



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

INFLUENCIA DE LOS ADITIVOS SIKA 3 Y CHEMA 3
EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y TIEMPO
DE FRAGUADO DE EL MORTERO DE ALBAÑILERÍA,
TRUJILLO – 2019

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero(a) Civil

Autores:

Bach. Erick Andre Ramirez Horna

Bach. Sandra Thalia Rodriguez Cepeda

Asesor:

M.Sc. Ing. Wiston Henry Azañedo Medina

Trujillo - Perú

DEDICATORIA

A Dios, por habernos dado la oportunidad de concluir exitosamente nuestros estudios universitarios. A nuestros padres por ser nuestra motivación de cada día. A nuestros hermanos por su constante amor y apoyo.

AGRADECIMIENTO

Expresamos nuestro agradecimiento a Dios por todo lo aprendido en estos años de nuestra ardua carrera profesional.

A nuestros familiares por su insaciable apoyo y esfuerzo para nuestra educación como profesionales.

A nuestro asesor el Ing. Wiston Henry Azañedo Medina, quien ha sido pieza elemental en la culminación de esta investigación. Gracias por su amistad, paciencia, conocimientos y motivación durante el desarrollo de la tesis.

A mis familiares y amistades, quienes siempre confiaron en nuestra persona y nos brindaron su apoyo para la culminación de esta investigación

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
TABLA DE CONTENIDO.....	4
ÍNDICE DE TABLAS.....	8
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	13
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	15
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	17
RESUMEN.....	18
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	19
1.1. Realidad problemática.....	19
1.2. Formulación del problema.....	24
1.3. Justificación.....	24
1.4. Objetivos.....	25
1.4.1. Objetivo general.....	25
1.4.2. Objetivos específicos.....	25
1.5. Hipótesis.....	26
1.5.1. Hipótesis general.....	26
1.5.2. Hipótesis específicas.....	26
1.6. Antecedentes.....	29
1.7. Bases teóricas.....	32
1.7.1. El Mortero.....	32
1.7.1.1. Clasificación de los morteros.....	33
1.7.1.2. Propiedades de los morteros.....	35
1.7.1.2.1. Retención de agua.....	35
1.7.1.2.2. Resistencia.....	35
1.7.1.3. Componentes.....	35
1.7.1.3.1. Agregado fino (arena).....	35
1.7.1.3.1.1. Características del agregado fino (arena).....	35
1.7.1.3.1.1.1. Granulometría.....	35
1.7.1.3.1.1.2. Gravedad específica y absorción del agregado fino.....	36
1.7.1.3.1.1.3. Peso unitario del agregado fino.....	38
1.7.1.3.1.1.4. Contenido de humedad del agregado fino.....	40
1.7.1.3.2. Cemento.....	40
1.7.1.3.2.1. Tipos de cemento.....	41
1.7.1.3.2.1.1. Tipo I.....	41
1.7.1.3.2.1.2. Tipo II.....	41

1.7.1.3.2.1.3.Tipo III	41
1.7.1.3.2.1.4.Tipo IV	42
1.7.1.3.2.1.5.Tipo V	42
1.7.1.3.3.Agua	42
1.7.1.3.4.Aditivo	43
1.7.1.3.4.1.Aditivos acelerantes	43
1.7.1.3.4.1.1.Sika-3	44
1.7.1.3.4.1.1.1.Características y ventajas	44
1.7.1.3.4.1.1.2.Información del producto	44
1.7.1.3.4.1.1.3.Aplicación recomendada	44
1.7.1.3.4.1.2.Chema-3	44
1.7.1.3.4.1.2.1.Características y ventajas	45
1.7.1.3.4.1.2.2.Información del producto	45
1.7.1.3.4.1.2.3.Aplicación recomendada	45
1.7.1.3.4.2.Aditivo retardador	46
1.7.1.3.4.3.Aditivo superplastificante	46
1.7.1.4.Propiedades mecánicas del mortero	46
1.7.1.4.1.Resistencia a la compresión	46
1.7.1.4.2.Resistencia a la penetración para tiempo de fraguado	47
1.7.1.4.2.1.Factores que influyen en tiempo de fraguado	47
1.7.1.4.2.1.1.Tipo de cemento	47
1.7.1.4.2.1.2.Temperatura	47
1.7.1.4.2.1.3.Recompactado	47
1.7.1.4.3.Curado	47
1.7.2. Estadística	48
1.7.2.1.Media Aritmética	48
1.7.2.2.Medida de dispersión	48
1.7.2.2.1.Varianza	48
1.7.2.2.2.Desviación estándar	49
1.7.2.2.3.Coefficiente de variación	50
1.7.2.3.Variable aleatoria continua	50
1.7.2.3.1.Distribución normal	50
1.7.2.3.2.Distribución muestral	51
1.7.2.3.2.1.Tamaño de la muestra	51
1.7.2.3.3.Test de Shapiro-Wilk	52
1.7.2.3.4.Homogeneidad de varianza	52
1.7.2.3.4.1.Test Levene	52

1.7.2.3.5.Pruebas de hipótesis	52
1.7.2.3.5.1.Anova	52
1.7.2.3.5.2.Barras de error	53
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	53
2.1. Tipo de investigación	53
2.2. Población	53
2.3. Muestra	54
2.4. Unidad de estudio	59
2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	59
2.6. Técnicas e instrumentos de análisis de datos	60
2.7. Esquema del procedimiento experimental	61
2.8. Procedimiento experimental	61
2.8.1. Selección de materia prima	61
2.8.2. Caracterización del agregado	62
2.8.2.1.Granulometría del agregado fino según NTP 400.012	62
2.8.2.2.Peso específico y absorción del agregado fino según NTP 400.022	63
2.8.2.3.Peso unitario del agregado fino según NTP 400.017	64
2.8.2.4.Contenido de humedad por secado del agregado fino según NTP 339.185	65
2.8.2.5.Resistencia a la compresión de cubos de mortero según NTP 334.051	66
2.8.2.6.Ensayo de penetración según ASTM C403	66
2.9. Aspectos Éticos	67
2.10. Limitaciones	67
CAPITULO III. RESULTADOS	68
3.1. Diseño de mezcla para mortero de asentado	68
3.2. Peso específico y absorción del agregado fino según la NTP 400.021	68
3.3. Peso unitario del agregado fino según NTP 400.017	69
3.4. Contenido de humedad del agregado fino según la NTP 339.185	69
3.5. Granulometría del agregado fino según la NTP 400.012	70
3.6. Ensayo de tiempo de fraguado por resistencia a la penetración según la norma ASTM C403	72
3.6.1. Resistencia a la penetración y tiempo de fraguado de la muestra patrón	72
3.6.2. Resistencia a la penetración y tiempo de fraguado de la muestra con 1% de SIKA-3	76
3.6.3. Resistencia a la penetración y tiempo de fraguado de la muestra con 2% de SIKA-3	80
3.6.4. Resistencia a la penetración y tiempo de fraguado de la muestra con 3% de SIKA-3	84
3.6.5. Resistencia a la penetración y tiempo de fraguado de la muestra con 4% de SIKA-3	88
3.6.6. Resistencia a la penetración y tiempo de fraguado de la muestra con 5% de SIKA-3	92
3.6.7. Resistencia a la penetración y tiempo de fraguado de la muestra con 1% de CHEMA- 3	96
3.6.8. Resistencia a la penetración y tiempo de fraguado de la muestra con 2% de CHEMA- 3	100

3.6.9.	Resistencia a la penetración y tiempo de fraguado de la muestra con 3% de CHEMA- 3	104
3.6.10.	Resistencia a la penetración y tiempo de fraguado de la muestra con 4% de CHEMA- 3	108
3.6.11.	Resistencia a la penetración y tiempo de fraguado de la muestra con 5% de CHEMA- 3	112
3.7.	Resistencia a la compresión de cubos de mortero según la norma NTP 334.051	116
3.7.1.	Resistencia a la compresión de cubos de mortero sin aditivo acelerante	116
3.7.2.	Resistencia a la compresión de cubos de mortero con aditivo Sika 3 al 1%	117
3.7.3.	Resistencia a la compresión de cubos de mortero con aditivo Sika 3 al 2%	117
3.7.4.	Resistencia a la compresión de cubos de mortero con aditivo Sika 3 al 3%	118
3.7.5.	Resistencia a la compresión de cubos de mortero con aditivo Sika 3 al 4%	119
3.7.6.	Resistencia a la compresión de cubos de mortero con aditivo Sika 3 al 5%	120
3.7.7.	Resistencia a la compresión de cubos de mortero con aditivo Chema 3 al 1%	120
3.7.8.	Resistencia a la compresión de cubos de mortero con aditivo Chema 3 al 2%	121
3.7.9.	Resistencia a la compresión de cubos de mortero con aditivo Chema 3 al 3%	122
3.7.10.	Resistencia a la compresión de cubos de mortero con aditivo Chema 3 al 4%	123
3.7.11.	Resistencia a la compresión de cubos de mortero con aditivo Chema 3 al 5%	124
CAPITULO IV. DISCUSION Y CONCLUSIONES		125
4.1.	Discusión	125
4.1.1.	Granulometría del agregado fino según la NTP 400.012	125
4.1.2.	Ensayo de tiempo de fraguado por resistencia a la penetración según la norma ASTM C403	127
4.1.3.	Resistencia a la compresión de cubos de mortero según la norma NTP 334.051	135
4.2.	Conclusión	139
REFERENCIAS		142
ANEXOS		146

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Hipótesis Especifica 01.....	26
Tabla 2 Hipótesis especifica 02	27
Tabla 3 Hipótesis especifica 03	27
Tabla 4 Hipótesis especifica 04	28
Tabla 5 Hipótesis especifica 05	29
Tabla 6 Granulometría del conftillo	32
Tabla 7 Especificaciones por propiedades de morteros.....	33
Tabla 8 Especificaciones por proporciones en morteros	34
Tabla 9 Tipos de mortero	34
Tabla 10 Requisitos mínimos de agregado fino.....	36
Tabla 11 Módulo de finura para arena	36
Tabla 12 Densidad del agua.....	39
Tabla 13 Nivel de confianza	54
Tabla 14 Numero de probetas para resistencia a la compresión	57
Tabla 15 Número de muestras para ensayo de tiempo de fraguado final	58
Tabla 16 Descripción de los cubos de mortero.....	59
Tabla 17 Peso específico y absorción del agregado fino	68
Tabla 18 Peso unitario suelto y compactado del agregado fino	69
Tabla 19 Contenido de humedad del agregado fino	69
Tabla 20 Granulometría del agregado fino- muestra 1.....	70
Tabla 21 Granulometría del agregado fino - muestra 2.....	70
Tabla 22 Granulometría del agregado fino - muestra 3.....	71
Tabla 23 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra patrón - ensayo 1	72
Tabla 24 Tiempo de fraguado inicial y final muestra patrón - ensayo 1	72
Tabla 25 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra patrón - ensayo 2	73
Tabla 26 Tiempo de fraguado inicial y final muestra patrón - ensayo 2	73
Tabla 27 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra patrón - ensayo 3	74
Tabla 28 Tiempo de fraguado inicial y final muestra patrón - ensayo 3	74
Tabla 29 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra patrón – ensayo 4.....	75
Tabla 30 Tiempo de fraguado inicial y final muestra patrón - ensayo 4	75
Tabla 31 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 1% de aditivo SIKA 3– ensayo 1.....	76
Tabla 32 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 1% de aditivo SIKA 3- ensayo 1.....	76
Tabla 33 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 1% de aditivo SIKA 3– ensayo 2.....	77
Tabla 34 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 1% de aditivo SIKA 3- ensayo 2.....	77
Tabla 35 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 1% de aditivo SIKA 3– ensayo 3.....	78
Tabla 36 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 1% de aditivo SIKA 3- ensayo 3.....	78
Tabla 37 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 1% de aditivo SIKA 3– ensayo 4.....	79
Tabla 38 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 1% de aditivo SIKA 3- ensayo 4.....	79
Tabla 39 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 2% de aditivo SIKA 3– ensayo 1.....	80
Tabla 40 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 2% de aditivo SIKA 3- ensayo 1.....	80
Tabla 41 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 2% de aditivo SIKA 3– ensayo 2.....	81

Tabla 42 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 2% de aditivo SIKA 3- ensayo 2.....	81
Tabla 43 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 2% de aditivo SIKA 3– ensayo 3.....	82
Tabla 44 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 2% de aditivo SIKA 3- ensayo 3.....	82
Tabla 45 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 2% de aditivo SIKA 3– ensayo 4.....	83
Tabla 46 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 2% de aditivo SIKA 3- ensayo 4.....	83
Tabla 47 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 3% de aditivo SIKA 3– ensayo 1.....	84
Tabla 48 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 3% de aditivo SIKA 3- ensayo 1.....	84
Tabla 49 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 3% de aditivo SIKA 3– ensayo 2.....	85
Tabla 50 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 3% de aditivo SIKA 3- ensayo 2.....	85
Tabla 51 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 3% de aditivo SIKA 3– ensayo 3.....	86
Tabla 52 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 3% de aditivo SIKA 3- ensayo 3.....	86
Tabla 53 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 3% de aditivo SIKA 3– ensayo 4.....	87
Tabla 54 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 3% de aditivo SIKA 3- ensayo 4.....	87
Tabla 55 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 4% de aditivo SIKA 3– ensayo 1.....	88
Tabla 56 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 4% de aditivo SIKA 3- ensayo 1.....	88
Tabla 57 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 4% de aditivo SIKA 3– ensayo 2.....	89
Tabla 58 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 4% de aditivo SIKA 3- ensayo 2.....	89
Tabla 59 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 4% de aditivo SIKA 3– ensayo 3.....	90
Tabla 60 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 4% de aditivo SIKA 3- ensayo 3.....	90
Tabla 61 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 4% de aditivo SIKA 3– ensayo 4.....	91
Tabla 62 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 4% de aditivo SIKA 3- ensayo 4.....	91
Tabla 63 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 5% de aditivo SIKA 3– ensayo 1.....	92
Tabla 64 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 5% de aditivo SIKA 3- ensayo 1.....	92
Tabla 65 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 5% de aditivo SIKA 3– ensayo 2.....	93
Tabla 66 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 5% de aditivo SIKA 3- ensayo 2.....	93
Tabla 67 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 5% de aditivo SIKA 3– ensayo 3.....	94
Tabla 68 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 5% de aditivo SIKA 3- ensayo 3.....	94
Tabla 69 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 5% de aditivo SIKA 3– ensayo 4.....	95
Tabla 70 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 5% de aditivo SIKA 3- ensayo 4.....	95
Tabla 71 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 1% de aditivo CHEMA 3– ensayo 1.....	96
Tabla 72 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 1% de aditivo CHEMA 3- ensayo 1.....	96
Tabla 73 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 1% de aditivo CHEMA 3– ensayo 2.....	97
Tabla 74 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 1% de aditivo CHEMA 3- ensayo 2.....	97
Tabla 75 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 1% de aditivo CHEMA 3– ensayo 3.....	98
Tabla 76 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 1% de aditivo CHEMA 3- ensayo 3.....	98
Tabla 77 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 1% de aditivo CHEMA 3– ensayo 4.....	99
Tabla 78 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 1% de aditivo CHEMA 3- ensayo 4.....	99
Tabla 79 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 2% de aditivo CHEMA 3– ensayo 1.....	100
Tabla 80 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 2% de aditivo CHEMA 3- ensayo 1.....	100
Tabla 81 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 2% de aditivo CHEMA 3– ensayo 2.....	101
Tabla 82 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 2% de aditivo CHEMA 3- ensayo 2.....	101
Tabla 83 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 2% de aditivo CHEMA 3– ensayo 3.....	102

Tabla 84 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 2% de aditivo CHEMA 3- ensayo 3	102
Tabla 85 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 2% de aditivo CHEMA 3– ensayo 4	103
Tabla 86 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 2% de aditivo CHEMA 3- ensayo 4	103
Tabla 87 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 3% de aditivo CHEMA 3– ensayo 1	104
Tabla 88 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 3% de aditivo CHEMA 3- ensayo 1	104
Tabla 89 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 3% de aditivo CHEMA 3– ensayo 2	105
Tabla 90 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 3% de aditivo CHEMA 3- ensayo 2	105
Tabla 91 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 3% de aditivo CHEMA 3– ensayo 3	106
Tabla 92 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 3% de aditivo CHEMA 3- ensayo 3	106
Tabla 93 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 3% de aditivo CHEMA 3– ensayo 4	107
Tabla 94 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 3% de aditivo CHEMA 3- ensayo 4	107
Tabla 95 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 4% de aditivo CHEMA 3– ensayo 1	108
Tabla 96 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 4% de aditivo CHEMA 3- ensayo 1	108
Tabla 97 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 4% de aditivo CHEMA 3– ensayo 2	109
Tabla 98 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 4% de aditivo CHEMA 3- ensayo 2	109
Tabla 99 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 4% de aditivo CHEMA 3– ensayo 3	110
Tabla 100 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 4% de aditivo CHEMA 3- ensayo 3	110
Tabla 101 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 4% de aditivo CHEMA 3– ensayo 4.....	111
Tabla 102 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 4% de aditivo CHEMA 3- ensayo 4	111
Tabla 103 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 5% de aditivo CHEMA 3– ensayo 1.....	112
Tabla 104 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 5% de aditivo CHEMA 3- ensayo 1	112
Tabla 105 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 5% de aditivo CHEMA 3– ensayo 2.....	113
Tabla 106 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 5% de aditivo CHEMA 3- ensayo 2	113
Tabla 107 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 5% de aditivo CHEMA 3– ensayo 3.....	114
Tabla 108 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 5% de aditivo CHEMA 3- ensayo 3	114
Tabla 109 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 5% de aditivo CHEMA 3– ensayo 4.....	115
Tabla 110 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 5% de aditivo CHEMA 3- ensayo 4	115
Tabla 111 Resistencia a la compresión de cubos patrón – 3 días de curado	116
Tabla 112 Resistencia a la compresión de cubos patrón – 7 días de curado	116
Tabla 113 Resistencia a la compresión de cubos patrón – 14 días de curado.....	116
Tabla 114 Resistencia a la compresión de cubos SIKA al 1%– 3 días de curado	117
Tabla 115 Resistencia a la compresión de cubos SIKA al 1%– 7 días de curado	117
Tabla 116 Resistencia a la compresión de cubos SIKA al 1%– 14 días de curado	117
Tabla 117 Resistencia a la compresión de cubos SIKA al 2%– 3 días de curado	117
Tabla 118 Resistencia a la compresión de cubos SIKA al 2%– 7 días de curado	118
Tabla 119 Resistencia a la compresión de cubos SIKA al 2%– 14 días de curado	118
Tabla 120 Resistencia a la compresión de cubos SIKA al 3%– 3 días de curado	118
Tabla 121 Resistencia a la compresión de cubos SIKA al 3%– 7 días de curado	118
Tabla 122 Resistencia a la compresión de cubos SIKA al 3%– 14 días de curado	119
Tabla 123 Resistencia a la compresión de cubos SIKA al 4%– 3 días de curado	119
Tabla 124 Resistencia a la compresión de cubos SIKA al 4%– 7 días de curado	119
Tabla 125 Resistencia a la compresión de cubos SIKA al 4%– 14 días de curado	119

Tabla 126 Resistencia a la compresión de cubos SIKA al 5%– 3días de curado	120
Tabla 127 Resistencia a la compresión de cubos SIKA al 5%– 7días de curado	120
Tabla 128 Resistencia a la compresión de cubos SIKA al 5%– 14días de curado	120
Tabla 129 Resistencia a la compresión de cubos CHEMA al 1%– 3días de curado.....	120
Tabla 130 Resistencia a la compresión de cubos CHEMA al 1%– 7días de curado.....	121
Tabla 131 Resistencia a la compresión de cubos CHEMA al 1%– 14días de curado.....	121
Tabla 132 Resistencia a la compresión de cubos CHEMA al 2%– 3días de curado.....	121
Tabla 133 Resistencia a la compresión de cubos CHEMA al 2%– 7días de curado.....	121
Tabla 134 Resistencia a la compresión de cubos CHEMA al 2%– 14días de curado.....	122
Tabla 135 Resistencia a la compresión de cubos CHEMA al 3%– 3días de curado.....	122
Tabla 136 Resistencia a la compresión de cubos CHEMA al 3%– 7días de curado.....	122
Tabla 137 Resistencia a la compresión de cubos CHEMA al 3%– 14 días de curado	122
Tabla 138 Resistencia a la compresión de cubos CHEMA al 4%– 3 días de curado.....	123
Tabla 139 Resistencia a la compresión de cubos CHEMA al 4%– 7 días de curado.....	123
Tabla 140 Resistencia a la compresión de cubos CHEMA al 4%– 14 días de curado.....	123
Tabla 141 Resistencia a la compresión de cubos CHEMA al 5%– 3 días de curado.....	124
Tabla 142 Resistencia a la compresión de cubos CHEMA al 5%– 7 días de curado.....	124
Tabla 143 Resistencia a la compresión de cubos CHEMA al 5%– 14 días de curado	124
Tabla 144 Porcentaje mínimo admisible para el agregado fino	125
Tabla 145 Pruebas de normalidad.	126
Tabla 146 Normalidad muestra patrón.....	146
Tabla 147 Normalidad muestra Sika al 1%.....	146
Tabla 148 Normalidad muestra Sika al 2%.....	146
Tabla 149 Normalidad muestra Sika al 3%.....	146
Tabla 150 Normalidad muestra Sika al 4%.....	147
Tabla 151 Normalidad muestra Sika al 5%.....	147
Tabla 152 Shapiro Wilk - aditivo Sika.....	147
Tabla 153 Anova - aditivo Sika	147
Tabla 154 Normalidad muestra patrón.....	148
Tabla 155 Normalidad Sika al 1%	148
Tabla 156 Normalidad Sika al 2%	148
Tabla 157 Normalidad Sika al 3%	148
Tabla 158 Normalidad Sika al 4%	148
Tabla 159 Normalidad Sika al 5%	149
Tabla 160 Shapiro Wilk - aditivo Sika.....	149
Tabla 161 Anova - aditivo Sika	149
Tabla 162 Normalidad Chema al 1%	149
Tabla 163 Normalidad Chema al 2%	150
Tabla 164 Normalidad Chema al 3%	150
Tabla 165 Normalidad Chema al 4%	150
Tabla 166 Shapiro Wilk - aditivo Chema	150
Tabla 167 Anova - aditivo Sika	151

Tabla 168 Normalidad Chema al 1%	151
Tabla 169 Normalidad Chema al 2%	151
Tabla 170 Normalidad Chema al 3%	151
Tabla 171 Normalidad Chema al 4%	152
Tabla 172 Normalidad Chema al 5%	152
Tabla 173 Shapiro Wilk - aditivo Chema	152
Tabla 174 Anova - aditivo Sika	152
Tabla 175 Normalidad resistencia a la compresión - sika 3 días	153
Tabla 176 Normalidad resistencia a la compresión - chema 3 días	154
Tabla 177 Shapiro Wilk resistencia a la compresión - Sika 3 días	155
Tabla 178 Shapiro Wilk resistencia a la compresión - Chema 3 días	155
Tabla 179 Anova resistencia a la compresión	155
Tabla 180 Normalidad resistencia a la compresión - Sika 7 días	156
Tabla 181 Normalidad resistencia a la compresión - chema 7 días	156
Tabla 182 Shapiro Wilk resistencia a la compresión - Sika 7 días	157
Tabla 183 Shapiro Wilk resistencia a la compresión - Chema 7 días.....	158
Tabla 184 Anova resistencia a la compresión	158
Tabla 185 Normalidad resistencia a la compresión - Sika 14 días	158
Tabla 186 Normalidad resistencia a la compresión - Chema 14 días	159
Tabla 187 Shapiro Wilk resistencia a la compresión - Sika 14 días	160
Tabla 188 Shapiro Wilk resistencia a la compresión - Chema 14 días	160
Tabla 189 Anova resistencia a la compresión	161
Tabla 190 Costo por m2 de muro de albañilería	162
Tabla 191 Costo por m2 de muro de albañilería con aditivo chema 3 (1%)	163
Tabla 192 Costo por m2 de muro de albañilería con aditivo chema 3 (2%)	164
Tabla 193 Costo por m2 de muro de albañilería con aditivo chema 3 (3%)	165
Tabla 194 Costo por m2 de muro de albañilería con aditivo chema 3 (4%)	166
Tabla 195 Costo por m2 de muro de albañilería con aditivo chema 3 (5%)	167
Tabla 196 Costo por m2 de muro de albañilería con aditivo Sika (1%).....	168
Tabla 197 Costo por m2 de muro de albañilería con aditivo Sika 23%)	169
Tabla 198 Costo por m2 de muro de albañilería con aditivo Sika (3%).....	170
Tabla 199 Costo por m2 de muro de albañilería con aditivo Sika (4%).....	171
Tabla 200 Costo por m2 de muro de albañilería con aditivo Sika (5%).....	172

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Curva granulométrica del agregado fino	71
Gráfico 2 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración - muestra 1	72
Gráfico 3 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración - muestra 2	73
Gráfico 4 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración - muestra 3	74
Gráfico 5 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración - muestra 4	75
Gráfico 6 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 1% de aditivo SIKA 3 - muestra 1	76
Gráfico 7 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 1% de aditivo SIKA 3 - muestra 2	77
Gráfico 8 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 1% de aditivo SIKA 3 - muestra 3	78
Gráfico 9 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 1% de aditivo SIKA 3 - muestra 4	79
Gráfico 10 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 2% de aditivo SIKA 3 - muestra 1	80
Gráfico 11 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 2% de aditivo SIKA 3 - muestra 2	81
Gráfico 12 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 2% de aditivo SIKA 3 - muestra 3	82
Gráfico 13 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 2% de aditivo SIKA 3 - muestra 4	83
Gráfico 14 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 3% de aditivo SIKA 3 - muestra 1	84
Gráfico 15 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 3% de aditivo SIKA 3 - muestra 2	85
Gráfico 16 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 3% de aditivo SIKA 3 - muestra 3	86
Gráfico 17 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 3% de aditivo SIKA 3 - muestra 4	87
Gráfico 18 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 4% de aditivo SIKA 3 - muestra 1	88
Gráfico 19 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 4% de aditivo SIKA 3 - muestra 2	89
Gráfico 20 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 4% de aditivo SIKA 3 - muestra 3	90
Gráfico 21 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 4% de aditivo SIKA 3 - muestra 4	91
Gráfico 22 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 5% de aditivo SIKA 3 - muestra 1	92
Gráfico 23 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 5% de aditivo SIKA 3 - muestra 2	93
Gráfico 24 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 5% de aditivo SIKA 3 - muestra 3	94
Gráfico 25 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 5% de aditivo SIKA 3 - muestra 4	95
Gráfico 26 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 1% de aditivo CHEMA 3 - muestra 1	96
Gráfico 27 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 1% de aditivo CHEMA 3 - muestra 2	97
Gráfico 28 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 1% de aditivo CHEMA 3 - muestra 3	98
Gráfico 29 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 1% de aditivo CHEMA 3 - muestra 4	99
Gráfico 30 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 2% de aditivo CHEMA 3 - muestra 1	100
Gráfico 31 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 2% de aditivo CHEMA 3 - muestra 2	101
Gráfico 32 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 2% de aditivo CHEMA 3 - muestra 3	102
Gráfico 33 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 2% de aditivo CHEMA 3 - muestra 4	103
Gráfico 34 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 3% de aditivo CHEMA 3 - muestra 1	104
Gráfico 35 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 3% de aditivo CHEMA 3 - muestra 2	105
Gráfico 36 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 3% de aditivo CHEMA 3 - muestra 3	106
Gráfico 37 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 3% de aditivo CHEMA 3 - muestra 4	107
Gráfico 38 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 4% de aditivo CHEMA 3 - muestra 1	108
Gráfico 39 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 4% de aditivo CHEMA 3 - muestra 2	109
Gráfico 40 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 4% de aditivo CHEMA 3 - muestra 3	110
Gráfico 41 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 4% de aditivo CHEMA 3 - muestra 4	111

Gráfico 42	Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 5% de aditivo CHEMA 3 – muestra 1 .	112
Gráfico 43	Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 5% de aditivo CHEMA 3 – muestra 2 .	113
Gráfico 44	Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 5% de aditivo CHEMA 3 – muestra 3 .	114
Gráfico 45	Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 5% de aditivo CHEMA 3 – muestra 4 .	115
Gráfico 46	Curva granulométrica del agregado fino.....	126
Gráfico 47	Tiempo de fraguado inicial – aditivo Sika	128
Gráfico 48	Tiempo de fraguado final – aditivo Sika.....	129
Gráfico 49	Tiempo de fraguado inicial – aditivo Chema.....	130
Gráfico 50	Tiempo de fraguado final – aditivo Chema.....	131
Gráfico 51	Tiempo de fraguado inicial – aditivo Chema y Sika	132
Gráfico 52	Tiempo de fraguado final – aditivo Chema y Sika	133
Gráfico 53	Comparativa de tiempo de fraguado inicial.....	134
Gráfico 54	Comparativa de tiempo de fraguado inicial.....	134
Gráfico 55	Comparativa de tiempo de fraguado inicial.....	135
Gráfico 56	Resistencia a la compresión a 3 días de curado.....	136
Gráfico 57	Resistencia a la compresión a 7 días de curado.....	137
Gráfico 58	Resistencia a la compresión a 14 días de curado.....	138
Gráfico 59	Costo de aplicación.....	173

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Laboratorio de tecnología del concreto UPN	174
Ilustración 2 Laboratorio de tecnología del concreto inventario de instrumentos a utilizar	175
Ilustración 3 K589 Entrada a la cantera ubicada en el Milagro - Trujillo	176
Ilustración 4 Entrada a la zona de canteras en El Milagro – Trujillo	177
Ilustración 5 Recojo de agregado procedente de cantera	178
Ilustración 6 Recojo de agregado fino procedente de cantera	179
Ilustración 7 Recojo de agregado fino en sacos para su transporte	180
Ilustración 8 Tamizado de agregado según norma	181
Ilustración 9 Tamizado de agregado posterior al secado	182
Ilustración 10 Agregado fino posterior al secado en horno.....	183
Ilustración 11 Molde para ensayo de penetración	184
Ilustración 12 Mortero puesto en moldes para ensayo	184
Ilustración 13 Mortero en estado fluido en moldes de penetración	185
Ilustración 14 Agujas para ensayo de penetración	185
Ilustración 15 Penetrómetro	186
Ilustración 16 Muestra ensayada en penetración	187
Ilustración 17 Muestra luego de ensayo de penetración	187
Ilustración 18 Manómetro del penetrómetro.....	188
Ilustración 19 Aguja luego del ensayo de penetración	189
Ilustración 20 Ensayo de penetración	190
Ilustración 21 Manómetro luego del ensayo	191
Ilustración 22 Prensa Hidráulica – Laboratorio de tecnología del concreto	192
Ilustración 23 Moldes para elaboración de cubos de mortero.....	193
Ilustración 24 Cubos de mortero en moldes metálicos.....	193
Ilustración 25 Cubos de mortero	194
Ilustración 26 Ensayo de resistencia a la compresión	194
Ilustración 27 Cubo de mortero patrón post ensayo.....	195
Ilustración 28 Cubo de mortero con falla en dos aristas	196
Ilustración 29 Falla de cubos de mortero en una arista	197
Ilustración 30 Falla en cara lateral	198
Ilustración 31 Falla en esquina inferior del cubo de mortero.....	199
Ilustración 32 Falla en zona inferior del cubo	200
Ilustración 33 Falla en arista inferior	201
Ilustración 34 Falla en ambas caras del cubo de mortero.....	202
Ilustración 35 Falla en caras superficiales del cubo de mortero	203
Ilustración 36 Falla en tres caras del cubo de mortero	204
Ilustración 37 Falla en arista vertical	205
Ilustración 38 Falla en sección diagonal del cubo	206
Ilustración 39 Falla en caras laterales del cubo	207
Ilustración 40 Falla en zona inferior del cubo	208
Ilustración 41 Falla en arista de cubo de mortero.....	209

Ilustración 42 Falla en cara lateral del cubo de mortero	210
Ilustración 43 Falla en vértice del cubo de mortero	211
Ilustración 44 Falla en arista del cubo de mortero	212
Ilustración 45 Falla en cara lateral del cubo de concreto	213
Ilustración 46 Falla en arista vertical del cubo de mortero	214
Ilustración 47 Peso unitario compactado del agregado fino.....	215
Ilustración 48 Fiola con agregado fino	216
Ilustración 49 Peso unitario compactado del agregado fino.....	217
Ilustración 50 Tamices para granulometría.....	217
Ilustración 51 Cono para agregado fino.....	218
Ilustración 52 Cubos de mortero post-prueba.....	218
Ilustración 53 Medición de cubos de mortero	219
Ilustración 54 Cubos de mortero durante prueba.....	219

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Fórmula de Peso específico del agregado fino	38
Ecuación 2 Fórmula de Peso específico de masa saturada con superficie seca.....	38
Ecuación 3 Fórmula de Peso específico aparente.....	38
Ecuación 4 Fórmula de Absorción.....	38
Ecuación 5 Fórmula para obtener el factor de calibración	39
Ecuación 6 Fórmula para obtener el peso unitario	40
Ecuación 7: Fórmula de resistencia a la compresión.....	46
Ecuación 8 Media muestral	48
Ecuación 9 Media poblacional	48
Ecuación 10 Varianza.....	49
Ecuación 11 Varianza para datos no agrupados	49
Ecuación 12 Desviación estándar para datos no agrupados	49
Ecuación 13 Desviación estándar para datos agrupados	50
Ecuación 14 Coeficiente de variación.....	50
Ecuación 15 Distribución normal.....	50
Ecuación 16 Variante estadística.....	50
Ecuación 17 Desviación estándar de distribución nominal	51
Ecuación 18 Formula de muestra para la presente investigación	51
Ecuación 19 Test de Levene.....	52
Ecuación 20 Test de Levene.....	53
Ecuación 21 Formula para obtener el módulo de finura	63
Ecuación 22 Fórmula de Peso específico del agregado fino.....	64
Ecuación 23 Fórmula de Absorción	64
Ecuación 24 Fórmula para obtener el PUCS o PUSS	65
Ecuación 25 Fórmula para obtener el porcentaje de humedad del agregado.....	65
Ecuación 26 Fórmula de resistencia a la compresión.....	66

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo determinar si el aditivo acelerante de la marca Sika y de la marca Chema (Sika 3 y Chema3) influyen en el mortero convencional ambos independientemente fueron evaluados en los porcentajes de 1%,2%,3%,4% y 5% con respecto a la cantidad de cemento. Previo a ello se analizó el agregado fino con la finalidad de observar las características del material proveniente de la localidad de Trujillo. El objetivo de la investigación es evaluar con respecto al tiempo de fraguado por medio del ensayo de penetración y resistencia a la compresión utilizando cubos de mortero. Luego de realizar los ensayos según las normas especificadas se obtuvo los siguientes resultados con respecto a la marca Sika y su producto Sika 3, la mayor resistencia a la compresión es de $22.77\pm 0.69\text{MPa}$, por otro lado a los 7 días la resistencia máxima es de $28.87\pm 0.46\text{MPa}$ y finalmente a los 14 días se obtuvo un resultado máximo de $31.44\pm 0.55\text{MPa}$; por otro lado en el tiempo de fraguado inicial se observa un valor mínimo de 173 ± 4 minutos y el tiempo de fraguado final un tiempo mínimo de 380 ± 14 minutos (Todos los resultados descritos son con aditivo al 5%). Finalmente, la marca Chema con su aditivo Chema 3 obtuvo resultados de $20.82\pm 0.83\text{MPa}$ como máxima resistencia a los 3 días de curado, $26.79\pm 0.58\text{MPa}$ como máxima resistencia a los 7 días de curado y $28.72\pm 0.45\text{MPa}$ como máxima resistencia a los 14 días de curado, con respecto al tiempo de fraguado inicial se afirma el valor mínimo obtenido es de 195 ± 10 minutos y por otra parte el fraguado final mínimo obtenido es de 421 ± 16 minutos. Tomando en cuenta que el mortero convencional a los 3 días posee una resistencia de $10.75\pm 0.92\text{MPa}$, a los 7 días $13.97\pm 0.99\text{MPa}$ y a los 14 días una resistencia de $17.35\pm 0.62\text{MPa}$, con respecto al tiempo de fraguado inicial el resultado obtenido es de 284 ± 8 minutos y un tiempo de fraguado final de 559 ± 4 minutos.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Actualmente la cámara de comercio de Lima menciona que la recuperación de la inversión pública en el año 2019 del sector construcción alcanza una expansión de 4.1% y así mismos alcanzaría 6.50% en el 2020; según el Instituto de Economía y Desarrollo Empresarial (IEDEP) (GESTION, 2019).

Así también se sabe que el mortero en un muro de albañilería (Sistema estructural típico) ocupa alrededor del 10% - 18% del volumen total de material, es así, que su desarrollo en el comportamiento de este es mucho más a comparación del porcentaje, dado que el muro viene a formar parte de un elemento estructural (Guerrero, 2005).

En Chile, el material más usado en las construcciones de viviendas ocupa como segundo puesto la albañilería. Al año 2010 la albañilería se usa en un 37% como material predominante en muros. Si se estima que un 15% ocupa el mortero de junta del volumen total de un muro de albañilería, este debe desempeñar una excelente función estructural, ya que el mortero es el encargado de tener juntas monolíticamente las unidades de albañilería (INEI, 2010).

Dado que, en este país, se hicieron grandes aportes de investigación con respecto al mortero y más aún sobre la albañilería como sistema de edificación, se ve reflejado que hay un escaso estudio sobre las propiedades de este material. Se sigue conservando una idea equivocada que, teniendo una adecuada práctica y conocimiento para concreto, esto también servirá para morteros (INACAP, 2013).

En Guatemala el material más empleado sigue siendo el mortero de cemento Portland debido al Gran proceso constructivo que se da día a día. Llegando a ocupar en una pared de mampostería el 16% del volumen total, adicionalmente se le puede agregar un colorido o un acabado muy particular en las paredes. Estructuralmente el mortero une las unidades de mampostería, además que sirve de sello para impedir la penetración de agua y aire. Así también, se adhiere a los amarres metálicos, refuerzo de las juntas y a los pernos anclado alcanzando que actúen conjuntamente. Es así que, en las edificaciones y aplicaciones de carga, el comportamiento del mortero influye tanto como la resistencia de las piezas de mampostería y la mano de obra (Molina, 2006).

En Colombia, el uso más frecuente de diversas construcciones es el mortero, debido a su amplia posibilidad de utilización. El consumo de este material se ha incrementado

rápidamente en los últimos años, utilizándose como material de pega o relleno debido a su importancia en el empleo de mampostería estructural y el dominio en la ejecución de obras civiles con enfoque sobresaliente en edificaciones (Sanchez, 2001).

A partir del siglo XX, el Perú ha sostenido un crecimiento económico; generando un gran incremento en la demanda por la compra y construcción de edificaciones, las cuales, como resultado de un mercado cada vez más exigente, han venido mejorando su estándar de diseño y calidad en todo tipo de edificación ya sea de inmobiliarias estatales y privadas. Dentro de ello está que el sector construcción registró un aumento de 1.51% en el año 2019, reflejándose mayor este resultado en el interno consumo de cemento en 4.65%. (INEI, 2019).

En el departamento de Lima se vive un entorno favorable de crecimiento en el sector de la construcción y se prevén que continúe en los últimos años. Este crecimiento continuo tiene que estar de la mano con mejores métodos y alternativas que permitan que este rubro de la construcción sea más eficiente. La utilización de nuevos componentes como los aditivos aceleradores nos permitirán tener avances de obra, dado que este aditivo se mezclará con el mortero y reducirá el tiempo de fraguado. En su mayoría este material que está compuesto por agua, cemento, arena y aditivo, es mezclado en forma empírica por albañiles. Este método de mezcla empírico que básicamente depende muchas veces de la experiencia del albañil, no brinda la mejor calidad ni asegura que el mortero tenga las propiedades mecánicas suficientes como para ser parte de un elemento estructural (Rodriguez & Rodriguez, 2014).

En el sector construcción en el departamento de La Libertad presenta problemas en cuanto a la dosificación y mezclado de mortero para las unidades de mampostería, originando así la aparición de fisuras en zonas debilitadas ya sea por la retracción química, por secado o por carbonatación del mortero y que no logre las propiedades mecánicas necesarias. Así también se tiene problemas respecto al tiempo empleado para el asentamiento de unidades de albañilería por ejemplo en los distritos de La Esperanza, El Porvenir, Florencia de Mora, Buenos Aires y Trujillo, muchos maestros de obra elaboran el mortero en grandes cantidades; cuya dosificación que realizan es de manera empírica la cual inicia con la mezcla de 7 latas de arena por cada bolsa de cemento, adicionándole la cantidad de agua poco a poco hasta observar que la mezcla le quede trabajable, una vez lista la mezcla van asentando los ladrillos, sin darse cuenta que las reacciones de hidratación iniciaron apenas vertieron el agua, esto repercute en que mientras más cantidad de ladrillos tenga que asentar, utilizándose una misma

mezcla, esta irá fraguando y aumentando su rigidez lo que generará efectos negativos en las propiedades mecánicas del mortero (Huaman & Alvarado, 2015).

Es por ello que los elementos (agua, arena, cemento y/o aditivos) que conforman el mortero se le tiene que hacer una serie de ensayos según manda la norma ASTM (American Society of Testing Materials), para poder obtener buenas propiedades mecánicas según lo demanda la obra (ASTM, 1898).

En la actualidad según el Reglamento Nacional de Edificaciones el asentado de muros no será mayor a 1.30 metros en una jornada de trabajo para unidades totalmente sólidas, esto se debe a que el mortero aún se encuentra fresco y el asentado superior a 13 hiladas puede provocar que la junta se reduzca. (MVCS, 2006).

"Influencia de un acelerador de fraguado normal en la trabajabilidad y resistencia de los morteros", uno de sus objetivos fue ensayada compresión a la edad de 3,7,14 ,21, 28 días; para las mezclas de prueba. Se trabajo con morteros de 4 * 4 * 16 cm; con incorporación de aditivos sika-3 en diferentes proporciones de aditivo: agua de 1: 15 (MP-20-1), 1:12 (MP-20-2), 1:9 (MP-20-3), 1:6 (MP -20-4), 1:3 (MP-20-5) y con una relación cemento : agua = 1:3. Se puede observar notoriamente que el aditivo acelerante incidió a edades tempranas, en lo que respecta a una edad de 3 días, y en comparación a nuestro patrón, para dosis de aditivo: de agua de 1:15 (MP-20-1) la resistencia incrementó en un 8.8%, de 1:12 (MP-20-2) a un 18.7%, de 1:9 (MP-20-3) a un 19.6%, de 1:6(MP-20-4) a un 21.3% y para la dosis 1:3 (MP-20-5) genera una disminución en la resistencia con respecto a la mezcla patrón de 25.1%. a los 28 días de edad, esto alcanza su mayor valor con la (MP-20-2) con una resistencia de 210.3 kg /cm², es decir un incremento de 3% y el valor más bajo se presenta con la incorporación de aditivo equivalente a 1:3 (MP-20-5), es decir un valor de resistencia a la compresión de 176 kg/cm², reflejando una disminución del 15% con respecto a la muestra de patrón. Por lo tanto, para alcanzar una resistencia mayor a 200 kg/cm² se diseñará una dosificación de aditivo: agua que esté por encima de 1:3 y debajo de 1:15 (Aguilar, 2009).

"Comportamiento de dos aditivos aceleradores con el mortero E-5, utilizado en el revestimiento primario proyectado en los túneles de la línea 5 del metro de Caracas", en donde uno de sus objetivos fue evaluar la influencia de la resistencia a la compresión sobre la dosificación de cada aditivo acelerador, trabajándose con aditivos aceleradores, MEYCO 160 y SILICATO DE SODIO 3.22 sobre metros cúbicos de mortero. El peso del cemento en el diseño de mortero E-5 es de 475 kg, por lo tanto, se eligió los porcentajes de 2% (10lt/m³),

5% (20lt/m³), y 8% (30lt/m³) asimismo evaluándose a dar este 12 horas, 24 horas, 72 horas y 28 días. Se observa que el mortero E-5 con aditivo MEYCO160 que la dosificación de 10 lt/m³ y 20 lt/m³ llegaron a la resistencia mínima requerida de 300 kg/cm² en 28 días; mientras que la de 30 lt/m³ comenzó con una alta resistencia a las 12 y 24 horas, pero fueron disminuyendo. A comparación del mortero E-5 con aditivo SILICATO DE SODIO 3.22 que es la dosificación de 10 lt/m³ y 30lt/m³ llegaron a la resistencia mínima requerida para el proyecto en 28 días y la dosificación de 20 lt/m³ no logró alcanzar la resistencia; por lo tanto, ambos aditivos aceleradores a unas dosificaciones de (lt/m³) 10, 20 y 30 sus valores de resistencia a la compresión del mortero en función a las edades de 12, 24, 72 horas y 28 días fueron exponenciales (Totorza & Henry, 2015).

Montoya, Cavid y Gomez (2009) en su investigación "Comportamiento mecánico y de fraguado de morteros de cemento Portland gris tipo 3 con aditivos", en donde uno de sus objetivos fue comparar los tiempos de fraguado de un mortero patrón con morteros con aditivo acelerante. Elaboraron morteros, con dosificaciones de aditivo acelerante de fraguado libre de alcálisis al 3%, 6%, 9%, 12% de cemento, con una relación de agua/cemento= 0.49 y 2.75 partes de arena por una de cemento. Obteniendo que la dosificación del 3% no es adecuada debido a que no presenta mucha diferencia de fraguado respecto a la de patrón. El 6% de aditivo posee un tiempo de fraguado más rápido con un tiempo de 70 segundos, la de 9% y 12% dan resultados similares a la de 6%. Por lo tanto, afirman que el porcentaje de aditivo acelerante tiene un mejor comportamiento de fraguado y no genera desperdicio por encima del 3% y por debajo del 9%. Es por ello que existe hoy en día nuevas tecnologías que viene a estar dado por la influencia del porcentaje y el aditivo acelerante en concreto como morteros, que mejoran las propiedades mecánicas del mortero y a la vez reducen el tiempo.

La tecnología viene con empresas que se dedican al rubro de crear nuevos materiales químicos que benefician a los procesos constructivos entre ellos tenemos:

La empresa Chema, sacó al mercado un producto llamado Chema 3, que viene a ser un aditivo acelerante Fragua para mortero y concreto que puede ser empleado tanto en climas normales con temperatura ambiente como bajo cero grados centígrados. Acelera el desarrollo de las resistencias iniciales, haciéndose más notorio en temperaturas bajas. Además, actúa como un anticongelante inhibidor de corrosión del Fierro de refuerzo. Es adecuado para cementos portland tipo I y Tipo V, puzolánicos. Libre de cloruros. Cumple con la norma ASTM C-494 Tipo C (CHEMA, 2017).

La empresa Sika Perú, sacó al mercado un producto llamado SIKA 3 que viene hacer un aditivo acelerante de rápido fraguado y endurecimiento aplicados a morteros, pastas y hormigones no armados. Las siguientes indicaciones pueden utilizar para observar el resultado de Sika 3 en pastas de cemento y así utilizarlos como inicio de partida para previos ensayos. Se trabajó con una relación (agua + Sika 3) / cemento = 0.30. Dentro de estos parámetros el valor dependerá de las condiciones de la faena y el tipo de cemento. Se obtuvo como resultado que el porcentaje de Sika 3 del total de la solución al 100% tiene fraguado con un inicio de 1 a 10 min y con un fin de 2 a 15 min, con un 25% con un inicio de fraguado de 20 a 60 min y un fin de 40 a 70 min y con un 10% tiene un principio de fraguado de 60 a 150 min y con un fin de 90 a 150 min. Por otro lado, según la ficha técnica también se puede usar en morteros; entre 0.2 a 0.5 litros/m² (0.25 a 0.60kg/m²) por centímetro de espesor aproximadamente.

Debido al avance de las construcciones en la ciudad de Trujillo el mortero es uno de los materiales que tiene mayor demanda en estos tiempos, a este material se le asignan logros importantes en la construcción de estructuras contribuyendo así a una mejor calidad de vida. Es por ello que los tiempos de construcción se quiere hacer cada vez más acotado sin afectar las propiedades mecánicas de los materiales para la edificación, logrando así recurrir a innovadoras formas constructivas y a utilizar nuevas sustancias que generen un comportamiento desigual de los materiales que en condiciones estándares. Es por ello que las empresas reconocidas como Sika y Chema conjuntamente con la tecnología han creado aditivos acelerados de rápido fraguado que permiten ganar resistencia a edades tempranas en los morteros. Lo que comúnmente se espera en 28 días para obtener propiedades mecánicas óptimas se puede obtener en 7 a 14 días, esto nos ayuda acortar tiempo para una puesta de obra más rápida. Esto va a depender mucho del porcentaje de aditivo en la mezcla de mortero y el tipo que se ha de utilizar.

Otra causa es que existen malas dosificaciones en la mezcla de morteros que muchas veces se hace de forma empírica por albañiles, no brindando la mejor calidad ni asegurando que el mortero de mampostería tenga las propiedades mecánicas suficientes como para ser parte de un elemento estructural. Originando así la aparición de fisuras en zonas debilitadas debido a la mala dosificación. La realidad es que esto no depende mucho del conocimiento de los materiales y de las experiencias de los albañiles. Su uso es limitado ya que no existe hoy en día un diseño adecuado.

Lo que se busca a través de esta investigación es que a nivel técnico los porcentajes de (aditivo + agua): cemento y el aditivo acelerante permitan tener unos enfoques más claros del incremento o reducción de la resistencia mecánicas tanto en estado fresco: tiempo de fraguado, como en estado endurecido; resistencia a la compresión aplicados a morteros para la construcción, mejorando el producto de calidad con una mano de obra calificada. De seguir con una mala dosificación y sin ninguna consideración de aplicación de nuevas tecnologías, las fallas y deficiencias en muros de mampostería en la Ciudad de Trujillo, seguirán siendo las mismas ocasionando construcciones inseguras para la población y atraso constructivo. Finalmente, el desarrollo de esta investigación, muestra alternativas de diseño para porcentajes de aditivos en la marca de Sika y Chema y la mejora continua de sus propiedades en cuanto a unidades de albañilería.

1.2. Formulación del problema

¿De qué manera influye los aditivos Sika 3 y Chema 3 en la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de el mortero de albañilería, Trujillo 2019?

1.3. Justificación

Con la presente investigación se busca incentivar el uso de aditivos acelerantes en el mortero cuya aplicación se da en los muros como adherente entre las unidades de albañilería. Siendo esta última una de las prácticas más comunes por los constructores formales e informales en la ciudad de Trujillo, esta investigación trata sobre el uso de dos marcas conocidas y comerciales productoras de los principales aditivos empleados en las obras y cuyos acelerantes insignia son Sika 3 y Chema 3; con el objetivo de mostrar a la población la eficiencia de ambos aditivos como acelerantes de mortero se busca reflejar los beneficios que estos pueden tener al ser utilizados en las obras civiles, tales como ahorro de costo en mano de obra y mejor calidad en los trabajos si es usado correctamente. Tomando en cuenta que esta investigación está empleando agregado fino extraído de zonas cercanas a la localidad dando a conocer el tipo de mortero que se manufactura. Por estas razones los beneficiarios directos serán toda aquella persona, constructor especializado y profesional interesado en las nuevas tecnologías aplicadas en el mortero las cuales mejoran el rendimiento en obra y la calidad de los trabajos,

asegurando de esta manera edificaciones eficaces que cumplan con las condiciones y requisitos establecidos por las normativas vigentes y satisfaga la necesidad de los clientes.

El aditivo Sika 3 y Chema 3 están destinados a todo aquel mortero que sea empleado en una estructura portante y no portante que requiera resistencias elevadas a edades tempranas, disminuyendo el tiempo de fraguado y acelerando los trabajos en obra. Con la finalidad de mejorar los costos de producción siento un beneficio para las empresas privadas, entidades gubernamentales y público en general que busque el ahorro en la construcción.

La presente investigación contribuirá en el conocimiento de futuros tesis incentivándolos a indagar más sobre los nuevos aditivos aplicados en el mortero, dándoles un uso que pueda beneficiar en la calidad del trabajo y la satisfacción económica de las personas; mejorando su criterio para su futura vida profesional.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Determinar la influencia del porcentaje y tipo de aditivo acelerante sobre las propiedades físicas y mecánicas del mortero para asentado en la construcción.

1.4.2. Objetivos específicos.

- Establecer las dosificaciones óptimas de aditivo acelerante Sika 3 y Chema 3 que asegure su correcto funcionamiento en el mortero de albañilería.
- Determinar la resistencia a la compresión de las unidades de mortero convencional vs mortero con aditivo acelerante según la NTP 334.051.
- Evaluar el comportamiento respecto al tiempo de fraguado del mortero convencional vs mortero con aditivo acelerante según la ASTM C 403.
- Obtener la dosificación necesaria de aditivo acelerante donde se obtenga la resistencia inicial máxima posible en el mortero.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

El aditivo Sika 3 y Chema 3 influye en la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado del mortero siendo factible y económica a largo plazo; además influye positivamente aumentando la resistencia, mejorando la calidad del mortero y reduciendo el tiempo de fraguado, mejorando la económica en obra. De acuerdo a la propuesta se empleará cemento Tipo I por ser el cemento más puro (sin aditivos) para aprovechar al máximo las propiedades de los aditivos y de esta mezcla se elaborará especímenes de mortero usado para asentado de ladrillo en el laboratorio de Tecnología del concreto de la Universidad Privada del Norte – Sede San Isidro de la ciudad de Trujillo, departamento de La Libertad.

1.5.2. Hipótesis específicas

- Utilizando el Aditivo acelerante SIKA 3 y CHEMA 3 de la empresa SIKA y CHEMA, se reducirá el tiempo de fraguado y a la vez no repercutirá negativamente en la resistencia del mortero convencional.

Tabla 1 Hipótesis Especifica 01

Hipótesis específica 01	Componentes metodológicos		Componentes referenciales		
La adición del 1% del aditivo y el tipo de acelerante influye positivamente en las propiedades mecánicas del mortero aumentando la resistencia a la compresión y reduciendo el tiempo de fraguado; optimizando los trabajos en obra.	Variables	Unidad de análisis	Conectores lógicos	El espacio	El tiempo
	- Resistencia a la compresión de los especímenes de mortero.	-Especímenes de mortero en estado endurecido.	Influye.	Laboratorio de la Universidad Privada del Norte sede Trujillo.	2019
	- Tiempo de fraguado de la muestra de mortero.	-Muestra de mortero en estado fresco.			

Tabla 2 Hipótesis específica 02

Hipótesis específica 02	Componentes metodológicos			Componentes referenciales	
	Variables	Unidad de análisis	Conectores lógicos	El espacio	El tiempo
La adición del 2% del aditivo y el tipo de acelerante influye positivamente en las propiedades mecánicas del mortero aumentando la resistencia a la compresión y reduciendo el tiempo de fraguado; optimizando los trabajos en obra.	- Resistencia a la compresión de los especímenes de mortero. - Tiempo de fraguado de la muestra de mortero.	-Especímenes de mortero en estado endurecido. -Muestra de mortero en estado fresco.	Influye.	Laboratorio de la Universidad Privada del Norte sede Trujillo.	2019

Fuente 2 Elaboración Propia, 2019

Tabla 3 Hipótesis específica 03

Hipótesis específica 03	Componentes metodológicos			Componentes referenciales	
	Variables	Unidad de análisis	Conectores lógicos	El espacio	El tiempo
La adición del 3% del aditivo y el tipo de					

<p>acelerante influye positivamente en las propiedades mecánicas del mortero aumentando la resistencia a la compresión y reduciendo el tiempo de fraguado; optimizando los trabajos en obra.</p>	<p>- Resistencia a la compresión de los especímenes de mortero. - Tiempo de fraguado de la muestra de mortero.</p>	<p>-Especímenes de mortero en estado endurecido. -Muestra de mortero en estado fresco.</p>	<p>Influye.</p>	<p>Laboratorio de la Universidad Privada del Norte sede Trujillo.</p>	<p>2019</p>
--	--	--	-----------------	---	-------------

Fuente 3 Elaboración Propia, 2019

Tabla 4 Hipótesis específica 04

Hipótesis específica 04	Componentes metodológicos			Componentes referenciales	
	Variables	Unidad de análisis	Conectores lógicos	El espacio	El tiempo
<p>La adición del 4% del aditivo y el tipo de acelerante influye positivamente en las propiedades mecánicas del mortero aumentando la resistencia a la compresión y reduciendo el tiempo de fraguado; optimizando los trabajos en obra.</p>	<p>- Resistencia a la compresión de los especímenes de mortero. - Tiempo de fraguado de la muestra de mortero.</p>	<p>-Especímenes de mortero en estado endurecido. -Muestra de mortero en estado fresco.</p>	<p>Influye.</p>	<p>Laboratorio de la Universidad Privada del Norte sede Trujillo.</p>	<p>2019</p>

Fuente 4 Elaboración Propia, 2019

Tabla 5 Hipótesis específica 05

Hipótesis específica 05	Componentes metodológicos			Componentes referenciales	
	Variables	Unidad de análisis	Conectores lógicos	El espacio	El tiempo
La adición del 5% del aditivo y el tipo de acelerante influye positivamente en las propiedades mecánicas del mortero aumentando la resistencia a la compresión y reduciendo el tiempo de fraguado; optimizando los trabajos en obra.	<ul style="list-style-type: none"> - Resistencia a la compresión de los especímenes de mortero. - Tiempo de fraguado de la muestra de mortero. 	<ul style="list-style-type: none"> -Especímenes de mortero en estado endurecido. -Muestra de mortero en estado fresco. 	Influye.	Laboratorio de la Universidad Privada del Norte sede Trujillo.	2019

Fuente 5 Elaboración Propia, 2019

1.6. Antecedentes

Título: “ESTUDIO DEL NIVEL DE EFECTIVIDAD DE LOS ADITIVOS ACELERANTES DE FRAGUA MARCA SIKA-3 Y CHEMA-5 EN CONCRETOS APLICABLES A ZONAS ALTO ANDINAS DE LA REGIÓN LAMBAYEQUE”

Zegarra & Zegarra (2016) evaluó y comparó la resistencia a la compresión de las muestras sin aditivo y con aditivo acelerante de fragua (Sika 3 y Chema 5). Para diseños de mezcla $f'c=210$ kg/cm², $f'c= 280$ kg/cm² y $f'c= 350$ kg/cm² a los 3 días, 7 días, 14 días, y 28 días de curado. El porcentaje promedio con respecto a la resistencia $f'c=210$ kg/cm² a los 3 días de curado es de 43% en la patrón, con aditivo Chema-5 es de 71.8% y con Sika-3 es de 89.6% , a los 7 días de curado es de 70.2%, con aditivo Chema-5 es de 88.2% y con Sika-3 es de 101.7%, a los 14 días de curado es de 86.8%, con aditivo Chema-5 es de 96.9% y con Sika-3 es de 109.5% y a los 28 días de curado de 103.9%, con aditivo Chema-5 es de 105.9% y con Sika-3 es de 115.2%. Utilizando los porcentajes de 4.06% de aditivo

Chema 5 respecto al cemento y 5.56% de aditivo Sika 3, determinaron que el aditivo repercute en la obtención de resistencia a edades tempranas siendo el aditivo Sika 3 el que tiene mejores comportamientos ante el contexto presentado.

