97 | 2.77 | 3.17 | Cumple |
| | 285.5 | | | 1.98 | |
| | 283.3 | | | 1.19 | |
| día 4 | 285.3 | 283.77 | 1.86 | 0.54 | Cumple |
| | 288.1 | | | 1.53 | |
| | 277.9 | | | 2.07 | |
| día 7 | 307.5 | 313.60 | 1.96 | 1.95 | Cumple |
| | 319.8 | | | 1.98 | |
| | 313.5 | | | 0.03 | |
| día 28 | 379.3 | 376.60 | 1.26 | 0.72 | Cumple |
| | 371.1 | | | 1.46 | |
| | 379.4 | | | 0.74 | |

Tabla 4.45.

Resistencias verificadas en mezcla 13: $f'c$ 366.63 kg/cm² con 1.25 lt/bol de Z Fragua #5

| Día de ensayo | Resistencia a la compresión (kg/cm ²) | Resistencia a la compresión promedio (kg/cm ²) | Coefficiente de variación (v) - % | Variación de resistencias individuales - % | Observación |
|---------------|---|--|-----------------------------------|--|-------------|
| día 1 | 217.1 | 213.37 | 1.81 | 1.75 | Cumple |
| | 209.4 | | | 1.86 | |
| | 213.6 | | | 0.11 | |
| día 2 | 253.6 | 254.60 | 0.56 | 0.39 | Cumple |
| | 255.6 | | | 0.39 | |
| | --- | | | --- | |
| día 3 | 271.1 | 279.97 | 2.77 | 3.17 | Cumple |
| | 285.5 | | | 1.98 | |
| | 283.3 | | | 1.19 | |
| día 4 | 285.3 | 283.77 | 1.86 | 0.54 | Cumple |
| | 288.1 | | | 1.53 | |
| | 277.9 | | | 2.07 | |
| día 7 | 307.5 | 313.60 | 1.96 | 1.95 | Cumple |
| | 319.8 | | | 1.98 | |
| | 313.5 | | | 0.03 | |
| día 28 | 379.3 | 376.60 | 1.26 | 0.72 | Cumple |
| | 371.1 | | | 1.46 | |
| | 379.4 | | | 0.74 | |

Tabla 4.46.

Precisión en mezcla 14: $f'c$ 366.63 kg/cm² con 1.5 lt/bol de Z Fragua #5

| Día de ensayo | Resistencia a la compresión (kg/cm ²) | Resistencia a la compresión promedio (kg/cm ²) | Coefficiente de variación (v) - % | Variación de resistencias individuales - % | Observación |
|---------------|---|--|-----------------------------------|--|-------------|
| día 1 | 210.9 | 208.43 | 4.53 | 1.18 | No cumple |
| | 216.4 | | | 3.82 | |
| | 198.0 | | | 5.01 | |
| día 2 | 248.4 | 249.30 | 2.01 | 0.36 | Cumple |
| | 244.8 | | | 1.81 | |
| | 254.7 | | | 2.17 | |
| día 3 | 262.9 | 270.37 | 2.40 | 2.76 | Cumple |
| | 274.7 | | | 1.60 | |
| | 273.5 | | | 1.16 | |
| día 4 | 285.1 | 286.37 | 0.83 | 0.44 | Cumple |
| | 289.1 | | | 0.95 | |
| | 284.9 | | | 0.51 | |
| día 7 | 326.6 | 318.27 | 3.09 | 2.62 | Cumple |
| | 307.4 | | | 3.41 | |
| | 320.8 | | | 0.80 | |
| día 28 | 378.9 | 374.67 | 1.27 | 1.13 | Cumple |
| | 375.6 | | | 0.25 | |
| | 369.5 | | | 1.38 | |

Tabla 4.47.

Resistencias verificadas en mezcla 14: $f'c$ 366.63 kg/cm² con 1.5 lt/bol de Z Fragua #5

| Día de ensayo | Resistencia a la compresión (kg/cm ²) | Resistencia a la compresión promedio (kg/cm ²) | Coefficiente de variación (v) - % | Variación de resistencias individuales - % | Observación |
|---------------|---|--|-----------------------------------|--|-------------|
| día 1 | 210.9 | 213.65 | 1.82 | 1.29 | Cumple |
| | 216.4 | | | 1.29 | |
| | --- | | | --- | |
| día 2 | 248.4 | 249.30 | 2.01 | 0.36 | Cumple |
| | 244.8 | | | 1.81 | |
| | 254.7 | | | 2.17 | |
| día 3 | 262.9 | 270.37 | 2.40 | 2.76 | Cumple |
| | 274.7 | | | 1.60 | |
| | 273.5 | | | 1.16 | |
| día 4 | 285.1 | 286.37 | 0.83 | 0.44 | Cumple |
| | 289.1 | | | 0.95 | |
| | 284.9 | | | 0.51 | |
| día 7 | 326.6 | 318.27 | 3.09 | 2.62 | Cumple |
| | 307.4 | | | 3.41 | |
| | 320.8 | | | 0.80 | |
| día 28 | 378.9 | 374.67 | 1.27 | 1.13 | Cumple |
| | 375.6 | | | 0.25 | |
| | 369.5 | | | 1.38 | |

Tabla 4.48.

Precisión en mezcla 15: $f'c$ 366.63 kg/cm² con 0.5 % de SikaCem® Acelerante PE

| Día de ensayo | Resistencia a la compresión (kg/cm ²) | Resistencia a la compresión promedio (kg/cm ²) | Coefficiente de Variación (v) - % | Variación de resistencias individuales - % | Observación |
|---------------|---|--|-----------------------------------|--|-------------|
| día 1 | 110.0 | 108.03 | 1.58 | 1.82 | Cumple |
| | 107.1 | | | 0.86 | |
| | 107.0 | | | 0.96 | |
| día 2 | 174.6 | 172.33 | 1.43 | 1.32 | Cumple |
| | 169.7 | | | 1.53 | |
| | 172.7 | | | 0.21 | |
| día 3 | 206.6 | 208.30 | 2.80 | 0.82 | Cumple |
| | 214.8 | | | 3.12 | |
| | 203.5 | | | 2.30 | |

De esta forma se verificó que todos los ensayos de resistencia a la compresión de las probetas individuales cumplieran el grado de precisión, tal como se señaló en la Tabla 4.19, donde se estableció que el coeficiente de variación (v) máximo es 3.2 % para probetas elaboradas, curadas y ensayadas en laboratorio, de dimensiones de 100 mmx200 mm.

Cabe mencionar que en el día 1 y 2 se obtuvieron los valores más altos de coeficientes de variación (v), es decir existió mayor dispersión en las resistencias obtenidas para estos días, lo que puede significar que los aditivos presentan un comportamiento variable para estos días.

4.1.3 Resistencias a la compresión por ensayo - kg/cm²

Como se indicó anteriormente, cada ensayo consta del promedio de las resistencias de tres probetas ensayadas a la misma edad y provenientes de la misma mezcla de concreto, a excepción de los casos en donde se tuvo que eliminar el resultado de una probeta por no cumplir el grado de precisión, por ende, para estos casos un ensayo es el promedio de la resistencia de 2 probetas.

La Tabla 4.49 muestra los resultados de los ensayos (kg/cm²) obtenidos para cada día de ensayo de ruptura de cada mezcla de concreto.

Tabla 4.49.

Resistencia a la compresión por ensayo (kg/cm²)

| | | 1 día | 2 días | 3 días | 4 días | 7 días | 28 días | |
|--|--|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|
| Mezclas de f'c (28 días) 305.70 kg/cm² | | | | | | | | |
| Categoría 1 | patrón | 99.83 | 149.70 | 179.55 | 211.53 | 242.27 | 305.70 | |
| | Sub Categoría 1.1 | 0.5% SikaCem® Acelerante PE | 108.03 | 172.33 | 208.30 | -- | -- | -- |
| | | 1% SikaCem® Acelerante PE | 136.50 | 198.80 | 220.50 | 235.95 | 252.67 | 315.33 |
| | | 2.5% SikaCem® Acelerante PE | 137.40 | 173.85 | 211.63 | 223.13 | 239.10 | 297.10 |
| | | 4% SikaCem® Acelerante PE | 143.53 | 192.25 | 208.95 | 215.77 | 230.77 | 288.60 |
| | Sub Categoría 1.2 | 1 l/b Z Fragua #5 | 152.50 | 196.40 | 224.13 | 238.40 | 257.70 | 318.30 |
| | | 1.25 l/b Z Fragua #5 | 159.15 | 197.00 | 212.25 | 218.43 | 242.37 | 307.73 |
| | | 1.5 l/b Z Fragua #5 | 151.35 | 202.80 | 213.63 | 229.97 | 239.25 | 305.17 |
| | Mezclas de f'c (28 días) 366.63 kg/cm² | | | | | | | |
| Categoría 2 | patrón | 161.95 | 207.87 | 244.87 | 272.17 | 294.07 | 366.63 | |
| | Sub Categoría 2.1 | 1% SikaCem® Acelerante PE | 148.15 | 207.60 | 248.90 | 269.80 | 294.13 | 344.83 |
| | | 2.5% SikaCem® Acelerante PE | 162.35 | 205.10 | 222.13 | 241.30 | 259.00 | 323.00 |
| | | 4% SikaCem® Acelerante PE | 194.50 | 219.50 | 245.05 | 253.67 | 272.97 | 334.83 |
| | Sub Categoría 2.2 | 1 l/b Z Fragua #5 | 211.73 | 253.65 | 265.93 | 288.63 | 323.60 | 384.00 |
| | | 1.25 l/b Z Fragua #5 | 213.37 | 254.60 | 279.97 | 283.77 | 313.60 | 376.60 |
| | | 1.5 l/b Z Fragua #5 | 213.65 | 249.30 | 270.37 | 286.37 | 318.27 | 374.67 |

4.1.4 Porcentaje de resistencias a la compresión por ensayo -%

Para un mejor análisis de los resultados, fue conveniente tratar la resistencia a la compresión por ensayo en función de porcentajes. Los valores de la Tabla 4.50 muestra el porcentaje de resistencia a la compresión de cada ensayo, respecto a la resistencia obtenida a los 28 días de la mezcla patrón correspondiente - $f'c$ (28 días).

Tabla 4.50.

Porcentaje de resistencias a la compresión por ensayo (%)

| | | 1 día | 2 días | 3 días | 4 días | 7 días | 28 días | |
|---|--------------------------|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|
| Mezclas de $f'c$ (28 días) 305.70 kg/cm² | | | | | | | | |
| Categoría 1 | patrón | 32.66 | 48.97 | 58.73 | 69.20 | 79.25 | 100.00 | |
| | Sub Categoría 1.1 | 0.5% SikaCem® Acelerante PE | 35.34 | 56.37 | 68.14 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | 1% SikaCem® Acelerante PE | 44.65 | 65.03 | 72.13 | 77.18 | 82.65 | 103.15 |
| | | 2.5% SikaCem® Acelerante PE | 44.95 | 56.87 | 69.23 | 72.99 | 78.21 | 97.19 |
| | | 4% SikaCem® Acelerante PE | 46.95 | 62.89 | 68.35 | 70.58 | 75.49 | 94.41 |
| | Sub Categoría 1.2 | 1 l /b Z Fragua #5 | 49.89 | 64.25 | 73.32 | 77.98 | 84.30 | 104.12 |
| | | 1.25 l /b Z Fragua #5 | 52.06 | 64.44 | 69.43 | 71.45 | 79.28 | 100.67 |
| 1.5 l /b Z Fragua #5 | | 49.51 | 66.34 | 69.88 | 75.23 | 78.26 | 99.83 | |
| Mezclas de $f'c$ (28 días) 366.63 kg/cm² | | | | | | | | |
| Categoría 2 | patrón | 44.17 | 56.70 | 66.79 | 74.23 | 80.21 | 100.00 | |
| | Sub Categoría 2.1 | 1% SikaCem® Acelerante PE | 40.41 | 56.62 | 67.89 | 73.59 | 80.23 | 94.05 |
| | | 2.5% SikaCem® Acelerante PE | 44.28 | 55.94 | 60.59 | 65.82 | 70.64 | 88.10 |
| | | 4% SikaCem® Acelerante PE | 53.05 | 59.87 | 66.84 | 69.19 | 74.45 | 91.33 |
| | Sub Categoría 2.2 | 1 l /b Z Fragua #5 | 57.75 | 69.18 | 72.53 | 78.73 | 88.26 | 104.74 |
| | | 1.25 l /b Z Fragua #5 | 58.20 | 69.44 | 76.36 | 77.40 | 85.54 | 102.72 |
| | | 1.5 l /b Z Fragua #5 | 58.27 | 68.00 | 73.74 | 78.11 | 86.81 | 102.19 |

4.2 DISCUSIÓN

4.2.1 Comparación de la influencia del aditivo SikaCem® Acelerante PE en un concreto de $f'c$ (28días) de 305.70 kg/cm^2

Ganancia de resistencia a la compresión vs tiempo:

El gráfico que se muestra a continuación, grafica las curvas de ganancia de resistencia a la compresión en porcentaje vs tiempo, para las mezclas de concreto con aditivo SikaCem® Acelerante PE en un concreto $f'c$ (28 días) de 305.70 kg/cm^2 .

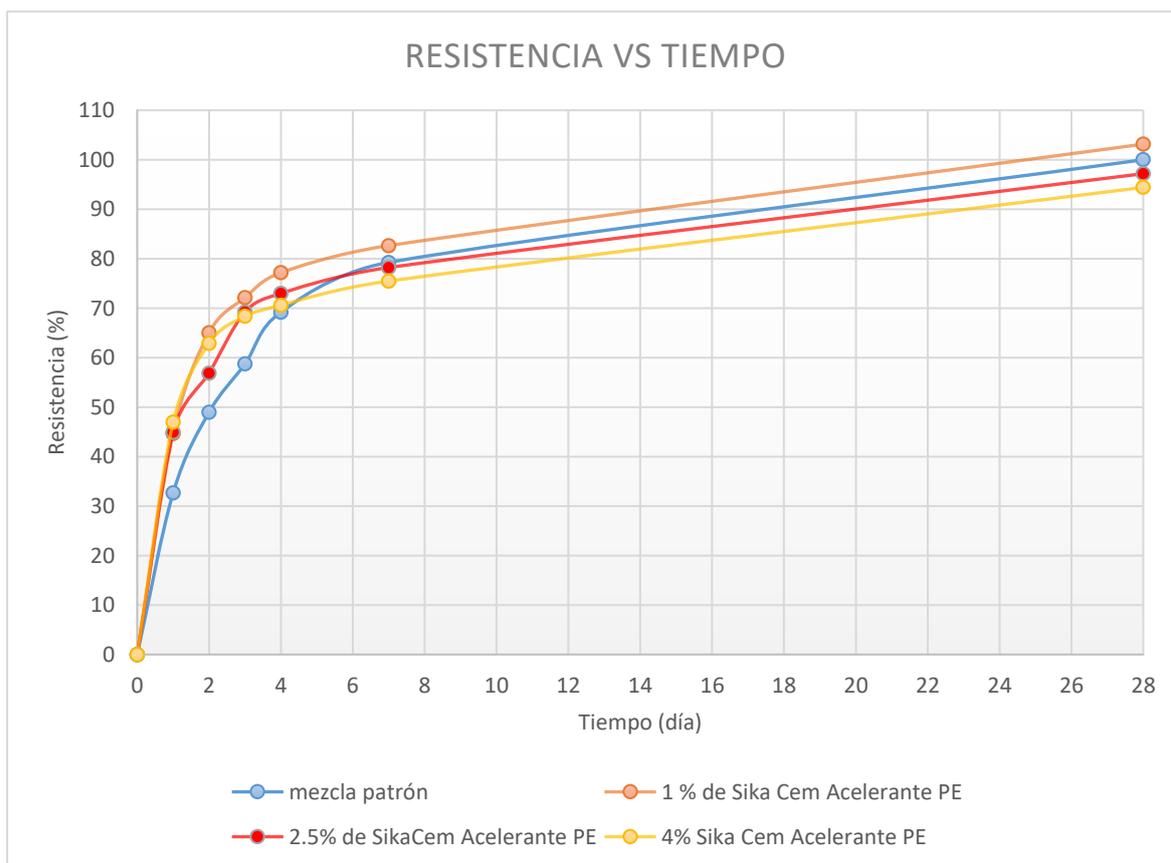


Gráfico 4.1. Ganancia de resistencia a la compresión de la mezcla patrón y mezclas con el aditivo SikaCem® Acelerante PE en un concreto de $f'c$ (28 días) 305.70 kg/cm^2

Del gráfico se evidencio lo siguiente:

Las curvas de desarrollo de resistencia a la compresión pertenecientes a las mezclas de concreto con aditivo SikaCem® Acelerante PE, muestran una concavidad más pronunciada en los primeros 4 días analizados, lo que significa que, con todas las dosificaciones estudiadas para este aditivo, se obtienen resistencias superiores a la obtenida en la mezcla patrón en este rango de días.

En el día 1, los valores alcanzados en las curvas pertenecientes a las dosificaciones del aditivo, son muy cercanos.

Para el día 7 y 28, se mostró que con las dosificaciones del 2.5 % y 4 % del aditivo SikaCem® Acelerante PE, las curvas presentan valores inferiores a los de la mezcla patrón, es decir, la resistencia para estos días, se ve afectada con estas dosificaciones.

La curva perteneciente a la dosificación del 1 % del aditivo SikaCem® Acelerante PE, a partir del día 2 se grafica por encima de las otras curvas, es decir, con esta dosificación se obtienen las resistencias más altas a partir de este día.

Comparación en la ganancia de la resistencia:

Mediante el gráfico de barras que se muestra a continuación, se comparó la ganancia de resistencia a la compresión en porcentaje de las mezclas con aditivo SikaCem® Acelerante PE respecto a la mezcla patrón en un concreto $f'c$ (28 días) de 305.70 kg/cm². Así se tiene:

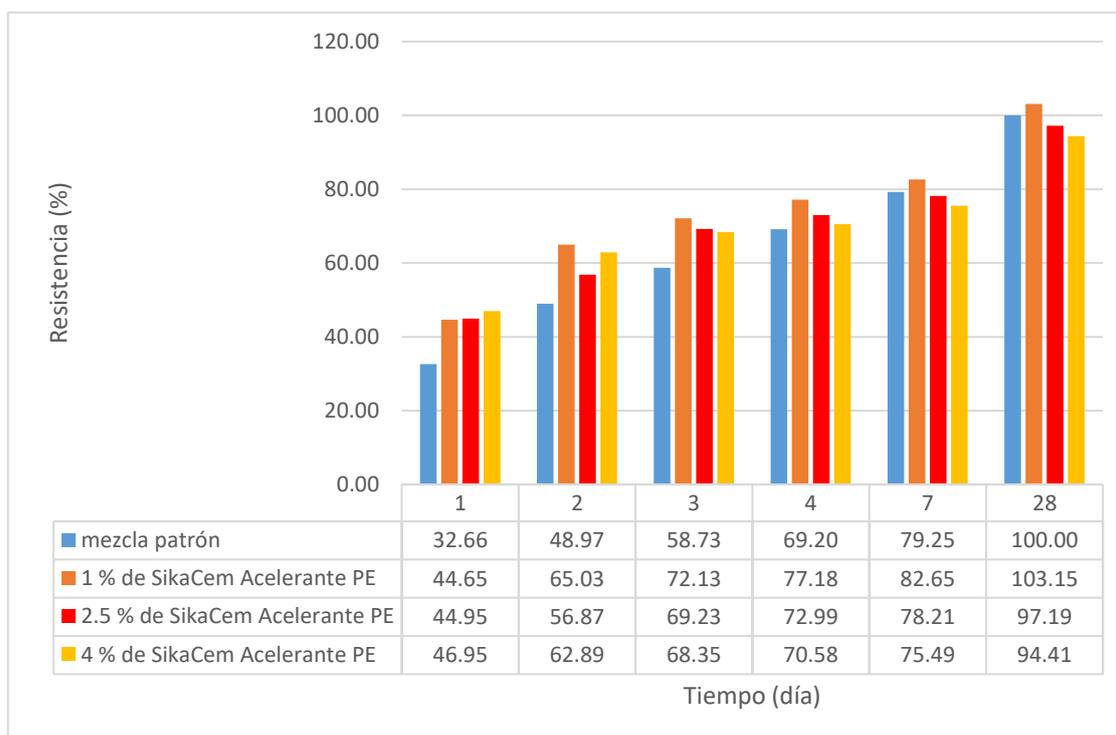


Gráfico 4.2. Comparación de la ganancia de resistencia a la compresión en mezclas de $f'c$ (28 días) 305.70 kg/cm² con aditivo SikaCem® Acelerante PE

Del gráfico anterior se evidenció que para los días 1, 2, 3 y 4, todas las mezclas con aditivo SikaCem® Acelerante PE se obtuvieron resistencias superiores a las obtenidas en la mezcla patrón. Sin embargo, para el día 7 con las dosificaciones del 2.5% y 4%, las resistencias alcanzadas son menores a la obtenida en la mezcla patrón; y para el día 28 del ensayo esto es más evidente, llegándose a obtener la resistencia más baja del 94.41% para la dosificación del 4% del aditivo, 5.59% menor que la resistencia de la mezcla patrón.

De ello se concluyó que, el aditivo SikaCem® Acelerante PE aumenta las resistencias a edades tempranas, sin embargo, la resistencia final se ve afectada a mayor dosificación del aditivo.

Para determinar la influencia del aditivo SikaCem® Acelerante PE a edades tempranas de una manera más precisa, fue conveniente realizar un análisis para cada uno de los días ensayados.

Tabla 4.51.

Resistencias de las mezclas con aditivo SikaCem® Acelerante PE - $f'c$ (28 días) 305.70 kg/cm²

| Mezclas de $f'c$ (28 días) 305.70 kg/cm ² | | | | | | |
|--|-------|--------|--------|--------|--------|---------|
| | 1 día | 2 días | 3 días | 4 días | 7 días | 28 días |
| patrón | 32.66 | 48.97 | 58.73 | 69.20 | 79.25 | 100.00 |
| 0.5% SikaCem® Acelerante PE | 35.34 | 56.37 | 68.14 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1% SikaCem® Acelerante PE | 44.65 | 65.03 | 72.13 | 77.18 | 82.65 | 103.15 |
| 2.5% SikaCem® Acelerante PE | 44.95 | 56.87 | 69.23 | 72.99 | 78.21 | 97.19 |
| 4% SikaCem® Acelerante PE | 46.95 | 62.89 | 68.35 | 70.58 | 75.49 | 94.41 |

Influencia al día 1 del aditivo SikaCem® Acelerante PE - $f'c$ (28 días) 305.70 kg/cm²

Con los valores de la Tabla 4.51, se construyó la curva para poder comparar las resistencias obtenidas en la mezcla patrón y en las mezclas con el aditivo SikaCem® Acelerante PE en sus diferentes dosificaciones para esta sub categoría. Por lo que se tiene el siguiente gráfico:

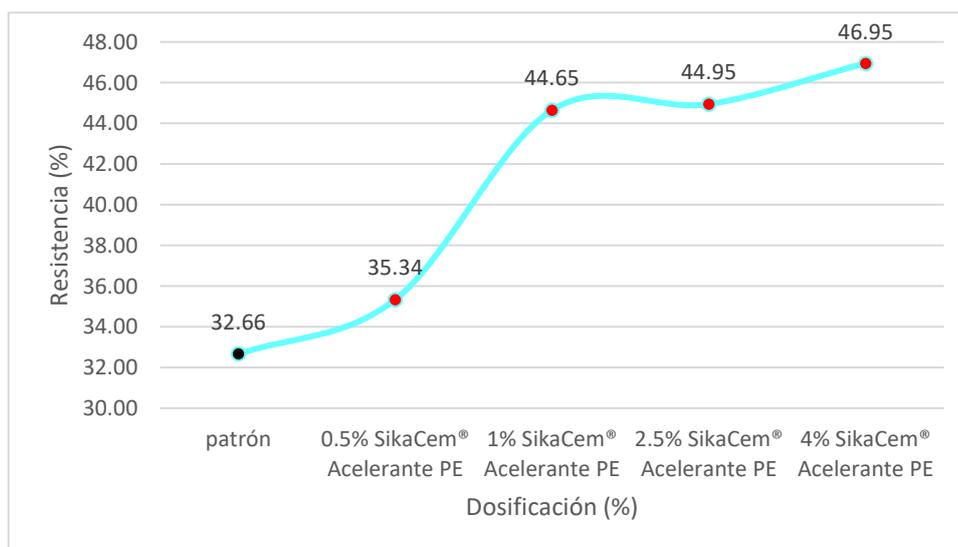


Gráfico 4.3. Resistencia a la compresión a 1 día en las mezclas de $f'c$ (28 días) 305.70 kg/cm² con

SikaCem® Acelerante PE

La curva muestra que todas las mezclas de concreto con el aditivo superan a la resistencia obtenida en la mezcla patrón.

Además, se evidencia un incremento de resistencia conforme se incrementa la proporción del aditivo en la mezcla, llegando a alcanzar el 46.95 % de la resistencia a la compresión con la dosificación del 4% del aditivo SikaCem® Acelerante PE, 14.29 % más que la resistencia obtenida en la mezcla patrón.

Influencia al día 2 del aditivo SikaCem® Acelerante PE - f'c (28 días) 305.70 kg/cm²

Con la información de la Tabla 4.51, se fabricó la curva para comparar las resistencias obtenidas en la mezcla patrón y en las mezclas con el aditivo SikaCem® Acelerante PE en sus diferentes dosificaciones para esta sub categoría. El siguiente gráfico muestra estos resultados:

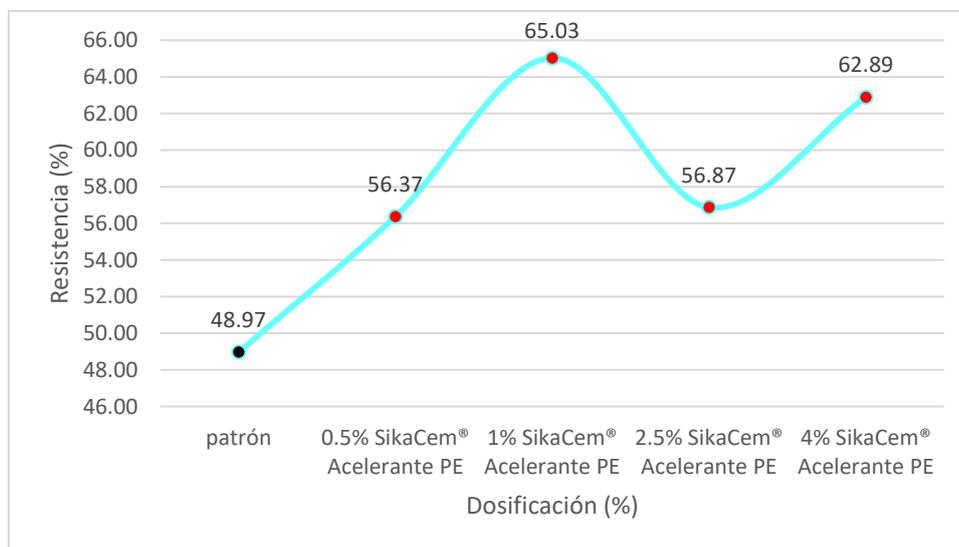


Gráfico 4.4. Resistencia a la compresión a los 2 días en las mezclas de f'c (28 días) 305.70 kg/cm² con SikaCem® Acelerante PE

Del gráfico se evidenció que, las mezclas de concreto con el aditivo desarrollaron resistencias superiores a la obtenida en la mezcla patrón, y que la resistencia más alta obtenida para el día 2 se logró con la dosificación del 1 % del aditivo SikaCem Acelerante PE, llegando a alcanzar el 65.03 % de la resistencia a compresión, 16.06 % más que la resistencia obtenida en la mezcla patrón.

Además, se apreció que, para dosificaciones mayores al 1 %, el aditivo tiene un comportamiento variable: con la dosificación de 2.5 % se obtuvieron resistencias menores a las alcanzadas con el 1 % y 4 %; y con la dosificación de 4 % se alcanzaron resistencias mayores a los obtenidas con 2.5 %, pero menores a las alcanzadas con el 1 %.

Influencia al día 3 del aditivo SikaCem® Acelerante PE - f'c (28 días) 305.70 kg/cm²

Con los valores de la Tabla 4.51, se creó la curva para poder comparar las resistencias obtenidas en la mezcla patrón y en las mezclas con el aditivo SikaCem® Acelerante PE en sus diferentes dosificaciones para esta sub categoría. Por lo que se tiene el siguiente gráfico:

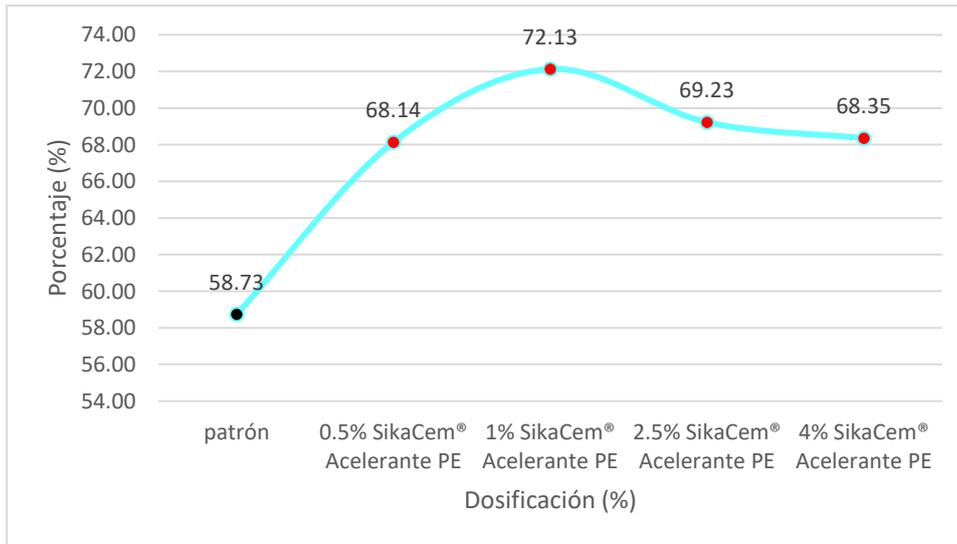


Gráfico 4.5. Resistencia a la compresión a los 3 días en las mezclas de $f'c$ (28 días) 305.70 kg/cm^2 con SikaCem® Acelerante PE

La curva demuestra que todas las resistencias obtenidas en las mezclas de concreto con el aditivo SikaCem® Acelerante PE superan a la resistencia obtenida en la mezcla patrón.

Además, la curva evidencia cierta concavidad donde el punto de inflexión de valores máximos, es el perteneciente a la dosificación de 1 % del aditivo SikaCem® Acelerante PE. Con esta dosificación se obtuvo el mejor desempeño, alcanzando el 72.13 % de la resistencia a compresión, mostrándose un incremento del 13.40 % respecto a la resistencia obtenida en la mezcla patrón.

Influencia al día 4 del aditivo SikaCem® Acelerante PE - $f'c$ (28 días) 305.70 kg/cm^2

Con la información de la Tabla 4.51, se fabricó la curva para comparar las resistencias obtenidas en la mezcla patrón y en las mezclas con el aditivo SikaCem® Acelerante PE en sus diferentes dosificaciones para esta sub categoría. El siguiente gráfico muestra estos resultados.:

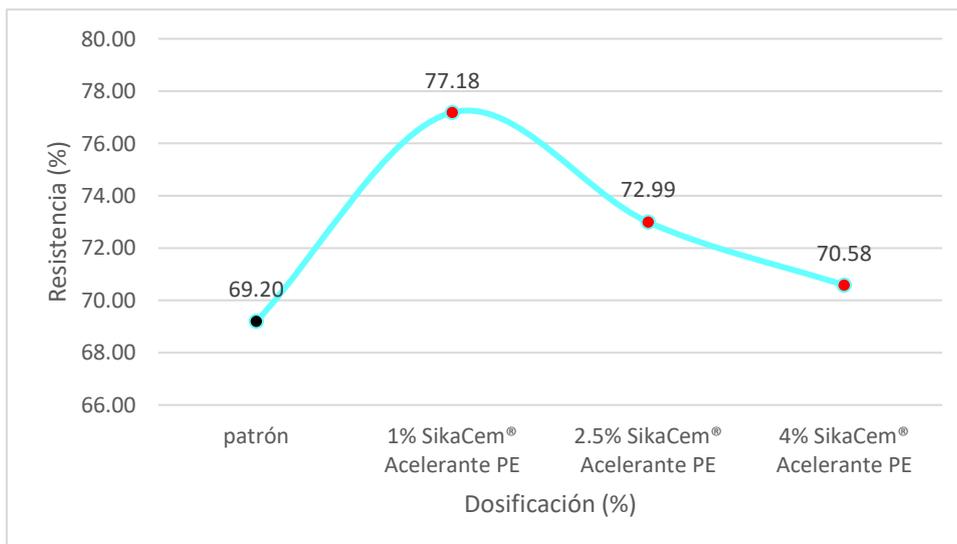


Gráfico 4.6. Resistencia a la compresión a los 4 días en las mezclas de $f'c$ (28 días) 305.70 kg/cm^2 con SikaCem® Acelerante PE

El gráfico demuestra que todas las resistencias obtenidas en las mezclas de concreto con el aditivo SikaCem® Acelerante PE, superan a la resistencia alcanzada en la mezcla patrón.

La curva también evidencia una cierta concavidad donde el punto de inflexión de máximos valores, es el perteneciente a la dosificación de 1 % del aditivo SikaCem® Acelerante PE. Con esta dosificación se obtuvieron los mejores resultados, llegando a alcanzar el 77.18 % de la resistencia a compresión, logrando un incremento del 7.98 % respecto a la mezcla patrón.

Influencia al día 7 del aditivo SikaCem® Acelerante PE - $f'c$ (28 días) 305.70 kg/cm²

Con los valores de la Tabla 4.51, se elaboró la curva para poder comparar las resistencias obtenidas en la mezcla patrón y en las mezclas con el aditivo SikaCem® Acelerante PE en sus diferentes dosificaciones para esta sub categoría. Por lo que se tiene el siguiente gráfico:

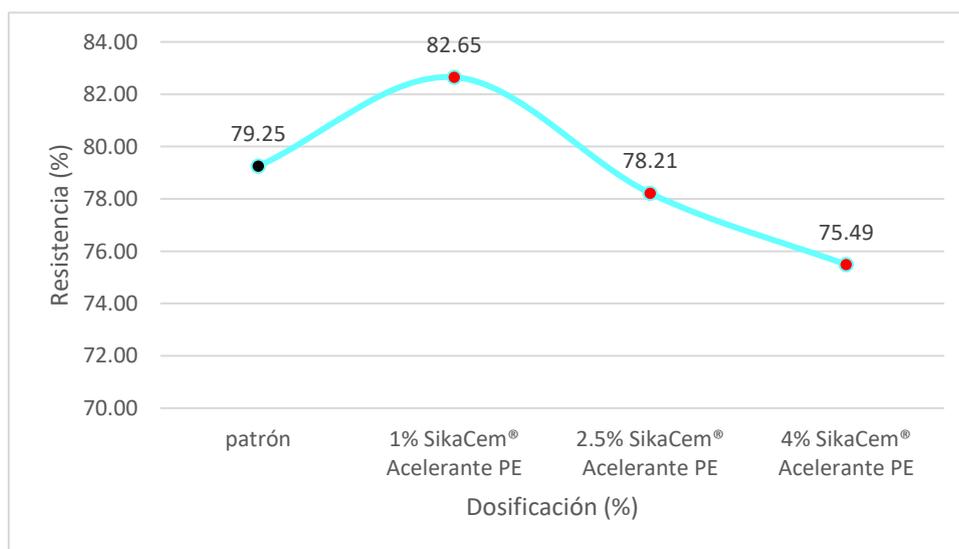


Gráfico 4.7. Resistencia a la compresión a los 7 días en las mezclas de $f'c$ (28 días) 305.70 kg/cm² con SikaCem® Acelerante PE

El gráfico muestra que, con la dosificación de 1 % del aditivo SikaCem Acelerante PE se desarrolló el mejor desempeño de las mezclas con el aditivo, llegando a alcanzar el 82.65 % de la resistencia a compresión, 3.4 % por encima de la resistencia obtenida en la mezcla patrón. Además, fue la única mezcla con aditivo que logró superar la resistencia desarrollada en la mezcla patrón.

Además, se evidenció que, con las dosificaciones del 2.5% y 4%, las resistencias obtenidas fueron menores a la alcanzada en la mezcla patrón, lo cual no sucedió en el análisis de los días anteriores para esta misma sub categoría de mezclas de concreto.

4.2.2 Comparación de la influencia del aditivo Z Fragua #5 en un concreto de $f'c$ (28 días) 305.70 kg/cm²

Ganancia de resistencia a la compresión vs tiempo:

En el siguiente gráfico, se muestran las curvas de ganancia de resistencia a la compresión en porcentaje vs tiempo para las mezclas de concreto con el aditivo Z Fragua #5 para un concreto $f'c$ (28 días) de 305.70 kg/cm².

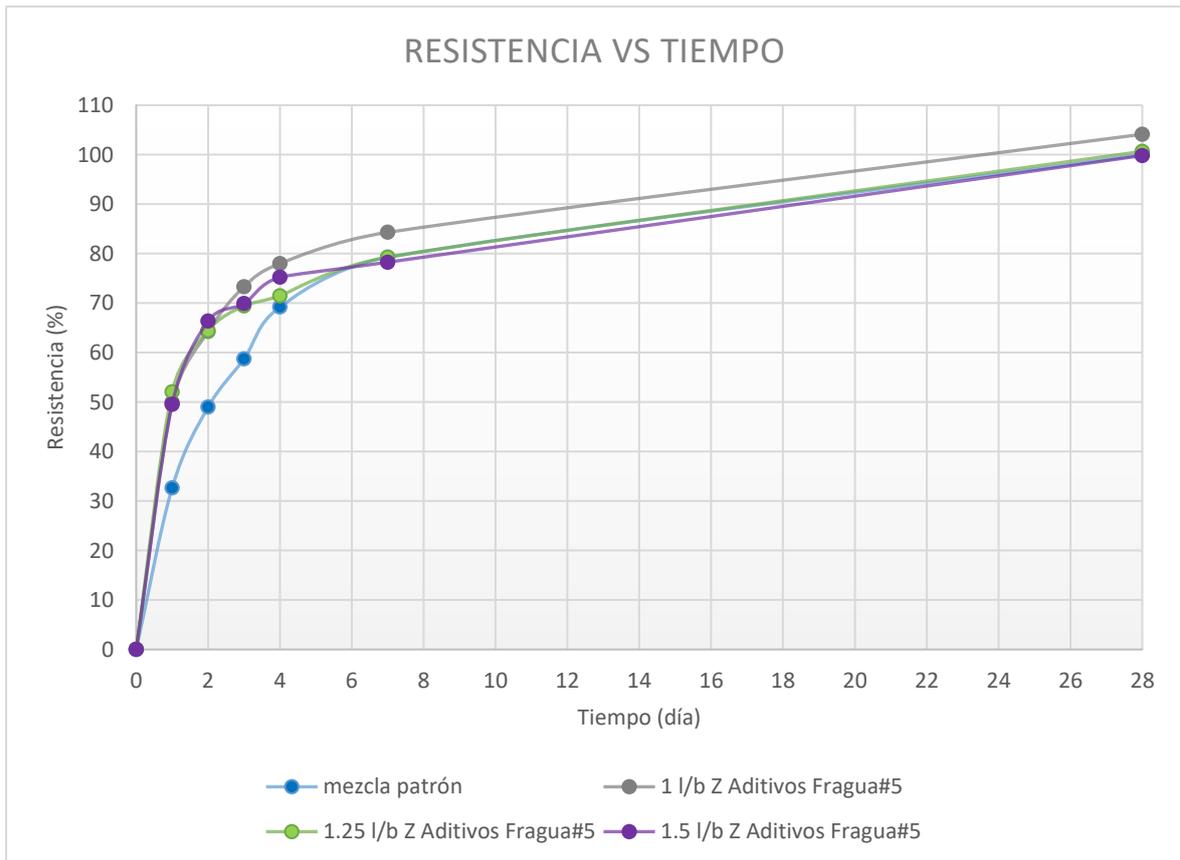


Gráfico 4.8. Ganancia de resistencia a la compresión de la mezcla patrón y mezclas con el aditivo Z Fragua #5 en un concreto de $f'c$ (28 días) 305.70 kg/cm²

Del gráfico se determinó que:

Las curvas de desarrollo de resistencia a la compresión pertenecientes a las mezclas que contienen el aditivo Z Fragua #5 muestran una concavidad más pronunciada en los primeros 4 días analizados, lo que significa que, con todas las dosificaciones estudiadas para este aditivo, se obtienen resistencias superiores a la obtenida en la mezcla patrón.

En el día 1, los valores alcanzados en las curvas correspondientes a las mezclas con las dosificaciones del aditivo son muy cercanos, mostrándose un ligero incremento en la curva de 1.25 lt/bol del aditivo.

Para el día 7 y 28, se mostró que con la dosificación de 1.5 lt/bol del aditivo Z Fragua #5, la curva presenta valores ligeramente inferiores a los de la mezcla patrón, es decir, la resistencia final a los 28 días, se ve afectada de forma mínima para esta dosificación.

La curva perteneciente a la dosificación de 1 lt/bol del aditivo Z Fragua, a partir del día 3 se grafica por encima de las otras curvas, es decir, con esta dosificación se obtienen las resistencias más altas a partir de dicho día.

Comparación en la ganancia de la resistencia:

por medio del gráfico de barras que se muestra a continuación, se comparó la ganancia de resistencia a la compresión en porcentaje de las mezclas con aditivo Z Fragua #5 respecto a la mezcla patrón en un concreto $f'c$ (28 días) de 305.70 kg/cm^2 . Así se tiene

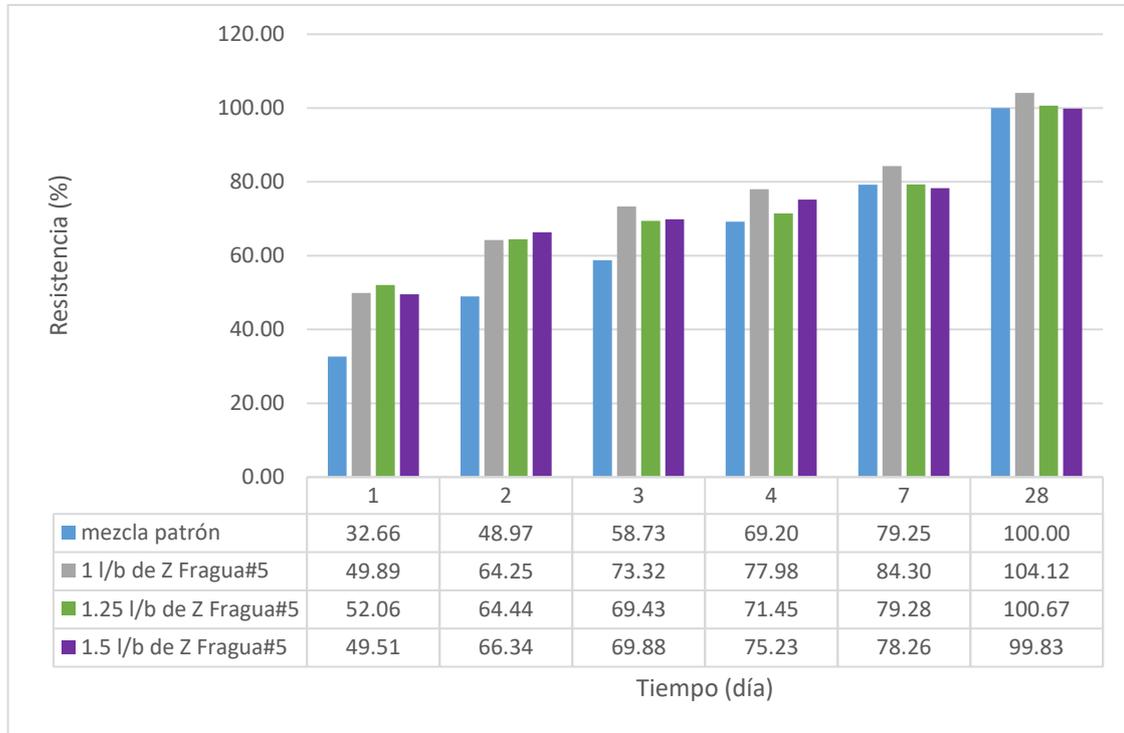


Gráfico 4.9. Comparación de la ganancia de resistencia a la compresión en mezclas de $f'c$ (28 días) 305.70 kg/cm^2 con aditivo Z Fragua #5

Del gráfico anterior se dedujo que para los días 1, 2, 3 y 4, todas las mezclas con aditivo Z Fragua #5 se obtuvieron resistencias superiores a las obtenidas en la mezcla patrón. Sin embargo, para el día 7 con la dosificación de 1.5 lt/bol, las resistencias alcanzadas tienden a ser menores a las obtenidas en la mezcla patrón. Para el día 28 del ensayo, también la mezcla con dosificación de 1.5 lt/bol del aditivo estuvo por debajo del 100% de la resistencia obtenida en la mezcla patrón, con el 99.83% de la resistencia, 0.17% menor que la resistencia de la mezcla patrón.

De ello se concluyó que, el aditivo Z Fragua #5 aumenta las resistencias a edades tempranas, y que la resistencia final a los 28 días prácticamente no se ve afectada.

Al comparar el aditivo SikaCem® Acelerante PE y el aditivo Z Fragua #5 para la calidad de concreto $f'c$ (28 días) 305.70 kg/cm^2 se tiene que, con la mezcla de 1 lt/bol de Z Fragua #5 (Gráfico 4.9), se logró la mayor resistencia alcanzada a los 28 días, la cual alcanzó el 104.12 %. Además de esta mezcla, solo superaron el 100% de la resistencia de la mezcla patrón a los 28 días, las mezclas con 1% de SikaCem® Acelerante PE y la mezcla con 1.25 lt/bol de Z Fragua #5.

Para determinar la influencia del aditivo Z Fragua #5 a edades tempranas de una manera más detallada, fue conveniente realizar un análisis para cada uno de los días ensayados.

Tabla 4.52.

Resistencias de las mezclas con aditivo Z Fragua #5 - $f'c$ (28 días) 305.70 kg/cm²

| Mezclas de $f'c$ (28 días) 305.70 kg/cm ² | | | | | | |
|--|-------|--------|--------|--------|--------|---------|
| | 1 día | 2 días | 3 días | 4 días | 7 días | 28 días |
| patrón | 32.66 | 48.97 | 58.73 | 69.20 | 79.25 | 100.00 |
| 1 l/b Z Fragua #5 | 49.89 | 64.25 | 73.32 | 77.98 | 84.30 | 104.12 |
| 1.25 l/b Z Fragua #5 | 52.06 | 64.44 | 69.43 | 71.45 | 79.28 | 100.67 |
| 1.5 l/b Z Fragua #5 | 49.51 | 66.34 | 69.88 | 75.23 | 78.26 | 99.83 |

Influencia al día 1 del aditivo Z Fragua #5 - $f'c$ (28 días) 305.70 kg/cm²

Con los datos de la Tabla 4.52, se elaboró la curva para poder comparar las resistencias alcanzadas en la mezcla patrón y en las mezclas con el aditivo Z Fragua #5 en sus diferentes dosificaciones para esta sub categoría, como se muestra en el siguiente gráfico:

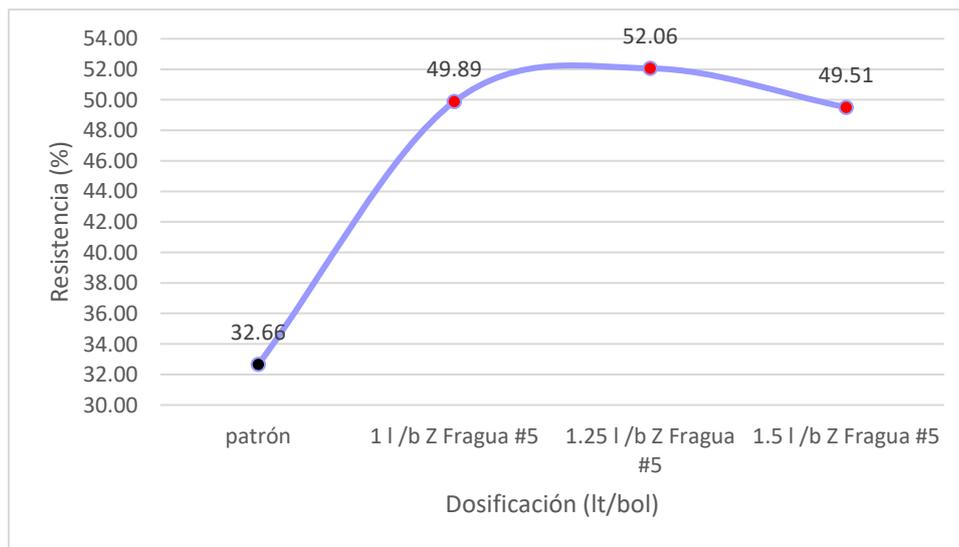


Gráfico 4.10. Resistencia a la compresión a 1 día en las mezclas de $f'c$ (28 días) 305.70 kg/cm² con el aditivo Z Fragua #5

En la curva se observó que todas las resistencias de las mezclas de concreto con el aditivo Z Fragua #5, superan a la resistencia alcanzada en la mezcla patrón.

Además, es notable que la curva presenta cierta concavidad en donde el punto de inflexión de valores máximos, es el que corresponde a la proporción de 1.25 lt/bol del aditivo Z Fragua #5. Con esta dosificación se logró hasta el 52.06 % de la resistencia a la compresión, 19.40 % más que la resistencia alcanzada en la mezcla patrón.

Influencia al día 2 del aditivo Z Fragua #5 - $f'c$ (28 días) 305.70 kg/cm²

Con los valores de la Tabla 4.52, se elaboró la curva para poder comparar las resistencias alcanzadas en la mezcla patrón y en las mezclas con el aditivo Z Fragua #5 en sus diferentes dosificaciones para esta sub categoría. El siguiente gráfico muestra estos resultados:

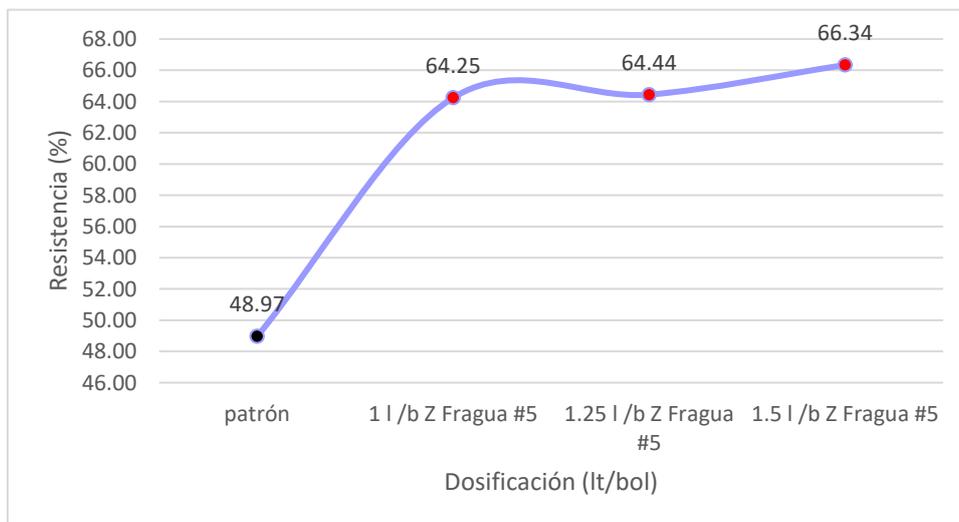


Gráfico 4.11. Resistencia a la compresión a los 2 días en las mezclas de $f'c$ (28 días) 305.70 kg/cm² con el aditivo Z Fragua #5

La curva muestra que todas las mezclas de concreto que incluyen el aditivo acelerante en su composición, alcanzaron resistencias superiores a las obtenidas en la mezcla patrón.

Además, es notable que el incremento de resistencia se logra conforme se incrementa la dosificación del aditivo, llegando a desarrollar el 66.34 % de la resistencia a la compresión con la dosificación de 1.5 lt/bol del aditivo Z Fragua #5, 17.37 % mayor que la resistencia alcanzada en la mezcla patrón.

Influencia al día 3 del aditivo Z Fragua #5 - $f'c$ (28 días) 305.70 kg/cm²

Con los datos de la Tabla 4.52, se elaboró la curva para poder comparar las resistencias alcanzadas en la mezcla patrón y en las mezclas con el aditivo Z Fragua #5 en sus diferentes dosificaciones para esta sub categoría. Por lo que se tiene el siguiente gráfico:

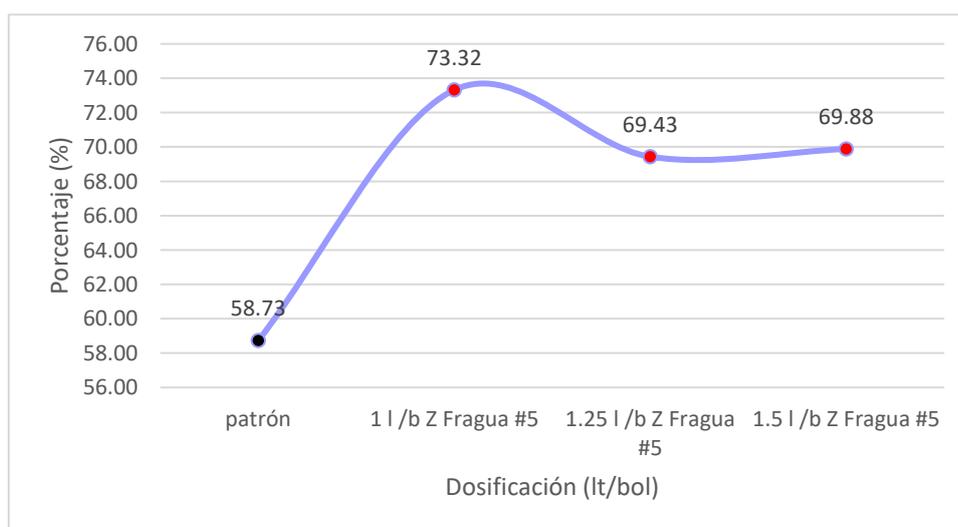


Gráfico 4.12. Resistencia a la compresión a los 3 días en las mezclas de $f'c$ (28 días) 305.70 kg/cm² con el aditivo Z Fragua #5

En primer lugar, la curva evidencio que todas las mezclas de concreto con adición del aditivo Z Fragua #5, desarrollan resistencias superiores a la obtenida en la mezcla patrón.

Además, la curva demuestra que la máxima resistencia alcanzada para el día 3, se obtuvo con la dosificación de 1 lt/bol del aditivo Z Fragua #5, logrando a desarrollar el 73.32 % de la resistencia a compresión, mostrándose un incremento del 14.59 % respecto a la resistencia alcanzada en la mezcla patrón.

También, del grafico se apreció que con las dosificaciones mayores al 1 lt/bol, el aditivo tuvo un comportamiento inestable: con la dosificación de 1.25 lt/bol se obtuvieron resistencias menores a las alcanzadas con el 1 lt/bol y 1.5 lt/bol; y con la dosificación de 1.5 lt/bol se alcanzaron resistencias mayores a las obtenidas con 1.25 lt/bol, pero menores a las obtenidas con 1 lt/bol.

Influencia al día 4 del aditivo Z Fragua #5 - f'c (28 días) 305.70 kg/cm²

Con la información de la Tabla 4.52, se elaboró la curva para poder comparar las resistencias alcanzadas en la mezcla patrón y en las mezclas con el aditivo Z Fragua #5 en sus diferentes dosificaciones para esta sub categoría, como se muestra en el siguiente gráfico:

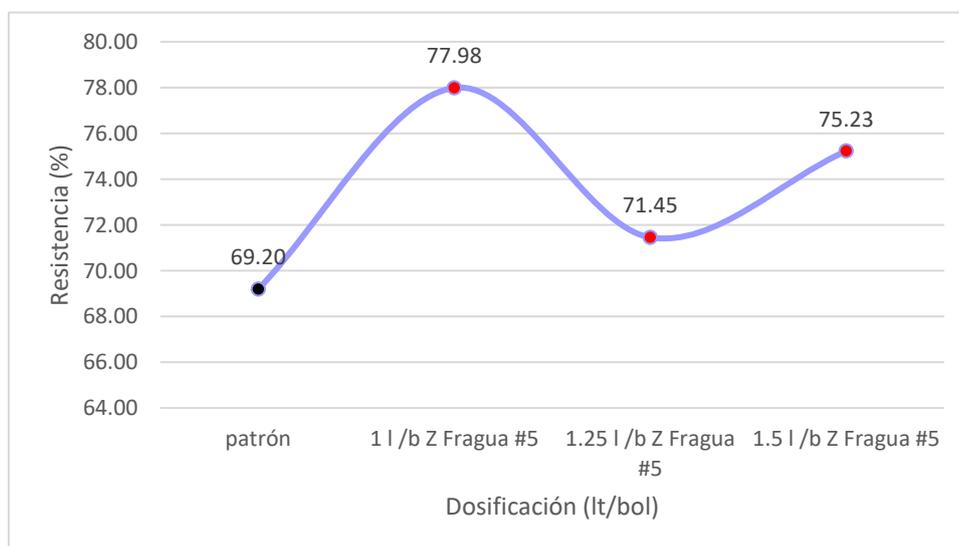


Gráfico 4.13. Resistencia a la compresión a los 4 días en las mezclas de f'c (28 días) 305.70 kg/cm² con el aditivo Z Fragua #5

El grafico evidencio que todas las mezclas de concreto con inclusión del aditivo Z Fragua #5, desarrollan resistencias superiores a la obtenida en la mezcla patrón.

Además, la curva demuestra que la máxima resistencia obtenida para el día 4, se obtuvo con la dosificación de 1 lt/bol del aditivo Z Fragua #5, logrando a desarrollar el 77.98 % de la resistencia a compresión, mostrándose un incremento del 8.78 % respecto a la resistencia obtenida en la mezcla patrón.

También, del grafico se apreció que, con dosificaciones mayores al 1 lt/bol, el aditivo desarrollo un comportamiento inestable: con la dosificación de 1.25 lt/bol se obtuvieron resistencias menores a las alcanzadas con el 1 lt/bol y 1.5 lt/bol; y con la dosificación de 1.5 lt/bol se alcanzaron resistencias mayores a las obtenidas con 1.25 lt/bol, pero menores a las obtenidas con 1 lt/bol.

Influencia al día 7 del aditivo Z Fragua #5 - f'c (28 días) 305.70 kg/cm²

Con los datos de la Tabla 4.52, se elaboró la curva para poder comparar las resistencias alcanzadas en la mezcla patrón y en las mezclas con el aditivo Z Fragua #5 en sus diferentes dosificaciones para esta sub categoría. El siguiente gráfico muestra estos resultados:

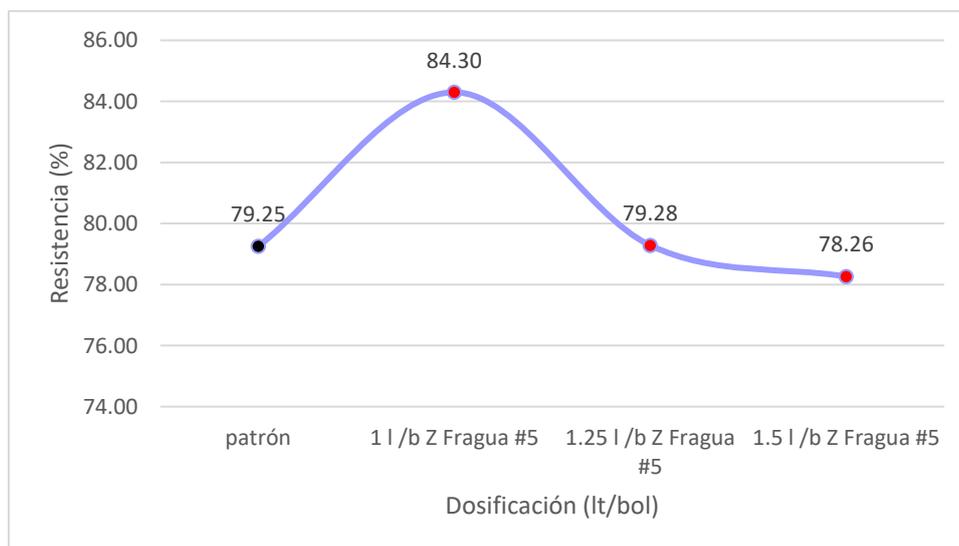


Gráfico 4.14. Resistencia a la compresión a los 7 días en las mezclas de f'c (28 días) 305.70 kg/cm² con el aditivo Z Fragua #5

Del gráfico se concluyó que, con la dosificación de 1 lt/bol del aditivo Z Fragua #5 se alcanzaron los mejores resultados a comparación de las mezclas con otras dosificaciones del aditivo, llegando a alcanzar el 84.30 % de la resistencia a compresión, mostrándose un incremento del 5.05 % respecto a la mezcla patrón.

Además, con la dosificación del 1.25 lt/bol se mostró un incremento en la resistencia insignificante respecto a la mezcla patrón, y con la dosificación de 1.5 lt/bol la resistencia fue menor que esta, lo cual no aconteció en el análisis de los días anteriores para esta misma subcategoría.

4.2.3 Comparación de la influencia del aditivo SikaCem® Acelerante PE en un concreto de f'c (28días) 366.63 kg/cm²

Ganancia de resistencia a la compresión vs tiempo:

El gráfico siguiente, muestra las curvas de ganancia de resistencia a la compresión en porcentaje vs tiempo para las mezclas de concreto con el aditivo SikaCem® Acelerante PE para un concreto f'c (28 días) de 366.63 kg/cm².

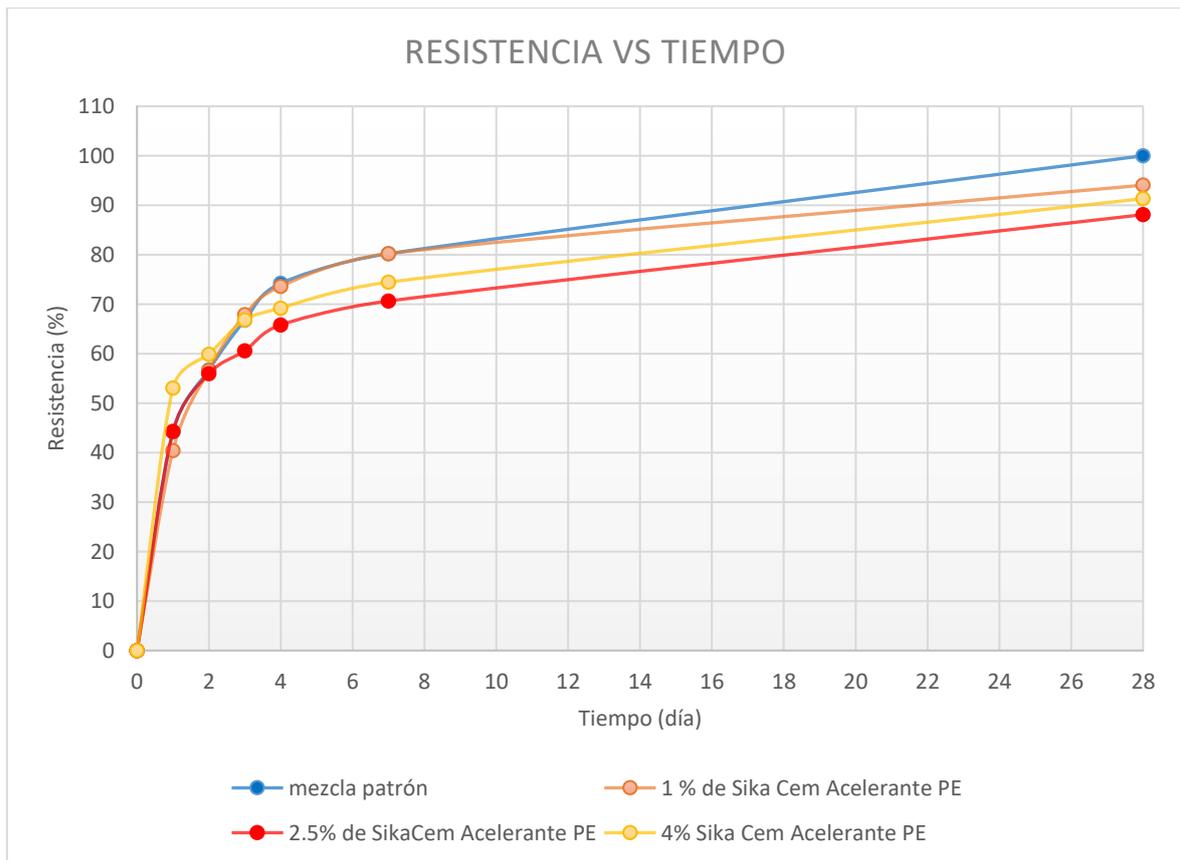


Gráfico 4.15. Ganancia de resistencia a la compresión de la mezcla patrón y mezclas con el aditivo SikaCem® Acelerante PE en un concreto de $f'c$ (28 días) 366.63 kg/cm^2

Del gráfico se evidencio lo siguiente:

Solo en los dos primeros días de ensayo, se muestra un incremento de resistencia con la dosificación del 4 % del aditivo SikaCem® Acelerante PE; para las otras dosificaciones las curvas prácticamente se superponen.

A partir del día 4 de ensayo, las curvas de desarrollo de resistencia a la compresión pertenecientes a las mezclas que contienen el aditivo SikaCem® Acelerante PE se encuentran por debajo de la curva de la mezcla patrón.

La curva perteneciente a la dosificación del 1 % del aditivo SikaCem® Acelerante PE, a partir del día 3 se encuentra por encima del resto de curvas que corresponden a las otras dosificaciones del aditivo, sin embargo, para el día 28, su valor es inferior al de la mezcla patrón.

Para el día 28, todas las curvas de las mezclas con dosificaciones del aditivo SikaCem® Acelerante PE, presentan valores inferiores al de la mezcla patrón., es decir, la influencia del aditivo afecto la resistencia final de la mezcla. Por lo que se pudo inferir que el desempeño del aditivo para esta calidad de resistencia, fue muy pobre.

Comparación en la ganancia de la resistencia:

Mediante el gráfico de barras que se muestra a continuación, se comparó la ganancia de resistencia a la compresión en porcentaje de las mezclas con aditivo SikaCem® Acelerante PE respecto a la mezcla patrón en un concreto $f'c$ (28 días) de 366.63 kg/cm^2 . Así se tiene:

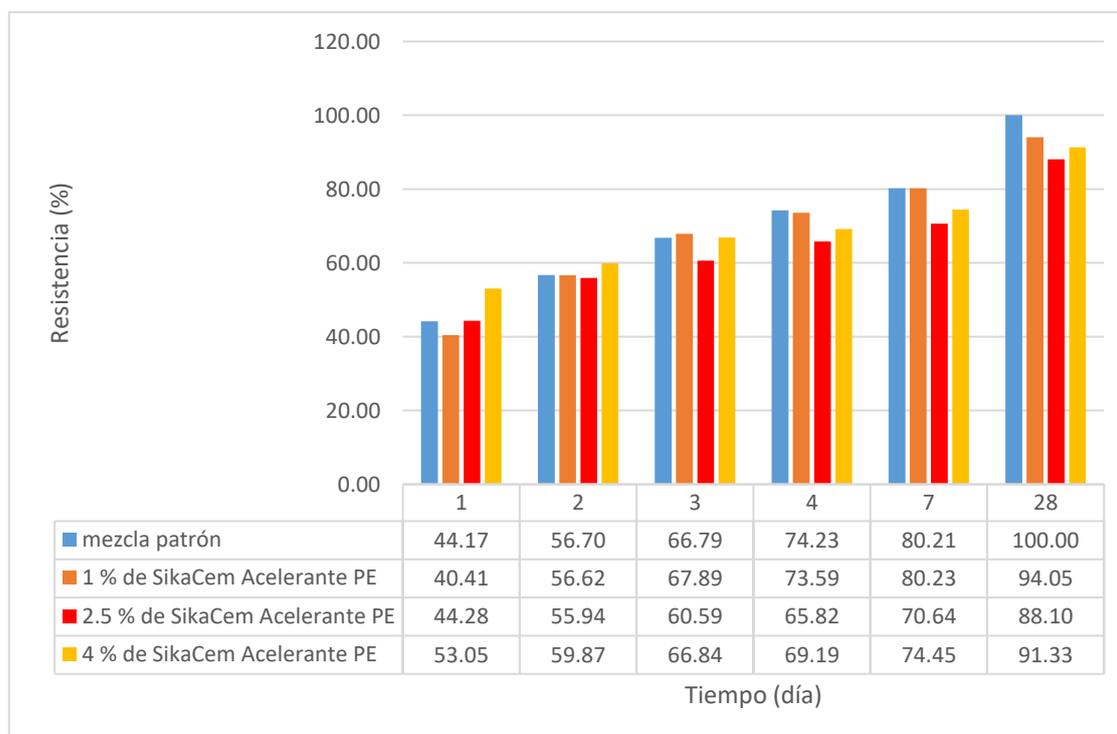


Gráfico 4.16. Comparación de la ganancia de resistencia a la compresión en mezclas de $f'c$ (28 días) 366.63 kg/cm^2 con aditivo SikaCem® Acelerante PE

Del gráfico anterior se evidenció que la influencia del aditivo para esta resistencia de concreto no fue la mejor. Solo con la dosificación del 1% se alcanzaron los valores más cercanos o superiores a los obtenidos con la mezcla patrón para los diferentes días de ensayo, a excepción del primer día.

De ello se concluyó que, el aditivo SikaCem® Acelerante PE para la resistencia $f'c$ (28 días) 366.63 kg/cm^2 no logró tener una influencia positiva sobre la resistencia a la compresión del concreto en edades tempranas, además que la resistencia a los 28 días se vio afectada.

Esto podría haber sucedido tal vez por las condiciones climáticas, o porque el aditivo tiene un comportamiento diferente al ser empleado en resistencias a la compresión de este grado. Por ello se recomienda profundizar el estudio del aditivo para diferentes $f'c$ en diferentes condiciones climáticas.

Para determinar la influencia del aditivo SikaCem® Acelerante PE a edades tempranas de una manera más precisa, fue conveniente realizar un análisis para cada uno de los días ensayados.

Tabla 4.53.

Resistencias de las mezclas con aditivo SikaCem® Acelerante PE - $f'c$ (28 días) 366.63 kg/cm²

| Mezclas de $f'c$ (28 días) 366.63 kg/cm ² | | | | | | |
|--|-------|--------|--------|--------|--------|---------|
| | 1 día | 2 días | 3 días | 4 días | 7 días | 28 días |
| patrón | 44.17 | 56.70 | 66.79 | 74.23 | 80.21 | 100.00 |
| 1% SikaCem® Acelerante PE | 40.41 | 56.62 | 67.89 | 73.59 | 80.23 | 94.05 |
| 2.5% SikaCem® Acelerante PE | 44.28 | 55.94 | 60.59 | 65.82 | 70.64 | 88.10 |
| 4% SikaCem® Acelerante PE | 53.05 | 59.87 | 66.84 | 69.19 | 74.45 | 91.33 |

Influencia al día 1 del aditivo SikaCem® Acelerante PE - $f'c$ (28 días) 366.63 kg/cm²:

Con los valores de la Tabla 4.53, se creó la curva para poder comparar las resistencias alcanzadas en la mezcla patrón y en las mezclas con el aditivo SikaCem® Acelerante PE en sus diferentes dosificaciones para esta sub categoría. En el siguiente gráfico se muestran dichos valores:

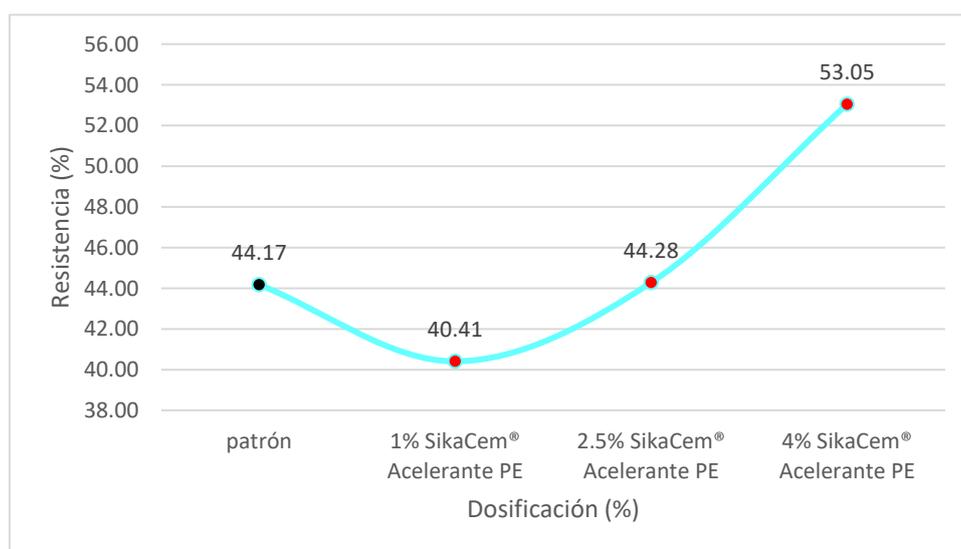


Gráfico 4.17. Resistencia a la compresión a 1 día en las mezclas de $f'c$ (28 días) 366.63 kg/cm² con SikaCem® Acelerante PE

La curva demuestra que conforme es incrementada la dosificación del aditivo, la resistencia a la compresión también es aumentada.

Sin embargo, del grafico también se resalta que los resultados obtenidos con la proporción de 1 % del aditivo SikaCem® Acelerante PE no logran superar a la resistencia obtenida en la mezcla patrón, y con la dosificación del 2.5 % del aditivo, el incremento de resistencia respecto a la mezcla patrón es insignificante.

Solo para la dosificación del 4% del aditivo, si se presentó un incremento en la resistencia de hasta el 8.88 % respecto a la resistencia desarrollada en la mezcla patrón.

Influencia al día 2 del aditivo SikaCem® Acelerante PE - $f'c$ (28 días) 366.63 kg/cm²

Con la información de la Tabla 4.53, se creó la curva para poder comparar las resistencias alcanzadas en la mezcla patrón y en las mezclas con el aditivo SikaCem® Acelerante PE en sus diferentes dosificaciones para esta sub categoría, como se muestra en el siguiente gráfico:

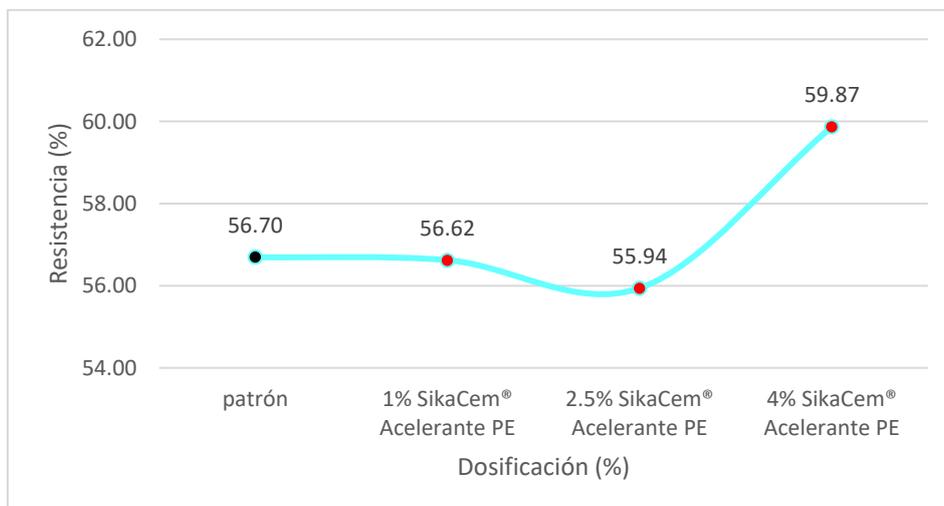


Gráfico 4.18. Resistencia a la compresión a los 2 días en las mezclas de $f'c$ (28 días) 366.63

kg/cm^2 con SikaCem® Acelerante PE

La curva demuestra que la máxima resistencia alcanzada para el día 2, se logra con la dosificación del 4 % del aditivo, logrando un incremento del 3.17 % respecto a la resistencia obtenida en la mezcla patrón, lo cual no representa un porcentaje significativo de ganancia en la resistencia. Además, las resistencias alcanzadas para las otras dosificaciones fueron inferiores a la obtenida en la mezcla patrón.

De ello se puede decir que, el empleo del aditivo para este nivel de resistencia, empieza a evidenciar una poca influencia en la ganancia de resistencia a edades tempranas.

Influencia al día 3 del aditivo SikaCem® Acelerante PE - $f'c$ (28 días) 366.63 kg/cm^2

Con los valores de la Tabla 4.53, se creó la curva para poder comparar las resistencias alcanzadas en la mezcla patrón y en las mezclas con el aditivo SikaCem® Acelerante PE en sus diferentes dosificaciones para esta sub categoría. En el siguiente gráfico se muestran dichos valores:

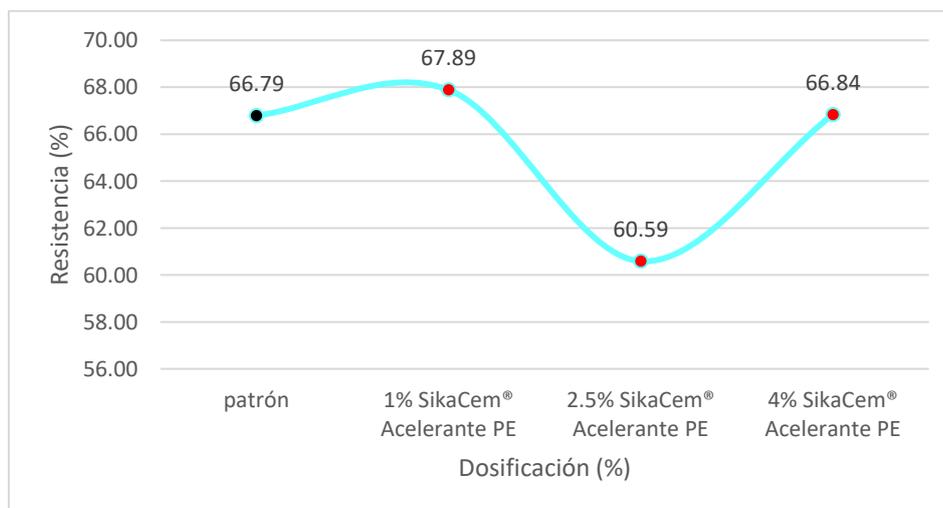


Gráfico 4.19. Resistencia a la compresión a los 3 días en las mezclas de $f'c$ (28 días) 366.63

kg/cm^2 con SikaCem® Acelerante PE

El gráfico muestra que, con la dosificación de 1 % del aditivo SikaCem Acelerante PE se desarrolló el mejor desempeño a comparación de las mezclas con otras dosificaciones del aditivo, llegando a alcanzar el 67.89 % de la resistencia a compresión, 1.10 % por encima de la resistencia alcanzada en la mezcla patrón.

Además, con la dosificación del 2.5 % se obtuvo una resistencia inferior a la obtenida en la mezcla patrón, y con la dosificación del 4 % se mostró un incremento insignificante.

También se evidencio que, con las dosificaciones mayores al 1 %, el aditivo tuvo un comportamiento inestable: con la dosificación de 2.5 % se obtuvieron resistencias menores a las alcanzadas con el 1 % y 4%; y con la dosificación de 4% se alcanzaron resistencias mayores a los obtenidos con 2.5 %, pero menores a los obtenidos con 1 %.

Es importante señalar que, para esta subcategoría se obtuvieron las resistencias más bajas a los 28 días, como se indicó en el Grafico 4.16, donde ninguna mezcla con las diferentes dosificaciones del aditivo, alcanzo superar el 100% de la resistencia de la mezcla patrón a los 28 días.

Partiendo de lo antes señalado, es notorio que el efecto de este aditivo para la resistencia requerida de esta subcategoría ($f'c = 366.63 \text{ kg/cm}^2$) es muy pobre e inestable.