El estudio aporta un análisis sobre el comportamiento del aditivo respecto a un material cuyo aglomerante es el cemento, compara dos marcas comerciales en el norte del país; demostrando que a edades tempranas de curado se incrementa la resistencia considerablemente mejorando las propiedades del concreto o mortero.

Título: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN MORTERO CEMENTO-ARENA (1:3 Y 1:4) AL REEMPLAZAR DISTINTOS PORCENTAJES DE ARENA DE RIO POR ARENA DE DUNA (10 Y 20%)

Rabanal (2017) determinó que la resistencia a la compresión del mortero cuya dosificación es 1:3 de una muestra patrón y de muestras cuyo agregado es arena de río y de duna. Para el ensayo de resistencia emplearon 18 probetas por cada tipo de arena empleada superando el mínimo de 2 a 3 probetas establecidos por la ASTM C109. Los resultados obtenidos a los 3 días de curado para las probetas patrón es de 72.38 kg/cm², a los 7 días de curado se obtuvo un resultado de 113.08 kg/cm² y a los 28 días de curado se obtuvo un resultado de 123.74 kg/cm². Por lo que se concluyó que la resistencia a la compresión de las unidades de mortero patrón es de 123.74 kg/cm².

El siguiente estudio se emplea como referencia de la resistencia a la compresión de las unidades de mortero cuya dosificación es 1:3 en su etapa inicial y final, la cual al final será comparada para establecer una similitud o diferencia en los resultados obtenidos.

Título: “EVALUACIÓN DEL PORCELANATO RECICLADO Y DOSIFICACIÓN EN MORTERO DE ASENTADO SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, ABSORCIÓN, DENSIDAD Y FLUJO, TRUJILLO 2017”

Villarroel (2017) determinó que la máxima resistencia a la compresión de las unidades de mortero patrón y de las manufacturadas con residuos de porcelanato. Para elaborar mortero para asentado se utilizó la dosificación 1:3 y además la relación agua cemento 0.65, los resultados obtenidos del presente ensayo fueron de 218.91 ± 1.81 kg/cm². Concluyendo que la dosificación 1:3 tiene mejores propiedades de resistencia a la compresión que la dosificación 1:4.

La presente investigación es una referencia al diseño óptimo para elaborar mortero para asentado cumpliendo los requisitos de la NTE 070 y demostrando las ventajas de ser aplicada ante otro tipo de diseño.

Título: “ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE ADITIVOS ACELERANTES SOBRE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO”

Torres (2004) determinó que los tiempos de fraguado iniciales y finales del concreto con aditivo acelerante, para lo cual se empleó cemento Tipo I en porcentajes desde el 3% hasta el 5% utilizando un penetrometro. El tiempo de fragua para la muestra patrón utilizando una relación agua cemento 0.60 es de 4 horas con 29 minutos como fragua inicial y 6 horas con 11 minutos como fragua final, para el concreto con el 3% de aditivo el tiempo de fragua inicial fue de 4 horas y 6 minutos y como fragua final 5 horas y 8 minutos, para el concreto con 4% de aditivo el tiempo de fragua inicial fue de 3 horas y 51 minutos y como fragua final 4 horas y 51 minutos, finalmente para el concreto con 5% de aditivo el tiempo de fragua inicial fue de 3 horas y 15 minutos y el tiempo de fragua final fue de 4 horas y 4 minutos. Concluyendo que el tiempo de fraguado se reduce a medida que el porcentaje de aditivo acelerante aumenta.

La investigación de Torres, muestra el comportamiento del aditivo acelerante con respecto al tiempo de fraguado utilizando cemento Tipo I y una relación agua cemento 0.60.

Título: “EFECTO DEL ADITIVO ACELERANTE DEL FRAGUADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PREPARADO CON CEMENTO PORTLAND TIPO I”

Medina (2001) determinó que el tiempo de fraguado inicial y final para el concreto empleando aditivo Chema Estruct, para lo cual se empleó cemento Sol Tipo I variando la relación agua cemento en 0.40,0.45 y 0.50. De este modo se obtuvo cuando relación es de 0.40 la fragua inicial es de 4 horas y 29 minutos y la fragua final es de 5 horas y 27 minutos, cuando la relación es de 0.45 la fragua inicial es de 4 horas y 42 minutos y la fragua final es de 5 horas y 46 minutos, cuando la relación es de 0.50 la fragua inicial es de 5 horas y 12 minutos y la fragua final es de 6 horas y 45 minutos. Concluyendo que el aumento de la relación agua cemento provoca un retardo en los tiempos de fraguado independientemente del aditivo acelerante.

El estudio aporta información sobre el tiempo de fraguado y la influencia que la relación agua cemento tiene sobre la mezcla, demostrando que una relación promedio de 0.55 provoca un aumento del tiempo de fraguado por lo que se deduce que el porcentaje de aditivo tiene que aumentar para poder aprovechar su función al máximo.

1.7. Bases teóricas

1.7.1. El Mortero

Tiene la función de integrar el refuerzo de albañilería en un solo conjunto estructural, se constituye principalmente por una mezcla de agregado fino con aglomerantes. Estos materiales aglomerantes serán Cemento portland Tipo I, Cemento adicionado IP o una mezcla de cemento con cal hidratada. Mientras que el agregado fino será confitillo que cumpla con la granulometría especificada a continuación (MVCS, 2006).

Tabla 6 Granulometría del confitillo

Granulometría del confitillo	
Malla ASTM	% que pasa
N°4	100
N° 8	95 a 100
N° 16	70 a 100
N° 30	40 a 75

N° 50	10 a 35
N° 100	2 a 15
N° 200	Menos de 2

Fuente 6 NTE-070,2006

Una de las propiedades más importantes del mortero es la facilidad de trabajo, posee la propiedad de retención de agua de acuerdo a la ASTM C91; además de resistencia a la tracción, compresión, congelación y descongelación. Por lo general, la resistencia a la tracción del mortero utilizado como unión de unidades de albañilería varía entre 0.10 MPa y 0.55 MPa (20 PSI y 80 PSI), esto influye en la variante de cal del aglomerante (Mamlouk & Zaniewski, 2009).

1.7.1.1. Clasificación de los morteros

Los morteros se clasifican de acuerdo a sus proporciones o propiedades según la norma ASTM C 270. Cuando hace referencia a sus proporciones se refiere a los pesos unitarios de los materiales empleados en la manufacturación del mortero (cemento y cal), mientras que las especificaciones por propiedades se refiere a la resistencia a la compresión, retención de agua y contenido de aire; dicho análisis se realiza en laboratorio para luego emplearlo en obra esperando que para dicho momento el producto sea satisfactorio (Salamanca, 2001).

Tabla 7 Especificaciones por propiedades de morteros

Tipo de Mortero	Resistencia Minina a la compresión a 28 días, kg/cm ² (Mpa)	Retención mínima de agua (%)	Contenido Máximo de aire (%)	Relación de agregados (Medida en condición húmeda y suelta)
M	175 (17)	75	12	No menor que 2.25 y no mayor que 3.5
S	125 (12.5)	75	12	veces la suma de los volúmenes por
N	50 (5)	75	14	separado de
O	25 (2.5)	75	14	materiales cementantes.

Fuente 7 Salamanca, 2001

Tabla 8 Especificaciones por proporciones en morteros

Tipo de mortero	Proporciones por volúmenes (Materiales Cementantes)			Relación de agregados (medida en condición húmeda y suelta)
	Cemento Portland	Cal	hidratada o apagada	
M	1	0.25		No menor que 2.25 y no mayor que 3.5 veces la suma de los volúmenes por separado de materiales cementantes.
S	1	0.25 a 0.50		
N	1	0.50 a 1.25		
O	1	1.25 a 2.50		

Fuente 8 Salamanca, 2001

Mientras que el Reglamento Nacional de Edificaciones menciona que las proporciones para mortero empleado en la albañilería dependerá netamente del uso que este pueda tener; sin embargo, también se menciona que se podrán utilizar cementos o morteros ya preparados siempre y cuando aseguren la durabilidad de la albañilería. Finalmente, los tipos de mortero según la NTE 0.70 se da mención en la siguiente tabla (MVCS, 2006).

Tabla 9 Tipos de mortero

TIPOS DE MORTERO				
COMPONENTES				USOS
TIPO	CEMENTO	CAL	ARENA	
P1	1	0 a ¼	3 a 3 ½	Muros portantes
P2	1	0 a ½	4 a 5	Muros portantes
NP	1		Hasta 6	Muros no portantes

Fuente 9 NTE 070,2006

1.7.1.2. Propiedades de los morteros

1.7.1.2.1. Retención de agua

Según la especificación estándar para morteros para unidad de albañilería ASTM C270, el mortero debe poseer una fluidez inicial de 100 a 1150, determinado mediante la prueba ASTM C109, para que luego tenga una fluidez de por lo menos 75%. En términos generales la retención de agua se denomina a la proporción entre la fluidez y la succión estándar, el cual refleja un índice que determina la trabajabilidad de los morteros. En cuanto a la retención de agua una alta retención de agua es considerado deseable dicha propiedad se ve afectada cuando se emplea mezclas de cemento cal (Merritt, Loftin, & Ricketts, 1968).

1.7.1.2.2. Resistencia

La resistencia del mortero es afectada principalmente por la cantidad de cemento en su composición. Además, de ellos también un factor importante es la arena, las condiciones de curado y la edad cuando se prueba (Merritt, Loftin, & Ricketts, 1968).

1.7.1.3. Componentes

1.7.1.3.1. Agregado fino (arena)

El agregado en el mortero consiste en la adición de arenas naturales o artificiales, estos materiales influyen directamente en el volumen y masa del mortero. Además, la arena también mejora la trabajabilidad y reduciendo la retracción, de la misma forma incidiendo en la resistencia a la compresión. Pero cuando la arena posee deficiencia de finos, los materiales cementantes terminan cumpliendo este déficit. Aunque no influye la cantidad de finos en el agregado fino, obtener un agregado para que el mortero llegue a su máxima calidad no es motivo de un aumento de costos si se realiza de forma correcta (Instituto del Concreto, 1997).

1.7.1.3.1.1. Características del agregado fino (arena)

1.7.1.3.1.1.1. Granulometría

Las curvas granulométricas representan proporciones de los diferentes tamaños de partículas que existen en la muestra de arena, por lo que una curva específicamente representa los diferentes tamaños de partículas existentes en un conjunto. Conceptos como el acomodo que dará este material dentro de un volumen son la respuesta a una granulometría exacta y de la misma forma como se describe en el párrafo de cemento la

composición de la arena gruesa juega un papel importante en cuanto al comportamiento del cemento (Portugal, 2007) .

Según la Norma Técnica Peruana (NTP) 399.607 “Especificaciones normalizadas de agregado para mortero en albañilería” los requisitos mínimos que el agregado fino debe poseer para ser utilizado en obra son los descritos en la siguiente tabla (INACAL, 2003).

Tabla 10 Requisitos mínimos de agregado fino

Tamaño de tamiz	Porcentaje que pasa	
	Arena natural	Arena manufacturada
4.75 mm (N°4)	100	100
2.36 mm (N°8)	95 a 100	95 a 100
1.18 mm (N°16)	70 a 100	70 a 100
600 µm (N°30)	40 a 75	40 a 75
300 µm (N°50)	10 a 35	20 a 40
150 µm (N°100)	2 a 15	10 a 25
75 µm (N°200)	0 a 5	0 a 100

Fuente 10 NTE 339.607,203

Por otra parte, la granulometría determina el módulo de finura el cual permite estimar el grosor del material, para la arena se clasifica en los siguientes parámetros:

Tabla 11 Módulo de finura para arena

Tipo de arena	Módulo de finura
Arenas Finas	0.5 - 1.5
Arenas Medias	1.5 - 2.5
Arenas Gruesas	2.5 - 3.5

Fuente 11 Gutierrez,2003

1.7.1.3.1.1.2. Gravedad específica y absorción del agregado fino

La gravedad específica es denominada a la relación entre la densidad del agregado y el agua; debido a que todo agregado es poroso y por ende cuando se realiza una mezcla de mortero puede aportar cierta cantidad de agua a la mezcla, por lo que peso específico debe tomar en cuenta el peso del agregado con cierto volumen de agua contenida.

Por otro lado, la absorción es denominada a la condición de saturación con la superficie seca, debido a la penetración de agua en todos sus poros capilares, en la absorción no se suele fijar limitantes ya que esta depende la porosidad del grano, sin embargo, en varios países se recomienda que sea menor al 4%, tomando en cuenta que dicho material representa un remojado de 24 horas en agua (Quiroz & Salamanca, 2006).

El Ministerio de Transporte y Comunicaciones en su guía de ensayo de materiales MTC E 205 “Gravedad específica y absorción de agregados finos” establece el siguiente procedimiento:

- Se escoge una muestra de aproximadamente 1000 g de agregado fino y se coloca dentro del horno a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- Posteriormente el agregado se sumergió en agua y se deja reposar por 24 horas hasta pes constante.
- Una vez transcurrida las 24 horas se procede al secado en estufa hasta obtener la humedad óptima.
- El molde cónico cuya dimensión es 40 mm de diámetro superior y diámetro inferior de 90 mm incluyendo su pisón de 25 mm de diámetro con un peso de 340 g; tendrá la finalidad de obtener la humedad optima del agregado fino.
- Para obtener la humedad optima de agregado fino el material que fue apisonado en 3 capas con 25 golpes por cada capa, al momento de que el molde sea retirado debe desprenderse 1/3 del material.
- Introducir 500 g de muestra de material preparado, llenando el frasco (fiola) con agua a una temperatura de $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ hasta alcanzar la marca en la fiola de 500 cm³.
- Luego se procede a agitar el frasco hasta eliminar las burbujas de aire que quedan contenidas entre las partículas de arena. Se recomienda rodar, invertir y agitar el frasco de esta manera eliminando el aire. También se puede utilizar métodos mecánicos como extraer las burbujas por medio de vibración.
- Finalmente, se remueve el agregado fino del frasco, y se seca en un horno o estufa a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, y luego enfriar en el ambiente hasta peso constante.

Para obtener los resultados requeridos de peso específico y absorción del agregado fino se deben aplicar las siguientes fórmulas:

Ecuación 1 Fórmula de Peso específico del agregado fino

$$\text{Peso específico} = \frac{W_o \times 100}{(V-V_a)}$$

Fuente 12 MTC E 205, 2016

Ecuación 2 Fórmula de Peso específico de masa saturada con superficie seca

$$\text{Peso específico de masa saturada} = \frac{500 \times 100}{(V-V_a)}$$

Fuente 13 MTC E 205, 2016

Ecuación 3 Fórmula de Peso específico aparente

$$\text{Peso específico aparente} = \frac{W_o \times 100}{(V-V_a)-(500-W_o)}$$

Fuente 14 MTC E 205, 2016

Ecuación 4 Fórmula de Absorción

$$\text{Absorción} = \frac{(500-W_o) \times 100}{W_o}$$

Fuente 15 MTC E 205, 2016

Donde:

W_o = Peso en el aire de la muestra secada en el horno (g).

V = Volumen del frasco (cm³).

V_a = Peso en gramos o volumen añadido al frasco (cm³).

1.7.1.3.1.1.3. Peso unitario del agregado fino

Denominado también peso volumétrico hace referencia al volumen que es ocupado por los agregados y los vacíos entre las partículas. El contenido de vacíos entre partículas afecta la demanda del mortero en el diseño de la mezcla, un agregado cuya granulometría mejorada disminuyen el contenido aumentando la resistencia del concreto o mortero (Polanco, 2015).

La Norma Técnica Peruana (NTP) 400.017 “Agregados. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados”, indica los procedimientos para determinar el peso unitario suelto seco y el peso unitario compactado seco en el agregado fino:

- El recipiente cilíndrico de metal cuya altura será menor del 80% y mayor que el 150% del diámetro, debe ser llenado con agua hasta su límite para luego ser pesado y con su peso específico del agua descrito en la siguiente tabla obtener el volumen.

Tabla 12 Densidad del agua

Temperatura (°C)	Kg/m ³
15.6	999.01
18.3	998.54
21.1	997.97
23.0	997.54
23.9	997.32
26.7	996.59
29.4	995.83

Fuente 16 MTC, 2018

- El factor de medida se calcula aplicando la siguiente fórmula.

Ecuación 5 Fórmula para obtener el factor de calibración

$$F = \frac{\text{Densidad del agua (kg/m}^3\text{)}}{W_a}$$

Fuente 17 Norma Técnica Peruana 400.017, 2011

Donde:

F=Factor de calibración del recipiente (m⁻³).

W_a=Peso del agua del recipiente (kg).

- Para obtener el peso suelto de agregado fino el recipiente se llena hasta el reboce con una cucharón o pala, descargando el material desde una altura de 50 mm

encima del borde superior del recipiente. Al finalizar el llenado nivelar con una espátula hasta que quede de manera uniforme.

- Por otro lado, para obtener el peso unitario suelto compactado del material se llena un tercio del recipiente y se apisona con 25 golpes utilizando una varilla de punta redonda, luego se llena el segundo tercio y se vuelve a apisonar 25 veces, en el último tercio se nivela el agregado a la altura del recipiente.
- Para realizar los cálculos respectivos y obtener los pesos unitarios se aplica la siguiente fórmula.

Ecuación 6 Fórmula para obtener el peso unitario

$$M = \frac{(G - T)}{V}$$

Fuente 18 Norma Técnica Peruana 400.017, 2011

Donde:

M= Densidad de masa del agregado (kg/m³).

G= Peso del recipiente incluyendo el agregado (kg).

T= Peso del recipiente de medida (kg).

F= Factor del recipiente de medida (m⁻³).

1.7.1.3.1.1.4. Contenido de humedad del agregado fino

El contenido de humedad del agregado se denomina al agua que se encuentra dentro del grano, por lo general este líquido puede encontrarse dentro del material como también superficialmente. Por lo que se denomina a la suma del agua superficial y el agua absorbida en la mayoría de casos, dependiendo de la exposición ambiental que se encuentre el agregado (IMCYC, 2010).

1.7.1.3.2. Cemento

Material aglomerante que se caracteriza por influenciar en la rapidez de la construcción, dicho material también tiene participación en las resistencias iniciales del mortero; debido a que produce aproximadamente el 25% de su masa en hidróxido de calcio siendo lo mismo que origina la cal durante la carbonatación, solubilizando y depositado (Instituto del Concreto , 1997).

1.7.1.3.2.1. Tipos de cemento

Los cementos portland actualmente en gran parte del mundo se fabrican tomando en cuenta las especificaciones ASTM C 219, ASTM C595, ASTM C 150, AASHTO M85 o ASTM C 1157. Dentro de la norma ASTM C 150 “Especificaciones para cemento portland”, ASTM C 595 “Especificaciones de cementos hidráulicos mezclados” y ASTM C 219 “Cementos hidráulicos” se consideran los siguientes tipos de cemento (Kosmatka, Kerkhoff, Panarese, & Tanesi, 2004).

1.7.1.3.2.1.1. Tipo I

Se denomina cemento Tipo I aquel cemento que será empleado en estructuras en general, a diferencia de los tipos donde en sus componentes posee un aditivo que modifica sus propiedades; este tipo es considerado el más puro y su empleo se da en precolados, prefabricados, embalses, tuberías, tanques, puentes, entre otros. Además, posee una variante denominada TIPO IA el cual posee incorporación de aire dentro de sus propiedades principales (Kosmatka, Kerkhoff, Panarese, & Tanesi, 2004).

1.7.1.3.2.1.2. Tipo II

Aplicado cuando se requiere resistencia al ataque de los sulfatos; empleado en estructuras expuestas en suelos y estructuras normales. Esto incluye aquellas obras que se vean afectadas por niveles de agua freática o agua subterránea. Su resistencia a los sulfatos se la debe a su nivel de 8% como máximo de aluminato tricálcico (C3A), los sulfatos cuantos reaccionan con el aluminato provocan descascaramiento, expansión y agrietamiento del concreto. El cemento Tipo II posee una variante al cual se incluye aire en sus propiedades (Kosmatka, Kerkhoff, Panarese, & Tanesi, 2004).

1.7.1.3.2.1.3. Tipo III

Ofrece resistencia a edades tempranas, aproximadamente una semana o menos. Este cemento es físicamente y químicamente similar al cemento Tipo I, pero se emplea cuando se necesita remover de manera rápida el encofrado puesto en obra a tiempos tempranos. La diferencia más notable con el Tipo I es que la reducción de tiempo de curado se puede provocar empleando pocas dosis de Tipo III a comparación del cemento Tipo I por lo que

es un beneficio más económico. Además, posee una variante en la cual se incluye aire denominado Tipo IIIA (Kosmatka, Kerkhoff, Panarese, & Tanesi, 2004).

1.7.1.3.2.1.4. Tipo IV

Utilizado donde se deba minimizar la cantidad de calor generado, por lo que desarrolla su resistencia de forma más lenta; por lo tanto, es empleado en estructuras donde el uso del concreto sea de forma masiva, este tipo de cemento se encuentra raramente disponible en el mercado (Kosmatka, Kerkhoff, Panarese, & Tanesi, 2004).

1.7.1.3.2.1.5. Tipo V

Utilizado en concretos expuestos a una acción severa de sulfatos debido a la presencia de agua subterránea o a la composición del suelo. Este tipo de cemento al igual que el Tipo IV desarrolla de forma más lenta sus resistencias iniciales, su alta resistencia a los sulfatos se le atribuye al bajo contenido de aluminato que posee (menor al 5%). Pero también depende de la relación agua-cemento (a/c) que este posee, pues una alta concentración puede provocar déficit es su resistencia a los sulfatos. Se debe tomar en cuenta que este tipo de cemento no es resistente a ácidos y otras sustancias altamente corrosivas (Kosmatka, Kerkhoff, Panarese, & Tanesi, 2004).

1.7.1.3.3. Agua

La Norma Técnica peruana 339.088 “ Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland” en sus requisitos para uso menciona que el agua potable puede usarse de forma directa para la mezcla mientras que aquella que no sea considerada potable se utilizará en proporciones que como resultado cumplen con los requisitos mínimos mostrados en la siguiente tabla (INACAL, 2006).

Dentro de sus principales funciones controla el agregado, facilitando la carbonatación de la cal, hidratando el cemento y mejorando la trabajabilidad. Debido a que no toda la mezcla de mortero se emplea en una sola operación es necesario que este sea remojado para que pueda recuperar su consistencia. Aunque la resistencia a la compresión disminuye, la adherencia se puede ver incrementada (Instituto del Concreto , 1997).|

1.7.1.3.4. Aditivo

Se denomina aditivo al material distinto del agua, agregado y cemento añadido al mortero antes o durante el mezclado; empleado para modificar las propiedades de modo que sean más adecuados para las condiciones de trabajo particulares (Libia, 2003).

Dichos materiales se clasifican en 6 tipos, los cuales son mencionados a continuación:

Tipo A: Aditivos plastificantes, cuya finalidad es disminuir la cantidad de agua necesaria para obtener una mejor consistencia.

Tipo B: Aditivo retardante, cuya finalidad es aumentar el tiempo de fraguado.

Tipo C: aditivo acelerante, destinado a reducir el tiempo de fraguado como la resistencia del concreto a edades tempranas.

Tipo D: Aditivo plastificante retardador, disminuye la cantidad de agua necesaria en el concreto o mortero.

Tipo E: Aditivo plastificante acelerados, disminuye la cantidad de agua necesaria para obtener un concreto con una determinada consistencia y disminuir el tiempo de fraguado dando pase a la resistencia inicial a edades tempranas.

Tipo F: Aditivo reductor de agua de alto rango, denominado también superplastificante.

Tipo G: Aditivo superplastificante retardante.

(Libia, 2003)

Con una descripción más detallada los aditivos son más conocidos como:

1.7.1.3.4.1. Aditivos acelerantes

Por lo general se emplea en climas fríos donde los tiempos son reducidos para la protección del concreto y el curado, pero es recomendable que el concreto no se agregue a materiales que contengan aluminio ahogado. Pero también existen sus variantes donde se incluye varias sales solubles y otros compuestos orgánicos (McCormac & Brown, 2008).

Actualmente en la ciudad de Trujillo los aditivos acelerantes más comerciales son los siguientes:

1.7.1.3.4.1.1. Sika-3

Aditivo encargado de acelerar el fraguado y endurecimiento a base de cloruros. Aumenta la velocidad de hidratación y las reacciones químicas de los constituyentes del cemento cumpliendo lo establecido por la ASTM C 494 (Norma que indica los tipos de aditivos existentes) (SIKA , 2019).

1.7.1.3.4.1.1.1. Características y ventajas

- Uno de sus principales usos es en obras hidráulicas.
- Vaciados de concreto rápido para aquellas estructuras que se vean afectadas por napa freática.
- Vaciado de concreto en climas fríos, disminuyendo el tiempo de endurecimiento.
- Aplicación en obras de alcantarillado o reparación de pozos, cámaras y tuberías.
- Faenas donde se necesite rápida rotación del encofrado.
- Reducción de presión en los moldes.

(SIKA , 2019)

1.7.1.3.4.1.1.2. Información del producto

El producto se encuentra en el mercado en presentaciones de 4 litros, 20 litros y 200 litros, su pigmentación del líquido es de color verde y posee una vida útil de 2 años. El producto posee una densidad de aproximadamente 1.22 kg/L (SIKA , 2019).

1.7.1.3.4.1.1.3. Aplicación recomendada

Factores que influyen directamente con el tiempo de fraguado son la temperatura ambiental; relación agua-cemento (a/c), el uso de otros aditivos, el tipo de cemento que se emplea en el mezclado. Se recomienda el uso de 1:9 una parte de aditivo con respecto a 9 partes de agua, como máximo puede llegar a 15 partes de agua depende del requerimiento en obra (SIKA , 2019).

1.7.1.3.4.1.2. Chema-3

Aditivo acelerante de fragua para mortero, puede ser empleado en distinto tipo de climas como también en aquellos que se encuentren bajo cero grados centígrados. Acelera el desarrollo de las resistencias iniciales, también posee la propiedad de ser inhibidor de

corrosión del fierro de refuerzo. Adecuado para aplicación con cemento TIPO I y TIPO V (Libre de cloruros). Cumpliendo con la norma ASTM C-494 (norma que hace referencia a los aditivos tipo C) (CHEMA , 2017).

1.7.1.3.4.1.2.1. Características y ventajas

- Rápido desencofrado debido a que acelera las resistencias iniciales del concreto o mortero.
- El mortero manufacturado con aditivo Chema-3 puede ser vaciado en cualquier tipo de clima.
- Empleado para morteros de inyección y de anclaje.
- Utilizado en aquellas estructuras que se encuentren en zonas con aguas subterráneas y superficiales.
- Compatible con los aditivos plastificantes de la empresa CHEMA.
- Es inhibidor de corrosión del fierro de refuerzo, ideal para concreto armado.

(CHEMA , 2017).

1.7.1.3.4.1.2.2. Información del producto

La presentación del producto en el mercado es de 1 galón, 5 galones y 55 galones; su tiempo de almacenamiento asciende a los 2 años. La pigmentación del líquido es de color amarillo su densidad es de 1.15 kg/ L hasta 1.18 kg/L (CHEMA , 2017).

1.7.1.3.4.1.2.3. Aplicación recomendada

Antes de ser aplicado en las distintas partidas de una obra, se recomienda hacer un testeo a menor escala con la finalidad de determinar la dosis correcta; debido a que esta se ve influenciada debido al tipo de cemento y las condiciones climáticas. El aditivo Chema-3 por ningún motivo se debe aplicar en la mezcla seca y se recomienda curar como mínimo hasta los 7 días iniciales. La dosificación requerida 500 ml por cada bolsa de cemento, 750 ml por bolsa de cemento y 1000 ml por bolsa de cemento dependiendo de los factores antes descritos y del tipo de rendimiento que se desee (CHEMA , 2017).

1.7.1.3.4.2. Aditivo retardador

Retarda la temperatura y el fraguado del concreto, consisten en la combinación de ácidos y azúcares (derivados del azúcar). Útiles para grandes colados donde se puede presentar notables incrementos de temperatura. También pueden desacelerar la hidratación del cemento en superficies de concreto expuestas o superficies cimbradas para producir acabados atractivos con agregado aparente (McCormac & Brown, 2008).

1.7.1.3.4.3. Aditivo superplastificante

Aditivos hechos a partir de sulfonatos orgánicos, permite reducir considerablemente el uso de agua e incrementar el revestimiento. Aunque también su uso se puede dar reduciendo el cemento manteniendo relaciones agua-cemento (a/c), sin embargo, uno de los beneficios principales es su trabajabilidad con resistencias superiores, aunque se use la misma cantidad de cemento; este aditivo provoca en el concreto o mortero la ausencia de vibración y facilita la colocación (McCormac & Brown, 2008).

1.7.1.4. Propiedades mecánicas del mortero

1.7.1.4.1. Resistencia a la compresión

Se denomina de esta manera al desempeño de las unidades de mortero, dentro de los ensayos de laboratorio este proceso se realiza fracturando cubos de 2” (Diseño utilizado para cemento portland y otros morteros). Para realizar el cálculo del esfuerzo ejercido sobre la probeta es necesario efectuar la división de la carga máxima total entre el área sometida directamente a la carga, fórmula que se expresa de la siguiente manera:

Ecuación 7: Fórmula de resistencia a la compresión

$$F_m = \frac{P}{A}$$

Fuente 19 MTC, 2016

Donde:

F_m = Resistencia a la compresión obtenida en MPa.

P = Carga máxima total en N.

A = Área de la superficie de carga en mm².

La variación de la sección transversal es de 1.5%, se debe realizar el cálculo empleando el área actual con la finalidad de reducir el margen de error en los resultados (MTC, 2016).

1.7.1.4.2. Resistencia a la penetración para tiempo de fraguado

El tiempo de fraguado es gradual por lo que este ensayo define el tiempo que demora en endurecer el mortero (resistencia a la penetración); su variable principal radica en el tiempo transcurrido y la penetración en el mortero. Este método se usa para determinar los efectos del contenido de agua, marca, tipo, cantidad de material cementoso, aditivos entre otros. También se usa para determinar el cumplimiento de ciertos parámetros básicos (ASTM, 1999) .

1.7.1.4.2.1. Factores que influyen en tiempo de fraguado

1.7.1.4.2.1.1. Tipo de cemento

El cemento en su variedad de tipos posee características que influyen directamente en el tiempo de fraguado y la velocidad con la que gana resistencias iniciales a condiciones normales de temperatura (Leonhardt, 1984) .

1.7.1.4.2.1.2. Temperatura

Las temperaturas favorables para el desarrollo normal son de 18°C y 25°C. Hasta 90° en calor puede acelerar el tiempo de fraguado, mientras que las temperaturas entre 18° y 5°C retrasan el endurecimiento del concreto significativamente (Leonhardt, 1984).

1.7.1.4.2.1.3. Recompactado

Mediante vibradores de inmersión se puede disminuir el tiempo de fraguado y acelerar el endurecimiento si es recompactado luego de 15 minutos a 45 minutos (Leonhardt, 1984).

1.7.1.4.3. Curado

El curado en altas y bajas temperaturas puede afectar el endurecimiento y propiedades físicas del material como la resistencia a la compresión, por lo que se recomienda que la estructura sea curada con paños húmedos o con una película de aditivo curados; como protección de los rayos directos del sol y siempre debe ser regado con agua fría. Si no se

toma en cuenta estos aspectos puede provocar fisura miento en las superficies (Leonhardt, 1984).

1.7.2. Estadística

Se denomina estadística a la ciencia encargada de la recolección, representación, análisis e interpretación de datos generados a través de una investigación; con la finalidad que una vez terminado todo este proceso se pueda deducir conclusiones precisas y estimaciones futuras (Salazar & Del Castillo, 2018).

1.7.2.1. Media Aritmética

La media aritmética se denomina a la tendencia central más usada y conocida. Simbolizada como \bar{x} por otro lado cuando se habla sobre población la simbología cambia a μ para obtener los resultados de la media aritmética se aplica las siguientes formulas (Dicovski, 2008).

- a. Media muestral:

Ecuación 8 Media muestral

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n}$$

Fuente 20 Manual de estadística UPN, 2006

Donde n es el tamaño de la muestra.

- b. Media poblacional:

Ecuación 9 Media poblacional

$$\mu = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_N}{N}$$

Fuente 21 Manual de estadística UPN, 2006

Donde N es el tamaño de la población.

1.7.2.2. Medida de dispersión

1.7.2.2.1. Varianza

La varianza es definida como el promedio aritmético de las diferencias existentes obtenido de cada uno de los valores del conjunto de datos, por otra parte, también se define como la media elevada al cuadrado tal y como se explica a continuación.

- a. Varianza para datos agrupados:

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$$

Ecuación 10 Varianza

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2}{N-1}$$

Fuente 22 Manual de estadística UPN, 2006

Donde x_i representa los datos de la muestra o los datos de población.
(Estuardo, 2012)

b. Varianza para datos no agrupados:

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 * f_i}{n-1}$$

Ecuación 11 Varianza para datos no agrupados

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2 * f_i}{N-1}$$

Fuente 23 Manual de estadística UPN, 2006

Donde x_i es la marca de clase. (Estuardo, 2012)

1.7.2.2.2. Desviación estándar

Se denomina en primera instancia a la marca de cada categoría cuya relación está relacionada con la media aritmética o los cuadrados de la marca establecida. Por lo que se expresa como la dispersión existente con respecto al promedio (Salazar & Del Castillo, 2018).

a. Desviación estándar para datos no agrupados:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Ecuación 12 Desviación estándar para datos no agrupados

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2}{N-1}}$$

Fuente 24 Manual de estadística UPN, 2006

b. Desviación estándar para datos agrupados:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 * f_i}{n-1}}$$

Ecuación 13 Desviación estándar para datos agrupados

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2 * f_i}{N-1}}$$

Fuente 25 Manual de estadística UPN, 2006

1.7.2.2.3. Coeficiente de variación

El coeficiente de variación sirve para determinar la variación en unidades de porcentaje en la mayoría de casos, con el propósito de comparar la variabilidad entre las distribuciones, también es denominado en muchas áreas como variación relativa (Martínez, 2000).

Ecuación 14 Coeficiente de variación

$$CV = \frac{S}{\bar{x}}$$

Fuente 26 Manual de estadística UPN, 2006

1.7.2.3. Variable aleatoria continua

1.7.2.3.1. Distribución normal

Aparece con mayor frecuencia en el comportamiento de fenómenos reales, Johann Carl Friedrich Gauss contribuyo en la aplicación en diferentes áreas del saber teoría de errores el cual es de mucha importancia en la ingeniería (Rustom, 2012).

Ecuación 15 Distribución normal

$$Y = \frac{N}{\sigma\sqrt{2\pi}} * e^{-\frac{z^2}{2\sigma^2}}$$

Fuente 27 Manual de estadística UPN, 2006

Donde:

N: es el número de datos

σ : es la desviación estándar de la distribución binomial

e: es la base de los logaritmos naturales

Ecuación 16 Variante estadística

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma}$$

Fuente 28 Manual de estadística UPN, 2006

Donde:

Z: es la variante estadística

X: es variable discreta

Ecuación 17 Desviación estándar de distribución nominal

$$\sigma = \sqrt{n * p * q}$$

Fuente 29 Manual de estadística UPN, 2006

Donde:

n: es el número de ensayos

p: es probabilidad de éxito en cada ensayo

q: es probabilidad de fracaso en cada ensayo

1.7.2.3.2. Distribución muestral

1.7.2.3.2.1. Tamaño de la muestra

En un contexto donde se aplica análisis estadístico, la muestra se denomina a una fracción de la población la cual es representativa y se utiliza para el estudio, dicho muestreo por lo general son probabilísticos donde todos los elementos pueden ser incluidos en la muestra extraída y por otro lado el muestreo no probabilístico se selecciona un tamaño representativo (Torres M. , 2015).

Ecuación 18 Formula de muestra para la presente investigación

$$n = \frac{Z^2 * \sigma^2}{E^2}$$

Fuente 30 Manual de estadística UPN, 2006

Donde:

N = es el tamaño de la muestra

Z = es el nivel de confianza

E = es el error

σ = es la varianza

1.7.2.3.3. Test de Shapiro-Wilk

Cuando la muestra es como máximo de tamaño 50 contrastando la normalidad con la prueba de Shapiro-Wilk. Para efectuarla se calcula la media y la varianza muestral, y se ordenan las observaciones de menor a mayor. (Pedrosa, Juarros, Basterio, & García, 2014)

1.7.2.3.4. Homogeneidad de varianza

1.7.2.3.4.1. Test Levene

El estadístico de prueba de Levene se define como:

Ecuación 19 Test de Levene

$$W = \frac{(N-k) \sum_{i=1}^k n_i (\bar{Z}_i - \bar{Z}_{..})^2}{(k-1) \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k (\bar{Z}_i - \bar{Z}_{..})^2}$$

Fuente 31 Manual de estadística UPN, 2006

Donde Z_{ij} puede tener una de las siguientes definiciones:

$Z_{ij} = |X_{ij} - \bar{X}_i|$ donde \bar{X}_i es la media del i -ésimo sub grupo.

$Z_{ij} = |X_{ij} - \tilde{X}_i|$ donde \tilde{X}_i es la mediana del i -ésimo sub grupo.

$Z_{ij} = |X_{ij} - \bar{X}'_i|$ donde \bar{X}'_i es la media recortada del i -ésimo sub grupo de los Z_{ij}

El test de Levene es una estadística inferencial utilizado para evaluar la igualdad de las varianzas para una variable calculada para dos o más grupos. El test de Levene evalúa esta hipótesis, se pone a prueba la hipótesis nula de que las varianzas poblacionales son iguales. Algunos procedimientos estadísticos comunes asumen que varianzas de las poblaciones de las que se extraen muestras diferentes son iguales (Correa, Iral, & Rojas, 2006).

1.7.2.3.5. Pruebas de hipótesis

1.7.2.3.5.1. Anova

El análisis de la varianza permite contrastar la hipótesis nula de que las medias de las poblaciones, frente a la hipótesis alternativa de que por lo menos una de las poblaciones difiere de las demás en cuanto a su valor esperado. Este contraste es fundamental en el análisis de resultados experimentales, en los que interesa comparar los resultados de K 'tratamientos' o 'factores' con respecto a la variable dependiente o de interés (Rustom, 2012).

Ecuación 20 Test de Levene

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Fuente 32 Manual de estadística UPN, 2006

Donde:

μ – Es el parámetro de escala común a todos los tratamientos, llamado

media global τ_i – Es un parámetro que mide el efecto del tratamiento

ϵ_{ij} – es el error atribuido a la medición y_i

1.7.2.3.5.2. Barras de error

Las barras de error funcionan como una gráfica que visualiza la variabilidad de los datos trazados en un gráfico cartesiano. Las barras de error ayudan a indicar el error estimado o la incertidumbre para dar una idea general de cuán precisa es una medición. Se pueden aplicar como Gráficos de Dispersión, Gráficos de Puntos, Gráficos de Barras o Gráficos de Líneas, para proporcionar una capa adicional de detalles sobre los datos presentados (TIBC, 2018).

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

- Según el propósito de la investigación: La presente investigación es aplicada debido a que se emplearán técnicas específicas para la recolección de datos y la elaboración de la presente.
- Según el diseño de investigación: El diseño de la investigación es experimental, los ensayos se realizarán siguiendo los parámetros establecidos en la norma.
- Diseño de investigación: El diseño de la investigación es experimental puro debido a que se puede manipular unos o más porcentajes de aditivo acelerante para mortero.

2.2. Población

La población está constituida por todo mortero elaborado con aditivo Sika 3 y por todo mortero elaborado con aditivo Chema 3 en porcentajes de 1%, 2%, 3%, 4% y 5% realizados en la ciudad de Trujillo en el año 2019.

2.3.Muestra

La población es tipo probabilística, se conoce de esta manera debido a que todos los elementos de la población tienen una probabilidad mayor de cero de ser seleccionada en la muestra.

Se realizó un muestreo estratificado ya que la población se sub divide en grupos (Tipo de aditivo, porcentaje de aditivo y número de días de curado).

Al solo poseer investigaciones similares, mas no iguales a la del presente proyecto se determinará la cantidad de probetas a ser analizada por medio de un muestreo probabilístico utilizando el muestreo aleatorio simple, aplicando valores que ya fueron establecidos en investigaciones anteriores.

$$N = \frac{Z^2 * \sigma^2}{e^2}$$

Donde:

N= Tamaño de la muestra.

Z= Nivel de confianza.

σ = Desviación estándar.

e= Error permisible.

Para el cálculo de la muestra necesaria para la resistencia a la compresión de los especímenes de mortero se aplicará los siguientes criterios, comenzando por el nivel de confianza el cual se determina utilizando la siguiente tabla.

Tabla 13 Nivel de confianza

VALORES DE LA DISTRIBUCIÓN NORMAL ESTANDARIZADA (Z)			
Nivel de Confianza(1- α)	Nivel de significancia (α)	Valor Z (Unilateral)	Valor Z (Bilateral)
90%=0.90	10% = 0.10	1.282	1.645
91%=0.91	9% = 0.09	1.341	1.695
92%=0.92	8% = 0.08	1.405	1.751

93%=0.93	7% = 0.07	1.476	1.812
94%=0.94	6% = 0.06	1.555	1.881
95%=0.95	5% = 0.05	1.645	1.960
96%=0.96	4% = 0.04	1.751	2.054
97%=0.97	3% = 0.03	1.881	2.170
98%=0.98	2% = 0.02	2.054	2.326
99%=0.99	1% = 0.01	2.326	2.576

Fuente 33 Manual de estadística UPN, 2016

- Para el ensayo de resistencia a la compresión

$$n_0 \geq \frac{Z^2 S^2}{E^2} = \frac{(1.96)^2 (11.39)^2}{(7.393)^2}$$

$$n_0 = 9.11 \cong 10$$

- ✓ n_0 = Muestra.
- ✓ Z = Nivel de confianza al 95%.
- ✓ S = Valor de la Desviación estándar (Valor tomado según NTP 339.051).
- ✓ E = Precisión (error máximo tolerable en la estimación del parámetro).

Z= 1.96 para un valor Z bilateral, donde se aplica una confianza del 95% y una significancia de 0.05 la cual será aplicada en la mayoría de criterios establecidos en la presente investigación debido a la variación que puede ser obtenida en laboratorio.

E=7.393 kg/cm², es el error calculado a partir del promedio mínimo 147.86 kg/cm² para morteros tipo S cuya capacidad se considera mínima (Alta capacidad de unión, dicha mampostería puede estar en contacto con el suelo) el cual según la Norma ASTM C 1329 “Standard Specification of Mortar Cement”.

S= 11.39 kg/cm², desviación estándar calculada a partir de la NTP 334.051 “Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento Portland

usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado” menciona que para el rango máximo permisible en una misma tanda de mortero será de 7.7%.

- Para el ensayo de penetración

$$n_0 \geq \frac{Z^2 S^2}{E^2} = \frac{(1.96)^2 (47)^2}{(50)^2}$$

$$n_0 = 3.39 \cong 4$$

- ✓ n_0 = Muestra.
- ✓ Z = Nivel de confianza al 95%.
- ✓ S = Valor de la Desviación estándar (Valor tomado según NTP 339.034).
- ✓ E = Precisión (error máximo tolerable en la estimación del parámetro).

$Z = 1.96$ para un valor Z bilateral, donde se aplica una confianza del 95% y una significancia de 0.05 la cual será aplicada en la mayoría de criterios establecidos en la presente investigación debido a la variación que puede ser obtenida en laboratorio.

$E = 50$ minutos, calculada a partir de la ASTM C 403 “Time of setting of concrete mixtures by penetration resistance” donde indica que para aquellos morteros que no usen algún tipo de acelerante será de 10 minutos a 1000 minutos en promedio.

$S = 47$ minutos, calculada tomando en cuenta que el máximo tiempo de fraguado según la ASTM C 403 “Time of setting of concrete mixtures by penetration resistance” el rango para aquellos morteros que no usen algún tipo de acelerante será de 10 minutos a 1000 minutos. Y para obtener la desviación estándar se utilizará el coeficiente de variación para un simple operador realizando el ensayo en diferentes lotes en días por separado es de 4.7%.

Tabla 14 Numero de probetas para resistencia a la compresión

NÚMERO DE PROBETAS PARA ANALIZAR EN EL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			
Tipo de probetas	Porcentaje de aditivo con respecto al cemento	Tiempo curado	Nº de probetas
Patrón	0%	3 días	10
Patrón	0%	7 días	10
Patrón	0%	14 días	10
Mortero con aditivo Sika-3	1%	3 días	10
Mortero con aditivo Sika-3	1%	7 días	10
Mortero con aditivo Sika-3	1%	14 días	10
Mortero con aditivo Sika-3	2%	3 días	10
Mortero con aditivo Sika-3	2%	7 días	10
Mortero con aditivo Sika-3	2%	14 días	10
Mortero con aditivo Sika-3	3%	3 días	10
Mortero con aditivo Sika-3	3%	7 días	10
Mortero con aditivo Sika-3	3%	14 días	10
Mortero con aditivo Sika-3	4%	3 días	10
Mortero con aditivo Sika-3	4%	7 días	10
Mortero con aditivo Sika-3	4%	14 días	10
Mortero con aditivo Sika-3	5%	3 días	10
Mortero con aditivo Sika-3	5%	7 días	10
Mortero con aditivo Sika-3	5%	14 días	10
Mortero con aditivo Chema-3	1%	3 días	10
Mortero con aditivo Chema-3	1%	7 días	10
Mortero con aditivo Chema-3	1%	14 días	10
Mortero con aditivo Chema-3	2%	3 días	10

Mortero con aditivo Chema-3	2%	7 días	10
Mortero con aditivo Chema-3	2%	14 días	10
Mortero con aditivo Chema-3	3%	3 días	10
Mortero con aditivo Chema-3	3%	7 días	10
Mortero con aditivo Chema-3	3%	14 días	10
Mortero con aditivo Chema-3	4%	3 días	10
Mortero con aditivo Chema-3	4%	7 días	10
Mortero con aditivo Chema-3	4%	14 días	10
Mortero con aditivo Chema-3	5%	3 días	10
Mortero con aditivo Chema-3	5%	7 días	10
Mortero con aditivo Chema-3	5%	14 días	10
TOTAL, DE PROBETAS			330

Fuente 34 Elaboración Propia, 2019

Para el análisis de las muestras con respecto a su tiempo de fraguado, se emplearán 44 muestras de concreto fresco, las cuales se describe de forma más detallada en la siguiente tabla.

Tabla 15 Número de muestras para ensayo de tiempo de fraguado final

NÚMERO DE MUESTRAS PARA ANALIZAR EN EL ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO FINAL		
Tipo de probetas	Porcentaje de aditivo con respecto al cemento	N° de muestras
Patrón	0%	4
Mortero con aditivo Sika-3	1%	4
Mortero con aditivo Sika-3	2%	4
Mortero con aditivo Sika-3	3%	4
Mortero con aditivo Sika-3	4%	4
Mortero con aditivo Sika-3	5%	4
Mortero con aditivo Chema-3	1%	4

Mortero con aditivo Chema-3	2%	4
Mortero con aditivo Chema-3	3%	4
Mortero con aditivo Chema-3	4%	4
Mortero con aditivo Chema-3	5%	4
TOTAL, DE MUESTRAS		44

Fuente 35 Elaboración propia, 2019

2.4. Unidad de estudio

La unidad de estudio se constituyó por todas lo cubos de mortero cuyas dimensiones son de 5 cm x 5 cm x 5cm, en la siguiente tabla se muestra a más detalle las características del cubo de mortero.

Tabla 16 Descripción de los cubos de mortero

PROBETA CUBICA	
	Dimensiones
	Altura: 5 cm ó 50 mm
	Ancho: 5 cm ó 50 mm
	Largo: 5 cm ó 50 mm
	Composición
	-Cemento portland tipo I
	-Agregado fino (arena)
	-Agua potable
	-Aditivo Sika 3 ó Aditivo Chema 3 (1%,2%,3%,4% y 5%)



Fuente 36 Elaboración propia, 2019

El mortero en estado fresco para el ensayo de penetración contendrá la misma composición que los cubos de mortero, pero las dimensiones varían de acuerdo al área necesaria para realizar el hincado.

2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Como principal medio para esta investigación se empleó la técnica de la observación debido a que esta permite obtener datos cuantitativos de nuestra variable, siendo el eje principal para comprender el comportamiento que tuvo el mortero a medida que se le aumentó el porcentaje de aditivo.

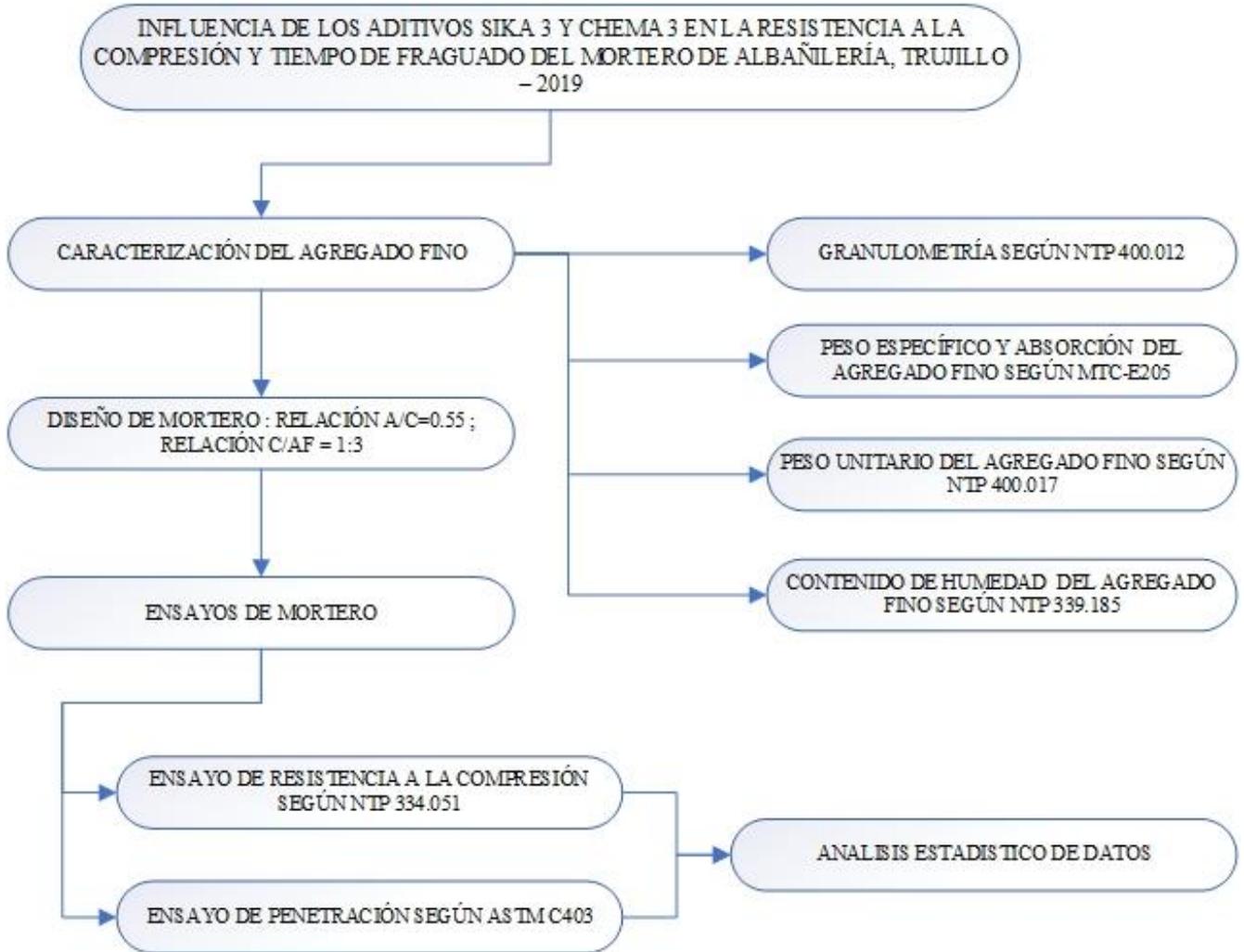
2.6. Técnicas e instrumentos de análisis de datos

El instrumento empleado fue las guías de observación en las cuales se colocan los datos más importantes de los resultados obtenidos en el laboratorio de Tecnología del concreto de la Universidad Privada del Norte donde se realizaron los ensayos de caracterización de agregado fino, resistencia a la compresión y tiempo de fraguado. Además, estos fueron visados por el MSc Ing. Wiston Herny Azañedo Medina y por el personal que radica en laboratorio al momento de realizar los ensayos correspondientes.

Para el análisis estadístico de la presente investigación se utilizó el método de inferencia estadística; ya que, a partir de la información empírica proporcionada por la muestra, se podrá inducir el comportamiento de la población teniendo un riesgo de error mínimo medible en términos probabilísticos.

La prueba de hipótesis es paramétrica porque se hará una suposición de datos para determinar si es o no válida. Para esto es necesario realizar una suposición de datos que se midan en escala de intervalos. Por lo tanto, para la prueba de hipótesis se empleó Análisis de varianza (ANOVA), debido a que se comparó más de dos variables dependientes; para seguridad en los resultados se utilizó el software de IBM denominado Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) en el cual se realizó la comparativa de los resultados de resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de los especímenes de mortero convencional y mortero con aditivo Chema 3 y Sika 3 en porcentajes de 1%, 2%, 3%, 4% y 5% respectivamente. Finalmente, en Excel se procesaron los datos en graficas con la finalidad de que los resultados sean más entendibles para el lector.

2.7. Esquema del procedimiento experimental



2.8. Procedimiento experimental

2.8.1. Selección de materia prima

El agregado fino fue extraído de cantera ubicada a los alrededores de Trujillo perteneciente al sector El Milagro-Trujillo, con el objetivo de observar la calidad de materia de uno de los proveedores de la localidad. Además, para la elaboración de probetas y muestras de mortero se ha empleado cemento Pacasmayo Tipo I, debido que este no presenta aditivos dentro de sus componentes al momento de su fabricación por lo que podremos observar la eficiencia de los aditivos acelerantes. También se tomó en cuenta la elaboración con la calidad del agua, al ser realizada la presente investigación en el

Laboratorio de Tecnología del Concreto ubicado en la ciudad de Trujillo y con una fuente de agua potable según lo especificado en la Norma Técnica Peruana 339.08 “Requisitos del agua para el concreto” a pesar un material distinto al mortero se toma lo mismos criterios para la calidad del trabajo. Finalmente, con respecto a los aditivos acelerantes Sika 3 y Chema 3, son materiales comerciales los cuales tienen una presentación de 1 galón cada uno; se verificó al igual que el cemento que se encuentre totalmente sellado y no tenga ningún intento de ser abierto.

2.8.2. Caracterización del agregado

Los ensayos de caracterización de agregados serán realizados de acuerdo a los procedimientos establecidos en la Norma Técnica Peruana para cada característica específica.

2.8.2.1. Granulometría del agregado fino según NTP 400.012

Los procedimientos según la Norma Técnica peruana 400.012 se interpretaron de la siguiente manera:

- La muestra de agregado fue seleccionada por cuarteo, la cual deberá ser secada en horno por 24 horas hasta peso constante.
- Para el agregado fino la norma recomienda el uso de 500 g mínimo, con la finalidad de obtener el resultado más óptimo y no saturar con materia la abertura de los tamices.
- Luego se apiló los tamices de forma decreciente dependiendo de la abertura de este, en la parte baja de la torre de tamices se colocó un fondo sin malla de aberturas el cual sirvió como recipiente para las partículas más finas; por otro lado, en la parte superior se utilizó una tapa para que el movimiento de la torre no provoque el desperdicio de material.
- La torre de tamices debe ser agitada por un lapso entre 10 a 15 minutos.
- Con los pesos obtenidos en cada tamiz se calculó el módulo de finura y se graficó la curva granulométrica, tomando en cuenta la siguiente fórmula.

Ecuación 21 Formula para obtener el módulo de finura

$$MF = \frac{\text{Porcentajes retenidos acumulados}}{100}$$

Fuente 37 Elaboración propia, 2019

El porcentaje retenido acumulado será de los tamices N°100, N°50, N°30, N°16, N°8, N°4.

2.8.2.2. Peso específico y absorción del agregado fino según MTC E 205

Los procedimientos según la Ministerio de Transporte y Comunicaciones se interpretaron de la siguiente manera:

- Para realizar el ensayo se colocó 1 kg de agregado fino en el horno a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- Luego de transcurrir 24 horas el material fue retirado y se colocó en un recipiente con agua con la finalidad de obtener su saturación por 24 horas.
- El material debe ser trasladado y colocado encima de un contenedor que tuvo por debajo una estufa la cual permitirá el paso del calor y provoco el secado del material, se recomienda estar agitando el material continuamente con la finalidad de que elimine humedad de forma homogénea.
- Con la finalidad de obtener la humedad óptima, se utilizó un cono de acero de 40 mm de diámetro superior y 90 mm de diámetro inferior, en el cual se llenó con material proveniente de la estufa, rellenando en 3 capas y apisonando 25 veces por cada capa.
- La humedad óptima se obtiene cuando el cono es retirado y el material contenido dentro de él se mantiene en 2/3 de su forma original.
- De inmediato se introdujo 500 g del material proveniente del cono en la fiola de vidrio, para luego ser llenado hasta la marca de 500 cm³ con agua a una temperatura de $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.
- Es necesario que se elimine todo el aire contenido dentro de la fiola con el material por lo que se procede a agitar, y una vez culminado este proceso se

deja reposar hasta que todas las partículas se encuentren en le fondo del recipiente.

- Por último, el agregado es retirado del frasco y se coloca en el horno por 24 horas, para realizar los cálculos necesarios para obtener la absorción y el peso específico se utilizó la siguiente fórmula.

Ecuación 22 Fórmula de Peso específico del agregado fino

$$\text{Peso específico} = \frac{W_o \times 100}{(V - V_a)}$$

Fuente 38 Norma Técnica Peruana 400.022, 2013

Ecuación 23 Fórmula de Absorción

$$\text{Absorción} = \frac{(500 - W_o) \times 100}{W_o}$$

Fuente 39 Norma Técnica Peruana 400.022, 2013

Donde:

W_o = Peso en el aire de la muestra secada en el horno (g).

V = Volumen del frasco (cm³).

V_a = Peso en gramos o volumen añadido al frasco (cm³).

2.8.2.3. Peso unitario del agregado fino según NTP 400.017

Los procedimientos según la Norma Técnica peruana 400.017 se interpretaron de la siguiente manera:

- El recipiente se procedió a calibrar llenándolo totalmente de agua y pesándolo, y luego se midió la temperatura con la finalidad de obtener el peso específico del agua el cual varía de acuerdo a la temperatura del agua.
- Para obtener el peso unitario suelto seco del agregado fino se procedió a verter el material a una altura no mayor de 5 cm medido desde el borde del recipiente.
- El recipiente con el material es pesado con la finalidad de obtener el resultado del peso unitario suelto seco.
- Por otro lado, para obtener el peso unitario compactado seco se procedió a verter el material en tres capas, cada capa ser apisonada con una varilla de punta redonda, con la finalidad de eliminar los vacíos; tomando en cuenta que la varilla no debe golpear el fondo del recipiente.

- De la misma manera que el ensayo anterior se pesó el recipiente con la muestra compactada, cada ensayo de peso unitario se realizó tres veces.

Ecuación 24 Fórmula para obtener el PUCS o PUSS

$$M=(G-T) \times F$$

Fuente 40 Elaboración propia, 2019

Donde:

M= Peso unitario del agregado en (kg/m³).

G= Peso del recipiente de medida más el agregado (kg).

T= Peso del recipiente de medida (kg).

F= Factor del recipiente de medida (m⁻³).

2.8.2.4. Contenido de humedad por secado del agregado fino según NTP 339.185

Los procedimientos según la Norma Técnica peruana 339.185 se interpretaron de la siguiente manera:

- La norma recomienda utilizar un mínimo de 500 g de material para la muestra de agregado fino.
- El material seleccionado por cuarteo es colocado dentro del horno a una temperatura de 110°C±5°C.
- Se dejó el material por 24 horas hasta obtener un peso constante el cual representa la falta de agua dentro del material.

Ecuación 25 Fórmula para obtener el porcentaje de humedad del agregado

$$P = \frac{W-D}{D} \times 100$$

Fuente 41 Elaboración propia, 2019

Donde:

P= Contenido de humedad evaporable (%).

W= Masa de la muestra húmeda antes del horno (g).

D= Masa de la muestra seca (g).

2.8.2.5. Resistencia a la compresión de cubos de mortero según NTP 334.051

Los procedimientos según la Norma Técnica peruana 334.051 se interpretaron de la siguiente manera:

- Previo a el uso de la prensa hidráulica, el mortero convencional fue creado a partir de la dosificación a/c = 0.55 y c/af=1:3, a partir de ello se le añade los distintos porcentajes de aditivo.
- Luego se realiza el llenado en dos capas, las cuales fueron apisonadas 32 veces por cada capa, con un pisón que asegure la correcta compactación del material.
- Transcurrido 24 horas luego de la elaboración de los cubos, se retira del molde cubico y se procedió a colocarlo en la posa de curado con agua y cal.
- Los cubos fueron ensayados después de transcurrir 3 días, 7 días y 14 días con la finalidad de obtener las mejoras de resistencias iniciales.
- Para el cálculo de la resistencia a la compresión se utilizó la siguiente fórmula.

Ecuación 26 Fórmula de resistencia a la compresión

$$F'c = \frac{P_{max}}{A}$$

Fuente 42 Norma Técnica Peruana 339.051, 2016

Donde:

F'c= Resistencia a la compresión (MPa)

Pmax= Carga máxima de rotura (N)

A= Área del cubo de mortero (mm²)

2.8.2.6. Ensayo de penetración según ASTM C403

Los procedimientos según la Norma ASTM C403 se interpretaron de la siguiente manera:

- Para realizar el presente ensayo se procedió a utilizar mortero con las especificaciones antes descritas.
- El molde cilíndrico de 20 cm de alto con 15 cm de diámetro fue llenado hasta una pulgada por debajo del borde, de este modo se evita que la presión de la aguja provoque que el material se desperdicie fuera del molde.

- Las agujas se emplearon de manera decreciente, y se cambiaron cuando la presión se encontraba superior a 120 psi, pero menos de 200 psi.
- La primera hincada se realizó entre 1 hora a 2 horas de realizado el contacto de agua y cemento, a partir de la segunda hincada el tiempo entre cambio de agujas fue de 30 minutos hasta 1 hora y media; dependiendo del porcentaje de aditivo que se añadió a la mezcla.
- Una vez terminado el ensayo se genera el gráfico de presión y dimensión de la aguja con los valores establecidos, para obtener el tiempo de fraguado inicial la penetración debe ser igual a 500 psi por otro lado para el tiempo de fraguado final la penetración debe ser de 4000 psi.

2.9. Aspectos Éticos

La presente investigación tiene validez científica debido a que los ensayos realizados siguieron los procedimientos de normas nacionales, así como también de normativas internacionales, además la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de las muestras de mortero fueron analizadas con medios estadísticos con la finalidad de obtener los resultados más cercanos con una medida de error mínima. La selección de la muestra fue determinada con la mayor probabilidad de usar estos porcentajes en un ambiente real, también fue valorado por expertos en la materia y personal calificado de la Universidad Privada del Norte, la cual además posee instrumentos calibrados que otorgan fiabilidad en los resultados obtenidos.

2.10. Limitaciones

Como limitación se tuvo la manufacturación de los moldes metálicos los cuales debían cumplir con los estándares de la Norma Técnica Peruana y obtener los 5 cm de arista que se recomienda. Además, durante el desarrollo de la presente investigación para el año 2020 se tuvo un suceso de carácter mundial debido a un virus que fue causante del congelamiento de las actividades y por ello se vio afectado la obtención de insumos, materiales y comunicación con los profesionales.

CAPITULO III. RESULTADOS

3.1. Diseño de mezcla para mortero de asentado

Para la obtención de testigos de mortero en estado endurecido y muestras de mortero en estado fresco, se plantea la siguiente dosificación:

- Relación agua cemento (a/c): 0.55
- Dosificación cemento – agregado fino: 1:3

Para una mezcla de mortero para asentado será necesario las siguientes proporciones 1 bolsas de cemento, 0.12 m³ de arena y 0.03 m³ de agua. Con respecto al aditivo al 1% se plantea utilizar 0.425 litros, al 2% se plantea usar 0.85 litros, al 3% se plantea utilizar 1.28 litros, al 4% se plantea utilizar 1.7 litros y al 5% se plantea utilizar 2.13 litros.

3.2. Peso específico y absorción del agregado fino según la NTP 400.021

El peso específico y absorción del agregado fino obtuvo un resultado promedio de 2790 kg/m³ para el peso específico y 0.94% de absorción.

Tabla 17 Peso específico y absorción del agregado fino

MUESTRA	1	2	3
Peso de muestra preparada (g)	500	500	500
Peso del frasco sin agua (g)	152	162	162
Peso del frasco volumétrico con agua hasta los 1000 cm ³ (g)	640	670	670
Volumen del frasco (g)	498	498	498
Peso del frasco volumétrico + muestra preparada (g)	977	980	981
Peso en gramos o volumen en cm ³ de agua añadida al frasco (g)	337	310	311
Peso en el aire de la muestra secada al horno (g)	495	495	496
Peso específico de masa (Pem) (kg/m ³)	3080	2630	2650
Peso específico de masa saturada con superficie seca (Pess) (kg/m ³)	3100	2660	2670
Peso específico aparente (Pea) (kg/m ³)	3170	2710	2710
Absorción (%)	1.01	1.01	0.81

Fuente 43 Elaboración propia, 2019

3.3. Peso unitario del agregado fino según NTP 400.017

El peso unitario compactado del agregado fino obtuvo un resultado promedio de 1770 kg/m³ y el peso unitario suelto promedio es de 1680 kg/m³.

Tabla 18 Peso unitario suelto y compactado del agregado fino

Peso unitario suelto y compactado del agregado fino (kg/m ³)				
Nº de ensayo:	1	2	3	PROMEDIO
Peso del molde (kg)	5.32	5.32	5.32	
P.U.C. Peso del molde + muestra (kg)	30.37	30.38	30.35	
Peso de la muestra (kg)	25.05	25.06	25.03	
P.U.S. Peso del molde + muestra (kg)	29.10	29.05	28.85	
Peso de la muestra (kg)	23.78	23.73	23.53	
P.U.C. (kg/m ³)	1773.52	1774.22	1772.10	1770
P.U.S. (kg/m ³)	1683.60	1680.06	1665.90	1680

Fuente 44 Elaboración propia, 2019

3.4. Contenido de humedad del agregado fino según la NTP 339.185

El contenido de humedad del agregado fino obtuvo un resultado promedio de 0.18%.

Tabla 19 Contenido de humedad del agregado fino

Contenido de humedad del agregado fino			
	1	2	3
Peso húmedo solo muestra (g)	500.00	500.00	500.00
Peso de la tara (g)	110.00	200.32	150.60
Peso de la tara + material (g)	608.10	698.62	648.40
Peso seco (g)	499.50	499.00	498.80
Porcentaje de humedad (%)	0.10	0.20	0.24
Promedio (%)	0.18		

Fuente 45 Elaboración propia, 2019

El agregado fino fue sometido a tres repeticiones con la finalidad de obtener un promedio del módulo de fineza, de este modo se asegura un resultado óptimo.

3.5. Granulometría del agregado fino según la NTP 400.012

El módulo de finura o módulo de fineza promedio obtenido luego de realizar los ensayos según indica la norma técnica peruana es de 2.48.

Tabla 20 Granulometría del agregado fino- muestra 1

Muestra 1					
Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	% Peso Retenido	% Peso Retenido Acumulado	% Peso que Pasa
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.75	10.00	2.00	2.00	98.00
N° 8	2.36	20.00	4.00	6.00	94.00
N° 16	1.18	55.00	11.00	17.00	83.00
N° 30	0.60	130.00	26.00	43.00	57.00
N° 50	0.30	145.00	29.00	72.00	28.00
N° 100	0.15	120.00	24.00	96.00	4.00
Fondo	0.00	20.00	4.00	100.00	0.00
		500.00	100.00	MF	2.36

Fuente 46 Elaboración propia, 2019

Tabla 21 Granulometría del agregado fino - muestra 2

Muestra 2					
Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	% Peso Retenido	% Peso Retenido Acumulado	% Peso que Pasa
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.75	5.00	1.00	1.00	99.00
N° 8	2.36	10.00	2.00	3.00	97.00
N° 16	1.18	75.00	15.00	18.00	82.00
N° 30	0.60	145.00	29.00	47.00	53.00
N° 50	0.30	120.00	24.00	71.00	29.00
N° 100	0.15	135.00	27.00	98.00	2.00
Fondo	0.00	10.00	2.00	100.00	0.00
		500.00	100.00	MF	2.38

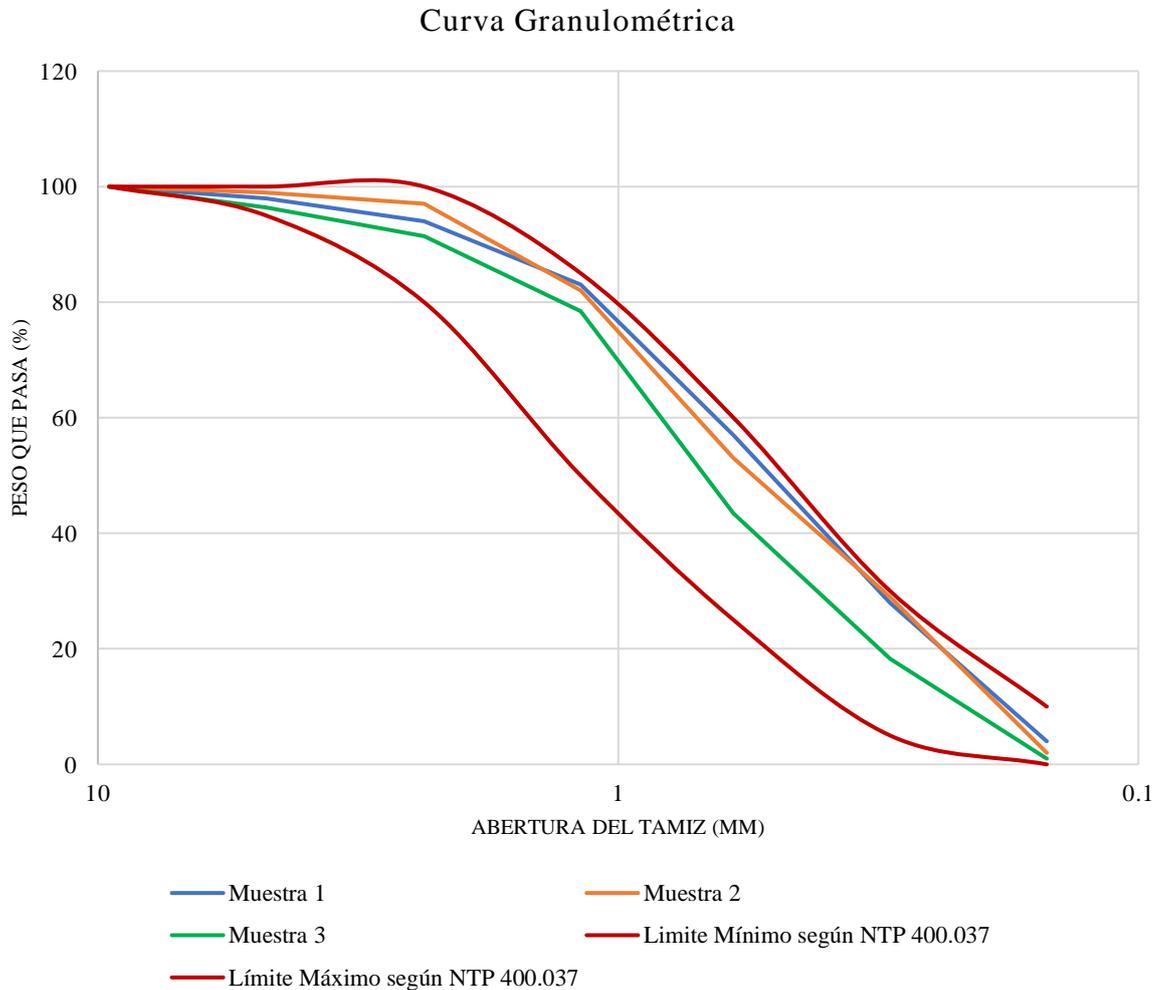
Fuente 47 Elaboración propia, 2019

Tabla 22 Granulometría del agregado fino - muestra 3

Tamiz	Abertura (mm)	Muestra 3			
		Peso retenido (g)	% Peso Retenido	% Peso Retenido Acumulado	% Peso que Pasa
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.75	18.00	3.60	3.60	96.40
N° 8	2.36	24.70	4.94	8.54	91.46
N° 16	1.18	65.32	13.07	21.61	78.39
N° 30	0.60	175.00	35.01	56.61	43.39
N° 50	0.30	125.45	25.09	81.71	18.29
N° 100	0.15	86.45	17.29	99.00	1.00
Fondo	0.00	5.00	1.00	100.00	0.00
		499.92	99.98	MF	2.71

Fuente 48 Elaboración propia, 2019

Gráfico 1 Curva granulométrica del agregado fino



Fuente 49 Elaboración propia, 2019

3.6. Ensayo de tiempo de fraguado por resistencia a la penetración según la norma ASTM C403

Los ensayos de resistencia a la penetración se realizaron 4 veces por muestra, con la finalidad de aceptar un valor promedio aceptable.

3.6.1. Resistencia a la penetración y tiempo de fraguado de la muestra patrón

El tiempo de fraguado inicial obtenido en la prueba es de 282 minutos, por otro lado, el tiempo de fraguado final obtenido es de 553 minutos.

Tabla 23 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra patrón - ensayo 1

Nº	Aguja Área (in)	Presión (lb)	Tiempo transcurrido	Área de aguja (in)	Resistencia a la penetración (psi)	Tiempo en minutos	Hora	Minuto
1	1"	120	2:54:00	1.0000	120.00	174	2	54
2	1/2"	120	4:10:00	0.5000	240.00	250	4	10
3	1/4"	122	4:31:00	0.2500	488.00	271	4	31
4	1/10"	138	6:45:00	0.1000	1,380.00	405	6	45
5	1/20"	122	7:20:00	0.0500	2,440.00	440	7	20
6	1/40"	122	10:20:00	0.0250	4,880.00	620	10	20

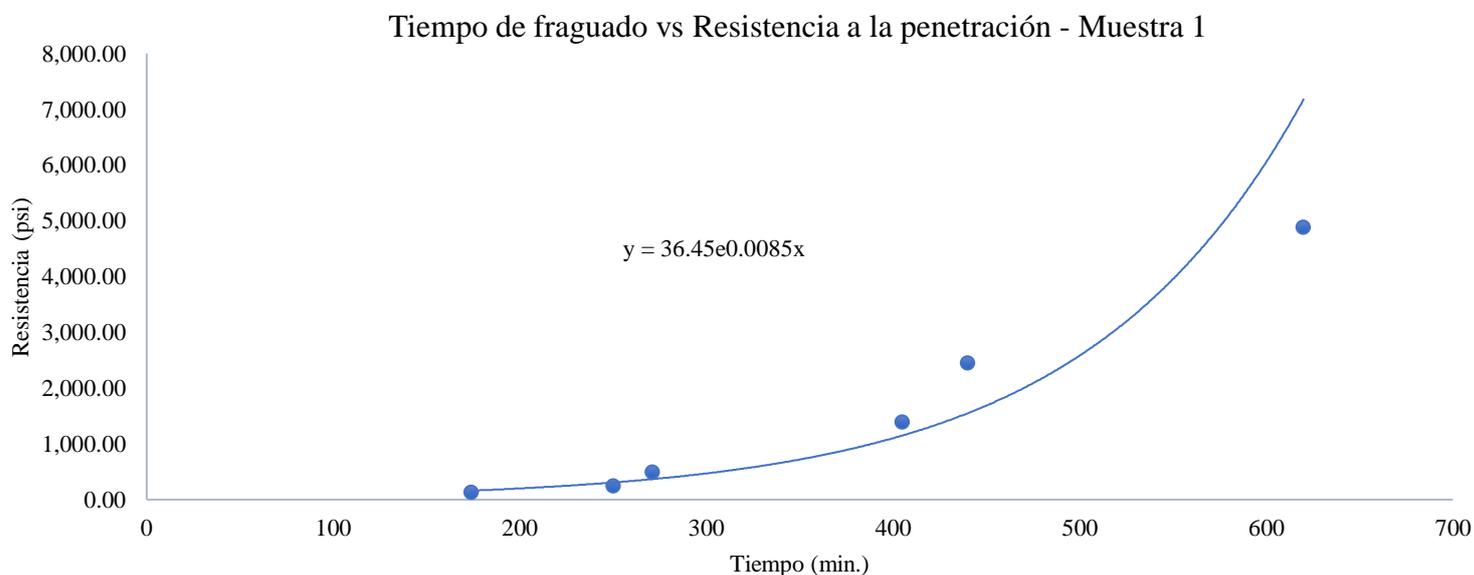
Fuente 50 Elaboración propia, 2019

Tabla 24 Tiempo de fraguado inicial y final muestra patrón - ensayo 1

Tiempo de fraguado Inicial (min)	282
Tiempo de fraguado final (min)	553

Fuente 51 Elaboración propia, 2019

Gráfico 2 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración - muestra 1



Fuente 52 Elaboración propia, 2019

El tiempo de fraguado inicial obtenido en la prueba es de 291 minutos, por otro lado, el tiempo de fraguado final obtenido es de 559 minutos.

Tabla 25 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra patrón - ensayo 2

Nº	Aguja Área (in)	Presión (lb)	Tiempo transcurrido	Área de aguja (in)	Resistencia a la penetración (psi)	Tiempo en minutos	Hora	Minuto
1	1"	130	3:10:00	1.0000	130.00	190	3	10
2	1/2"	148	4:00:00	0.5000	296.00	240	4	0
3	1/4"	136	5:00:00	0.2500	544.00	300	5	0
4	1/10"	120	7:35:00	0.1000	1200.00	455	7	35
5	1/20"	126	8:00:00	0.0500	2520.00	480	8	0
6	1/40"	160	10:20:00	0.0250	6400.00	620	10	20

Fuente 53 Elaboración propia, 2019

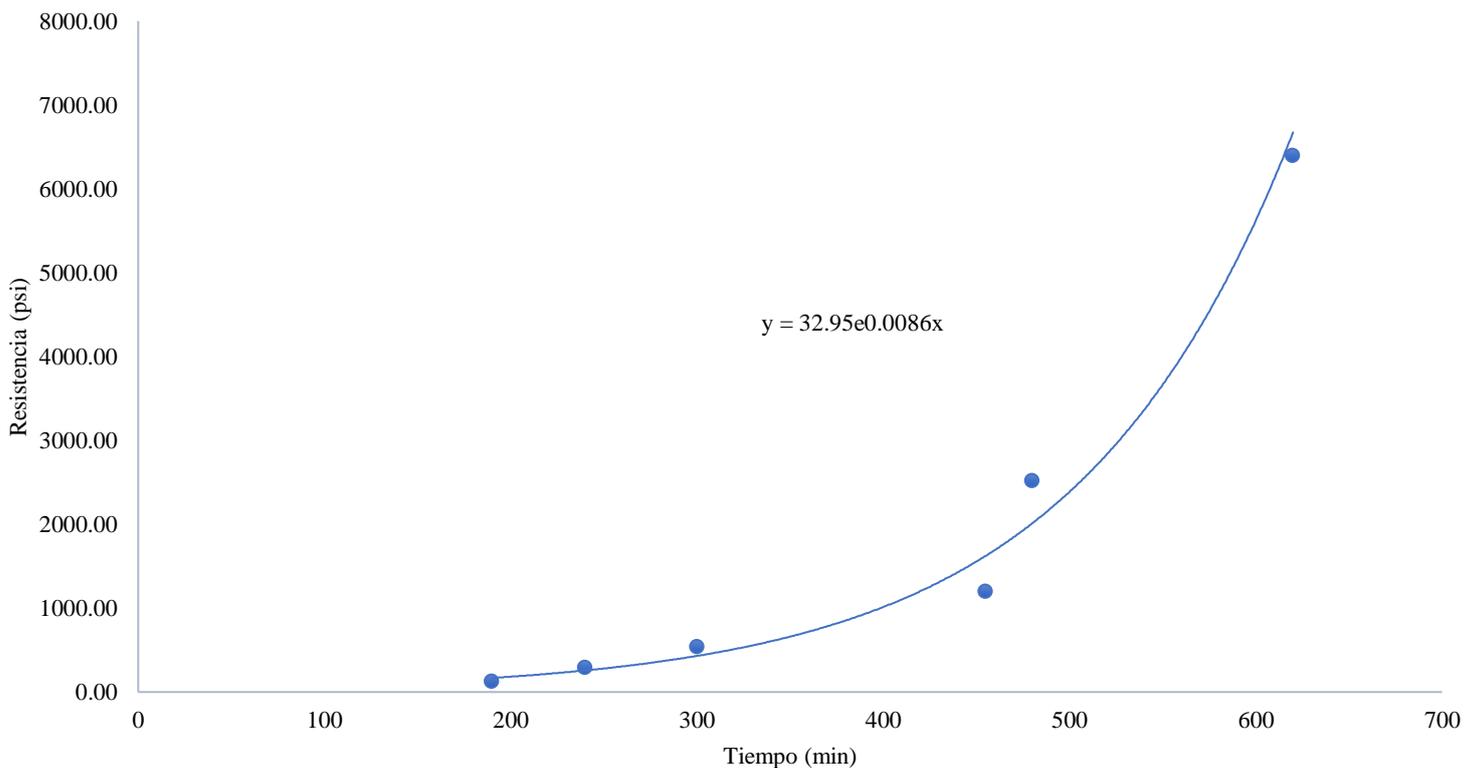
Tabla 26 Tiempo de fraguado inicial y final muestra patrón - ensayo 2

Tiempo de fraguado Inicial (min)	291
Tiempo de fraguado final (min)	559

Fuente 54 Elaboración propia, 2019

Gráfico 3 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración - muestra 2

Tiempo de fraguado vs Resistencia a la penetración - Muestra 2



Fuente 55 Elaboración propia, 2019

El tiempo de fraguado inicial obtenido en la prueba es de 290 minutos, por otro lado, el tiempo de fraguado final obtenido es de 561 minutos.

Tabla 27 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra patrón - ensayo 3

Nº	Aguja Área (in)	Presión (lb)	Tiempo transcurrido	Área de aguja (in)	Resistencia a la penetración (psi)	Tiempo en minutos	Hora	Minuto
1	1"	160	3:00:00	1.0000	160.00	180	3	0
2	1/2"	142	4:20:00	0.5000	284.00	260	4	20
3	1/4"	128	5:30:00	0.2500	512.00	330	5	30
4	1/10"	180	7:26:00	0.1000	1800.00	446	7	26
5	1/20"	130	8:20:00	0.0500	2600.00	500	8	20
6	1/40"	140	10:20:00	0.0250	5600.00	620	10	20

Fuente 56 Elaboración propia, 2019

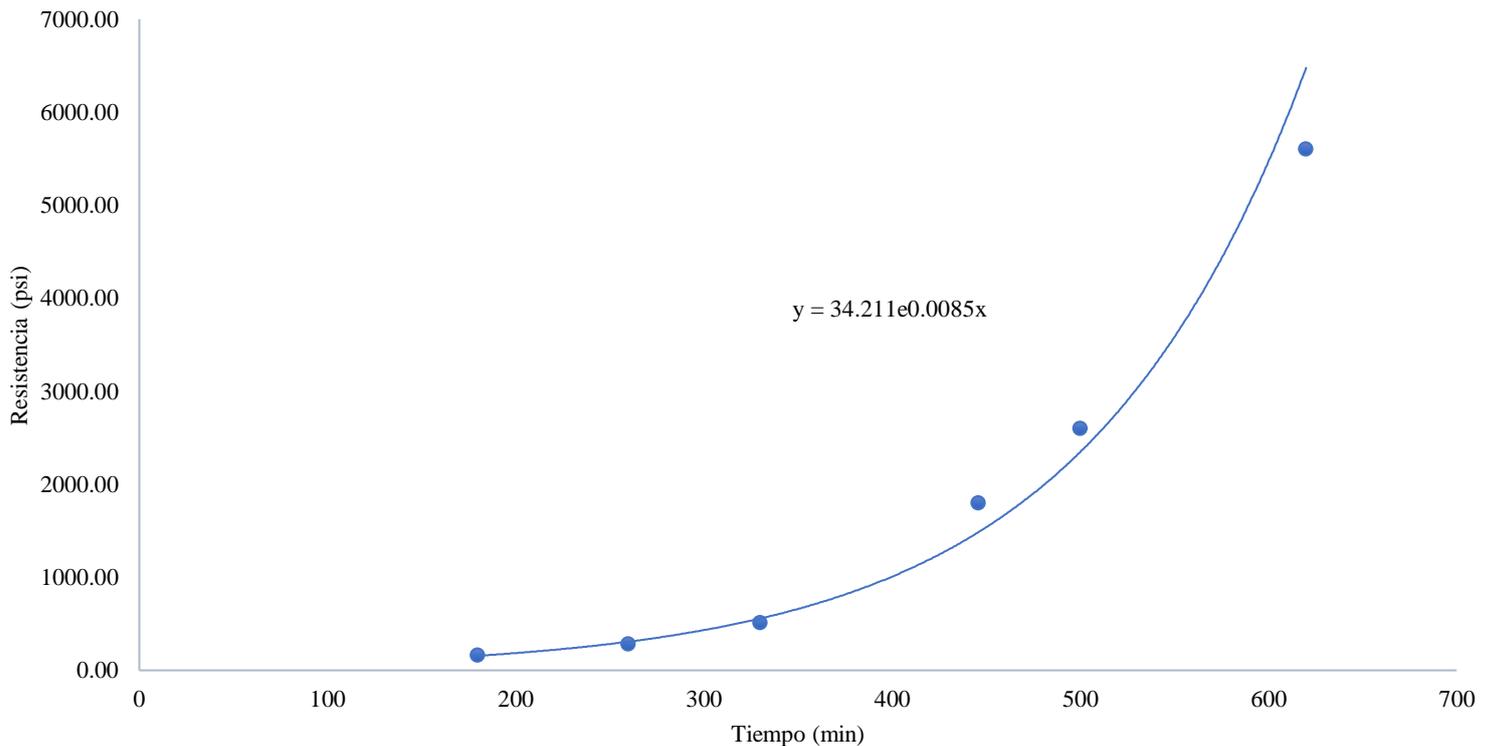
Tabla 28 Tiempo de fraguado inicial y final muestra patrón - ensayo 3

Tiempo de fraguado Inicial (min)	290
Tiempo de fraguado final (min)	561

Fuente 57 Elaboración propia, 2019

Gráfico 4 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración - muestra 3

Tiempo de fraguado vs Resistencia a la penetración - Muestra 3



Fuente 58 Elaboración propia, 2019

El tiempo de fraguado inicial obtenido en la prueba es de 273 minutos, por otro lado, el tiempo de fraguado final obtenido es de 561 minutos.

Tabla 29 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra patrón – ensayo 4

Aguja N°	Área (in)	Presión (lb)	Tiempo transcurrido	Área de aguja (in)	Resistencia a la penetración (psi)	Tiempo en minutos	Hora	Minuto
1	1"	120	3:00:00	1.0000	120.00	180	3	0
2	1/2"	120	3:30:00	0.5000	240.00	210	3	30
3	1/4"	184	4:50:00	0.2500	736.00	290	4	50
4	1/10"	186	6:54:00	0.1000	1860.00	414	6	54
5	1/20"	136	9:10:00	0.0500	2720.00	550	9	10
6	1/40"	154	10:20:00	0.0250	6160.00	620	10	20

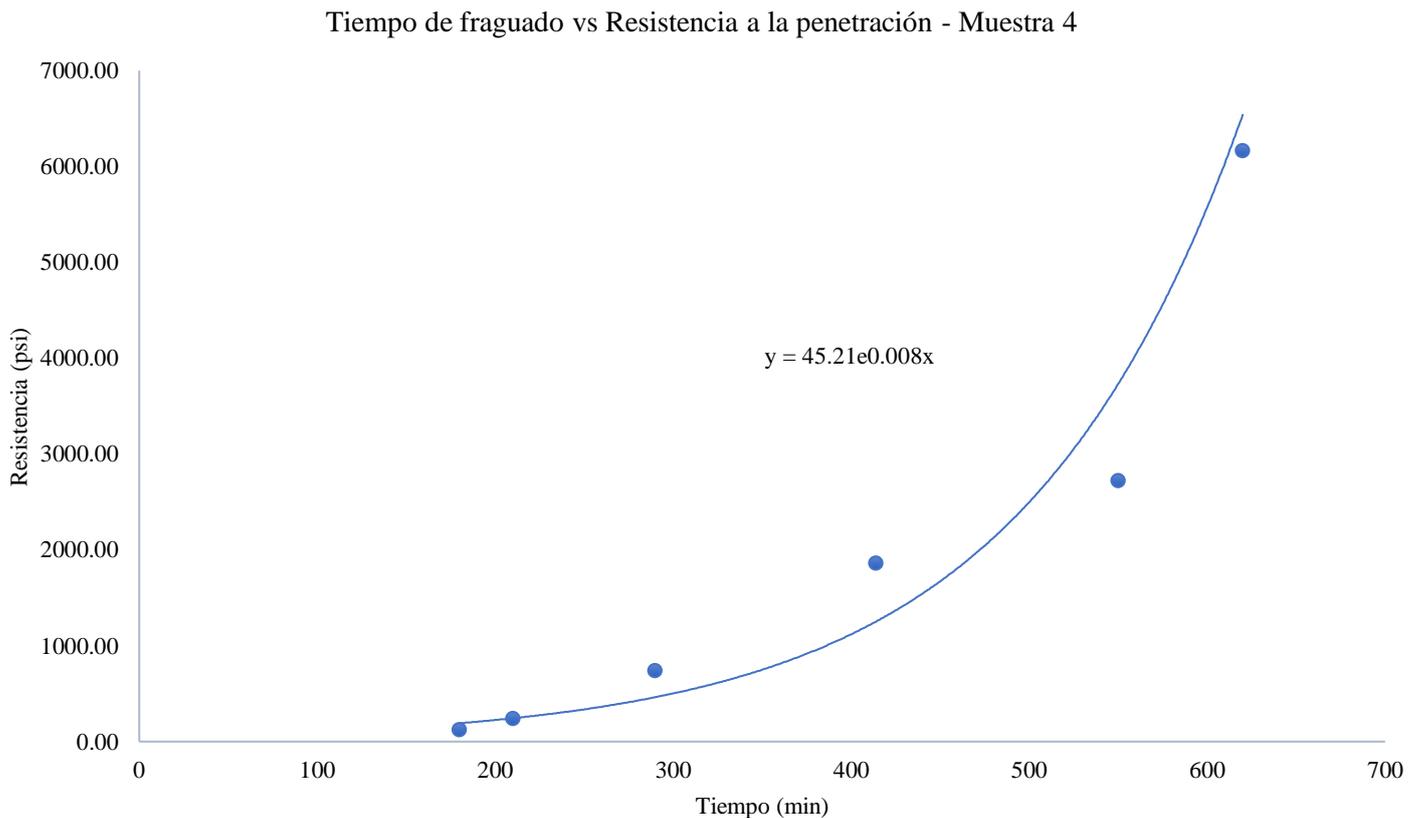
Fuente 59 Elaboración propia, 2019

Tabla 30 Tiempo de fraguado inicial y final muestra patrón - ensayo 4

Tiempo de fraguado Inicial (min)	273
Tiempo de fraguado final (min)	561

Fuente 60 Elaboración propia, 2019

Gráfico 5 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración - muestra 4



Fuente 61 Elaboración propia, 2019

3.6.2. Resistencia a la penetración y tiempo de fraguado de la muestra con 1% de SIKA-3

El tiempo de fraguado inicial obtenido en la prueba es de 240 minutos, por otro lado, el tiempo de fraguado final obtenido es de 521 minutos.

Tabla 31 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 1% de aditivo SIKA 3– ensayo 1

Nº	Aguja Área (in)	Presión (lb)	Tiempo transcurrido	Área de aguja (in)	Resistencia a la penetración (psi)	Tiempo en minutos	Hora	Minuto
1	1"	140	2:01:00	1.0000	140.00	121	2	1
2	1/2"	138	3:00:00	0.5000	276.00	180	3	0
3	1/4"	146	5:06:00	0.2500	584.00	306	5	6
4	1/10"	152	6:35:00	0.1000	1,520.00	395	6	35
5	1/20"	140	7:30:00	0.0500	2,800.00	450	7	30
6	1/40"	120	9:20:00	0.0250	4,800.00	560	9	20

Fuente 62 Elaboración propia, 2019

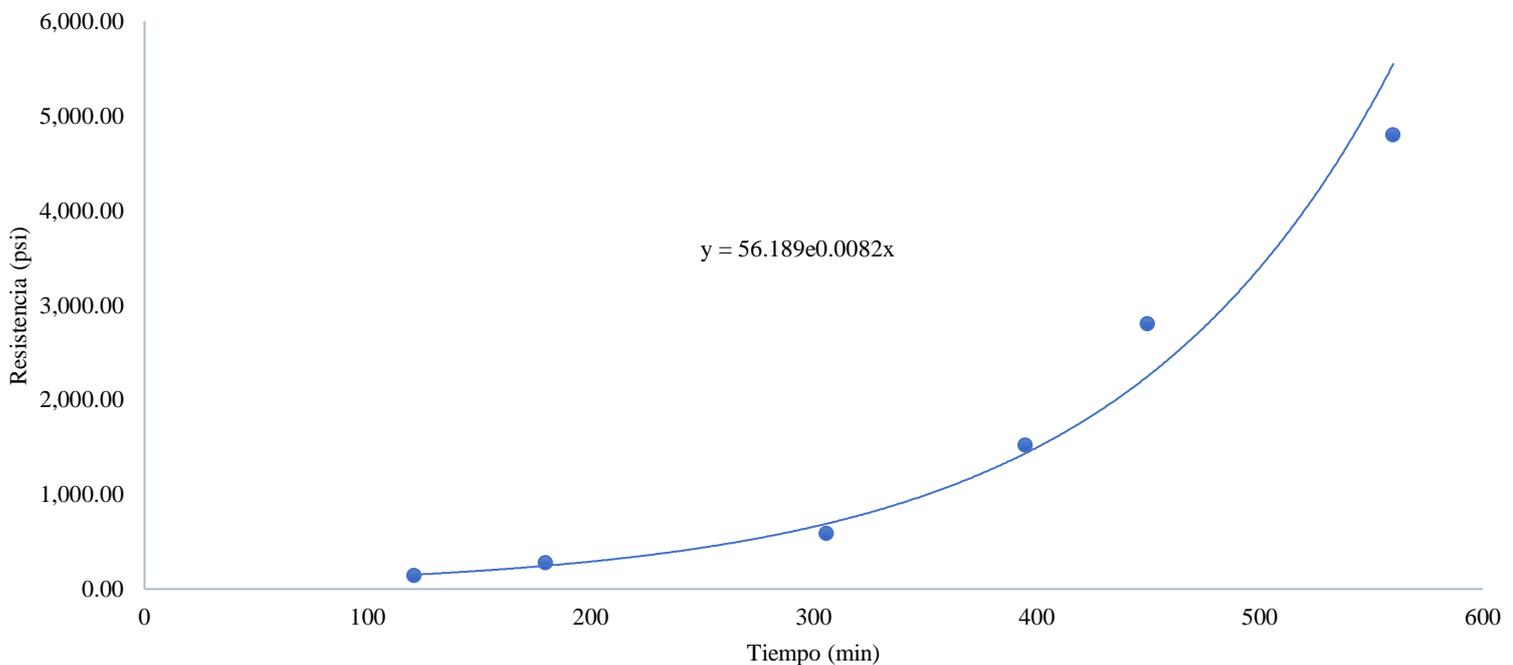
Tabla 32 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 1% de aditivo SIKA 3- ensayo 1

Tiempo de fraguado Inicial (min)	240
Tiempo de fraguado final (min)	521

Fuente 63 Elaboración propia, 2019

Gráfico 6 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 1% de aditivo SIKA 3 - muestra 1

Tiempo de fraguado vs Resistencia a la penetración-Muestra 1-Sika 3 al 1%



Fuente 64 Elaboración propia, 2019

El tiempo de fraguado inicial obtenido en la prueba es de 242 minutos, por otro lado, el tiempo de fraguado final obtenido es de 504 minutos.

Tabla 33 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 1% de aditivo SIKA 3– ensayo 2

Nº	Aguja Área (in)	Presión (lb)	Tiempo transcurrido	Área de aguja (in)	Resistencia a la penetración (psi)	Tiempo en minutos	Hora	Minuto
1	1"	140	2:01:00	1.0000	140.00	121	2	1
2	1/2"	120	2:50:00	0.5000	240.00	170	2	50
3	1/4"	180	5:36:00	0.2500	720.00	336	5	36
4	1/10"	140	6:30:00	0.1000	1400.00	390	6	30
5	1/20"	146	7:35:00	0.0500	2920.00	455	7	35
6	1/40"	160	9:10:00	0.0250	6400.00	550	9	10

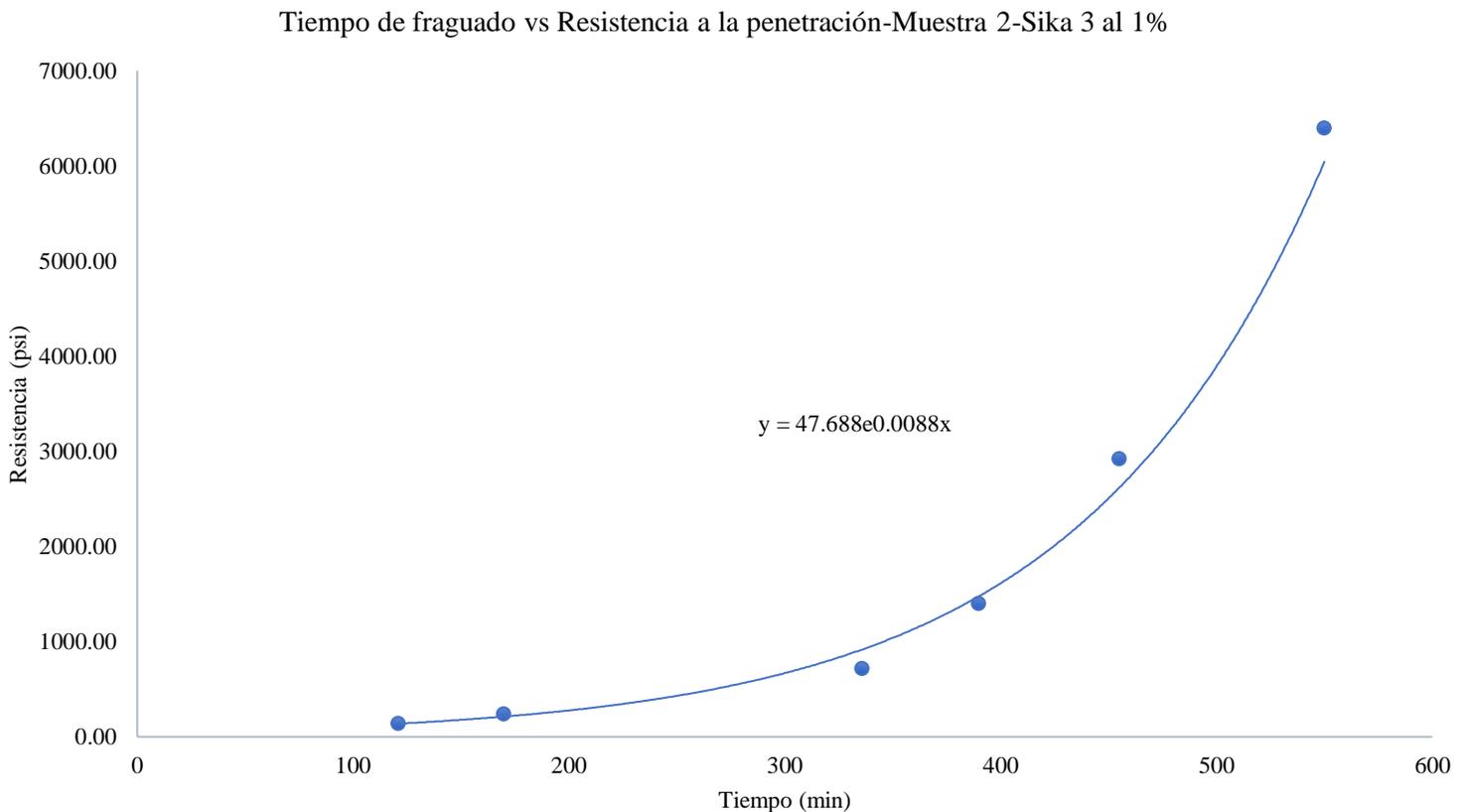
Fuente 65 Elaboración propia, 2019

Tabla 34 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 1% de aditivo SIKA 3- ensayo 2

Tiempo de fraguado Inicial (min)	242
Tiempo de fraguado final (min)	504

Fuente 66 Elaboración propia, 2019

Gráfico 7 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 1% de aditivo SIKA 3 - muestra 2



Fuente 67 Elaboración propia, 2019

El tiempo de fraguado inicial obtenido en la prueba es de 245 minutos, por otro lado, el tiempo de fraguado final obtenido es de 525 minutos.

Tabla 35 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 1% de aditivo SIKA 3– ensayo 3

N°	Aguja Área (in)	Presión (lb)	Tiempo transcurrido	Área de aguja (in)	Resistencia a la penetración (psi)	Tiempo en minutos	Hora	Minuto
1	1"	130	2:05:00	1.0000	130.00	125	2	5
2	1/2"	140	3:00:00	0.5000	280.00	180	3	0
3	1/4"	130	4:45:00	0.2500	520.00	285	4	45
4	1/10"	120	6:20:00	0.1000	1200.00	380	6	20
5	1/20"	126	7:34:00	0.0500	2520.00	454	7	34
6	1/40"	154	9:50:00	0.0250	6160.00	590	9	50

Fuente 68 Elaboración propia, 2019

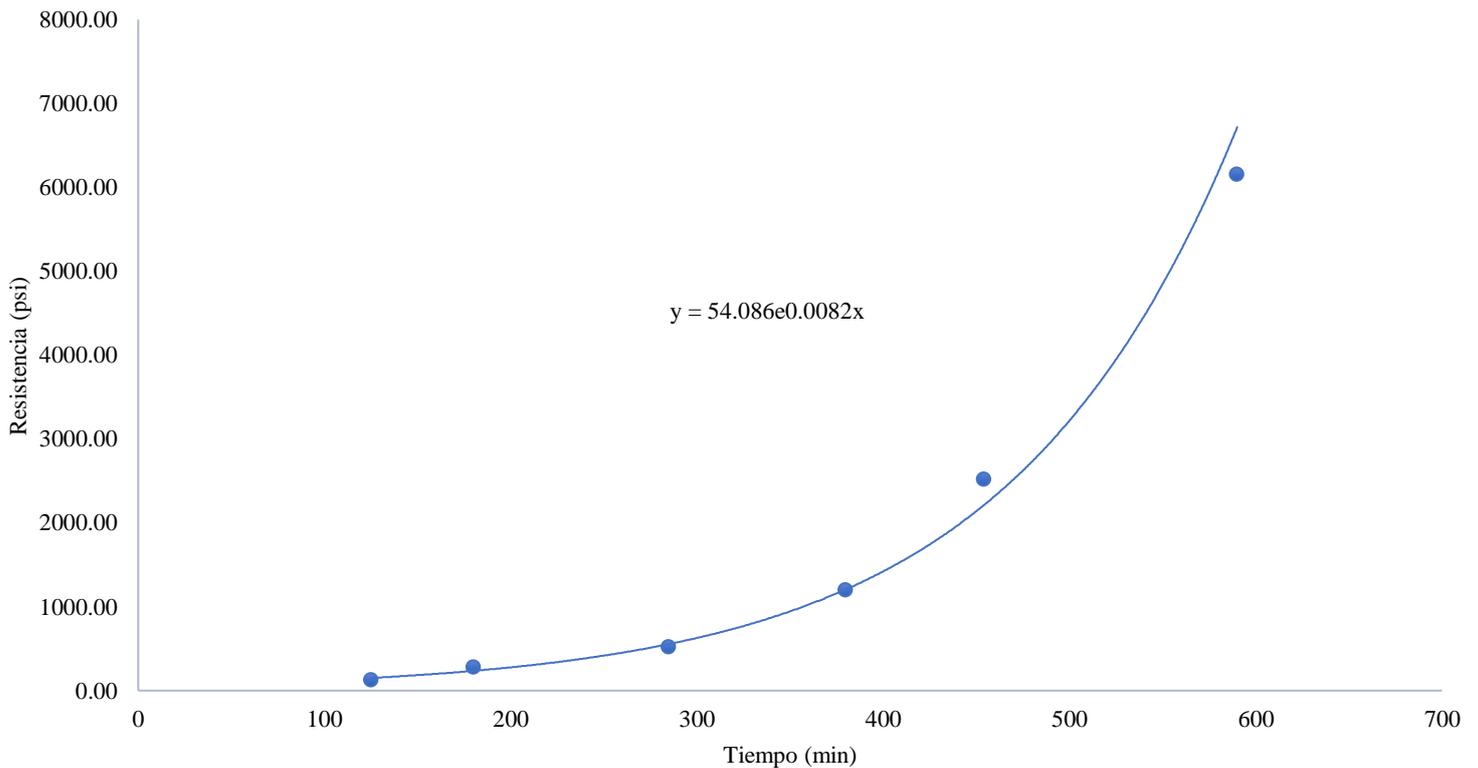
Tabla 36 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 1% de aditivo SIKA 3- ensayo 3

Tiempo de fraguado Inicial (min)	245
Tiempo de fraguado final (min)	525

Fuente 69 Elaboración propia, 2019

Gráfico 8 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 1% de aditivo SIKA 3 - muestra 3

Tiempo de fraguado vs Resistencia a la penetración-Muestra 3-Sika 3 al 1%



Fuente 70 Elaboración propia, 2019

El tiempo de fraguado inicial obtenido en la prueba es de 240 minutos, por otro lado, el tiempo de fraguado final obtenido es de 502 minutos.

Tabla 37 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 1% de aditivo SIKA 3– ensayo 4

N°	Aguja Área (in)	PRESIÓN (lb)	Tiempo transcurrido	Área de aguja (in)	Resistencia a la penetración (psi)	Tiempo en minutos	Hora	Minuto
1	1"	154	2:00:00	1.0000	154.00	120	2	0
2	1/2"	156	3:03:00	0.5000	312.00	183	3	3
3	1/4"	120	5:25:00	0.2500	480.00	325	5	25
4	1/10"	120	6:20:00	0.1000	1200.00	380	6	20
5	1/20"	180	7:34:00	0.0500	3600.00	454	7	34
6	1/40"	180	9:14:00	0.0250	7200.00	554	9	14

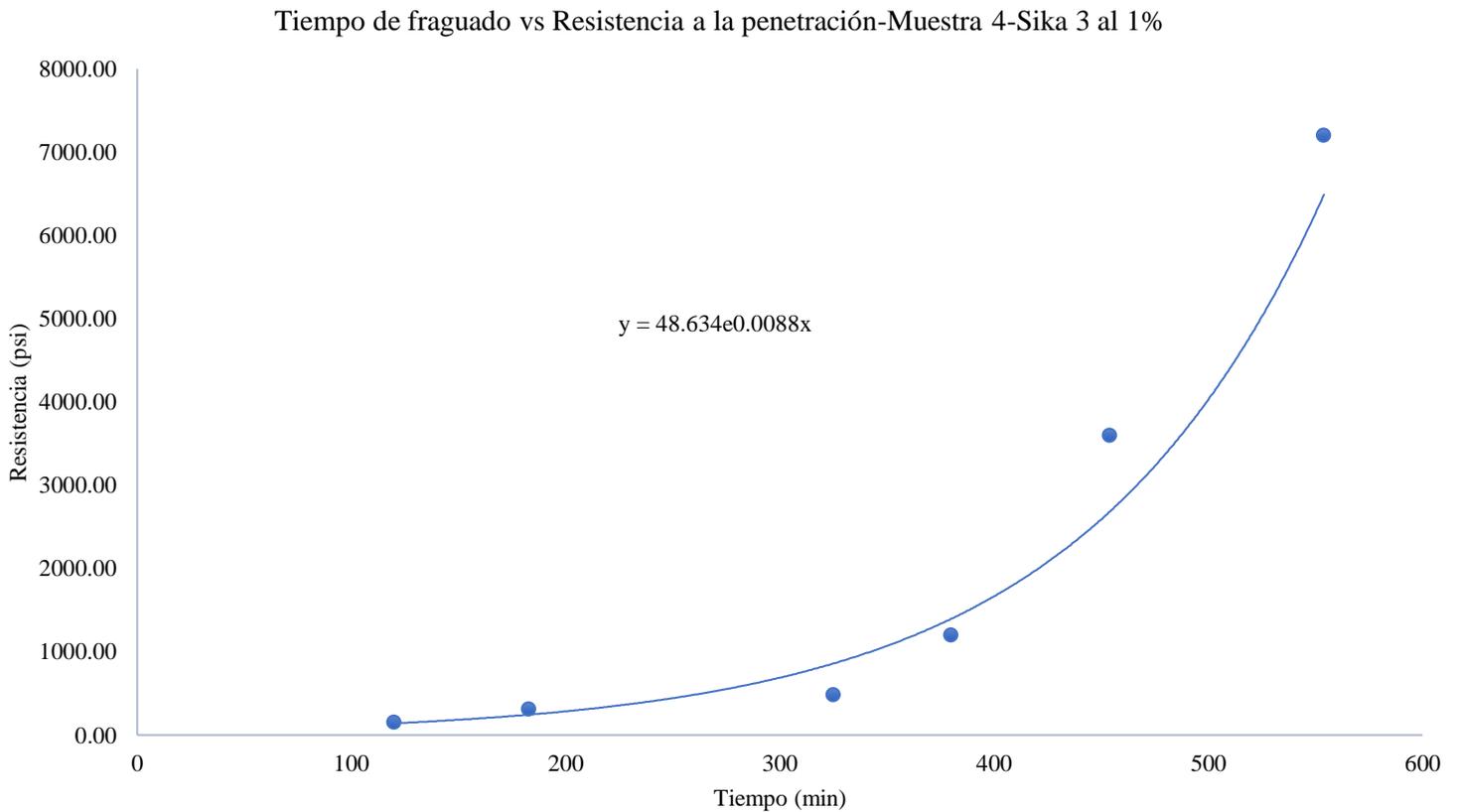
Fuente 71 Elaboración propia, 2019

Tabla 38 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 1% de aditivo SIKA 3- ensayo 4

Tiempo de fraguado Inicial (min)	240
Tiempo de fraguado final (min)	502

Fuente 72 Elaboración propia, 2019

Gráfico 9 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 1% de aditivo SIKA 3 - muestra 4



Fuente 73 Elaboración propia, 2019

3.6.3. Resistencia a la penetración y tiempo de fraguado de la muestra con 2% de SIK 3

El tiempo de fraguado inicial obtenido en la prueba es de 229 minutos, por otro lado, el tiempo de fraguado final obtenido es de 471 minutos.

Tabla 39 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 2% de aditivo SIK 3- ensayo 1

N°	Aguja Área (in)	Presión (lb)	Tiempo transcurrido	Área de aguja (in)	Resistencia a la penetración (psi)	Tiempo en minutos	Hora	Minuto
1	1"	126	2:10:00	1.0000	126.00	130	2	10
2	1/2"	140	3:10:00	0.5000	280.00	190	3	10
3	1/4"	133	4:20:00	0.2500	532.00	260	4	20
4	1/10"	132	5:20:00	0.1000	1,320.00	320	5	20
5	1/20"	122	6:40:00	0.0500	2,440.00	400	6	40
6	1/40"	120	8:40:00	0.0250	4,800.00	520	8	40

Fuente 74 Elaboración propia, 2019

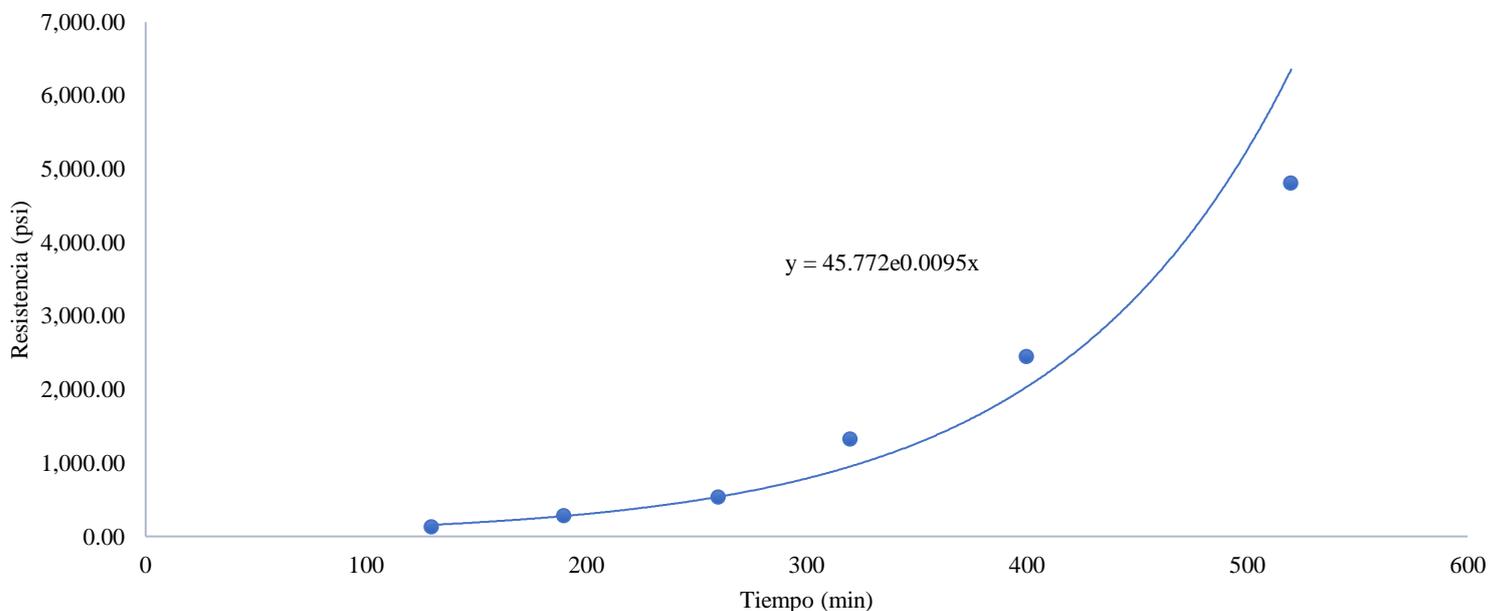
Tabla 40 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 2% de aditivo SIK 3- ensayo 1

Tiempo de fraguado Inicial (min)	229
Tiempo de fraguado final (min)	471

Fuente 75 Elaboración propia, 2019

Gráfico 10 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 2% de aditivo SIK 3 - muestra 1

Tiempo de fraguado vs Resistencia a la penetración-Muestra 1-Sika 3 al 2%



Fuente 76 Elaboración propia, 2019

El tiempo de fraguado inicial obtenido en la prueba es de 232 minutos, por otro lado, el tiempo de fraguado final obtenido es de 472 minutos.

Tabla 41 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 2% de aditivo SIKA 3– ensayo 2

N°	Aguja Área (in)	Presión (lb)	Tiempo transcurrido	Área de aguja (in)	Resistencia a la penetración (psi)	Tiempo en minutos	Hora	Minuto
1	1"	140	2:10:00	1.0000	140.00	130	2	10
2	1/2"	160	3:20:00	0.5000	320.00	200	3	20
3	1/4"	134	4:30:00	0.2500	536.00	270	4	30
4	1/10"	120	5:30:00	0.1000	1200.00	330	5	30
5	1/20"	154	7:45:00	0.0500	3080.00	465	7	45
6	1/40"	180	8:45:00	0.0250	7200.00	525	8	45

Fuente 77 Elaboración propia, 2019

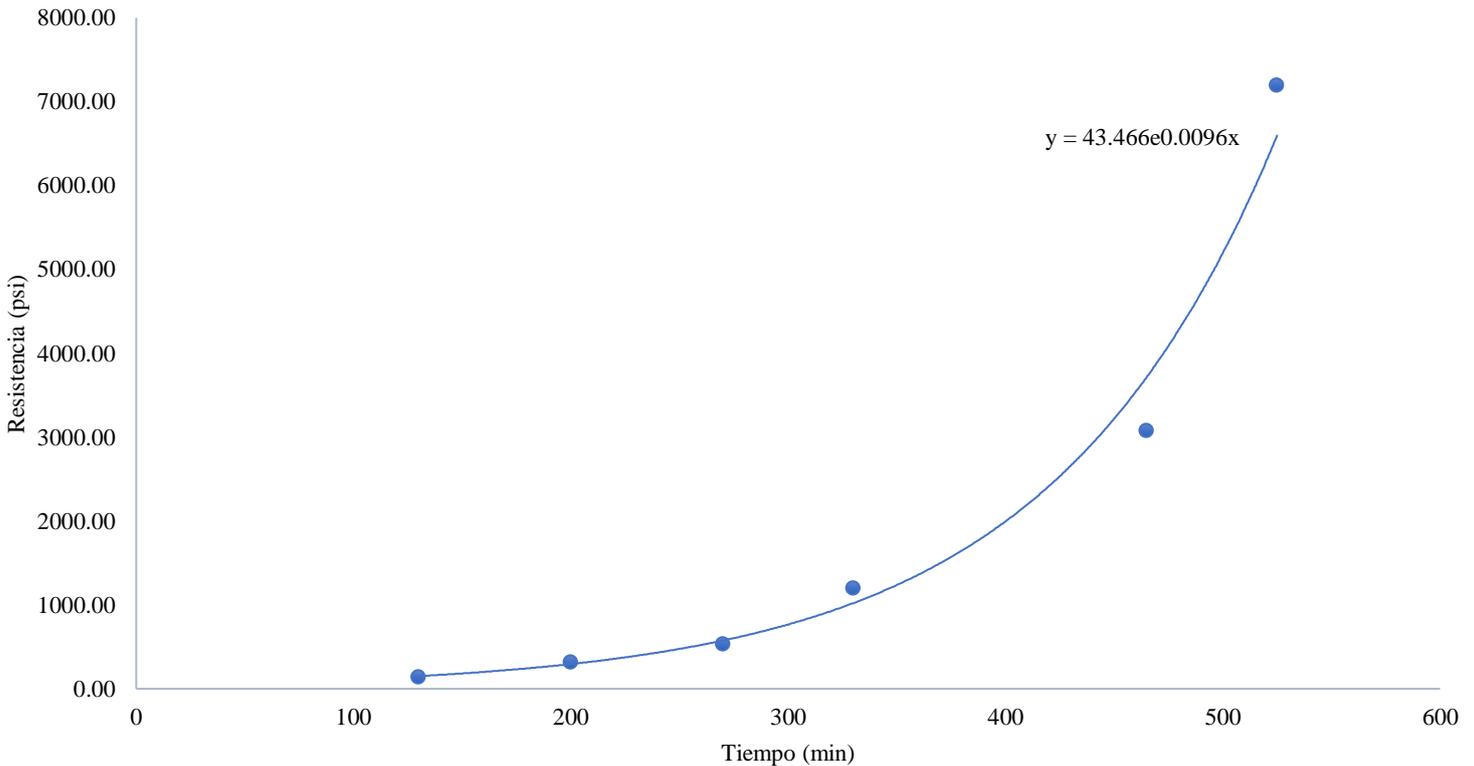
Tabla 42 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 2% de aditivo SIKA 3- ensayo 2

Tiempo de fraguado Inicial (min)	232
Tiempo de fraguado final (min)	472

Fuente 78 Elaboración propia, 2019

Gráfico 11 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 2% de aditivo SIKA 3 - muestra 2

Tiempo de fraguado vs Resistencia a la penetración-Muestra 2-Sika 3 al 2%



Fuente 79 Elaboración propia, 2019

El tiempo de fraguado inicial obtenido en la prueba es de 232 minutos, por otro lado, el tiempo de fraguado final obtenido es de 485 minutos.