Influencia al día 4 del aditivo SikaCem® Acelerante PE - $f'c$ (28 días) 366.63 kg/cm^2

Con la información de la Tabla 4.53, se creó la curva para poder comparar las resistencias alcanzadas en la mezcla patrón y en las mezclas con el aditivo SikaCem® Acelerante PE en sus diferentes dosificaciones para esta sub categoría. El siguiente gráfico muestra dichos valores:

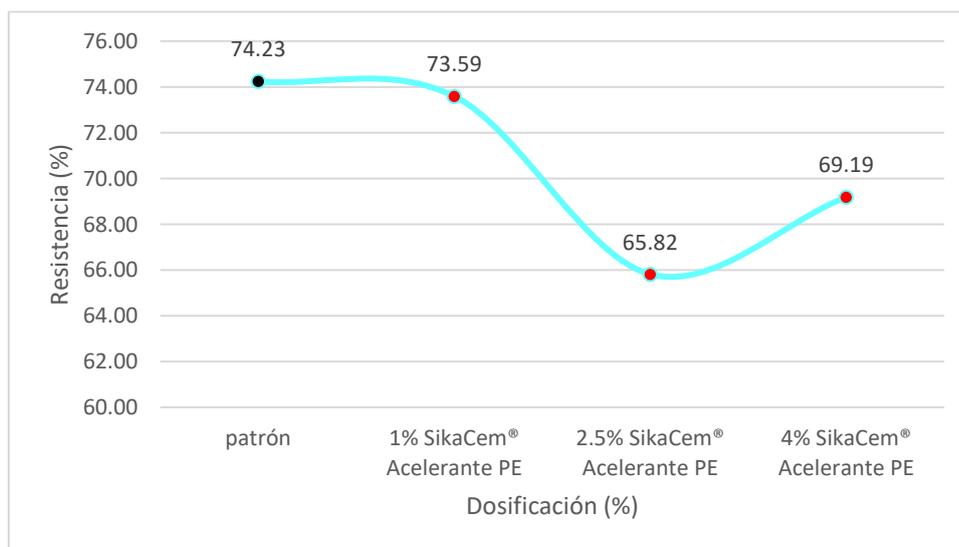


Gráfico 4.20. Resistencia a la compresión a los 4 días en las mezclas de $f'c$ (28 días) 366.63 kg/cm^2 con SikaCem® Acelerante PE

El grafico muestra que ninguna resistencia obtenida de las mezclas que contienen el aditivo SikaCem Acelerante PE pudo superar la resistencia alcanzada en la mezcla patrón, sin embargo, la mezcla con la dosificación de 1 % del aditivo SikaCem Acelerante PE obtuvo el mejor desempeño a comparación de las mezclas con otras dosificaciones del aditivo, llegando a alcanzar el 73.59 % de la resistencia a compresión, porcentaje que está por debajo un 0.64% respecto a la mezcla patrón.

También se evidencio que, para las dosificaciones mayores al 1 %, el aditivo tiene un comportamiento inestable: con la dosificación de 2.5 % se obtuvieron resistencias menores a las alcanzadas con el 1 % y 4%; y con la dosificación de 4% se alcanzaron resistencias mayores a los obtenidos con 2.5 %, pero menores a los obtenidos con 1 %.

Como se indicó en el análisis para el día 3, el efecto de este aditivo para la resistencia requerida de esta subcategoría ($f^c = 366.63 \text{ kg/cm}^2$) es muy pobre e inestable.

Influencia al día 7 del aditivo SikaCem® Acelerante PE - f^c (28 días) 366.63 kg/cm^2

Con los valores de la Tabla 4.53, se creó la curva para comparar las resistencias alcanzadas en la mezcla patrón y en las mezclas con el aditivo SikaCem® Acelerante PE en sus diferentes dosificaciones para esta sub categoría. En el siguiente gráfico se muestran dichos valores:

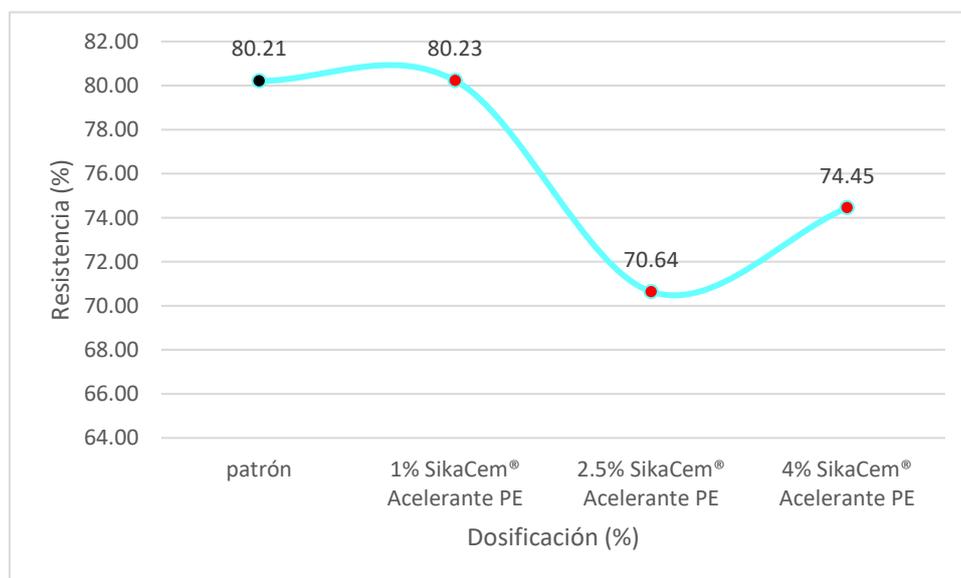


Gráfico 4.21. Resistencia a la compresión a los 7 días en las mezclas de f^c (28 días) 366.63 kg/cm^2 con SikaCem® Acelerante PE

El gráfico muestra que, con la dosificación de 1 % del aditivo SikaCem Acelerante PE se desarrolló el mejor desempeño respecto a las mezclas con otras dosificaciones del aditivo, llegando a alcanzar el 80.23 % de la resistencia a compresión, sin embargo, solo muestra un incremento insignificante respecto a la resistencia obtenida en la mezcla patrón.

También se evidenció que con las dosificaciones mayores al 1 %, las resistencias obtenidas no superaron a la resistencia alcanzada en la mezcla patrón, y que para estas dosificaciones se presenta un comportamiento inestable: con la dosificación de 2.5 lt/bol se obtuvieron resistencias menores a las alcanzadas con el 1 % y 4%; y con la dosificación de 4% se alcanzan resistencias mayores a los obtenidos con 2.5 %, pero menores a los obtenidos con 1 %.

Como se viene señalando en el análisis de los días anteriores, el efecto de este aditivo para la resistencia requerida de esta subcategoría ($f^c = 366.63 \text{ kg/cm}^2$) es muy pobre e inestable.

4.2.4 Comparación de la influencia del aditivo Z Fragua #5 en un concreto de f^c (28 días) 366.63 kg/cm^2

Ganancia de resistencia a la compresión vs tiempo:

En el siguiente gráfico, se muestran las curvas de ganancia de resistencia a la compresión en porcentaje vs tiempo para las mezclas de concreto con el aditivo Z Fragua #5 para un concreto f^c (28 días) de 366.63 kg/cm^2 .

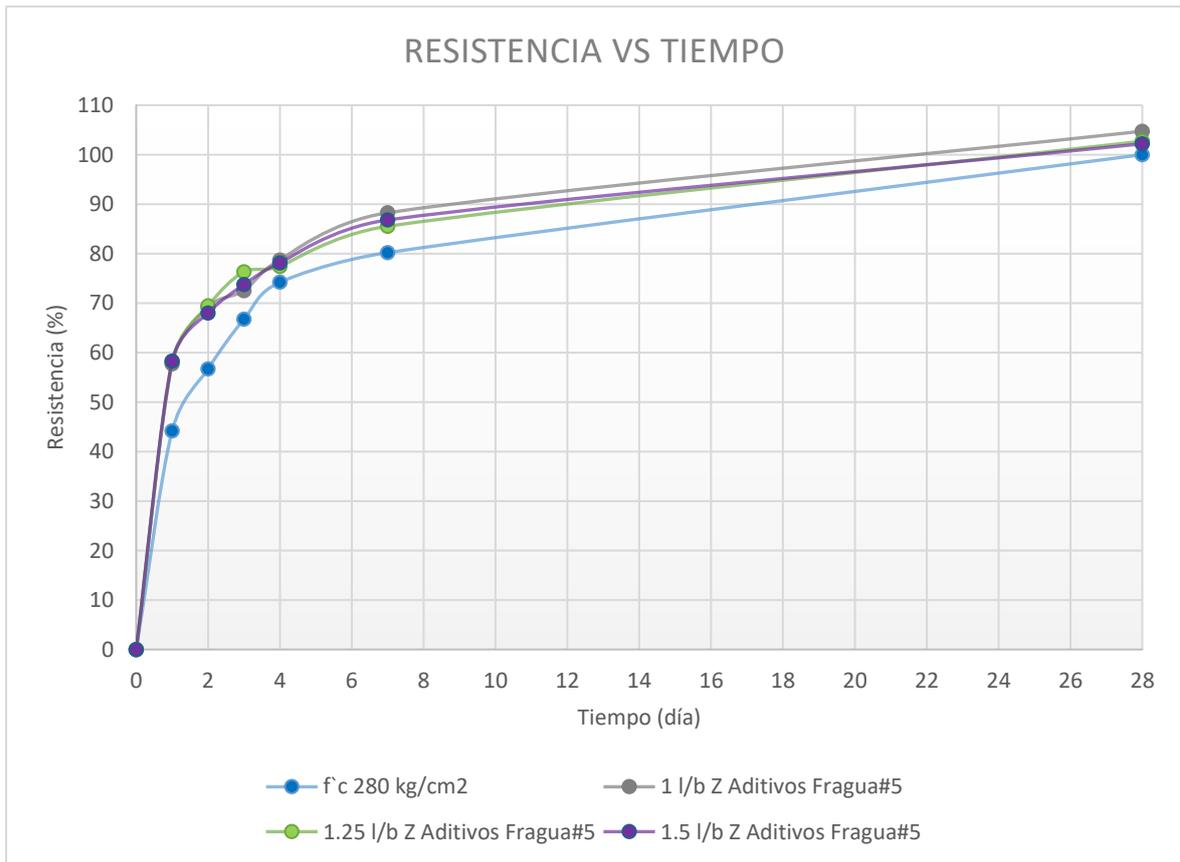


Gráfico 4.22. Ganancia de resistencia a la compresión de la mezcla patrón y mezclas con el aditivo Z Fragua #5 en un concreto de $f'c$ (28 días) 366.63 kg/cm^2

Las curvas de desarrollo de resistencia a la compresión pertenecientes a las mezclas que contienen el aditivo Z Fragua #5 muestran una concavidad más pronunciada en los primeros 4 días analizados, lo que significa que, con todas las dosificaciones estudiadas para este aditivo, se obtienen resistencias superiores a la obtenida en la mezcla patrón.

Para el día 1 las curvas con dosificaciones del aditivo, prácticamente se superponen, es decir los valores de resistencia alcanzados para este día son similares al usar cualquier dosificación.

Para los días 2 y 3, se mostró que la curva con la dosificación del 1.25 lt/bol del aditivo presenta valores superiores a los de las otras curvas, sin embargo, a partir del día 7 la curva perteneciente al 1 lt/bol del aditivo es la que se encuentra por encima del resto de curvas.

Para los días 7 y 28, se mostró que las curvas con dosificaciones del aditivo Z Fragua #5 se siguen manteniendo por encima de la curva de la mezcla patrón, es decir, para cualquiera de las dosificaciones estudiadas del aditivo no se vio afectada la resistencia en ningún día.

Comparación en la ganancia de la resistencia:

Mediante el gráfico de barras que se muestra a continuación, se comparó la ganancia de resistencia a la compresión en porcentaje de las mezclas con aditivo Z Fragua #5 respecto a la mezcla patrón en un concreto $f'c$ (28 días) de 366.63 kg/cm^2 . Así se tiene:

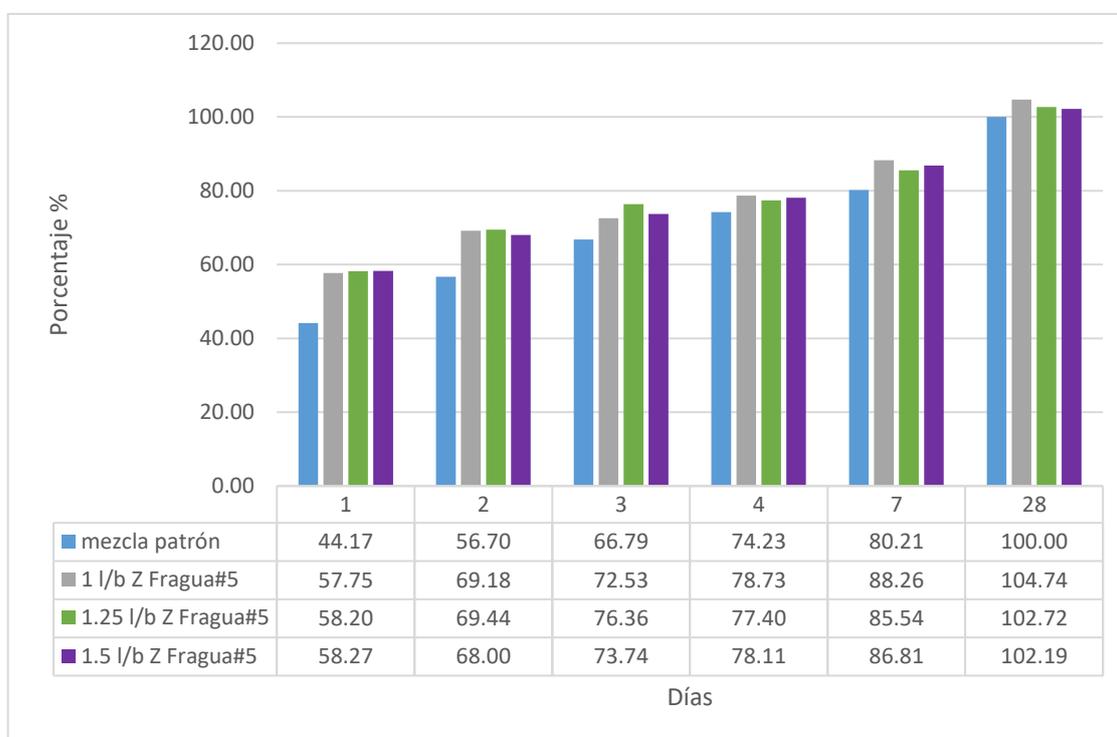


Gráfico 4.23. Comparación de la ganancia de resistencia a la compresión en mezclas de $f'c$ (28 días) 366.63 kg/cm^2 con aditivo Z Fragua #5

Del gráfico anterior se dedujo que para los días 1, 2, 3 y 4, todas las mezclas con aditivo Z Fragua #5 se obtuvieron resistencias superiores a las obtenidas en la mezcla patrón. Así mismo, para el día 7 y 28 del ensayo se observó un incremento de la resistencia, por lo que la resistencia final no se vio afectada., llegándose a desarrollar una resistencia de hasta 104.74% en la resistencia a los 28 días con la dosificación de 1 lt/bol.

De ello se concluyó que, el aditivo Z Fragua #5 aumenta las resistencias a edades tempranas, y que la resistencia final no es afectada para este grado de resistencia.

Al comparar el aditivo SikaCem® Acelerante PE con el aditivo Z Fragua #5 para la calidad de concreto de $f'c$ (28 días) 366.63 kg/cm^2 , se observó que la máxima resistencia obtenida a los 28 días fue con la mezcla de 1 lt/bol de Z Fragua #5 (Gráfico 4.23), la cual logro el 104.74 %. Además de esta mezcla, solo excedieron el 100% de la resistencia de la mezcla patrón a los 28 días, las mezclas con 1.25 lt/bol de Z Fragua #5 y la mezcla con 1.5 lt/bol de Z Fragua #5.

De todos los casos estudiados anteriormente, de forma general, se concluyó que los aditivos acelerantes incrementan la resistencia a la compresión a edades tempranas, pero que la resistencia a los 28 días podría verse afectada.

Para determinar la influencia del aditivo Z Fragua #5 a edades tempranas de una manera más precisa, fue conveniente realizar un análisis para cada uno de los días ensayados.

Tabla 4.54.

Resistencias de las mezclas con aditivo Z Fragua #5 - $f'c$ (28 días) 366.63 kg/cm²

| Mezclas de $f'c$ (28 días) 366.63 kg/cm ² | | | | | | |
|--|-------|--------|--------|--------|--------|---------|
| | 1 día | 2 días | 3 días | 4 días | 7 días | 28 días |
| patrón | 44.17 | 56.70 | 66.79 | 74.23 | 80.21 | 100.00 |
| 1 l/b Z Fragua #5 | 57.75 | 69.18 | 72.53 | 78.73 | 88.26 | 104.74 |
| 1.25 l/b Z Fragua #5 | 58.20 | 69.44 | 76.36 | 77.40 | 85.54 | 102.72 |
| 1.5 l/b Z Fragua #5 | 58.27 | 68.00 | 73.74 | 78.11 | 86.81 | 102.19 |

Influencia al día 1 del aditivo Z Fragua #5 - $f'c$ (28 días) 366.63 kg/cm²

Con los datos de la Tabla 4.54, se elaboró la curva para poder comparar las resistencias alcanzadas en la mezcla patrón y en las mezclas con el aditivo Z Fragua #5 en sus diferentes dosificaciones para esta sub categoría, como se muestra en el siguiente gráfico:

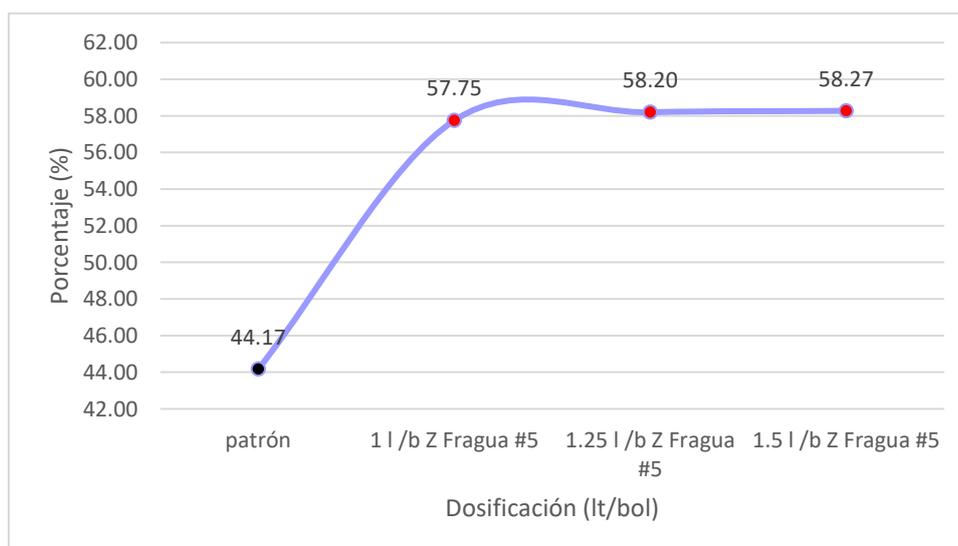


Gráfico 4.24. Resistencia a la compresión a 1 día en las mezclas de $f'c$ (28 días) 366.63 kg/cm² con el aditivo Z Fragua #5

Del gráfico se observa que todas las mezclas de concreto con el aditivo Z Fragua #5 superan a la resistencia obtenida en la mezcla patrón.

En la curva se aprecia un incremento de la resistencia a la compresión conforme se incrementa la proporción del aditivo en la mezcla; sin embargo, las resistencias alcanzadas en las mezclas que contienen el aditivo en muy similar, por lo que el empleo de una dosificación diferente no generó un mayor incremento respecto a otra dosificación.

La dosificación del 1.5 lt/bol del aditivo Z Fragua #5 fue la que desarrolló la resistencia máxima para este día, alcanzando valores de hasta el 58.27 % de la resistencia, 14.1 % mayor que la resistencia obtenida en la mezcla patrón.

Influencia al día 2 del aditivo Z Fragua #5 - f'c (28 días) 366.63 kg/cm²

Con los valores de la Tabla 4.54, se elaboró la curva para poder comparar las resistencias alcanzadas en la mezcla patrón y en las mezclas con el aditivo Z Fragua #5 en sus diferentes dosificaciones para esta sub categoría. El siguiente gráfico muestra estos resultados:

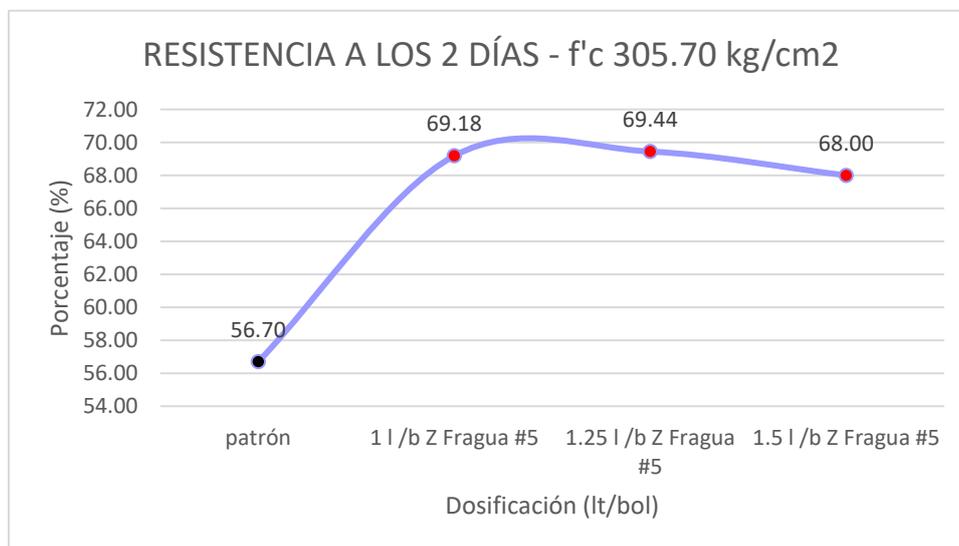


Gráfico 4.25. Resistencia a la compresión a los 2 días en las mezclas de f'c (28 días) 366.63 kg/cm² con el aditivo Z Fragua #5

Del gráfico se observó que todas las mezclas de concreto con el aditivo Z Fragua #5 superan a la resistencia obtenida en la mezcla patrón.

En la curva se aprecia que las resistencias alcanzadas en las mezclas que contienen aditivo, alcanzan valores muy próximos entre sí, y que la dosificación del 1.25 lt/bol del aditivo Z Fragua #5 fue la que desarrolló la resistencia máxima para este día, alcanzando valores de hasta el 69.44 % de la resistencia, 12.74 % mayor que la resistencia obtenida en la mezcla patrón.

Influencia al día 3 del aditivo Z Fragua #5 - f'c (28 días) 366.63 kg/cm²

Con los datos de la Tabla 4.54, se elaboró la curva para poder comparar las resistencias alcanzadas en la mezcla patrón y en las mezclas con el aditivo Z Fragua #5 en sus diferentes dosificaciones para esta sub categoría. Por lo que se tiene el siguiente gráfico:

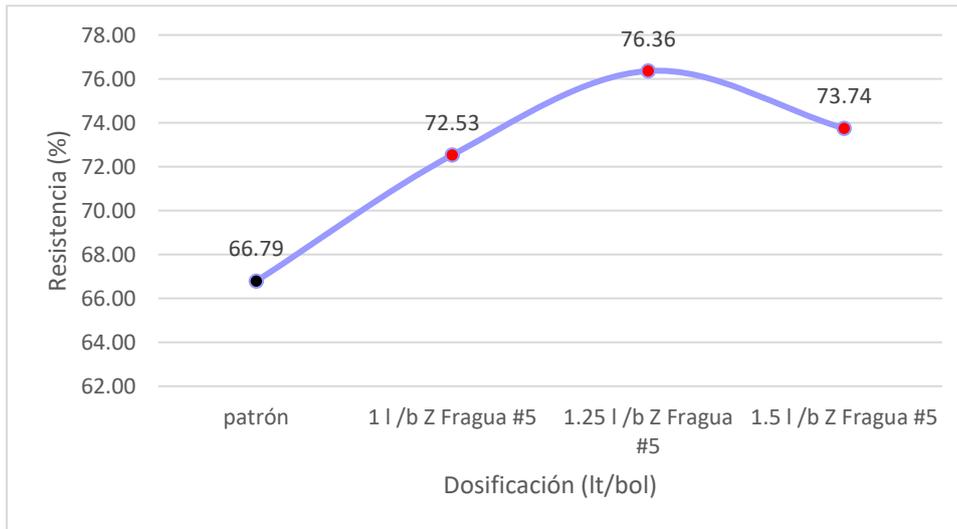


Gráfico 4.26. Resistencia a la compresión a los 3 días en las mezclas de $f'c$ (28 días) 366.63

kg/cm^2 con el aditivo Z Fragua #5

Del gráfico se demuestra que todas las resistencias obtenidas en las mezclas de concreto que incluyen al aditivo Z Fragua #5, superan a la resistencia alcanzada en la mezcla patrón.

La curva presenta cierta concavidad donde el punto de inflexión de máximos valores, es el que corresponde a la dosificación de 1.25 lt/bol del aditivo Z Fragua #5. Con esta dosificación se obtuvieron los resultados más óptimos a comparación de las mezclas con otras dosificaciones del aditivo, desarrollando hasta el 76.36 % de la resistencia a la compresión, con un incremento del 9.57 % respecto a la mezcla patrón.

Influencia al día 4 del aditivo Z Fragua #5 - $f'c$ (28 días) 366.63 kg/cm^2

Con la información de la Tabla 4.54, se elaboró la curva para poder comparar las resistencias alcanzadas en la mezcla patrón y en las mezclas con el aditivo Z Fragua #5 en sus diferentes dosificaciones para esta sub categoría, como se muestra en el siguiente gráfico:

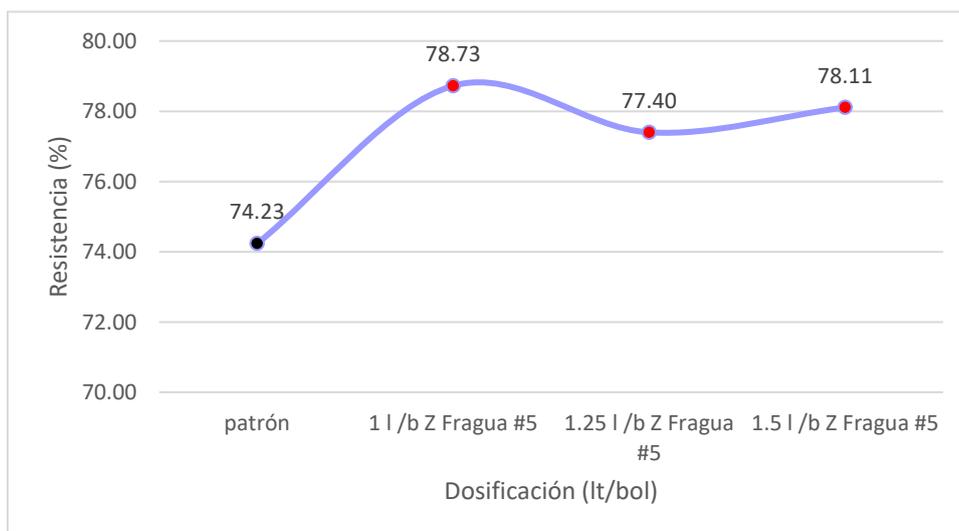


Gráfico 4.27. Resistencia a la compresión a los 4 días en las mezclas de $f'c$ (28 días) 366.63

kg/cm^2 con el aditivo Z Fragua #5

Del gráfico se demuestra que todas las resistencias obtenidas en las mezclas de concreto que incluyen al aditivo Z Fragua #5, superan a la resistencia alcanzada en la mezcla patrón.

La curva indica que con la dosificación de 1 lt/bol del aditivo Z Fragua #5 se obtuvieron los resultados más óptimos a comparación de las mezclas con otras dosificaciones del aditivo, llegando a desarrollar hasta el 78.73 % de la resistencia a compresión, logrando un incremento del 4.50 % respecto a la mezcla patrón.

También se evidencio que, para las dosificaciones mayores al 1 lt/bol, el aditivo tiene un comportamiento inestable: con la dosificación de 1.25 lt/bol se obtuvieron resistencias menores a las alcanzadas con el 1 lt/bol y 1.5 lt/bol; y con la dosificación de 1.5 lt/bol se alcanzaron resistencias mayores a las obtenidas con 1.25 lt/bol, pero menores a las obtenidas con 1 lt/bol.

Influencia al día 7 del aditivo Z Fragua #5 - $f'c$ (28 días) 366.63 kg/cm²

Con los datos de la Tabla 4.54, se elaboró la curva para poder comparar las resistencias alcanzadas en la mezcla patrón y en las mezclas con el aditivo Z Fragua #5 en sus diferentes dosificaciones para esta sub categoría. El siguiente gráfico muestra estos resultados:

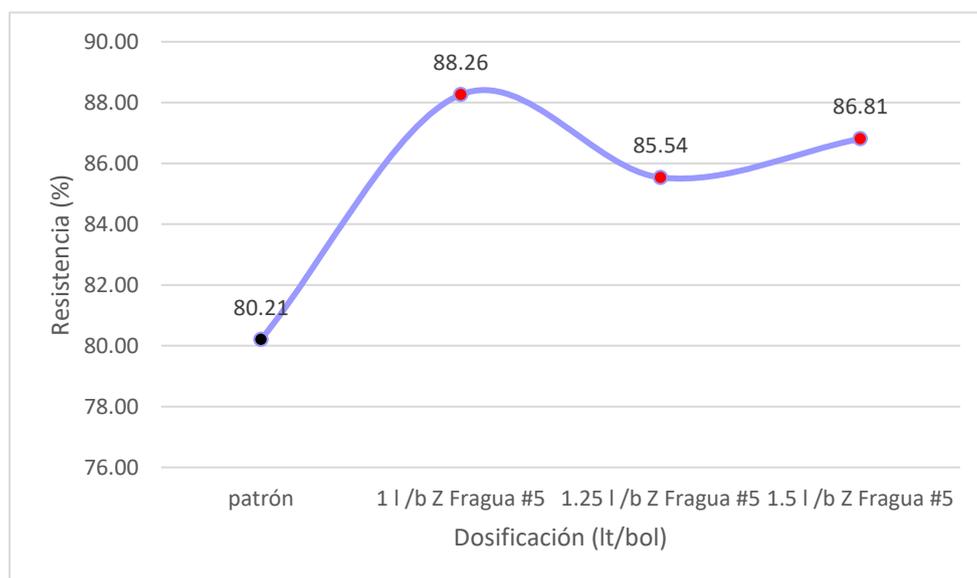


Gráfico 4.28. Resistencias a la compresión a los 7 días en las mezclas de $f'c$ (28 días) 366.63 kg/cm² con el aditivo Z Fragua #5

Del gráfico se demuestra que todas las resistencias obtenidas en las mezclas de concreto que incluyen al aditivo Z Fragua #5, superan a la resistencia alcanzada en la mezcla patrón.

El gráfico también muestra que con la dosificación de 1 lt/bol del aditivo Z Fragua #5 se obtuvieron los resultados más óptimos a comparación de las mezclas con otras dosificaciones del aditivo, desarrollando hasta el 88.26 % de la resistencia a compresión, logrando un incremento del 8.05 % respecto a la mezcla patrón.

Además, se evidencio que, con dosificaciones mayores al 1 lt/bol, el aditivo tiene un comportamiento inestable: con la dosificación de 1.25 lt/bol se obtuvieron resistencias menores a las alcanzadas con el 1 lt/bol y 1.5 lt/bol; y con la dosificación de 1.5 lt/bol se alcanzaron resistencias mayores a las obtenidas con 1.25 lt/bol, pero menores a las obtenidas con 1 lt/bol.

4.2.5 Dosificación óptima de los aditivos acelerantes en las mezclas de concreto

En este acápite se muestra un resumen de los resultados con las dosificaciones óptimas, donde los aditivos acelerantes en estudio obtuvieron el mejor desempeño en los días analizados anteriormente.

Los valores de la Tabla 4.55 corresponden a las dosificaciones con los que se obtuvieron las más altas resistencias para cada sub categoría de concreto estudiado. Además, se indica la resistencia alcanzada para dicho día y el incremento de la resistencia en porcentaje respecto a la resistencia obtenida en la mezcla patrón correspondiente.

Tabla 4.55.

Dosificación óptima de los aditivos acelerantes

| Mezclas de f'c (28 días) 305.70 kg/cm² | | | | | | | |
|--|--------------|-----------------------|------------|--------------------|-----------------------|------------|--------|
| Sub Categoría 1.1: | | | | Sub Categoría 1.2: | | | |
| Con SikaCem® Acelerante PE | | | | Con Z Fragua #5 | | | |
| Categoría 1 | Dosificación | Resistencia alcanzada | Incremento | Dosificación | Resistencia alcanzada | Incremento | |
| | día 1 | 4% | 46.95% | 14.29% | 1.25 lt/bol | 52.06% | 19.40% |
| | día 2 | 1% | 65.03% | 16.06% | 1.5 lt/bol | 66.34% | 17.34% |
| | día 3 | 1% | 72.13% | 13.40% | 1 lt/bol | 73.32% | 14.59% |
| | día 4 | 1% | 77.18% | 7.98% | 1 lt/bol | 77.98% | 8.78% |
| | día 7 | 1% | 82.65% | 3.40% | 1 lt/bol | 84.30% | 5.05% |
| Mezclas de f'c (28 días) 366.63 kg/cm² | | | | | | | |
| Sub Categoría 2.1: | | | | Sub Categoría 2.2: | | | |
| Con SikaCem® Acelerante PE | | | | Con Z Fragua #5 | | | |
| Categoría 2 | Dosificación | Resistencia alcanzada | Incremento | Dosificación | Resistencia alcanzada | Incremento | |
| | día 1 | 4% | 53.05% | 8.88% | 1.5 lt/bol | 58.27% | 14.10% |
| | día 2 | 4% | 59.87% | 3.17% | 1.25 lt/bol | 69.44% | 12.74% |
| | día 3 | 1% | 67.89% | 1.10% | 1.25 lt/bol | 76.36% | 9.57% |
| | día 4 | 1% | 73.59% | -0.64% | 1 lt/bol | 78.73% | 4.50% |
| | día 7 | 1% | 80.23% | 0.02% | 1 lt/bol | 88.26% | 8.05% |

De la tabla se evidencio que:

El aditivo SikaCem® Acelerante PE para la resistencia de f'c (28 días) 305.70 kg/cm², muestra incrementos de resistencia a edades tempranas en un rango de 3.4 % al 16.06 %.

El aditivo Z Fragua #5 para la resistencia de $f'c$ (28 días) 305.70 kg/cm^2 , muestra incrementos de resistencia a edades tempranas en un rango de 5.05 % al 19.04 %.

El aditivo SikaCem® Acelerante PE para la resistencia de $f'c$ (28 días) 366.63 kg/cm^2 , muestra incrementos de resistencia a edades tempranas en un rango de 0.02 % al 8.88 %.

El aditivo Z Fragua #5 para la resistencia de $f'c$ (28 días) 366.63 kg/cm^2 , muestra incrementos de resistencia a edades tempranas en un rango de 4.5 % al 14.1 %.

Para el día 1 del ensayo se presentan los mayores incrementos de resistencia respecto a la resistencia de la mezcla patrón.

Para el día 2 se sigue resaltando un incremento de resistencia, pero un poco menor a los incrementos alcanzados en el día 1.

Para el día 3, se evidencia que las resistencias alcanzadas están por encima del 70 %, a excepción de la mezcla con SikaCem® Acelerante PE de $f'c$ (28 días) 366.63 kg/cm^2 . Además, el incremento en la resistencia es menor de la que se dio en el día 2.

Para el día 4, se sigue presentando un incremento en la resistencia, pero en menor proporción que los días anteriores, con la excepción de la mezcla con SikaCem® Acelerante PE de $f'c$ (28 días) 366.63 kg/cm^2 , donde incluso se obtuvo una resistencia menor que la obtenida en la mezcla patrón.

Para el día 7, se sigue presentando un incremento en las resistencias, pero en menor proporción que los días anteriores.

De todo ello, se evidencia que la influencia de los aditivos acelerantes en el incremento de resistencia cada vez va siendo menor conforme pasan los días. Esta afirmación se complementa con lo descrito en el acápite anteriores, donde las resistencias alcanzadas a los 28 días en algunas de las mezclas con aditivos, tienden a ser inferiores a la resistencia alcanzada en la mezcla patrón.

Ahora, para determinar la dosificación óptima del aditivo para cada sub categoría, se basó en dos criterios:

El día más próximo en que se supere el 70 % de la resistencia, y que para el día 28 del ensayo la resistencia no se vea afectada.

Por lo tanto, las dosificaciones que cumplen estas condiciones se dan en el día 3, con excepción de la mezcla con SikaCem® Acelerante PE de $f'c$ (28 días) 366.63 kg/cm^2 , sin embargo, se tomó su respectiva dosificación para efectos de comparación, además que con esa misma dosificación se obtuvieron los mejores resultados respecto a las otras dosificaciones.

Así tenemos:

Para la Subcategoría 1.1: $f'c$ (28 días) = 305.70 kg/cm^2 , con aditivo SikaCem® Acelerante PE, la dosificación óptima es el 1 %.

Para la Subcategoría 1.2: $f'c$ (28 días) = 305.70 kg/cm^2 , con aditivo Z Fragua #5, la dosificación óptima es 1 lt/bol.

Para la Subcategoría 2.1: $f'c$ (28 días) = 366.63 kg/cm^2 , con aditivo SikaCem® Acelerante PE, la dosificación óptima es 1 %.

Para la Subcategoría 2.2: $f'c$ (28 días) = 366.63 kg/cm^2 , con aditivo Z Fragua #5, la dosificación óptima es 1.25 %.

4.2.6 Análisis de costos.

La Tabla 4.56 resume los costos por m³ de las mezclas de concreto realizadas en el presente estudio. Estos costos involucran mano de obra, materiales, herramientas y equipos para la elaboración de un m³ de concreto. En el Anexo N° 9 se encuentra de forma detallada el análisis de costo de cada una de estas mezclas.

Tabla 4.56.

Análisis de costos por m³ de las mezclas de concreto

| Análisis de costos | | | |
|--------------------|---|--|--------|
| | Tipo de mezcla de concreto | Precio (S/.) | |
| Categoría 1 | mezcla 1: f'c 305.70 kg/cm ² sin aditivo – mezcla patrón | 618.49 | |
| | Sub | | |
| | Categoría | mezcla 2: f'c 305.70 kg/cm ² con 1 % de SikaCem® Acelerante PE | 636.84 |
| | 1.1 | mezcla 3: f'c 305.70 kg/cm ² con 2.5 % de SikaCem® Acelerante PE | 664.36 |
| | | mezcla 4: f'c 305.70 kg/cm ² con 4 % de SikaCem® Acelerante PE | 691.88 |
| | Sub | mezcla 5: f'c 305.70 kg/cm ² con 1 lt/bol de Z Fragua #5 | 673.32 |
| | Categoría | mezcla 6: f'c 305.70 kg/cm ² con 1.25 lt/bol de Z Fragua #5 | 687.03 |
| | mezcla 7: f'c 305.70 kg/cm ² con 1.5 lt/bol de Z Fragua #5 | 700.73 | |
| Categoría 2 | mezcla 8: f'c 366.63 kg/cm ² sin aditivo – mezcla patrón | 660.37 | |
| | Sub | | |
| | Categoría | mezcla 9: f'c 366.63 kg/cm ² con 1 % de SikaCem® Acelerante PE | 682.35 |
| | 2.1 | mezcla 10: f'c 366.63 kg/cm ² con 2.5 % de SikaCem® Acelerante PE | 715.33 |
| | | mezcla 11: f'c 366.63 kg/cm ² con 4 % de SikaCem® Acelerante PE | 748.31 |
| | Sub | mezcla 12: f'c 366.63 kg/cm ² con 1 lt/bol de Z Fragua #5 | 726.07 |
| Categoría | mezcla 13: f'c 366.63 kg/cm ² con 1.25 lt/bol de Z Fragua #5 | 742.49 | |
| | mezcla 14: f'c 366.63 kg/cm ² con 1.5 lt/bol de Z Fragua #5 | 758.92 | |

El análisis de costos complementa a la investigación ya que nos ayudó a determinar cuál de las mezclas es la más óptima para cada calidad de resistencia.

Se tiene que para la resistencia f'c (28 días) 305.70 kg/cm², la dosificación óptima con el aditivo SikaCem® Acelerante PE se logró con la dosificación del 1%, y con el aditivo Z Fragua #5 se logró con la dosificación de 1 l/b. Ambas mezclas cumplen con las condiciones establecidas y alcanzan resistencias muy cercanas entre sí, sin embargo, de estas dos mezclas resulta más económico la mezcla con el 1 % del aditivo SikaCem® Acelerante PE, la cual asciende a un costo de S/. 636.84, teniendo un incremento del 2.97 % del costo de la mezcla patrón.

Del mismo modo, para la resistencia f'c (28 días) 366.63 kg/cm², la dosificación óptima con el aditivo SikaCem® Acelerante PE se logró con la dosificación del 1 %, y con el aditivo Z Fragua #5 se logró con la dosificación de 1.25 l/b. Sin embargo, la mezcla con el aditivo SikaCem® Acelerante PE no cumplió las condiciones establecidas y mostro un desempeño muy inferior al del

otro aditivo, por lo que se considera como mezcla óptima para esta calidad de concreto a la mezcla de 1.25 l/b del aditivo Z Fragua #5. Esta mezcla asciende a un costo de S/. 742.49, teniendo un incremento del 12.44 % del costo de la mezcla patrón.