Tabla 43 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 2% de aditivo SIK 3– ensayo 3

Nº	Aguja Área (in)	Presión (lb)	Tiempo transcurrido	Área de aguja (in)	Resistencia a la penetración (psi)	Tiempo en minutos	Hora	Minuto
1	1"	120	2:20:00	1.0000	120.00	140	2	20
2	1/2"	180	3:20:00	0.5000	360.00	200	3	20
3	1/4"	154	4:30:00	0.2500	616.00	270	4	30
4	1/10"	180	5:50:00	0.1000	1800.00	350	5	50
5	1/20"	180	8:00:00	0.0500	3600.00	480	8	0
6	1/40"	140	9:00:00	0.0250	5600.00	540	9	0

Fuente 80 Elaboración propia, 2019

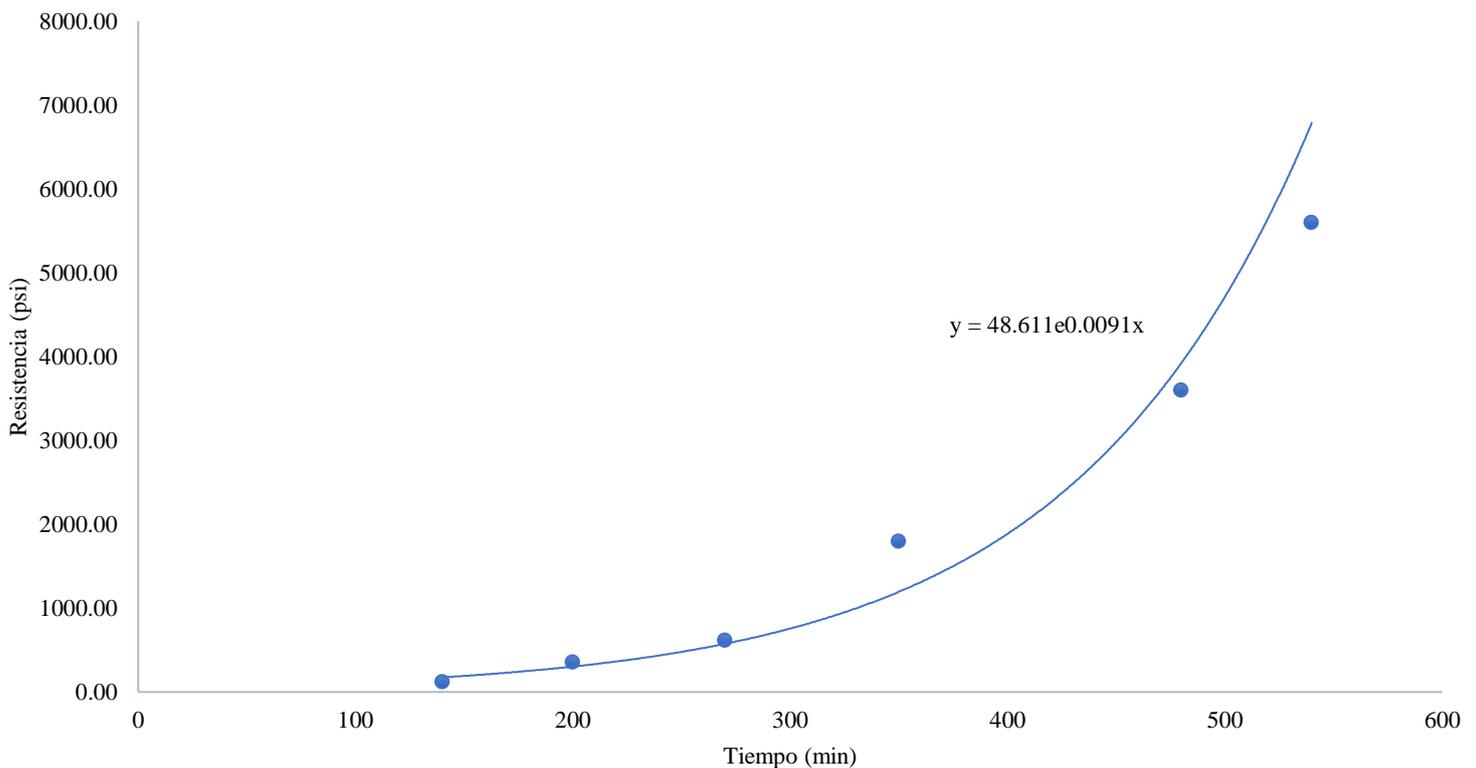
Tabla 44 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 2% de aditivo SIK 3- ensayo 3

Tiempo de fraguado Inicial (min)	232
Tiempo de fraguado final (min)	485

Fuente 81 Elaboración propia, 2019

Gráfico 12 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 2% de aditivo SIK 3 - muestra 3

Tiempo de fraguado vs Resistencia a la penetración-Muestra 3-Sika 3 al 2%



Fuente 82 Elaboración propia, 2019

El tiempo de fraguado inicial obtenido en la prueba es de 235 minutos, por otro lado, el tiempo de fraguado final obtenido es de 485 minutos.

Tabla 45 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 2% de aditivo SIKA 3– ensayo 4

Nº	Aguja Área (in)	Presión (lb)	Tiempo transcurrido	Área de aguja (in)	Resistencia a la penetración (psi)	Tiempo en minutos	Hora	Minuto
1	1"	180	2:10:00	1.0000	180.00	130	2	10
2	1/2"	136	3:20:00	0.5000	272.00	200	3	20
3	1/4"	140	4:40:00	0.2500	560.00	280	4	40
4	1/10"	150	6:45:00	0.1000	1500.00	405	6	45
5	1/20"	154	7:45:00	0.0500	3080.00	465	7	45
6	1/40"	180	8:45:00	0.0250	7200.00	525	8	45

Fuente 83 Elaboración propia, 2019

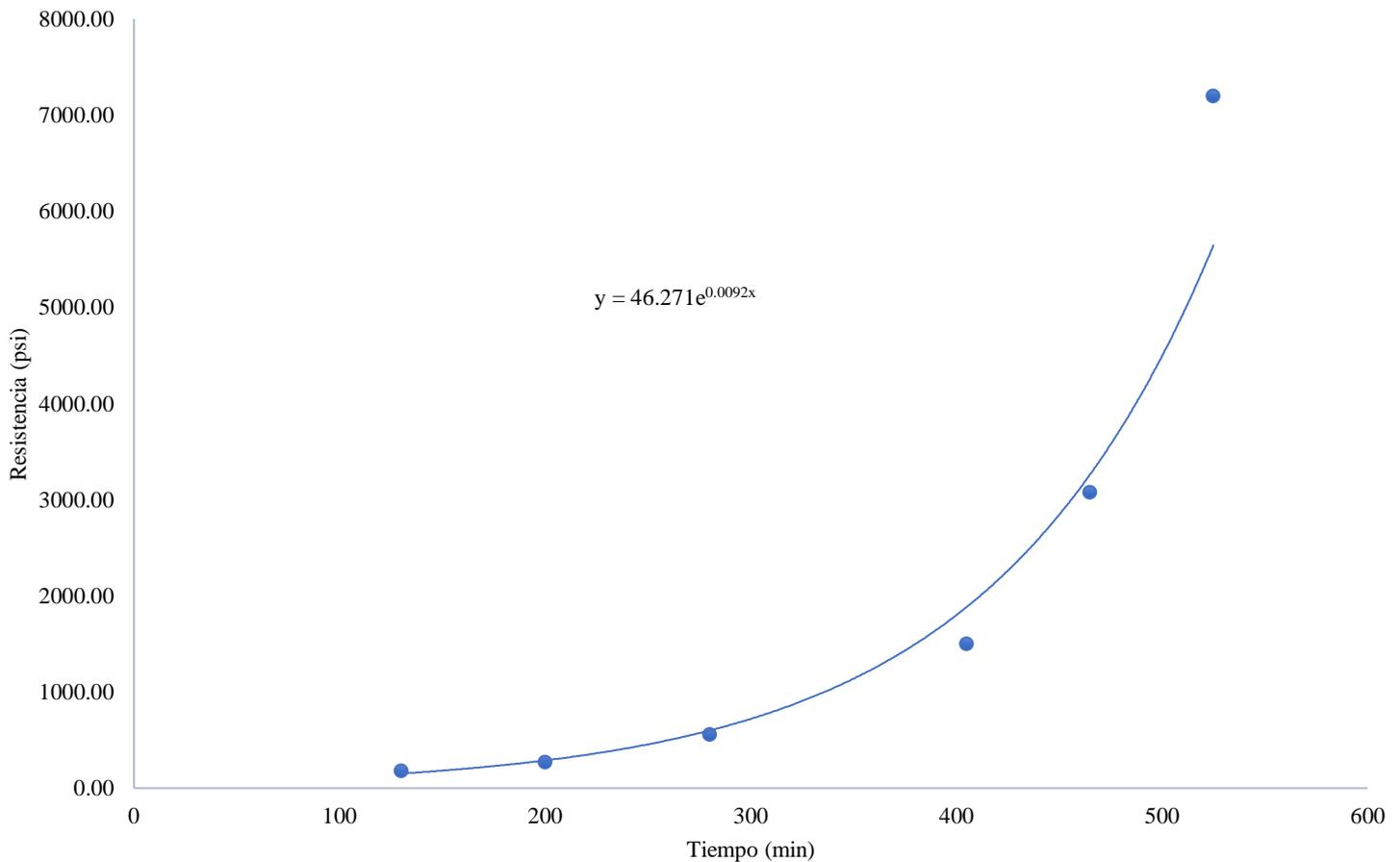
Tabla 46 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 2% de aditivo SIKA 3- ensayo 4

Tiempo de fraguado Inicial (min)	235
Tiempo de fraguado final (min)	485

Fuente 84 Elaboración propia, 2019

Gráfico 13 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 2% de aditivo SIKA 3 - muestra 4

Tiempo de fraguado vs Resistencia a la penetración-Muestra 4-Sika 3 al 2%



Fuente 85 Elaboración propia, 2019

3.6.4. Resistencia a la penetración y tiempo de fraguado de la muestra con 3% de SIKA-3

El tiempo de fraguado inicial obtenido en la prueba es de 213 minutos, por otro lado, el tiempo de fraguado final obtenido es de 456 minutos.

Tabla 47 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 3% de aditivo SIKA 3– ensayo 1

N°	Aguja Área (in)	Presión (lb)	Tiempo transcurrido	Área de aguja (in)	Resistencia a la penetración (psi)	Tiempo en minutos	Hora	Minuto
1	1"	200	2:00:00	1.0000	200.00	120	2	0
2	1/2"	156	3:20:00	0.5000	312.00	200	3	20
3	1/4"	130	4:00:00	0.2500	520.00	240	4	0
4	1/10"	120	5:45:00	0.1000	1,200.00	345	5	45
5	1/20"	120	6:40:00	0.0500	2,400.00	400	6	40
6	1/40"	120	7:40:00	0.0250	4,800.00	460	7	40

Fuente 86 Elaboración propia, 2019

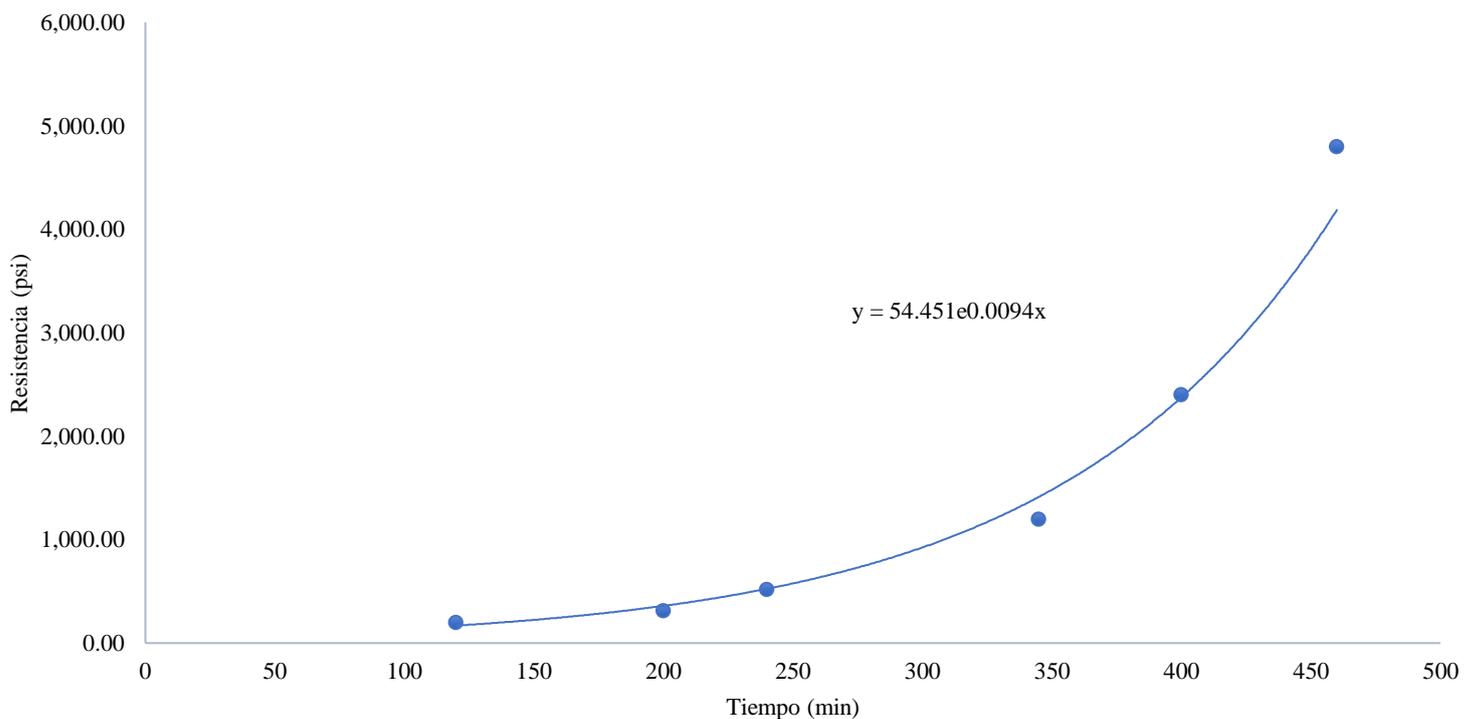
Tabla 48 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 3% de aditivo SIKA 3- ensayo 1

Tiempo de fraguado Inicial (min)	213
Tiempo de fraguado final (min)	456

Fuente 87 Elaboración propia, 2019

Gráfico 14 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 3% de aditivo SIKA 3 - muestra 1

Tiempo de fraguado vs Resistencia a la penetración-Muestra 1-Sika 3 al 3%



Fuente 88 Elaboración propia, 2019

El tiempo de fraguado inicial obtenido en la prueba es de 216 minutos, por otro lado, el tiempo de fraguado final obtenido es de 430 minutos.

Tabla 49 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 3% de aditivo SIKA 3– ensayo 2

Nº	Aguja Área (in)	Presión (lb)	Tiempo transcurrido	Área de aguja (in)	Resistencia a la penetración (psi)	Tiempo en minutos	Hora	Minuto
1	1"	120	2:00:00	1.0000	120.00	120	2	0
2	1/2"	140	3:07:00	0.5000	280.00	187	3	7
3	1/4"	120	3:30:00	0.2500	480.00	210	3	30
4	1/10"	140	5:40:00	0.1000	1400.00	340	5	40
5	1/20"	156	6:28:00	0.0500	3120.00	388	6	28
6	1/40"	120	7:42:00	0.0250	4800.00	462	7	42

Fuente 89 Elaboración propia, 2019

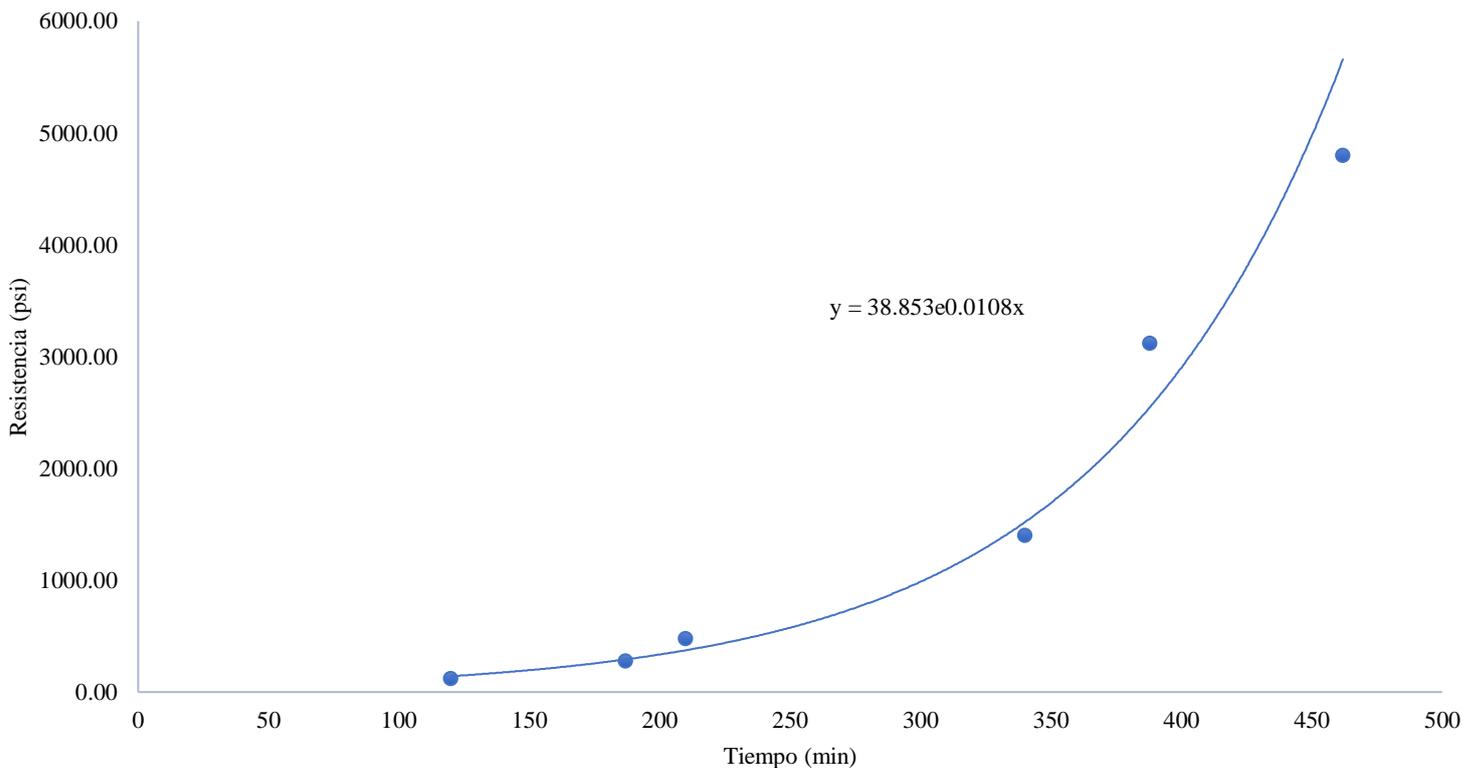
Tabla 50 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 3% de aditivo SIKA 3- ensayo 2

Tiempo de fraguado Inicial (min)	216
Tiempo de fraguado final (min)	430

Fuente 90 Elaboración propia, 2019

Gráfico 15 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 3% de aditivo SIKA 3 - muestra 2

Tiempo de fraguado vs Resistencia a la penetración-Muestra 2-Sika 3 al 3%



Fuente 91 Elaboración propia, 2019

El tiempo de fraguado inicial obtenido en la prueba es de 206 minutos, por otro lado, el tiempo de fraguado final obtenido es de 436 minutos.

Tabla 51 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 3% de aditivo SIKA 3– ensayo 3

Nº	Aguja Área (in)	Presión (lb)	Tiempo transcurrido	Área de aguja (in)	Resistencia a la penetración (psi)	Tiempo en minutos	Hora	Minuto
1	1"	120	2:00:00	1.0000	120.00	120	2	0
2	1/2"	120	2:50:00	0.5000	240.00	170	2	50
3	1/4"	140	3:10:00	0.2500	560.00	190	3	10
4	1/10"	120	4:45:00	0.1000	1200.00	285	4	45
5	1/20"	136	7:00:00	0.0500	2720.00	420	7	0
6	1/40"	138	7:45:00	0.0250	5520.00	465	7	45

Fuente 92 Elaboración propia, 2019

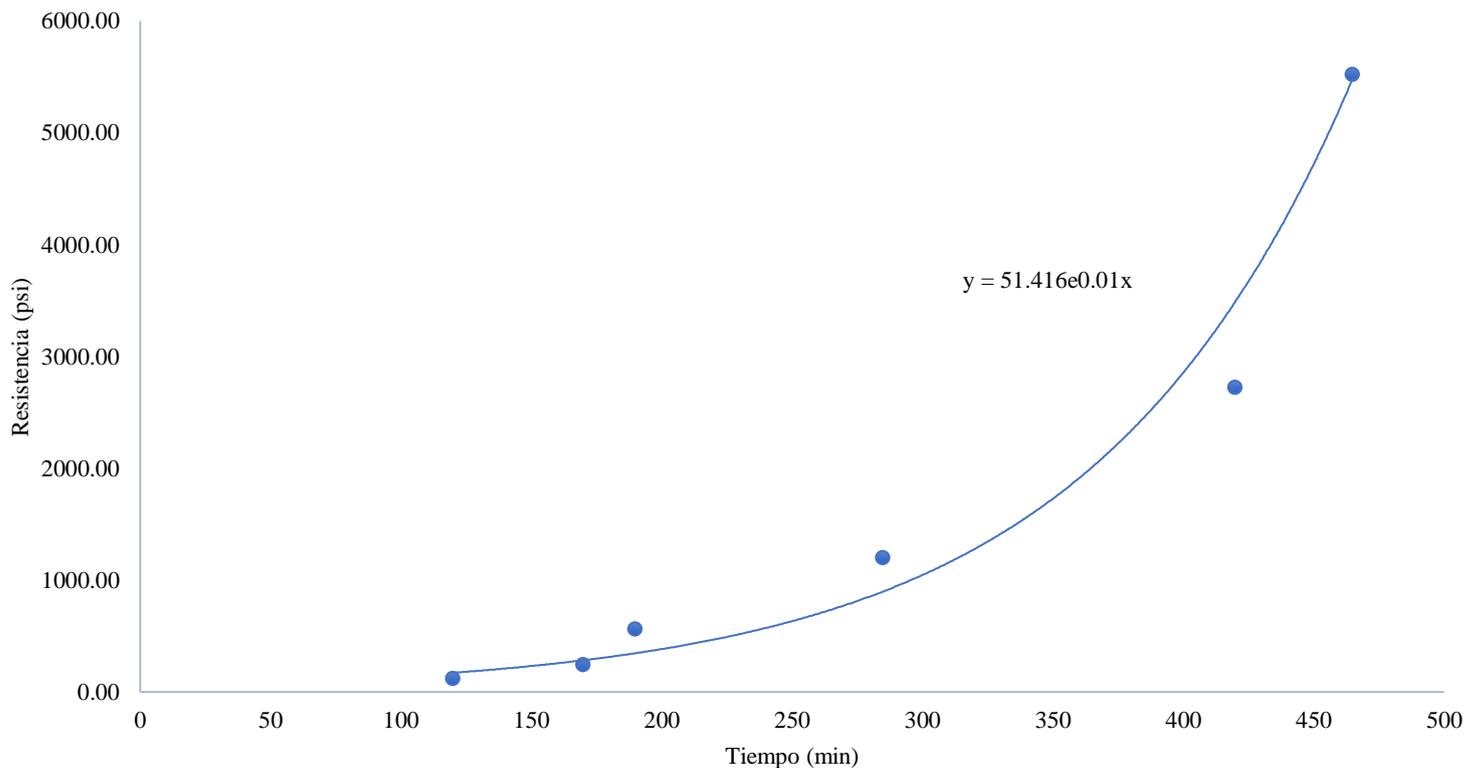
Tabla 52 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 3% de aditivo SIKA 3- ensayo 3

Tiempo de fraguado Inicial (min)	206
Tiempo de fraguado final (min)	436

Fuente 93 Elaboración propia, 2019

Gráfico 16 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 3% de aditivo SIKA 3 - muestra 3

Tiempo de fraguado vs Resistencia a la penetración-Muestra 3-Sika 3 al 3%



Fuente 94 Elaboración propia, 2019

El tiempo de fraguado inicial obtenido en la prueba es de 219 minutos, por otro lado, el tiempo de fraguado final obtenido es de 449 minutos.

Tabla 53 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 3% de aditivo SIKA 3– ensayo 4

N°	Aguja Área (in)	Presión (lb)	Tiempo transcurrido	Área de aguja (in)	Resistencia a la penetración (psi)	Tiempo en minutos	Hora	Minuto
1	1"	140	2:00:00	1.0000	140.00	120	2	0
2	1/2"	160	3:00:00	0.5000	320.00	180	3	0
3	1/4"	166	5:06:00	0.2500	664.00	306	5	6
4	1/10"	152	5:30:00	0.1000	1,520.00	330	5	30
5	1/20"	140	6:55:00	0.0500	2,800.00	415	6	55
6	1/40"	120	7:45:00	0.0250	4,800.00	465	7	45

Fuente 95 Elaboración propia, 2019

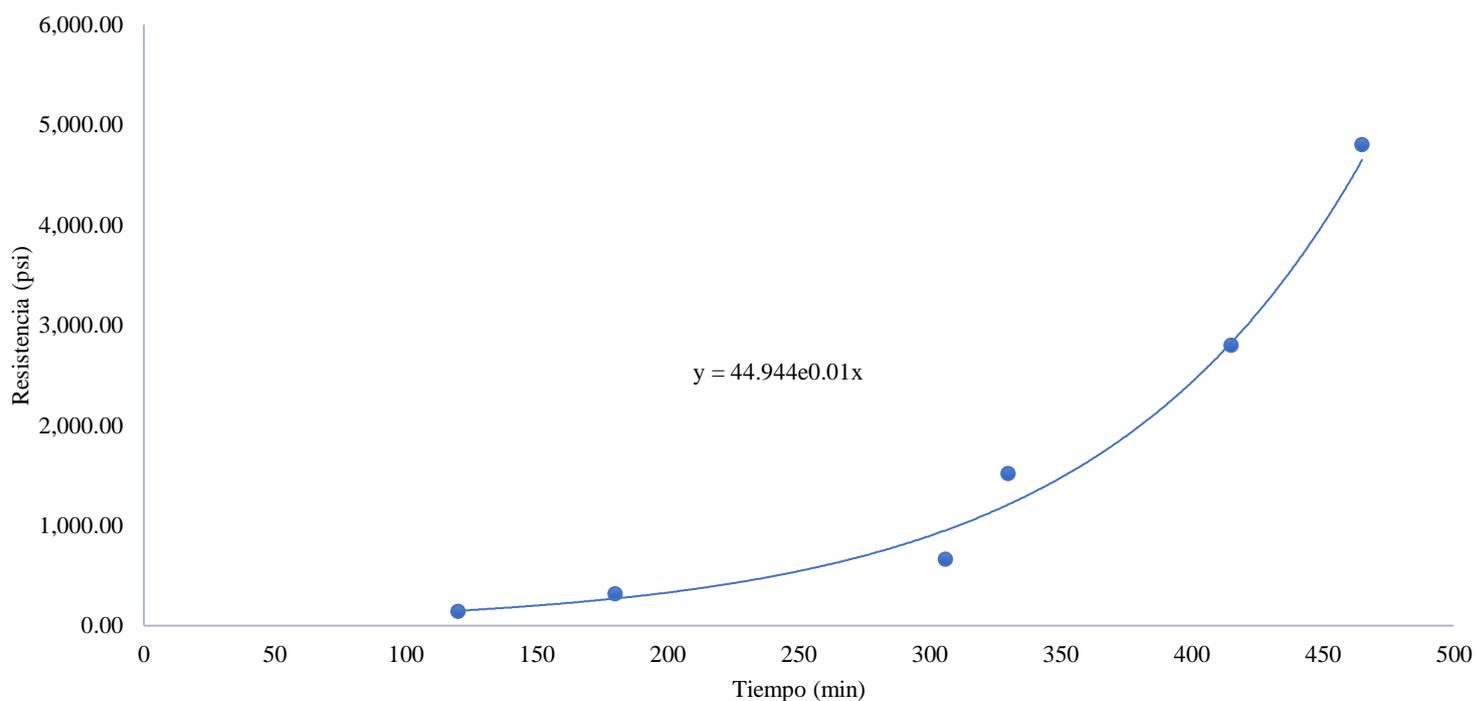
Tabla 54 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 3% de aditivo SIKA 3- ensayo 4

Tiempo de fraguado Inicial (min)	219
Tiempo de fraguado final (min)	449

Fuente 96 Elaboración propia, 2019

Gráfico 17 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 3% de aditivo SIKA 3 - muestra 3

Tiempo de fraguado vs Resistencia a la penetración-Muestra 4-Sika 3 al 3%



Fuente 97 Elaboración propia, 2019

3.6.5. Resistencia a la penetración y tiempo de fraguado de la muestra con 4% de SIKA-3

El tiempo de fraguado inicial obtenido en la prueba es de 203 minutos, por otro lado, el tiempo de fraguado final obtenido es de 416 minutos.

Tabla 55 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 4% de aditivo SIKA 3– ensayo 1

Nº	Aguja Área (in)	Presión (lb)	Tiempo transcurrido	Área de aguja (in)	Resistencia a la penetración (psi)	Tiempo en minutos	Hora	Minuto
1	1"	160	1:50:00	1.0000	160.00	110	1	50
2	1/2"	184	3:20:00	0.5000	368.00	200	3	20
3	1/4"	134	3:56:00	0.2500	536.00	236	3	56
4	1/10"	164	5:30:00	0.1000	1640.00	330	5	30
5	1/20"	120	6:10:00	0.0500	2400.00	370	6	10
6	1/40"	130	7:15:00	0.0250	5200.00	435	7	15

Fuente 98 Elaboración propia, 2019

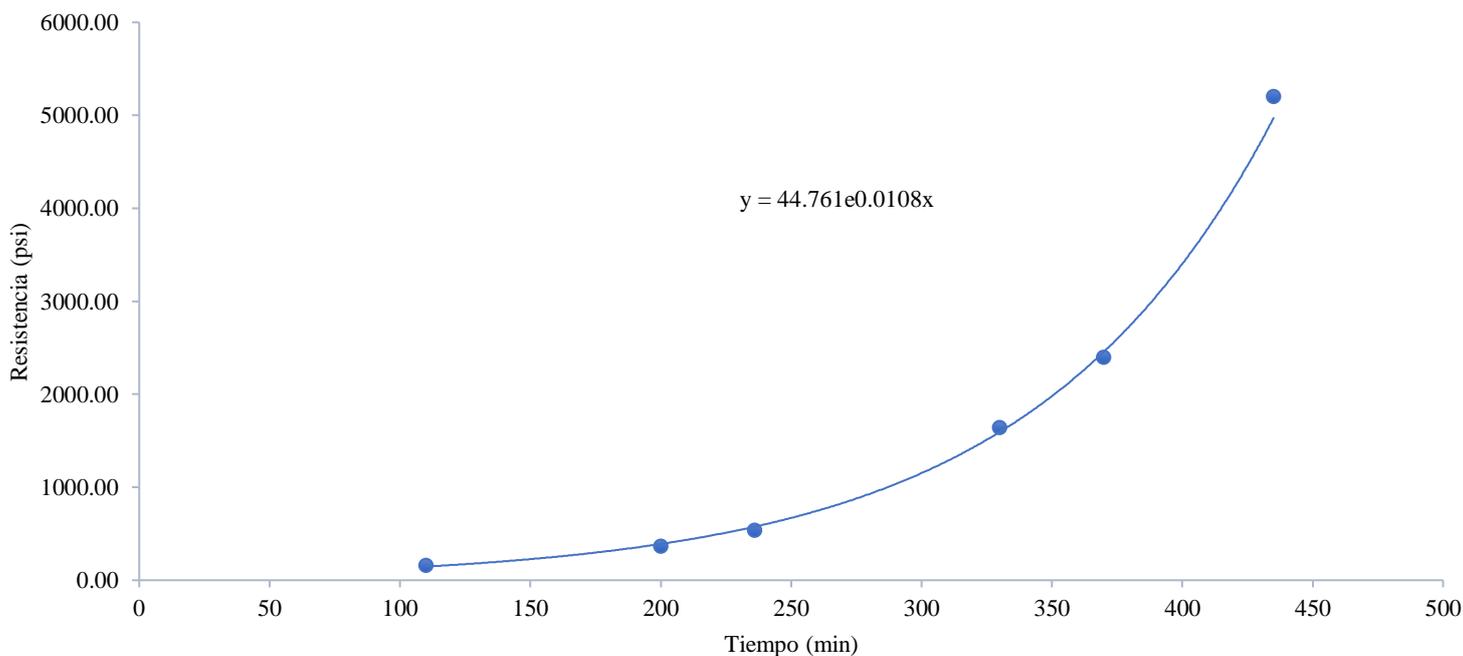
Tabla 56 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 4% de aditivo SIKA 3- ensayo 1

Tiempo de fraguado Inicial (min)	203
Tiempo de fraguado final (min)	416

Fuente 99 Elaboración propia, 2019

Gráfico 18 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 4% de aditivo SIKA 3 - muestra 1

Tiempo de fraguado vs Resistencia a la penetración-Muestra 1-Sika 3 al 4%



Fuente 100 Elaboración propia, 2019

El tiempo de fraguado inicial obtenido en la prueba es de 200 minutos, por otro lado, el tiempo de fraguado final obtenido es de 422 minutos.

Tabla 57 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 4% de aditivo SIKA 3– ensayo 2

Nº	Aguja Área (in)	Presión (lb)	Tiempo transcurrido	Área de aguja (in)	Resistencia a la penetración (psi)	Tiempo en minutos	Hora	Minuto
1	1"	192	1:50:00	1.0000	192.00	110	1	50
2	1/2"	184	3:28:00	0.5000	368.00	208	3	28
3	1/4"	134	3:51:00	0.2500	536.00	231	3	51
4	1/10"	134	5:35:00	0.1000	1340.00	335	5	35
5	1/20"	120	6:30:00	0.0500	2400.00	390	6	30
6	1/40"	160	7:17:00	0.0250	6400.00	437	7	17

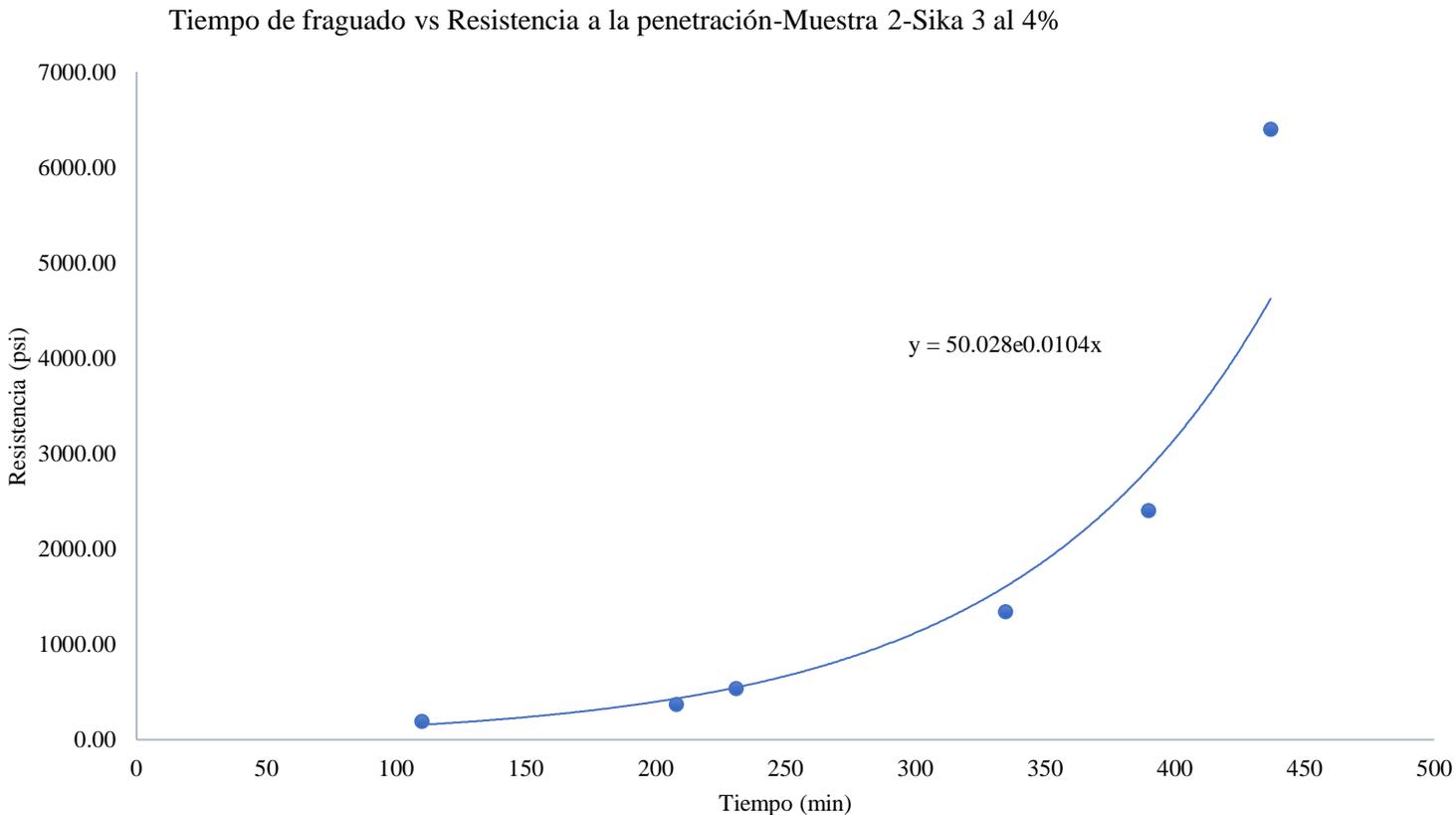
Fuente 101 Elaboración propia, 2019

Tabla 58 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 4% de aditivo SIKA 3- ensayo 2

Tiempo de fraguado Inicial (min)	200
Tiempo de fraguado final (min)	422

Fuente 102 Elaboración propia, 2019

Gráfico 19 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 4% de aditivo SIKA 3 – muestra 2



Fuente 103 Elaboración propia, 2019

El tiempo de fraguado inicial obtenido en la prueba es de 195 minutos, por otro lado, el tiempo de fraguado final obtenido es de 412 minutos.

Tabla 59 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 4% de aditivo SIK 3– ensayo 3

N°	Aguja Área (in)	Presión (lb)	Tiempo transcurrido	Área de aguja (in)	Resistencia a la penetración (psi)	Tiempo en minutos	Hora	Minuto
1	1"	160	1:50:00	1.0000	160.00	110	1	50
2	1/2"	180	3:10:00	0.5000	360.00	190	3	10
3	1/4"	140	3:50:00	0.2500	560.00	230	3	50
4	1/10"	148	5:00:00	0.1000	1480.00	300	5	0
5	1/20"	160	6:40:00	0.0500	3200.00	400	6	40
6	1/40"	120	7:12:00	0.0250	4800.00	432	7	12

Fuente 104 Elaboración propia, 2019

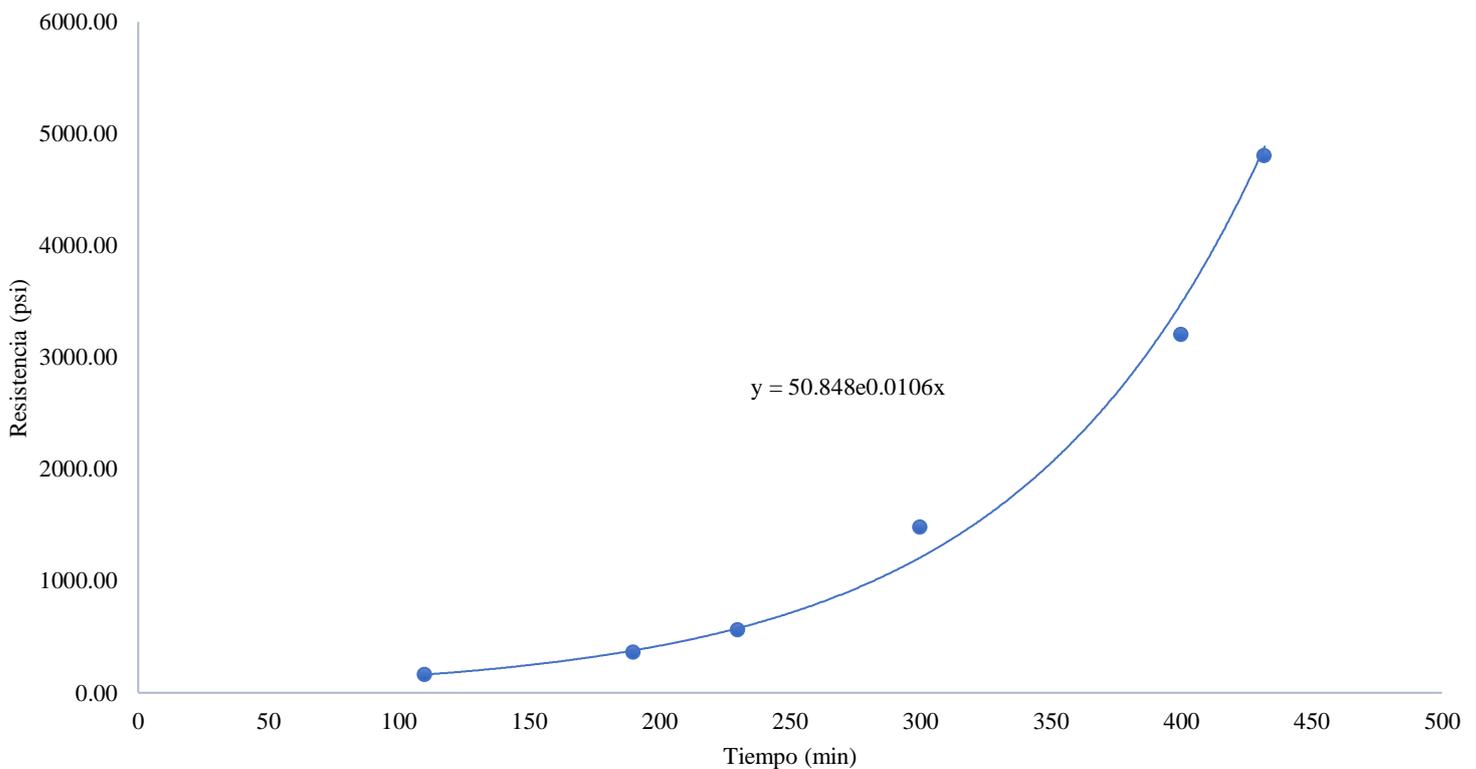
Tabla 60 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 4% de aditivo SIK 3- ensayo 3

Tiempo de fraguado Inicial (min)	195
Tiempo de fraguado final (min)	412

Fuente 105 Elaboración propia, 2019

Gráfico 20 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 4% de aditivo SIK 3 – muestra 3

Tiempo de fraguado vs Resistencia a la penetración-Muestra 3-Sika 3 al 4%



Fuente 106 Elaboración propia, 2019

El tiempo de fraguado inicial obtenido en la prueba es de 192 minutos, por otro lado, el tiempo de fraguado final obtenido es de 418 minutos.

Tabla 61 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 4% de aditivo SIKA 3– ensayo 4

N°	Aguja Área (in)	Presión (lb)	Tiempo transcurrido	Área de aguja	Resistencia a la penetración (psi)	Tiempo en minutos	Hora	Minuto
1	1"	160	1:50:00	1.0000	160.00	110	1	50
2	1/2"	180	3:10:00	0.5000	360.00	190	3	10
3	1/4"	200	3:50:00	0.2500	800.00	230	3	50
4	1/10"	140	5:20:00	0.1000	1400.00	320	5	20
5	1/20"	146	6:35:00	0.0500	2920.00	395	6	35
6	1/40"	128	7:18:00	0.0250	5120.00	438	7	18

Fuente 107 Elaboración propia, 2019

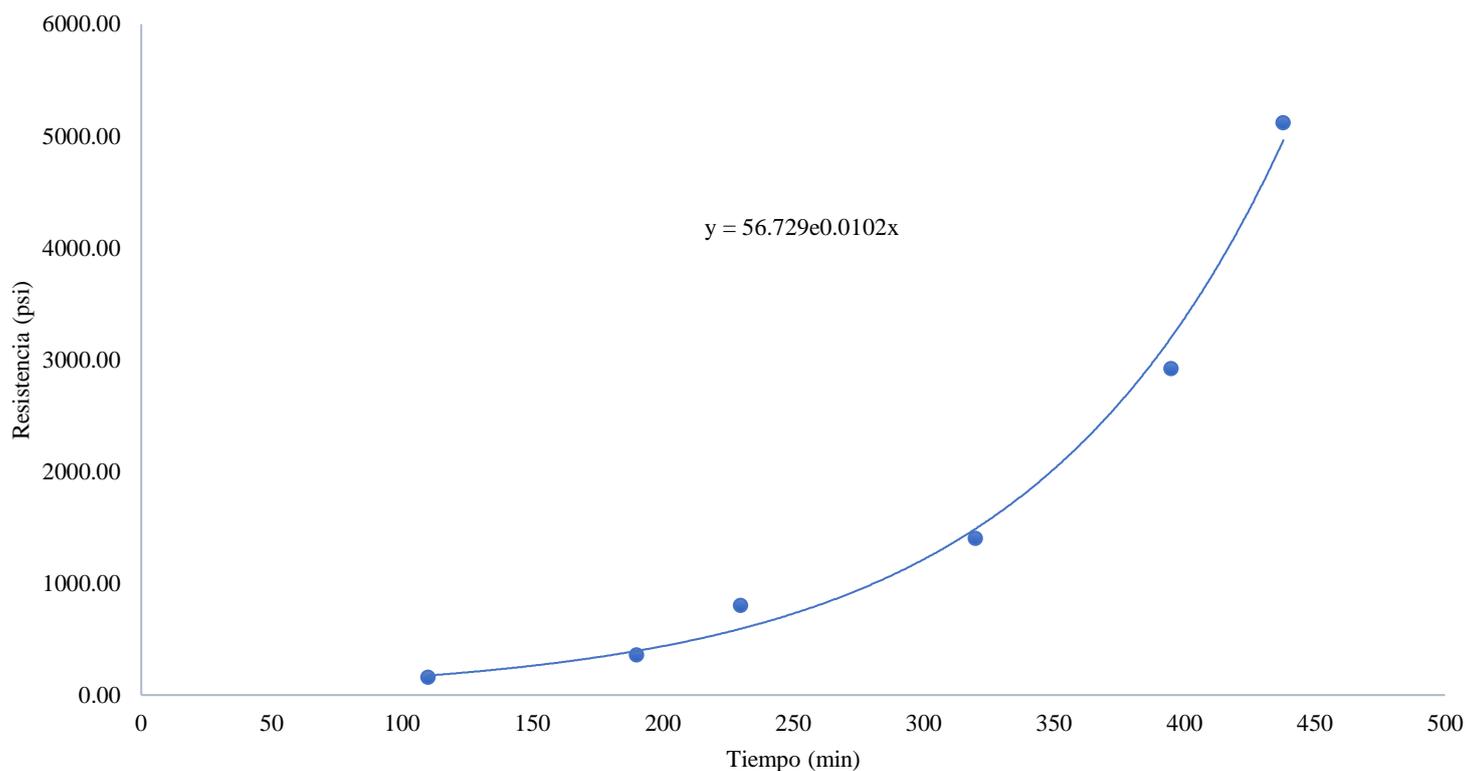
Tabla 62 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 4% de aditivo SIKA 3- ensayo 4

Tiempo de fraguado Inicial (min)	192
Tiempo de fraguado final (min)	418

Fuente 108 Elaboración propia, 2019

Gráfico 21 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 4% de aditivo SIKA 3 – muestra 4

Tiempo de fraguado vs Resistencia a la penetración-Muestra 4-Sika 3 al 4%



Fuente 109 Elaboración propia, 2019

3.6.6. Resistencia a la penetración y tiempo de fraguado de la muestra con 5% de SIKA-3

El tiempo de fraguado inicial obtenido en la prueba es de 168 minutos, por otro lado, el tiempo de fraguado final obtenido es de 375 minutos.

Tabla 63 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 5% de aditivo SIKA 3- ensayo 1

N°	Aguja Área (in)	Presión (lb)	Tiempo transcurrido	Área de aguja (in)	Resistencia a la penetración (psi)	Tiempo en minutos	Hora	Minuto
1	1"	172	1:30:00	1.0000	172.00	90	1	30
2	1/2"	122	2:32:00	0.5000	244.00	152	2	32
3	1/4"	130	3:00:00	0.2500	520.00	180	3	0
4	1/10"	176	4:30:00	0.1000	1,760.00	270	4	30
5	1/20"	176	6:05:00	0.0500	3,520.00	365	6	5
6	1/40"	140	7:00:00	0.0250	5,600.00	420	7	0

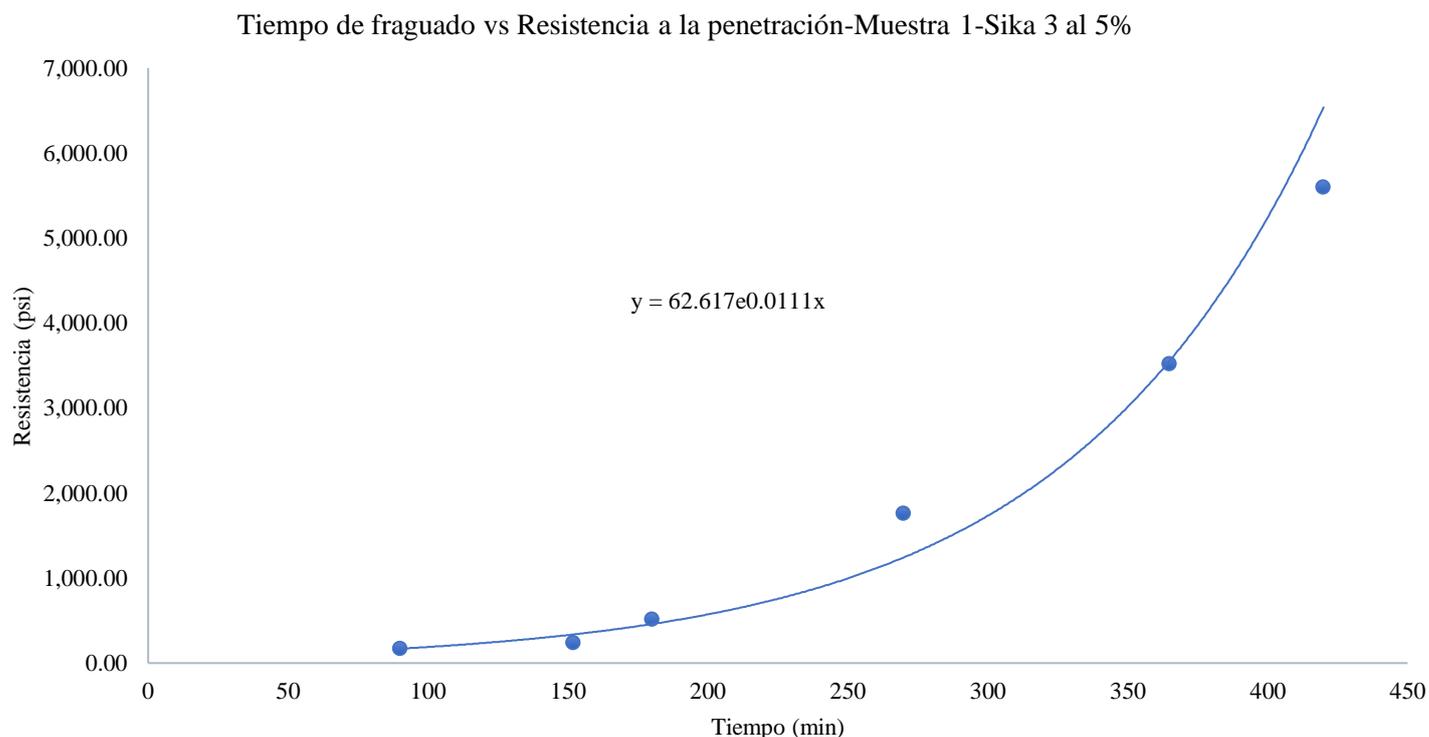
Fuente 110 Elaboración propia, 2019

Tabla 64 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 5% de aditivo SIKA 3- ensayo 1

Tiempo de fraguado Inicial (min)	168
Tiempo de fraguado final (min)	375

Fuente 111 Elaboración propia, 2019

Gráfico 22 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 5% de aditivo SIKA 3 – muestra 1



Fuente 112 Elaboración propia, 2019

El tiempo de fraguado inicial obtenido en la prueba es de 178 minutos, por otro lado, el tiempo de fraguado final obtenido es de 388 minutos.

Tabla 65 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 5% de aditivo SIKA 3– ensayo 2

Nº	Aguja Área (in)	Presión (lb)	Tiempo transcurrido	Área de aguja (in)	Resistencia a la penetración (psi)	Tiempo en minutos	Hora	Minuto
1	1"	160	1:30:00	1.0000	160.00	90	1	30
2	1/2"	136	2:48:00	0.5000	272.00	168	2	48
3	1/4"	124	3:15:00	0.2500	496.00	195	3	15
4	1/10"	134	4:15:00	0.1000	1340.00	255	4	15
5	1/20"	120	5:45:00	0.0500	2400.00	345	5	45
6	1/40"	120	6:50:00	0.0250	4800.00	410	6	50

Fuente 113 Elaboración propia, 2019

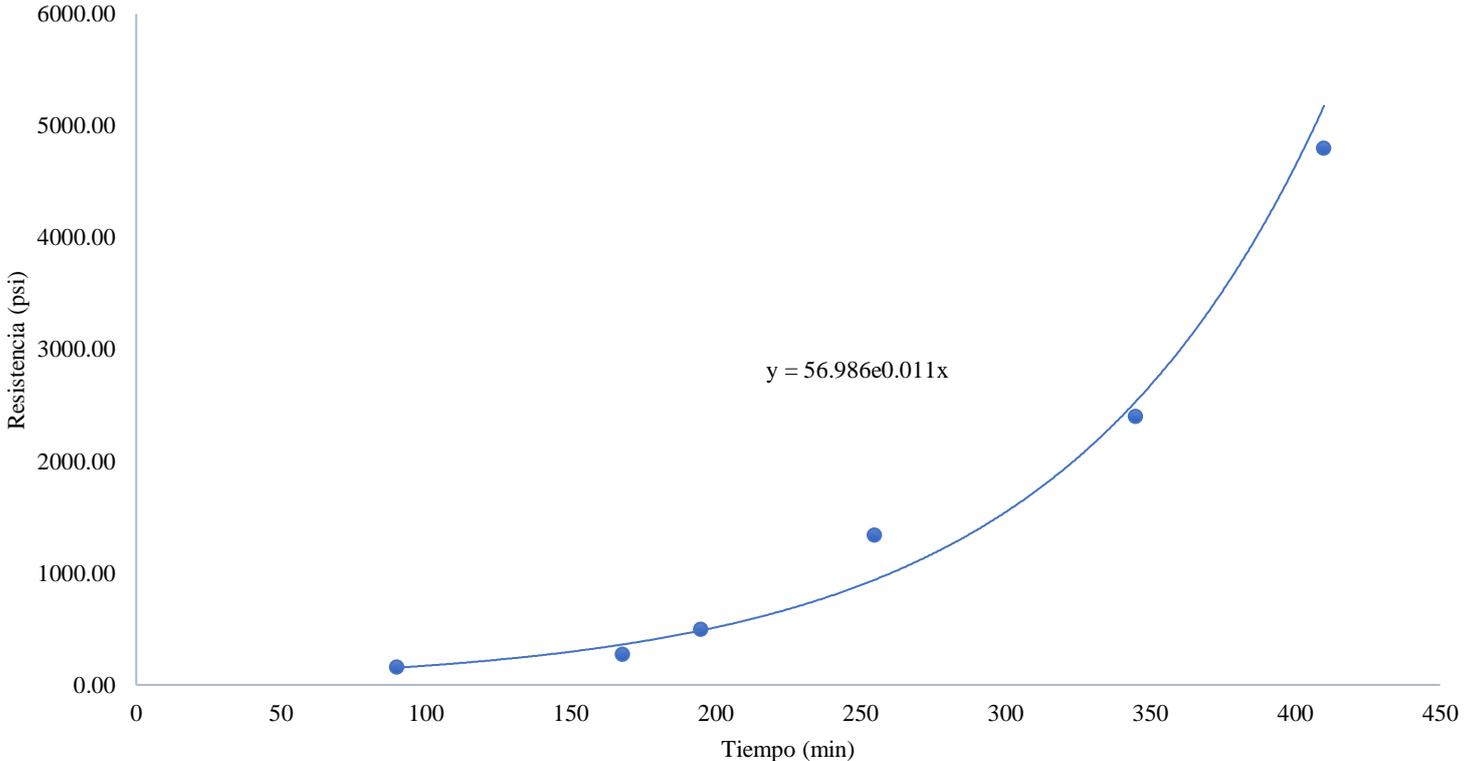
Tabla 66 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 5% de aditivo SIKA 3- ensayo 2

Tiempo de fraguado Inicial (min)	178
Tiempo de fraguado final (min)	388

Fuente 114 Elaboración propia, 2019

Gráfico 23 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 5% de aditivo SIKA 3 – muestra 2

Tiempo de fraguado vs Resistencia a la penetración-Muestra 2-Sika 3 al 5%



Fuente 115 Elaboración propia, 2019

El tiempo de fraguado inicial obtenido en la prueba es de 172 minutos, por otro lado, el tiempo de fraguado final obtenido es de 394 minutos.

Tabla 67 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 5% de aditivo SIKA 3– ensayo 3

Nº	Aguja Área (in)	Presión (lb)	Tiempo transcurrido	Área de aguja (in)	Resistencia a la penetración (psi)	Tiempo en minutos	Hora	Minuto
1	1"	180	1:30:00	1.0000	180.00	90	1	30
2	1/2"	180	3:10:00	0.5000	360.00	190	3	10
3	1/4"	200	3:48:00	0.2500	800.00	228	3	48
4	1/10"	140	4:40:00	0.1000	1400.00	280	4	40
5	1/20"	158	5:58:00	0.0500	3160.00	358	5	58
6	1/40"	120	7:05:00	0.0250	4800.00	425	7	5

Fuente 116 Elaboración propia, 2019

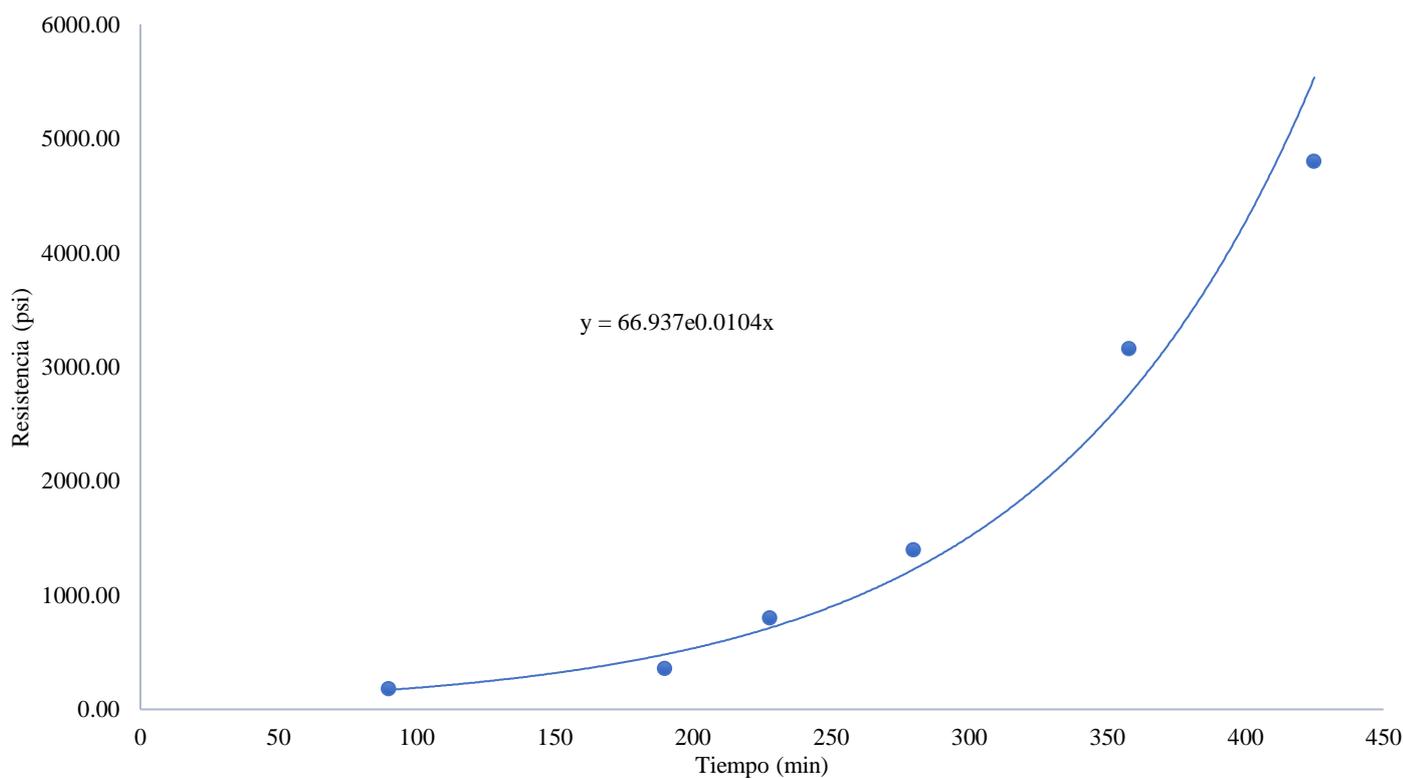
Tabla 68 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 5% de aditivo SIKA 3- ensayo 3

Tiempo de fraguado Inicial (min)	172
Tiempo de fraguado final (min)	394

Fuente 117 Elaboración propia, 2019

Gráfico 24 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 5% de aditivo SIKA 3 – muestra 3

Tiempo de fraguado vs Resistencia a la penetración-Muestra 3-Sika 3 al 5%



Fuente 118 Elaboración propia, 2019

El tiempo de fraguado inicial obtenido en la prueba es de 173 minutos, por otro lado, el tiempo de fraguado final obtenido es de 363 minutos.

Tabla 69 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 5% de aditivo SIKA 3– ensayo 4

Nº	Aguja Área (in)	Presión (lb)	Tiempo transcurrido	Área de aguja (in)	Resistencia a la penetración (psi)	Tiempo en minutos	Hora	Minuto
1	1"	142	1:30:00	1.0000	142.00	90	1	30
2	1/2"	120	2:40:00	0.5000	240.00	160	2	40
3	1/4"	120	3:30:00	0.2500	480.00	210	3	30
4	1/10"	186	4:00:00	0.1000	1,860.00	240	4	0
5	1/20"	122	5:00:00	0.0500	2,440.00	300	5	0
6	1/40"	140	6:58:00	0.0250	5,600.00	418	6	58

Fuente 119 Elaboración propia, 2019

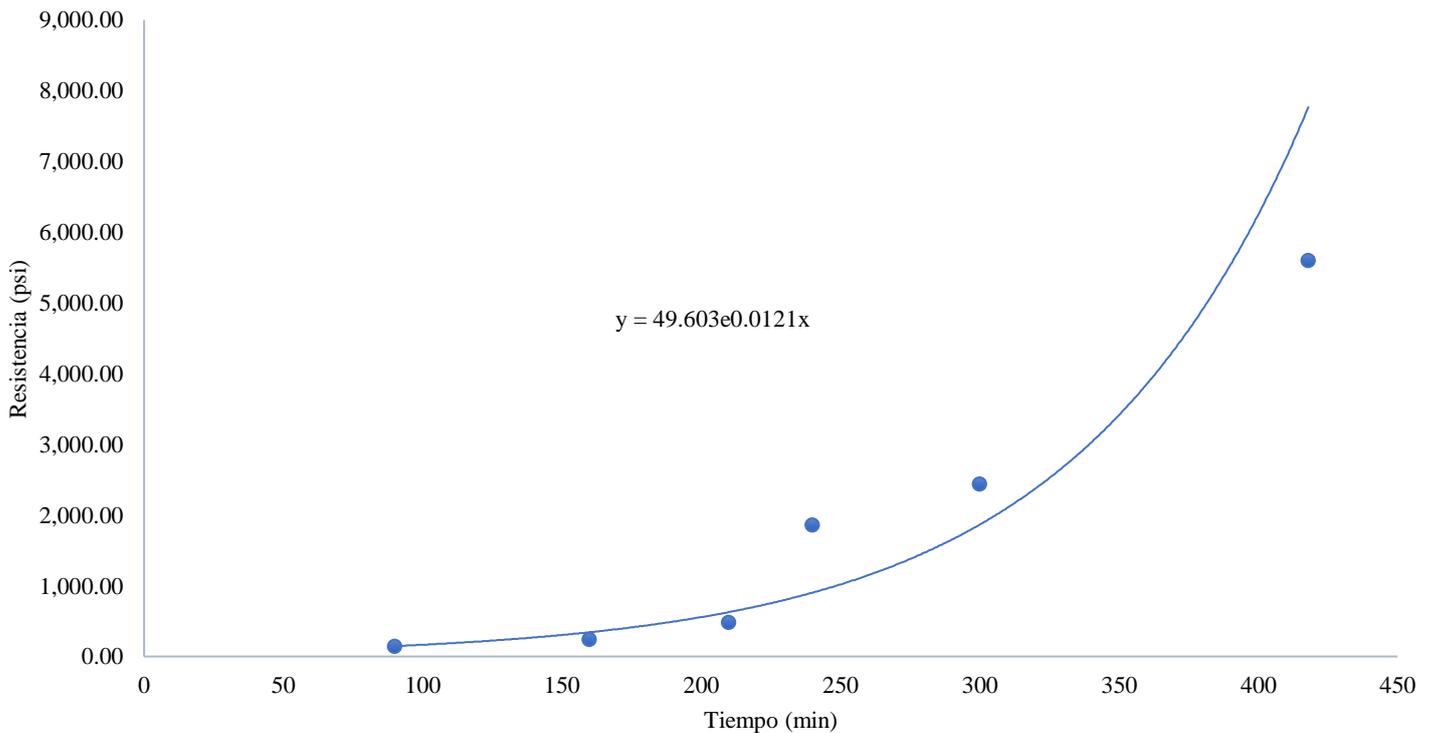
Tabla 70 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 5% de aditivo SIKA 3- ensayo 4

Tiempo de fraguado Inicial (min)	173
Tiempo de fraguado final (min)	363

Fuente 120 Elaboración propia, 2019

Gráfico 25 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 5% de aditivo SIKA 3 – muestra 4

Tiempo de fraguado vs Resistencia a la penetración-Muestra 4-Sika 3 al 5%



Fuente 121 Elaboración propia, 2019

3.6.7. Resistencia a la penetración y tiempo de fraguado de la muestra con 1% de CHEMA- 3

El tiempo de fraguado inicial obtenido en la prueba es de 257 minutos, por otro lado, el tiempo de fraguado final obtenido es de 532 minutos.

Tabla 71 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 1% de aditivo CHEMA 3– ensayo 1

Aguja N°	Área (in)	Presión (lb)	Tiempo transcurrido	Área de aguja (in)	Resistencia a la penetración (psi)	Tiempo en minutos	Hora	Minuto
1	1"	134	2:40:00	1.0000	134.00	160	2	40
2	1/2"	124	3:20:00	0.5000	248.00	200	3	20
3	1/4"	152	4:40:00	0.2500	608.00	280	4	40
4	1/10"	120	6:00:00	0.1000	1,200.00	360	6	0
5	1/20"	140	8:20:00	0.0500	2,800.00	500	8	20
6	1/40"	120	9:28:00	0.0250	4,800.00	568	9	28

Fuente 122 Elaboración propia, 2019

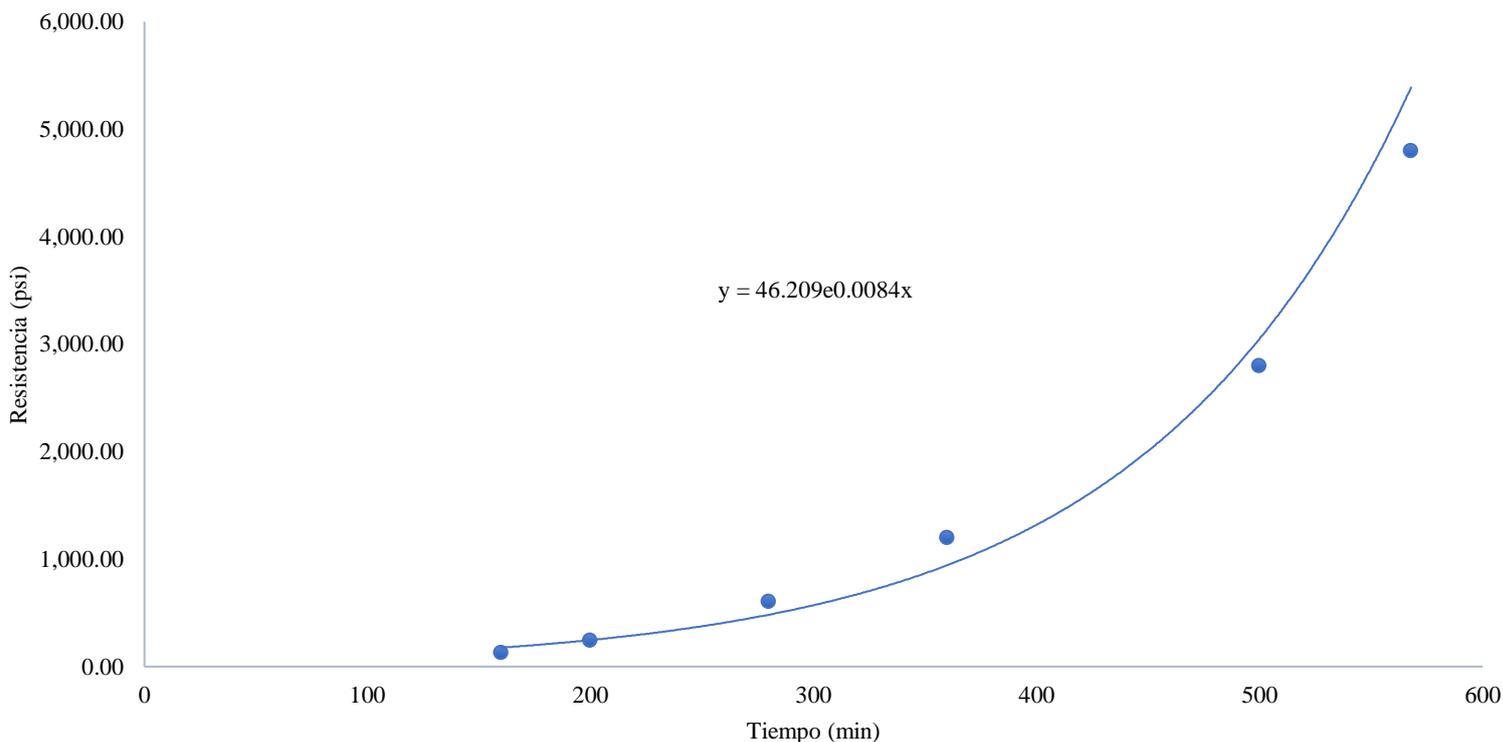
Tabla 72 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 1% de aditivo CHEMA 3- ensayo 1

Tiempo de fraguado Inicial (min)	257
Tiempo de fraguado final (min)	532

Fuente 123 Elaboración propia, 2019

Gráfico 26 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 1% de aditivo CHEMA 3 – muestra 1

Tiempo de fraguado vs Resistencia a la penetración-Muestra 1-Chema 3 al 1%



Fuente 124 Elaboración propia, 2019

El tiempo de fraguado inicial obtenido en la prueba es de 251 minutos, por otro lado, el tiempo de fraguado final obtenido es de 532 minutos.

Tabla 73 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 1% de aditivo CHEMA 3– ensayo 2

Aguja Nº	Área (in)	Presión (lb)	Tiempo transcurrido	Área de aguja (in)	Resistencia a la penetración (psi)	Tiempo en minutos	Hora	Minuto
1	1"	130	2:40:00	1.0000	130.00	160	2	40
2	1/2"	160	3:30:00	0.5000	320.00	210	3	30
3	1/4"	120	4:10:00	0.2500	480.00	250	4	10
4	1/10"	164	6:30:00	0.1000	1640.00	390	6	30
5	1/20"	140	8:10:00	0.0500	2800.00	490	8	10
6	1/40"	120	9:40:00	0.0250	4800.00	580	9	40

Fuente 125 Elaboración propia, 2019

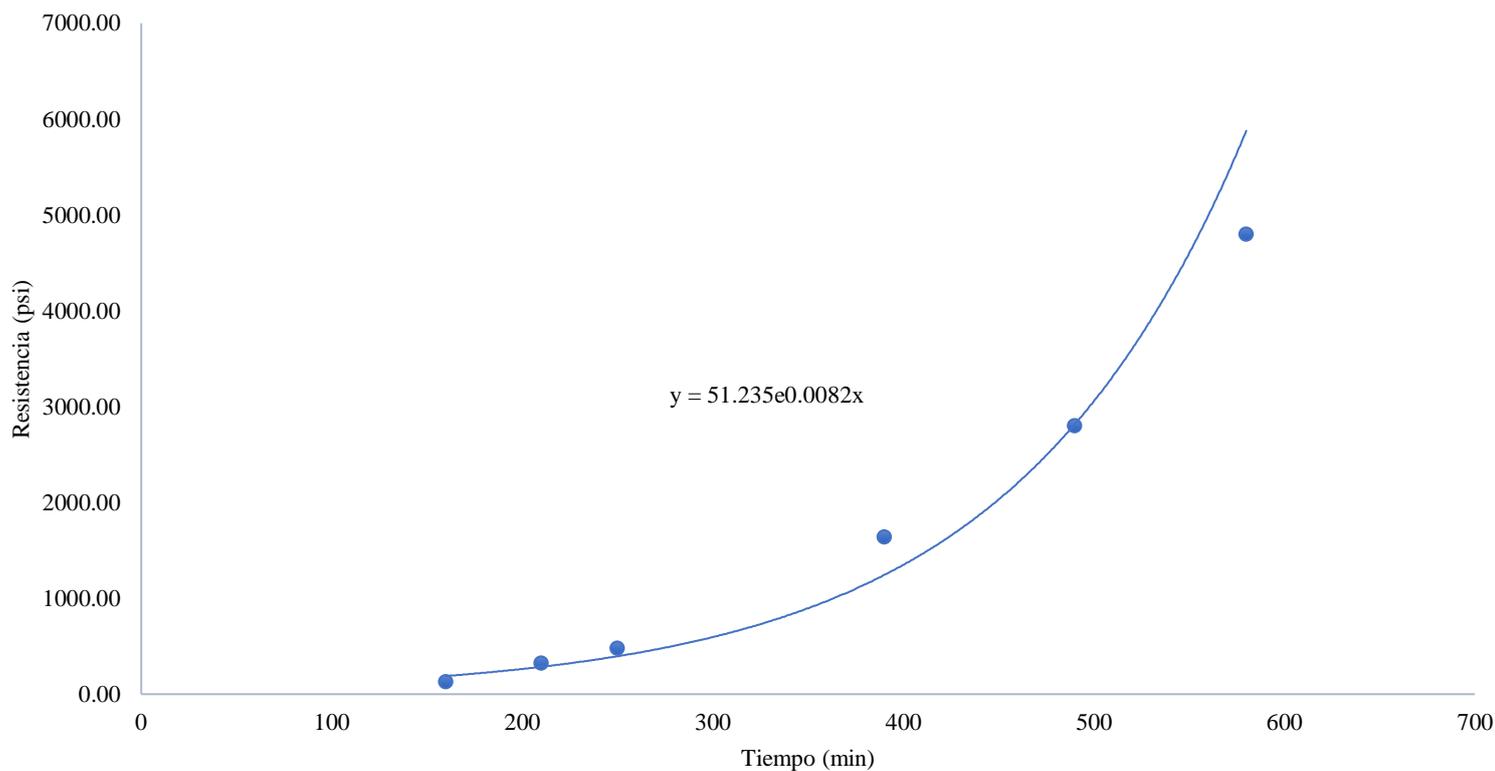
Tabla 74 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 1% de aditivo CHEMA 3- ensayo 2

Tiempo de fraguado Inicial (min)	251
Tiempo de fraguado final (min)	532

Fuente 126 Elaboración propia, 2019

Gráfico 27 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 1% de aditivo CHEMA 3 – muestra 2

Tiempo de fraguado vs Resistencia a la penetración-Muestra 2-Chema 3 al 1%



Fuente 127 Elaboración propia, 2019

El tiempo de fraguado inicial obtenido en la prueba es de 281 minutos, por otro lado, el tiempo de fraguado final obtenido es de 557 minutos.

Tabla 75 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 1% de aditivo CHEMA 3– ensayo 3

N°	Aguja Área (in)	Presión (lb)	Tiempo transcurrido	Área de aguja (in)	Resistencia a la penetración (psi)	Tiempo en minutos	Hora	Minuto
1	1"	140	2:30:00	1.0000	140.00	150	2	30
2	1/2"	120	4:00:00	0.5000	240.00	240	4	0
3	1/4"	164	5:00:00	0.2500	656.00	300	5	0
4	1/10"	120	7:20:00	0.1000	1200.00	440	7	20
5	1/20"	138	8:20:00	0.0500	2760.00	500	8	20
6	1/40"	124	9:35:00	0.0250	4960.00	575	9	35

Fuente 128 Elaboración propia, 2019

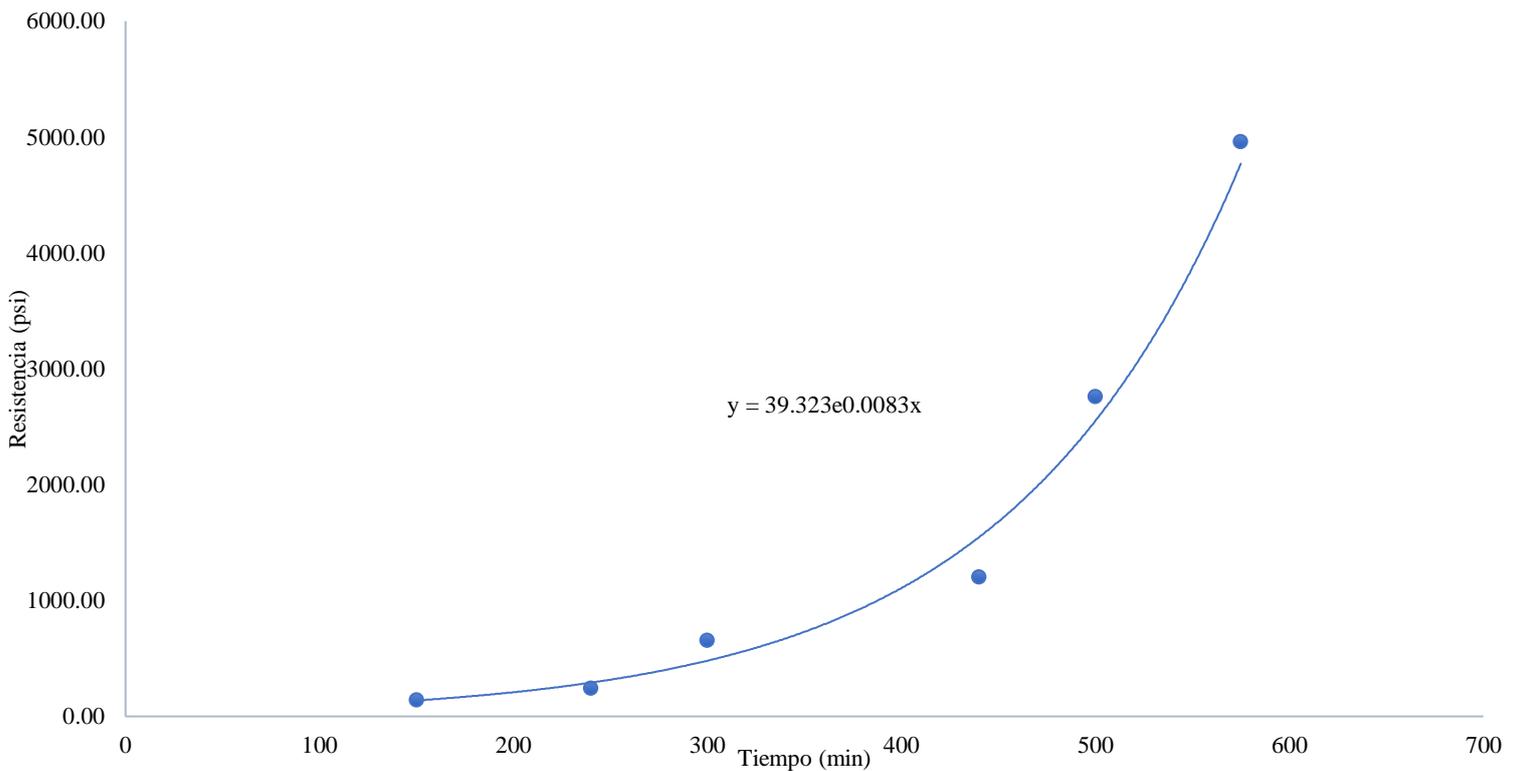
Tabla 76 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 1% de aditivo CHEMA 3- ensayo 3

Tiempo de fraguado Inicial (min)	281
Tiempo de fraguado final (min)	557

Fuente 129 Elaboración propia, 2019

Gráfico 28 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 1% de aditivo CHEMA 3 – muestra 3

Tiempo de fraguado vs Resistencia a la penetración-Muestra 3-Chema 3 al 1%



Fuente 130 Elaboración propia, 2019

El tiempo de fraguado inicial obtenido en la prueba es de 273 minutos, por otro lado, el tiempo de fraguado final obtenido es de 541 minutos.

Tabla 77 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 1% de aditivo CHEMA 3– ensayo 4

Nº	Aguja Área (in)	Presión (lb)	Tiempo transcurrido	Área de aguja (in)	Resistencia a la penetración (psi)	Tiempo en minutos	Hora	Minuto
1	1"	120	2:30:00	1.0000	120.00	150	2	30
2	1/2"	120	3:40:00	0.5000	240.00	220	3	40
3	1/4"	160	4:50:00	0.2500	640.00	290	4	50
4	1/10"	180	7:20:00	0.1000	1800.00	440	7	20
5	1/20"	120	8:00:00	0.0500	2400.00	480	8	0
6	1/40"	124	9:35:00	0.0250	4960.00	575	9	35

Fuente 131 Elaboración propia, 2019

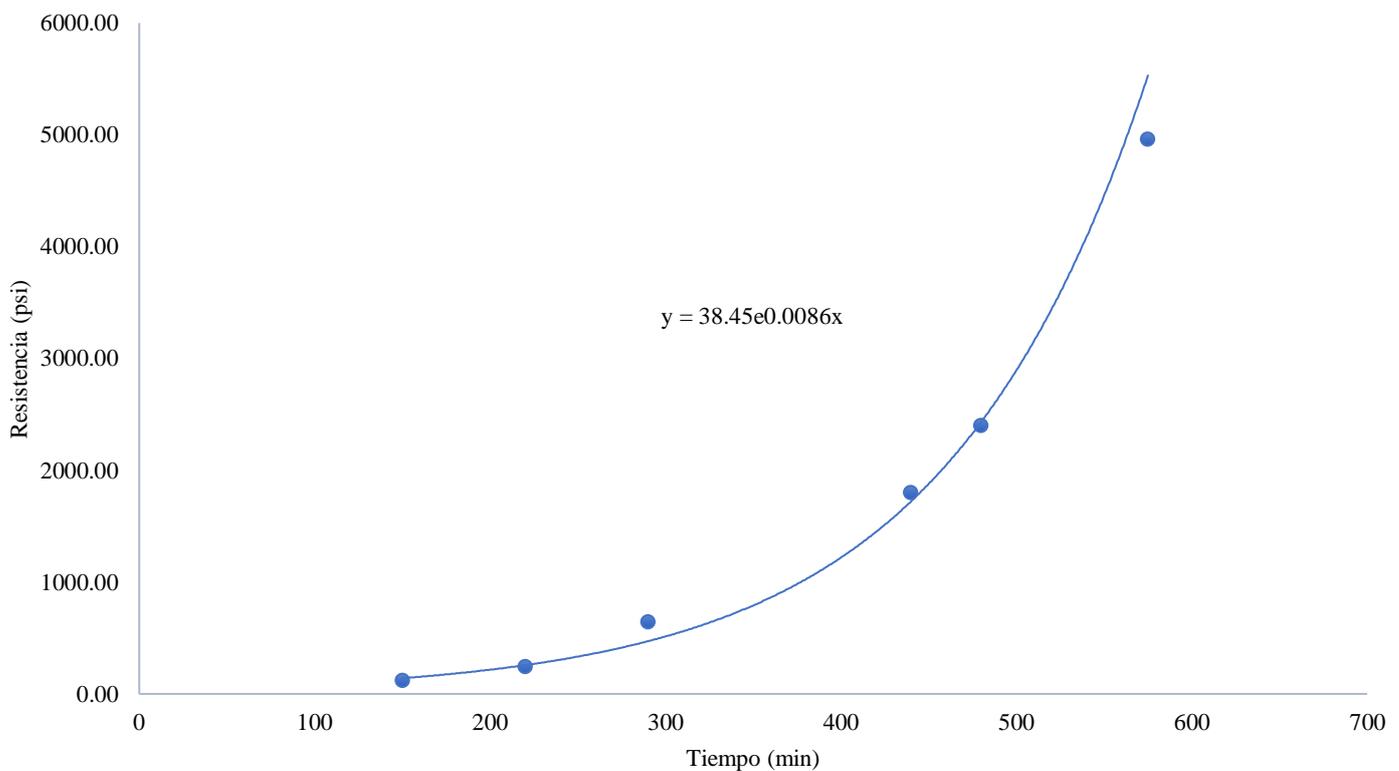
Tabla 78 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 1% de aditivo CHEMA 3- ensayo 4

Tiempo de fraguado Inicial (min)	273
Tiempo de fraguado final (min)	541

Fuente 132 Elaboración propia, 2019

Gráfico 29 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 1% de aditivo CHEMA 3 – muestra 4

Tiempo de fraguado vs Resistencia a la penetración-Muestra 4-Chema 3 al 1%



Fuente 133 Elaboración propia, 2019

3.6.8. Resistencia a la penetración y tiempo de fraguado de la muestra con 2% de CHEMA- 3

El tiempo de fraguado inicial obtenido en la prueba es de 247 minutos, por otro lado, el tiempo de fraguado final obtenido es de 515 minutos.

Tabla 79 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 2% de aditivo CHEMA 3– ensayo 1

Nº	Aguja Área (in)	Presión (lb)	Tiempo transcurrido	Área de aguja (in)	Resistencia a la penetración (psi)	Tiempo en minutos	Hora	Minuto
1	1"	164	2:30:00	1.0000	164.00	150	2	30
2	1/2"	140	3:30:00	0.5000	280.00	210	3	30
3	1/4"	152	4:40:00	0.2500	608.00	280	4	40
4	1/10"	120	6:00:00	0.1000	1,200.00	360	6	0
5	1/20"	120	7:45:00	0.0500	2,400.00	465	7	45
6	1/40"	124	8:57:00	0.0250	4,960.00	537	8	57

Fuente 134 Elaboración propia, 2019

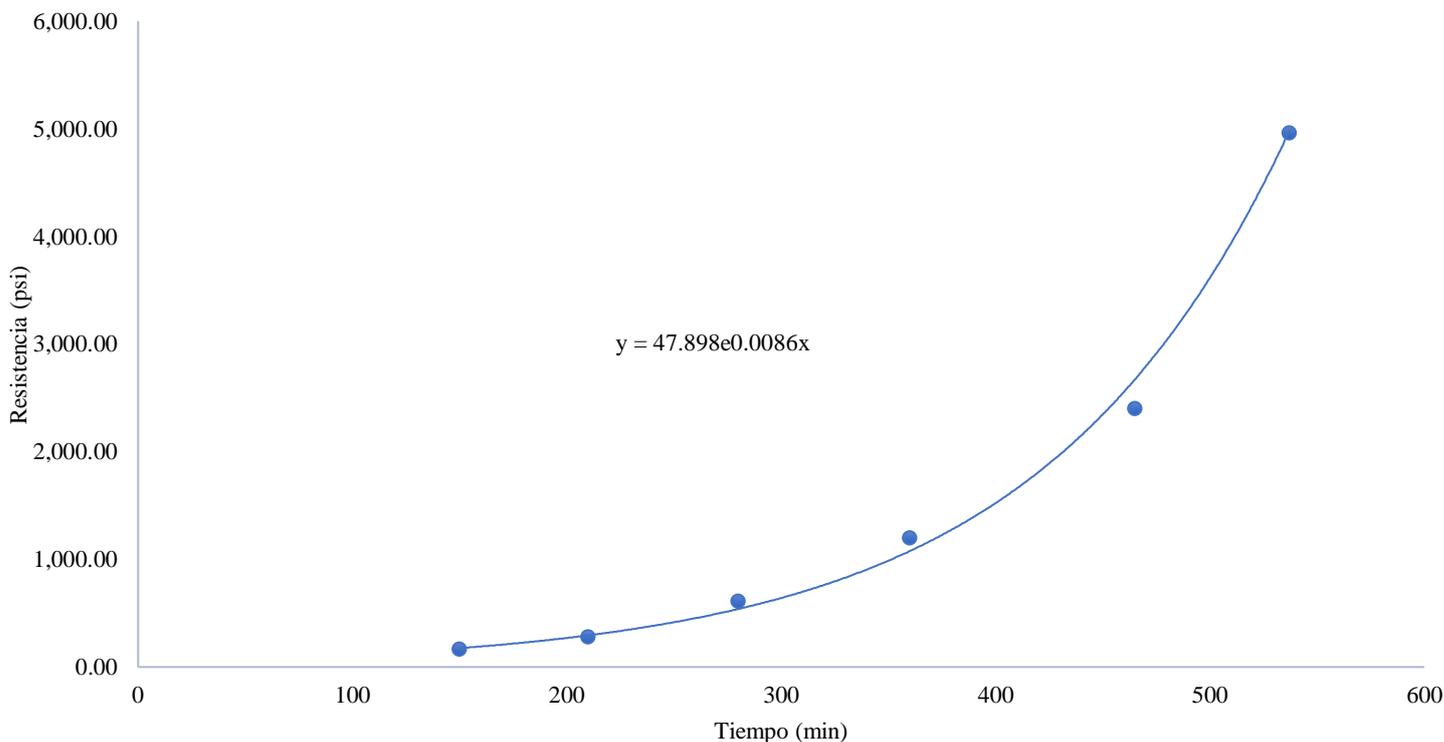
Tabla 80 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 2% de aditivo CHEMA 3- ensayo 1

Tiempo de fraguado Inicial (min)	247
Tiempo de fraguado final (min)	515

Fuente 135 Elaboración propia, 2019

Gráfico 30 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 2% de aditivo CHEMA 3 – muestra 1

Tiempo de fraguado vs Resistencia a la penetración-Muestra 1-Chema 3 al 2%



Fuente 136 Elaboración propia, 2019

El tiempo de fraguado inicial obtenido en la prueba es de 244 minutos, por otro lado, el tiempo de fraguado final obtenido es de 500 minutos.

Tabla 81 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 2% de aditivo CHEMA 3– ensayo 2

Nº	Aguja Área (in)	Presión (lb)	Tiempo transcurrido	Área de aguja (in)	Resistencia a la penetración (psi)	Tiempo en minutos	Hora	Minuto
1	1"	154	2:30:00	1.0000	154.00	150	2	30
2	1/2"	138	3:30:00	0.5000	276.00	210	3	30
3	1/4"	120	4:20:00	0.2500	480.00	260	4	20
4	1/10"	164	6:00:00	0.1000	1640.00	360	6	0
5	1/20"	122	7:20:00	0.0500	2440.00	440	7	20
6	1/40"	120	9:00:00	0.0250	4800.00	540	9	0

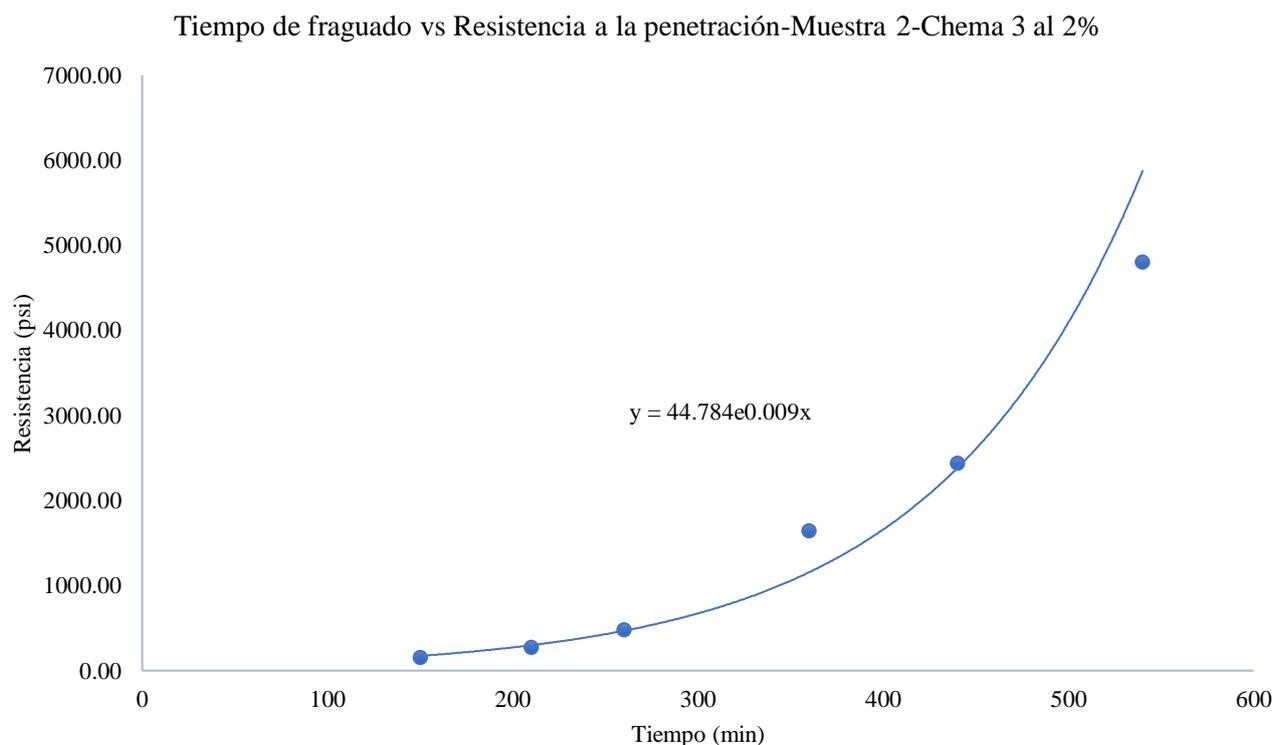
Fuente 137 Elaboración propia, 2019

Tabla 82 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 2% de aditivo CHEMA 3- ensayo 2

Tiempo de fraguado Inicial (min)	244
Tiempo de fraguado final (min)	500

Fuente 138 Elaboración propia, 2019

Gráfico 31 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 2% de aditivo CHEMA 3 – muestra 2



Fuente 139 Elaboración propia, 2019

El tiempo de fraguado inicial obtenido en la prueba es de 245 minutos, por otro lado, el tiempo de fraguado final obtenido es de 501 minutos.

Tabla 83 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 2% de aditivo CHEMA 3– ensayo 3

N°	Aguja Área (in)	Presión (lb)	Tiempo transcurrido	Área de aguja (in)	Resistencia a la penetración (psi)	Tiempo en minutos	Hora	Minuto
1	1"	148	2:40:00	1.0000	148.00	160	2	40
2	1/2"	160	3:30:00	0.5000	320.00	210	3	30
3	1/4"	124	4:20:00	0.2500	496.00	260	4	20
4	1/10"	180	6:20:00	0.1000	1800.00	380	6	20
5	1/20"	124	7:25:00	0.0500	2480.00	445	7	25
6	1/40"	120	9:00:00	0.0250	4800.00	540	9	0

Fuente 140 Elaboración propia, 2019

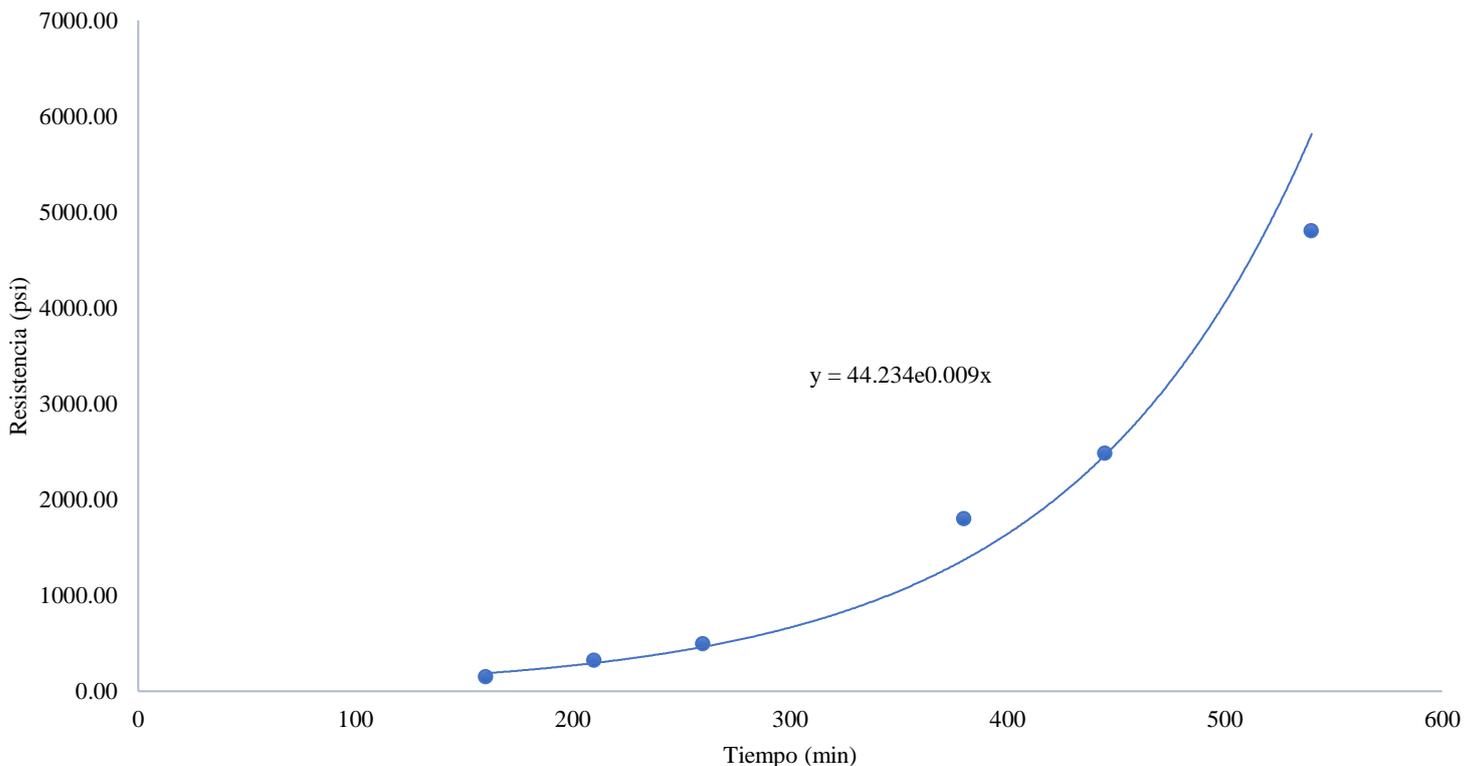
Tabla 84 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 2% de aditivo CHEMA 3- ensayo 3

Tiempo de fraguado Inicial (min)	245
Tiempo de fraguado final (min)	501

Fuente 141 Elaboración propia, 2019

Gráfico 32 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 2% de aditivo CHEMA 3 – muestra 3

Tiempo de fraguado vs Resistencia a la penetración-Muestra 3-Chema 3 al 2%



Fuente 142 Elaboración propia, 2019

El tiempo de fraguado inicial obtenido en la prueba es de 248 minutos, por otro lado, el tiempo de fraguado final obtenido es de 512 minutos.

Tabla 85 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 2% de aditivo CHEMA 3– ensayo 4

Aguja Nº	Área (in)	Presión (lb)	Tiempo transcurrido	Área de aguja (in)	Resistencia a la penetración (psi)	Tiempo en minutos	Hora	Minuto
1	1"	130	2:30:00	1.0000	130.00	150	2	30
2	1/2"	140	3:30:00	0.5000	280.00	210	3	30
3	1/4"	140	4:00:00	0.2500	560.00	240	4	0
4	1/10"	126	6:20:00	0.1000	1260.00	380	6	20
5	1/20"	100	7:20:00	0.0500	2000.00	440	7	20
6	1/40"	120	9:00:00	0.0250	4800.00	540	9	0

Fuente 143 Elaboración propia, 2019

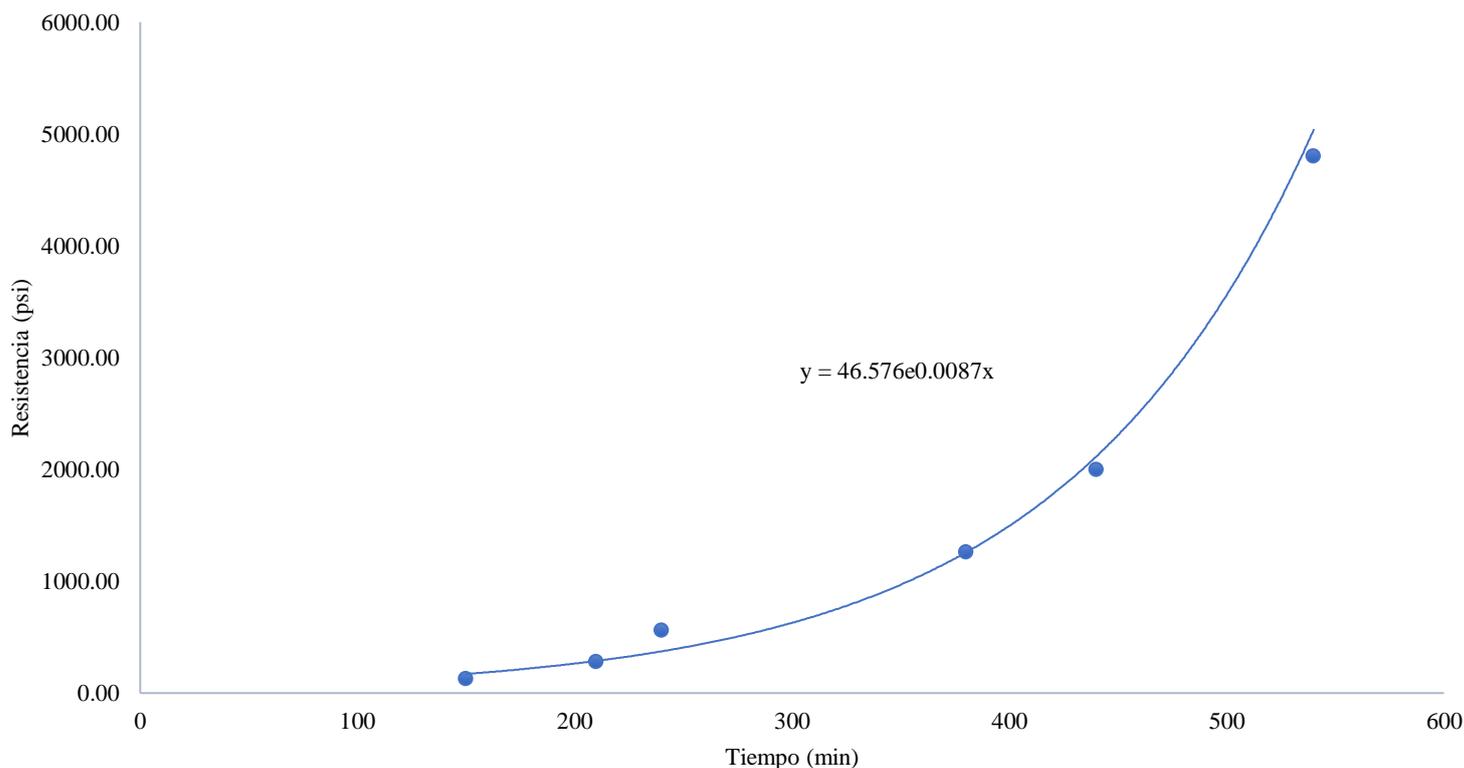
Tabla 86 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 2% de aditivo CHEMA 3- ensayo 4

Tiempo de fraguado Inicial (min)	248
Tiempo de fraguado final (min)	512

Fuente 144 Elaboración propia, 2019

Gráfico 33 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 2% de aditivo CHEMA 3 – muestra 4

Tiempo de fraguado vs Resistencia a la penetración-Muestra 4-Chema 3 al 2%



Fuente 145 Elaboración propia, 2019

3.6.9. Resistencia a la penetración y tiempo de fraguado de la muestra con 3% de CHEMA- 3

El tiempo de fraguado inicial obtenido en la prueba es de 231 minutos, por otro lado, el tiempo de fraguado final obtenido es de 469 minutos.

Tabla 87 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 3% de aditivo CHEMA 3– ensayo 1

Nº	Aguja Área (in)	Presión (lb)	Tiempo transcurrido	Área de aguja (in)	Resistencia a la penetración (psi)	Tiempo en minutos	Hora	Minuto
1	1"	137	2:40:00	1.0000	137.00	160	2	40
2	1/2"	180	3:20:00	0.5000	360.00	200	3	20
3	1/4"	120	4:00:00	0.2500	480.00	240	4	0
4	1/10"	120	5:20:00	0.1000	1,200.00	320	5	20
5	1/20"	130	7:10:00	0.0500	2,600.00	430	7	10
6	1/40"	130	8:30:00	0.0250	5,200.00	510	8	30

Fuente 146 Elaboración propia, 2019

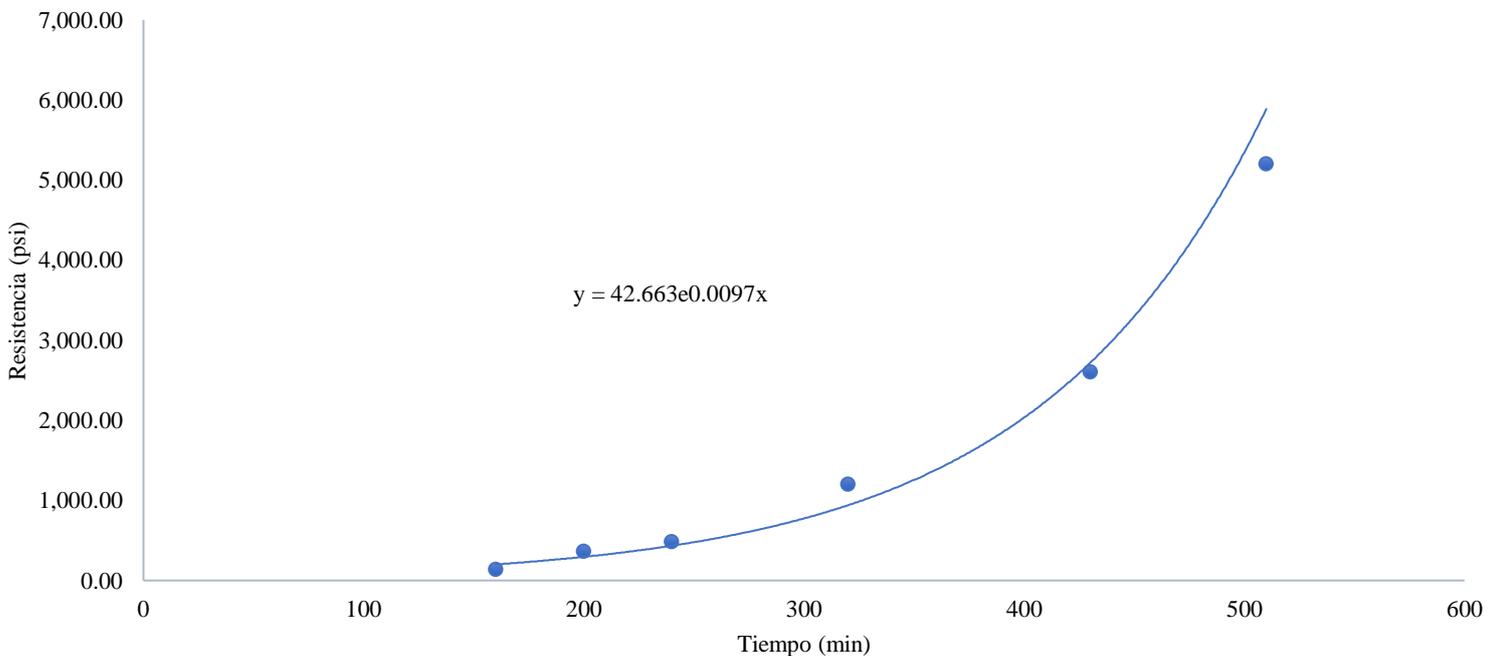
Tabla 88 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 3% de aditivo CHEMA 3- ensayo 1

Tiempo de fraguado Inicial (min)	231
Tiempo de fraguado final (min)	469

Fuente 147 Elaboración propia, 2019

Gráfico 34 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 3% de aditivo CHEMA 3 – muestra 1

Tiempo de fraguado vs Resistencia a la penetración-Muestra 1-Chema 3 al 3%



Fuente 148 Elaboración propia, 2019

El tiempo de fraguado inicial obtenido en la prueba es de 244 minutos, por otro lado, el tiempo de fraguado final obtenido es de 479 minutos.

Tabla 89 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 3% de aditivo CHEMA 3– ensayo 2

N°	Aguja Área (in)	Presión (lb)	Tiempo transcurrido	Área de aguja (in)	Resistencia a la penetración (psi)	Tiempo en minutos	Hora	Minuto
1	1"	130	2:40:00	1.0000	130.00	160	2	40
2	1/2"	160	3:30:00	0.5000	320.00	210	3	30
3	1/4"	140	4:00:00	0.2500	560.00	240	4	0
4	1/10"	120	6:45:00	0.1000	1200.00	405	6	45
5	1/20"	135	7:00:00	0.0500	2700.00	420	7	0
6	1/40"	146	8:30:00	0.0250	5840.00	510	8	30

Fuente 149 Elaboración propia, 2019

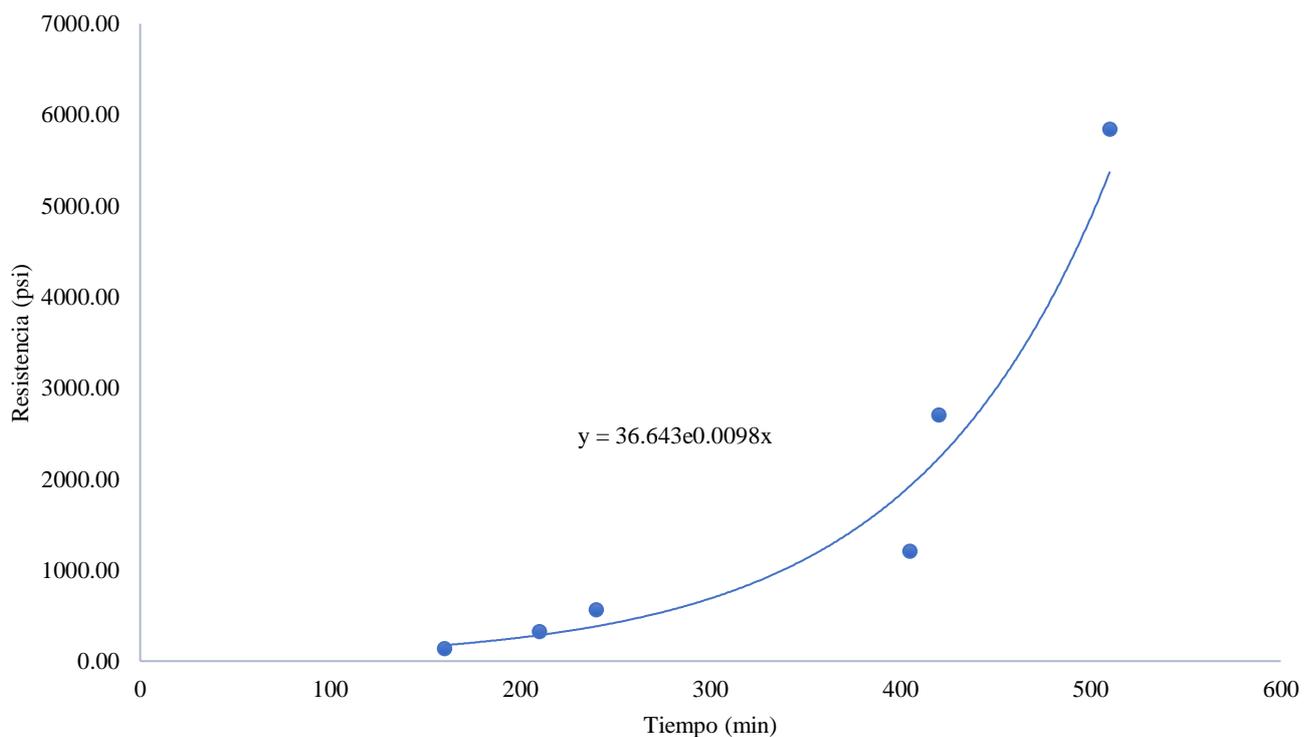
Tabla 90 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 3% de aditivo CHEMA 3- ensayo 2

Tiempo de fraguado Inicial (min)	244
Tiempo de fraguado final (min)	479

Fuente 150 Elaboración propia, 2019

Gráfico 35 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 3% de aditivo CHEMA 3 – muestra 2

Tiempo de fraguado vs Resistencia a la penetración-Muestra 2-Chema 3 al 3%



Fuente 151 Elaboración propia, 2019

El tiempo de fraguado inicial obtenido en la prueba es de 234 minutos, por otro lado, el tiempo de fraguado final obtenido es de 469 minutos.