4.2.7 Discusión con los antecedentes.

Lemus (2021) determino que los aditivos acelerantes que estudio (uno de resistencia y otro de fraguado) alcanzaron los mayores incrementos de resistencia en los dos primeros días, específicamente con la dosificación baja para cada tipo de aditivo en estudio obtuvo el mayor incremento de resistencia para el día 2. Además, su estudio evidencio que para días posteriores el incremento de resistencia era en menores proporciones.

Del mismo modo, la presente investigación determino que los mayores incrementos de resistencia de los aditivos acelerantes se dan en los primeros días, y que estos incrementos cada vez son menores conforme pasan los días. Además, para esta investigación se determinó que las dosificaciones óptimas para cada tipo de aditivo, en su mayoría se obtuvieron con las dosificaciones bajas recomendadas por el fabricante, por lo que el uso de una dosificación alta no implica necesariamente un mayor incremento de resistencia a edades tempranas.

Murillo (2019), en su investigación determino que haciendo uso de nanotecnología (donde empleo nanocristales de Silicatos de Calcio Hidratados (S-C-H), además de un reductor de agua de alto rango (Plastol 5000 Ultra), obtuvo altas resistencias a edades tempranas con una dosificación optima del 1% del peso del cemento. Además, señala que la nanotecnología tiene gran ventaja sobre los aditivos Tipo C (acelerantes), ya que los aditivos del Tipo C tienden a aumentar la resistencia en las primeras 24 horas, pero reducen la resistencia final del concreto autocompactante.

En la presente investigación, se evidencio que los mayores incrementos de resistencia en su mayoría se dieron en el día 1, además que, para algunas dosificaciones de los aditivos empleados, la resistencia final a los 28 días no llego a superar la resistencia obtenida en la mezcla patrón, tal como señala Murillo.

Giménez et al. (2018) estudiaron un conjunto de mezclas de UHPFRC (Ultra High Performance Fiber Reinforced Concrete) con dosificaciones diferentes, tipo de aditivos (acelerantes y plastificantes de fraguado) y variables periodos de mezclado para obtener concretos que puedan colocarse en obra proyectados, con periodos de tiempo de fraguado ultrarrápido y elevadas resistencias mecánicas en edades tempranas, obteniendo como resultado mezclas con fraguado inicial menor a un minuto y muy buenas resistencias mecánicas a las 24 horas, sin disminuir la alta resistencia a compresión a los 28 días.

Si bien en la presente tesis solo se estudia el efecto de aditivos acelerantes en la resistencia temprana del concreto; es de mucho interés profundizar la investigación en combinar técnicas como la adición de fibras o aditivos plastificantes junto a aditivos acelerantes, para determinar dosificaciones optimas que brinden mejores resultados de los obtenidos cuando solo se utilizan aditivos acelerantes.

Valle (2018), en su estudio concluyo que el acelerante de mayor efecto en el incremento de resistencia inicial fue el aditivo SikaCem® Acelerante PE con la dosificación del 3.5 % de aditivo respecto al volumen de la bolsa de cemento (la más alta de las estudiadas), para ambas resistencias. Además, sus resultados muestran que un mayor incremento de la resistencia a la compresión se logra a mayor dosificación de los aditivos, así mismo estos incrementos se dan en mayor magnitud para el día 7 (día más próximo de los analizados).

En esta investigación, con el 1% (del peso del cemento) del aditivo SikaCem® Acelerante PE se logró la dosificación óptima para la resistencia f_c (teórica) 210 kg/cm². Además, para este estudio el incremento de la dosificación del aditivo no significo necesariamente un incremento en la resistencia a la compresión, mostrándose en algunos casos un comportamiento variable de los aditivos. Es importante señalar que el estudio por parte de Valle se desarrolló en Chachapoyas – Amazonas, zona con temperaturas que oscilan entre los 9. 2° C y 19. 8° C, mientras que este estudio

se desarrolló en Piura durante los meses de enero a marzo, con temperaturas que alcanzaban los 30° C. Por lo que la temperatura condiciona el comportamiento de los aditivos, mostrando un comportamiento mucho mejor y estable para climas con temperaturas medias, en comparación de climas calurosos.

Vargas (2018) estudio el aditivo acelerante SikaCem® Acelerante PE para un concreto de $f'c$ 300 kg/cm², determinando que a mayor cantidad de aditivo la resistencia aumenta encontrando que la dosificación óptima se obtiene con el 4% de aditivo por peso de cemento (dosificación alta) Su investigación se desarrolló en Cajamarca, zona de clima templado con temperaturas que oscilan entre los 5.6 a 21.6 °C.

Para esta tesis, en el estudio de este mismo acelerante, para un concreto de $f'c$ (teórico) 210 kg/cm² la dosificación óptima se obtuvo con el 1% y para un $f'c$ (teórico) 280 kg/cm² el aditivo no desarrollo alguna influencia significativa en a ganancia de resistencia. Teniendo presente que los ensayos de la presente investigación se desarrollaron en un periodo caluroso donde la temperatura oscilo por los 30 °C. Valle (2018) y Vargas (2018), cuyas investigaciones se desarrollaron en lugares de similar clima, encontraron la dosificación óptima del aditivo SikaCem® Acelerante PE con dosificaciones altas, por lo que se podría inferir que este aditivo, en climas templados alcanza su mejor comportamiento con las máximas dosificaciones recomendadas por el fabricante. Por lo que se confirma que la selección de la dosificación óptima depende mucho del clima en donde se realice el estudio.

Ponce (2016) concluyo que para el día 3 del ensayo a la compresión, los aditivos Sika 3, Sika 5, Chema 5 y Chema Estruct en sus 3 proporciones estudiadas (mínima, media y máxima), muestran un incremento de resistencia respecto a la mezcla patrón, sin embargo, el aditivo Chema Estruct en su dosificación media muestra el mayor desarrollo, seguido del aditivo SIKA 5 en su dosificación máxima. Así mismo, con el aditivo Sika 3 y Chema 5 en su dosificación máxima, reducen la resistencia al día 14, mientras que el concreto con aditivo Sika 5 y Chema Estruct experimentan un incremento de resistencia en todos los días de estudio, para todas sus dosificaciones.

La presente investigación, que se desarrolló en condiciones climáticas totalmente contrarias al estudio de Ponce, por lo general la dosificación óptima de los aditivos estudiados, se obtuvieron con dosificaciones mínimas recomendadas por los fabricantes. En ambos estudios se obtuvieron resultados en donde para ciertas dosificaciones de los acelerante se veía afectada la resistencia en comparación a la mezcla patrón, sobre todo a días mayores de ensayo. Por lo que siempre deben realizarse ensayos de laboratorio con los materiales que se utilizaran y en condiciones similares a las de obra, para determinar de manera objetiva la dosificación óptima del aditivo, sin que se vea afectada la resistencia final.

Huamani y Solon (2019) concluyen que el óptimo porcentaje de aditivo acelerante Z Fragua #5, que reduce el tiempo de fraguado y desarrolla una mayor ganancia en la resistencia a la compresión de un concreto 210 kg/cm² realizado en clima cálido es de 2.5 % de aditivo en relación al peso del cemento y para el aditivo Sika Rapid® 1 es de 1.5%. Además, recomienda no utilizar porcentajes elevados de aditivos acelerantes en climas cálidos, debido a que con más del 4% se obtienen resultados menos favorables a los obtenidos con menores dosificaciones.

Mientras que, para esta investigación, para un $f'c$ (teórico) = 210 kg/cm², el aditivo Z Fragua #5 muestra su mejor desempeño en la ganancia de resistencia a la compresión, con la dosificación de 1 lt/bol, equivalente a 3.4 % del peso del cemento. Del mismo modo en esta investigación, por lo general las dosificaciones óptimas de los aditivos estudiados se alcanzaron con las dosificaciones bajas recomendadas por los fabricantes. Teniendo en cuenta que ambos estudios se desarrollaron en climas con temperaturas similares, se puede deducir que, en climas cálidos los aditivos acelerantes tienen un mejor desempeño con dosificaciones bajas.

Palacios (2019) planteo una forma diferente para alcanzar resistencias elevadas a tempranas edades mediante el curado acelerado a través de la aplicación de agua hirviendo basándose en el procedimiento B “Boiling Water Method” desarrollado por el Comité ASTM C 684. Sin bien los

resultados no fueron los más satisfactorios, pues es de suma importancia estar en constante investigación con el fin de desarrollar nuevas tecnologías que nos permitan desarrollar resistencias elevadas a edades tempranas del concreto, muy aparte de la aplicación de aditivos acelerantes como se estudia en la presente investigación.

Floriano (2018) estudio el comportamiento del aditivo Z Fragua #5 en las dosificaciones de 3% y 7% del peso del cemento, para una resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Con la dosificación del 3% (equivalente a 1 l/bol de cemento) obtiene la mayor ganancia de resistencia para el día 3, lo cual también se obtuvo en la presente investigación.

Por otro lado, con la proporción de 7 % alcanzo el mayor incremento de resistencia en el día 7, sin embargo, esta proporción es muy elevada y no resultaría económica, además que está fuera de los rangos recomendados por el fabricante.

En ambas investigaciones, el aditivo Z Fragua #5 desarrollo resistencias por encima de las obtenidas en la mezcla patrón, sin verse afectada la resistencia final, por lo que el desempeño de este aditivo resulto satisfactorio.

CONCLUSIONES

Las mezclas de concreto para la presente tesis fueron realizadas durante los meses de enero hasta el mes de marzo del 2022, en las instalaciones del Laboratorio de Ensayo de Materiales FIC – UNP, en la ciudad de Piura. Para la elaboración de estas se utilizó agregado fino de la cantera Malingas (Tambogrande), agregado grueso de la cantera Sojo (Sullana), cemento Tipo I (Cementos Pacasmayo), aditivos acelerantes SikaCem® Acelerante PE (SIKA) y Z Fragua #5 (Z Aditivos). Las mezclas de concreto de ensayo se basaron en dos mezclas patrones de $f'c$ (teórico) = 210 kg/cm² y $f'c$ (teórico) = 280 kg/cm², diseñadas según la metodología desarrollada por el Comité 211 del ACI.

La tesis concluyo lo siguiente:

- ✓ El diseño de mezcla patrón para la resistencia de $f'c$ (teórico) 210 kg/cm² se obtuvo con la dosificación de 1:2.03:2.71:0.60. (dosificación en peso), con la que se alcanzó una resistencia $f'c$ (a los 28 días) de 305.70 kg/cm². De ello se determinó que el procedimiento de diseño según el Método ACI, es demasiado conservador, pues los valores de resistencia reales son del orden de 45.57% más de la resistencia teórica.
- ✓ El diseño de mezcla patrón para la resistencia de $f'c$ (teórico) 280 kg/cm² se obtuvo con la dosificación de 1:1.56:2.26:0.50. (dosificación en peso), con la que se obtuvo una resistencia $f'c$ (a los 28 días) de 366.63 kg/cm². De ello se determinó que el procedimiento de diseño según el Método ACI, es demasiado conservador, pues los valores de resistencia reales son del orden de 30.94% más de la resistencia teórica.
- ✓ Para la calidad de concreto de $f'c$ (28 días) 305.70 kg/cm², el aditivo SikaCem® Acelerante PE logro un incremento de resistencia a edades tempranas del 3.40% al 16.06% respecto a la mezcla patrón; y con el aditivo Z Fragua #5 se obtuvo un incremento del 5.05% al 19.40%.
- ✓ Para la calidad de concreto de $f'c$ (28 días) 366.63 kg/cm², el aditivo SikaCem® Acelerante PE logro un incremento de resistencia a edades tempranas del 0.02% al 8.88% respecto a la mezcla patrón; y con el aditivo Z Fragua #5 se alcanzó un incremento del 4.50% al 14.10%.
- ✓ Para la calidad de concreto de $f'c$ (28 días) 305.70 kg/cm² con aditivo SikaCem® Acelerante PE, la dosificación optima se obtuvo con el 1% del aditivo respecto al peso del cemento, la cual alcanzó el mayor desarrollo de la resistencia a la compresión para el día 3; llegando a desarrollar el 72.13 % de la resistencia a compresión, 13.40 % mayor al obtenido en la mezcla patrón.
- ✓ Para la calidad de concreto de $f'c$ (28 días) 305.70 kg/cm² con aditivo acelerante Z Fragua #5, la dosificación optima se logró con 1 lt/bol del cemento, con la que se alcanzó el mayor desarrollo de la resistencia a la compresión en el día 3, desarrollando el 73.32 % de la resistencia a compresión, 14.59 % mayor al obtenido en la mezcla patrón.
- ✓ Para la calidad de concreto de $f'c$ (28 días) 366.63 kg/cm² con aditivo SikaCem® Acelerante PE, la dosificación optima se obtuvo con el 1% del aditivo respecto al peso del cemento, la cual desarrollo la mayor la resistencia a la compresión para el día 3; llegando a alcanzar el 67.89 % de la resistencia a compresión, 1.10 % mayor al obtenido en la mezcla patrón. Sin embargo, el empleo del aditivo para esta calidad de concreto no evidencio un buen desempeño en la ganancia de resistencia a edades tempranas, además que la resistencia alcanzada a los 28 días se vio afectada para todas las dosificaciones. Por lo que se concluyó que, el efecto del aditivo SikaCem® Acelerante PE para una calidad de concreto de $f'c$ (28 días) 366.63 kg/cm² es muy pobre.

- ✓ Para la calidad de concreto de $f'c$ (28 días) 366.63 kg/cm^2 con aditivo acelerante Z Fragua #5, la dosificación óptima se logró con 1.25 lt/bol del cemento, con la que se alcanzó el mayor desarrollo de la resistencia a la compresión en el día 3, desarrollando el 76.36 % de la resistencia a compresión, 9.57 % mayor al obtenido en la mezcla patrón.
- ✓ De los aditivos acelerantes estudiados, para la resistencia de concreto de $f'c$ (28 días) 305.70 kg/cm^2 , la mezcla óptima se obtuvo con el 1 % del aditivo SikaCem® Acelerante PE, la cual presenta un incremento del 2.97 % respecto al costo de la mezcla patrón. Y para la resistencia de concreto de $f'c$ (28 días) 366.63 kg/cm^2 , la mezcla óptima se obtuvo con 1.25 lt/bol del aditivo Z Fragua #5, la cual muestra un incremento de 12.44 % respecto al costo de la mezcla patrón.
- ✓ La resistencia a la compresión de las muestras cilíndricas a los 3 días determinó la dosificación óptima de los aditivos, bajo el criterio de que fue el día más próximo en que se obtuvieron resistencias superiores al 70 % de la mezcla patrón y no se afectaba la resistencia obtenida a los 28 días, con excepción de las mezclas con SikaCem® Acelerante PE de $f'c$ (28 días) 366.63 kg/cm^2 . Adicionalmente se consideró el factor económico para determinar la mezcla óptima para cada calidad de concreto.
- ✓ La influencia de los aditivos acelerantes en el incremento de resistencia cada vez va siendo menor conforme pasan los días, llegando incluso a afectar en algunos casos la resistencia obtenida a los 28 días; es decir, aumentan las resistencias a edades tempranas, sin embargo, la resistencia final podría verse afectada.
- ✓ Todas las mezclas de concreto fueron realizadas a temperaturas ambientes entre los 27°C y 35°C y temperaturas del concreto fresco entre 28°C y 33°C , temperaturas cercanas a la máxima permisible (35°C) para concreto fresco según ACI 305. Por lo que la variable “temperatura” es un factor que pudo haber influenciado directamente de forma negativa en la ganancia de resistencia de los especímenes cilíndricos, tal como lo señalan otras investigaciones referentes al estudio de esta variable respecto a la ganancia de resistencia.

RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda a futuros tesisistas, empresas concreteras y comunidad investigadora relacionada a sector construcción en realizar estudios similares a este para los diferentes climas, diferentes calidades de resistencias a la compresión, diferentes dosificaciones, utilizando otros tipos de cemento y usando los agregados propios de cada región donde se realice el estudio.
- ✓ Se recomienda a los investigadores afines de la carrera, ampliar el estudio mediante el uso de otros aditivos acelerantes, así mismo estudiar el efecto de estos sobre otras características del concreto, como tiempos de fraguado, calor de hidratación y trabajabilidad.
- ✓ Cuando se pretenda utilizar aditivos acelerantes para el concreto a utilizarse en una obra civil, se recomienda a los ejecutores de obra en realizar ensayos de laboratorio, con los materiales a utilizarse en obra, para conocer el verdadero comportamiento de los aditivos ante la presencia de los demás materiales que conforman la mezcla, ya que la adición de una mayor proporción de aditivo acelerante, no implica necesariamente un mayor incremento de resistencia a cierta edad del concreto.
- ✓ Se debe tener un mayor control de calidad en la elaboración del concreto con aditivos acelerantes para obtener los resultados deseados, ya que el desempeño de estos es afectado por la dosificación, clima, materiales y otros factores.
- ✓ Todo constructor que hace uso de este tipo de aditivos, debe consultar las recomendaciones dadas por el fabricante del aditivo.
- ✓ Cualquier entidad o persona natural que haga uso de la información proporcionada en esta tesis, deberá tener presente que los resultados de esta investigación están basados en mezclas de concreto elaboradas con cemento Tipo 1 y agua potable.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto, F. (2009). *Tecnología del Concreto. (Teoría y Problemas)*.
- CYPE. (Junio de 2018). *Acelerantes para fraguado de concreto: Aditivos con rapidez y dureza puesta a prueba. Perú Construye, Edición (3)*.
- Floriano Valerio, A. F. (2018). *Resistencia a la compresión de un concreto, utilizando aditivo acelerante Z fragua N°5, cemento portland compuesto tipo ICO y agregados de cantera de la ciudad de Trujillo*.
- Giménez Carbó, E., Torres Remón, R., & Serna Ros, P. (2018, March). *Tiempos de fraguado, consistencia y propiedades mecánicas de hormigón de ultra alta resistencia con fibras (UHPRC). In HAC 2018. V Congreso Iberoamericano de hormigón autocompactable y hormigones especiales (pp. 557-566). Editorial Universitat Politècnica de València*.
- Huamaní, D. M., & Solón, L. A. (2019). *Influencia de los aditivos acelerantes de fragua sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido Trujillo, 2019*.
- INDECOPI. (2014) *Norma Técnica Peruana NTP 339.047 CONCRETO. Definiciones y terminología relativas al concreto y agregados*.
- INDECOPI. (2021) *Norma Técnica Peruana NTP 400.037 AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto*.
- INDECOPI. (2018) *Norma Técnica Peruana NTP 400.037 CEMENTOS. Aditivos químicos para concreto. Especificaciones*.
- Kosmatka , S., Kerkhoff, B., Panarese, W., & Jussara, T. (2004). *Diseño y Control de Mezclas de Concreto*.
- Lemus Alvarado, J. A. (2021). *“Influencia de 2 aditivos acelerantes en el proceso de fraguado y la resistencia, en una mezcla de concreto utilizando cemento Pórtland modificado tipo I”*.
- Neville, A., & Brooks, J. (2010). *Cncrete Technology*. Abanto, F. (2009). *Tecnología del Concreto. (Teoría y Problemas)*.
- Kosmatka , S., Kerkhoff, B., Panarese, W., & Jussara, T. (2004). *Diseño y Control de Mezclas de Concreto*.
- Murillo Mora, M. A. (2019). *Modificación de la curva de desarrollo de resistencia a la compresión de un concreto autocompactante mediante el uso de nanotecnología para lograr altas resistencias a edad temprana*.
- Neville, A., & Brooks, J. (2010). *Cncrete Technology*.
- Ottazzi, G. (2011). *Diseño en Concreto Armado*.
- Palacios Almendro, A. I. (2019). *Influencia del curado acelerado con agua hirviendo en la resistencia temprana del concreto - Perú, 2019*.
- Pasquel, E. (1998). *Topicos de Tecnología del Concreto*.
- Ponce Córdova, E. S. (2016). *Estudio comparativo del efecto de aditivos Chema y Sika aceleradores de fragua en la ciudad del Cusco en concretos expuestos a climas alto andinos*.
- Reglamento Nacional de Edificaciones(2020). *Norma E.060 Concreto Armado. Primera edición digital*

- Rivva, E. (2014). *Diseño de Mezclas*.
- Rivva, E. (2014). *Materiales para el Concreto*.
- Sika. (Marzo de 2013). *Aditivos para Concreto-Una Vision Actual-Sika Peru*. Obtenido de https://per.sika.com/content/dam/dms/pe01/4/Aditivos%20para%20Concreto_Brochure.pdf
- Torre C., A. (2004). *Curso Básico de Tecnología del Concreto*.
- UNICON. (2020). <https://www.unicon.com.pe/noticias/concretos-a-edad-temprana-unicon-soluciones-de-concreto-que-aceleran-el-proceso-constructivo/>.
- Valle Gómez, Q. (2018). *Influencia de tres aditivos acelerantes en el desarrollo de la resistencia a la compresión en un concreto $F'C= 175 \text{ Kg/cm}^2$ y 210 Kg/cm^2 Chachapoyas-Amazonas 2016*.
- Vargas Salazar, C. I. (2021). *Estudio comparativo de la resistencia a la compresión a tempranas edades de un concreto $f' c= 300 \text{ kg/cm}^2$, modificado con aditivo Sika Cem acelerante Pe-Cajamarca 2018*.

ANEXOS

ANEXO N° 1. FICHA TÉCNICA DE CEMENTO PORTLAND TIPO I



DESCRIPCIÓN

Cemento Portland Tipo I. Gracias a su nuevo diseño de Clinker, se logra un concreto más durable brindando alta resistencia a todas las edades.



USOS

- Cemento de uso general.

ATRIBUTOS

Diseño supera los requisitos de la normas nacionales

Altas resistencias a todas las edades

- Desarrolla altas resistencias iniciales que garantiza un adecuado avance de obra.
- El diseño correcto en concreto garantiza un menor tiempo de desencofrado.

RECOMENDACIONES



Mantener el cemento en un lugar seco bajo techo, protegido de la humedad.



Almacenar en pilas de menos de 10 sacos.



Utilizar agregados y materiales certificados y de buena calidad.



A mayor sea la humedad de los agregados, se debe dosificar menor cantidad de agua.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



Resistencia a la compresión (PSI)

■ Resultado Promedio ■ Requisito NTP334.090 / ASTM C150

Cemento Portland tipo I

Requisitos Normalizados

NTP 334.009 Tablas 1 y 3

Resultado promedio de nuestros productos.

Propiedades Químicas

| QUÍMICOS | ESPECIFICACIÓN | RESULTADO DE ENSAYOS |
|--------------------------|----------------|----------------------|
| MgO (%) | 6.0 máx. | 2.2 |
| SO ₃ (%) | 3.0 máx. | 2.7 |
| Pérdida por ignición (%) | 3.5 máx. | 3.1 |
| Residuo insoluble (%) | 1.5 máx. | 0.7 |

Propiedades Físicas

| REQUISITOS | ESPECIFICACIÓN | RESULTADO DE ENSAYOS |
|--|----------------|----------------------|
| Contenido de aire del mortero (Volumen %) | 12 máx. | 6 |
| Superficie específica (cm ² /g) | 2600 mín. | 3810 |
| Expansión en autoclave (%) | 0.80 máx. | 0.12 |
| Densidad (g/mL) | A | 3.12 |
| Resistencia a la compresión mín. (MPa) | | |
| 1 día | A | 15.8 |
| 3 días | 12.0 | 30.3 |
| 7 días | 19.0 | 37.0 |
| 28 días ⁽¹⁾ | 28.0 | 42.1 |
| Tiempo de Fraguado, minutos, Vicat | | |
| Inicial, no menor que: | 45 | 110 |
| Final, no mayor que: | 375 | 238 |

A No especifica.

(1) Requisito opcional.

VENTAJAS



Presentaciones: Bolsas de 42.5 kg, granel y big bag de 1TM.



Fecha y hora de envasado garantiza máxima frescura.

Certificamos que el cemento descrito arriba, al tiempo del envío, cumple con los requisitos químicos y físicos de la NTP 334.090.2016.

CONSTRUYENDO CONFIANZA



HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

SikaCem® Acelerante PE

ACELERANTE DE FRAGUA Y RESISTENCIAS PARA MEZCLAS DE CONCRETO Y MORTERO

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Aditivo líquido de acción acelerante sobre tiempo de fraguado y resistencias mecánicas del concreto.

USOS

SikaCem® Acelerante PE debe usarse cuando se requiera:
Obtener concreto con altas resistencias a temprana edad, reducir el tiempo de desencofrado y facilitar el rápido avance de las obras, colocar concreto en ambiente frío o efectuar reparaciones rápidas en todo tipo de estructuras.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- El SikaCem® Acelerante PE reduce los tiempos de desencofrado.
 - Se obtienen resistencias más altas a temprana edad.
 - Pronto uso de estructuras nuevas.
 - Rápida puesta en uso de estructuras reparadas.
 - SikaCem® Acelerante PE contrarresta el efecto del frío sobre las resistencias y el fraguado.
- Aumenta los rendimientos en la elaboración de prefabricados.

CERTIFICADOS / NORMAS

Cumple norma ASTM 494, tipo C.

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Empaques

Apariencia / Color Incoloro a tonalidad amarilla

Vida Útil 1 año

Condiciones de Almacenamiento El producto debe de ser almacenado en un lugar fresco y bajo techo en su envase original bien cerrado.

Densidad 1.38 kg/L +/- 0.01

Hoja De Datos Del Producto
SikaCem® Acelerante PE
Mayo 2019, Versión 01.01
02140202100000090

INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

SikaCem® Acelerante PE viene listo para usarse, agregándose al agua de mezcla.

DOSIFICACIÓN

Dependiendo del grado de aceleramiento deseado, SikaCem® Acelerante PE se dosifica del 1% al 4% del peso del cemento (aproximadamente de 300 mL a 1200 mL por bolsa de cemento de 42.5 Kg). De acuerdo con nuestra experiencia y como una guía en el uso de SikaCem® Acelerante PE, se puede decir que con una dosificación del 4% se obtienen resistencias mecánicas a 3 días equivalentes a 7 días y a 7 días las equivalentes a 15 días. Este efecto puede variar con el tipo y la edad del cemento, como también con la temperatura del ambiente. Recomendamos hacer ensayos previos para determinar la dosificación óptima en cada caso.

NOTAS

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

RESTRICCIONES LOCALES

Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto.

ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

Para información y asesoría referente al transporte, manejo, almacenamiento y disposición de productos químicos, los usuarios deben consultar la Hoja de Seguridad del Material actual, la cual contiene información médica, ecológica, toxicológica y otras relacionadas con la seguridad.

NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A.C. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A.C. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web www.sika.com.pe. La presente edición anula y reemplaza la edición anterior, misma que deberá ser destruida.



ANEXO N° 3. FICHA TÉCNICA DE ADITIVO Z FRAGUA #5



El mejor amigo del concreto

Av. Los Paisanos N° 675 Urb. La Campaña, Chorrillos Lima - Perú
(01) 2523058 | 950 093 271 / 994 268 534 / 996 128 514 / 996 330 130

Ficha Técnica – Edición 20 – Versión 01.20 - LZP

Acelerante

Z Fragua #5

Descripción: Es un aditivo de fragua para concreto y morteros sin cloruros. Trabaja incrementando la velocidad de reacción del concreto, logrando en menor tiempo su resistencia mecánica inicial y aumentando la resistencia final.

Cumple con las normas ASTM C-494 Tipo C.

Ventajas

- Acelera el proceso de fragua y no le quita resistencia al concreto.
- Alcanza altas resistencias mecánicas en menor tiempo.
- Permite desencofrar en menor tiempo para agilizar el avance en obra.
- Ideal para reparación de pistas y pavimentos asegurando una rápida puesta en servicio.
- No es inflamable.

Usos

- En estructuras que se requieren poner en servicio en menor tiempo.
- Acelera el tiempo de secado en pisos, placas, vigas, columnas, etc.

Aplicación

- Se recomienda diluirlo en el agua del diseño a trabajar y agregarlo a la mezcla del concreto o mortero.
- Reducir el agua del amasado en la cantidad de acelerante que se utilice.

Recomendaciones

- Se recomienda realizar ensayos previos debido a la variedad de agregados que se puedan encontrar en las diferentes zonas de nuestro país.
- Después de utilizar el producto Z FRAGUA #5 y desencofrar, utilizar el curador de concreto CURET Z BLANCO o Z MEMBRANA BLANCO según el clima.
- Desencofrar el fondo de viga a los 11 días.
- Desencofrar la losa a los 3 días o al haber llegado al 80% de la resistencia. Se aconseja romper probetas.
- Realizar pruebas de resistencia a la compresión para verificar las mismas.

E-mail: ventas@zaditivos.com.pe | cotizacion@zaditivos.com.pe | web site: www.zaditivos.com.pe
San Borja: Av. San Luis 3051. Telf: (01) 715 5744 / 981 288 456 | Callao: Av. Elmer Faucett 1631. Telf: (01) 715 5770 / 996 128 493
Chiclayo: Calle Los Tumbos 505. Urb. San Eduardo. Telf: (074) 223 718 / 994 278 778 | Pucallpa: Jr. Coronel Portillo 744. Telf: (063) 573 591 / 998 128 495
Piura: Av. Bolognesi 311. Int. 3. Telf: (073) 321 480 / 972 001 351 | Sullana: Av. José de Lama 344. Telf: (073) 509 408 / 923 055 396
Cuzco: Av. Tomasa Tito Condemayta 1032 - Wanchaq. Telf: (084) 257 111 / 994 268 292
Arequipa: Calle Paucarpata 323A - Cercado. Telf: (054) 203 388 / 994 044 894 | Trujillo: Av. America Sur 818. Urb. Palermo. Telf: (044) 425 548 - 998 127 657



El mejor amigo del concreto

Av. Los Patrones N° 675, Urb. La Campaña, Chorrillos, Lima - Perú
(01) 2523058 | 950 093 271 / 994 268 534 / 998 128 514 / 996 330 130

Ficha Técnica – Edición 20 – Versión 01.20 - LZP

Dosificación

- De 1.0 a 1.5 Litros x Bolsa de Cemento.
- Se recomienda realizar pruebas de dosificación por diseño con su respectiva ruptura de probetas a las 24 y 72 horas. El mayor uso del aditivo puede afectar la resistencia del concreto.

Datos Técnicos

- Densidad: $1.46 \pm 0.04\text{g/Cm}^3$.
- Apariencia: Líquido marrón.

Envases

- Galón, 5 galones y 55 galones.
- Tiempo de almacenamiento: 1 año a temperatura máxima de 35 °C bajo techo.

Seguridad

- Usar los EPP's básicos como anteojos, guantes y respiradores.
- En caso de contacto con la vista lavar con agua por 15 minutos.
- En caso de contacto con la piel, lavarse con abundante agua y jabón.
- Para mayor información remitirse a la Hoja de Seguridad del Producto.

E-mail: ventas@zaditivos.com.pe | cotizacion@zaditivos.com.pe | web site: www.zaditivos.com.pe

San Borja: Av. San Luis 3051. Telf: (01) 715 5744 / 981 288 450 | Callao: Av. Elmer Faucett 1631. Telf: (01) 715-5770 / 998 128 493

Chiclayo: Calle Los Tumbos 505. Urb. San Eduardo. Telf: (074) 223 718 / 994 278 778 | Pucallpa: Jr. Coronel Portillo 744. Telf: (061) 573 591 / 998 128 495

Piura: Av. Bolognesi 311. Int. 3. Telf: (073) 321 480 / 972 001 351 | Sullana: Av. José de Lama 344. Telf: (073) 509 408 / 923 055 398

Cuzco: Av. Tomasa Tito Condemayta 1032 - Wanchaq. Telf: (084) 257 111 / 994 268 292

Arequipa: Calle Paucarpata 323A - Cercado. Telf: (054) 203 388 / 994 044 894 | Trujillo: Av. America Sur 818. Urb. Palermo. Telf: (044) 425 548 - 998 127 657

ANEXO N° 4. ENSAYOS DEL AGREGADO FINO

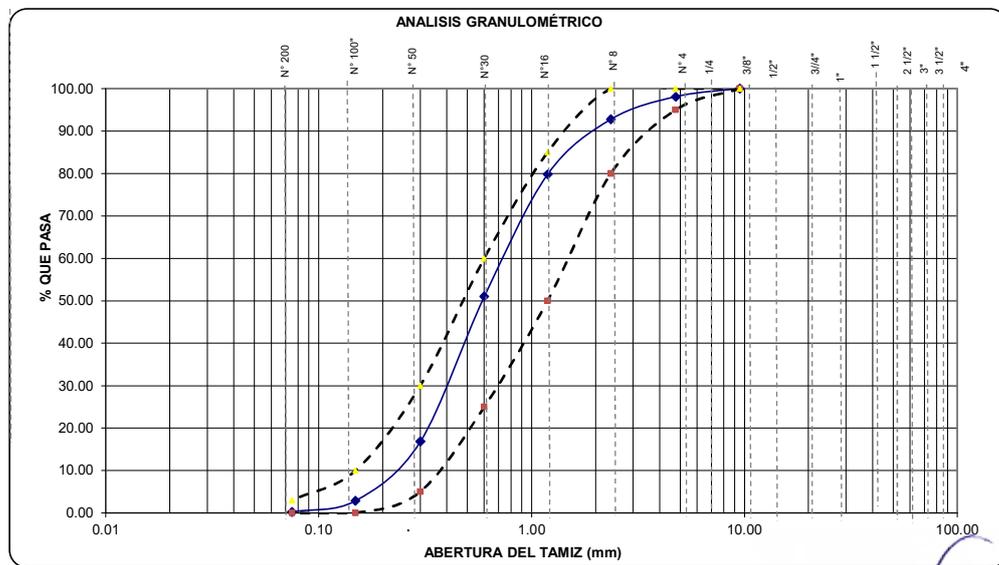
INFORME DE ENSAYO N°027-001-2022 - ACADEMICO - LEM - FIC - UNP

| | | |
|-----------|--|---------------------------------|
| PROYECTO: | "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA-2021" | |
| SOLICITA: | BR. ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA | FECHA DE INFORME: MAYO DEL 2022 |

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO NTP 400.012, ASTM C 136

| | |
|----------|--------------------------|
| CANTERA | : MALINGAS - TAMBOGRANDE |
| MUESTRA | : ARENA GRUESA |
| MATERIAL | : AGREGADO FINO |

| TAMICES ASTM | ABERTURA (mm.) | PESO RETENIDO (gr.) | PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%) | PORCENTAJE ACUMULADO | | ESPECIFICACIONES | | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | |
|--------------|----------------|---------------------|---------------------------------|----------------------|--------------|------------------|------------|--------------------------------------|--------|
| | | | | RETENIDO (%) | QUE PASA (%) | MÍNIMO (%) | MÁXIMO (%) | | |
| 4" | 101.600 | | | | | | | PESO INICIAL (gr) | 517.80 |
| 3 1/2" | 88.900 | | | | | | | CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 0.53 |
| 3" | 76.200 | | | | | | | TAMAÑO MÁXIMO (") | -- |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | | | | GRAVA (Pasa 3", retiene N°4) (%) | 1.90 |
| 2" | 50.800 | | | | | | | ARENA (Pasa N°4, retiene N°200) (%) | 97.87 |
| 1 1/2" | 38.100 | | | | | | | PASANTE N° 200 (%) | 0.23 |
| 1" | 25.400 | | | | | | | LÍMITE LÍQUIDO | 0.00 |
| 3/4" | 19.050 | | | | | | | LÍMITE PLÁSTICO | 0.00 |
| 1/2" | 12.700 | | | | | | | ÍNDICE DE PLASTICIDAD | 0.00 |
| 3/8" | 9.525 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100 | 100 | MÓDULO DE FINEZA | 2.59 |
| N° 4 | 4.760 | 9.83 | 1.90 | 1.90 | 98.10 | 95 | 100 | OBSERVACIONES: | |
| N° 8 | 2.360 | 27.50 | 5.31 | 7.21 | 92.79 | 80.0 | 100.0 | | |
| N° 16 | 1.190 | 67.20 | 12.98 | 20.19 | 79.81 | 50.0 | 85.0 | | |
| N° 30 | 0.600 | 149.15 | 28.80 | 48.99 | 51.01 | 25.0 | 60.0 | | |
| N° 50 | 0.300 | 177.05 | 34.19 | 83.18 | 16.82 | 5.0 | 30.0 | | |
| N° 100 | 0.149 | 72.36 | 13.97 | 97.16 | 2.84 | 0.0 | 10.0 | | |
| N° 200 | 0.075 | 13.53 | 2.61 | 99.77 | 0.23 | | | | |
| BANDEJA | | 1.18 | 0.23 | 100.00 | 0.00 | | | | |



Observacion: Ensayo efectuado al material en estado natural.

Darwin G. Perleche Verdeguer
Darwin G. Perleche Verdeguer
 TEC. EN LABORATORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castilla
Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castilla
 JEFE DE LABORATORIO DE SUAVIDAD DE SUPERFICIE

INFORME DE ENSAYO N°027-002-2022 - ACADEMICO - LEM - FIC - UNP

| | | |
|------------------|--|--|
| PROYECTO: | "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACCELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA-2021" | |
| SOLICITA: | BR. ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA | FECHA DE INFORME: MAYO DEL 2022 |

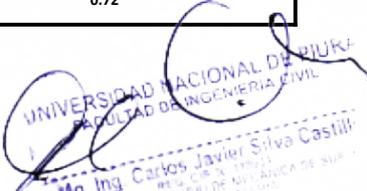
MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE TERRONES DE ARCILLA Y PARTÍCULAS DESMENUZABLES EN LOS AGREGADOS

NTP 400.015, ASTM C 142

| | |
|-----------------|---------------------------------|
| CANTERA | : MALINGAS - TAMBOGRANDE |
| MUESTRA | : ARENA GRUESA |
| MATERIAL | : AGREGADO FINO |

| DATOS DE MUESTRA PARA AGREGADO FINO | | | | | | | |
|--|---------------|------------------|----------------|-------|-------|---------------------|---------------|
| PASA TAMIZ | RETIENE TAMIZ | PESO INICIAL (A) | PESO FINAL (B) | C=A-B | C/A | CONTENIDO TOTAL (%) | OBSERVACIONES |
| Nº 4 | Nº 16 | 49.96 | 49.60 | 0.36 | 0.007 | 0.72 | ----- |
| TOTAL | | 49.96 | 49.60 | | | 0.72 | |
| % DE TERRONES DE ARCILLA Y PARTÍCULAS DESMENUZABLES | | | | | | 0.72 | |

Observaciones: Muestra proporcionada por el solicitante


 UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castill
 RE. D. C. 15. 15. 15. 15.
 JEFE DE LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS
 LABORATORIO DE SUELOS


 Darwin G. Perleche Verdeguer
 TEC. EN LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO N°027-003-2022 - ACADEMICO - LEM - FIC - UNP

| | | |
|------------------|--|--|
| PROYECTO: | "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA-2021" | |
| SOLICITA: | BR. ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA | FECHA DE INFORME: MAYO DEL 2022 |

**MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE MATERIALES MÁS FINOS QUE PASAN POR EL TAMIZ NORMALIZADO 75 µm (Nº 200) POR LAVADO EN AGREGADOS
NTP 400.018, ASTM C 117**

| | |
|-----------------|--------------------------|
| CANTERA | : MALINGAS - TAMBOGRANDE |
| MUESTRA | : ARENA GRUESA |
| MATERIAL | : AGREGADO FINO |

| IDENTIFICACIÓN | PESO INICIAL (gr.) | PESO FINAL (gr.) |
|----------------|--------------------|------------------|
| Arena | 523.76 | 517.8 |
| | RESULTADO % | 1.14 |

Observacion: Ensayo efectuado al material en estado natural.


 UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castillo
 DIRECTOR DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 2022-05-02


 Darwin G. Perleze Verdeguer
 TEC. EN LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO N°027-004-2022 - ACADEMICO - LEM - FIC - UNP

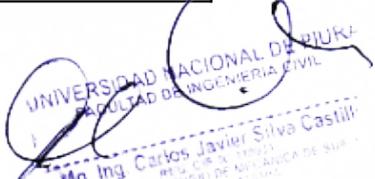
| | | |
|------------------|--|--|
| PROYECTO: | "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACCELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA-2021" | |
| SOLICITA; | BR. ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA | FECHA DE INFORME: MAYO DEL 2022 |

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADO FINO
NTP 339.146, ASTM D 2419, MTC E114

| | |
|-----------------|--------------------------|
| CANTERA | : MALINGAS - TAMBOGRANDE |
| MUESTRA | : ARENA GRUESA |
| MATERIAL | : AGREGADO FINO |

| DESCRIPCIÓN | IDENTIFICACIÓN | | |
|---|----------------|----------|----------|
| | 1 | 2 | 3 |
| Hora de entrada a saturación | 12:31:00 | 12:34:00 | 12:37:00 |
| Hora de salida de saturación (mas 10') | 12:41:00 | 12:44:00 | 12:47:00 |
| Hora de entrada a decantación | 12:44:00 | 12:47:00 | 12:50:00 |
| Hora de salida de decantación (mas 20') | 13:04:00 | 13:07:00 | 13:10:00 |
| Altura máxima de material fino (pulg) | 3.90 | 3.90 | 3.80 |
| Altura máxima de la arena (pulg) | 3.70 | 3.60 | 3.50 |
| Equivalente de Arena (%) | 95 | 93 | 93 |
| Promedio (%) | 94 | | |

Observacion: Material fue proporcionado por el proveedor


 UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castillo
 REG. CIP. N. 170021
 OFICINA DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 JUNIO 2012


 Darwin G. Perle Verdeguer
 TEC. EN LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO N° 027-005-2022-ACADEMICO-LEM-FIC-UNP

ENSAYO: ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGREGADOS

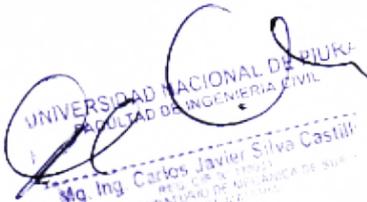
PROYECTO: "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA - 2021".

| | |
|----------------------|--|
| SOLICITANTE | Orlando Raúl Juárez Silva |
| FECHA DEL ENSAYO | 31/03/2022 |
| LUGAR DE PROCEDENCIA | Cantera Malingas - Tambogrande, Piura. |
| TIPO DE AGREGADO | Agregado Fino - Arena Gruesa |
| MUESTREADO POR | EL CLIENTE |

RESULTADOS

| ENSAYO | METODOLOGIA | ppm | RESULTADOS (%) |
|--|-------------|--------------------------|------------------------|
| Cloruros | NTP 400.042 | 90 | 0.009 |
| Sulfatos | NTP 400.042 | 130 | 0.013 |
| Contenido de Partículas Ligeras (Carbón y Lignito) | NTP 400.023 | - | 0.01 |
| Materia Orgánica | ASTM C40-04 | EVIDENCIA / NO EVIDENCIA | NO EVIDENCIA PRESENCIA |


Renato A. Mejía Núñez
 Tec. de Laboratorio


 UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castillo
 RE. LA. CIB. N° 110923
 REFE DE LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS

INFORME DE ENSAYO N°027-006-2022 - ACADEMICO - LEM - FIC - UNP

| | | |
|-----------|---|---------------------------------|
| PROYECTO: | "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACCELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA-2021" | |
| SOLICITA: | BR. ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA | FECHA DE INFORME: MAYO DEL 2022 |

MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL EVAPORABLE DE AGREGADOS POR SECADO

NTP 339.185, ASTM C566

| | |
|----------|--------------------------|
| CANTERA | : MALINGAS - TAMBOGRANDE |
| MUESTRA | : ARENA GRUESA |
| MATERIAL | : AGREGADO FINO |

| IDENTIFICACION | MUESTRA | PESO SUELO HUMEDO + TARA (gr) | PESO SUELO SECO + TARA (gr) | PESO TARA (gr) | PESO AGUA (gr) | PESO SUELO SECO (gr) | % DE HUMEDAD | % HUMEDAD PROMEDIO |
|---------------------------------|---------|-------------------------------|-----------------------------|----------------|----------------|----------------------|--------------|--------------------|
| CANTERA MALINGAS - ARENA GRUESA | M - 1 | 695.44 | 692.69 | 183.84 | 2.75 | 508.85 | 0.54 | 0.53 |
| | M - 2 | 705.23 | 702.56 | 186.83 | 2.67 | 515.73 | 0.52 | |
| | M - 3 | 700.44 | 697.74 | 182.86 | 2.70 | 514.88 | 0.52 | |

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castilla
RES. C. 05 01 1992
EXE. DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
12/05/2022


Darwin G. Perleche Verdeguer
TEC. EN LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO N°027-007-2022 - ACADEMICO - LEM - FIC - UNP

| | | |
|------------------|---|--|
| PROYECTO: | "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA-2021" | |
| SOLICITA: | BR. ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA | FECHA DE INFORME: MAYO DEL 2022 |

**MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA MASA POR UNIDAD DE VOLUMEN O DENSIDAD ("PESO UNITARIO") Y LOS VACÍOS EN LOS AGREGADOS
NTP 400.017, ASTM C 29**

| | |
|-----------------|------------------------------|
| CANTERA | :MALINGAS-TAMBOGRANDE |
| MUESTRA | :ARENA GRUESA |
| MATERIAL | :AGREGADO FINO PARA CONCRETO |

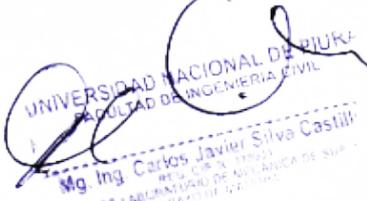
PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO SUELTO

| IDENTIFICACIÓN | Muestra | PROF. (m) | Peso de la Muestra (gr.) | | | VOL. MOLDE (cm3) | PROMEDIO (kg/m3) |
|----------------|---------|-----------|--------------------------|----------|----------|------------------|------------------|
| | | | ENSAYO 1 | ENSAYO 2 | ENSAYO 3 | | |
| ARENA GRUESA | - | - | 4216 | 4212 | 4215 | 2815 | 1500 |
| | | | | | | | |

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO VARILLADO

| IDENTIFICACIÓN | Muestra | PROF. (m) | Peso de la Muestra (gr.) | | | VOL. MOLDE (cm3) | PROMEDIO (kg/m3) |
|----------------|---------|-----------|--------------------------|----------|----------|------------------|------------------|
| | | | ENSAYO 1 | ENSAYO 2 | ENSAYO 3 | | |
| ARENA GRUESA | - | - | 4483 | 4489 | 4492 | 2815 | 1590 |
| | | | | | | | |

Observacion:



 UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castillo
 REG. CIP. 11921
 EXP. DE LABORATORIOS DE NIQUENCA DE SUR



 Darwin G. Perleche Verdeguer
 TEC. EN LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO N°027-008-2022 - ACADEMICO - LEM - FIC - UNP

| | | |
|------------------|--|--|
| PROYECTO: | "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACCELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA-2021" | |
| SOLICITA: | BR. ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA | FECHA DE INFORME: MAYO DEL 2022 |

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD RELATIVA (PESO ESPECÍFICO) Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

NTP 400.022, ASTM C 128

| | |
|-----------------|--------------------------|
| CANTERA | : MALINGAS - TAMBOGRANDE |
| MUESTRA | : ARENA GRUESA |
| MATERIAL | : AGREGADO FINO |

DATOS DE MUESTRA PARA AGREGADO FINO

| DESCRIPCIÓN | | 1 | 2 | 3 | PROMEDIO | |
|--|--|--------------------|--------|--------|----------|-------------|
| A | Peso del frasco mas agua aforado (gr) | 638.28 | 644.07 | 641.04 | | |
| B | Peso de la muestra seca al horno(gr) | 513.29 | 515.83 | 507.75 | | |
| C | Peso de la muestra saturada superficialmente seca (gr) | 523.44 | 525.56 | 518.07 | | |
| D | Peso del frasco mas agua mas muestra aforado (gr) | 958.53 | 966.17 | 956.96 | | |
| Peso específico de masa seca (B/(C-(D-A))) | | gr/cm ³ | 2.53 | 2.54 | 2.51 | 2.52 |
| Peso específico de masa saturada superficialmente seca (C/(C-(D-A))) | | gr/cm ³ | 2.58 | 2.58 | 2.56 | 2.57 |
| Peso específico aparente (B/(B-(D-A))) | | gr/cm ³ | 2.66 | 2.66 | 2.65 | 2.66 |
| % de Absorción ((C-B)/B*100) | | % | 2.0 | 1.9 | 2.0 | 2.0 |

Observaciones:

Darwin G. Perleche Verdeguer
 TEC. EN LABORATORIO

ANEXO N° 5. ENSAYOS DEL AGREGADO GRUESO

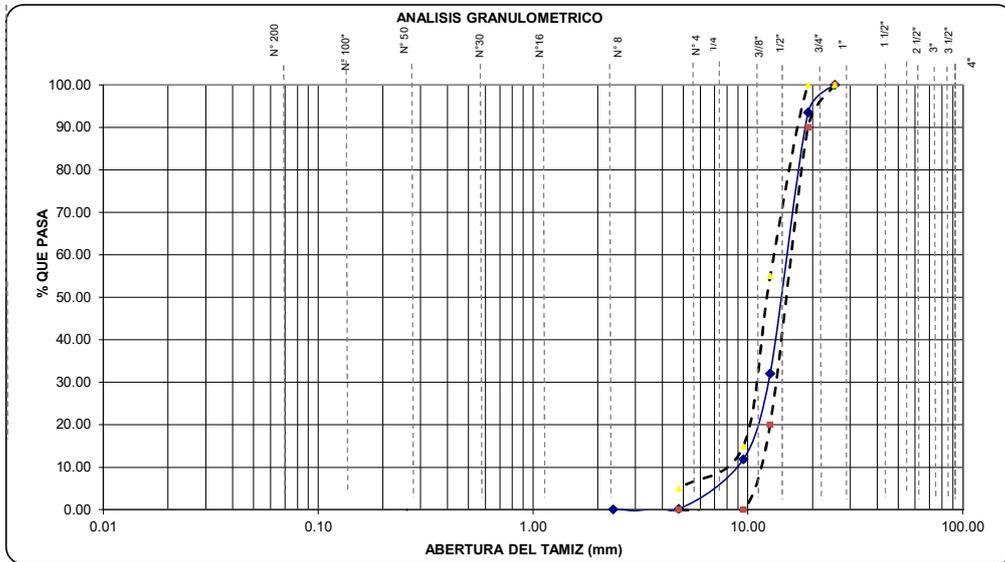
INFORME DE ENSAYO N°027-009-2022 - ACADEMICO - LEM - FIC - UNP

| | | |
|-----------|---|---------------------------------|
| PROYECTO: | "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACCELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA-2021" | |
| SOLICITA: | BR. ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA | FECHA DE INFORME: MAYO DEL 2022 |

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO (NTP 400.012)

| | |
|----------|-------------------|
| CANTERA | : SOJO - SULLANA |
| MUESTRA | : PIEDRA CHANCADA |
| MATERIAL | : AGREGADO GRUESO |

| TAMICES ASTM | ABERTURA (mm.) | PESO RETENIDO (gr.) | PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%) | PORCENTAJE ACUMULADO | | ESPECIFICACIONES | | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA |
|--------------|----------------|---------------------|---------------------------------|----------------------|--------------|------------------|------------|---|
| | | | | RETENIDO (%) | QUE PASA (%) | MÍNIMO (%) | MÁXIMO (%) | |
| 4" | 101.600 | | | | | | | PESO INICIAL (gr) 7,290.00 |
| 3 1/2" | 88.900 | | | | | | | CONTENIDO DE HUMEDAD (%) 0.62 |
| 3" | 76.200 | | | | | | | TAMAÑO MÁXIMO (") 1" |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | | | | TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL (") 3/4" |
| 2" | 50.800 | | | | | | | BOLEOS (Mayor 3") (%) 0.00 |
| 1 1/2" | 38.100 | | | | | | | GRAVA (Pasa 3", retiene N°4) (%) 99.81 |
| 1" | 25.400 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100 | 100 | ARENA (Pasa N°4, retiene N°200) (%) 0.19 |
| 3/4" | 19.050 | 473.14 | 6.49 | 6.49 | 93.51 | 90 | 100 | PASANTE N° 200 (%) 0.00 |
| 1/2" | 12.700 | 4480.00 | 61.45 | 67.94 | 32.06 | 20 | 55 | OBSERVACIONES: |
| 3/8" | 9.525 | 1471.54 | 20.19 | 88.13 | 11.87 | 0 | 15 | |
| N° 4 | 4.760 | 851.14 | 11.68 | 99.81 | 0.19 | 0 | 5 | |
| N° 8 | 2.360 | 9.86 | 0.14 | 99.94 | 0.06 | | | |
| N° 16 | 1.190 | 0.00 | 0.00 | 99.94 | 0.06 | | | |
| N° 30 | 0.600 | | | | | | | |
| N° 50 | 0.300 | | | | | | | |
| N° 100 | 0.149 | | | | | | | |
| N° 200 | 0.075 | | | | | | | |
| BANDEJA | | 4.32 | 0.06 | 100.00 | 0.00 | | | |



Observacion: Ensayo efectuado al material en estado natural.

Darwin G. Perleze Verdeguez
Darwin G. Perleze Verdeguez
 TEC. EN LABORATORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castillo
Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castillo
 ING. DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 2022-05-10 10:00 AM

INFORME DE ENSAYO N°027-010-2022 - ACADEMICO - LEM - FIC - UNP

| | | |
|------------------|--|--|
| PROYECTO: | "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACCELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA-2021" | |
| SOLICITA: | BR. ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA | FECHA DE INFORME: MAYO DEL 2022 |

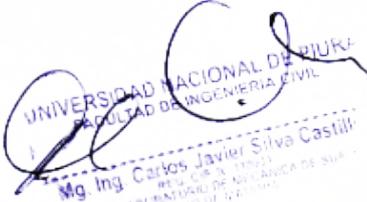
MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE TERRONES DE ARCILLA Y PARTÍCULAS DESMENUZABLES EN LOS AGREGADOS

NTP 400.015, ASTM C 142

| | |
|-----------------|-------------------|
| CANTERA | : SOJO - SULLANA |
| MUESTRA | : PIEDRA CHANCADA |
| MATERIAL | : AGREGADO GRUESO |

| DATOS DE MUESTRA PARA AGREGADO FINO | | | | | | | |
|--|---------------|------------------|----------------|-------|-------------|------------|-----------------------------|
| PASA TAMIZ | RETIENE TAMIZ | PESO INICIAL (A) | PESO FINAL (B) | C=A-B | C/A | % ORIGINAL | PROM. PONDERADO PARCIAL (%) |
| | 1 1/2" | 0 | | | | | |
| 1 1/2" | 3/4" | 3000.49 | 2994.39 | 6.10 | 0.002 | 50.00 | 0.10 |
| 3/4" | 3/8" | 2000.22 | 1992.18 | 8.04 | 0.004 | 33.33 | 0.13 |
| 3/8" | #4 | 1000.29 | 990.62 | 9.67 | 0.010 | 16.67 | 0.16 |
| TOTAL | | 6001.00 | 5977.19 | | | 100.00 | 0.40 |
| % DE TERRONES DE ARCILLA Y PARTÍCULAS DESMENUZABLES | | | | | 0.40 | | |

Observaciones: Muestra proporcionada por el solicitante


 UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castañeda
 REG. C.O.F. 11801
 OFICINA DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 AV. ALVARO YAGUAYAN 1201


 Darwin G. Perleche Verdeguer
 TEC. EN LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO N°027-011-2022 - ACADEMICO - LEM - FIC - UNP

| | | |
|------------------|---|--|
| PROYECTO: | "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA-2021" | |
| SOLICITA: | BR. ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA | FECHA DE INFORME: MAYO DEL 2022 |

**MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE MATERIALES MÁS FINOS QUE PASAN POR EL TAMIZ NORMALIZADO 75 µm (Nº 200) POR LAVADO EN AGREGADOS
NTP 400.018, ASTM C 117**

| | |
|-----------------|-------------------------|
| CANTERA | :SOJO - SULLANA |
| MUESTRA | :PIEDRA CHANCADA |
| MATERIAL | :AGREGADO GRUESO |

| IDENTIFICACIÓN | PESO INICIAL (gr.) | PESO FINAL (gr.) |
|-----------------------|---------------------------|-------------------------|
| Piedra Chancada | 2553.85 | 2540.78 |
| | RESULTADO % | 0.51 |

Observacion: Ensayo efectuado al material en estado natural.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castillo
 TECNICO DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

Darwin G. Perleche Verdeguer
 TEC. EN LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO N° 027-012-2022-ACADEMICO-LEM-FIC-UNP

ENSAYO: ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGREGADOS

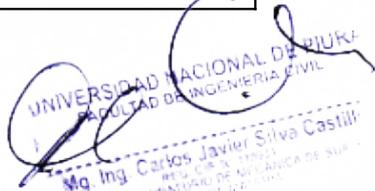
PROYECTO: "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA - 2021".

| | |
|----------------------|--------------------------------|
| SOLICITANTE | Orlando Raúl Juárez Silva |
| FECHA DEL ENSAYO | 31/03/2022 |
| LUGAR DE PROCEDENCIA | Cantera Sojo - Sullana, Piura. |
| TIPO DE AGREGADO | Piedra Chancada |
| MUESTREO POR | EL CLIENTE |

RESULTADOS

| ENSAYO | METODOLOGIA | ppm | RESULTADOS (%) |
|--|-------------|--------------------------|------------------------|
| Cloruros | NTP 400.042 | 80 | 0.008 |
| Sulfatos | NTP 400.042 | 110 | 0.011 |
| Contenido de Partículas Ligeras (Carbón y Lignito) | NTP 400.023 | - | 0.01 |
| Materia Orgánica | ASTM C40-04 | EVIDENCIA / NO EVIDENCIA | NO EVIDENCIA PRESENCIA |


Renato A. Mejía Núñez
Tec. de Laboratorio


UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castillo
REG. CR. N. 17883
CARRERA DE INGENIERIA DE SUPERVISOR DE OBRAS DE CONSTRUCCION

INFORME DE ENSAYO N°027-013-2022 - ACADEMICO - LEM - FIC - UNP

| | | |
|-----------|---|---------------------------------|
| PROYECTO: | "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACCELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA-2021" | |
| SOLICITA: | BR. ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA | FECHA DE INFORME: MAYO DEL 2022 |

MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DESGASTE EN AGREGADOS GRUESOS DE TAMAÑOS MENORES POR ABRASIÓN E IMPACTO EN LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES
NTP 400.019, ASTM C 131

| | |
|----------|-------------------|
| CANTERA | : SOJO - SULLANA |
| MUESTRA | : PIEDRA CHANCADA |
| MATERIAL | : AGREGADO GRUESO |

| DATOS DEL ENSAYO | | | | | |
|--|----------------|------------------|---------|---|---|
| TAMAÑO DEL TAMIZ | | MÉTODO DE ENSAYO | | | |
| PASA | RETIENE | A | B | C | D |
| 38.1 mm (1 1/2") | 25.4 mm (1") | | | | |
| 25.4 mm (1") | 19.1 mm (3/4") | | | | |
| 19.1 mm (3/4") | 12.7 mm (1/2") | | 2502.70 | | |
| 12.7 mm (1/2") | 9.53mm (3/8") | | 2501.95 | | |
| 9.53 mm (3/8") | 6.35 mm (1/4") | | | | |
| 6.35 mm (1/4") | 4.76 mm (Nº 4) | | | | |
| 4.76 mm (Nº 4) | 2.36 mm (Nº 8) | | | | |
| PESO ANTES DEL ENSAYO (gr) | | | 5004.65 | | |
| PESO DESPUES DEL ENSAYO (gr) | | | 4376.00 | | |
| PÉRDIDA DESPUES DEL ENSAYO (gr) | | | 628.65 | | |
| RESULTADO AL DESGASTE POR ABRASIÓN DEL AGREGADO A 500 REVOLUCIONES (%) | | | 13 | | |

Observaciones: Muestra proporcionada por el solicitante

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castilla
PEU. CIV. N.º 17021
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CARRANZO 1172 (2000)


Darwin G. Perleche Verdeguer
TEC. EN LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO N°027-014-2022 - ACADEMICO - LEM - FIC - UNP

| | | |
|------------------|--|--|
| PROYECTO: | "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACCELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA-2021" | |
| SOLICITA: | BR. ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA | FECHA DE INFORME: MAYO DEL 2022 |

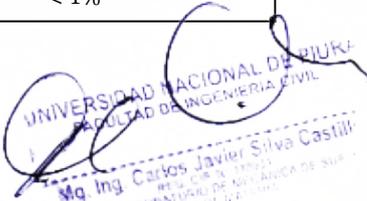
ÍNDICE DE ESPESOR DEL AGREGADO

NTP 400.041

| | |
|-----------------|-------------------|
| CANTERA | : SOJO - SULLANA |
| MUESTRA | : PIEDRA CHANCADA |
| MATERIAL | : AGREGADO GRUESO |

| | | | | |
|---|---|--|---|---------------------------------|
| Muestra de ensayo Mo= | | Masa reten. por el tamiz de 100 mm= | 0.00 | |
| 5090 | | Masa que pasa por el tamiz de 4 mm= | 6.00 | |
| | | Suma de masas rechazadas= | 6.00 | |
| Tamizado con tamices de ensayo | | Cribado con tamices de barras | | |
| Fracción Granulométrica di/DI | Ri = Masa de la fracción granulométrica di/DI (g) | Ancho de las ranuras de los tamices de barras (mm) | mi = Masa que pasa por el tamiz de barras (g) | Índice de Espesor = (mi/Ri)x100 |
| 80/100 | | 50.00 | | |
| 63/80 | | 40.00 | | |
| 50/63 | | 31.50 | | |
| 40/50 | | 25.00 | | |
| 31.5/40 | | 20.00 | | |
| 25/31.5 | | 16.00 | | |
| 20/25 | 343.0 | 12.50 | 91.00 | 26.53 |
| 16/20 | 1518.0 | 10.00 | 316.00 | 20.82 |
| 12.5/16 | 1505.0 | 8.00 | 323.00 | 21.46 |
| 10/12.5 | 826.0 | 6.30 | 276.00 | 33.41 |
| 6.3/10 | 663.0 | 5.00 | 169.00 | 25.49 |
| 5/6.3 | 209.0 | 3.15 | 81.00 | 38.76 |
| 4/5 | 20.0 | 2.50 | 14.00 | 70.00 |
| M1=ΣRi | 5084.0 | M2=ΣRi | 1270.00 | 236.47 |
| IL=(M2/M1)x100 | | 25.00 | | |
| $100x \frac{Mo - \{\sum Ri + \sum(masas rechazadas) + \sum(masas no sometidas a ensayo)\}}{Mo} < 1\%$ | | | | |

Observaciones: Muestra proporcionada por el solicitante


 UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castilla
 REG. CIP N. 11921
 AREA DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 PIURA - PERU


 Darwin G. Perlete Verdeguer
 TEC. EN LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO N°027-015-2022 - ACADEMICO - LEM - FIC - UNP

| | | |
|-----------|---|---------------------------------|
| PROYECTO: | "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACCELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA-2021" | |
| SOLICITA: | BR. ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA | FECHA DE INFORME: MAYO DEL 2022 |

MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL EVAPORABLE DE AGREGADOS POR SECADO

NTP 339.185, ASTM C566

| | |
|----------|-------------------|
| CANTERA | : SOJO - SULLANA |
| MUESTRA | : PIEDRA CHANCADA |
| MATERIAL | : AGREGADO GRUESO |

| IDENTIFICACION | MUESTRA | PESO SUELO HUMEDO + TARA (gr) | PESO SUELO SECO + TARA (gr) | PESO TARA (gr) | PESO AGUA (gr) | PESO SUELO SECO (gr) | % DE HUMEDAD | % HUMEDAD PROMEDIO |
|---------------------------------|---------|-------------------------------|-----------------------------|----------------|----------------|----------------------|--------------|--------------------|
| CANTERA MALINGAS - ARENA GRUESA | M - 1 | 720.51 | 717.21 | 194.69 | 3.30 | 522.52 | 0.63 | 0.62 |
| | M - 2 | 709.47 | 706.4 | 182.72 | 3.07 | 523.68 | 0.59 | |
| | M - 3 | 720.36 | 717.02 | 192.03 | 3.34 | 524.99 | 0.64 | |

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castilla
Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castilla
Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castilla
Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castilla


Darwin G. Perleche Verdeguer
TEC. EN LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO N°027-016-2022 - ACADEMICO - LEM - FIC - UNP

| | | |
|------------------|---|--|
| PROYECTO: | "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA-2021" | |
| SOLICITA: | BR. ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA | FECHA DE INFORME: MAYO DEL 2022 |

**MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA MASA POR UNIDAD DE VOLUMEN O DENSIDAD ("PESO UNITARIO") Y LOS VACÍOS EN LOS AGREGADOS
NTP 400.017, ASTM C 29**

| | |
|-----------------|-------------------|
| CANTERA | : SOJO - SULLANA |
| MUESTRA | : PIEDRA CHANCADA |
| MATERIAL | : AGREGADO GRUESO |

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO SUELTO

| IDENTIFICACIÓN | Muestra | PROF. (m) | Peso de la Muestra (gr.) | | | VOL. MOLDE (cm3) | PROMEDIO (kg/m3) |
|-----------------|---------|-----------|--------------------------|----------|----------|------------------|------------------|
| | | | ENSAYO 1 | ENSAYO 2 | ENSAYO 3 | | |
| PIEDRA CHANCADA | - | - | 19572 | 19548 | 19721 | 14091.5 | 1390 |
| | | | | | | | |

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO VARILLADO

| IDENTIFICACIÓN | Muestra | PROF. (m) | Peso de la Muestra (gr.) | | | VOL. MOLDE (cm3) | PROMEDIO (kg/m3) |
|-----------------|---------|-----------|--------------------------|----------|----------|------------------|------------------|
| | | | ENSAYO 1 | ENSAYO 2 | ENSAYO 3 | | |
| PIEDRA CHANCADA | - | - | 21680 | 21597 | 21654 | 14091.5 | 1540 |
| | | | | | | | |

Observacion:

Darwin G. Perleze Verdeguer
 TEC. EN LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO N°027-017-2022 - ACADEMICO - LEM - FIC - UNP

| | | |
|------------------|--|--|
| PROYECTO: | "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACCELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA-2021" | |
| SOLICITA: | BR. ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA | FECHA DE INFORME: MAYO DEL 2022 |

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD RELATIVA (PESO ESPECÍFICO) Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO

NTP 400.021, ASTM C 127

| | |
|-----------------|-------------------|
| CANTERA | : SOJO - SULLANA |
| MUESTRA | : PIEDRA CHANCADA |
| MATERIAL | : AGREGADO GRUESO |

DATOS DE MUESTRA PARA AGREGADO GRUESO

| DESCRIPCIÓN | | 1 | 2 | 3 | PROMEDIO | |
|--|--|--------------------|---------|---------|----------|-------------|
| A | Peso de la muestra seca en el horno (gr) | 2078.96 | 2159.36 | 2457.00 | | |
| B | Peso de la muestra saturada superficialmente seca al aire (gr) | 2097.00 | 2180.00 | 2480.00 | | |
| C | Peso de la muestra saturada superficialmente seca sumergido (gr) | 1335.11 | 1385.19 | 1574.69 | | |
| Peso específico de masa seca (A/(B-C)) | | gr/cm ³ | 2.73 | 2.72 | 2.71 | 2.72 |
| Peso específico de masa saturada superficialmente seca (B/(B-C)) | | gr/cm ³ | 2.75 | 2.74 | 2.74 | 2.74 |
| Peso específico aparente (A/(A-C)) | | gr/cm ³ | 2.79 | 2.79 | 2.78 | 2.79 |
| % de Absorción ((B-A)/A*100) | | % | 0.9 | 1.0 | 0.9 | 0.9 |

Observaciones:

ANEXO N° 6. DISEÑO DE MEZCLAS

INFORME DE ENSAYO N°027-018-2022 - ACADEMICO - LEM - FIC - UNP

| DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO HIDRAULICO - METODO ACI 211 | | | | | | |
|---|------------------------|--|----------------|----------------------------|----------------|--------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES FIC - UNP | | | | | | |
| PROYECTO: "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA-2021" | | | | | | |
| IDENTIFICACIÓN: DMC 1 | | SOLICITA: ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA | | | | |
| PRUEBA: TANDA 1 | | INFORME: MAYO DEL 2022 | | | | |
| CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA | | | | | | |
| F'c teórico: | 210 kg/cm ² | Consolidación: | plástica | Aditivo Acelerante: | NO | |
| F'cr de diseño: | 294 kg/cm ² | Slump: | 3" a 4" | Dosificación: | ----- | |
| a/c (diseño) | 0.56 | Are incorporado: | NO | | | |
| DATOS DE MATERIALES | | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | CEMENTO | ARENA | PIEDRA | AGUA | ADITIVO | |
| Procedencia | Emp. Pacasmayo | Cant. "Malingas" | Cant. "Sojo" | Potable | ----- | |
| Peso seco suelto (kg/m ³) | ----- | 1500 | 1390 | ----- | ----- | |
| Peso seco compactado (kg/m ³) | ----- | 1590 | 1540 | ----- | ----- | |
| Peso específico (kg/m ³) | 3120 | 2524 | 2720 | 1000 | ----- | |
| Absorción (%) | ----- | 2.00 | 0.90 | ----- | ----- | |
| Contenido de humedad (%) | ----- | 0.53 | 0.62 | ----- | ----- | |
| Módulo de fineza | ----- | 2.59 | 3.94 | ----- | ----- | |
| TMN (pulg) | ----- | ----- | 3/4 | ----- | ----- | |
| RESULTADOS | | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | AIRE | CEMENTO | ARENA | PIEDRA | AGUA | ADITIVO |
| Peso Seco (kg) | | 367.120 | 743.101 | 987.140 | 205.000 | 0.000 |
| Volumen (m ³) | 0.020 | 0.118 | 0.294 | 0.363 | 0.205 | 0.000 |
| Corrección por humedad (kg) | | 367.120 | 747.040 | 993.260 | 218.688 | 0.000 |

Proporción en peso sin corrección por humedad

| | | | | | |
|---------------------------|---------|-------|--------|---------------|------------------|
| a/c (diseño): 0.56 | Cemento | Arena | Piedra | Agua (lt/bol) | Aditivo (kg/bol) |
| | 1.00 | 2.02 | 2.69 | 23.73 | 0.000 |

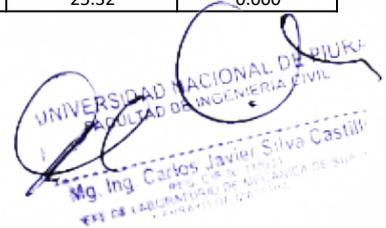
Proporción en peso con corrección por humedad

| | | | | | |
|-----------------------------|---------|-------|--------|---------------|------------------|
| a/c (efectiva): 0.60 | Cemento | Arena | Piedra | Agua (lt/bol) | Aditivo (kg/bol) |
| | 1.00 | 2.03 | 2.71 | 25.32 | 0.000 |

Pesos por tanda de una bolsa

| | | | | |
|------------------|----------------|-----------------|---------------|------------------|
| Cemento (kg/bol) | Arena (kg/bol) | Piedra (kg/bol) | Agua (lt/bol) | Aditivo (kg/bol) |
| 42.50 | 86.48 | 114.99 | 25.32 | 0.000 |


Darwin G. Perleche Verdeguer
 TEC. EN LABORATORIO


 UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castilla
 RUC: 20501100001
 OFICINA DE LABORATORIO DE MATERIALES DE CONCRETO

INFORME DE ENSAYO N°027-019-2022 - ACADEMICO - LEM - FIC - UNP

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO HIDRAULICO - METODO ACI 211

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES FIC - UNP

| | | | | | |
|-----------------|---|-----------|---------------------------|--|--|
| PROYECTO: | "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACCELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA-2021" | | | | |
| IDENTIFICACIÓN: | DMC 2 | SOLICITA: | ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA | | |
| PRUEBA: | TANDA 2 | INFORME: | MAYO DEL 2022 | | |

CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA

| | | | | | |
|-----------------|------------------------|------------------|----------|---------------------|----|
| F'c teórico: | 210 kg/cm ² | Consolidación: | plástica | Aditivo Acelerante: | SI |
| F'cr de diseño: | 294 kg/cm ² | Slump: | 3" a 4" | Dosificación: | 1 |
| a/c (diseño) | 0.56 | Are incorporado: | NO | % del peso de cem. | |

DATOS DE MATERIALES

| DESCRIPCIÓN | CEMENTO | ARENA | PIEDRA | AGUA | ADITIVO |
|---|----------------|------------------|--------------|---------|------------------------|
| Procedencia | Emp. Pacasmayo | Cant. "Malingas" | Cant. "Sojo" | Potable | SIKACEM ACCELERANTE PE |
| Peso seco suelto (kg/m ³) | ----- | 1500 | 1390 | ----- | ----- |
| Peso seco compactado (kg/m ³) | ----- | 1590 | 1540 | ----- | ----- |
| Peso específico (kg/m ³) | 3120 | 2524 | 2720 | 1000 | 1380 |
| Absorción (%) | ----- | 2.00 | 0.90 | ----- | ----- |
| Contenido de humedad (%) | ----- | 0.53 | 0.62 | ----- | ----- |
| Módulo de fineza | ----- | 2.59 | 3.94 | ----- | ----- |
| TMN (pulg) | ----- | ----- | 3/4 | ----- | ----- |

RESULTADOS

| DESCRIPCIÓN | AIRE | CEMENTO | ARENA | PIEDRA | AGUA | ADITIVO |
|-----------------------------|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------|
| Peso Seco (kg) | | 367.120 | 743.101 | 987.140 | 205.000 | 3.671 |
| Volumen (m ³) | 0.020 | 0.118 | 0.294 | 0.363 | 0.205 | 0.003 |
| Corrección por humedad (kg) | | 367.120 | 747.040 | 993.260 | 218.688 | 3.671 |

Proporción en peso sin corrección por humedad

| | | | | | | |
|---------------|------|---------|-------|--------|---------------|------------------|
| a/c (diseño): | 0.56 | Cemento | Arena | Piedra | Agua (lt/bol) | Aditivo (kg/bol) |
| | | 1.00 | 2.02 | 2.69 | 23.73 | 0.425 |

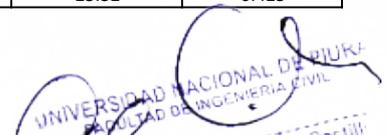
Proporción en peso con corrección por humedad

| | | | | | | |
|-----------------|------|---------|-------|--------|---------------|------------------|
| a/c (efectiva): | 0.60 | Cemento | Arena | Piedra | Agua (lt/bol) | Aditivo (kg/bol) |
| | | 1.00 | 2.03 | 2.71 | 25.32 | 0.425 |

Pesos por tanda de una bolsa

| | | | | |
|------------------|----------------|-----------------|---------------|------------------|
| Cemento (kg/bol) | Arena (kg/bol) | Piedra (kg/bol) | Agua (lt/bol) | Aditivo (kg/bol) |
| 42.50 | 86.48 | 114.99 | 25.32 | 0.425 |


 Darwin G. Perleche Verdeguer
 TEC. EN LABORATORIO


 Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castilla
 REG. C. O. P. 11000
 EXP. DE LABORATORIO DE INVESTIGACION DE SUAV. 11000

INFORME DE ENSAYO N°027-020-2022 - ACADEMICO - LEM - FIC - UNP

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO HIDRAULICO - METODO ACI 211

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES FIC - UNP

| | | | | | |
|------------------------|--|------------------|---------------------------|--|--|
| PROYECTO: | "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACCELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA-2021" | | | | |
| IDENTIFICACIÓN: | DMC 3 | SOLICITA: | ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA | | |
| PRUEBA: | TANDA 3 | INFORME: | MAYO DEL 2022 | | |

CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA

| | | | | | |
|------------------------|------------------------|-------------------------|----------|----------------------------|--------------------|
| F'c teórico: | 210 kg/cm ² | Consolidación: | plástica | Aditivo Acelerante: | SI |
| F'cr de diseño: | 294 kg/cm ² | Slump: | 3" a 4" | Dosificación: | 2.5 |
| a/c (diseño) | 0.56 | Are incorporado: | NO | | % del peso de cem. |

DATOS DE MATERIALES

| DESCRIPCIÓN | CEMENTO | ARENA | PIEDRA | AGUA | ADITIVO |
|---|----------------|------------------|--------------|---------|------------------------|
| Procedencia | Emp. Pacasmayo | Cant. "Malingas" | Cant. "Sojo" | Potable | SIKACEM ACCELERANTE PE |
| Peso seco suelto (kg/m ³) | ----- | 1500 | 1390 | ----- | ----- |
| Peso seco compactado (kg/m ³) | ----- | 1590 | 1540 | ----- | ----- |
| Peso específico (kg/m ³) | 3120 | 2524 | 2720 | 1000 | 1380 |
| Absorción (%) | ----- | 2.00 | 0.90 | ----- | ----- |
| Contenido de humedad (%) | ----- | 0.53 | 0.62 | ----- | ----- |
| Módulo de fineza | ----- | 2.59 | 3.94 | ----- | ----- |
| TMN (pulg) | ----- | ----- | 3/4 | ----- | ----- |

RESULTADOS

| DESCRIPCIÓN | AIRE | CEMENTO | ARENA | PIEDRA | AGUA | ADITIVO |
|-----------------------------|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------|
| Peso Seco (kg) | | 367.120 | 743.101 | 987.140 | 205.000 | 9.178 |
| Volumen (m ³) | 0.020 | 0.118 | 0.294 | 0.363 | 0.205 | 0.007 |
| Corrección por humedad (kg) | | 367.120 | 747.040 | 993.260 | 218.688 | 9.178 |

Proporción en peso sin corrección por humedad

| | | | | | | |
|----------------------|-------------|---------|-------|--------|---------------|------------------|
| a/c (diseño): | 0.56 | Cemento | Arena | Piedra | Agua (lt/bol) | Aditivo (kg/bol) |
| | | 1.00 | 2.02 | 2.69 | 23.73 | 1.063 |

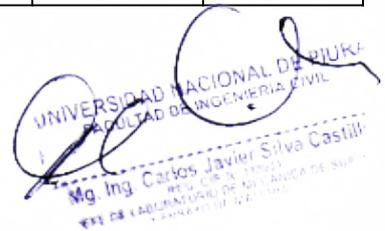
Proporción en peso con corrección por humedad

| | | | | | | |
|------------------------|-------------|---------|-------|--------|---------------|------------------|
| a/c (efectiva): | 0.60 | Cemento | Arena | Piedra | Agua (lt/bol) | Aditivo (kg/bol) |
| | | 1.00 | 2.03 | 2.71 | 25.32 | 1.063 |

Pesos por tanda de una bolsa

| | | | | |
|------------------|----------------|-----------------|---------------|------------------|
| Cemento (kg/bol) | Arena (kg/bol) | Piedra (kg/bol) | Agua (lt/bol) | Aditivo (kg/bol) |
| 42.50 | 86.48 | 114.99 | 25.32 | 1.063 |


Darwin G. Perleche Verdeguer
 TEC. EN LABORATORIO


Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castillo
 1952-08-08
 FIC - UNP

INFORME DE ENSAYO N°027-021-2022 - ACADEMICO - LEM - FIC - UNP

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO HIDRAULICO - METODO ACI 211

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES FIC - UNP

| | | | | | |
|-----------------|---|-----------|---------------------------|--|--|
| PROYECTO: | "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACCELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA-2021" | | | | |
| IDENTIFICACIÓN: | DMC 4 | SOLICITA: | ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA | | |
| PRUEBA: | TANDA 4 | INFORME: | MAYO DEL 2022 | | |

CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA

| | | | | | |
|-----------------|------------------------|------------------|----------|---------------------|----|
| F'c teórico: | 210 kg/cm ² | Consolidación: | plástica | Aditivo Acelerante: | SI |
| F'cr de diseño: | 294 kg/cm ² | Slump: | 3" a 4" | Dosificación: | 4 |
| a/c (diseño) | 0.56 | Are incorporado: | NO | % del peso de cem. | |

DATOS DE MATERIALES

| DESCRIPCIÓN | CEMENTO | ARENA | PIEDRA | AGUA | ADITIVO |
|---|----------------|------------------|--------------|---------|------------------------|
| Procedencia | Emp. Pacasmayo | Cant. "Malingas" | Cant. "Sojo" | Potable | SIKACEM ACCELERANTE PE |
| Peso seco suelto (kg/m ³) | ----- | 1500 | 1390 | ----- | ----- |
| Peso seco compactado (kg/m ³) | ----- | 1590 | 1540 | ----- | ----- |
| Peso específico (kg/m ³) | 3120 | 2524 | 2720 | 1000 | 1380 |
| Absorción (%) | ----- | 2.00 | 0.90 | ----- | ----- |
| Contenido de humedad (%) | ----- | 0.53 | 0.62 | ----- | ----- |
| Módulo de fineza | ----- | 2.59 | 3.94 | ----- | ----- |
| TMN (pulg) | ----- | ----- | 3/4 | ----- | ----- |