Tabla 91 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 3% de aditivo CHEMA 3– ensayo 3

Nº	Aguja Área (in)	Presión (lb)	Tiempo transcurrido	Área de aguja (in)	Resistencia a la penetración (psi)	Tiempo en minutos	Hora	Minuto
1	1"	120	2:30:00	1.0000	120.00	150	2	30
2	1/2"	141	3:05:00	0.5000	282.00	185	3	5
3	1/4"	164	4:05:00	0.2500	656.00	245	4	5
4	1/10"	180	6:48:00	0.1000	1800.00	408	6	48
5	1/20"	160	7:20:00	0.0500	3200.00	440	7	20
6	1/40"	140	8:30:00	0.0250	5600.00	510	8	30

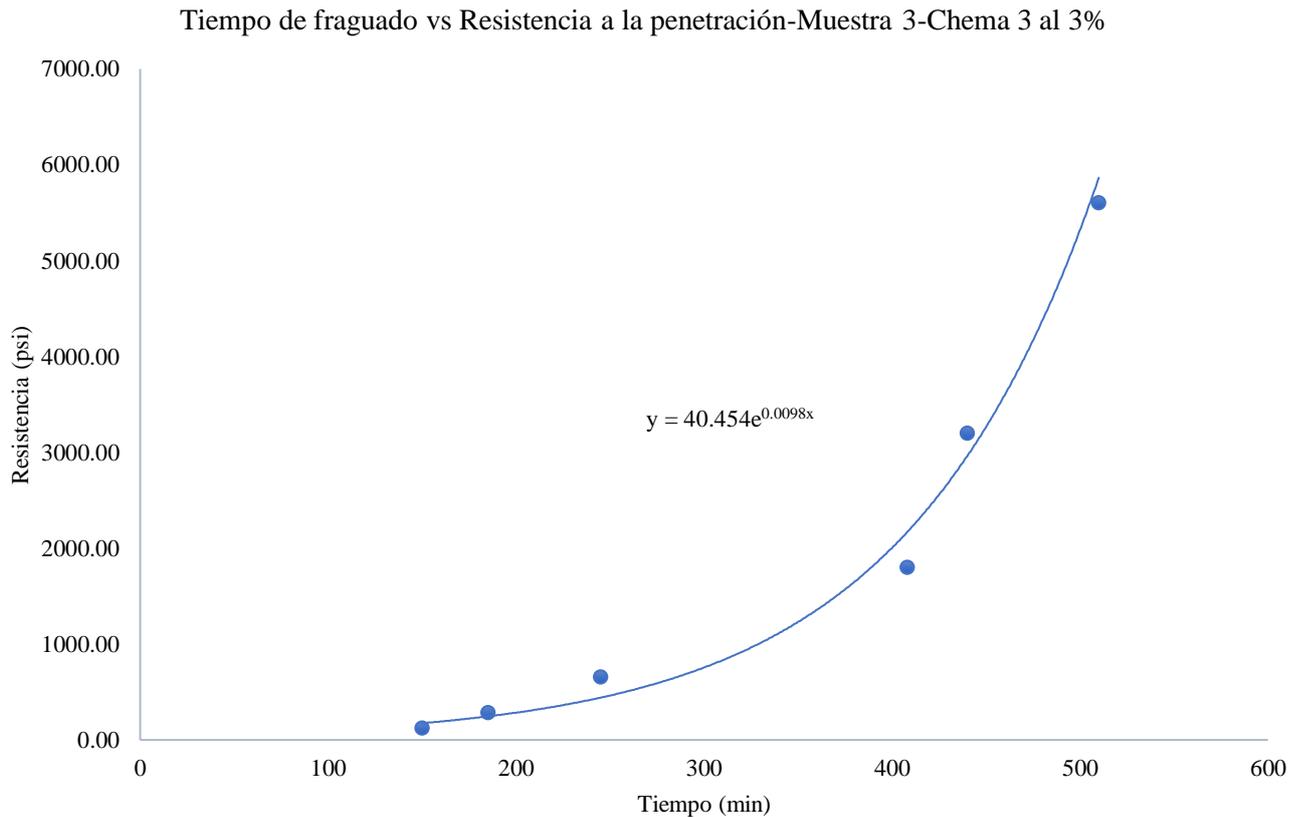
Fuente 152 Elaboración propia, 2019

Tabla 92 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 3% de aditivo CHEMA 3- ensayo 3

Tiempo de fraguado Inicial (min)	234
Tiempo de fraguado final (min)	469

Fuente 153 Elaboración propia, 2019

Gráfico 36 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 3% de aditivo CHEMA 3 – muestra 3



Fuente 154 Elaboración propia, 2019

El tiempo de fraguado inicial obtenido en la prueba es de 239 minutos, por otro lado, el tiempo de fraguado final obtenido es de 474 minutos.

Tabla 93 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 3% de aditivo CHEMA 3– ensayo 4

Nº	Aguja Área (in)	Presión (lb)	Tiempo transcurrido	Área de aguja (in)	Resistencia a la penetración (psi)	Tiempo en minutos	Hora	Minuto
1	1"	166	2:30:00	1.0000	166.00	150	2	30
2	1/2"	142	3:20:00	0.5000	284.00	200	3	20
3	1/4"	145	4:20:00	0.2500	580.00	260	4	20
4	1/10"	124	6:40:00	0.1000	1240.00	400	6	40
5	1/20"	180	7:20:00	0.0500	3600.00	440	7	20
6	1/40"	164	8:30:00	0.0250	6560.00	510	8	30

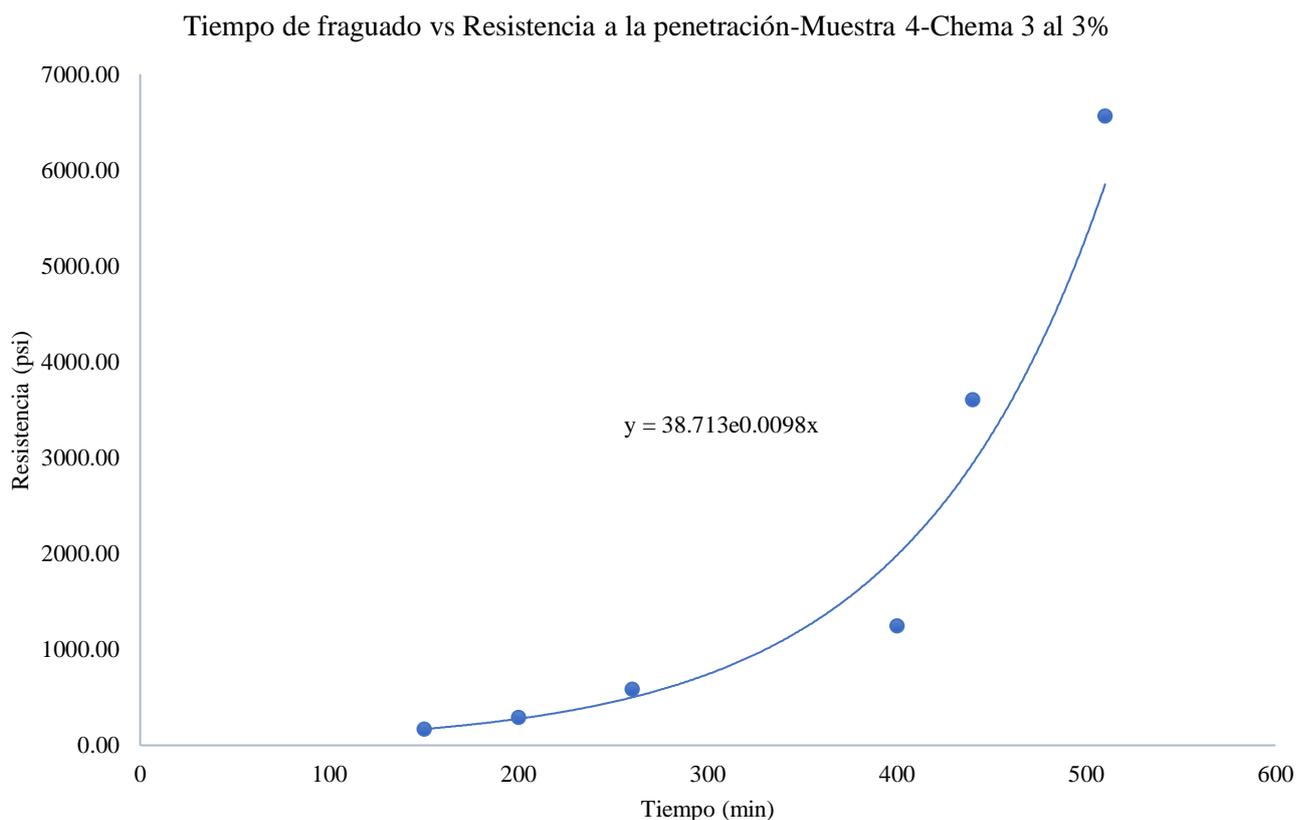
Fuente 155 Elaboración propia, 2019

Tabla 94 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 3% de aditivo CHEMA 3- ensayo 4

Tiempo de fraguado Inicial (min)	239
Tiempo de fraguado final (min)	474

Fuente 156 Elaboración propia, 2019

Gráfico 37 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 3% de aditivo CHEMA 3 – muestra 4



Fuente 157 Elaboración propia, 2019

3.6.10. Resistencia a la penetración y tiempo de fraguado de la muestra con 4% de CHEMA- 3

El tiempo de fraguado inicial obtenido en la prueba es de 215 minutos, por otro lado, el tiempo de fraguado final obtenido es de 441 minutos.

Tabla 95 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 4% de aditivo CHEMA 3– ensayo 1

N°	Aguja		Tiempo transcurrido	Área de aguja (in)	Resistencia a la penetración (psi)	Tiempo en minutos	Hora	Minuto
	Área (in)	Presión (lb)						
1	1"	166	2:00:00	1.0000	166.00	120	2	0
2	1/2"	130	2:40:00	0.5000	260.00	160	2	40
3	1/4"	120	4:00:00	0.2500	480.00	240	4	0
4	1/10"	122	6:00:00	0.1000	1,220.00	360	6	0
5	1/20"	200	7:00:00	0.0500	4,000.00	420	7	0
6	1/40"	160	7:58:00	0.0250	6,400.00	478	7	58

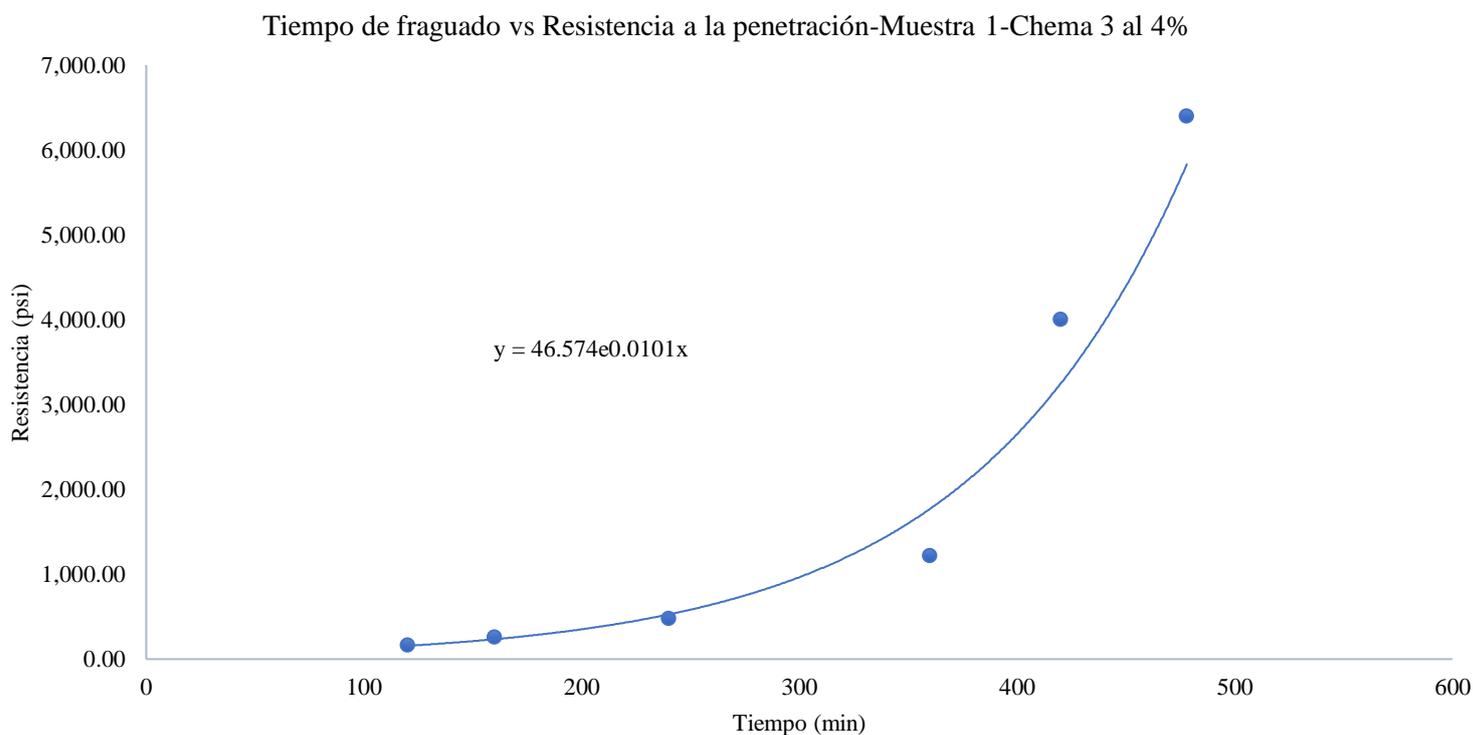
Fuente 158 Elaboración propia, 2019

Tabla 96 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 4% de aditivo CHEMA 3- ensayo 1

Tiempo de fraguado Inicial (min)	215
Tiempo de fraguado final (min)	441

Fuente 159 Elaboración propia, 2019

Gráfico 38 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 4% de aditivo CHEMA 3 – muestra 1



Fuente 160 Elaboración propia, 2019

El tiempo de fraguado inicial obtenido en la prueba es de 222 minutos, por otro lado, el tiempo de fraguado final obtenido es de 439 minutos.

Tabla 97 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 4% de aditivo CHEMA 3– ensayo 2

Nº	Aguja Área (in)	Presión (lb)	Tiempo transcurrido	Área de aguja (in)	Resistencia a la penetración (psi)	Tiempo en minutos	Hora	Minuto
1	1"	144	2:00:00	1.0000	144.00	120	2	0
2	1/2"	180	3:33:00	0.5000	360.00	213	3	33
3	1/4"	124	4:18:00	0.2500	496.00	258	4	18
4	1/10"	168	5:40:00	0.1000	1680.00	340	5	40
5	1/20"	160	7:15:00	0.0500	3200.00	435	7	15
6	1/40"	170	8:00:00	0.0250	6800.00	480	8	0

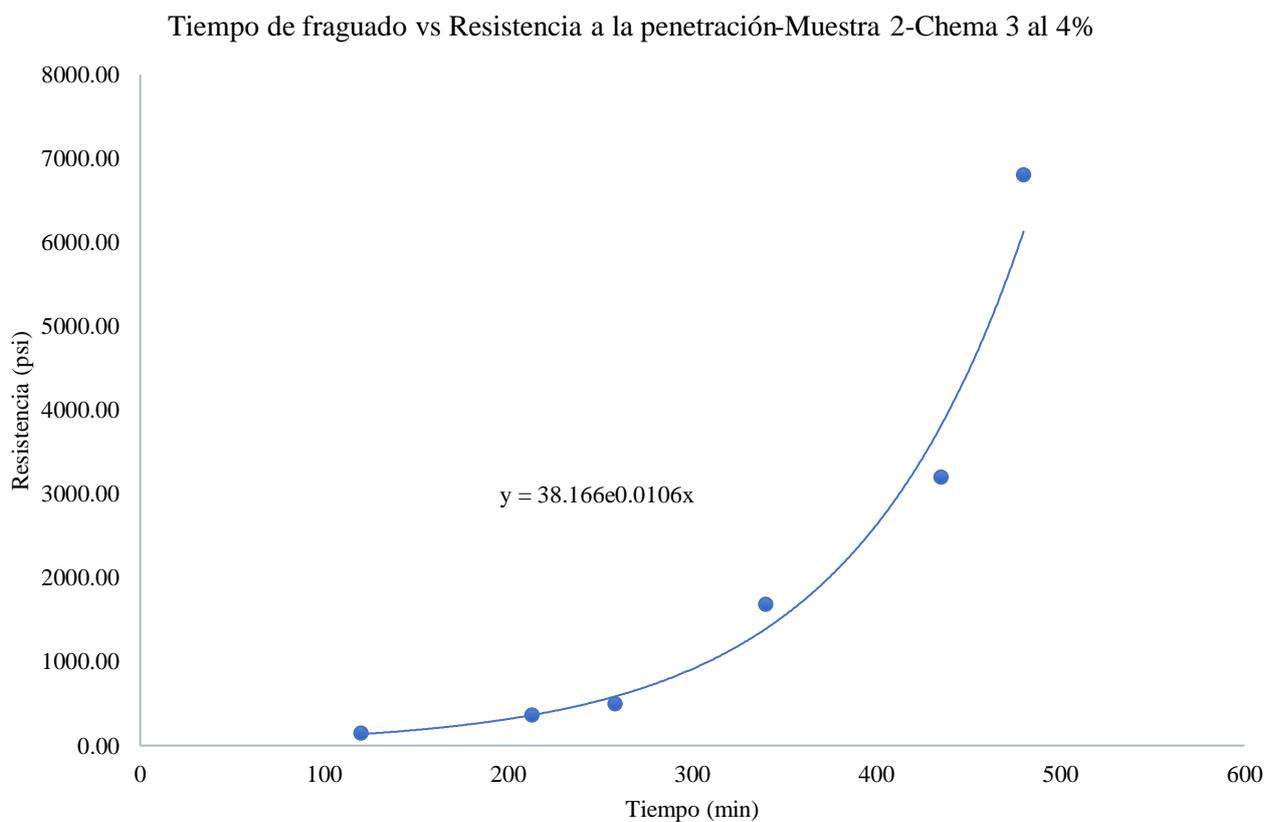
Fuente 161 Elaboración propia, 2019

Tabla 98 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 4% de aditivo CHEMA 3- ensayo 2

Tiempo de fraguado Inicial (min)	222
Tiempo de fraguado final (min)	439

Fuente 162 Elaboración propia, 2019

Gráfico 39 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 4% de aditivo CHEMA 3 – muestra 2



Fuente 163 Elaboración propia, 2019

El tiempo de fraguado inicial obtenido en la prueba es de 216 minutos, por otro lado, el tiempo de fraguado final obtenido es de 471 minutos.

Tabla 99 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 4% de aditivo CHEMA 3– ensayo 3

Nº	Aguja Área (in)	Presión (lb)	Tiempo transcurrido	Área de aguja (in)	Resistencia a la penetración (psi)	Tiempo en minutos	Hora	Minuto
1	1"	120	2:00:00	1.0000	120.00	120	2	0
2	1/2"	170	2:40:00	0.5000	340.00	160	2	40
3	1/4"	120	4:00:00	0.2500	480.00	240	4	0
4	1/10"	134	5:20:00	0.1000	1340.00	320	5	20
5	1/20"	120	7:05:00	0.0500	2400.00	425	7	5
6	1/40"	120	8:15:00	0.0250	4800.00	495	8	15

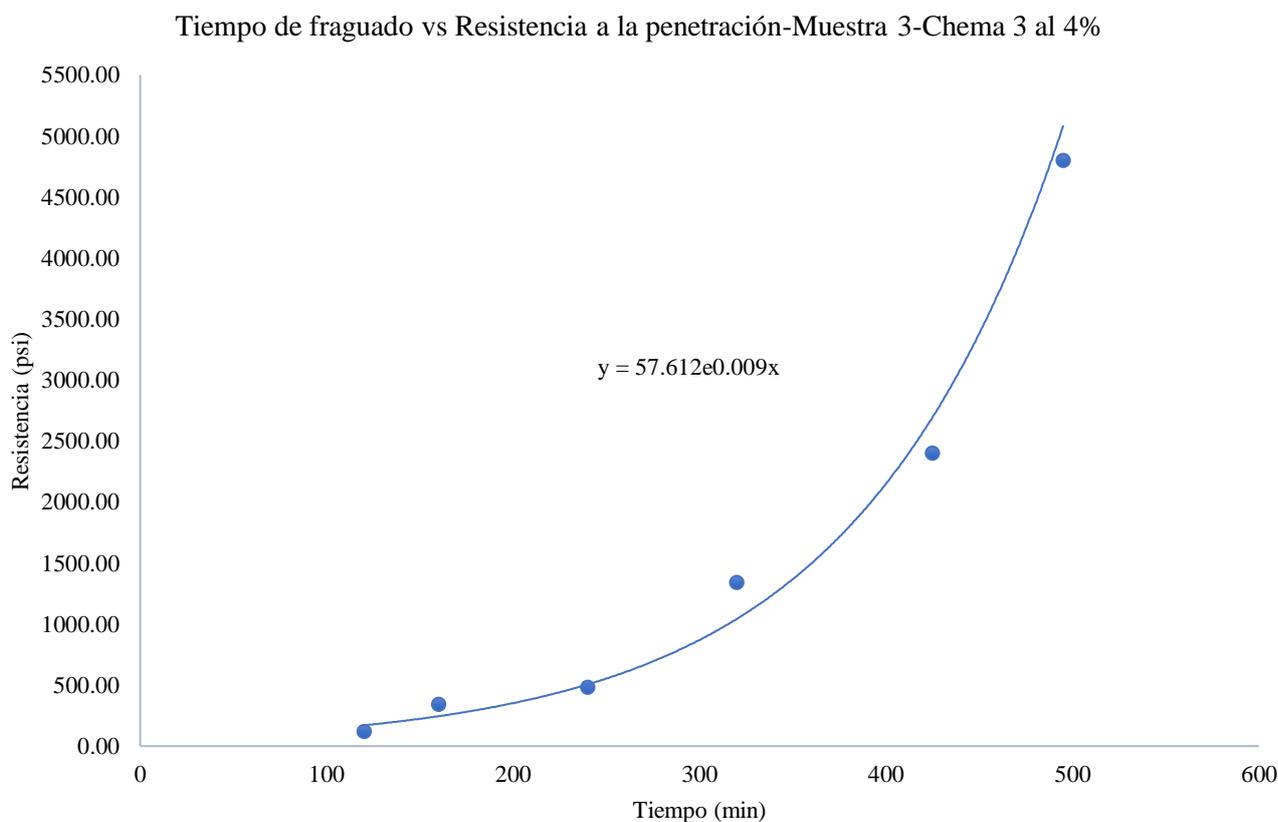
Fuente 164 Elaboración propia, 2019

Tabla 100 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 4% de aditivo CHEMA 3- ensayo 3

Tiempo de fraguado Inicial (min)	216
Tiempo de fraguado final (min)	471

Fuente 165 Elaboración propia, 2019

Gráfico 40 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 4% de aditivo CHEMA 3 – muestra 3



Fuente 166 Elaboración propia, 2019

El tiempo de fraguado inicial obtenido en la prueba es de 223 minutos, por otro lado, el tiempo de fraguado final obtenido es de 463 minutos.

Tabla 101 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 4% de aditivo CHEMA 3- ensayo 4

N°	Aguja Área (in)	Presión (lb)	Tiempo transcurrido	Área de aguja (in)	Resistencia a la penetración (psi)	Tiempo en minutos	Hora	Minuto
1	1"	154	2:15:00	1.0000	154.00	135	2	15
2	1/2"	120	2:38:00	0.5000	240.00	158	2	38
3	1/4"	130	4:00:00	0.2500	520.00	240	4	0
4	1/10"	128	6:00:00	0.1000	1280.00	360	6	0
5	1/20"	128	7:00:00	0.0500	2560.00	420	7	0
6	1/40"	130	8:00:00	0.0250	5200.00	480	8	0

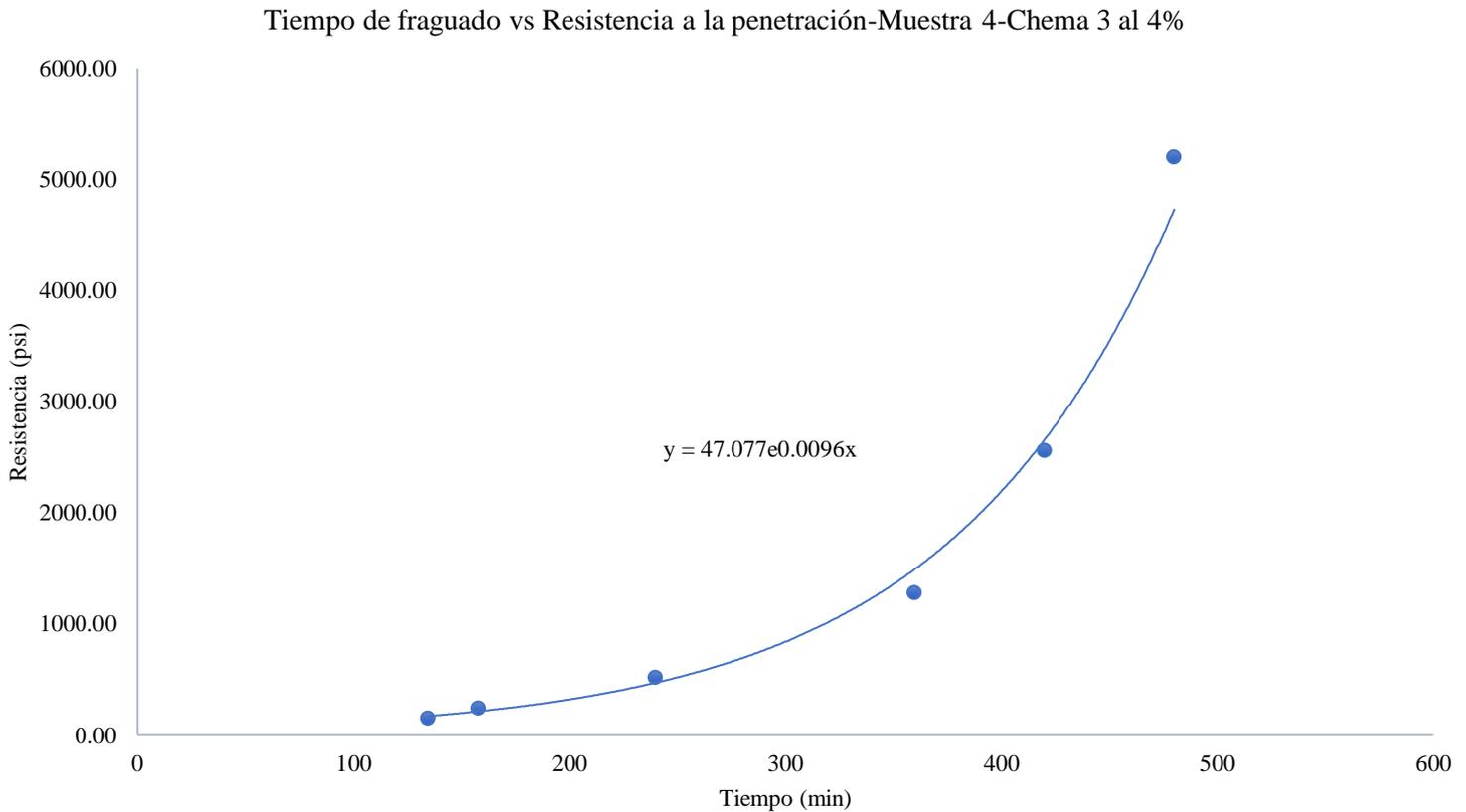
Fuente 167 Elaboración propia, 2019

Tabla 102 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 4% de aditivo CHEMA 3- ensayo 4

Tiempo de fraguado Inicial (min)	223
Tiempo de fraguado final (min)	463

Fuente 168 Elaboración propia, 2019

Gráfico 41 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 4% de aditivo CHEMA 3 – muestra 4



Fuente 169 Elaboración propia, 2019

3.6.11. Resistencia a la penetración y tiempo de fraguado de la muestra con 5% de CHEMA- 3

El tiempo de fraguado inicial obtenido en la prueba es de 184 minutos, por otro lado, el tiempo de fraguado final obtenido es de 414 minutos.

Tabla 103 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 5% de aditivo CHEMA 3– ensayo 1

Nº	Aguja Área (in)	Presión (lb)	tiempo transcurrido	Área de aguja (in)	Resistencia a la penetración (psi)	Tiempo en minutos	Hora	Minuto
1	1"	176	1:50:00	1.0000	176.00	110	1	50
2	1/2"	180	2:43:00	0.5000	360.00	163	2	43
3	1/4"	124	3:28:00	0.2500	496.00	208	3	28
4	1/10"	144	5:12:00	0.1000	1,440.00	312	5	12
5	1/20"	164	6:18:00	0.0500	3,280.00	378	6	18
6	1/40"	120	7:25:00	0.0250	4,800.00	445	7	25

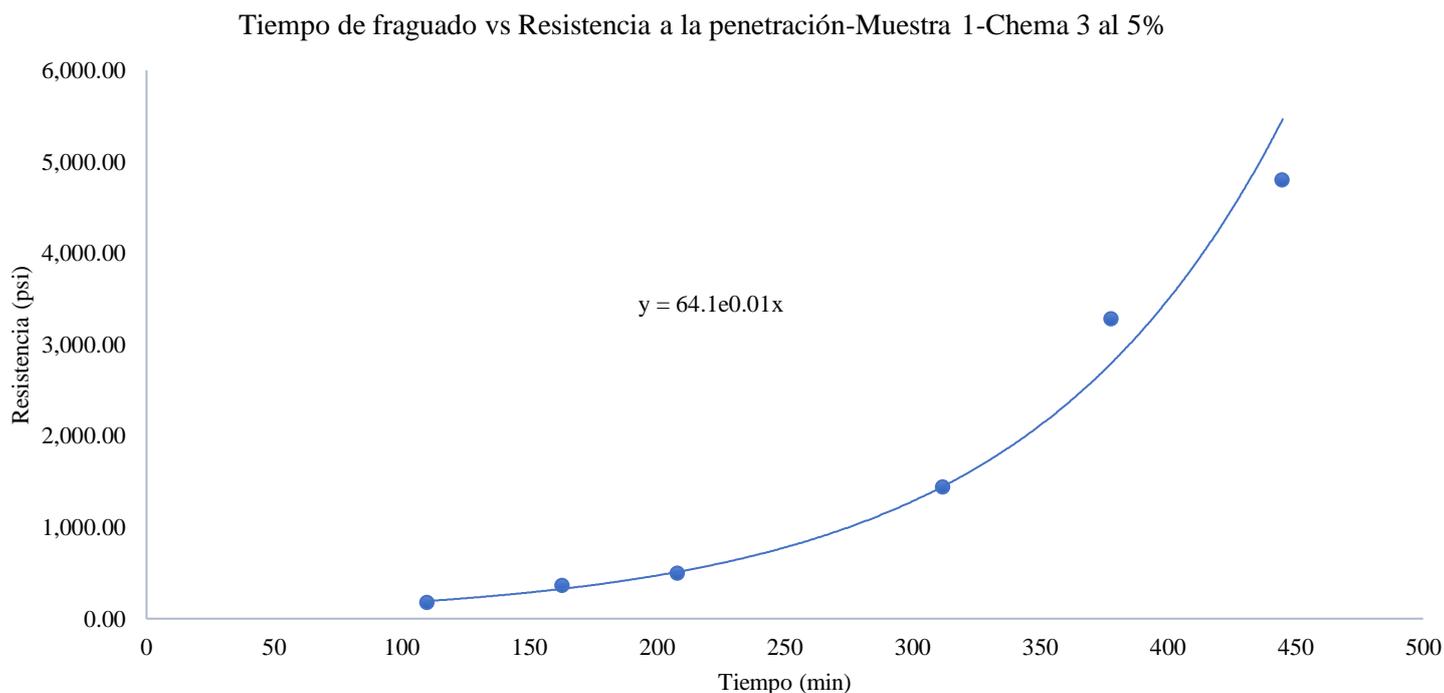
Fuente 170 Elaboración propia, 2019

Tabla 104 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 5% de aditivo CHEMA 3- ensayo 1

Tiempo de fraguado Inicial (min)	184
Tiempo de fraguado final (min)	414

Fuente 171 Elaboración propia, 2019

Gráfico 42 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 5% de aditivo CHEMA 3 – muestra 1



Fuente 172 Elaboración propia, 2019

El tiempo de fraguado inicial obtenido en la prueba es de 196 minutos, por otro lado, el tiempo de fraguado final obtenido es de 436 minutos.

Tabla 105 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 5% de aditivo CHEMA 3– ensayo 2

Nº	Aguja Área (in)	Presión (lb)	Tiempo transcurrido	Área de aguja (in)	Resistencia a la penetración (psi)	Tiempo en minutos	Hora	Minuto
1	1"	164	2:00:00	1.0000	164.00	120	2	0
2	1/2"	184	2:45:00	0.5000	368.00	165	2	45
3	1/4"	154	3:50:00	0.2500	616.00	230	3	50
4	1/10"	120	5:35:00	0.1000	1200.00	335	5	35
5	1/20"	138	6:25:00	0.0500	2760.00	385	6	25
6	1/40"	120	7:30:00	0.0250	4800.00	450	7	30

Fuente 173 Elaboración propia, 2019

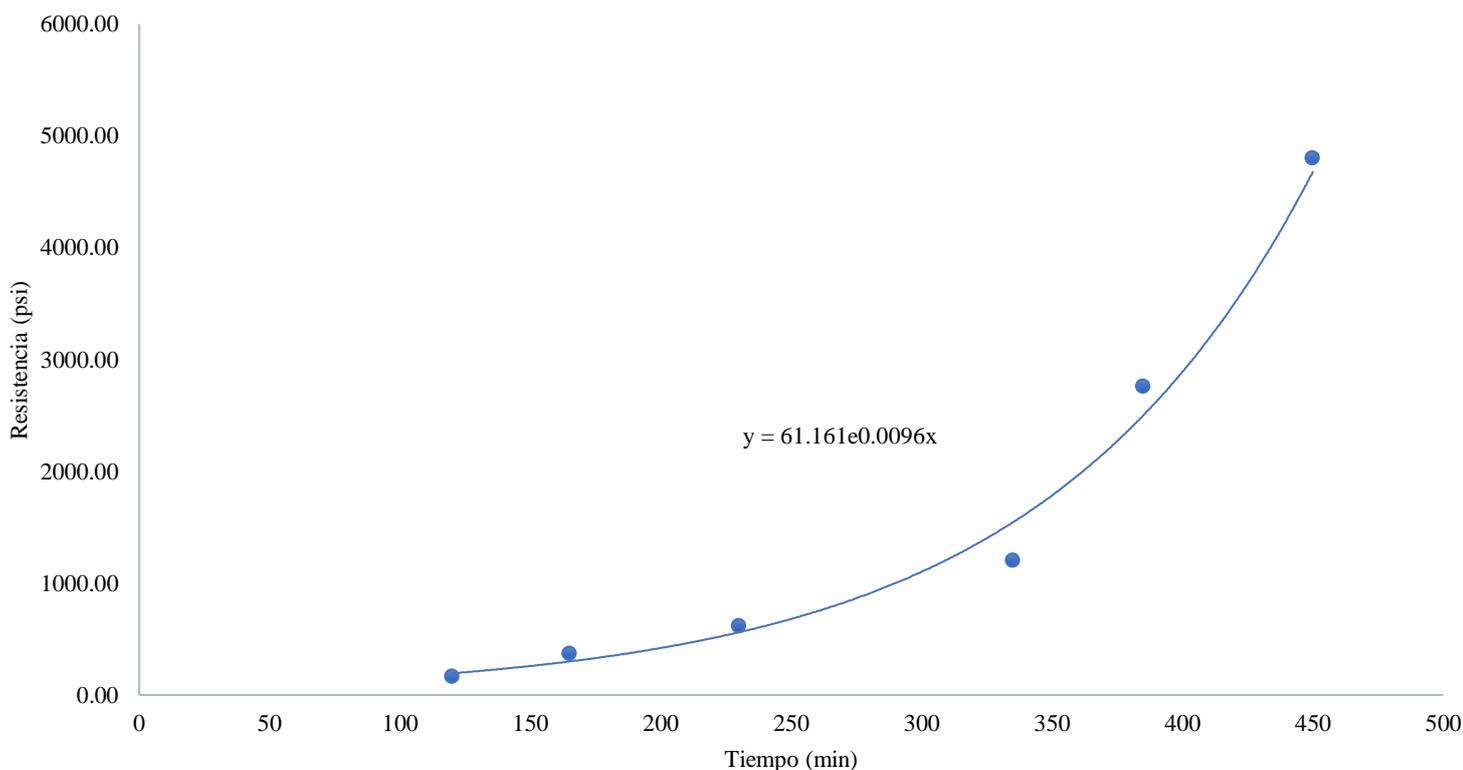
Tabla 106 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 5% de aditivo CHEMA 3- ensayo 2

Tiempo de fraguado Inicial (min)	196
Tiempo de fraguado final (min)	436

Fuente 174 Elaboración propia, 2019

Gráfico 43 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 5% de aditivo CHEMA 3 – muestra 2

Tiempo de fraguado vs Resistencia a la penetración-Muestra 2-Chema 3 al 5%



Fuente 175 Elaboración propia, 2019

El tiempo de fraguado inicial obtenido en la prueba es de 192 minutos, por otro lado, el tiempo de fraguado final obtenido es de 425 minutos.

Tabla 107 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 5% de aditivo CHEMA 3- ensayo 3

Nº	Aguja Área (in)	Presión (lb)	Tiempo transcurrido	Área de aguja (in)	Resistencia a la penetración (psi)	Tiempo en minutos	Hora	Minuto
1	1"	120	1:53:00	1.0000	120.00	113	1	53
2	1/2"	162	2:30:00	0.5000	324.00	150	2	30
3	1/4"	180	3:20:00	0.2500	720.00	200	3	20
4	1/10"	128	5:45:00	0.1000	1280.00	345	5	45
5	1/20"	126	6:20:00	0.0500	2520.00	380	6	20
6	1/40"	130	7:15:00	0.0250	5200.00	435	7	15

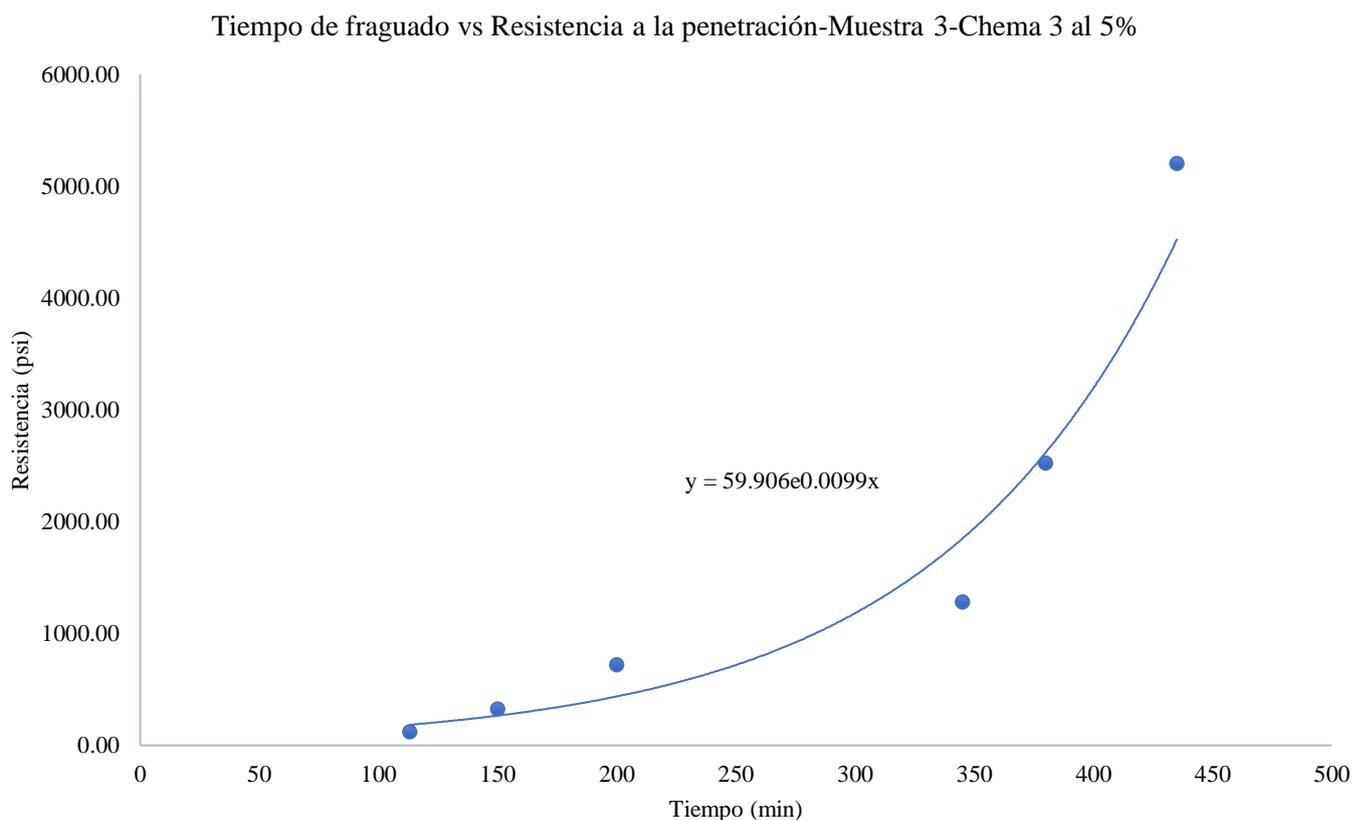
Fuente 176 Elaboración propia, 2019

Tabla 108 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 5% de aditivo CHEMA 3- ensayo 3

Tiempo de fraguado Inicial (min)	192
Tiempo de fraguado final (min)	425

Fuente 177 Elaboración propia, 2019

Gráfico 44 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 5% de aditivo CHEMA 3 – muestra 3



Fuente 178 Elaboración propia, 2019

El tiempo de fraguado inicial obtenido en la prueba es de 209 minutos, por otro lado, el tiempo de fraguado final obtenido es de 408 minutos.

Tabla 109 Resultados del tiempo de fraguado de la muestra con 5% de aditivo CHEMA 3– ensayo 4

Aguja N°	Área (in)	Presión (lb)	Tiempo transcurrido	Área de aguja (in)	Resistencia a la penetración (psi)	Tiempo en minutos	Hora	Minuto
1	1"	154	2:15:00	1.0000	154.00	135	2	15
2	1/2"	120	2:38:00	0.5000	240.00	158	2	38
3	1/4"	136	3:50:00	0.2500	544.00	230	3	50
4	1/10"	120	5:00:00	0.1000	1200.00	300	5	0
5	1/20"	130	6:10:00	0.0500	2600.00	370	6	10
6	1/40"	130	7:10:00	0.0250	5200.00	430	7	10

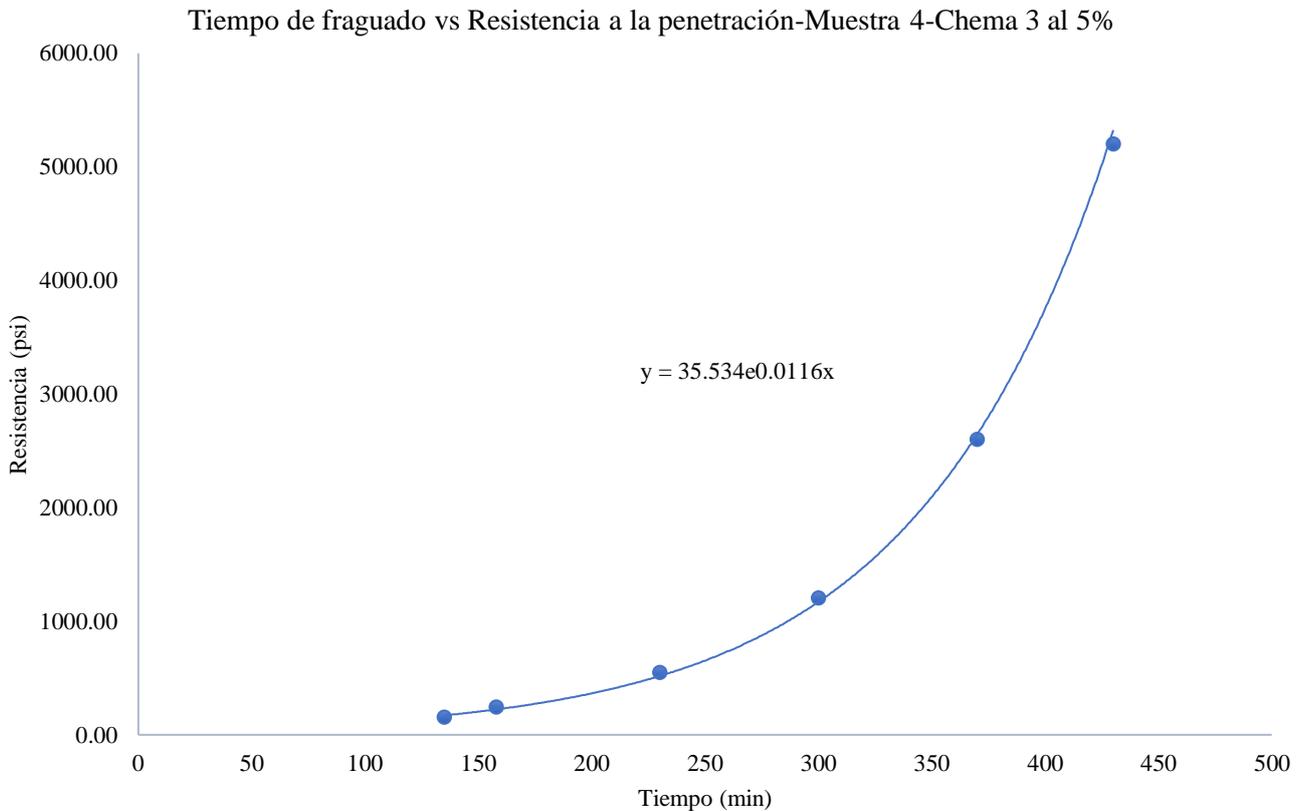
Fuente 179 Elaboración propia, 2019

Tabla 110 Tiempo de fraguado inicial y final muestra con 5% de aditivo CHEMA 3- ensayo 4

Tiempo de fraguado Inicial (min)	209
Tiempo de fraguado final (min)	408

Fuente 180 Elaboración propia, 2019

Gráfico 45 Tiempo de fraguado vs resistencia a la penetración muestra con 5% de aditivo CHEMA 3 – muestra 4



Fuente 181 Elaboración propia, 2019

3.7. Resistencia a la compresión de cubos de mortero según la norma NTP 334.051

El ensayo de resistencia la compresión de cubos de mortero se realizó por cada porcentaje y marca de aditivo, dentro de ello el número de repeticiones fue de 10 unidades.

3.7.1. Resistencia a la compresión de cubos de mortero sin aditivo acelerante

La resistencia a la compresión promedio obtenida a los 3 días de curado es de 10.76 ± 0.92 Mpa, a los 7 días de curado es de 13.97 ± 0.99 Mpa y a los 14 días 17.35 ± 0.62 Mpa.

Tabla 111 Resistencia a la compresión de cubos patrón – 3 días de curado

	3 días - Patrón									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Carga (kN)	25.4	27.6	28.9	24.8	30.2	30.8	25.2	24.8	25.4	25.8
Carga (N)	25400	27600	28900	24800	30200	30800	25200	24800	25400	25800
Área (mm ²)	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Resistencia (Mpa)	10.16	11.04	11.56	9.92	12.08	12.32	10.08	9.92	10.16	10.32

Fuente 182 Elaboración propia, 2019

Tabla 112 Resistencia a la compresión de cubos patrón – 7 días de curado

	7 días - Patrón									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Carga (kN)	38.4	35.2	31.1	32.4	34.8	33.6	32.8	36.2	36.8	38
Carga (N)	38400	35200	31100	32400	34800	33600	32800	36200	36800	38000
Área (mm ²)	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Resistencia (Mpa)	15.36	14.08	12.44	12.96	13.92	13.44	13.12	14.48	14.72	15.2

Fuente 183 Elaboración propia, 2019

Tabla 113 Resistencia a la compresión de cubos patrón – 14 días de curado

	14 días - Patrón									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Carga (kN)	45.5	44.2	40.65	43.8	42.8	42	41.8	44.65	45	43.4
Carga (N)	45500	44200	40650	43800	42800	42000	41800	44650	45000	43400
Área (mm ²)	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Resistencia (Mpa)	18.2	17.68	16.26	17.52	17.12	16.8	16.72	17.86	18	17.36

Fuente 184 Elaboración propia, 2019

3.7.2. Resistencia a la compresión de cubos de mortero con aditivo Sika 3 al 1%

La resistencia a la compresión promedio obtenida a los 3 días de curado es de 11.67 ± 0.44 Mpa, a los 7 días de curado es de 15.26 ± 0.53 Mpa y a los 14 días 19.16 ± 0.70 Mpa.

Tabla 114 Resistencia a la compresión de cubos SIK 3 al 1%– 3 días de curado

3 días - Sika 1%										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Carga (kN)	30.3	27	28.9	29.25	29.35	29.35	27.65	29.95	29.85	30.25
Carga (N)	30300	27000	28900	29250	29350	29350	27650	29950	29850	30250
Área (mm ²)	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Resistencia (Mpa)	12.12	10.8	11.56	11.7	11.74	11.74	11.06	11.98	11.94	12.1

Fuente 185 Elaboración propia, 2019

Tabla 115 Resistencia a la compresión de cubos SIK 3 al 1%– 7 días de curado

7 días - Sika 1%										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Carga (kN)	37.4	39.95	39.05	38.2	40.2	36.8	38.65	37.95	36.85	36.4
Carga (N)	37400	39950	39050	38200	40200	36800	38650	37950	36850	36400
Área (mm ²)	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Resistencia (Mpa)	14.96	15.98	15.62	15.28	16.08	14.72	15.46	15.18	14.74	14.56

Fuente 186 Elaboración propia, 2019

Tabla 116 Resistencia a la compresión de cubos SIK 3 al 1%– 14 días de curado

14 días - Sika 1%										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Carga (kN)	48.2	45.35	51.3	46.25	48.35	47.56	48.65	49.65	46.25	47.35
Carga (N)	48200	45350	51300	46250	48350	47560	48650	49650	46250	47350
Área (mm ²)	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Resistencia (Mpa)	19.28	18.14	20.52	18.5	19.34	19.024	19.46	19.86	18.5	18.94

Fuente 187 Elaboración propia, 2019

3.7.3. Resistencia a la compresión de cubos de mortero con aditivo Sika 3 al 2%

La resistencia a la compresión promedio obtenida a los 3 días de curado es de 11.81 ± 0.40 Mpa, a los 7 días de curado es de 15.31 ± 0.81 Mpa y a los 14 días 23.51 ± 0.38 Mpa.

Tabla 117 Resistencia a la compresión de cubos SIK 3 al 2%– 3 días de curado

3 días - Sika 2%										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Carga (kN)	28.65	29.7	30.2	27.95	31.25	29.65	29.65	29.65	28.25	30.25
Carga (N)	28650	29700	30200	27950	31250	29650	29650	29650	28250	30250
Área (mm ²)	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Resistencia (Mpa)	11.46	11.88	12.08	11.18	12.5	11.86	11.86	11.86	11.3	12.1

Fuente 188 Elaboración propia, 2019

Tabla 118 Resistencia a la compresión de cubos SIKA al 2%– 7 días de curado

7 días - Sika 2%										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Carga (kN)	40.15	35.35	41.95	36.82	38.72	37.25	39.85	36.25	37.45	38.85
Carga (N)	40150	35350	41950	36820	38720	37250	39850	36250	37450	38850
Área (mm ²)	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Resistencia (Mpa)	16.06	14.14	16.78	14.728	15.488	14.9	15.94	14.5	14.98	15.54

Fuente 189 Elaboración propia, 2019

Tabla 119 Resistencia a la compresión de cubos SIKA al 2%– 14 días de curado

14 días - Sika 2%										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Carga (kN)	58.4	59.45	58.8	58.56	57.45	59.25	60.25	59.85	58.45	57.35
Carga (N)	58400	59450	58800	58560	57450	59250	60250	59850	58450	57350
Área (mm ²)	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Resistencia (Mpa)	23.36	23.78	23.52	23.424	22.98	23.7	24.1	23.94	23.38	22.94

Fuente 190 Elaboración propia, 2019

3.7.4. Resistencia a la compresión de cubos de mortero con aditivo Sika 3 al 3%

La resistencia a la compresión promedio obtenida a los 3 días de curado es de 12.19 ± 0.47 Mpa, a los 7 días de curado es de 17.02 ± 0.61 Mpa y a los 14 días 24.18 ± 0.80 Mpa.

Tabla 120 Resistencia a la compresión de cubos SIKA al 3%– 3 días de curado

3 días - Sika 3%										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Carga (kN)	30.55	30.55	29.6	28.75	32.55	31.75	28.95	30.45	31.25	30.25
Carga (N)	30550	30550	29600	28750	32550	31750	28950	30450	31250	30250
Área (mm ²)	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Resistencia (Mpa)	12.22	12.22	11.84	11.5	13.02	12.7	11.58	12.18	12.5	12.1

Fuente 191 Elaboración propia, 2019

Tabla 121 Resistencia a la compresión de cubos SIKA al 3%– 7 días de curado

7 días - Sika 3%										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Carga (kN)	40.4	41.25	43.4	42.85	45.2	40.8	42.65	44.35	41.95	42.55
Carga (N)	40400	41250	43400	42850	45200	40800	42650	44350	41950	42550
Área (mm ²)	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Resistencia (Mpa)	16.16	16.5	17.36	17.14	18.08	16.32	17.06	17.74	16.78	17.02

Fuente 192 Elaboración propia, 2019

Tabla 122 Resistencia a la compresión de cubos SIKA al 3%– 14 días de curado

14 días - Sika 3%										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Carga (kN)	63.7	57.6	62.15	58.45	60.85	60.75	58.25	61.45	59.25	62.15
Carga (N)	63700	57600	62150	58450	60850	60750	58250	61450	59250	62150
Área (mm ²)	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Resistencia (Mpa)	25.48	23.04	24.86	23.38	24.34	24.3	23.3	24.58	23.7	24.86

Fuente 193 Elaboración propia, 2019

3.7.5. Resistencia a la compresión de cubos de mortero con aditivo Sika 3 al 4%

La resistencia a la compresión promedio obtenida a los 3 días de curado es de 19.23 ± 0.76

Mpa, a los 7 días de curado es de 25.32 ± 0.57 Mpa y a los 14 días 27.32 ± 0.33 Mpa.

Tabla 123 Resistencia a la compresión de cubos SIKA al 4%– 3 días de curado

3 días - Sika 4%										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Carga (kN)	49.05	44.05	46.95	47.98	46.25	48.55	49.5	48.25	50	50.2
Carga (N)	49050	44050	46950	47980	46250	48550	49500	48250	50000	50200
Área (mm ²)	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Resistencia (Mpa)	19.62	17.62	18.78	19.192	18.5	19.42	19.8	19.3	20	20.08

Fuente 194 Elaboración propia, 2019

Tabla 124 Resistencia a la compresión de cubos SIKA al 4%– 7 días de curado

7 días - Sika 4%										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Carga (kN)	61.6	61.05	64.85	62.85	62.4	62.6	63.45	64.35	64.85	64.95
Carga (N)	61600	61050	64850	62850	62400	62600	63450	64350	64850	64950
Área (mm ²)	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Resistencia (Mpa)	24.64	24.42	25.94	25.14	24.96	25.04	25.38	25.74	25.94	25.98

Fuente 195 Elaboración propia, 2019

Tabla 125 Resistencia a la compresión de cubos SIKA al 4%– 14 días de curado

14 días - Sika 4%										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Carga (kN)	68.45	67.85	68.2	67.95	66.45	68.55	69.25	68.45	69.45	68.35
Carga (N)	68450	67850	68200	67950	66450	68550	69250	68450	69450	68350
Área (mm ²)	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Resistencia (Mpa)	27.38	27.14	27.28	27.18	26.58	27.42	27.7	27.38	27.78	27.34

Fuente 196 Elaboración propia, 2019

3.7.6. Resistencia a la compresión de cubos de mortero con aditivo Sika 3 al 5%

La resistencia a la compresión promedio obtenida a los 3 días de curado es de 22.77 ± 0.69 Mpa, a los 7 días de curado es de 28.87 ± 0.46 Mpa y a los 14 días 31.44 ± 0.55 Mpa.

Tabla 126 Resistencia a la compresión de cubos SIKA al 5%– 3días de curado

3 días - Sika 5%										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Carga (kN)	57.65	56.75	54.05	55.85	58.65	57.45	58.65	59.45	55.35	55.48
Carga (N)	57650	56750	54050	55850	58650	57450	58650	59450	55350	55480
Área (mm ²)	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Resistencia (Mpa)	23.06	22.7	21.62	22.34	23.46	22.98	23.46	23.78	22.14	22.192

Fuente 197 Elaboración propia, 2019

Tabla 127 Resistencia a la compresión de cubos SIKA al 5%– 7días de curado

7 días - Sika 5%										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Carga (kN)	70.2	72.1	72.8	73.25	71.63	70.95	71.25	72.35	73.85	73.25
Carga (N)	70200	72100	72800	73250	71630	70950	71250	72350	73850	73250
Área (mm ²)	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Resistencia (Mpa)	28.08	28.84	29.12	29.3	28.652	28.38	28.5	28.94	29.54	29.3

Fuente 198 Elaboración propia, 2019

Tabla 128 Resistencia a la compresión de cubos SIKA al 5%– 14días de curado

14 DIAS - SIKA 5%										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Carga (kN)	76.3	78.8	76.6	79.85	80.05	79.85	77.95	78.2	78.35	79.95
Carga (N)	76300	78800	76600	79850	80050	79850	77950	78200	78350	79950
Área (mm ²)	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Resistencia (Mpa)	30.52	31.52	30.64	31.94	32.02	31.94	31.18	31.28	31.34	31.98

Fuente 199 Elaboración propia, 2019

3.7.7. Resistencia a la compresión de cubos de mortero con aditivo Chema 3 al 1%

La resistencia a la compresión promedio obtenida a los 3 días de curado es de 10.86 ± 0.58 Mpa, a los 7 días de curado es de 14.64 ± 0.59 Mpa y a los 14 días 18.15 ± 0.57 Mpa.

Tabla 129 Resistencia a la compresión de cubos CHEMA al 1%– 3días de curado

3 días - Chema 1%										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Carga (kN)	29.4	25.2	26.4	25.34	28.8	28	26.45	28.35	26.2	27.4
Carga (N)	29400	25200	26400	25340	28800	28000	26450	28350	26200	27400
Área (mm ²)	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Resistencia (Mpa)	11.76	10.08	10.56	10.136	11.52	11.2	10.58	11.34	10.48	10.96

Fuente 200 Elaboración propia, 2019

Tabla 130 Resistencia a la compresión de cubos CHEMA al 1%– 7días de curado

7 días - Chema 1%										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Carga (kN)	35	34	35.5	36.45	36.95	36.25	37.85	38.56	38.25	37.25
Carga (N)	35000	34000	35500	36450	36950	36250	37850	38560	38250	37250
Área (mm ²)	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Resistencia (Mpa)	14	13.6	14.2	14.58	14.78	14.5	15.14	15.424	15.3	14.9

Fuente 201 Elaboración propia, 2019

Tabla 131 Resistencia a la compresión de cubos CHEMA al 1%– 14días de curado

14 días - Chema 1%										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Carga (kN)	44.2	46.5	44.2	45.8	44.65	47.25	44	47.8	43.85	45.4
Carga (N)	44200	46500	44200	45800	44650	47250	44000	47800	43850	45400
Área (mm ²)	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Resistencia (Mpa)	17.68	18.6	17.68	18.32	17.86	18.9	17.6	19.12	17.54	18.16

Fuente 202 Elaboración propia, 2019

3.7.8. Resistencia a la compresión de cubos de mortero con aditivo Chema 3 al 2%

La resistencia a la compresión promedio obtenida a los 3 días de curado es de 11.66 ± 0.43 Mpa, a los 7 días de curado es de 15.14 ± 0.47 Mpa y a los 14 días 18.16 ± 0.33 Mpa.

Tabla 132 Resistencia a la compresión de cubos CHEMA al 2%– 3días de curado

3 días - Chema 2%										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Carga (kN)	29.8	27.3	29.1	28.85	30.85	29.45	29.4	28.45	28	30.4
Carga (N)	29800	27300	29100	28850	30850	29450	29400	28450	28000	30400
Área (mm ²)	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Resistencia (Mpa)	11.92	10.92	11.64	11.54	12.34	11.78	11.76	11.38	11.2	12.16

Fuente 203 Elaboración propia, 2019

Tabla 133 Resistencia a la compresión de cubos CHEMA al 2%– 7días de curado

7 días - Chema 2%										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Carga (kN)	38.65	37.5	39.8	38.65	36.45	37.65	38.45	36.55	36.25	38.55
Carga (N)	38650	37500	39800	38650	36450	37650	38450	36550	36250	38550
Área (mm ²)	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Resistencia (Mpa)	15.46	15	15.92	15.46	14.58	15.06	15.38	14.62	14.5	15.42

Fuente 204 Elaboración propia, 2019

Tabla 134 Resistencia a la compresión de cubos CHEMA al 2%– 14días de curado

14 días - Chema 2%										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Carga (kN)	45.9	45.25	44.2	46.35	46.85	45.2	45.65	44.85	44.4	45.3
Carga (N)	45900	45250	44200	46350	46850	45200	45650	44850	44400	45300
Área (mm ²)	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Resistencia (Mpa)	18.36	18.1	17.68	18.54	18.74	18.08	18.26	17.94	17.76	18.12

Fuente 205 Elaboración propia, 2019

3.7.9. Resistencia a la compresión de cubos de mortero con aditivo Chema 3 al 3%

La resistencia a la compresión promedio obtenida a los 3 días de curado es de 12.00 ± 0.47

Mpa, a los 7 días de curado es de 16.48 ± 0.37 Mpa y a los 14 días 21.37 ± 0.10 Mpa.

Tabla 135 Resistencia a la compresión de cubos CHEMA al 3%– 3días de curado

3 días - Chema 3%										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Carga (kN)	30.75	30.55	29.6	28.95	29.45	31.35	28.2	31.85	30.4	28.85
Carga (N)	30750	30550	29600	28950	29450	31350	28200	31850	30400	28850
Área (mm ²)	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Resistencia (Mpa)	12.3	12.22	11.84	11.58	11.78	12.54	11.28	12.74	12.16	11.54

Fuente 206 Elaboración propia, 2019

Tabla 136 Resistencia a la compresión de cubos CHEMA al 3%– 7días de curado

7 días - Chema 3%										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Carga (kN)	40.9	40.25	41.8	41.45	42.25	40.45	41.45	42.85	39.95	40.65
Carga (N)	40900	40250	41800	41450	42250	40450	41450	42850	39950	40650
Área (mm ²)	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Resistencia (Mpa)	16.36	16.1	16.72	16.58	16.9	16.18	16.58	17.14	15.98	16.26

Fuente 207 Elaboración propia, 2019

Tabla 137 Resistencia a la compresión de cubos CHEMA al 3%– 14 días de curado

14 días - Chema 3%										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Carga (kN)	52.45	52.75	57.45	54.6	57.8	51.4	54.25	50.95	51.45	51.25
Carga (N)	52450	52750	57450	54600	57800	51400	54250	50950	51450	51250
Área (mm ²)	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Resistencia (Mpa)	20.98	21.1	22.98	21.84	23.12	20.56	21.7	20.38	20.58	20.5

Fuente 208 Elaboración propia, 2019

3.7.10. Resistencia a la compresión de cubos de mortero con aditivo Chema 3 al 4%

La resistencia a la compresión promedio obtenida a los 3 días de curado es de 13.62 ± 0.51 Mpa, a los 7 días de curado es de 25.18 ± 0.55 Mpa y a los 14 días 27.20 ± 0.40 Mpa.

Tabla 138 Resistencia a la compresión de cubos CHEMA al 4%– 3 días de curado

	3 días - Chema 4%									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Carga (kN)	32.8	35.65	33.4	34.95	33.85	32.25	32.75	35.95	34.85	34.15
Carga (N)	32800	35650	33400	34950	33850	32250	32750	35950	34850	34150
Área (mm ²)	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Resistencia (Mpa)	13.12	14.26	13.36	13.98	13.54	12.9	13.1	14.38	13.94	13.66

Fuente 209 Elaboración propia, 2019

Tabla 139 Resistencia a la compresión de cubos CHEMA al 4%– 7 días de curado

	7 días - Chema 4%									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Carga (kN)	63.95	60.8	64.2	62.95	60.45	62.45	63.55	62.85	63.95	64.25
Carga (N)	63950	60800	64200	62950	60450	62450	63550	62850	63950	64250
Área (mm ²)	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Resistencia (Mpa)	25.58	24.32	25.68	25.18	24.18	24.98	25.42	25.14	25.58	25.7

Fuente 210 Elaboración propia, 2019

Tabla 140 Resistencia a la compresión de cubos CHEMA al 4%– 14 días de curado

	14 días - Chema 4%									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Carga (kN)	67.4	69.2	66.2	67.85	68.45	69.55	68.45	67.35	67.2	68.3
Carga (N)	67400	69200	66200	67850	68450	69550	68450	67350	67200	68300
Área (mm ²)	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Resistencia (Mpa)	26.96	27.68	26.48	27.14	27.38	27.82	27.38	26.94	26.88	27.32

Fuente 211 Elaboración propia, 2019

3.7.11. Resistencia a la compresión de cubos de mortero con aditivo Chema 3 al 5%

La resistencia a la compresión promedio obtenida a los 3 días de curado es de 20.82 ± 0.83 Mpa, a los 7 días de curado es de 26.79 ± 0.58 Mpa y a los 14 días 28.72 ± 0.45 Mpa.

Tabla 141 Resistencia a la compresión de cubos CHEMA al 5%– 3 días de curado

3 días - Chema 5%										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Carga (kN)	56.2	53.3	52.15	50.25	50.85	54.45	50.25	52.25	50.25	50.45
Carga (N)	56200	53300	52150	50250	50850	54450	50250	52250	50250	50450
Área (mm ²)	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Resistencia (Mpa)	22.48	21.32	20.86	20.1	20.34	21.78	20.1	20.9	20.1	20.18

Fuente 212 Elaboración propia, 2019

Tabla 142 Resistencia a la compresión de cubos CHEMA al 5%– 7 días de curado

7 días - Chema 5%										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Carga (kN)	66.8	66.2	65.25	65.45	66.95	68.45	68.54	69.45	67.25	65.45
Carga (N)	66800	66200	65250	65450	66950	68450	68540	69450	67250	65450
Área (mm ²)	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Resistencia (Mpa)	26.72	26.48	26.1	26.18	26.78	27.38	27.416	27.78	26.9	26.18

Fuente 213 Elaboración propia, 2019

Tabla 143 Resistencia a la compresión de cubos CHEMA al 5%– 14 días de curado

14 días - Chema 5%										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Carga (kN)	70.1	72.34	70.8	73.45	71.54	72.65	72.45	72.85	70.45	71.45
Carga (N)	70100	72340	70800	73450	71540	72650	72450	72850	70450	71450
Área (mm ²)	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Resistencia (Mpa)	28.04	28.936	28.32	29.38	28.616	29.06	28.98	29.14	28.18	28.58

Fuente 214 Elaboración propia, 2019

CAPITULO IV. DISCUSION Y CONCLUSIONES

4.1.Discusión

4.1.1. Granulometría del agregado fino según la NTP 400.012

La norma técnica peruana (NTP 400.012) hace referencia a los requisitos mínimos del agregado fino para que este pueda ser aplicado en mezclas de concreto y mortero; para que dicho material pueda cumplir con las especificaciones antes descritas, primero se realiza la granulometría del agregado la cual debe encontrarse dentro de los siguientes parámetros:

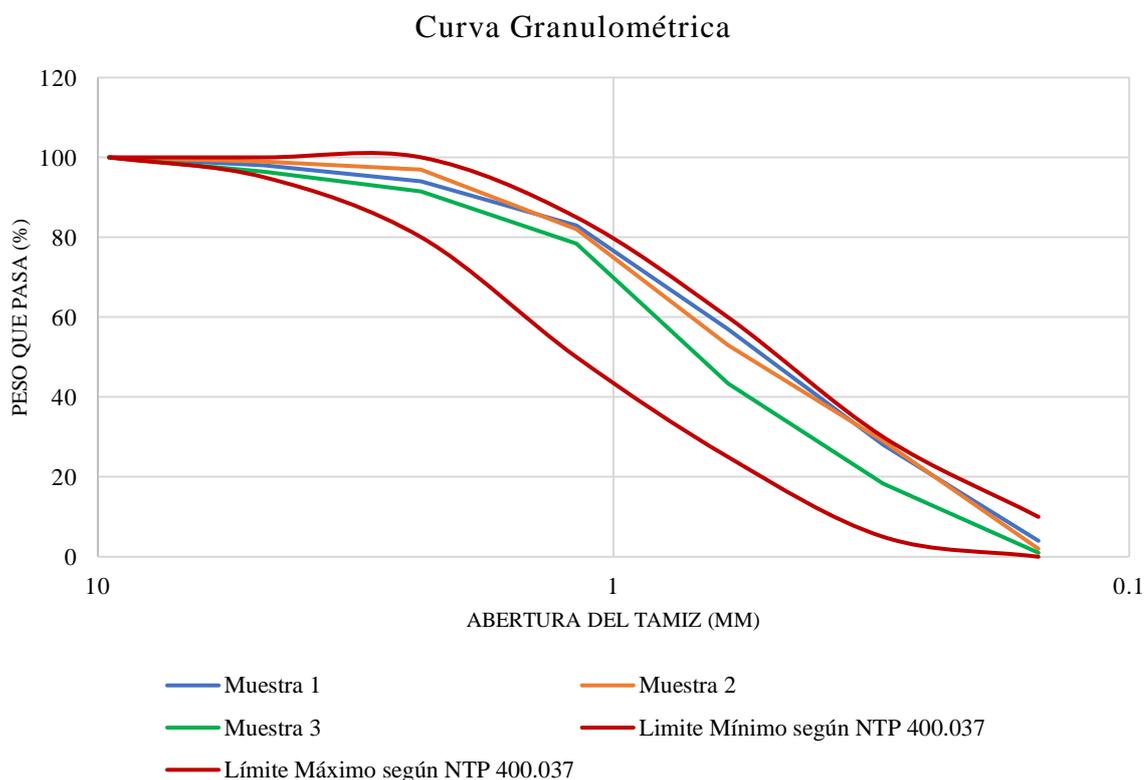
Tabla 144 Porcentaje mínimo admisible para el agregado fino

Tamiz	Porcentaje que pasa
9,5 mm (3/8" pulg)	100
4,75 mm (No. 4)	95 a 100
2.36 mm (No. 8)	80 a 100
1,18 mm (No. 16)	50 a 85
600 um (No.30)	25 a 60
300 um (No. 50)	05 a 30
150 um (No. 100)	0 a 10

Fuente 215 Elaboración propia, 2019

Tal y como se muestra en el ítem de resultados cada muestra que fue analizada logro adaptarse a los límites establecidos, dichos resultados se pueden percibir mejor en sus gráficos respectivos a continuación:

Gráfico 46 Curva granulométrica del agregado fino



Fuente 216 Elaboración propia, 2019

Demostrando de esta manera que cumple como material apto para el empleo de mortero convencional según la norma técnica peruana (NTP). Finalmente, con respecto al módulo de finura se realizó el análisis estadístico respectivo para poder determinar si existe variación alguna en los resultados obtenidos.

Tabla 145 Pruebas de normalidad.

Muestra	1	2	3
Módulo de fineza	2.36	2.38	2.71
Promedio	2.483		
Desviación estándar	0.197		
Prueba de normalidad shapiro wilk			
significancia	0.097		

Fuente 217 Elaboración propia, 2019

Luego de realizar la prueba de normalidad respectiva se puede afirmar que los resultados obtenidos muestran similitud en sus resultados en un supuesto probable, dicho valor se asegura al ser la significancia mayor a 0.05, un test aplicado para aquellas muestras cuya cantidad sea menor a las 50 unidades según varios libros publicados hasta la actualidad.

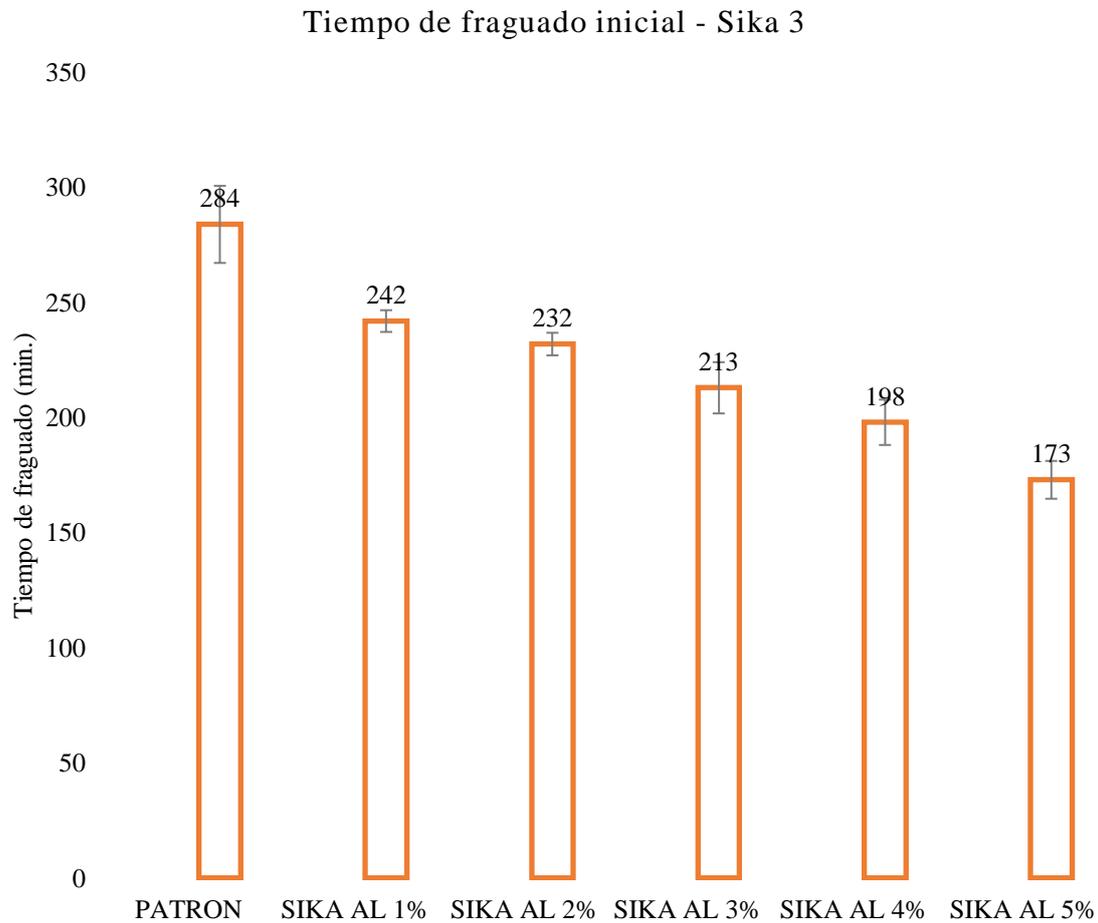
Además, la norma técnica peruana (NTP 400.037) también indica que el módulo de fineza promedio debe encontrarse en un rango de 1.6 y 2.5. Considerando la misma localidad del agregado en Trujillo según Dávila y Ramírez (2019) el módulo de fineza de una de las canteras próximas a la ciudad se encuentra en 2.60 existiendo una variación de 0.12 con respecto al módulo de fineza determinado en esta investigación.

4.1.2. Ensayo de tiempo de fraguado por resistencia a la penetración según la norma ASTM C403

Con respecto al tiempo de fraguado se ha determinado que los resultados obtenidos en el tiempo de fraguado inicial de las muestras de mortero convencional mezclado con aditivo acelerante de la marca Sika en los porcentajes de 1%, 2%, 3%, 4% y 5%. Reflejan valores decrecientes a medida que la cantidad de aditivo acelerante va aumentando provocando de esta manera que el calor de hidratación responsable de obtener la resistencia a edades tempranas del mortero convencional se ve directamente afectada con la cantidad de aditivo que se emplee.

La variación encontrada en los porcentajes del 1% y 5% se determinó que es de 69 minutos con respecto al tiempo de fraguado inicial la cual se puede observar a continuación:

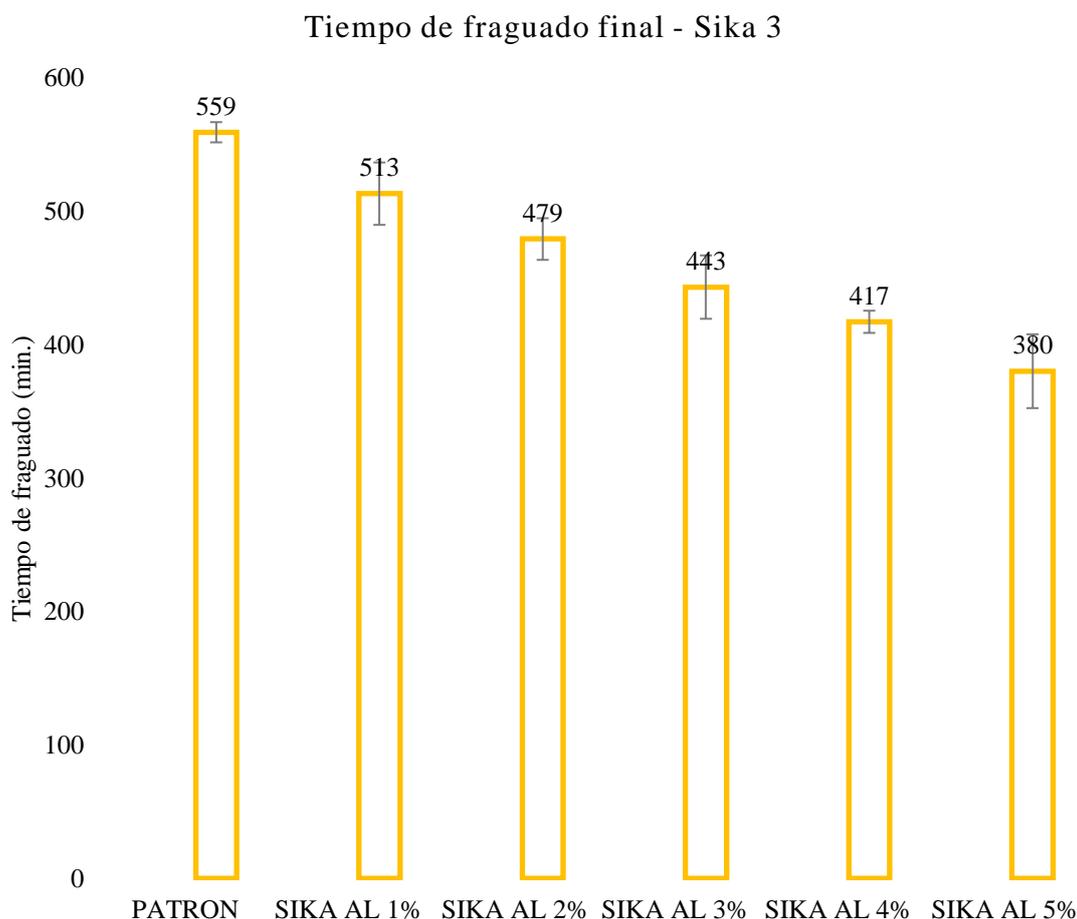
Gráfico 47 Tiempo de fraguado inicial – aditivo Sika



Fuente 218 Elaboración propia, 2019

Por otro lado, cuando se refiere a tiempo de fraguado final, se ha observado el mismo comportamiento descendente que el tiempo de fraguado final. De la cual se puede afirmar que la variación que existe entre el porcentaje del 1% y 5% es de 133 minutos o 2 horas y 13 minutos. Tal y como se observa a continuación:

Gráfico 48 Tiempo de fraguado final – aditivo Sika



Fuente 219 Elaboración propia, 2019

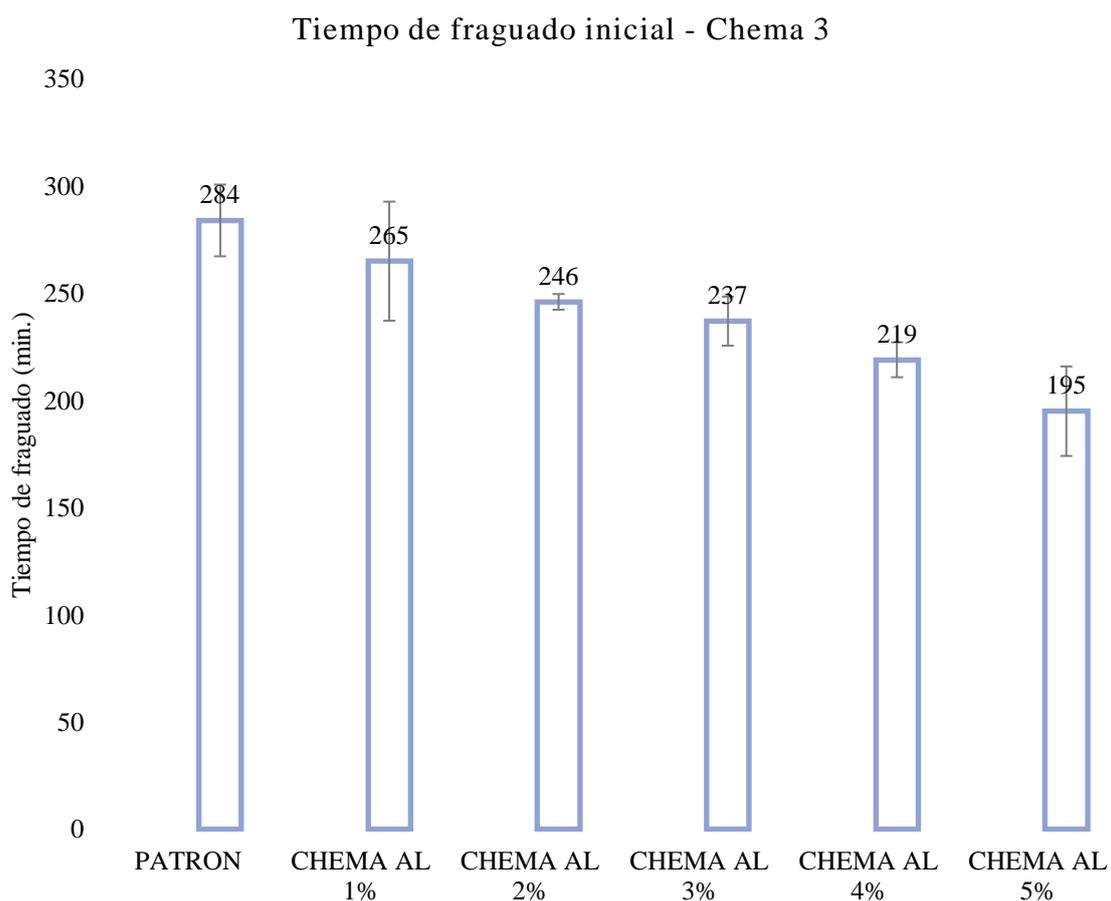
Por otro lado, Zegarra y Zegarra (2016) en su tesis sobre aditivos acelerantes Sika 3 y Chema 5 hacen estudios de penetración a una muestra de concreto convencional con aditivo Sika 3 al concreto convencional en el cual ellos afirman que el tiempo de fraguado inicial es de 2 horas y 32 minutos mientras que el tiempo de fraguado final es de 5 horas y 29 minutos; en los resultados obtenidos se puede observar que al 5% se obtuvo un tiempo de fraguado de 2 horas y 53 minutos y el tiempo de fraguado final es de 6 horas y 20 minutos; tomando en cuenta que el clima en Chiclayo asciende a los 28°C mientras que en la ciudad de Trujillo se encuentra en 21°C. Según su ficha técnica del aditivo Sika-3 recomienda que se realicen ensayos previos debido a que el clima es un factor crucial que afecta el calor de hidratación.

Con respecto al tiempo de fraguado se ha determinado que los resultados obtenidos en el tiempo de fraguado inicial de las muestras de mortero convencional mezclado con aditivo acelerante de la marca Chema en los porcentajes de 1%, 2%, 3%, 4% y 5%. Reflejan valores

decrecientes a medida que la cantidad de aditivo acelerante va aumentando provocando de esta manera que el calor de hidratación responsable de obtener la resistencia a edades tempranas del mortero convencional se ve directamente afectada con la cantidad de aditivo que se emplee.

La variación encontrada en los porcentajes del 1% y 5% se determinó que es de 70 minutos con respecto al tiempo de fraguado inicial la cual se puede observar a continuación:

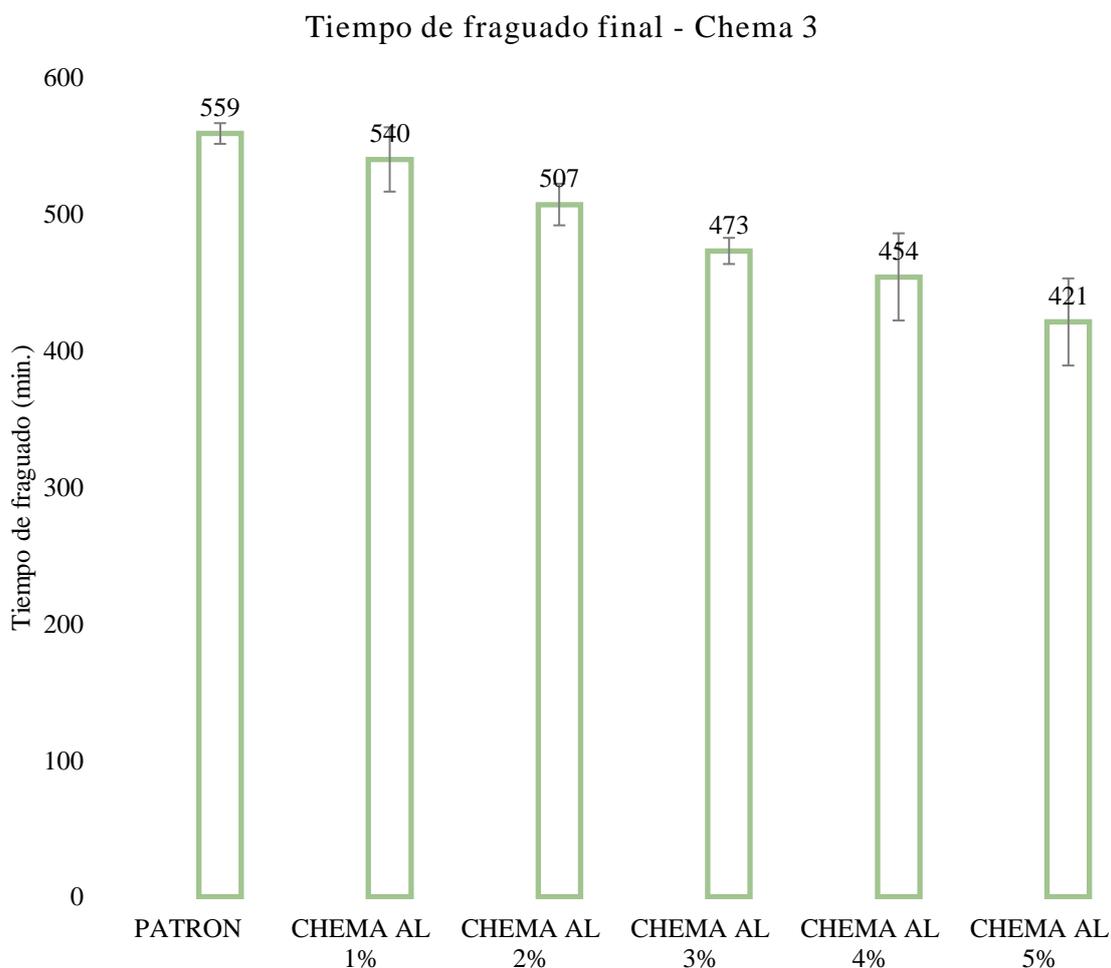
Gráfico 49 Tiempo de fraguado inicial – aditivo Chema



Fuente 220 Elaboración propia, 2019

Por otro lado, cuando se refiere a tiempo de fraguado final, se ha observado el mismo comportamiento descendente que el tiempo de fraguado final. De la cual se puede afirmar que la variación que existe entre el porcentaje del 1% y 5% es de 120 minutos o 2 horas aproximadamente. Tal y como se observa a continuación:

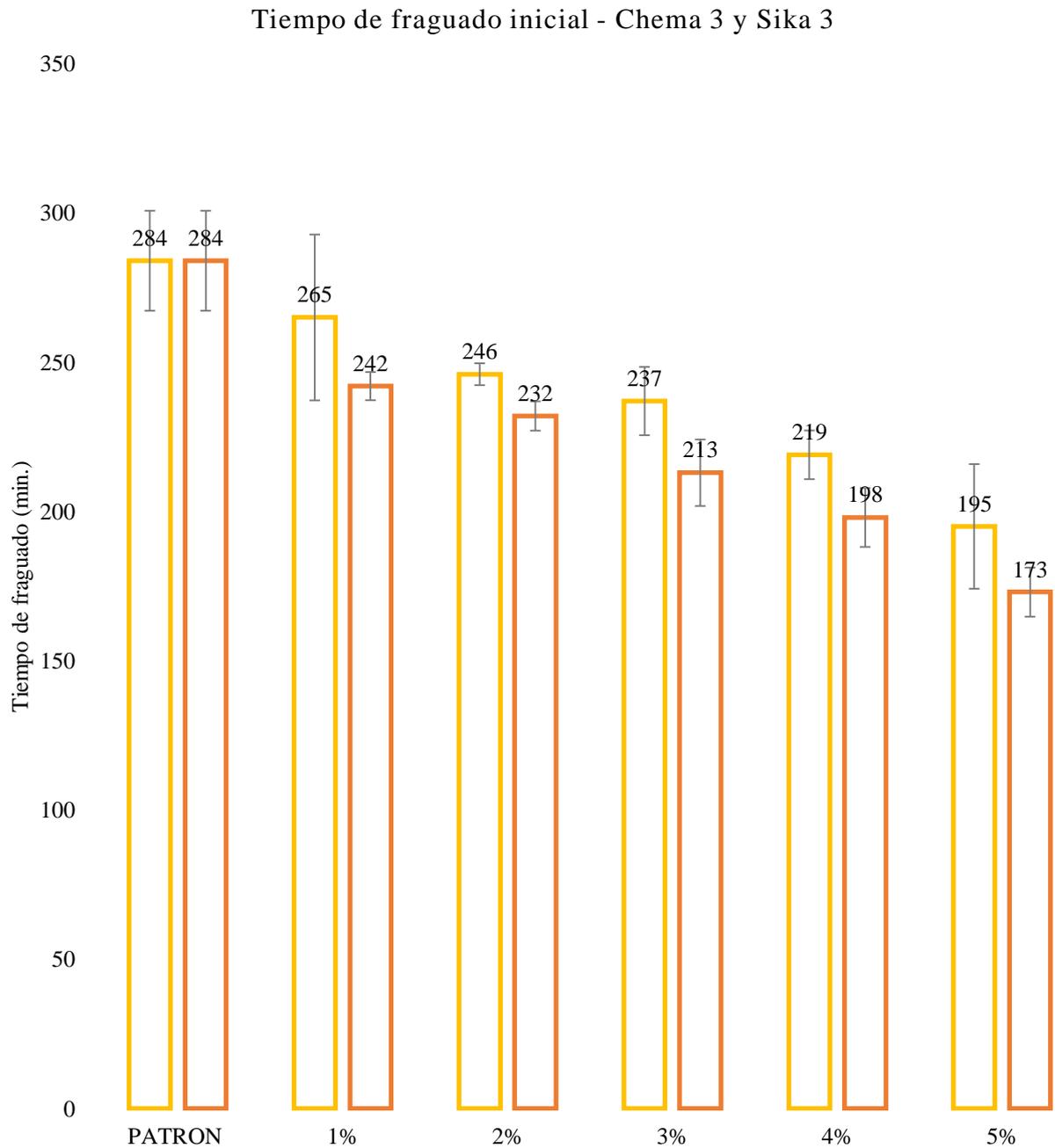
Gráfico 50 Tiempo de fraguado final – aditivo Chema



Fuente 221 Elaboración propia, 2019

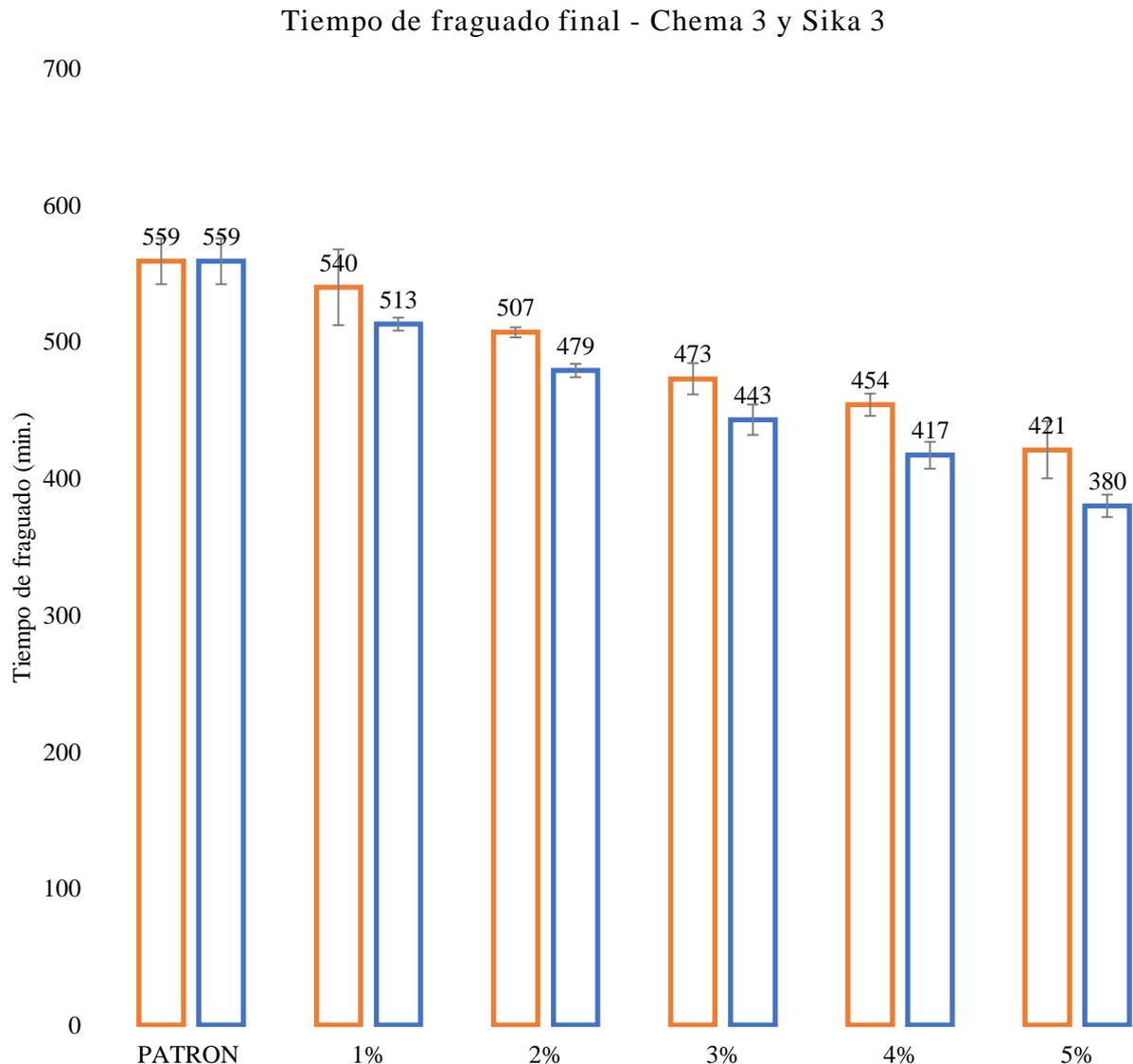
Zegarra y Zegarra (2016) en sus estudios realizados determinaron que un aditivo posee un tiempo de fraguado inicial de 2 horas y 50 minutos por otro lado con respecto a su tiempo final de fraguado aseguran que el tiempo final es de 5 horas y 51 minutos. En comparativa con los resultados obtenidos el tiempo inicial de la presente investigación se encuentra en 3 horas y 15 minutos mientras que el tiempo final es de 7 horas. La variación para este tipo de aditivo se ve afectada en mayores tiempos a diferencia de la marca Sika la cual en las mismas proporciones y condiciones puede disminuir su tiempo notablemente; en este caso el aditivo Chema 3 se ve más afectado por el calor de hidratación y el clima al cual se expone. Para mayor entendimiento se representa los resultados obtenidos en los siguientes gráficos:

Gráfico 51 Tiempo de fraguado inicial – aditivo Chema y Sika



Fuente 222 Elaboración propia, 2019

Gráfico 52 Tiempo de fraguado final – aditivo Chema y Sika

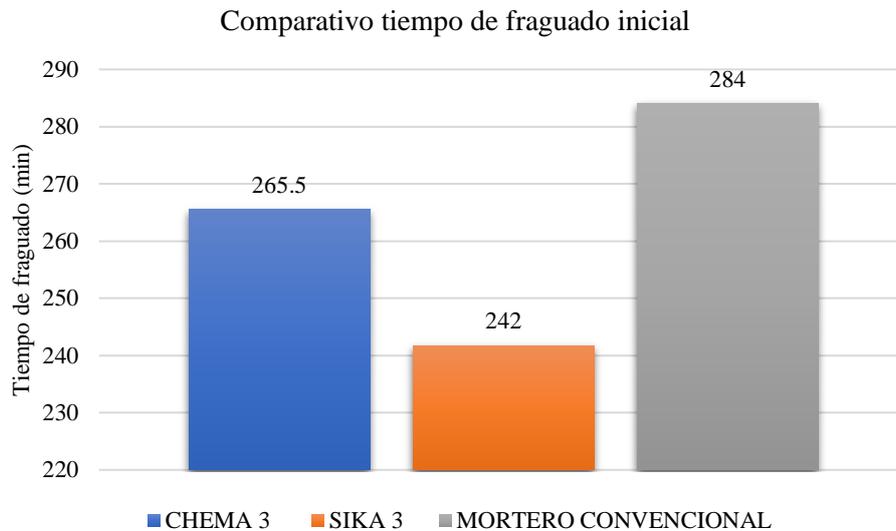


Fuente 223 Elaboración propia, 2019

Existe similitud en los resultados obtenidos cuando se compara el aditivo Chema 3 en un porcentaje mayor que el aditivo Sika 3, por ello que los tiempos de fraguado arrojan mejores resultados en el aditivo Sika 3.

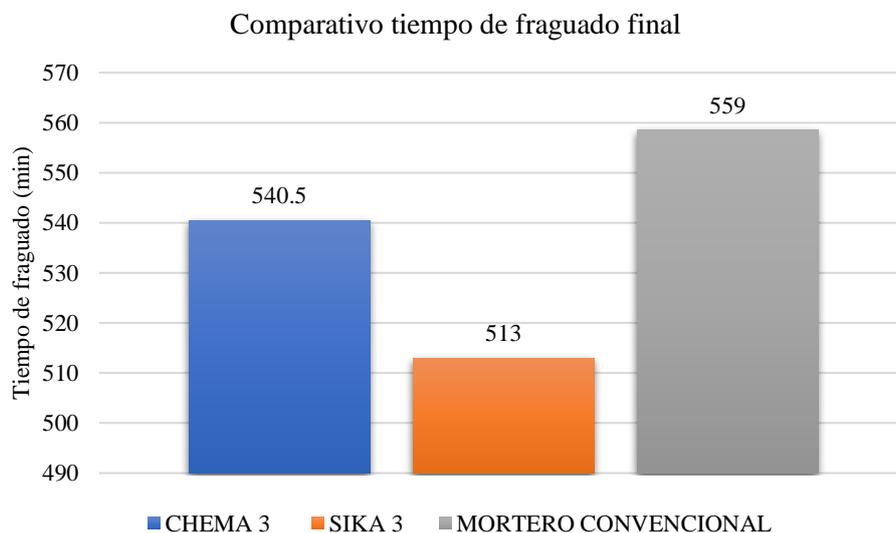
Finalmente, en comparación con el mortero convencional se observa la siguiente variación de resultados al emplear aditivo acelerante:

Gráfico 53 Comparativa de tiempo de fraguado inicial



Fuente 224 Elaboración propia, 2019

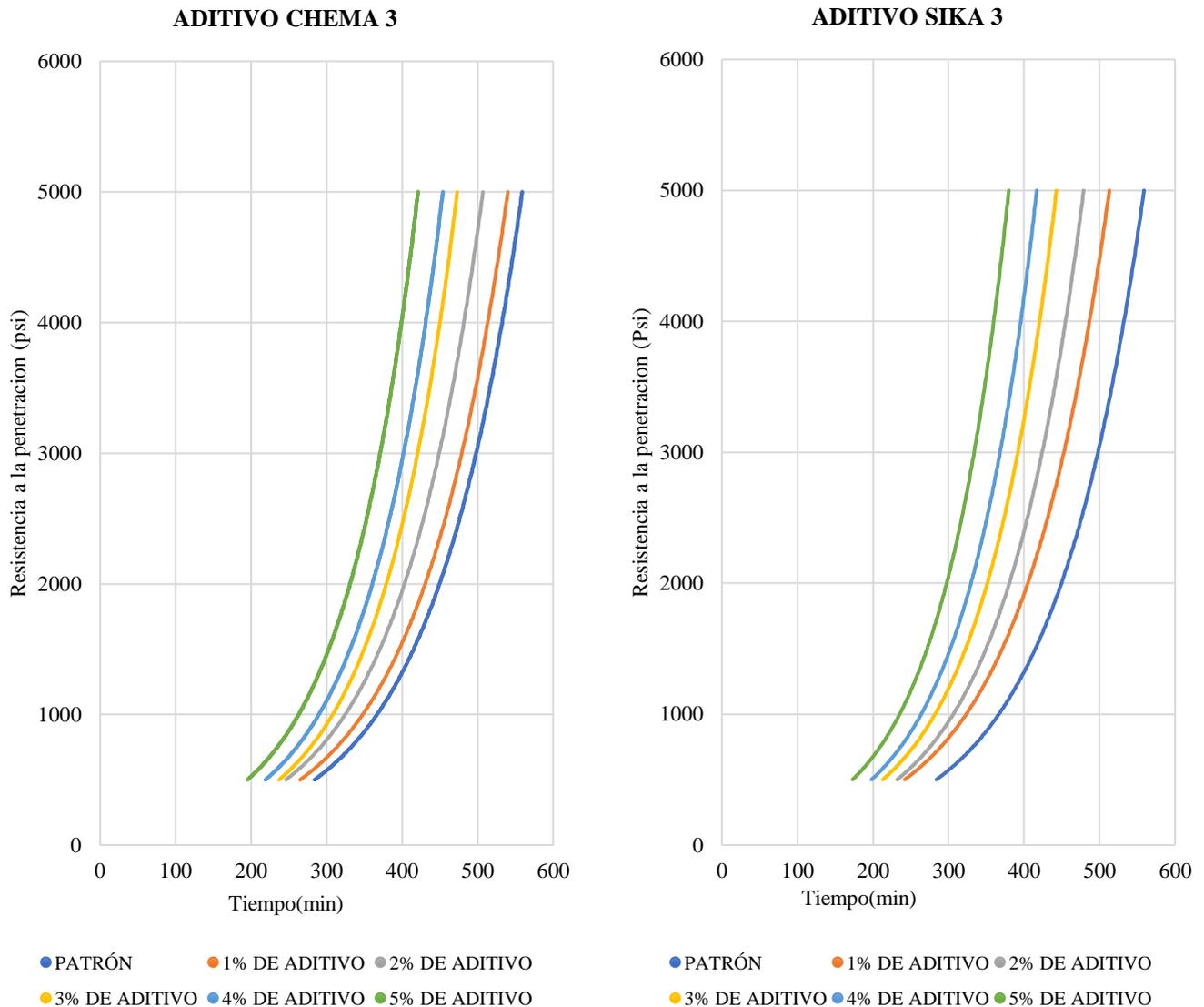
Gráfico 54 Comparativa de tiempo de fraguado final



Fuente 225 Elaboración propia, 2019

Ambos aditivos al 1% en comparación a la muestra de mortero convencional se puede observar que la variación que existe con la muestra de sika es de 42 minutos en el tiempo de fraguado inicial y 46 minutos en el tiempo de fraguado final; por otra parte, con respecto al aditivo chema el tiempo de fraguado inicial es de 19 minutos y 19 minutos para el tiempo de fraguado final.

Gráfico 55 Comparativa de tiempo de fraguado



Fuente 226 Elaboración propia, 2019

4.1.3. Resistencia a la compresión de cubos de mortero según la norma NTP 334.051

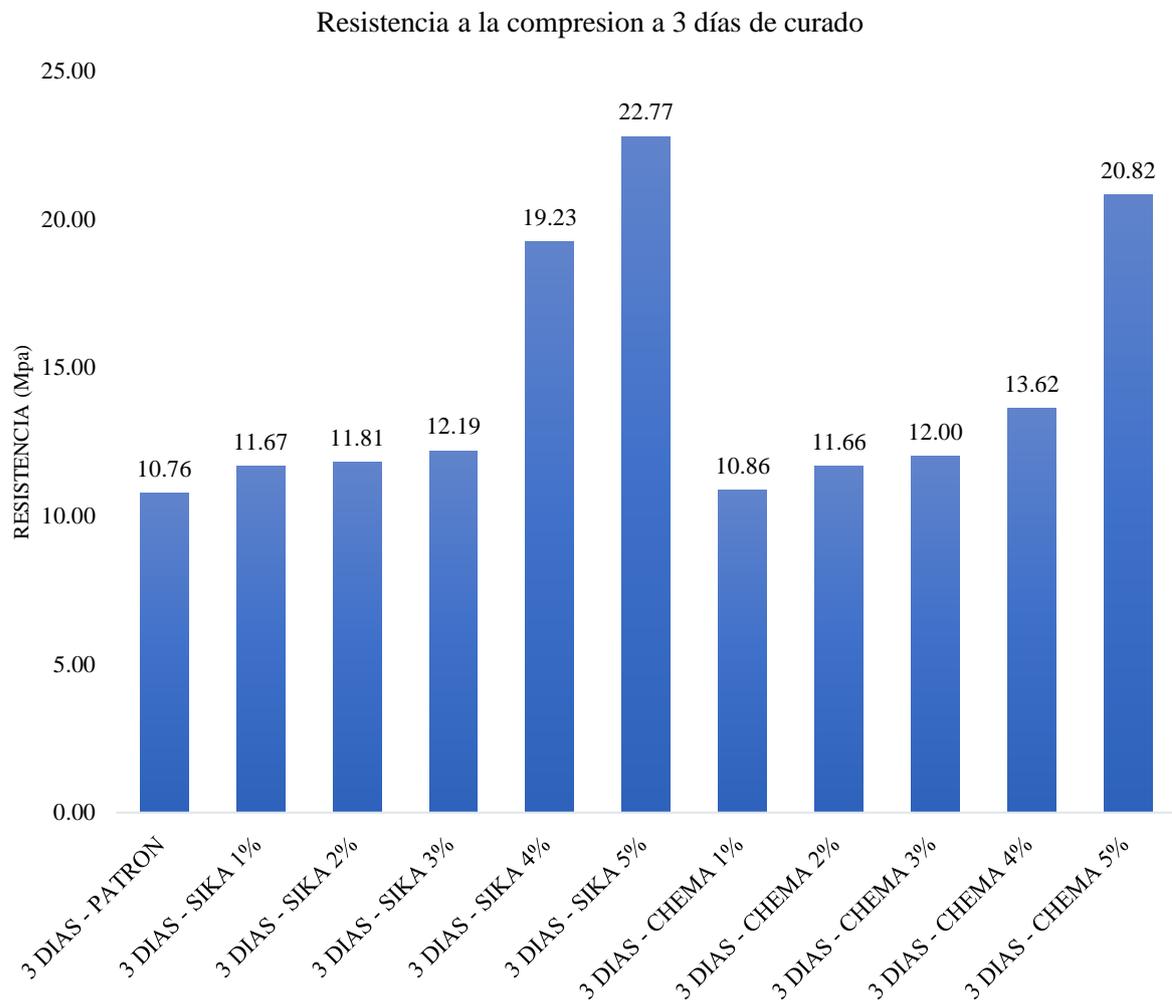
El ensayo de resistencia a la compresión de unidades de mortero se realizó variando los porcentajes de aditivo en 1%,2%,3%,4% y 5% en las marcas Sika y Chema; las cuales se compararon con unidades de mortero convencional endurecido.

Los datos fueron tomados a distinto tiempo con la finalidad de observar la repercusión que el aditivo acelerante mezclado con el mortero en cuanto a su resistencias iniciales y finales;

observando si llega a incrementar la resistencia a mayor porcentaje o produce un decaimiento de esta.

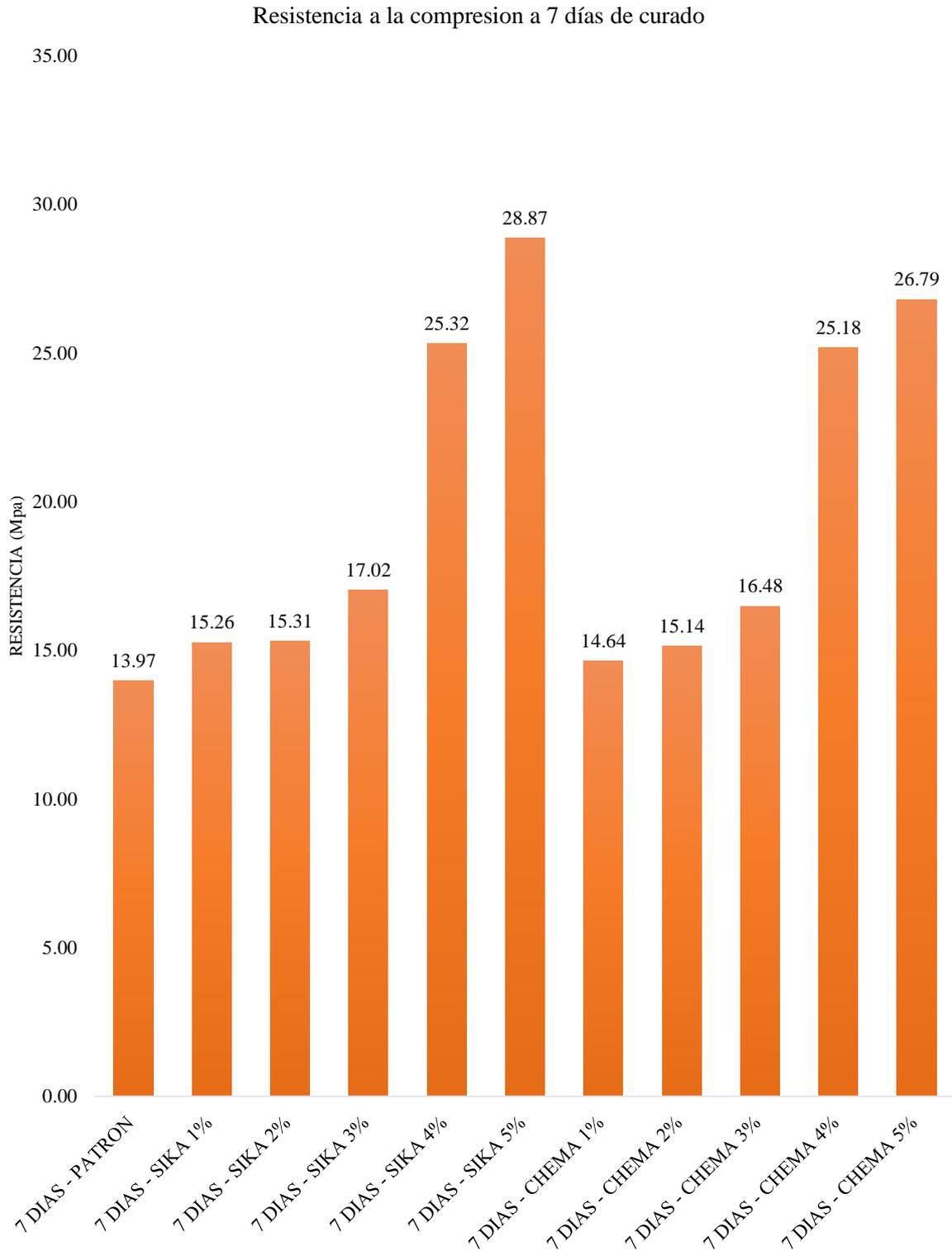
En el siguiente gráfico se observa a más detalle los resultados obtenidos y la comparativa con el mortero convencional:

Gráfico 56 Resistencia a la compresión a 3 días de curado



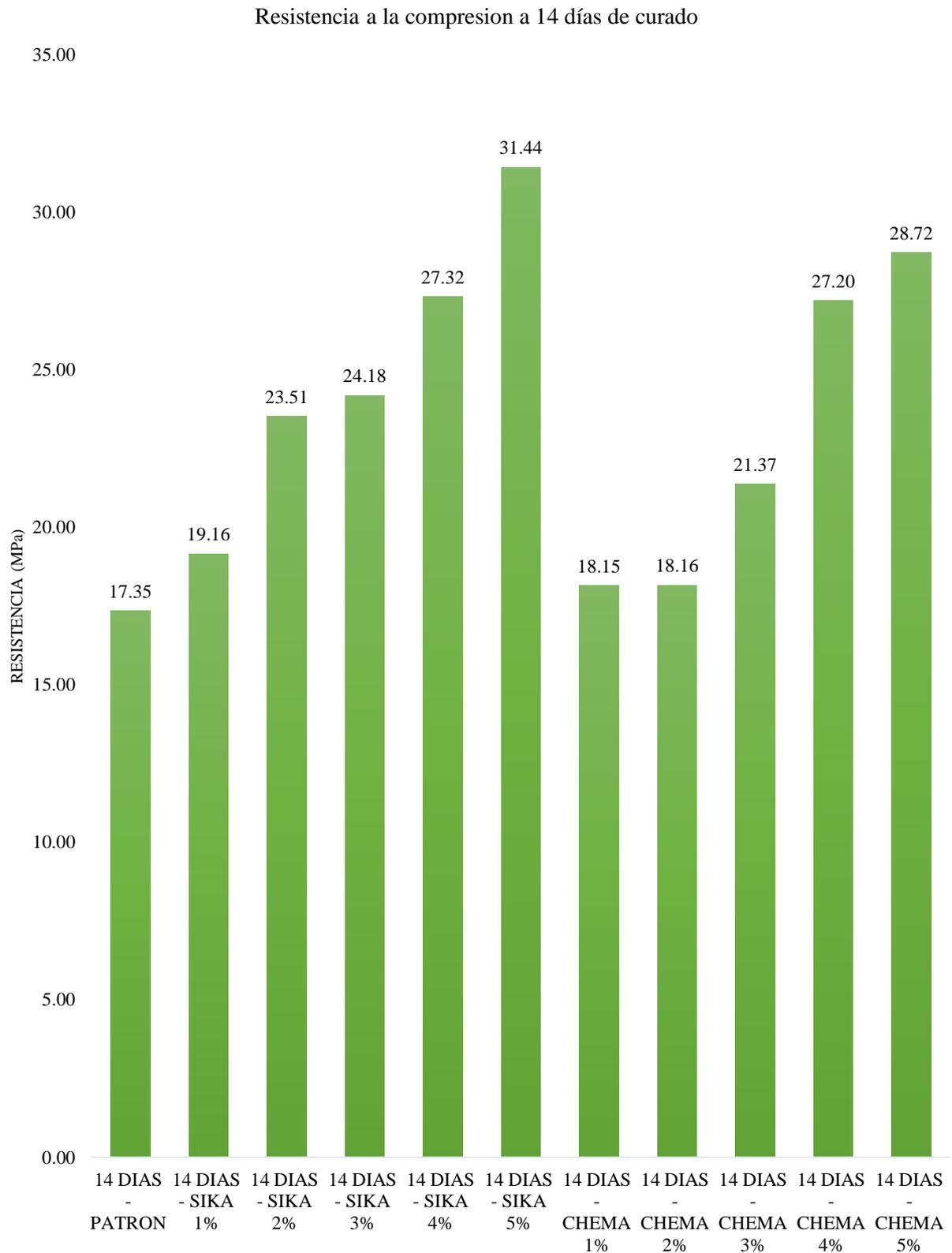
Fuente 227 Elaboración propia, 2019

Gráfico 57 Resistencia a la compresión a 7 días de curado.



Fuente 228 Elaboración propia, 2019

Gráfico 58 Resistencia a la compresión a 14 días de curado



Fuente 229 Elaboración propia, 2019

Rabanal (2017) en su investigación sobre mortero con dosificación 1:3 determinó que la resistencia que estos obtienen con agregado extraído de la localidad de Cajamarca es de 72.38 kg/cm² a una edad de 3 días; dicho valor se encuentra por debajo de lo afirmado por esta investigación, aunque diferenciando el tipo de agregado y cemento empleado la variación existente se encuentra dentro de los 37 kg/cm² en un comparativo.

4.2. Conclusión

- Según los resultados obtenidos el aditivo acelerante Sika-3 y Chema-3 al 1% influyen positivamente aumentando el tiempo de fraguado inicial en 42 minutos cuando se usa Sika-3 y 19 minutos cuando se usa Chema-3 con respecto a la muestra de mortero convencional, con respecto al tiempo de fraguado final la variación se encuentra en 46 minutos cuando se usa Sika-3 y 19 minutos cuando se usa Chema-3, por otra parte la resistencia a la compresión en los primeros siete días se obtuvo resultados de 13.97 MPa, cuando se aplicó aditivo Sika-3 al 5% se obtuvo un resultado de 28.87 MPa y Chema-3 al 5% obtuvo una resistencia de 26.79 MPa mostrando una variación de 14.9 MPa y 12.82 MPa; mientras que a los 14 días el mortero modifica su comportamiento ganando resistencia y mostrando los siguientes resultados cuando se emplea Sika-3 la resistencia obtenida es de 31.44 MPa y cuando se utiliza Chema-3 la resistencia es de 28.72 MPa, mientras que el mortero convencional obtuvo resultados de 17.35 MPa dando a conocer un variación de 14.09 MPa y 11.37 MPa.
- La dosificación óptima para el aditivo sika 3 resulta ser la proporción más alta de 5% la cual otorga mejores propiedades de resistencias, obteniendo la resistencia final a edades tempranas. A los 3 días la resistencia de la unidad de mortero es de 23.78 MPa valor que comparado a la resistencia patrón a los 14 días de curado resulta ser mayor ya que esta es de 17.352 Mpa. Finalmente, con respecto al aditivo Chema 3 se afirma que los resultados obtenidos a los 3 días de curado son de 22,48 MPa siendo mayor que el testigo patrón antes mencionado. Tomar en cuenta que el factor climático también aporta al tiempo de fraguado por lo que ambas marcas aconsejan ensayos previos
- Con respecto a la resistencia a la compresión obtenida de las unidades de mortero endurecido se afirma lo siguiente, a los 3 días de curadas las muestras el testigo patrón obtuvo un resultado de 10.76 MPa, cuando se le agrega aditivo Sika-3 se observa un crecimiento directamente proporcional a la resistencia ; pues a mayor cantidad de

aditivo agregado aumenta la resistencia a la compresión en 11.67 MPa, 11.81 MPa, 12,19 MPa, 19.23 MPa y 22.77 MPa ; según el porcentaje agregado de 1%,2%,3%,4% y 5% ; por lo que se asegura que el aditivo Sika – 3 tiene mayor aumento de resistencias al 4% y 5%. Por otro lado, el aditivo Chema-3, obtuvo resistencias de 10.86 MPa, 11.66 MPa, 12.00 MPa, 13.62 MPa y 20.82 MPa. A los 7 días de curadas las probetas de mortero endurecido se afirma que el testigo patrón obtuvo resistencias de 13.97 MPa, cuando se le agrega aditivo Sika-3 se puede observar un valor de 15.26 MP, 15.31 MPa, 17.02 MPa, 25.32 MPa y 28.87 MPa a los porcentajes de 1%,2%,3%,4% y 5% respectivamente, cuando se emplea aditivo Chema-3 se observa las siguientes resistencias 14.64% , 15.14%, 16.48%, 25.15% y 26.79% a los porcentajes de 1%, 2%, 3%, 4% y 5%; observándose de esta manera que el mayor efecto en ambos aditivos se ve a partir del 4%. Cuando transcurre 14 días de curado la resistencia del testigo patrón es de 17.35 MPa , al agregarse Sika 3 los resultados aumentan de la siguiente manera 19.16 MPa, 23.51 MPa, 24.18 MPa, 27.32 MPa y 31.44 MPa a los porcentajes de 1%, 2%, 3%, 4% y 5%, de la misma manera cuando se emplea Chema-3 los resultados aumentan de la siguiente manera 18.15 MPa, 18.16 MPa, 21.37 MPa, 27.20 MPa y 28.72 MPa. Como se observa en los resultados antes descritos el aditivo Sika-3 al 1% incrementa su resistencia en un 9% a los 3 días de curado, mientras que cuando se le agrega el 5% de aditivo incrementa en un 111% a los 3 días de curado. Por otra parte a los 7 días de curado agregando el 1% de aditivo se puede ver un incremento de 9% y cuando se le agrega el 5% de aditivo acelerante se observa un incremento de 106%; finalmente a los 14 días de curado se observa que agregando el 1% de aditivo acelerante se observa un incremento del 10% , y cuando se le agrega 5% de aditivo acelerante se observa un incremento de 81 % reduciendo su porcentaje de diferencia en cuanto a resistencia mostrando de esta manera que el testigo está obteniendo sus resistencias finales.