RESULTADOS

| DESCRIPCIÓN | AIRE | CEMENTO | ARENA | PIEDRA | AGUA | ADITIVO |
|-----------------------------|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|
| Peso Seco (kg) | | 367.120 | 743.101 | 987.140 | 205.000 | 14.685 |
| Volumen (m ³) | 0.020 | 0.118 | 0.294 | 0.363 | 0.205 | 0.011 |
| Corrección por humedad (kg) | | 367.120 | 747.040 | 993.260 | 218.688 | 14.685 |

Proporción en peso sin corrección por humedad

| | | | | | | |
|---------------|------|---------|-------|--------|---------------|------------------|
| a/c (diseño): | 0.56 | Cemento | Arena | Piedra | Agua (lt/bol) | Aditivo (kg/bol) |
| | | 1.00 | 2.02 | 2.69 | 23.73 | 1.700 |

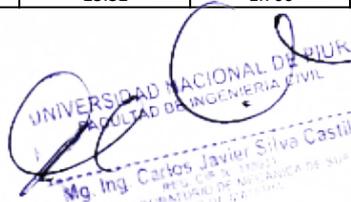
Proporción en peso con corrección por humedad

| | | | | | | |
|-----------------|------|---------|-------|--------|---------------|------------------|
| a/c (efectiva): | 0.60 | Cemento | Arena | Piedra | Agua (lt/bol) | Aditivo (kg/bol) |
| | | 1.00 | 2.03 | 2.71 | 25.32 | 1.700 |

Pesos por tanda de una bolsa

| | | | | |
|------------------|----------------|-----------------|---------------|------------------|
| Cemento (kg/bol) | Arena (kg/bol) | Piedra (kg/bol) | Agua (lt/bol) | Aditivo (kg/bol) |
| 42.50 | 86.48 | 114.99 | 25.32 | 1.700 |


 Darwin G. Perleche Verdeguer
 TEC. EN LABORATORIO


 UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castilla
 M. S. C. 11001
 JEFE DEL LABORATORIO DE BALANZA DE SUELO
 10000011001

INFORME DE ENSAYO N°027-022-2022 - ACADEMICO - LEM - FIC - UNP

| DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO HIDRAULICO - METODO ACI 211 | | | | | | |
|---|------------------------|--|----------------|----------------------------|----------------|---------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES FIC - UNP | | | | | | |
| PROYECTO: "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA-2021" | | | | | | |
| IDENTIFICACIÓN: DMC 5 | | SOLICITA: ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA | | | | |
| PRUEBA: TANDA 5 | | INFORME: MAYO DEL 2022 | | | | |
| CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA | | | | | | |
| F'c teórico: | 210 kg/cm ² | Consolidación: | plástica | Aditivo Acelerante: | SI | |
| F'cr de diseño: | 294 kg/cm ² | Slump: | 3" a 4" | Dosificación: | 1 | |
| a/c (diseño) | 0.56 | Are incorporado: | NO | | lt/bol de cem. | |
| DATOS DE MATERIALES | | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | CEMENTO | ARENA | PIEDRA | AGUA | ADITIVO | |
| Procedencia | Emp. Pacasmayo | Cant. "Malingas" | Cant. "Sojo" | Potable | Z FRAGUA #5 | |
| Peso seco suelto (kg/m ³) | ----- | 1500 | 1390 | ----- | ----- | |
| Peso seco compactado (kg/m ³) | ----- | 1590 | 1540 | ----- | ----- | |
| Peso específico (kg/m ³) | 3120 | 2524 | 2720 | 1000 | 1460 | |
| Absorción (%) | ----- | 2.00 | 0.90 | ----- | ----- | |
| Contenido de humedad (%) | ----- | 0.53 | 0.62 | ----- | ----- | |
| Módulo de fineza | ----- | 2.59 | 3.94 | ----- | ----- | |
| TMN (pulg) | ----- | ----- | 3/4 | ----- | ----- | |
| RESULTADOS | | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | AIRE | CEMENTO | ARENA | PIEDRA | AGUA | ADITIVO |
| Peso Seco (kg) | | 367.120 | 743.101 | 987.140 | 205.000 | 12.612 |
| Volumen (m ³) | 0.020 | 0.118 | 0.294 | 0.363 | 0.205 | 0.009 |
| Corrección por humedad (kg) | | 367.120 | 747.040 | 993.260 | 218.688 | 12.612 |

Proporción en peso sin corrección por humedad

| | | | | | |
|---------------------------|---------|-------|--------|---------------|------------------|
| a/c (diseño): 0.56 | Cemento | Arena | Piedra | Agua (lt/bol) | Aditivo (kg/bol) |
| | 1.00 | 2.02 | 2.69 | 23.73 | 1.460 |

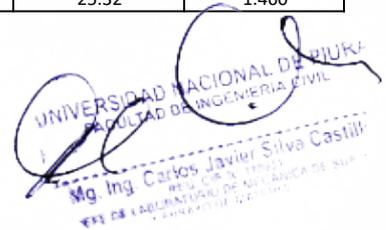
Proporción en peso con corrección por humedad

| | | | | | |
|-----------------------------|---------|-------|--------|---------------|------------------|
| a/c (efectiva): 0.60 | Cemento | Arena | Piedra | Agua (lt/bol) | Aditivo (kg/bol) |
| | 1.00 | 2.03 | 2.71 | 25.32 | 1.460 |

Pesos por tanda de una bolsa

| | | | | |
|------------------|----------------|-----------------|---------------|------------------|
| Cemento (kg/bol) | Arena (kg/bol) | Piedra (kg/bol) | Agua (lt/bol) | Aditivo (kg/bol) |
| 42.50 | 86.48 | 114.99 | 25.32 | 1.460 |


Darwin G. Perleche Verdeguer
 TEC. EN LABORATORIO


 UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castilla
 REG. C.O. N. 12021
 C.O. DE LABORATORIO DE MATERIALES DE CONCRETO

INFORME DE ENSAYO N°027-023-2022 - ACADEMICO - LEM - FIC - UNP

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO HIDRAULICO - METODO ACI 211

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES FIC - UNP

| | | | | | |
|------------------------|---|------------------|---------------------------|--|--|
| PROYECTO: | "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA-2021" | | | | |
| IDENTIFICACIÓN: | DMC 6 | SOLICITA: | ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA | | |
| PRUEBA: | TANDA 6 | INFORME: | MAYO DEL 2022 | | |

CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA

| | | | | | |
|------------------------|------------------------|-------------------------|----------|----------------------------|----------------|
| F'c teórico: | 210 kg/cm ² | Consolidación: | plástica | Aditivo Acelerante: | SI |
| F'cr de diseño: | 294 kg/cm ² | Slump: | 3" a 4" | Dosificación: | 1.25 |
| a/c (diseño) | 0.56 | Are incorporado: | NO | | lt/bol de cem. |

DATOS DE MATERIALES

| DESCRIPCIÓN | CEMENTO | ARENA | PIEDRA | AGUA | ADITIVO |
|---|----------------|------------------|--------------|---------|-------------|
| Procedencia | Emp. Pacasmayo | Cant. "Malingas" | Cant. "Sojo" | Potable | Z FRAGUA #5 |
| Peso seco suelto (kg/m ³) | ----- | 1500 | 1390 | ----- | ----- |
| Peso seco compactado (kg/m ³) | ----- | 1590 | 1540 | ----- | ----- |
| Peso específico (kg/m ³) | 3120 | 2524 | 2720 | 1000 | 1460 |
| Absorción (%) | ----- | 2.00 | 0.90 | ----- | ----- |
| Contenido de humedad (%) | ----- | 0.53 | 0.62 | ----- | ----- |
| Módulo de fineza | ----- | 2.59 | 3.94 | ----- | ----- |
| TMN (pulg) | ----- | ----- | 3/4 | ----- | ----- |

RESULTADOS

| DESCRIPCIÓN | AIRE | CEMENTO | ARENA | PIEDRA | AGUA | ADITIVO |
|-----------------------------|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|
| Peso Seco (kg) | | 367.120 | 743.101 | 987.140 | 205.000 | 15.765 |
| Volumen (m ³) | 0.020 | 0.118 | 0.294 | 0.363 | 0.205 | 0.011 |
| Corrección por humedad (kg) | | 367.120 | 747.040 | 993.260 | 218.688 | 15.765 |

Proporción en peso sin corrección por humedad

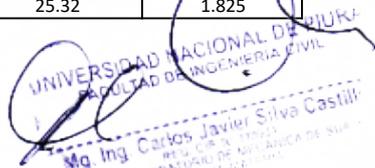
| | | | | | | |
|----------------------|-------------|---------|-------|--------|---------------|------------------|
| a/c (diseño): | 0.56 | Cemento | Arena | Piedra | Agua (lt/bol) | Aditivo (kg/bol) |
| | | 1.00 | 2.02 | 2.69 | 23.73 | 1.825 |

Proporción en peso con corrección por humedad

| | | | | | | |
|------------------------|-------------|---------|-------|--------|---------------|------------------|
| a/c (efectiva): | 0.60 | Cemento | Arena | Piedra | Agua (lt/bol) | Aditivo (kg/bol) |
| | | 1.00 | 2.03 | 2.71 | 25.32 | 1.825 |

Pesos por tanda de una bolsa

| | | | | |
|------------------|----------------|-----------------|---------------|------------------|
| Cemento (kg/bol) | Arena (kg/bol) | Piedra (kg/bol) | Agua (lt/bol) | Aditivo (kg/bol) |
| 42.50 | 86.48 | 114.99 | 25.32 | 1.825 |


UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castill
 REG. CP. N. 11927
 AREA DE LABORATORIO DE MATERIALES DE CONCRETO


Darwin G. Perleze Verdeguer
 TEC. EN LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO N°027-024-2022 - ACADEMICO - LEM - FIC - UNP

| DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO HIDRAULICO - METODO ACI 211 | | | | | | |
|--|------------------------|-------------------------------------|----------------|---------------------|----------------|---------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES FIC - UNP | | | | | | |
| PROYECTO: "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA-2021" | | | | | | |
| IDENTIFICACIÓN: DMC 7 | | SOLICITA: ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA | | | | |
| PRUEBA: TANDA 7 | | INFORME: MAYO DEL 2022 | | | | |
| CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA | | | | | | |
| F'c teórico: | 210 kg/cm ² | Consolidación: | plástica | Aditivo Acelerante: | SI | |
| F'cr de diseño: | 294 kg/cm ² | Slump: | 3" a 4" | Dosificación: | 1.5 | |
| a/c (diseño) | 0.56 | Are incorporado: | NO | | lt/bol de cem. | |
| DATOS DE MATERIALES | | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | CEMENTO | ARENA | PIEDRA | AGUA | ADITIVO | |
| Procedencia | Emp. Pacasmayo | Cant. "Malingas" | Cant. "Sojo" | Potable | Z FRAGUA #5 | |
| Peso seco suelto (kg/m ³) | ----- | 1500 | 1390 | ----- | ----- | |
| Peso seco compactado (kg/m ³) | ----- | 1590 | 1540 | ----- | ----- | |
| Peso específico (kg/m ³) | 3120 | 2524 | 2720 | 1000 | 1460 | |
| Absorción (%) | ----- | 2.00 | 0.90 | ----- | ----- | |
| Contenido de humedad (%) | ----- | 0.53 | 0.62 | ----- | ----- | |
| Módulo de fineza | ----- | 2.59 | 3.94 | ----- | ----- | |
| TMN (pulg) | ----- | ----- | 3/4 | ----- | ----- | |
| RESULTADOS | | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | AIRE | CEMENTO | ARENA | PIEDRA | AGUA | ADITIVO |
| Peso Seco (kg) | | 367.120 | 743.101 | 987.140 | 205.000 | 18.917 |
| Volumen (m ³) | 0.020 | 0.118 | 0.294 | 0.363 | 0.205 | 0.013 |
| Corrección por humedad (kg) | | 367.120 | 747.040 | 993.260 | 218.688 | 18.917 |

Proporción en peso sin corrección por humedad

| | | | | | | |
|---------------|------|---------|-------|--------|---------------|------------------|
| a/c (diseño): | 0.56 | Cemento | Arena | Piedra | Agua (lt/bol) | Aditivo (kg/bol) |
| | | 1.00 | 2.02 | 2.69 | 23.73 | 2.190 |

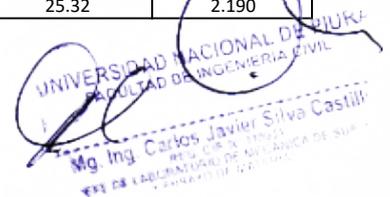
Proporción en peso con corrección por humedad

| | | | | | | |
|-----------------|------|---------|-------|--------|---------------|------------------|
| a/c (efectiva): | 0.60 | Cemento | Arena | Piedra | Agua (lt/bol) | Aditivo (kg/bol) |
| | | 1.00 | 2.03 | 2.71 | 25.32 | 2.190 |

Pesos por tanda de una bolsa

| | | | | |
|------------------|----------------|-----------------|---------------|------------------|
| Cemento (kg/bol) | Arena (kg/bol) | Piedra (kg/bol) | Agua (lt/bol) | Aditivo (kg/bol) |
| 42.50 | 86.48 | 114.99 | 25.32 | 2.190 |


 Darwin G. Perleche Verdeguer
 TEC. EN LABORATORIO


 UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castilla
 REG. CIP. N. 11023
 FIC - LABORATORIO DE MATERIALES DE CONCRETO

INFORME DE ENSAYO N°027-025-2022 - ACADEMICO - LEM - FIC - UNP

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO HIDRAULICO - METODO ACI 211

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES FIC - UNP

| | | | | | |
|------------------------|---|------------------|---------------------------|--|--|
| PROYECTO: | "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA-2021" | | | | |
| IDENTIFICACIÓN: | DMC 8 | SOLICITA: | ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA | | |
| PRUEBA: | TANDA 8 | INFORME: | MAYO DEL 2022 | | |

CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA

| | | | | | |
|------------------------|------------------------|-------------------------|----------|----------------------------|-------|
| F'c teórico: | 280 kg/cm ² | Consolidación: | plástica | Aditivo Acelerante: | NO |
| F'cr de diseño: | 364 kg/cm ² | Slump: | 3" a 4" | Dosificación: | ----- |
| a/c (diseño) | 0.47 | Are incorporado: | NO | | |

DATOS DE MATERIALES

| DESCRIPCIÓN | CEMENTO | ARENA | PIEDRA | AGUA | ADITIVO |
|---|----------------|------------------|--------------|---------|---------|
| Procedencia | Emp. Pacasmayo | Cant. "Malingas" | Cant. "Sojo" | Potable | ----- |
| Peso seco suelto (kg/m ³) | ----- | 1500 | 1390 | ----- | ----- |
| Peso seco compactado (kg/m ³) | ----- | 1590 | 1540 | ----- | ----- |
| Peso específico (kg/m ³) | 3120 | 2524 | 2720 | 1000 | ----- |
| Absorción (%) | ----- | 2.00 | 0.90 | ----- | ----- |
| Contenido de humedad (%) | ----- | 0.53 | 0.62 | ----- | ----- |
| Módulo de fineza | ----- | 2.59 | 3.94 | ----- | ----- |
| TMN (pulg) | ----- | ----- | 3/4 | ----- | ----- |

RESULTADOS

| DESCRIPCIÓN | AIRE | CEMENTO | ARENA | PIEDRA | AGUA | ADITIVO |
|-----------------------------|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------|
| Peso Seco (kg) | | 439.914 | 684.213 | 987.140 | 205.000 | 0.000 |
| Volumen (m ³) | 0.020 | 0.141 | 0.271 | 0.363 | 0.205 | 0.000 |
| Corrección por humedad (kg) | | 439.914 | 687.839 | 993.260 | 217.822 | 0.000 |

Proporción en peso sin corrección por humedad

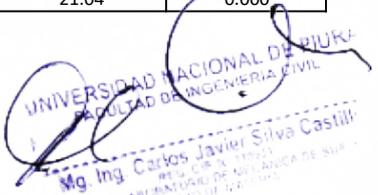
| | | | | | | |
|----------------------|-------------|---------|-------|--------|---------------|------------------|
| a/c (diseño): | 0.47 | Cemento | Arena | Piedra | Agua (lt/bol) | Aditivo (kg/bol) |
| | | 1.00 | 1.56 | 2.24 | 19.81 | 0.000 |

Proporción en peso con corrección por humedad

| | | | | | | |
|------------------------|-------------|---------|-------|--------|---------------|------------------|
| a/c (efectiva): | 0.50 | Cemento | Arena | Piedra | Agua (lt/bol) | Aditivo (kg/bol) |
| | | 1.00 | 1.56 | 2.26 | 21.04 | 0.000 |

Pesos por tanda de una bolsa

| | | | | |
|------------------|----------------|-----------------|---------------|------------------|
| Cemento (kg/bol) | Arena (kg/bol) | Piedra (kg/bol) | Agua (lt/bol) | Aditivo (kg/bol) |
| 42.50 | 66.45 | 95.96 | 21.04 | 0.000 |


UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castillo
 REG. C.O.E. N° 10023
 EXP. DE LABORATORIO DE MATERIALES DE CONCRETO


Darwin G. Perleche Verdeguer
 TEC. EN LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO N°027-026-2022 - ACADEMICO - LEM - FIC - UNP

| DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO HIDRAULICO - METODO ACI 211 | | | | | | |
|---|------------------------|--|----------------|----------------------------|-----------------------|--------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES FIC - UNP | | | | | | |
| PROYECTO: "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA-2021" | | | | | | |
| IDENTIFICACIÓN: DMC 9 | | SOLICITA: ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA | | | | |
| PRUEBA: TANDA 9 | | INFORME: MAYO DEL 2022 | | | | |
| CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA | | | | | | |
| F'c teórico: | 280 kg/cm ² | Consolidación: | plástica | Aditivo Acelerante: | SI | |
| F'cr de diseño: | 364 kg/cm ² | Slump: | 3" a 4" | Dosificación: | 1 | |
| a/c (diseño) | 0.47 | Are incorporado: | NO | % del peso de cem. | | |
| DATOS DE MATERIALES | | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | CEMENTO | ARENA | PIEDRA | AGUA | ADITIVO | |
| Procedencia | Emp. Pacasmayo | Cant. "Malingas" | Cant. "Sojo" | Potable | SIKACEM ACELERANTE PE | |
| Peso seco suelto (kg/m ³) | ----- | 1500 | 1390 | ----- | ----- | |
| Peso seco compactado (kg/m ³) | ----- | 1590 | 1540 | ----- | ----- | |
| Peso específico (kg/m ³) | 3120 | 2524 | 2720 | 1000 | 1380 | |
| Absorción (%) | ----- | 2.00 | 0.90 | ----- | ----- | |
| Contenido de humedad (%) | ----- | 0.53 | 0.62 | ----- | ----- | |
| Módulo de fineza | ----- | 2.59 | 3.94 | ----- | ----- | |
| TMN (pulg) | ----- | ----- | 3/4 | ----- | ----- | |
| RESULTADOS | | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | AIRE | CEMENTO | ARENA | PIEDRA | AGUA | ADITIVO |
| Peso Seco (kg) | | 439.914 | 684.213 | 987.140 | 205.000 | 4.399 |
| Volumen (m ³) | 0.020 | 0.141 | 0.271 | 0.363 | 0.205 | 0.003 |
| Corrección por humedad (kg) | | 439.914 | 687.839 | 993.260 | 217.822 | 4.399 |

Proporción en peso sin corrección por humedad

| | | | | | |
|---------------------------|---------|-------|--------|---------------|------------------|
| a/c (diseño): 0.47 | Cemento | Arena | Piedra | Agua (lt/bol) | Aditivo (kg/bol) |
| | 1.00 | 1.56 | 2.24 | 19.81 | 0.425 |

Proporción en peso con corrección por humedad

| | | | | | |
|-----------------------------|---------|-------|--------|---------------|------------------|
| a/c (efectiva): 0.50 | Cemento | Arena | Piedra | Agua (lt/bol) | Aditivo (kg/bol) |
| | 1.00 | 1.56 | 2.26 | 21.04 | 0.425 |

Pesos por tanda de una bolsa

| | | | | |
|------------------|----------------|-----------------|---------------|------------------|
| Cemento (kg/bol) | Arena (kg/bol) | Piedra (kg/bol) | Agua (lt/bol) | Aditivo (kg/bol) |
| 42.50 | 66.45 | 95.96 | 21.04 | 0.425 |

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castilla
REG. C.O.P. 11001
CALLE DE LA INDEPENDENCIA DE SUVA
PIURA - PERU


Darwin G. Perleche Verdeguer
TEC. EN LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO N°027-027-2022 - ACADEMICO - LEM - FIC - UNP

| DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO HIDRAULICO - METODO ACI 211 | | | | | | |
|---|------------------------|--|----------------|----------------------------|-----------------------|---------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES FIC - UNP | | | | | | |
| PROYECTO: "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA-2021" | | | | | | |
| IDENTIFICACIÓN: DMC 10 | | SOLICITA: ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA | | | | |
| PRUEBA: TANDA 10 | | INFORME: MAYO DEL 2022 | | | | |
| CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA | | | | | | |
| F'c teórico: | 280 kg/cm ² | Consolidación: | plástica | Aditivo Acelerante: | SI | |
| F'cr de diseño: | 364 kg/cm ² | Slump: | 3" a 4" | Dosificación: | 2.5 | |
| a/c (diseño) | 0.47 | Are incorporado: | NO | % del peso de cem. | | |
| DATOS DE MATERIALES | | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | CEMENTO | ARENA | PIEDRA | AGUA | ADITIVO | |
| Procedencia | Emp. Pacasmayo | Cant. "Malingas" | Cant. "Sojo" | Potable | SIKACEM ACELERANTE PE | |
| Peso seco suelto (kg/m ³) | ----- | 1500 | 1390 | ----- | ----- | |
| Peso seco compactado (kg/m ³) | ----- | 1590 | 1540 | ----- | ----- | |
| Peso específico (kg/m ³) | 3120 | 2524 | 2720 | 1000 | 1380 | |
| Absorción (%) | ----- | 2.00 | 0.90 | ----- | ----- | |
| Contenido de humedad (%) | ----- | 0.53 | 0.62 | ----- | ----- | |
| Módulo de fineza | ----- | 2.59 | 3.94 | ----- | ----- | |
| TMN (pulg) | ----- | ----- | 3/4 | ----- | ----- | |
| RESULTADOS | | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | AIRE | CEMENTO | ARENA | PIEDRA | AGUA | ADITIVO |
| Peso Seco (kg) | | 439.914 | 684.213 | 987.140 | 205.000 | 10.998 |
| Volumen (m ³) | 0.020 | 0.141 | 0.271 | 0.363 | 0.205 | 0.008 |
| Corrección por humedad (kg) | | 439.914 | 687.839 | 993.260 | 217.822 | 10.998 |

Proporción en peso sin corrección por humedad

| | | | | | |
|---------------------------|---------|-------|--------|---------------|------------------|
| a/c (diseño): 0.47 | Cemento | Arena | Piedra | Agua (lt/bol) | Aditivo (kg/bol) |
| | 1.00 | 1.56 | 2.24 | 19.81 | 1.063 |

Proporción en peso con corrección por humedad

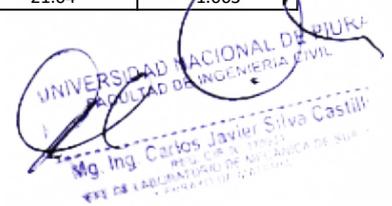
| | | | | | |
|-----------------------------|---------|-------|--------|---------------|------------------|
| a/c (efectiva): 0.50 | Cemento | Arena | Piedra | Agua (lt/bol) | Aditivo (kg/bol) |
| | 1.00 | 1.56 | 2.26 | 21.04 | 1.063 |

Pesos por tanda de una bolsa

| | | | | |
|------------------|----------------|-----------------|---------------|------------------|
| Cemento (kg/bol) | Arena (kg/bol) | Piedra (kg/bol) | Agua (lt/bol) | Aditivo (kg/bol) |
| 42.50 | 66.45 | 95.96 | 21.04 | 1.063 |



Darwin G. Perleche Verdeguer
 TEC. EN LABORATORIO


 UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castilla
 REG. CIP. N. 119221
 FIC - LABORATORIO DE INVESTIGACION DE SUAV.

INFORME DE ENSAYO N°027-028-2022 - ACADEMICO - LEM - FIC - UNP

| DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO HIDRAULICO - METODO ACI 211 | | | | | | |
|---|------------------------|--|----------------|----------------------------|-----------------------|---------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES FIC - UNP | | | | | | |
| PROYECTO: "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA-2021" | | | | | | |
| IDENTIFICACIÓN: DMC 11 | | SOLICITA: ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA | | | | |
| PRUEBA: TANDA 11 | | INFORME: MAYO DEL 2022 | | | | |
| CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA | | | | | | |
| F'c teórico: | 280 kg/cm ² | Consolidación: | plástica | Aditivo Acelerante: | SI | |
| F'cr de diseño: | 364 kg/cm ² | Slump: | 3" a 4" | Dosificación: | 4 | |
| a/c (diseño) | 0.47 | Are incorporado: | NO | % del peso de cem. | | |
| DATOS DE MATERIALES | | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | CEMENTO | ARENA | PIEDRA | AGUA | ADITIVO | |
| Procedencia | Emp. Pacasmayo | Cant. "Malingas" | Cant. "Sojo" | Potable | SIKACEM ACELERANTE PE | |
| Peso seco suelto (kg/m ³) | ----- | 1500 | 1390 | ----- | ----- | |
| Peso seco compactado (kg/m ³) | ----- | 1590 | 1540 | ----- | ----- | |
| Peso específico (kg/m ³) | 3120 | 2524 | 2720 | 1000 | 1380 | |
| Absorción (%) | ----- | 2.00 | 0.90 | ----- | ----- | |
| Contenido de humedad (%) | ----- | 0.53 | 0.62 | ----- | ----- | |
| Módulo de fineza | ----- | 2.59 | 3.94 | ----- | ----- | |
| TMN (pulg) | ----- | ----- | 3/4 | ----- | ----- | |
| RESULTADOS | | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | AIRE | CEMENTO | ARENA | PIEDRA | AGUA | ADITIVO |
| Peso Seco (kg) | | 439.914 | 684.213 | 987.140 | 205.000 | 17.597 |
| Volumen (m ³) | 0.020 | 0.141 | 0.271 | 0.363 | 0.205 | 0.013 |
| Corrección por humedad (kg) | | 439.914 | 687.839 | 993.260 | 217.822 | 17.597 |

Proporción en peso sin corrección por humedad

| | | | | | |
|---------------------------|---------|-------|--------|---------------|------------------|
| a/c (diseño): 0.47 | Cemento | Arena | Piedra | Agua (lt/bol) | Aditivo (kg/bol) |
| | 1.00 | 1.56 | 2.24 | 19.81 | 1.700 |

Proporción en peso con corrección por humedad

| | | | | | |
|-----------------------------|---------|-------|--------|---------------|------------------|
| a/c (efectiva): 0.50 | Cemento | Arena | Piedra | Agua (lt/bol) | Aditivo (kg/bol) |
| | 1.00 | 1.56 | 2.26 | 21.04 | 1.700 |

Pesos por tanda de una bolsa

| | | | | |
|------------------|----------------|-----------------|---------------|------------------|
| Cemento (kg/bol) | Arena (kg/bol) | Piedra (kg/bol) | Agua (lt/bol) | Aditivo (kg/bol) |
| 42.50 | 66.45 | 95.96 | 21.04 | 1.700 |

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castillo
 RES. 0010 110021
 FIC DE LABORATORIO DE MATERIALES DE CONCRETO

Darwin G. Perleche Verdeguer
 TEC. EN LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO N°027-029-2022 - ACADEMICO - LEM - FIC - UNP

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO HIDRAULICO - METODO ACI 211

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES FIC - UNP

| | | | | | |
|------------------------|---|------------------|---------------------------|--|--|
| PROYECTO: | "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA-2021" | | | | |
| IDENTIFICACIÓN: | DMC 12 | SOLICITA: | ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA | | |
| PRUEBA: | TANDA 12 | INFORME: | MAYO DEL 2022 | | |

CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA

| | | | | | |
|------------------------|------------------------|-------------------------|----------|----------------------------|----------------|
| F'c teórico: | 280 kg/cm ² | Consolidación: | plástica | Aditivo Acelerante: | SI |
| F'cr de diseño: | 364 kg/cm ² | Slump: | 3" a 4" | Dosificación: | 1 |
| a/c (diseño) | 0.47 | Are incorporado: | NO | | lt/bol de cem. |

DATOS DE MATERIALES

| DESCRIPCIÓN | CEMENTO | ARENA | PIEDRA | AGUA | ADITIVO |
|---|----------------|------------------|--------------|---------|-------------|
| Procedencia | Emp. Pacasmayo | Cant. "Malingas" | Cant. "Sojo" | Potable | Z FRAGUA #5 |
| Peso seco suelto (kg/m ³) | ----- | 1500 | 1390 | ----- | ----- |
| Peso seco compactado (kg/m ³) | ----- | 1590 | 1540 | ----- | ----- |
| Peso específico (kg/m ³) | 3120 | 2524 | 2720 | 1000 | 1460 |
| Absorción (%) | ----- | 2.00 | 0.90 | ----- | ----- |
| Contenido de humedad (%) | ----- | 0.53 | 0.62 | ----- | ----- |
| Módulo de fineza | ----- | 2.59 | 3.94 | ----- | ----- |
| TMN (pulg) | ----- | ----- | 3/4 | ----- | ----- |

RESULTADOS

| DESCRIPCIÓN | AIRE | CEMENTO | ARENA | PIEDRA | AGUA | ADITIVO |
|-----------------------------|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|
| Peso Seco (kg) | | 439.914 | 684.213 | 987.140 | 205.000 | 15.112 |
| Volumen (m ³) | 0.020 | 0.141 | 0.271 | 0.363 | 0.205 | 0.010 |
| Corrección por humedad (kg) | | 439.914 | 687.839 | 993.260 | 217.822 | 15.112 |

Proporción en peso sin corrección por humedad

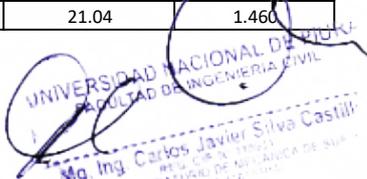
| | | | | | | |
|----------------------|-------------|---------|-------|--------|---------------|------------------|
| a/c (diseño): | 0.47 | Cemento | Arena | Piedra | Agua (lt/bol) | Aditivo (kg/bol) |
| | | 1.00 | 1.56 | 2.24 | 19.81 | 1.460 |

Proporción en peso con corrección por humedad

| | | | | | | |
|------------------------|-------------|---------|-------|--------|---------------|------------------|
| a/c (efectiva): | 0.50 | Cemento | Arena | Piedra | Agua (lt/bol) | Aditivo (kg/bol) |
| | | 1.00 | 1.56 | 2.26 | 21.04 | 1.460 |

Pesos por tanda de una bolsa

| | | | | |
|------------------|----------------|-----------------|---------------|------------------|
| Cemento (kg/bol) | Arena (kg/bol) | Piedra (kg/bol) | Agua (lt/bol) | Aditivo (kg/bol) |
| 42.50 | 66.45 | 95.96 | 21.04 | 1.460 |


 UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castañeda
 REG. CIP. N. 11021
 FIC DE LABORATORIO DE MATERIALES DE CONCRETO


 Darwin G. Perleche Verdeguer
 TEC. EN LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO N°027-030-2022 - ACADEMICO - LEM - FIC - UNP

| DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO HIDRAULICO - METODO ACI 211 | | | | | | |
|---|------------------------|--|----------------|----------------------------|----------------|---------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES FIC - UNP | | | | | | |
| PROYECTO: "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA-2021" | | | | | | |
| IDENTIFICACIÓN: DMC 13 | | SOLICITA: ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA | | | | |
| PRUEBA: TANDA 13 | | INFORME: MAYO DEL 2022 | | | | |
| CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA | | | | | | |
| F'c teórico: | 280 kg/cm ² | Consolidación: | plástica | Aditivo Acelerante: | SI | |
| F'cr de diseño: | 364 kg/cm ² | Slump: | 3" a 4" | Dosificación: | 1.25 | |
| a/c (diseño) | 0.47 | Are incorporado: | NO | | lt/bol de cem. | |
| DATOS DE MATERIALES | | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | CEMENTO | ARENA | PIEDRA | AGUA | ADITIVO | |
| Procedencia | Emp. Pacasmayo | Cant. "Malingas" | Cant. "Sojo" | Potable | Z FRAGUA #5 | |
| Peso seco suelto (kg/m ³) | ----- | 1500 | 1390 | ----- | ----- | |
| Peso seco compactado (kg/m ³) | ----- | 1590 | 1540 | ----- | ----- | |
| Peso específico (kg/m ³) | 3120 | 2524 | 2720 | 1000 | 1460 | |
| Absorción (%) | ----- | 2.00 | 0.90 | ----- | ----- | |
| Contenido de humedad (%) | ----- | 0.53 | 0.62 | ----- | ----- | |
| Módulo de fineza | ----- | 2.59 | 3.94 | ----- | ----- | |
| TMN (pulg) | ----- | ----- | 3/4 | ----- | ----- | |
| RESULTADOS | | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | AIRE | CEMENTO | ARENA | PIEDRA | AGUA | ADITIVO |
| Peso Seco (kg) | | 439.914 | 684.213 | 987.140 | 205.000 | 18.890 |
| Volumen (m ³) | 0.020 | 0.141 | 0.271 | 0.363 | 0.205 | 0.013 |
| Corrección por humedad (kg) | | 439.914 | 687.839 | 993.260 | 217.822 | 18.890 |

Proporción en peso sin corrección por humedad

| | | | | | |
|---------------------------|---------|-------|--------|---------------|------------------|
| a/c (diseño): 0.47 | Cemento | Arena | Piedra | Agua (lt/bol) | Aditivo (kg/bol) |
| | 1.00 | 1.56 | 2.24 | 19.81 | 1.825 |

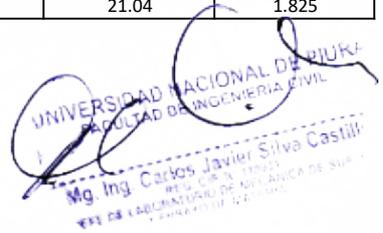
Proporción en peso con corrección por humedad

| | | | | | |
|-----------------------------|---------|-------|--------|---------------|------------------|
| a/c (efectiva): 0.50 | Cemento | Arena | Piedra | Agua (lt/bol) | Aditivo (kg/bol) |
| | 1.00 | 1.56 | 2.26 | 21.04 | 1.825 |

Pesos por tanda de una bolsa

| | | | | |
|------------------|----------------|-----------------|---------------|------------------|
| Cemento (kg/bol) | Arena (kg/bol) | Piedra (kg/bol) | Agua (lt/bol) | Aditivo (kg/bol) |
| 42.50 | 66.45 | 95.96 | 21.04 | 1.825 |


 Darwin G. Perle Verdeguer
 TEC. EN LABORATORIO


 UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castilla
 REG. CIP. N° 12021
 REG. DE LABORATORIOS DE MATERIALES DE SUPL. N° 12021

INFORME DE ENSAYO N°027-031-2022 - ACADEMICO - LEM - FIC - UNP

| DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO HIDRAULICO - METODO ACI 211 | | | | | | |
|---|------------------------|--|----------------|----------------------------|----------------|---------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES FIC - UNP | | | | | | |
| PROYECTO: "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA-2021" | | | | | | |
| IDENTIFICACIÓN: DMC 14 | | SOLICITA: ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA | | | | |
| PRUEBA: TANDA 14 | | INFORME: MAYO DEL 2022 | | | | |
| CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA | | | | | | |
| F'c teórico: | 280 kg/cm ² | Consolidación: | plástica | Aditivo Acelerante: | SI | |
| F'cr de diseño: | 364 kg/cm ² | Slump: | 3" a 4" | Dosificación: | 1.5 | |
| a/c (diseño) | 0.47 | Are incorporado: | NO | | lt/bol de cem. | |
| DATOS DE MATERIALES | | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | CEMENTO | ARENA | PIEDRA | AGUA | ADITIVO | |
| Procedencia | Emp. Pacasmayo | Cant. "Malingas" | Cant. "Sojo" | Potable | Z FRAGUA #5 | |
| Peso seco suelto (kg/m ³) | ----- | 1500 | 1390 | ----- | ----- | |
| Peso seco compactado (kg/m ³) | ----- | 1590 | 1540 | ----- | ----- | |
| Peso específico (kg/m ³) | 3120 | 2524 | 2720 | 1000 | 1460 | |
| Absorción (%) | ----- | 2.00 | 0.90 | ----- | ----- | |
| Contenido de humedad (%) | ----- | 0.53 | 0.62 | ----- | ----- | |
| Módulo de fineza | ----- | 2.59 | 3.94 | ----- | ----- | |
| TMN (pulg) | ----- | ----- | 3/4 | ----- | ----- | |
| RESULTADOS | | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | AIRE | CEMENTO | ARENA | PIEDRA | AGUA | ADITIVO |
| Peso Seco (kg) | | 439.914 | 684.213 | 987.140 | 205.000 | 22.669 |
| Volumen (m ³) | 0.020 | 0.141 | 0.271 | 0.363 | 0.205 | 0.016 |
| Corrección por humedad (kg) | | 439.914 | 687.839 | 993.260 | 217.822 | 22.669 |

Proporción en peso sin corrección por humedad

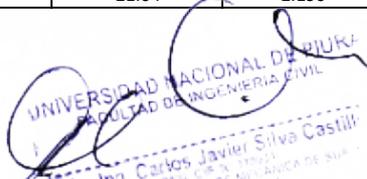
| | | | | | | |
|----------------------|-------------|---------|-------|--------|---------------|------------------|
| a/c (diseño): | 0.47 | Cemento | Arena | Piedra | Agua (lt/bol) | Aditivo (kg/bol) |
| | | 1.00 | 1.56 | 2.24 | 19.81 | 2.190 |

Proporción en peso con corrección por humedad

| | | | | | | |
|------------------------|-------------|---------|-------|--------|---------------|------------------|
| a/c (efectiva): | 0.50 | Cemento | Arena | Piedra | Agua (lt/bol) | Aditivo (kg/bol) |
| | | 1.00 | 1.56 | 2.26 | 21.04 | 2.190 |

Pesos por tanda de una bolsa

| | | | | |
|------------------|----------------|-----------------|---------------|------------------|
| Cemento (kg/bol) | Arena (kg/bol) | Piedra (kg/bol) | Agua (lt/bol) | Aditivo (kg/bol) |
| 42.50 | 66.45 | 95.96 | 21.04 | 2.190 |


 UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castillo
 REG. CIP. 31921
 FIC - LABORATORIO DE MATERIALES DE CONCRETO


 Darwin G. Perleche Verdeguer
 TEC. EN LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO N°027-032-2022 - ACADEMICO - LEM - FIC - UNP

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO HIDRAULICO - METODO ACI 211

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES FIC - UNP

| | | | | | |
|------------------------|---|------------------|---------------------------|--|--|
| PROYECTO: | "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA-2021" | | | | |
| IDENTIFICACIÓN: | DMC 15 | SOLICITA: | ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA | | |
| PRUEBA: | TANDA 15 | INFORME: | MAYO DEL 2022 | | |

CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA

| | | | | | |
|------------------------|------------------------|-------------------------|----------|----------------------------|--------------------|
| F'c teórico: | 210 kg/cm ² | Consolidación: | plástica | Aditivo Acelerante: | SI |
| F'cr de diseño: | 294 kg/cm ² | Slump: | 3" a 4" | Dosificación: | 0.5 |
| a/c (diseño) | 0.56 | Are incorporado: | NO | | % del peso de cem. |

DATOS DE MATERIALES

| DESCRIPCIÓN | CEMENTO | ARENA | PIEDRA | AGUA | ADITIVO |
|---|----------------|------------------|--------------|---------|-----------------------|
| Procedencia | Emp. Pacasmayo | Cant. "Malingas" | Cant. "Sojo" | Potable | SIKACEM ACELERANTE PE |
| Peso seco suelto (kg/m ³) | ----- | 1500 | 1390 | ----- | ----- |
| Peso seco compactado (kg/m ³) | ----- | 1590 | 1540 | ----- | ----- |
| Peso específico (kg/m ³) | 3120 | 2524 | 2720 | 1000 | 1380 |
| Absorción (%) | ----- | 2.00 | 0.90 | ----- | ----- |
| Contenido de humedad (%) | ----- | 0.53 | 0.62 | ----- | ----- |
| Módulo de fineza | ----- | 2.59 | 3.94 | ----- | ----- |
| TMN (pulg) | ----- | ----- | 3/4 | ----- | ----- |

RESULTADOS

| DESCRIPCIÓN | AIRE | CEMENTO | ARENA | PIEDRA | AGUA | ADITIVO |
|-----------------------------|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------|
| Peso Seco (kg) | | 367.120 | 743.101 | 987.140 | 205.000 | 1.836 |
| Volumen (m ³) | 0.020 | 0.118 | 0.294 | 0.363 | 0.205 | 0.001 |
| Corrección por humedad (kg) | | 367.120 | 747.040 | 993.260 | 218.688 | 1.836 |