Por otra parte cuando se emplea Chema-3 al 1% en la mezcla de mortero convencional a los 3 días de curado se observa un incremento del 7% y cuando se agrega aditivo al 5% el aumento de resistencia aumenta en 92%, a los 7 días de curado se observa un incremento del 3% cuando se emplea 1% de aditivo mientras que al agregar 5% de aditivo la resistencia aumenta al 83%, finalmente a los 14 días de curado la resistencia

al 1% no posee incremento notable pero al agregar el 5% del aditivo el incremento de resistencia es del 58% con respecto al testigo patrón.

- En cuanto al tiempo de fraguado se pudo observar que el tiempo inicial en una muestra de mortero convencional es de 284 minutos, mientras que el tiempo de fraguado disminuye 242 minutos, 232 minutos, 214 minutos, 198 minutos y 173 minutos; con respecto al 1%, 2%, 3%, 4% y 5%. Mientras que el aditivo Chema-3 el tiempo es de 265 minutos, 246 minutos, 237 minutos, 219 minutos y 195 minutos, demostrando que a porcentajes altos existe una reducción significativa en el tiempo de fraguado. Por otro lado, el tiempo de fraguado final en una muestra de mortero convencional es de 559 minutos; mientras que el tiempo de fraguado disminuye 513 minutos, 478 minutos, 443 minutos, 417 minutos y 380 minutos; cuando se emplea aditivo Chema-3 la reducción se da en 540.5 minutos, 507 minutos, 472.75 minutos, 453.5 minutos y 420.75 minutos demostrando que el aditivo Sika-3 posee mayores reducciones en el tiempo de fraguado en los tiempos iniciales y finales.
- Para el porcentaje de 5% en la marca Sika y marca Chema aplicado en la elaboración de mortero; será necesario respetar la siguiente dosificación; por cada bolsa de cemento se empleara 0.12m³ de arena y 0.03m³ de agua y 2.13litros de aditivo según recomendación del investigador para aprovechar las ventajas del aditivo acelerante en sus diferentes marcas.

REFERENCIAS

- Aguilar, L. (2009). Influencia de un acelerador de fraguado normal en la trabajabilidad y resistencia de morteros. (Tesis de pregrado). Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- Andrade, R. (30 de Enero de 2018). *El Economista* . Obtenido de <https://www.economista.com.mx/opinion/La-industria-de-la-construccion-20180130-0110.html>
- ASTM. (1898). *C 1329 Standard Specification for Mortar Cement*. Illinois, Estados Unidos: ASTM International.
- ASTM. (1999). *C 403/C 403 M -99 Standard Test Method for Time of Setting of Concrete Mixtures by Penetration Resistance*. Pensilvania : ASTM .
- CHEMA . (2017). *Hoja técnica Chema 3* . Lima: CHEMA SAC .
- CHEMA. (2017). *Hoja técnica Chema 3*. Lima, Perú: CHEMA SAC.
- Correa, J., Iral, R., & Rojas, L. (2006). Estudio de potencia de pruebas de homogeneidad de varianza. *Revista Colombiana de Estadística*, 57-76.
- Dicovskiy, L. (2008). *Estadística Básica*. Estelí: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Dicovsky, L. (2008). *Estadística Básica*. Nicaragua : Universidad Nacional de Ingeniería .
- Estuardo, A. (2012). *Estadística y probabilidades*. Santiago de Chile.
- Guerrero, G. (2005). *Análisis de mezclas para morteros de enlucidos utilizando arena cuarcifera de la formación de Hollin*. Guayaquil, Ecuador.
- Gutiérrez, L. (2003). *El concreto y otros materiales de construcción*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia .
- Huaman, C., & Alvarado, H. (2015). *Influencia del porcentaje de agregado fino y módulo de finura sobre la resistencia a la compresión y absorción en morteros para la construcción*. Trujillo, Perú.
- IMCYC. (2010). *Agregados-Contenido de agua por secado. Método de prueba* . México: IMCYC.
- INACAL. (2003). *NTP 399.607 Especificación normalizada de agregados para mortero de albañilería* . Lima: INDECOPI.

- INACAL. (2006). *NTP 339.088 Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento portland*. Lima : INDECOPI-CRT.
- INACAP. (2013). *Tecnología del concreto*. Santiago, Chile.
- INDECOPI. (2011). *NTP 400.017: Agregados. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados* . Lima : INDECOPI.
- INEI. (2010). *Instituto Nacional de Estadística e Informática*. Obtenido de <https://www.inei.gov.pe/biblioteca-virtual/boletines/produccion-nacional/21/>
- INEI. (2018). *Instituto Nacional de Estadística e informática*. Obtenido de <https://www.inei.gov.pe/biblioteca-virtual/boletines/produccion-nacional/2018/1/>
- Instituto del Concreto . (1997). *Tecnología y Propiedades* . Bogota : Asocreto .
- Jinez, P. (2009). *Propuesta de un observatorio economico en la municipalidad del canton riobamba provincia de Chimborazo*. Riobamba.
- Kosmatka, S., Kerkhoff, B., Panarese, W., & Tanesi, J. (2004). *Diseño y control de mezclas de concreto*. Illinois : PCA.
- Leonhardt, F. (1984). *Estructuras de hormigón armado* . Buenos Aires : El ateneo .
- Libia, G. (2003). *El concreto y otros materiales para la construcción* . Manizales : Universidad Nacional de Colombia .
- Mamlouk, M., & Zaniewski, J. (2009). *Materiales para ingeniería civil* . Madrid : Pearson .
- Martínez, C. (2000). *Estadística y muestreo* . Bogotá: ECOE Ediciones.
- McCormac, J., & Brown, R. (2008). *Concreto Reforzado* . Mexico: Alfaomega.
- Medina, U. (2001). *Efectos del aditivo acelerante del fraguado sobre las propiedades del concreto preparado con cemento portland Tipo I*. (Tesis de pregrado): Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Peru .
- Merritt, F., Loftin, K., & Ricketts, J. (1968). *Manual del Ingeniero Civil* . Mexico : McGraw-Hill.
- Molina, K. (2006). *Evaluación de morteros para albañilería y revestimientos elaborados a base de cementos mezclados con escorias de horno*. (Tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala .
- Moreno, J., & Medina, J. (2018). *Influencia de las piedras fotoluminiscientes en la Iluminación y las propiedades mecánicas del concreto, trujillo-2018*. (Tesis para

- optar el grado de ingeniero civil), La Libertad, Perú: Universidad Privada del Norte:Trujillo.
- MTC. (2016). Manual de ensayo de materiales. Lima : MTC .
- MTC. (2016). *Manual de ensayo de materiales* . Lima : Ministerio de Transportes y Comunicaciones .
- MVCS. (2006). *Reglamento Nacional de Edificaciones* . Lima : ICG .
- Pedrosa, I., Juarros, J., Basterio, J., & García, E. (18 de Octubre de 2014). *REDALYC.ORG*.
Obtenido de Pruebas de bondad de ajuste en distribuciones simétricas, ¿que estadístico utilizar? :
<https://www.redalyc.org/jatsRepo/647/64739086029/html/index.html>
- Polanco, A. (2015). *Manual de Prácticas de Laboratorio de Concreto* . México: Universidad Autónoma de Chihuahua .
- Portugal, P. (2007). *Tecnología del concreto de alto desempeño* . Arequipa: UNSA .
- Quiroz, M., & Salamanca, L. (2006). *Apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje en la asignatura de "Tecnología del Hormigón"* . Cochabamba: Universidad Mayor de San Simón .
- Rabanal, O. (2017). *Resistencia a compresión de un mortero cemento-arena (1:3 y 1:4) al reemplazar distintos porcentajes de arena de rio por arena de duna (10 y 20%)* . (Tesis de pregrado) : Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Peru .
- Rodriguez, R., & Rodriguez, C. (2014). *Evaluación de la relación cemento/arena en la elaboración de morteros premezclados*. (Tesis pregrado).Universidad Nacional de Trujillo. La Libertad. Perú.
- Rustom, A. (2012). *Estadística Descriptiva, Probabilidad e inferencia*. Santiago de Chile : Universidad de Chile .
- Salamanca, R. (2001). *La tecnología de los morteros* . Bogota : Universidad Militar Nueva Granada.
- Salazar, C., & Del Castillo, S. (2018). *Fundamentos basicos de la estadística* . Quito : Universidad Central de Ecuador.
- Sanchez, D. (2001). *Tecnología del concreto y del mortero*. Bogotá, Colombia: Bhandar Editores.
- SIKA . (2019). *Hoja de datos del producto Sika-3*. Lima: SIKA SAC.

- TIBC. (10 de Diciembre de 2018). *TIBC software inc.* Obtenido de https://docs.tibco.com/pub/spotfire_web_player/6.0.0-november-2013/es-ES/WebHelp/GUID-E998F916-995E-46B3-97E5-6D8ED7C85A99.html
- Torres, J. (2004). *Estudio de la influencia de aditivos acelerantes sobre las propiedades del concreto* . (Tesis de pregrado) : Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú .
- Torres, M. (2015). *Tamaño de una muestra para una investigación de mercado* . Mexico: Universidad Rafael Landívar .
- Totorza, C., & Henry, L. (2015). *Comportamiento de dos aditivos aceleradores con el mortero E-5, utilizando revestimiento primario proyectado en los túneles de la línea 5 del metro de Caracas*. Caracas: (Tesis de pre grado). Universidad Nacional de Venezuela, Caracas, Venezuela.
- Villarroel, J. (2017). *Evaluación del porcelanato reciclado y dosificación en mortero de asentado sobre la resistencia a compresión, absorción, densidad y flujo, Trujillo 2017* . (Tesis de pregrado) : Universidad privada del Norte, Trujillo, Peru .
- Zegarra, A., & Zegarra, J. (2016). *Estudio del nivel de efectividad de los aditivos acelerantes de fragua marca Sika-3 y Chema-5 en concretos aplicables a zonas alto andinas de la región Lambayeque*. (Tesis de pregrado): Universidad señor de sipan, Pimentel, Perú.

ANEXOS

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL TIEMPO DE FRAGUADO

Para asegurar que influye el aditivo acelerante en la muestra de mortero se realizó el análisis estadístico respectivo, en el cual se determinó lo siguiente con respecto a los valores obtenidos se afirma que el tiempo de fraguado inicial:

Tabla 146 Normalidad muestra patrón

PATRÓN	
PROMEDIO	284.00
DESV. EST.	8.37
MÍNIMO	273.00
MÁXIMO	291.00

Fuente 230 Elaboración propia, 2019

Tabla 147 Normalidad muestra Sika al 1%

SIKA AL 1%	
PROMEDIO	241.75
DESV. EST.	2.36
MÍNIMO	240.00
MÁXIMO	245.00

Fuente 231 Elaboración propia, 2019

Tabla 148 Normalidad muestra Sika al 2%

SIKA AL 2%	
PROMEDIO	232.00
DESV. EST.	2.45
MÍNIMO	229.00
MÁXIMO	235.00

Fuente 232 Elaboración propia, 2019

Tabla 149 Normalidad muestra Sika al 3%

SIKA AL 3%	
PROMEDIO	213.50
DESV. EST.	5.57
MÍNIMO	206.00
MÁXIMO	219.00

Fuente 233 Elaboración propia, 2019

Tabla 150 Normalidad muestra Sika al 4%

SIKA A 4%	
PROMEDIO	197.50
DESV. EST.	4.93
MÍNIMO	192.00
MÁXIMO	203.00

Fuente 234 Elaboración propia, 2019

Tabla 151 Normalidad muestra Sika al 5%

SIKA AL 5%	
PROMEDIO	172.75
DESV. EST.	4.11
MÍNIMO	168.00
MÁXIMO	178.00

Fuente 235 Elaboración propia, 2019

Luego de realizado el Test de Shapiro Wilk como prueba de normalidad de resultados en forma independiente del porcentaje empleado, se afirma lo siguiente:

Tabla 152 Shapiro Wilk - aditivo Sika

Shapiro-Wilk		
	gl	Sig.
PATRÓN	4	,402
SIKA AL 1%	4	,220
SIKA AL 2%	4	,683
SIKA AL 3%	4	,759
SIKA AL 4%	4	,808
SIKA AL 5%	4	,880

Fuente 236 Elaboración propia, 2019

La prueba de hipótesis donde si la significancia es mayor a 0.05 representa igualdad en los resultados obtenidos a distintos porcentajes, asegurando que el aditivo acelerante no influye en la mezcla de mortero, por otro lado, cuando la significancia es menor a 0.05 el aditivo acelerante repercute en la propiedad del tiempo de fraguado inicial de la mezcla de mortero.

Tabla 153 Anova - aditivo Sika

ANOVA	
Entre grupos	Sig.
	,000

Fuente 237 Elaboración propia, 2019

Por otro lado, con respecto al tiempo de fraguado final, los resultados obtenidos reflejan lo siguiente:

Tabla 154 Normalidad muestra patrón

PATRÓN	
PROMEDIO	558.50
DESV. EST.	3.79
MÍNIMO	553.00
MÁXIMO	561.00

Fuente 238 Elaboración propia, 2019

Tabla 155 Normalidad Sika al 1%

SIKA AL 1%	
PROMEDIO	513.00
DESV. EST.	11.69
MÍNIMO	502.00
MÁXIMO	525.00

Fuente 239 Elaboración propia, 2019

Tabla 156 Normalidad Sika al 2%

SIKA AL 2%	
PROMEDIO	478.25
DESV. EST.	7.80
MÍNIMO	471.00
MÁXIMO	485.00

Fuente 240 Elaboración propia, 2019

Tabla 157 Normalidad Sika al 3%

SIKA AL 3%	
PROMEDIO	442.75
DESV. EST.	11.87
MÍNIMO	430.00
MÁXIMO	456.00

Fuente 241 Elaboración propia, 2019

Tabla 158 Normalidad Sika al 4%

SIKA A 4%	
PROMEDIO	417.00
DESV. EST.	4.16
MÍNIMO	412.00
MÁXIMO	422.00

Fuente 242 Elaboración propia, 2019

Tabla 159 Normalidad Sika al 5%

SIKA AL 5%	
PROMEDIO	380.00
DESV. EST.	13.83
MÍNIMO	363.00
MÁXIMO	394.00

Fuente 243 Elaboración propia, 2019

Luego de realizado el Test de Shapiro Wilk como prueba de normalidad de resultados en forma independiente del porcentaje empleado, se afirma lo siguiente:

Tabla 160 Shapiro Wilk - aditivo Sika

Shapiro-Wilk		
	gl	Sig.
PATRÓN	4	,086
SIKA AL 1%	4	,216
SIKA AL 2%	4	,050
SIKA AL 3%	4	,711
SIKA AL 4%	4	,995
SIKA AL 5%	4	,775

Fuente 244 Elaboración propia, 2019

La prueba de hipótesis donde si la significancia es mayor a 0.05 representa igualdad en los resultados obtenidos a distintos porcentajes, asegurando que el aditivo acelerante no influye en la mezcla de mortero, por otro lado, cuando la significancia es menor a 0.05 el aditivo acelerante repercute en la propiedad del tiempo de fraguado final de la mezcla de mortero.

Tabla 161 Anova - aditivo Sika

ANOVA	
Entre grupos	Sig.
	,000

Fuente 245 Elaboración propia, 2019

Los resultados obtenidos en cuanto al tiempo de fraguado inicial con el aditivo Chema-3 se afirma lo siguiente:

Tabla 162 Normalidad Chema al 1%

CHEMA AL 1%	
PROMEDIO	265.00
DESV. EST.	13.89
MÍNIMO	251.00
MÁXIMO	281.00

Fuente 246 Elaboración propia, 2019

Tabla 163 Normalidad Chema al 2%

CHEMA AL 2%	
PROMEDIO	246.00
DESV. EST.	1.83
MÍNIMO	244.00
MÁXIMO	248.00

Fuente 247 Elaboración propia, 2019

Tabla 164 Normalidad Chema al 3%

CHEMA AL 3%	
PROMEDIO	237.00
DESV. EST.	5.72
MÍNIMO	231.00
MÁXIMO	244.00

Fuente 248 Elaboración propia, 2019

Tabla 165 Normalidad Chema al 4%

CHEMA AL 4%	
PROMEDIO	219.00
DESV. EST.	4.08
MÍNIMO	215.00
MÁXIMO	223.00

Fuente 249 Elaboración propia, 2019

CHEMA AL 5%	
PROMEDIO	195.25
DESV. EST.	10.44
MÍNIMO	184.00
MÁXIMO	209.00

Luego de realizado el Test de Shapiro Wilk como prueba de normalidad de resultados en forma independiente del porcentaje empleado, se afirma lo siguiente:

Tabla 166 Shapiro Wilk - aditivo Chema

Shapiro-Wilk		
	gl	Sig.
PATRÓN	4	,402
CHEMA AL 1%	4	,630
CHEMA AL 2%	4	,714
CHEMA AL 3%	4	,861
CHEMA AL 4%	4	,207
CHEMA AL 5%	4	,871

Fuente 250 Elaboración propia, 2019

La prueba de hipótesis donde si la significancia es mayor a 0.05 representa igualdad en los resultados obtenidos a distintos porcentajes, asegurando que el aditivo acelerante no influye en la mezcla de mortero, por otro lado, cuando la significancia es menor a 0.05 el aditivo acelerante repercute en la propiedad del tiempo de fraguado inicial de la mezcla de mortero.

Tabla 167 Anova - aditivo Sika

ANOVA	
	Sig.
Entre grupos	,000

Fuente 251 Elaboración propia, 2019

Por otro lado, con respecto al tiempo de fraguado final, los resultados obtenidos reflejan lo siguiente:

Tabla 168 Normalidad Chema al 1%

CHEMA AL 1%	
PROMEDIO	540.00
DESV. EST.	11.79
MÍNIMO	532.00
MÁXIMO	557.00

Fuente 252 Elaboración propia, 2019

Tabla 169 Normalidad Chema al 2%

CHEMA AL 2%	
PROMEDIO	507.00
DESV. EST.	7.62
MÍNIMO	500.00
MÁXIMO	515.00

Fuente 253 Elaboración propia, 2019

Tabla 170 Normalidad Chema al 3%

CHEMA AL 3%	
PROMEDIO	472.75
DESV. EST.	4.79
MÍNIMO	469.00
MÁXIMO	479.00

Fuente 254 Elaboración propia, 2019

Tabla 171 Normalidad Chema al 4%

CHEMA AL 4%	
PROMEDIO	453.50
DESV. EST.	15.95
MÍNIMO	439.00
MÁXIMO	471.00

Fuente 255 Elaboración propia, 2019

Tabla 172 Normalidad Chema al 5%

CHEMA AL 5%	
PROMEDIO	420.75
DESV. EST.	15.95
MÍNIMO	439.00
MÁXIMO	471.00

Fuente 256 Elaboración propia, 2019

Luego de realizado el Test de Shapiro Wilk como prueba de normalidad de resultados en forma independiente del porcentaje empleado, se afirma lo siguiente:

Tabla 173 Shapiro Wilk - aditivo Chema

Shapiro-Wilk		
	gl	Sig.
PATRÓN	4	,086
CHEMA AL 1%	4	,186
CHEMA AL 2%	4	,216
CHEMA AL 3%	4	,272
CHEMA AL 4%	4	,269
CHEMA AL 5%	4	,829

Fuente 257 Elaboración propia, 2019

La prueba de hipótesis donde si la significancia es mayor a 0.05 representa igualdad en los resultados obtenidos a distintos porcentajes, asegurando que el aditivo acelerante no influye en la mezcla de mortero, por otro lado, cuando la significancia es menor a 0.05 el aditivo acelerante repercute en la propiedad del tiempo de fraguado final de la mezcla de mortero.

Tabla 174 Anova - aditivo Sika

ANOVA	
	Sig.
Entre grupos	,000

Fuente 258 Elaboración propia, 2019

ANÁLISIS ESTADÍSTICO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

El análisis estadístico de resultados obtenidos refleja los siguientes datos para las probetas de mortero:

Tabla 175 Normalidad resistencia a la compresión - sika 3 días

		Descriptivos	
TIPO		Estadístico	
	Media	10,75	
	Desv. Desviación	,92385	
	PATRÓN		
	Mínimo	9,92	
	Máximo	12,32	
	Media	11,674	
	Desv. Desviación	,43564	
	SIKA AL 1%		
	Mínimo	10,80	
	Máximo	12,12	
	Media	11,81	
	Desv. Desviación	,39852	
	SIKA AL 2%		
	Mínimo	11,18	
	Máximo	12,50	
	Media	12,186	
	Desv. Desviación	,47442	
	SIKA AL 3%		
	Mínimo	11,50	
	Máximo	13,02	
	Media	19,23	
	Desv. Desviación	,75736	
	SIKA AL 4%		
	Mínimo	17,62	
	Máximo	20,08	
	Media	22,77	
	Desv. Desviación	,69472	
	SIKA AL 5%		
	Mínimo	21,62	
	Máximo	23,78	

Fuente 259 Elaboración propia, 2019

Tabla 176 Normalidad resistencia a la compresión - chema 3 días

		Descriptivos		
	TIPO		Estadístico	
RESISTENCIA 3 DIAS		Media	10,75	
		Desv. Desviación	,92385	
		PATRÓN		
		Mínimo	9,92	
		Máximo	12,32	
		Media	10,86	
		Desv. Desviación	,58185	
	CHEMA AL 1%	Mínimo	10,08	
		Máximo	11,76	
		Media	11,664	
		Desv. Desviación	,42904	
	CHEMA AL 2%	Mínimo	10,92	
		Máximo	12,34	
		Media	11,998	
		Desv. Desviación	,46946	
		CHEMA AL 3%	Mínimo	11,28
		Máximo	12,74	
		Media	13,62	
		Desv. Desviación	,50919	
	CHEMA AL 4%	Mínimo	12,90	
	Máximo	14,38		
	Media	20,816		
	Desv. Desviación	,82531		
CHEMA AL 5%	Mínimo	20,10		
	Máximo	22,48		

Fuente 260 Elaboración propia, 2019

Luego de realizado el Test de Shapiro Wilk como prueba de normalidad de resultados en forma independiente del porcentaje empleado, sobre el aditivo sika se afirma lo siguiente:

Tabla 177 Shapiro Wilk resistencia a la compresión - Sika 3 días

Shapiro - Wilk	
TIPO	Sig.
PATRÓN	,050
SIKA AL 1%	,615
SIKA AL 2%	,997
SIKA AL 3%	,900
SIKA AL 4%	,702
SIKA AL 5%	,066

Fuente 261 Elaboración propia, 2019

Luego de realizado el Test de Shapiro Wilk como prueba de normalidad de resultados en forma independiente del porcentaje empleado, sobre el aditivo chema se afirma lo siguiente:

Tabla 178 Shapiro Wilk resistencia a la compresión - Chema 3 días

Shapiro - Wilk	
TIPO	Sig.
PATRÓN	,050
CHEMA AL 1%	,100
CHEMA AL 2%	,525
CHEMA AL 3%	,844
CHEMA AL 4%	,368
CHEMA AL 5%	,816

Fuente 262 Elaboración propia, 2019

La prueba de hipótesis donde si la significancia es mayor a 0.05 representa igualdad en los resultados obtenidos a distintos porcentajes, asegurando que el aditivo acelerante no influye en la mezcla de mortero, por otro lado, cuando la significancia es menor a 0.05 el aditivo acelerante repercute en la propiedad de resistencia a la compresión a 3 días de curado.

Tabla 179 Anova resistencia a la compresión

ANOVA	
	Sig.
Entre grupos	,000

Fuente 263 Elaboración propia, 2019

El análisis estadístico de resultados obtenidos no refleja los siguientes datos para las probetas de mortero a 7 días de curado:

Tabla 180 Normalidad resistencia a la compresión - Sika 7 días

		Descriptivos	
		TIPO	Estadístico
RESISTENCIA 7 DIAS	PATRÓN	Media	13,978
		Desv. Desviación	,98542
		Mínimo	12,44
		Máximo	15,36
		Media	15,25
	SIKA AL 1%	Desv. Desviación	,52801
		Mínimo	14,56
		Máximo	16,08
		Media	15,31
	SIKA AL 2%	Desv. Desviación	,80591
		Mínimo	14,14
		Máximo	16,78
		Media	17,02
	SIKA AL 3%	Desv. Desviación	,60837
		Mínimo	16,16
		Máximo	18,08
		Media	25,380
	SIKA AL 4%	Desv. Desviación	,56737
		Mínimo	24,42
		Máximo	25,98
Media		28,865	
SIKA AL 5%	Desv. Desviación	,46373	
	Mínimo	28,08	
	Máximo	29,54	

Fuente 264 Elaboración propia, 2019

Tabla 181 Normalidad resistencia a la compresión - chema 7 días

		Descriptivos	
		TIPO	Estadístico
RESISTENCIA 7 DIAS	PATRÓN	Media	13,978
		Desv. Desviación	,98542
		Mínimo	12,44

	Máximo	15,36
	Media	14,642
CHEMA AL 1%	Desv. Desviación	,58646
	Mínimo	13,60
	Máximo	15,42
	Media	15,14
CHEMA AL 2%	Desv. Desviación	,46771
	Mínimo	14,50
	Máximo	15,92
	Media	16,48
CHEMA AL 3%	Desv. Desviación	,37071
	Mínimo	15,98
	Máximo	17,14
	Media	25,176
CHEMA AL 4%	Desv. Desviación	,54559
	Mínimo	24,18
	Máximo	25,70
	Media	26,792
CHEMA AL 5%	Desv. Desviación	,58248
	Mínimo	26,10
	Máximo	27,78

Fuente 265 Elaboración propia, 2019

Luego de realizado el Test de Shapiro Wilk como prueba de normalidad de resultados en forma independiente del porcentaje empleado, sobre el aditivo sika se afirma lo siguiente:

Tabla 182 Shapiro Wilk resistencia a la compresión - Sika 7 días

Shapiro - Wilk	
TIPO	Sig.
PATRÓN	,827
SIKA AL 1%	,620
SIKA AL 2%	,928
SIKA AL 3%	,903
SIKA AL 4%	,318
SIKA AL 5%	,928

Fuente 266 Elaboración propia, 2019

Luego de realizado el Test de Shapiro Wilk como prueba de normalidad de resultados en forma independiente del porcentaje empleado, sobre el aditivo chema se afirma lo siguiente:

Tabla 183 Shapiro Wilk resistencia a la compresión - Chema 7 días

Shapiro - Wilk	
TIPO	Sig.
PATRÓN	,827
CHEMA AL 1%	,890
CHEMA AL 2%	,390
CHEMA AL 3%	,842
CHEMA AL 4%	,063
CHEMA AL 5%	,411

Fuente 267 Elaboración propia, 2019

La prueba de hipótesis donde si la significancia es mayor a 0.05 representa igualdad en los resultados obtenidos a distintos porcentajes, asegurando que el aditivo acelerante no influye en la mezcla de mortero, por otro lado, cuando la significancia es menor a 0.05 el aditivo acelerante repercute en la propiedad de resistencia a la compresión a 7 días de curado.

Tabla 184 Anova resistencia a la compresión

ANOVA	
	Sig.
Entre grupos	,000

Fuente 268 Elaboración propia, 2019

El análisis estadístico de resultados obtenidos no refleja los siguientes datos para las probetas de mortero a 14 días de curado:

Tabla 185 Normalidad resistencia a la compresión - Sika 14 días

Descriptivos		
TIPO		Estadístico
PATRÓN	Media	17,352
	Desv. Desviación	,62213
	Mínimo	16,26
	Máximo	18,20
RESISTENCIA 14 DIAS	Media	19,156
	Desv. Desviación	,70354
	Mínimo	18,14
	Máximo	20,52
SIKA AL 2%	Media	23,512

	Desv. Desviación	,37927
	Mínimo	22,94
	Máximo	24,10
	Media	24,184
SIKA AL 3%	Desv. Desviación	,79993
	Mínimo	23,04
	Máximo	25,48
	Media	27,318
SIKA AL 4%	Desv. Desviación	,32910
	Mínimo	26,58
	Máximo	27,78
	Media	31,436
SIKA AL 5%	Desv. Desviación	,55014
	Mínimo	30,52
	Máximo	32,02

Fuente 269 Elaboración propia, 2019

Tabla 186 Normalidad resistencia a la compresión - Chema 14 días

		Descriptivos	
TIPO			Estadístico
		Media	17,352
	PATRÓN	Desv. Desviación	,62213
		Mínimo	16,26
		Máximo	18,20
		Media	18,146
	CHEMA AL 1%	Desv. Desviación	,57108
		Mínimo	17,54
		Máximo	19,12
		Media	18,16
RESISTENCIA 14 DIAS	CHEMA AL 2%	Desv. Desviación	,33018
		Mínimo	17,68
		Máximo	18,74
		Media	21,37
	CHEMA AL 3%	Desv. Desviación	,101250
		Mínimo	20,38
		Máximo	23,12
		Media	27,198
	CHEMA AL 4%	Desv. Desviación	,40049
		Mínimo	26,48
		Máximo	27,82

	Media	28,723
CHEMA AL 5%	Desv. Desviación	,44549
	Mínimo	28,04
	Máximo	29,38

Fuente 270 Elaboración propia, 2019

Luego de realizado el Test de Shapiro Wilk como prueba de normalidad de resultados en forma independiente del porcentaje empleado, sobre el aditivo sika se afirma lo siguiente:

Tabla 187 Shapiro Wilk resistencia a la compresión - Sika 14 días

Shapiro – Wilk	
TIPO	Sig.
PATRÓN	,874
SIKA AL 1%	,884
SIKA AL 2%	,779
SIKA AL 3%	,677
SIKA AL 4%	,234
SIKA AL 5%	,149

Fuente 271 Elaboración propia, 2019

Luego de realizado el Test de Shapiro Wilk como prueba de normalidad de resultados en forma independiente del porcentaje empleado, sobre el aditivo chema se afirma lo siguiente:

Tabla 188 Shapiro Wilk resistencia a la compresión - Chema 14 días

Shapiro - Wilk	
TIPO	Sig.
PATRÓN	,874
CHEMA AL 1%	,199
CHEMA AL 2%	,927
CHEMA AL 3%	,062
CHEMA AL 4%	,916
CHEMA AL 5%	,712

Fuente 272 Elaboración propia, 2019

La prueba de hipótesis donde si la significancia es mayor a 0.05 representa igualdad en los resultados obtenidos a distintos porcentajes, asegurando que el aditivo acelerante no influye

en la mezcla de mortero, por otro lado, cuando la significancia es menor a 0.05 el aditivo acelerante repercute en la propiedad de resistencia a la compresión a 14 días de curado.

Tabla 189 Anova resistencia a la compresión

ANOVA	
	Sig.
Entre grupos	,000

Fuente 273 Elaboración propia, 2019

ANALISIS DE COSTOS

Tabla 190 Costo por m² de muro de albañilería

MURO DE LADRILLO KING-KONG 18 HUECOS							
Rendimiento	m²/DIA	6.0000	EQ.	6.0000	Costo unitario directo por : m ²	116.28	
H.H.		H.M.					
	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
	OPERARIO		hh	1.0000	1.3333	19.23	25.64
	PEON		hh	1.0000	1.3333	14.33	19.11
							44.75
	Materiales						
	ARENA GRUESA		m ³		0.0805	65.00	5.23
	LADRILLO K-K 18 HUECOS		m ^{ll}		0.1040	510.00	53.04
	CEMENTO PORTAND TIPO I		bls		0.5673	17.50	9.93
	AGUA PARA LA OBRA		m ³		0.0185	5.00	0.09
							68.29
	Equipos						
	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.00%	44.75	2.24
	ANDAMIO METALICO		HM	0.1500	0.2000	5.00	1.00
							3.24

Fuente 274 Elaboración propia, 2019

Tabla 191 Costo por m2 de muro de albañilería con aditivo chema 3 (1%)

MURO DE LADRILLO KING-KONG 18 HUECOS CON ADITIVO ACELERANTE 1%							
Rendimiento	m2/DIA	6.0000	EQ.	6.0000	Costo unitario directo por : m2	116.84	
H.H.		H.M.					
	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
	OPERARIO		hh	1.0000	1.3333	19.23	25.64
	PEON		hh	1.0000	1.3333	14.33	19.11
							44.75
	Materiales						
	ARENA GRUESA		m3		0.0805	65.00	5.23
	LADRILLO K-K 18 HUECOS		mll		0.1040	510.00	53.04
	CEMENTO PORTAND TIPO I		bls		0.5673	17.50	9.93
	ADITIVO ACELERANTE CHEMA 3		gal		0.0633	8.88	0.56
	AGUA PARA LA OBRA		m3		0.0185	5.00	0.09
							68.85
	Equipos						
	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.00%	44.75	2.24
	ANDAMIO METALICO		HM	0.1500	0.2000	5.00	1.00
							3.24

Fuente 275 Elaboración propia, 2019

Tabla 192 Costo por m2 de muro de albañilería con aditivo chema 3 (2%)

MURO DE LADRILLO KING-KONG 18 HUECOS CON ADITIVO ACELERANTE 2%							
Rendimiento	m2/DIA	6.0000	EQ.	6.0000	Costo unitario directo por : m2	117.40	
H.H.		H.M.					
	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
	OPERARIO		hh	1.0000	1.3333	19.23	25.64
	PEON		hh	1.0000	1.3333	14.33	19.11
							44.75
	Materiales						
	ARENA GRUESA		m3		0.0805	65.00	5.23
	LADRILLO K-K 18 HUECOS		mll		0.1040	510.00	53.04
	CEMENTO PORTAND TIPO I		bls		0.5673	17.50	9.93
	ADITIVO ACELERANTE CHEMA 3		gal		0.1266	8.88	1.12
	AGUA PARA LA OBRA		m3		0.0185	5.00	0.09
							69.42
	Equipos						
	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.00%	44.75	2.24
	ANDAMIO METALICO		hm	0.1500	0.2000	5.00	1.00
							3.24

Fuente 276 Elaboración propia, 2019

Tabla 193 Costo por m2 de muro de albañilería con aditivo chema 3 (3%)

MURO DE LADRILLO KING-KONG 18 HUECOS CON ADITIVO ACELERANTE 3%							
Rendimiento	m2/DIA	6.0000	EQ.	6.0000	Costo unitario directo por : m2	117.96	
H.H.		H.M.					
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
OPERARIO		hh	1.0000	1.3333	19.23	25.64	
PEON		hh	1.0000	1.3333	14.33	19.11	
						44.75	
Materiales							
ARENA GRUESA		m3		0.0805	65.00	5.23	
LADRILLO K-K 18 HUECOS		mll		0.1040	510.00	53.04	
CEMENTO PORTAND TIPO I		bls		0.5673	17.50	9.93	
ADITIVO ACELERANTE CHEMA 3		gal		0.1899	8.88	1.69	
AGUA PARA LA OBRA		m3		0.0185	5.00	0.09	
						69.98	
Equipos							
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.00%	44.75	2.24	
ANDAMIO METALICO		hm	0.1500	0.2000	5.00	1.00	
						3.24	

Fuente 277 Elaboración propia, 2019

Tabla 194 Costo por m2 de muro de albañilería con aditivo chema 3 (4%)

MURO DE LADRILLO KING-KONG 18 HUECOS CON ADITIVO ACELERANTE 4%						
Rendimiento	m2/DIA	12.0000	EQ.	12.0000	Costo unitario directo por : m2	149.61
H.H.		H.M.				
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	2.0000	1.3333	19.23	25.64	
PEON	hh	1.0000	0.6667	14.33	9.55	
						35.19
Materiales						
ARENA GRUESA	m3		0.2580	65.00	16.77	
LADRILLO K-K 18 HUECOS	mll		0.0820	510.00	41.82	
CEMENTO PORTAND TIPO I	bls		2.1504	17.50	37.63	
ADITIVO ACELERANTE CHEMA 3	gal		0.9596	8.88	8.52	
AGUA PARA LA OBRA	m3		1.1827	5.00	5.91	
						110.66
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.00%	35.19	1.76	
ANDAMIO METALICO	hm	0.6000	0.4000	5.00	2.00	
						3.76

Fuente 278 Elaboración propia, 2019

Tabla 195 Costo por m2 de muro de albañilería con aditivo chema 3 (5%)

MURO DE LADRILLO KING-KONG 18 HUECOS CON ADITIVO ACELERANTE 5%						
Rendimiento	m2/DIA	12.0000	EQ.	12.0000	Costo unitario directo por : m2	151.74
H.H.		H.M.				
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	2.0000	1.3333	19.23	25.64	
PEON	hh	1.0000	0.6667	14.33	9.55	
						35.19
Materiales						
ARENA GRUESA	m3		0.2580	65.00	16.77	
LADRILLO K-K 18 HUECOS	mll		0.0820	510.00	41.82	
CEMENTO PORTAND TIPO I	bls		2.1504	17.50	37.63	
ADITIVO ACELERANTE CHEMA 3	gal		1.1995	8.88	10.65	
AGUA PARA LA OBRA	m3		1.1827	5.00	5.91	
						112.79
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.00%	35.19	1.76	
ANDAMIO METALICO	hm	0.6000	0.4000	5.00	2.00	
						3.76

Fuente 279 Elaboración propia, 2019

Tabla 196 Costo por m2 de muro de albañilería con aditivo Sika (1%)

MURO DE LADRILLO KING-KONG 18 HUECOS CON ADITIVO ACELERANTE 1%							
Rendimiento	m2/DIA	6.0000	EQ.	6.0000	Costo unitario directo por : m2	100.45	
H.H.		H.M.					
	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
	OPERARIO		hh	1.0000	1.3333	19.23	25.64
	PEON		hh	1.0000	1.3333	14.33	19.11
							44.75
	Materiales						
	ARENA GRUESA		m3		0.1290	65.00	8.39
	LADRILLO K-K 18 HUECOS		mll		0.0410	510.00	20.91
	CEMENTO PORTAND TIPO I		bls		1.0752	17.50	18.82
	ADITIVO ACELERANTE SIKA 3		gal		0.1200	11.65	1.40
	AGUA PARA LA OBRA		m3		0.5914	5.00	2.96
							52.47
	Equipos						
	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.00%	44.75	2.24
	ANDAMIO METALICO		hm	0.1500	0.2000	5.00	1.00
							3.24

Fuente 280 Elaboración propia, 2019

Tabla 197 Costo por m2 de muro de albañilería con aditivo Sika 23%)

MURO DE LADRILLO KING-KONG 18 HUECOS CON ADITIVO ACELERANTE 2%							
Rendimiento	m2/DIA	6.0000	EQ.	6.0000	Costo unitario directo por : m2	101.85	
H.H.		H.M.					
	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
	OPERARIO		hh	1.0000	1.3333	19.23	25.64
	PEON		hh	1.0000	1.3333	14.33	19.11
							44.75
	Materiales						
	ARENA GRUESA		m3		0.1290	65.00	8.39
	LADRILLO K-K 18 HUECOS		mll		0.0410	510.00	20.91
	CEMENTO PORTAND TIPO I		bls		1.0752	17.50	18.82
	ADITIVO ACELERANTE SIKA 3		gal		0.2399	11.65	2.79
	AGUA PARA LA OBRA		m3		0.5914	5.00	2.96
							53.86
	Equipos						
	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.00%	44.75	2.24
	ANDAMIO METALICO		hm	0.1500	0.2000	5.00	1.00
							3.24

Fuente 281 Elaboración propia, 2019

Tabla 198 Costo por m2 de muro de albañilería con aditivo Sika (3%)

MURO DE LADRILLO KING-KONG 18 HUECOS CON ADITIVO ACELERANTE 3%							
Rendimiento	m2/DIA	6.0000	EQ.	6.0000	Costo unitario directo por : m2	103.25	
H.H.		H.M.					
	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
	OPERARIO		hh	1.0000	1.3333	19.23	25.64
	PEON		hh	1.0000	1.3333	14.33	19.11
							44.75
	Materiales						
	ARENA GRUESA		m3		0.1290	65.00	8.39
	LADRILLO K-K 18 HUECOS		mll		0.0410	510.00	20.91
	CEMENTO PORTAND TIPO I		bls		1.0752	17.50	18.82
	ADITIVO ACELERANTE SIKA 3		gal		0.3599	11.65	4.19
	AGUA PARA LA OBRA		m3		0.5914	5.00	2.96
							55.26
	Equipos						
	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.00%	44.75	2.24
	ANDAMIO METALICO		hm	0.1500	0.2000	5.00	1.00
							3.24

Fuente 282 Elaboración propia, 2019

Tabla 199 Costo por m2 de muro de albañilería con aditivo Sika (4%)

MURO DE LADRILLO KING-KONG 18 HUECOS CON ADITIVO ACELERANTE 4%						
Rendimiento	m2/DIA	12.0000	EQ.	12.0000	Costo unitario directo por : m2	152.27
H.H.		H.M.				
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
OPERARIO		hh	2.0000	1.3333	19.23	25.64
PEON		hh	1.0000	0.6667	14.33	9.55
						35.19
Materiales						
ARENA GRUESA		m3		0.2580	65.00	16.77
LADRILLO K-K 18 HUECOS		mll		0.0820	510.00	41.82
CEMENTO PORTAND TIPO I		bls		2.1504	17.50	37.63
ADITIVO ACELERANTE SIKA 3		gal		0.9596	11.65	11.18
AGUA PARA LA OBRA		m3		1.1827	5.00	5.91
						113.32
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.00%	35.19	1.76
ANDAMIO METALICO		hm	0.6000	0.4000	5.00	2.00
						3.76

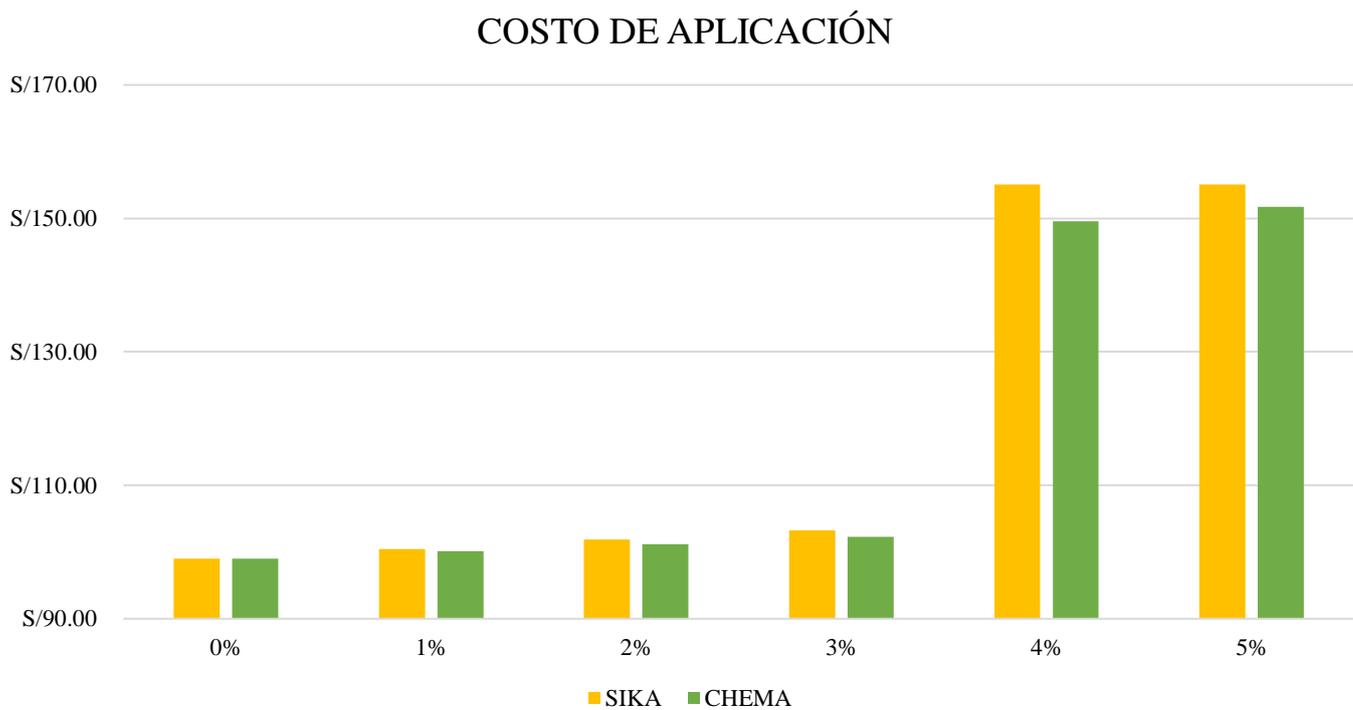
Fuente 283 Elaboración propia, 2019

Tabla 200 Costo por m2 de muro de albañilería con aditivo Sika (5%)

MURO DE LADRILLO KING-KONG 18 HUECOS CON ADITIVO ACELERANTE 5%							
Rendimiento	m2/DIA	12.0000	EQ.	12.0000	Costo unitario directo por : m2	155.07	
H.H.		H.M.					
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
OPERARIO		hh	2.0000	1.3333	19.23	25.64	
PEON		hh	1.0000	0.6667	14.33	9.55	
						35.19	
Materiales							
ARENA GRUESA		m3		0.2580	65.00	16.77	
LADRILLO K-K 18 HUECOS		mll		0.0820	510.00	41.82	
CEMENTO PORTAND TIPO I		bls		2.1504	17.50	37.63	
ADITIVO ACELERANTE SIKA 3		gal		1.1995	11.65	13.97	
AGUA PARA LA OBRA		m3		1.1827	5.00	5.91	
						116.11	
Equipos							
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.00%	35.19	1.76	
ANDAMIO METALICO		hm	0.6000	0.4000	5.00	2.00	
						3.76	

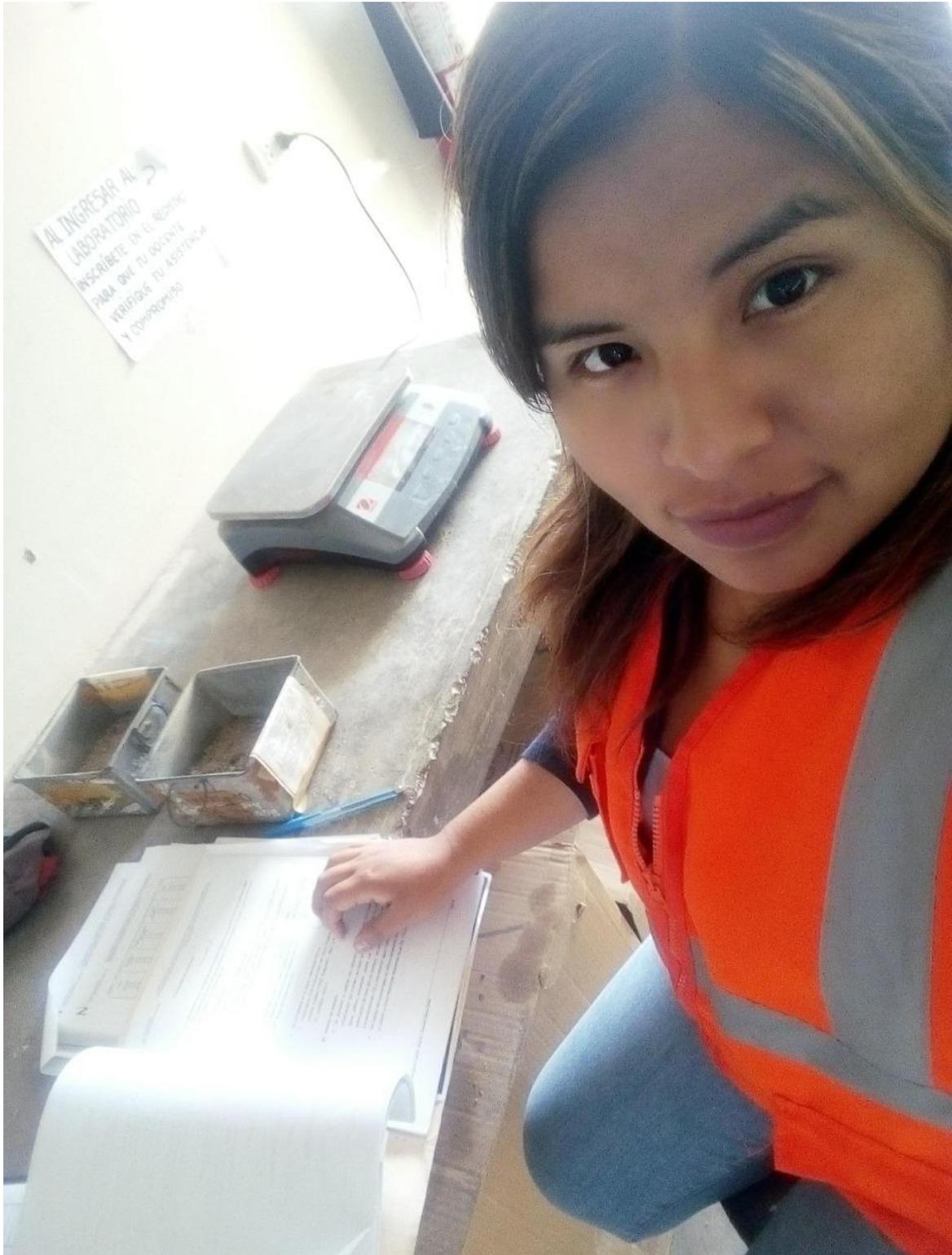
Fuente 284 Elaboración propia, 2019

Gráfico 59 Costo de aplicación



Fuente 285 Elaboración propia, 2019

Ilustración 1 Laboratorio de tecnología del concreto UPN



Fuente 286 Elaboración propia, 2019

Ilustración 2 Laboratorio de tecnología del concreto inventario de instrumentos a utilizar



Fuente 287 Elaboración propia, 2019

Ilustración 3 K589 Entrada a la cantera ubicada en el Milagro - Trujillo



Fuente 288 Elaboración propia, 2019

Ilustración 4 Entrada a la zona de canteras en El Milagro – Trujillo



Fuente 289 Elaboración propia, 2019

Ilustración 5 Recojo de agregado procedente de cantera



Fuente 290 Elaboración propia, 2019

Ilustración 6 Recojo de agregado fino procedente de cantera



Fuente 291 Elaboración propia, 2019

Ilustración 7 Recojo de agregado fino en sacos para su transporte



Fuente 292 Elaboración propia, 2019

Ilustración 8 Tamizado de agregado según norma



Fuente 293 Elaboración propia, 2019

Ilustración 9 Tamizado de agregado posterior al secado



Fuente 294 Elaboración propia, 2019

Ilustración 10 Agregado fino posterior al secado en horno



Fuente 295 Elaboración propia, 2019

Ilustración 11 Molde para ensayo de penetración



Fuente 296 Elaboración propia, 2019

Ilustración 12 Mortero puesto en moldes para ensayo



Fuente 297 Elaboración propia, 2019

Ilustración 13 Mortero en estado fluido en moldes de penetración



Fuente 298 Elaboración propia, 2019

Ilustración 14 Agujas para ensayo de penetración



Fuente 299 Elaboración propia, 2019

Ilustración 15 Penetrómetro



Fuente 300 Elaboración propia, 2019

Ilustración 16 Muestra ensayada en penetración



Fuente 301 Elaboración propia, 2019

Ilustración 17 Muestra luego de ensayo de penetración



Fuente 302 Elaboración propia, 2019

Ilustración 18 Manómetro del penetrómetro



Fuente 303 Elaboración propia, 2019

Ilustración 19 Aguja luego del ensayo de penetración



Fuente 304 Elaboración propia, 2019

Ilustración 20 Ensayo de penetración



Fuente 305 Elaboración propia, 2019

Ilustración 21 Manómetro luego del ensayo



Fuente 306 Elaboración propia, 2019

Ilustración 22 Prensa Hidráulica – Laboratorio de tecnología del concreto



Fuente 307 Elaboración propia, 2019

Ilustración 23 Moldes para elaboración de cubos de mortero



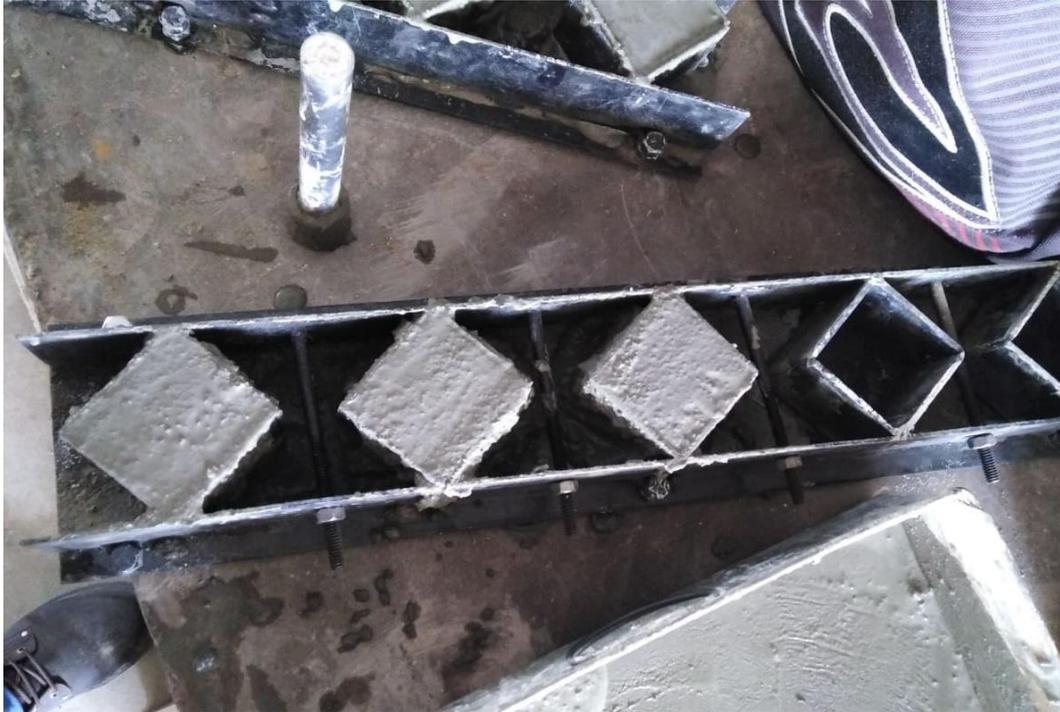
Fuente 308 Elaboración propia, 2019

Ilustración 24 Cubos de mortero en moldes metálicos



Fuente 309 Elaboración propia, 2019

Ilustración 25 Cubos de mortero



Fuente 310 Elaboración propia, 2019

Ilustración 26 Ensayo de resistencia a la compresión



Fuente 311 Elaboración propia, 2019

Ilustración 27 Cubo de mortero patrón post ensayo



Fuente 312 Elaboración propia, 2019

Ilustración 28 Cubo de mortero con falla en dos aristas



Fuente 313 Elaboración propia, 2019

Ilustración 29 Falla de cubos de mortero en una arista



Fuente 314 Elaboración propia, 2019

Ilustración 30 Falla en cara lateral



Fuente 315 Elaboración propia, 2019

Ilustración 31 Falla en esquina inferior del cubo de mortero



Fuente 316 Elaboración propia, 2019

Ilustración 32 Falla en zona inferior del cubo



Fuente 317 Elaboración propia, 2019

Ilustración 33 Falla en arista inferior



Fuente 318 Elaboración propia, 2019

Ilustración 34 Falla en ambas caras del cubo de mortero



Fuente 319 Elaboración propia, 2019

Ilustración 35 Falla en caras superficiales del cubo de mortero



Fuente 320 Elaboración propia, 2019

Ilustración 36 Falla en tres caras del cubo de mortero



Fuente 321 Elaboración propia, 2019

Ilustración 37 Falla en arista vertical



Fuente 322 Elaboración propia, 2019

Ilustración 38 Falla en sección diagonal del cubo



Fuente 323 Elaboración propia, 2019

Ilustración 39 Falla en caras laterales del cubo



Fuente 324 Elaboración propia, 2019

Ilustración 40 Falla en zona inferior del cubo



Fuente 325 Elaboración propia, 2019

Ilustración 41 Falla en arista de cubo de mortero



Fuente 326 Elaboración propia, 2019

Ilustración 42 Falla en cara lateral del cubo de mortero



Fuente 327 Elaboración propia, 2019

Ilustración 43 Falla en vértice del cubo de mortero



Fuente 328 Elaboración propia, 2019

Ilustración 44 Falla en arista del cubo de mortero



Fuente 329 Elaboración propia, 2019

Ilustración 45 Falla en cara lateral del cubo de concreto



Fuente 330 Elaboración propia, 2019

Ilustración 46 Falla en arista vertical del cubo de mortero



Fuente 331 Elaboración propia, 2019

Ilustración 47 Peso unitario compactado del agregado fino



Fuente 332 Elaboración propia, 2019

Ilustración 48 Fiola con agregado fino



Fuente 333 Elaboración propia, 2019

Ilustración 49 Peso unitario compactado del agregado fino



Fuente 334 Elaboración propia, 2019

Ilustración 50 Tamices para granulometría



Fuente 335 Elaboración propia, 2019

Ilustración 51 Cono para agregado fino



Fuente 336 Elaboración propia, 2019

Ilustración 52 Cubos de mortero post-prueba



Fuente 337 Elaboración propia, 2019

Ilustración 53 Medición de cubos de mortero



Fuente 338 Elaboración propia, 2019

Ilustración 54 Cubos de mortero durante prueba



Fuente 339 Elaboración propia, 2019