Proporción en peso sin corrección por humedad

| | | | | | | |
|----------------------|-------------|---------|-------|--------|---------------|------------------|
| a/c (diseño): | 0.56 | Cemento | Arena | Piedra | Agua (lt/bol) | Aditivo (kg/bol) |
| | | 1.00 | 2.02 | 2.69 | 23.73 | 0.213 |

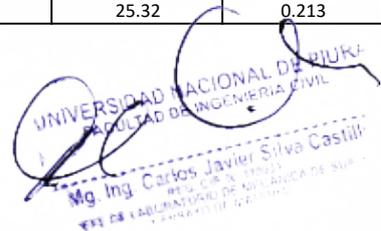
Proporción en peso con corrección por humedad

| | | | | | | |
|------------------------|-------------|---------|-------|--------|---------------|------------------|
| a/c (efectiva): | 0.60 | Cemento | Arena | Piedra | Agua (lt/bol) | Aditivo (kg/bol) |
| | | 1.00 | 2.03 | 2.71 | 25.32 | 0.213 |

Pesos por tanda de una bolsa

| | | | | |
|------------------|----------------|-----------------|---------------|------------------|
| Cemento (kg/bol) | Arena (kg/bol) | Piedra (kg/bol) | Agua (lt/bol) | Aditivo (kg/bol) |
| 42.50 | 86.48 | 114.99 | 25.32 | 0.213 |


Darwin G. Perleche Verdeguer
 TEC. EN LABORATORIO


Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castilla
 M. S. C. 110023
 FIC - UNP LABORATORIO DE MATERIALES DE CONCRETO

ANEXO N° 7. RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

INFORME DE ENSAYO N°027-033-2022 - ACADEMICO - LEM - FIC - UNP

| | | |
|-----------|---|---------------------------------|
| PROYECTO: | "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACCELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA-2021" | |
| SOLICITA: | BR. ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA | FECHA DE INFORME: MAYO DEL 2022 |

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO
NTP 339.034, ASTM C 39

| N° PROBETA | IDENTIFICACIÓN DEL ESPÉCIMEN | f'c (kg/cm2)* | FECHA VACIADO | FECHA ENSAYO | EDAD ESPÉCIMEN (días) | DIÁMETRO (cm) | ALTURA (cm) | ÁREA SECCIÓN RECTA (cm ²) | CARGA MÁXIMA (Kg) | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²) |
|------------|------------------------------|------------------|---------------|--------------|--------------------------|------------------|----------------|--|----------------------|--|
| 1 | P210-1 | 305.7 | 24/01/2022 | 25/01/2022 | 1 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 7924 | 100.9 |
| 2 | P210-2 | 305.7 | 24/01/2022 | 25/01/2022 | 1 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 7802 | 99.3 |
| 3 | P210-3 | 305.7 | 24/01/2022 | 25/01/2022 | 1 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 7803 | 99.3 |
| 4 | P210-4 | 305.7 | 24/01/2022 | 26/01/2022 | 2 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 11836 | 150.7 |
| 5 | P210-5 | 305.7 | 24/01/2022 | 26/01/2022 | 2 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 11884 | 151.3 |
| 6 | P210-6 | 305.7 | 24/01/2022 | 26/01/2022 | 2 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 11555 | 147.1 |
| 7 | P210-7 | 305.7 | 24/01/2022 | 27/01/2022 | 3 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 13967 | 177.8 |
| 8 | P210-8 | 305.7 | 24/01/2022 | 27/01/2022 | 3 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 14241 | 181.3 |
| 9 | P210-9 | 305.7 | 24/01/2022 | 27/01/2022 | 3 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 15012 | 191.1 |
| 10 | P210-10 | 305.7 | 24/01/2022 | 28/01/2022 | 4 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 16256 | 207.0 |
| 11 | P210-11 | 305.7 | 24/01/2022 | 28/01/2022 | 4 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 16886 | 215.0 |
| 12 | P210-12 | 305.7 | 24/01/2022 | 28/01/2022 | 4 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 16694 | 212.6 |
| 13 | P210-13 | 305.7 | 24/01/2022 | 31/01/2022 | 7 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 19538 | 248.8 |
| 14 | P210-14 | 305.7 | 24/01/2022 | 31/01/2022 | 7 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 18598 | 236.8 |
| 15 | P210-15 | 305.7 | 24/01/2022 | 31/01/2022 | 7 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 18945 | 241.2 |
| 16 | P210-16 | 305.7 | 24/01/2022 | 21/02/2022 | 28 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 23876 | 304.0 |
| 17 | P210-17 | 305.7 | 24/01/2022 | 21/02/2022 | 28 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 23831 | 303.4 |
| 18 | P210-18 | 305.7 | 24/01/2022 | 21/02/2022 | 28 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 24324 | 309.7 |

Observaciones:

Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante

Defectos en el espécimen: ninguno

Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probeta

* Resistencia del concreto a los 28 días (f'c), de mezcla patrón

Datos proporcionados por el solicitante

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castilla
MAYO 2022
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE SUAVES
CONCRETO


Darwin G. Perleche Verdeguer
TEC. EN LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO N°027-034-2022 - ACADEMICO - LEM - FIC - UNP

| | | |
|-----------|---|---------------------------------|
| PROYECTO: | "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACCELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA-2021" | |
| SOLICITA: | BR. ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA | FECHA DE INFORME: MAYO DEL 2022 |

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO
NTP 339.034, ASTM C 39

| Nº PROBETA | IDENTIFICACIÓN DEL ESPECIMEN | f'c (kg/cm2)* | FECHA VACIADO | FECHA ENSAYO | EDAD ESPÉCIMEN (días) | DIÁMETRO (cm) | ALTURA (cm) | ÁREA SECCIÓN RECTA (cm 2) | CARGA MÁXIMA (Kg) | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg / cm 2) |
|------------|------------------------------|------------------|---------------|--------------|--------------------------|------------------|----------------|------------------------------|----------------------|--|
| 1 | P210S1-1 | 305.7 | 01/02/2022 | 02/02/2022 | 1 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 10651 | 135.6 |
| 2 | P210S1-2 | 305.7 | 01/02/2022 | 02/02/2022 | 1 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 10791 | 137.4 |
| 3 | P210S1-3 | 305.7 | 01/02/2022 | 02/02/2022 | 1 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 11838 | 150.7 |
| 4 | P210S1-4 | 305.7 | 01/02/2022 | 03/02/2022 | 2 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 15761 | 200.7 |
| 5 | P210S1-5 | 305.7 | 01/02/2022 | 03/02/2022 | 2 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 15337 | 195.3 |
| 6 | P210S1-6 | 305.7 | 01/02/2022 | 03/02/2022 | 2 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 15743 | 200.4 |
| 7 | P210S1-7 | 305.7 | 01/02/2022 | 04/02/2022 | 3 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 17582 | 223.9 |
| 8 | P210S1-8 | 305.7 | 01/02/2022 | 04/02/2022 | 3 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 16365 | 208.4 |
| 9 | P210S1-9 | 305.7 | 01/02/2022 | 04/02/2022 | 3 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 17051 | 217.1 |
| 10 | P210S1-10 | 305.7 | 01/02/2022 | 05/02/2022 | 4 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 18598 | 236.8 |
| 11 | P210S1-11 | 305.7 | 01/02/2022 | 05/02/2022 | 4 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 17443 | 222.1 |
| 12 | P210S1-12 | 305.7 | 01/02/2022 | 05/02/2022 | 4 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 18469 | 235.1 |
| 13 | P210S1-13 | 305.7 | 01/02/2022 | 08/02/2022 | 7 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 19995 | 254.6 |
| 14 | P210S1-14 | 305.7 | 01/02/2022 | 08/02/2022 | 7 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 19356 | 246.5 |
| 15 | P210S1-15 | 305.7 | 01/02/2022 | 08/02/2022 | 7 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 20174 | 256.9 |
| 16 | P210S1-16 | 305.7 | 01/02/2022 | 01/03/2022 | 28 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 25538 | 325.2 |
| 17 | P210S1-17 | 305.7 | 01/02/2022 | 01/03/2022 | 28 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 24592 | 313.2 |
| 18 | P210S1-18 | 305.7 | 01/02/2022 | 01/03/2022 | 28 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 24155 | 307.6 |

Observaciones:

Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante

Defectos en el espécimen: ninguno

Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probeta

* Resistencia del concreto a los 28 días (f'c), obtenida de mezcla patrón.

Diseño de mezcla con 1% de aditivo acelerante SikaCem® Acelerante PE, por peso de cemento

Datos proporcionados por el solicitante

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castilla
REG. C. 13. 20021
FICHA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE SUPL. 1
LABORATORIO 122-1000


Darwin G. Perleche Verdeguer
TEC. EN LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO N°027-035-2022 - ACADEMICO - LEM - FIC - UNP

| | | |
|-----------|---|---------------------------------|
| PROYECTO: | "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACCELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA-2021" | |
| SOLICITA: | BR. ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA | FECHA DE INFORME: MAYO DEL 2022 |

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO

NTP 339.034, ASTM C 39

| Nº PROBETA | IDENTIFICACIÓN DEL ESPÉCIMEN | f'c (kg/cm2)* | FECHA VACIADO | FECHA ENSAYO | EDAD ESPÉCIMEN (días) | DIÁMETRO (cm) | ALTURA (cm) | ÁREA SECCIÓN RECTA (cm 2) | CARGA MÁXIMA (Kg) | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg / cm 2) |
|------------|------------------------------|------------------|---------------|--------------|----------------------------|--------------------|------------------|--------------------------------|------------------------|--|
| 1 | P210S2-1 | 305.7 | 02/02/2022 | 03/02/2022 | 1 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 10818 | 137.7 |
| 2 | P210S2-2 | 305.7 | 02/02/2022 | 03/02/2022 | 1 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 11782 | 150.1 |
| 3 | P210S2-3 | 305.7 | 02/02/2022 | 03/02/2022 | 1 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 10771 | 137.1 |
| 4 | P210S2-4 | 305.7 | 02/02/2022 | 04/02/2022 | 2 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 13770 | 175.3 |
| 5 | P210S2-5 | 305.7 | 02/02/2022 | 04/02/2022 | 2 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 13538 | 172.4 |
| 6 | P210S2-6 | 305.7 | 02/02/2022 | 04/02/2022 | 2 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 15614 | 198.8 |
| 7 | P210S2-7 | 305.7 | 02/02/2022 | 05/02/2022 | 3 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 16046 | 204.3 |
| 8 | P210S2-8 | 305.7 | 02/02/2022 | 05/02/2022 | 3 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 16924 | 215.5 |
| 9 | P210S2-9 | 305.7 | 02/02/2022 | 05/02/2022 | 3 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 16897 | 215.1 |
| 10 | P210S2-10 | 305.7 | 02/02/2022 | 06/02/2022 | 4 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 17340 | 220.8 |
| 11 | P210S2-11 | 305.7 | 02/02/2022 | 06/02/2022 | 4 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 17519 | 223.1 |
| 12 | P210S2-12 | 305.7 | 02/02/2022 | 06/02/2022 | 4 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 17711 | 225.5 |
| 13 | P210S2-13 | 305.7 | 02/02/2022 | 09/02/2022 | 7 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 19026 | 242.3 |
| 14 | P210S2-14 | 305.7 | 02/02/2022 | 09/02/2022 | 7 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 18674 | 237.8 |
| 15 | P210S2-15 | 305.7 | 02/02/2022 | 09/02/2022 | 7 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 18629 | 237.2 |
| 16 | P210S2-16 | 305.7 | 02/02/2022 | 02/03/2022 | 28 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 23097 | 294.1 |
| 17 | P210S2-17 | 305.7 | 02/02/2022 | 02/03/2022 | 28 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 22917 | 291.8 |
| 18 | P210S2-18 | 305.7 | 02/02/2022 | 02/03/2022 | 28 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 23986 | 305.4 |

Observaciones:

Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante

Defectos en el espécimen: ninguno

Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probeta

* Resistencia del concreto a los 28 días (f'c), obtenida de mezcla patrón

Diseño de mezcla con 2.5% de aditivo acelerante SikaCem® Acelerante PE, por peso de cemento

Datos proporcionados por el solicitante

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castilla
RECTOR
VICERECTOR
VICERECTOR DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE MATERIALES DE CONCRETO


Darwin G. Perleche Verdeguer
TEC. EN LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO N°027-036-2022 - ACADEMICO - LEM - FIC - UNP

| | | |
|-----------|---|---------------------------------|
| PROYECTO: | "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACCELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA-2021" | |
| SOLICITA: | BR. ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA | FECHA DE INFORME: MAYO DEL 2022 |

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO
NTP 339.034, ASTM C 39

| Nº PROBETA | IDENTIFICACIÓN DEL ESPECIMEN | f'c (kg/cm2)* | FECHA VACIADO | FECHA ENSAYO | EDAD ESPÉCIMEN (días) | DIAMETRO (cm) | ALTURA (cm) | ÁREA SECCIÓN RECTA (cm 2) | CARGA MÁXIMA (Kg) | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg / cm 2) |
|------------|------------------------------|------------------|---------------|--------------|-------------------------------|--------------------|------------------|--------------------------------------|---------------------------|--|
| 1 | P210S3-1 | 305.7 | 03/02/2022 | 04/02/2022 | 1 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 11615 | 147.9 |
| 2 | P210S3-2 | 305.7 | 03/02/2022 | 04/02/2022 | 1 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 11064 | 140.9 |
| 3 | P210S3-3 | 305.7 | 03/02/2022 | 04/02/2022 | 1 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 11137 | 141.8 |
| 4 | P210S3-4 | 305.7 | 03/02/2022 | 05/02/2022 | 2 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 14923 | 190.0 |
| 5 | P210S3-5 | 305.7 | 03/02/2022 | 05/02/2022 | 2 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 15273 | 194.5 |
| 6 | P210S3-6 | 305.7 | 03/02/2022 | 05/02/2022 | 2 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 13335 | 169.8 |
| 7 | P210S3-7 | 305.7 | 03/02/2022 | 06/02/2022 | 3 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 16609 | 211.5 |
| 8 | P210S3-8 | 305.7 | 03/02/2022 | 06/02/2022 | 3 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 15452 | 196.7 |
| 9 | P210S3-9 | 305.7 | 03/02/2022 | 06/02/2022 | 3 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 16208 | 206.4 |
| 10 | P210S3-10 | 305.7 | 03/02/2022 | 07/02/2022 | 4 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 16690 | 212.5 |
| 11 | P210S3-11 | 305.7 | 03/02/2022 | 07/02/2022 | 4 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 17195 | 218.9 |
| 12 | P210S3-12 | 305.7 | 03/02/2022 | 07/02/2022 | 4 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 16954 | 215.9 |
| 13 | P210S3-13 | 305.7 | 03/02/2022 | 10/02/2022 | 7 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 18213 | 231.9 |
| 14 | P210S3-14 | 305.7 | 03/02/2022 | 10/02/2022 | 7 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 18253 | 232.4 |
| 15 | P210S3-15 | 305.7 | 03/02/2022 | 10/02/2022 | 7 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 17907 | 228.0 |
| 16 | P210S3-16 | 305.7 | 03/02/2022 | 03/03/2022 | 28 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 22698 | 289.0 |
| 17 | P210S3-17 | 305.7 | 03/02/2022 | 03/03/2022 | 28 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 22924 | 291.9 |
| 18 | P210S3-18 | 305.7 | 03/02/2022 | 03/03/2022 | 28 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 22374 | 284.9 |

Observaciones:

Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante

Defectos en el espécimen: ninguno

Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probeta

* Resistencia del concreto a los 28 días (f'c), obtenida de mezcla patrón

Diseño de mezcla con 4% de aditivo acelerante SikaCem® Acelerante PE, por peso de cemento

Datos proporcionados por el solicitante

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castilla
MAYO 2022
FIC DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA


Darwin G. Perleche Verdeguer
TEC. EN LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO N°027-037-2022 - ACADEMICO - LEM - FIC - UNP

| | | |
|-----------|---|---------------------------------|
| PROYECTO: | "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACCELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA-2021" | |
| SOLICITA: | BR. ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA | FECHA DE INFORME: MAYO DEL 2022 |

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO
NTP 339.034, ASTM C 39

| Nº PROBETA | IDENTIFICACIÓN DEL ESPÉCIMEN | f'c (kg/cm2)* | FECHA VACIADO | FECHA ENSAYO | EDAD ESPÉCIMEN (días) | DIÁMETRO (cm) | ALTURA (cm) | ÁREA SECCIÓN RECTA (cm ²) | CARGA MÁXIMA (Kg) | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg / cm ²) |
|------------|------------------------------|------------------|---------------|--------------|--------------------------|------------------|----------------|--|----------------------|--|
| 1 | P210Z1-1 | 305.7 | 08/02/2022 | 09/02/2022 | 1 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 11778 | 150.0 |
| 2 | P210Z1-2 | 305.7 | 08/02/2022 | 09/02/2022 | 1 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 12175 | 155.0 |
| 3 | P210Z1-3 | 305.7 | 08/02/2022 | 09/02/2022 | 1 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 12695 | 161.6 |
| 4 | P210Z1-4 | 305.7 | 08/02/2022 | 10/02/2022 | 2 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 15182 | 193.3 |
| 5 | P210Z1-5 | 305.7 | 08/02/2022 | 10/02/2022 | 2 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 15865 | 202.0 |
| 6 | P210Z1-6 | 305.7 | 08/02/2022 | 10/02/2022 | 2 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 15229 | 193.9 |
| 7 | P210Z1-7 | 305.7 | 08/02/2022 | 11/02/2022 | 3 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 13628 | 223.5 |
| 8 | P210Z1-8 | 305.7 | 08/02/2022 | 11/02/2022 | 3 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 18183 | 231.5 |
| 9 | P210Z1-9 | 305.7 | 08/02/2022 | 11/02/2022 | 3 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 17071 | 217.4 |
| 10 | P210Z1-10 | 305.7 | 08/02/2022 | 12/02/2022 | 4 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 19046 | 242.5 |
| 11 | P210Z1-11 | 305.7 | 08/02/2022 | 12/02/2022 | 4 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 17718 | 225.6 |
| 12 | P210Z1-12 | 305.7 | 08/02/2022 | 12/02/2022 | 4 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 18402 | 234.3 |
| 13 | P210Z1-13 | 305.7 | 08/02/2022 | 15/02/2022 | 7 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 20639 | 254.8 |
| 14 | P210Z1-14 | 305.7 | 08/02/2022 | 15/02/2022 | 7 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 20372 | 252.4 |
| 15 | P210Z1-15 | 305.7 | 08/02/2022 | 15/02/2022 | 7 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 21512 | 265.9 |
| 16 | P210Z1-16 | 305.7 | 08/02/2022 | 08/03/2022 | 28 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 25259 | 321.6 |
| 17 | P210Z1-17 | 305.7 | 08/02/2022 | 08/03/2022 | 28 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 25198 | 320.8 |
| 18 | P210Z1-18 | 305.7 | 08/02/2022 | 08/03/2022 | 28 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 24545 | 312.5 |

Observaciones:

Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante

Defectos en el espécimen: ninguno

Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probeta

* Resistencia del concreto a los 28 días (f'c), obtenida de mezcla patrón

Diseño de mezcla con 1 lb/bol de cemento, de aditivo acelerante Z Fragua #5

Datos proporcionados por el solicitante

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castilla
M.Sc. Ing. A. Torres
FIC - LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE SUELOS
CALLE DE LA UNP N° 1000


Darwin G. Perleke Verdeguer
TEC. EN LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO N°027-038-2022 - ACADEMICO - LEM - FIC - UNP

| | | |
|-----------|---|---------------------------------|
| PROYECTO: | "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACCELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA-2021" | |
| SOLICITA: | BR. ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA | FECHA DE INFORME: MAYO DEL 2022 |

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO

NTP 339.034, ASTM C 39

| Nº PROBETA | IDENTIFICACIÓN DEL ESPÉCIMEN | f'c (kg/cm2)* | FECHA VACIADO | FECHA ENSAYO | EDAD ESPÉCIMEN (días) | DIÁMETRO (cm) | ALTURA (cm) | ÁREA SECCIÓN RECTA (cm 2) | CARGA MÁXIMA (Kg) | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg / cm 2) |
|------------|------------------------------|------------------|---------------|--------------|--------------------------|------------------|----------------|------------------------------|----------------------|--|
| 1 | P210Z2-1 | 305.7 | 24/02/2022 | 25/02/2022 | 1 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 11695 | 148.9 |
| 2 | P210Z2-2 | 305.7 | 24/02/2022 | 25/02/2022 | 1 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 12299 | 156.6 |
| 3 | P210Z2-3 | 305.7 | 24/02/2022 | 25/02/2022 | 1 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 12700 | 161.7 |
| 4 | P210Z2-4 | 305.7 | 24/02/2022 | 26/02/2022 | 2 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 13752 | 175.1 |
| 5 | P210Z2-5 | 305.7 | 24/02/2022 | 26/02/2022 | 2 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 15292 | 194.7 |
| 6 | P210Z2-6 | 305.7 | 24/02/2022 | 26/02/2022 | 2 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 15653 | 199.3 |
| 7 | P210Z2-7 | 305.7 | 24/02/2022 | 27/02/2022 | 3 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 16958 | 215.9 |
| 8 | P210Z2-8 | 305.7 | 24/02/2022 | 27/02/2022 | 3 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 15692 | 199.8 |
| 9 | P210Z2-9 | 305.7 | 24/02/2022 | 27/02/2022 | 3 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 16382 | 208.6 |
| 10 | P210Z2-10 | 305.7 | 24/02/2022 | 28/03/2022 | 4 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 17012 | 216.6 |
| 11 | P210Z2-11 | 305.7 | 24/02/2022 | 28/03/2022 | 4 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 17475 | 222.5 |
| 12 | P210Z2-12 | 305.7 | 24/02/2022 | 28/03/2022 | 4 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 16980 | 216.2 |
| 13 | P210Z2-13 | 305.7 | 24/02/2022 | 03/03/2022 | 7 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 19393 | 246.9 |
| 14 | P210Z2-14 | 305.7 | 24/02/2022 | 03/03/2022 | 7 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 18378 | 234.0 |
| 15 | P210Z2-15 | 305.7 | 24/02/2022 | 03/03/2022 | 7 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 19336 | 246.2 |
| 16 | P210Z2-16 | 305.7 | 24/02/2022 | 24/03/2022 | 28 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 24333 | 309.8 |
| 17 | P210Z2-17 | 305.7 | 24/02/2022 | 24/03/2022 | 28 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 23495 | 299.1 |
| 18 | P210Z2-18 | 305.7 | 24/02/2022 | 24/03/2022 | 28 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 24681 | 314.3 |

Observación

Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante

Defectos en el espécimen: ninguno

Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probeta

* Resistencia del concreto a los 28 días (f'c), obtenida de mezcla patrón

Diseño de mezcla con 1.25 lt/bol de cemento, de aditivo acelerante Z Fragua #5

Datos proporcionados por el solicitante

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castilla
M.Sc. CIP. N. 170023
M.Sc. CIP. N. 170023
M.Sc. CIP. N. 170023


Darwin G. Perleche Verdeguer
TEC. EN LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO N°027-039-2022 - ACADEMICO - LEM - FIC - UNP

| | | |
|-----------|---|---------------------------------|
| PROYECTO: | "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACCELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA-2021" | |
| SOLICITA: | BR. ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA | FECHA DE INFORME: MAYO DEL 2022 |

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO

NTP 339.034, ASTM C 39

| Nº PROBETA | IDENTIFICACIÓN DEL ESPÉCIMEN | f'c (kg/cm2)* | FECHA VACIADO | FECHA ENSAYO | EDAD ESPÉCIMEN (días) | DIÁMETRO (cm) | ALTURA (cm) | ÁREA SECCIÓN RECTA (cm ²) | CARGA MÁXIMA (Kg) | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²) |
|------------|------------------------------|------------------|---------------|--------------|--------------------------|------------------|----------------|--|----------------------|--|
| 1 | P210Z3-1 | 305.7 | 21/02/2022 | 22/02/2022 | 1 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 11900 | 151.5 |
| 2 | P210Z3-2 | 305.7 | 21/02/2022 | 22/02/2022 | 1 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 12691 | 161.6 |
| 3 | P210Z3-3 | 305.7 | 21/02/2022 | 22/02/2022 | 1 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 11878 | 151.2 |
| 4 | P210Z3-4 | 305.7 | 21/02/2022 | 23/02/2022 | 2 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 15997 | 203.7 |
| 5 | P210Z3-5 | 305.7 | 21/02/2022 | 23/02/2022 | 2 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 16368 | 208.4 |
| 6 | P210Z3-6 | 305.7 | 21/02/2022 | 23/02/2022 | 2 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 15420 | 196.3 |
| 7 | P210Z3-7 | 305.7 | 21/02/2022 | 24/02/2022 | 3 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 16984 | 216.2 |
| 8 | P210Z3-8 | 305.7 | 21/02/2022 | 24/02/2022 | 3 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 16737 | 213.1 |
| 9 | P210Z3-9 | 305.7 | 21/02/2022 | 24/02/2022 | 3 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 16616 | 211.6 |
| 10 | P210Z3-10 | 305.7 | 21/02/2022 | 25/02/2022 | 4 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 18292 | 232.9 |
| 11 | P210Z3-11 | 305.7 | 21/02/2022 | 25/02/2022 | 4 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 18130 | 230.8 |
| 12 | P210Z3-12 | 305.7 | 21/02/2022 | 25/02/2022 | 4 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 17763 | 226.2 |
| 13 | P210Z3-13 | 305.7 | 21/02/2022 | 28/02/2022 | 7 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 18488 | 235.4 |
| 14 | P210Z3-14 | 305.7 | 21/02/2022 | 28/02/2022 | 7 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 19093 | 243.1 |
| 15 | P210Z3-15 | 305.7 | 21/02/2022 | 28/02/2022 | 7 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 20107 | 256.0 |
| 16 | P210Z3-16 | 305.7 | 21/02/2022 | 21/03/2022 | 28 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 24827 | 316.1 |
| 17 | P210Z3-17 | 305.7 | 21/02/2022 | 21/03/2022 | 28 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 23398 | 297.9 |
| 18 | P210Z3-18 | 305.7 | 21/02/2022 | 21/03/2022 | 28 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 23679 | 301.5 |

Observaciones:

Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante

Defectos en el espécimen: ninguno

Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probeta

* Resistencia del concreto a los 28 días (f'c), obtenida de mezcla patrón

Diseño de mezcla con 1.5 lb/bol de cemento, de aditivo acelerante Z Fragua #5

Datos proporcionados por el solicitante

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castillo
REG. CIP. N. 17021
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE SUPL. Y MATERIALES


Darwin G. Perleche Verdeguer
TEC. EN LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO N°027-040-2022 - ACADEMICO - LEM - FIC - UNP

| | | |
|-----------|---|---------------------------------|
| PROYECTO: | "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACCELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA-2021" | |
| SOLICITA: | BR. ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA | FECHA DE INFORME: MAYO DEL 2022 |

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO
NTP 339.034, ASTM C 39

| Nº PROBETA | IDENTIFICACIÓN DEL ESPECIMEN | f'c (kg/cm2)* | FECHA VACIADO | FECHA ENSAYO | EDAD ESPÉCIMEN (días) | DIÁMETRO (cm) | ALTURA (cm) | ÁREA SECCIÓN RECTA (cm 2) | CARGA MÁXIMA (Kg) | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg / cm 2) |
|------------|------------------------------|------------------|---------------|--------------|-------------------------------|--------------------|------------------|--------------------------------------|---------------------------|--|
| 1 | P280-1 | 366.63 | 25/01/2022 | 26/01/2022 | 1 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 13580 | 172.9 |
| 2 | P280-2 | 366.63 | 25/01/2022 | 26/01/2022 | 1 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 12917 | 164.5 |
| 3 | P280-3 | 366.63 | 25/01/2022 | 26/01/2022 | 1 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 12519 | 159.4 |
| 4 | P280-4 | 366.63 | 25/01/2022 | 27/01/2022 | 2 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 16721 | 212.9 |
| 5 | P280-5 | 366.63 | 25/01/2022 | 27/01/2022 | 2 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 16462 | 209.6 |
| 6 | P280-6 | 366.63 | 25/01/2022 | 27/01/2022 | 2 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 15792 | 201.1 |
| 7 | P280-7 | 366.63 | 25/01/2022 | 28/01/2022 | 3 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 19250 | 245.1 |
| 8 | P280-8 | 366.63 | 25/01/2022 | 28/01/2022 | 3 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 19070 | 242.8 |
| 9 | P280-9 | 366.63 | 25/01/2022 | 28/01/2022 | 3 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 19376 | 246.7 |
| 10 | P280-10 | 366.63 | 25/01/2022 | 29/01/2022 | 4 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 21369 | 272.1 |
| 11 | P280-11 | 366.63 | 25/01/2022 | 29/01/2022 | 4 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 21571 | 274.6 |
| 12 | P280-12 | 366.63 | 25/01/2022 | 29/01/2022 | 4 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 21190 | 269.8 |
| 13 | P280-13 | 366.63 | 25/01/2022 | 01/02/2022 | 7 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 23319 | 296.9 |
| 14 | P280-14 | 366.63 | 25/01/2022 | 01/02/2022 | 7 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 22576 | 287.4 |
| 15 | P280-15 | 366.63 | 25/01/2022 | 01/02/2022 | 7 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 23397 | 297.9 |
| 16 | P280-16 | 366.63 | 25/01/2022 | 22/02/2022 | 28 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 27913 | 355.4 |
| 17 | P280-17 | 366.63 | 25/01/2022 | 22/02/2022 | 28 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 29523 | 375.9 |
| 18 | P280-18 | 366.63 | 25/01/2022 | 22/02/2022 | 28 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 28949 | 368.6 |

Observaciones:

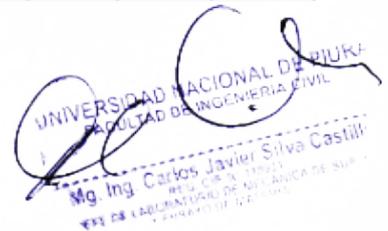
Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante

Defectos en el espécimen: ninguno

Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probeta

* Resistencia del concreto a los 28 días (f'c), de la mezcla patrón

Datos proporcionados por el solicitante



Darwin G. Perleke Verdeguer
 Darwin G. Perleke Verdeguer
 TEC. EN LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO N°027-041-2022 - ACADEMICO - LEM - FIC - UNP

| | | |
|-----------|---|---------------------------------|
| PROYECTO: | "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACCELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA-2021" | |
| SOLICITA: | BR. ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA | FECHA DE INFORME: MAYO DEL 2022 |

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO
NTP 339.034, ASTM C 39

| Nº PROBETA | IDENTIFICACIÓN DEL ESPECIMEN | f'c (kg/cm2)* | FECHA VACIADO | FECHA ENSAYO | EDAD ESPÉCIMEN (días) | DIÁMETRO (cm) | ALTURA (cm) | ÁREA SECCIÓN RECTA (cm 2) | CARGA MÁXIMA (Kg) | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg / cm 2) |
|------------|------------------------------|------------------|---------------|--------------|----------------------------|--------------------|------------------|--------------------------------|------------------------|--|
| 1 | P280S1-1 | 366.63 | 03/02/2022 | 04/02/2022 | 1 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 10301 | 131.2 |
| 2 | P280S1-2 | 366.63 | 03/02/2022 | 04/02/2022 | 1 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 11373 | 144.8 |
| 3 | P280S1-3 | 366.63 | 03/02/2022 | 04/02/2022 | 1 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 11899 | 151.5 |
| 4 | P280S1-4 | 366.63 | 03/02/2022 | 05/02/2022 | 2 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 16130 | 205.4 |
| 5 | P280S1-5 | 366.63 | 03/02/2022 | 05/02/2022 | 2 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 16668 | 212.2 |
| 6 | P280S1-6 | 366.63 | 03/02/2022 | 05/02/2022 | 2 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 16119 | 205.2 |
| 7 | P280S1-7 | 366.63 | 03/02/2022 | 06/02/2022 | 3 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 19628 | 249.9 |
| 8 | P280S1-8 | 366.63 | 03/02/2022 | 06/02/2022 | 3 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 19467 | 247.9 |
| 9 | P280S1-9 | 366.63 | 03/02/2022 | 06/02/2022 | 3 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 18325 | 233.3 |
| 10 | P280S1-10 | 366.63 | 03/02/2022 | 07/02/2022 | 4 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 20984 | 267.2 |
| 11 | P280S1-11 | 366.63 | 03/02/2022 | 07/02/2022 | 4 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 21422 | 272.8 |
| 12 | P280S1-12 | 366.63 | 03/02/2022 | 07/02/2022 | 4 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 21158 | 269.4 |
| 13 | P280S1-13 | 366.63 | 03/02/2022 | 10/02/2022 | 7 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 23381 | 297.7 |
| 14 | P280S1-14 | 366.63 | 03/02/2022 | 10/02/2022 | 7 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 22510 | 286.6 |
| 15 | P280S1-15 | 366.63 | 03/02/2022 | 10/02/2022 | 7 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 23413 | 298.1 |
| 16 | P280S1-16 | 366.63 | 03/02/2022 | 03/03/2022 | 28 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 27649 | 352.0 |
| 17 | P280S1-17 | 366.63 | 03/02/2022 | 03/03/2022 | 28 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 26337 | 335.3 |
| 18 | P280S1-18 | 366.63 | 03/02/2022 | 03/03/2022 | 28 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 27266 | 347.2 |

Observaciones:

Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante

Defectos en el espécimen: ninguno

Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probeta

* Resistencia del concreto a los 28 días (f'c), obtenida de mezcla patrón

Diseño de mezcla con 1% de aditivo acelerante SikaCem® Acelerante PE, por peso de cemento

Datos proporcionados por el solicitante

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castilla
PEU. CIP. N.º 12021
CENTRO DE LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN DE SUPL. Y
CONSTRUCCIÓN DE SUPL.


Darwin G. Perleche Verdeguer
TEC. EN LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO N°027-042-2022 - ACADEMICO - LEM - FIC - UNP

| | | |
|-----------|---|---------------------------------|
| PROYECTO: | "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACCELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA-2021" | |
| SOLICITA: | BR. ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA | FECHA DE INFORME: MAYO DEL 2022 |

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO
NTP 339.034, ASTM C 39

| Nº PROBETA | IDENTIFICACIÓN DEL ESPÉCIMEN | f'c (kg/cm2)* | FECHA VACIADO | FECHA ENSAYO | EDAD ESPÉCIMEN (días) | DIÁMETRO (cm) | ALTURA (cm) | ÁREA SECCIÓN RECTA (cm ²) | CARGA MÁXIMA (Kg) | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg / cm ²) |
|------------|------------------------------|------------------|---------------|--------------|--------------------------|------------------|----------------|--|----------------------|--|
| 1 | P280S2-1 | 366.63 | 04/02/2022 | 05/02/2022 | 1 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 13674 | 174.1 |
| 2 | P280S2-2 | 366.63 | 04/02/2022 | 05/02/2022 | 1 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 12736 | 162.2 |
| 3 | P280S2-3 | 366.63 | 04/02/2022 | 05/02/2022 | 1 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 12765 | 162.5 |
| 4 | P280S2-4 | 366.63 | 04/02/2022 | 06/02/2022 | 2 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 15842 | 201.7 |
| 5 | P280S2-5 | 366.63 | 04/02/2022 | 06/02/2022 | 2 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 16376 | 208.5 |
| 6 | P280S2-6 | 366.63 | 04/02/2022 | 06/02/2022 | 2 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 15254 | 194.2 |
| 7 | P280S2-7 | 366.63 | 04/02/2022 | 07/02/2022 | 3 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 18086 | 230.3 |
| 8 | P280S2-8 | 366.63 | 04/02/2022 | 07/02/2022 | 3 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 17113 | 217.9 |
| 9 | P280S2-9 | 366.63 | 04/02/2022 | 07/02/2022 | 3 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 17137 | 218.2 |
| 10 | P280S2-10 | 366.63 | 04/02/2022 | 08/02/2022 | 4 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 19136 | 243.6 |
| 11 | P280S2-11 | 366.63 | 04/02/2022 | 08/02/2022 | 4 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 18564 | 236.4 |
| 12 | P280S2-12 | 366.63 | 04/02/2022 | 08/02/2022 | 4 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 19156 | 243.9 |
| 13 | P280S2-13 | 366.63 | 04/02/2022 | 11/02/2022 | 7 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 19886 | 253.2 |
| 14 | P280S2-14 | 366.63 | 04/02/2022 | 11/02/2022 | 7 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 20075 | 255.6 |
| 15 | P280S2-15 | 366.63 | 04/02/2022 | 11/02/2022 | 7 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 21066 | 268.2 |
| 16 | P280S2-16 | 366.63 | 04/02/2022 | 04/03/2022 | 28 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 25192 | 320.8 |
| 17 | P280S2-17 | 366.63 | 04/02/2022 | 04/03/2022 | 28 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 25071 | 319.2 |
| 18 | P280S2-18 | 366.63 | 04/02/2022 | 04/03/2022 | 28 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 25837 | 329.0 |

Observaciones:

Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante

Defectos en el espécimen: ninguno

Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probeta

* Resistencia del concreto a los 28 días (f'c), obtenida de mezcla patrón

Diseño de mezcla con 2.5% de aditivo acelerante SikaCem® Acelerante PE, por peso de cemento

Datos proporcionados por el solicitante



Darwin G. Perfecto Verdeguer
Darwin G. Perfecto Verdeguer
 TEC. EN LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO N°027-043-2022 - ACADEMICO - LEM - FIC - UNP

| | | |
|-----------|---|---------------------------------|
| PROYECTO: | "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACCELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA-2021" | |
| SOLICITA: | BR. ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA | FECHA DE INFORME: MAYO DEL 2022 |

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO
NTP 339.034, ASTM C 39

| Nº PROBETA | IDENTIFICACIÓN DEL ESPECIMEN | f'c (kg/cm2)* | FECHA VACIADO | FECHA ENSAYO | EDAD ESPÉCIMEN (días) | DIÁMETRO (cm) | ALTURA (cm) | ÁREA SECCIÓN RECTA (cm 2) | CARGA MÁXIMA (Kg) | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg / cm 2) |
|------------|------------------------------|------------------|---------------|--------------|----------------------------|--------------------|------------------|--------------------------------|------------------------|--|
| 1 | P280S3-1 | 366.63 | 08/02/2022 | 09/02/2022 | 1 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 15268 | 194.4 |
| 2 | P280S3-2 | 366.63 | 08/02/2022 | 09/02/2022 | 1 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 15282 | 194.6 |
| 3 | P280S3-3 | 366.63 | 08/02/2022 | 09/02/2022 | 1 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 13108 | 166.9 |
| 4 | P280S3-4 | 366.63 | 08/02/2022 | 10/02/2022 | 2 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 17507 | 222.9 |
| 5 | P280S3-5 | 366.63 | 08/02/2022 | 10/02/2022 | 2 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 18198 | 231.7 |
| 6 | P280S3-6 | 366.63 | 08/02/2022 | 10/02/2022 | 2 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 16972 | 216.1 |
| 7 | P280S3-7 | 366.63 | 08/02/2022 | 11/02/2022 | 3 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 18928 | 241.0 |
| 8 | P280S3-8 | 366.63 | 08/02/2022 | 11/02/2022 | 3 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 17162 | 218.5 |
| 9 | P280S3-9 | 366.63 | 08/02/2022 | 11/02/2022 | 3 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 19564 | 249.1 |
| 10 | P280S3-10 | 366.63 | 08/02/2022 | 12/02/2022 | 4 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 19800 | 252.1 |
| 11 | P280S3-11 | 366.63 | 08/02/2022 | 12/02/2022 | 4 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 19891 | 253.3 |
| 12 | P280S3-12 | 366.63 | 08/02/2022 | 12/02/2022 | 4 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 20071 | 255.6 |
| 13 | P280S3-13 | 366.63 | 08/02/2022 | 15/02/2022 | 7 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 21544 | 274.3 |
| 14 | P280S3-14 | 366.63 | 08/02/2022 | 15/02/2022 | 7 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 21174 | 269.6 |
| 15 | P280S3-15 | 366.63 | 08/02/2022 | 15/02/2022 | 7 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 21599 | 275.0 |
| 16 | P280S3-16 | 366.63 | 08/02/2022 | 08/03/2022 | 28 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 26753 | 340.6 |
| 17 | P280S3-17 | 366.63 | 08/02/2022 | 08/03/2022 | 28 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 26666 | 339.5 |
| 18 | P280S3-18 | 366.63 | 08/02/2022 | 08/03/2022 | 28 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 25477 | 324.4 |

Observaciones:

Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante

Defectos en el espécimen: ninguno

Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probeta

* Resistencia del concreto a los 28 días (f'c), obtenida de mezcla patrón

Diseño de mezcla con 4% de aditivo acelerante SikaCem® Acelerante PE, por peso de cemento

Datos proporcionados por el solicitante



Darwin G. Perleche Verdeguer
Darwin G. Perleche Verdeguer
TEC. EN LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO N°027-044-2022 - ACADEMICO - LEM - FIC - UNP

| | | |
|-----------|---|---------------------------------|
| PROYECTO: | "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACCELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA-2021" | |
| SOLICITA: | BR. ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA | FECHA DE INFORME: MAYO DEL 2022 |

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO
NTP 339.034, ASTM C 39

| Nº PROBETA | IDENTIFICACIÓN DEL ESPÉCIMEN | f'c (kg/cm2)* | FECHA VACIADO | FECHA ENSAYO | EDAD ESPÉCIMEN (días) | DIAMETRO (cm) | ALTURA (cm) | ÁREA SECCIÓN RECTA (cm 2) | CARGA MÁXIMA (Kg) | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg / cm 2) |
|------------|------------------------------|------------------|---------------|--------------|----------------------------|--------------------|------------------|--------------------------------|------------------------|--|
| 1 | P280Z1-1 | 366.63 | 21/02/2022 | 22/02/2022 | 1 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 16575 | 211.0 |
| 2 | P280Z1-2 | 366.63 | 21/02/2022 | 22/02/2022 | 1 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 16476 | 209.8 |
| 3 | P280Z1-3 | 366.63 | 21/02/2022 | 22/02/2022 | 1 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 16836 | 214.4 |
| 4 | P280Z1-4 | 366.63 | 21/02/2022 | 23/02/2022 | 2 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 18691 | 238.0 |
| 5 | P280Z1-5 | 366.63 | 21/02/2022 | 23/02/2022 | 2 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 19978 | 254.4 |
| 6 | P280Z1-6 | 366.63 | 21/02/2022 | 23/02/2022 | 2 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 19866 | 252.9 |
| 7 | P280Z1-7 | 366.63 | 21/02/2022 | 24/02/2022 | 3 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 20280 | 258.2 |
| 8 | P280Z1-8 | 366.63 | 21/02/2022 | 24/02/2022 | 3 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 21181 | 269.7 |
| 9 | P280Z1-9 | 366.63 | 21/02/2022 | 24/02/2022 | 3 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 21194 | 269.9 |
| 10 | P280Z1-10 | 366.63 | 21/02/2022 | 25/02/2022 | 4 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 23209 | 295.5 |
| 11 | P280Z1-11 | 366.63 | 21/02/2022 | 25/02/2022 | 4 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 22773 | 289.9 |
| 12 | P280Z1-12 | 366.63 | 21/02/2022 | 25/02/2022 | 4 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 22031 | 280.5 |
| 13 | P280Z1-13 | 366.63 | 21/02/2022 | 28/02/2022 | 7 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 25578 | 325.7 |
| 14 | P280Z1-14 | 366.63 | 21/02/2022 | 28/02/2022 | 7 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 25259 | 321.6 |
| 15 | P280Z1-15 | 366.63 | 21/02/2022 | 28/02/2022 | 7 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 25411 | 323.5 |
| 16 | P280Z1-16 | 366.63 | 21/02/2022 | 21/03/2022 | 28 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 29931 | 381.1 |
| 17 | P280Z1-17 | 366.63 | 21/02/2022 | 21/03/2022 | 28 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 29816 | 379.6 |
| 18 | P280Z1-18 | 366.63 | 21/02/2022 | 21/03/2022 | 28 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 30733 | 391.3 |

Observaciones:

Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante

Defectos en el espécimen: ninguno

Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probeta

* Resistencia del concreto a los 28 días (f'c), obtenida de mezcla patrón

Diseño de mezcla con 1 lt/bol de cemento, de aditivo acelerante Z Fragua #5

Datos proporcionados por el solicitante

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castilla
REG. C. O. P. 11022
CENTRO DE LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN DE SUVA
CALLE 11 N° 1201


Darwin G. Perleche Verdeguer
TEC. EN LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO N°027-045-2022 - ACADEMICO - LEM - FIC - UNP

| | | |
|-----------|---|---------------------------------|
| PROYECTO: | "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACCELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA-2021" | |
| SOLICITA: | BR. ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA | FECHA DE INFORME: MAYO DEL 2022 |

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO
NTP 339.034, ASTM C 39

| Nº PROBETA | IDENTIFICACIÓN DEL ESPÉCIMEN | f'c (kg/cm2)* | FECHA VACIADO | FECHA ENSAYO | EDAD ESPÉCIMEN (días) | DIÁMETRO (cm) | ALTURA (cm) | ÁREA SECCIÓN RECTA (cm ²) | CARGA MÁXIMA (Kg) | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²) |
|------------|------------------------------|------------------|---------------|--------------|--------------------------|------------------|----------------|--|----------------------|--|
| 1 | P280Z2-1 | 366.63 | 23/02/2022 | 24/02/2022 | 1 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 17048 | 217.1 |
| 2 | P280Z2-2 | 366.63 | 23/02/2022 | 24/02/2022 | 1 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 16444 | 209.4 |
| 3 | P280Z2-3 | 366.63 | 23/02/2022 | 24/02/2022 | 1 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 16776 | 213.6 |
| 4 | P280Z2-4 | 366.63 | 23/02/2022 | 25/02/2022 | 2 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 19917 | 253.6 |
| 5 | P280Z2-5 | 366.63 | 23/02/2022 | 25/02/2022 | 2 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 20075 | 255.6 |
| 6 | P280Z2-6 | 366.63 | 23/02/2022 | 25/02/2022 | 2 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 18691 | 238.0 |
| 7 | P280Z2-7 | 366.63 | 23/02/2022 | 26/02/2022 | 3 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 21292 | 271.1 |
| 8 | P280Z2-8 | 366.63 | 23/02/2022 | 26/02/2022 | 3 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 22421 | 285.5 |
| 9 | P280Z2-9 | 366.63 | 23/02/2022 | 26/02/2022 | 3 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 22249 | 283.3 |
| 10 | P280Z2-10 | 366.63 | 23/02/2022 | 27/02/2022 | 4 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 22407 | 285.3 |
| 11 | P280Z2-11 | 366.63 | 23/02/2022 | 27/02/2022 | 4 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 22629 | 288.1 |
| 12 | P280Z2-12 | 366.63 | 23/02/2022 | 27/02/2022 | 4 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 21826 | 277.9 |
| 13 | P280Z2-13 | 366.63 | 23/02/2022 | 02/03/2022 | 7 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 24151 | 307.5 |
| 14 | P280Z2-14 | 366.63 | 23/02/2022 | 02/03/2022 | 7 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 25115 | 319.8 |
| 15 | P280Z2-15 | 366.63 | 23/02/2022 | 02/03/2022 | 7 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 24626 | 313.5 |
| 16 | P280Z2-16 | 366.63 | 23/02/2022 | 23/03/2022 | 28 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 29787 | 379.3 |
| 17 | P280Z2-17 | 366.63 | 23/02/2022 | 23/03/2022 | 28 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 29150 | 371.1 |
| 18 | P280Z2-18 | 366.63 | 23/02/2022 | 23/03/2022 | 28 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 29799 | 379.4 |

Observaciones:

Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante

Defectos en el espécimen: ninguno

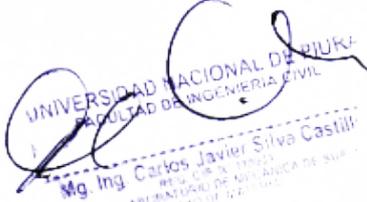
Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probeta

* Resistencia del concreto a los 28 días (f'c), obtenida de mezcla patrón

Diseño de mezcla con 1.25 lt/bol de cemento, de aditivo acelerante Z Fragua #5

Datos proporcionados por el solicitante


Darwin G. Perle Verdeguer
TEC. EN LABORATORIO


UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castilla
REG. OR. N.º 20021
CALLE DE LABORATORIO DE INGENIERÍA DE SU...
PIURA - PERÚ

INFORME DE ENSAYO N°027-046-2022 - ACADEMICO - LEM - FIC - UNP

| | | |
|-----------|---|---------------------------------|
| PROYECTO: | "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACCELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA-2021" | |
| SOLICITA: | BR. ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA | FECHA DE INFORME: MAYO DEL 2022 |

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO
NTP 339.034, ASTM C 39

| Nº PROBETA | IDENTIFICACIÓN DEL ESPÉCIMEN | f'c (kg/cm2)* | FECHA VACIADO | FECHA ENSAYO | EDAD ESPÉCIMEN (días) | DIÁMETRO (cm) | ALTURA (cm) | ÁREA SECCIÓN RECTA (cm ²) | CARGA MÁXIMA (Kg) | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg / cm ²) |
|------------|------------------------------|------------------|---------------|--------------|--------------------------|------------------|----------------|--|----------------------|--|
| 1 | P280Z3-1 | 366.63 | 23/02/2022 | 24/02/2022 | 1 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 16565 | 210.9 |
| 2 | P280Z3-2 | 366.63 | 23/02/2022 | 24/02/2022 | 1 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 17000 | 216.4 |
| 3 | P280Z3-3 | 366.63 | 23/02/2022 | 24/02/2022 | 1 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 15553 | 198.0 |
| 4 | P280Z3-4 | 366.63 | 23/02/2022 | 25/02/2022 | 2 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 19509 | 248.4 |
| 5 | P280Z3-5 | 366.63 | 23/02/2022 | 25/02/2022 | 2 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 19229 | 244.8 |
| 6 | P280Z3-6 | 366.63 | 23/02/2022 | 25/02/2022 | 2 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 20004 | 254.7 |
| 7 | P280Z3-7 | 366.63 | 23/02/2022 | 26/02/2022 | 3 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 20645 | 262.9 |
| 8 | P280Z3-8 | 366.63 | 23/02/2022 | 26/02/2022 | 3 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 21578 | 274.7 |
| 9 | P280Z3-9 | 366.63 | 23/02/2022 | 26/02/2022 | 3 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 21482 | 273.5 |
| 10 | P280Z3-10 | 366.63 | 23/02/2022 | 27/02/2022 | 4 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 22388 | 285.1 |
| 11 | P280Z3-11 | 366.63 | 23/02/2022 | 27/02/2022 | 4 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 22707 | 289.1 |
| 12 | P280Z3-12 | 366.63 | 23/02/2022 | 27/02/2022 | 4 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 22375 | 284.9 |
| 13 | P280Z3-13 | 366.63 | 23/02/2022 | 02/03/2022 | 7 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 25651 | 326.6 |
| 14 | P280Z3-14 | 366.63 | 23/02/2022 | 02/03/2022 | 7 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 24141 | 307.4 |
| 15 | P280Z3-15 | 366.63 | 23/02/2022 | 02/03/2022 | 7 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 25193 | 320.8 |
| 16 | P280Z3-16 | 366.63 | 23/02/2022 | 23/03/2022 | 28 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 29758 | 378.9 |
| 17 | P280Z3-17 | 366.63 | 23/02/2022 | 23/03/2022 | 28 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 29496 | 375.6 |
| 18 | P280Z3-18 | 366.63 | 23/02/2022 | 23/03/2022 | 28 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 29023 | 369.5 |

Observaciones:

Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante

Defectos en el espécimen: ninguno

Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probeta

* Resistencia del concreto a los 28 días (f'c), obtenida de mezcla patrón

Diseño de mezcla con 1.5 lb/bol de cemento, de aditivo acelerante Z Fragua #5

Datos proporcionados por el solicitante

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castilla
R.F.C. N.º 170027
EFE DE LABORATORIO DE SUPERVISIÓN DE OBRAS
Estructuras de Concreto


Darwin G. Perleze Verdeguer
TEC. EN LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO N°027-047-2022 - ACADEMICO - LEM - FIC - UNP

| | | |
|-----------|---|---------------------------------|
| PROYECTO: | "INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACCELERANTES EN LA RESISTENCIA TEMPRANA DEL CONCRETO, PIURA-2021" | |
| SOLICITA: | BR. ORLANDO RAÚL JUÁREZ SILVA | FECHA DE INFORME: MAYO DEL 2022 |

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO
NTP 339.034, ASTM C 39

| Nº PROBETA | IDENTIFICACIÓN DEL ESPECIMEN | f'c (kg/cm2)* | FECHA VACIADO | FECHA ENSAYO | EDAD ESPÉCIMEN (días) | DIÁMETRO (cm) | ALTURA (cm) | ÁREA SECCIÓN RECTA (cm 2) | CARGA MÁXIMA (Kg) | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg / cm 2) |
|------------|------------------------------|------------------|---------------|--------------|----------------------------|--------------------|------------------|--------------------------------|------------------------|--|
| 1 | P210S4-1 | 305.7 | 08/03/2022 | 09/03/2022 | 1 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 8636 | 110.0 |
| 2 | P210S4-2 | 305.7 | 08/03/2022 | 09/03/2022 | 1 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 8413 | 107.1 |
| 3 | P210S4-3 | 305.7 | 08/03/2022 | 09/03/2022 | 1 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 8402 | 107.0 |
| 4 | P210S4-4 | 305.7 | 08/03/2022 | 10/03/2022 | 2 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 13713 | 174.6 |
| 5 | P210S4-5 | 305.7 | 08/03/2022 | 10/03/2022 | 2 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 13327 | 169.7 |
| 6 | P210S4-6 | 305.7 | 08/03/2022 | 10/03/2022 | 2 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 13565 | 172.7 |
| 7 | P210S4-7 | 305.7 | 08/03/2022 | 11/03/2022 | 3 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 16226 | 206.6 |
| 8 | P210S4-8 | 305.7 | 08/03/2022 | 11/03/2022 | 3 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 16873 | 214.8 |
| 9 | P210S4-9 | 305.7 | 08/03/2022 | 11/03/2022 | 3 | 10.00 | 20.00 | 78.54 | 15985 | 203.5 |

Observaciones:

Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante

Defectos en el espécimen: ninguno

Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probeta

* Resistencia del concreto a los 28 días (f'c), obtenida de mezcla patrón

Diseño de mezcla con 0.5% de aditivo acelerante SikaCem® Acelerante PE, por peso de cemento

Datos proporcionados por el solicitante



Darwin G. Perlete Verdeguer
 Darwin G. Perlete Verdeguer
 TEC. EN LABORATORIO

ANEXO N° 8. ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS.

Análisis de costos unitarios / mezcla 1: f'c 305.70 kg/cm² sin aditivo – mezcla patrón

| ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO | | | | | |
|------------------------------------|---------------|------------------|---------------------|---------------|----------------------|
| | Rendimiento: | 10 | m ³ /día | | Total: 618.49 |
| | Jornal: | 8 | hr | | |
| Nombre de Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio | Parcial |
| Mano de Obra | | | | | |
| Operario | hh | 2.00 | 1.60 | 24.22 | 38.75 |
| Operador de equipo liviano | hh | 2.00 | 1.60 | 26.16 | 41.86 |
| Oficial | hh | 2.00 | 1.60 | 19.12 | 30.59 |
| Peón | hh | 10.00 | 8.00 | 17.28 | 138.24 |
| | | | | | 249.44 |
| Materiales | | | | | |
| Cemento Portland Tipo I (42.5 kg) | bol | | 9.07 | 24.75 | 224.48 |
| Agua | m3 | | 0.23 | 5.00 | 1.15 |
| Arena gruesa | m3 | | 0.52 | 63.56 | 33.24 |
| Piedra Chancada de 1/2" | m3 | | 0.75 | 101.69 | 76.30 |
| | | | | | 335.17 |
| Equipos | | | | | |
| Herramientas manuales | %mo | | 3% | 249.44 | 7.4832 |
| Mezcladora de concreto 11p3, 18 HP | hm | 1.00 | 0.80 | 18.00 | 14.40 |
| Vibrador a gasolina de 2", 4HP | hm | 1.00 | 0.80 | 15.00 | 12.00 |
| | | | | | 33.88 |

Análisis de costos unitarios / mezcla 2: f'c 305.70 kg/cm² con 1 % de SikaCem® Acelerante PE

| ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO | | | | | |
|------------------------------------|---------------|------------------|---------------------|---------------|----------------------|
| | Rendimiento: | 10 | m ³ /día | | Total: 636.84 |
| | Jornal: | 8 | hr | | |
| Nombre de Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio | Parcial |
| Mano de Obra | | | | | |
| Operario | hh | 2.00 | 1.60 | 24.22 | 38.75 |
| Operador de equipo liviano | hh | 2.00 | 1.60 | 26.16 | 41.86 |
| Oficial | hh | 2.00 | 1.60 | 19.12 | 30.59 |
| Peón | hh | 10.00 | 8.00 | 17.28 | 138.24 |
| | | | | | 249.44 |
| Materiales | | | | | |
| Cemento Portland Tipo I (42.5 kg) | bol | | 9.07 | 24.75 | 224.48 |
| Agua | m3 | | 0.23 | 5.00 | 1.15 |
| Arena gruesa | m3 | | 0.52 | 63.56 | 33.24 |
| Piedra Chancada de 1/2" | m3 | | 0.75 | 101.69 | 76.30 |
| Aditivo SikaCem® Acelerante PE | gl | | 0.74 | 24.86 | 18.35 |
| | | | | | 353.51 |
| Equipos | | | | | |
| Herramientas manuales | %mo | | 3% | 249.44 | 7.4832 |
| Mezcladora de concreto 11p3, 18 HP | hm | 1.00 | 0.80 | 18.00 | 14.40 |
| Vibrador a gasolina de 2", 4HP | hm | 1.00 | 0.80 | 15.00 | 12.00 |
| | | | | | 33.88 |

Análisis de costos unitarios / mezcla 3: f'c 305.70 kg/cm² con 2.5 % de SikaCem® Acelerante PE

| ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO | | | | | | |
|------------------------------------|---------------|------------------|---------------------|---------------|----------------|---------------|
| | Rendimiento: | 10 | m ³ /día | | Total: | 664.36 |
| | Jornal: | 8 | hr | | | |
| Nombre de Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio | Parcial | |
| Mano de Obra | | | | | | |
| Operario | hh | 2.00 | 1.60 | 24.22 | 38.75 | |
| Operador de equipo liviano | hh | 2.00 | 1.60 | 26.16 | 41.86 | |
| Oficial | hh | 2.00 | 1.60 | 19.12 | 30.59 | |
| Peón | hh | 10.00 | 8.00 | 17.28 | 138.24 | |
| | | | | | 249.44 | |
| Materiales | | | | | | |
| Cemento Portland Tipo I (42.5 kg) | bol | | 9.07 | 24.75 | 224.48 | |
| Agua | m3 | | 0.23 | 5.00 | 1.15 | |
| Arena gruesa | m3 | | 0.52 | 63.56 | 33.24 | |
| Piedra Chancada de 1/2" | m3 | | 0.75 | 101.69 | 76.30 | |
| Aditivo SikaCem® Acelerante PE | gl | | 1.84 | 24.86 | 45.87 | |
| | | | | | 381.03 | |
| Equipos | | | | | | |
| Herramientas manuales | %mo | | 3% | 249.44 | 7.4832 | |
| Mezcladora de concreto 11p3, 18 HP | hm | 1.00 | 0.80 | 18.00 | 14.40 | |
| Vibrador a gasolina de 2", 4HP | hm | 1.00 | 0.80 | 15.00 | 12.00 | |
| | | | | | 33.88 | |

Análisis de costos unitarios / mezcla 4: f'c 305.70 kg/cm² con 4 % de SikaCem® Acelerante PE

| ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO | | | | | | |
|------------------------------------|---------------|------------------|---------------------|---------------|----------------|---------------|
| | Rendimiento: | 10 | m ³ /día | | Total: | 691.88 |
| | Jornal: | 8 | hr | | | |
| Nombre de Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio | Parcial | |
| Mano de Obra | | | | | | |
| Operario | hh | 2.00 | 1.60 | 24.22 | 38.75 | |
| Operador de equipo liviano | hh | 2.00 | 1.60 | 26.16 | 41.86 | |
| Oficial | hh | 2.00 | 1.60 | 19.12 | 30.59 | |
| Peón | hh | 10.00 | 8.00 | 17.28 | 138.24 | |
| | | | | | 249.44 | |
| Materiales | | | | | | |
| Cemento Portland Tipo I (42.5 kg) | bol | | 9.07 | 24.75 | 224.48 | |
| Agua | m3 | | 0.23 | 5.00 | 1.15 | |
| Arena gruesa | m3 | | 0.52 | 63.56 | 33.24 | |
| Piedra Chancada de 1/2" | m3 | | 0.75 | 101.69 | 76.30 | |
| Aditivo SikaCem® Acelerante PE | gl | | 2.95 | 24.86 | 73.39 | |
| | | | | | 408.55 | |
| Equipos | | | | | | |
| Herramientas manuales | %mo | | 3% | 249.44 | 7.4832 | |
| Mezcladora de concreto 11p3, 18 HP | hm | 1.00 | 0.80 | 18.00 | 14.40 | |
| Vibrador a gasolina de 2", 4HP | hm | 1.00 | 0.80 | 15.00 | 12.00 | |
| | | | | | 33.88 | |

Análisis de costos unitarios / mezcla 5: f'c 305.70 kg/cm² con 1 lt/bol de Z Fragua #5

| ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO | | | | | |
|------------------------------------|---------------|------------------|---------------------|---------------|----------------|
| | Rendimiento: | 10 | m ³ /día | Total: | 673.32 |
| | Jornal: | 8 | hr | | |
| Nombre de Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio | Parcial |
| Mano de Obra | | | | | |
| Operario | hh | 2.00 | 1.60 | 24.22 | 38.75 |
| Operador de equipo liviano | hh | 2.00 | 1.60 | 26.16 | 41.86 |
| Oficial | hh | 2.00 | 1.60 | 19.12 | 30.59 |
| Peón | hh | 10.00 | 8.00 | 17.28 | 138.24 |
| | | | | | 249.44 |
| Materiales | | | | | |
| Cemento Portland Tipo I (42.5 kg) | bol | | 9.07 | 24.75 | 224.48 |
| Agua | m3 | | 0.23 | 5.00 | 1.15 |
| Arena gruesa | m3 | | 0.52 | 63.56 | 33.24 |
| Piedra Chancada de 1/2" | m3 | | 0.75 | 101.69 | 76.30 |
| Aditivo Z Fragua #5 | gl | | 2.40 | 22.88 | 54.83 |
| | | | | | 390.00 |
| Equipos | | | | | |
| Herramientas manuales | %mo | | 3% | 249.44 | 7.4832 |
| Mezcladora de concreto 11p3, 18 HP | hm | 1.00 | 0.80 | 18.00 | 14.40 |
| Vibrador a gasolina de 2", 4HP | hm | 1.00 | 0.80 | 15.00 | 12.00 |
| | | | | | 33.88 |

Análisis de costos unitarios / mezcla 6: f'c 305.70 kg/cm² con 1.25 lt/bol de Z Fragua #5

| ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO | | | | | |
|------------------------------------|---------------|------------------|---------------------|---------------|----------------|
| | Rendimiento: | 10 | m ³ /día | Total: | 687.03 |
| | Jornal: | 8 | hr | | |
| Nombre de Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio | Parcial |
| Mano de Obra | | | | | |
| Operario | hh | 2.00 | 1.60 | 24.22 | 38.75 |
| Operador de equipo liviano | hh | 2.00 | 1.60 | 26.16 | 41.86 |
| Oficial | hh | 2.00 | 1.60 | 19.12 | 30.59 |
| Peón | hh | 10.00 | 8.00 | 17.28 | 138.24 |
| | | | | | 249.44 |
| Materiales | | | | | |
| Cemento Portland Tipo I (42.5 kg) | bol | | 9.07 | 24.75 | 224.48 |
| Agua | m3 | | 0.23 | 5.00 | 1.15 |
| Arena gruesa | m3 | | 0.52 | 63.56 | 33.24 |
| Piedra Chancada de 1/2" | m3 | | 0.75 | 101.69 | 76.30 |
| Aditivo Z Fragua #5 | gl | | 3.00 | 22.88 | 68.54 |
| | | | | | 403.70 |
| Equipos | | | | | |
| Herramientas manuales | %mo | | 3% | 249.44 | 7.4832 |
| Mezcladora de concreto 11p3, 18 HP | hm | 1.00 | 0.80 | 18.00 | 14.40 |
| Vibrador a gasolina de 2", 4HP | hm | 1.00 | 0.80 | 15.00 | 12.00 |
| | | | | | 33.88 |

Análisis de costos unitarios / mezcla 7: f'c 305.70 kg/cm² con 1.5 lt/bol de Z Fragua #5

| ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO | | | | | |
|------------------------------------|---------------|------------------|---------------------|---------------|----------------|
| | Rendimiento: | 10 | m ³ /día | Total: | 700.73 |
| | Jornal: | 8 | hr | | |
| Nombre de Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio | Parcial |
| Mano de Obra | | | | | |
| Operario | hh | 2.00 | 1.60 | 24.22 | 38.75 |
| Operador de equipo liviano | hh | 2.00 | 1.60 | 26.16 | 41.86 |
| Oficial | hh | 2.00 | 1.60 | 19.12 | 30.59 |
| Peón | hh | 10.00 | 8.00 | 17.28 | 138.24 |
| | | | | | 249.44 |
| Materiales | | | | | |
| Cemento Portland Tipo I (42.5 kg) | bol | | 9.07 | 24.75 | 224.48 |
| Agua | m3 | | 0.23 | 5.00 | 1.15 |
| Arena gruesa | m3 | | 0.52 | 63.56 | 33.24 |
| Piedra Chancada de 1/2" | m3 | | 0.75 | 101.69 | 76.30 |
| Aditivo Z Fragua #5 | gl | | 3.59 | 22.88 | 82.24 |
| | | | | | 417.41 |
| Equipos | | | | | |
| Herramientas manuales | %mo | | 3% | 249.44 | 7.4832 |
| Mezcladora de concreto 11p3, 18 HP | hm | 1.00 | 0.80 | 18.00 | 14.40 |
| Vibrador a gasolina de 2", 4HP | hm | 1.00 | 0.80 | 15.00 | 12.00 |
| | | | | | 33.88 |

Análisis de costos unitarios / mezcla 8: f'c 366.63 kg/cm² sin aditivo – mezcla patrón

| ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO | | | | | |
|------------------------------------|---------------|------------------|---------------------|---------------|----------------|
| | Rendimiento: | 10 | m ³ /día | Total: | 660.37 |
| | Jornal: | 8 | hr | | |
| Nombre de Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio | Parcial |
| Mano de Obra | | | | | |
| Operario | hh | 2.00 | 1.60 | 24.22 | 38.75 |
| Operador de equipo liviano | hh | 2.00 | 1.60 | 26.16 | 41.86 |
| Oficial | hh | 2.00 | 1.60 | 19.12 | 30.59 |
| Peón | hh | 10.00 | 8.00 | 17.28 | 138.24 |
| | | | | | 249.44 |
| Materiales | | | | | |
| Cemento Portland Tipo I (42.5 kg) | bol | | 10.87 | 24.75 | 268.99 |
| Agua | m3 | | 0.23 | 5.00 | 1.14 |
| Arena gruesa | m3 | | 0.48 | 63.56 | 30.61 |
| Piedra Chancada de 1/2" | m3 | | 0.75 | 101.69 | 76.30 |
| | | | | | 377.04 |
| Equipos | | | | | |
| Herramientas manuales | %mo | | 3% | 249.44 | 7.4832 |
| Mezcladora de concreto 11p3, 18 HP | hm | 1.00 | 0.80 | 18.00 | 14.40 |
| Vibrador a gasolina de 2", 4HP | hm | 1.00 | 0.80 | 15.00 | 12.00 |
| | | | | | 33.88 |

Análisis de costos unitarios / mezcla 9: f'c 366.63 kg/cm² con 1 % de SikaCem® Acelerante PE

| ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO | | | | | | |
|------------------------------------|---------------|------------------|---------------------|---------------|----------------|---------------|
| | Rendimiento: | 10 | m ³ /día | | Total: | 682.35 |
| | Jornal: | 8 | hr | | | |
| Nombre de Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio | Parcial | |
| Mano de Obra | | | | | | |
| Operario | hh | 2.00 | 1.60 | 24.22 | 38.75 | |
| Operador de equipo liviano | hh | 2.00 | 1.60 | 26.16 | 41.86 | |
| Oficial | hh | 2.00 | 1.60 | 19.12 | 30.59 | |
| Peón | hh | 10.00 | 8.00 | 17.28 | 138.24 | |
| | | | | | 249.44 | |
| Materiales | | | | | | |
| Cemento Portland Tipo I (42.5 kg) | bol | | 10.87 | 24.75 | 268.99 | |
| Agua | m3 | | 0.23 | 5.00 | 1.14 | |
| Arena gruesa | m3 | | 0.48 | 63.56 | 30.61 | |
| Piedra Chancada de 1/2" | m3 | | 0.75 | 101.69 | 76.30 | |
| Aditivo SikaCem® Acelerante PE | gl | | 0.88 | 24.86 | 21.98 | |
| | | | | | 399.03 | |
| Equipos | | | | | | |
| Herramientas manuales | %mo | | 3% | 249.44 | 7.4832 | |
| Mezcladora de concreto 11p3, 18 HP | hm | 1.00 | 0.80 | 18.00 | 14.40 | |
| Vibrador a gasolina de 2", 4HP | hm | 1.00 | 0.80 | 15.00 | 12.00 | |
| | | | | | 33.88 | |

Análisis de costos unitarios / mezcla 10: f'c 366.63 kg/cm² con 2.5 % de SikaCem® Acelerante PE

| ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO | | | | | | |
|------------------------------------|---------------|------------------|---------------------|---------------|----------------|---------------|
| | Rendimiento: | 10 | m ³ /día | | Total: | 715.33 |
| | Jornal: | 8 | hr | | | |
| Nombre de Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio | Parcial | |
| Mano de Obra | | | | | | |
| Operario | hh | 2.00 | 1.60 | 24.22 | 38.75 | |
| Operador de equipo liviano | hh | 2.00 | 1.60 | 26.16 | 41.86 | |
| Oficial | hh | 2.00 | 1.60 | 19.12 | 30.59 | |
| Peón | hh | 10.00 | 8.00 | 17.28 | 138.24 | |
| | | | | | 249.44 | |
| Materiales | | | | | | |
| Cemento Portland Tipo I (42.5 kg) | bol | | 10.87 | 24.75 | 268.99 | |
| Agua | m3 | | 0.23 | 5.00 | 1.14 | |
| Arena gruesa | m3 | | 0.48 | 63.56 | 30.61 | |
| Piedra Chancada de 1/2" | m3 | | 0.75 | 101.69 | 76.30 | |
| Aditivo SikaCem® Acelerante PE | gl | | 2.21 | 24.86 | 54.96 | |
| | | | | | 432.01 | |
| Equipos | | | | | | |
| Herramientas manuales | %mo | | 3% | 249.44 | 7.4832 | |
| Mezcladora de concreto 11p3, 18 HP | hm | 1.00 | 0.80 | 18.00 | 14.40 | |
| Vibrador a gasolina de 2", 4HP | hm | 1.00 | 0.80 | 15.00 | 12.00 | |
| | | | | | 33.88 | |

Análisis de costos unitarios / mezcla 11: f'c 366.63 kg/cm² con 4 % de SikaCem® Acelerante PE

| ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO | | | | | | |
|------------------------------------|---------------|------------------|---------------------|---------------|----------------|---------------|
| | Rendimiento: | 10 | m ³ /día | | Total: | 748.31 |
| | Jornal: | 8 | hr | | | |
| Nombre de Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio | Parcial | |
| Mano de Obra | | | | | | |
| Operario | hh | 2.00 | 1.60 | 24.22 | 38.75 | |
| Operador de equipo liviano | hh | 2.00 | 1.60 | 26.16 | 41.86 | |
| Oficial | hh | 2.00 | 1.60 | 19.12 | 30.59 | |
| Peón | hh | 10.00 | 8.00 | 17.28 | 138.24 | |
| | | | | | 249.44 | |
| Materiales | | | | | | |
| Cemento Portland Tipo I (42.5 kg) | bol | | 10.87 | 24.75 | 268.99 | |
| Agua | m3 | | 0.23 | 5.00 | 1.14 | |
| Arena gruesa | m3 | | 0.48 | 63.56 | 30.61 | |
| Piedra Chancada de 1/2" | m3 | | 0.75 | 101.69 | 76.30 | |
| Aditivo SikaCem® Acelerante PE | gl | | 3.54 | 24.86 | 87.94 | |
| | | | | | 464.98 | |
| Equipos | | | | | | |
| Herramientas manuales | %mo | | 3% | 249.44 | 7.4832 | |
| Mezcladora de concreto 11p3, 18 HP | hm | 1.00 | 0.80 | 18.00 | 14.40 | |
| Vibrador a gasolina de 2", 4HP | hm | 1.00 | 0.80 | 15.00 | 12.00 | |
| | | | | | 33.88 | |

Análisis de costos unitarios / mezcla 12: f'c 366.63 kg/cm² con 1 lt/bol de Z Fragua #5

| ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO | | | | | | |
|------------------------------------|---------------|------------------|---------------------|---------------|----------------|---------------|
| | Rendimiento: | 10 | m ³ /día | | Total: | 726.07 |
| | Jornal: | 8 | hr | | | |
| Nombre de Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio | Parcial | |
| Mano de Obra | | | | | | |
| Operario | hh | 2.00 | 1.60 | 24.22 | 38.75 | |
| Operador de equipo liviano | hh | 2.00 | 1.60 | 26.16 | 41.86 | |
| Oficial | hh | 2.00 | 1.60 | 19.12 | 30.59 | |
| Peón | hh | 10.00 | 8.00 | 17.28 | 138.24 | |
| | | | | | 249.44 | |
| Materiales | | | | | | |
| Cemento Portland Tipo I (42.5 kg) | bol | | 10.87 | 24.75 | 268.99 | |
| Agua | m3 | | 0.23 | 5.00 | 1.14 | |
| Arena gruesa | m3 | | 0.48 | 63.56 | 30.61 | |
| Piedra Chancada de 1/2" | m3 | | 0.75 | 101.69 | 76.30 | |
| Aditivo Z Fragua #5 | gl | | 2.87 | 22.88 | 65.70 | |
| | | | | | 442.74 | |
| Equipos | | | | | | |
| Herramientas manuales | %mo | | 3% | 249.44 | 7.4832 | |
| Mezcladora de concreto 11p3, 18 HP | hm | 1.00 | 0.80 | 18.00 | 14.40 | |
| Vibrador a gasolina de 2", 4HP | hm | 1.00 | 0.80 | 15.00 | 12.00 | |
| | | | | | 33.88 | |

Análisis de costos unitarios / mezcla 13: f'c 366.63 kg/cm² con 1.25 lt/bol de Z Fragua #5

| ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO | | | | | |
|------------------------------------|---------------|------------------|---------------------|---------------|----------------|
| | Rendimiento: | 10 | m ³ /día | Total: | 742.49 |
| | Jornal: | 8 | hr | | |
| Nombre de Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio | Parcial |
| Mano de Obra | | | | | |
| Operario | hh | 2.00 | 1.60 | 24.22 | 38.75 |
| Operador de equipo liviano | hh | 2.00 | 1.60 | 26.16 | 41.86 |
| Oficial | hh | 2.00 | 1.60 | 19.12 | 30.59 |
| Peón | hh | 10.00 | 8.00 | 17.28 | 138.24 |
| | | | | | 249.44 |
| Materiales | | | | | |
| Cemento Portland Tipo I (42.5 kg) | bol | | 10.87 | 24.75 | 268.99 |
| Agua | m3 | | 0.23 | 5.00 | 1.14 |
| Arena gruesa | m3 | | 0.48 | 63.56 | 30.61 |
| Piedra Chancada de 1/2" | m3 | | 0.75 | 101.69 | 76.30 |
| Aditivo Z Fragua #5 | gl | | 3.59 | 22.88 | 82.12 |
| | | | | | 459.17 |
| Equipos | | | | | |
| Herramientas manuales | %mo | | 3% | 249.44 | 7.4832 |
| Mezcladora de concreto 11p3, 18 HP | hm | 1.00 | 0.80 | 18.00 | 14.40 |
| Vibrador a gasolina de 2", 4HP | hm | 1.00 | 0.80 | 15.00 | 12.00 |
| | | | | | 33.88 |

Análisis de costos unitarios / mezcla 14: f'c 366.63 kg/cm² con 1.5 lt/bol de Z Fragua #5

| ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO | | | | | |
|------------------------------------|---------------|------------------|---------------------|---------------|----------------|
| | Rendimiento: | 10 | m ³ /día | Total: | 758.92 |
| | Jornal: | 8 | hr | | |
| Nombre de Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio | Parcial |
| Mano de Obra | | | | | |
| Operario | hh | 2.00 | 1.60 | 24.22 | 38.75 |
| Operador de equipo liviano | hh | 2.00 | 1.60 | 26.16 | 41.86 |
| Oficial | hh | 2.00 | 1.60 | 19.12 | 30.59 |
| Peón | hh | 10.00 | 8.00 | 17.28 | 138.24 |
| | | | | | 249.44 |
| Materiales | | | | | |
| Cemento Portland Tipo I (42.5 kg) | bol | | 10.87 | 24.75 | 268.99 |
| Agua | m3 | | 0.23 | 5.00 | 1.14 |
| Arena gruesa | m3 | | 0.48 | 63.56 | 30.61 |
| Piedra Chancada de 1/2" | m3 | | 0.75 | 101.69 | 76.30 |
| Aditivo Z Fragua #5 | gl | | 4.31 | 22.88 | 98.55 |
| | | | | | 475.60 |
| Equipos | | | | | |
| Herramientas manuales | %mo | | 3% | 249.44 | 7.4832 |
| Mezcladora de concreto 11p3, 18 HP | hm | 1.00 | 0.80 | 18.00 | 14.40 |
| Vibrador a gasolina de 2", 4HP | hm | 1.00 | 0.80 | 15.00 | 12.00 |
| | | | | | 33.88 |

Análisis de costos unitarios / mezcla 15: f'c 305.70 kg/cm² con 0.5 % de SikaCem® Acelerante PE

| ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO | | | | | |
|------------------------------------|--------------|-----------|---------------------|--------|----------------------|
| | Rendimiento: | 10 | m ³ /día | | Total: 627.67 |
| | Jornal: | 8 | hr | | |
| Mano de Obra | | | | | |
| Nombre de Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio | Parcial |
| Operario | hh | 2.00 | 1.60 | 24.22 | 38.75 |
| Operador de equipo liviano | hh | 2.00 | 1.60 | 26.16 | 41.86 |
| Oficial | hh | 2.00 | 1.60 | 19.12 | 30.59 |
| Peón | hh | 10.00 | 8.00 | 17.28 | 138.24 |
| | | | | | 249.44 |
| Materiales | | | | | |
| Cemento Portland Tipo I (42.5 kg) | bol | | 9.07 | 24.75 | 224.48 |
| Agua | m3 | | 0.23 | 5.00 | 1.15 |
| Arena gruesa | m3 | | 0.52 | 63.56 | 33.24 |
| Piedra Chancada de 1/2" | m3 | | 0.75 | 101.69 | 76.30 |
| Aditivo SikaCem® Acelerante PE | gl | | 0.37 | 24.86 | 9.18 |
| | | | | | 344.34 |
| Equipos | | | | | |
| Herramientas manuales | %mo | | 3% | 249.44 | 7.4832 |
| Mezcladora de concreto 11p3, 18 HP | hm | 1.00 | 0.80 | 18.00 | 14.40 |
| Vibrador a gasolina de 2", 4HP | hm | 1.00 | 0.80 | 15.00 | 12.00 |
| | | | | | 33.88 |

ANEXO 9. PANEL FOTOGRÁFICO



Ensayo de análisis granulométrico del agregado fino



Ensayo de abrasión en la máquina de Los Angeles para el agregado grueso



Mezclado de materiales del concreto



Medición del asentamiento en el Cono de Abrams



Medición de temperatura en la mezcla de concreto fresco



Apisonado de la segunda capa en la fabricación de las probetas



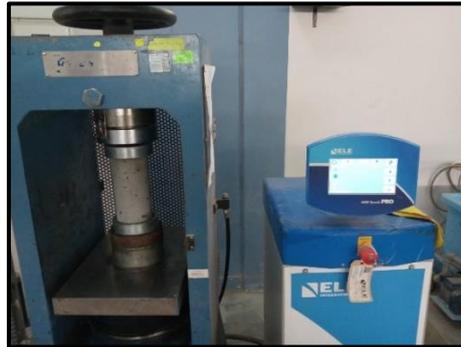
Probetas desmoldadas



Area de ensayo a la compresión de los especímenes cilíndricos



Identificación de probetas antes de ensayo



Ensayo a la compresión



Falla de probeta sometida a esfuerzo