

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES Y RETARDANTES EN EL DESARROLLO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO F’C 210 KG/CM² MEDIDAS POR EL MÉTODO DE MADUREZ EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2021”

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Anthony Williams Bazan De La Cruz

Asesor:

Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz

<https://orcid.org/0000-0001-9018-5763>

Trujillo – Perú

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	CINTHYA ALVARADO RUIZ	71412783
	Nombre y Apellidos	Nro. DNI

Jurado 2	NIXON PECHE MELO	70615775
	Nombre y Apellidos	Nro DNI

Jurado 3	SONIA RUBIO HERRERA	42984416
	Nombre y Apellidos	Nro.DNI

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme la vida, darme fuerzas en mis momentos difíciles, bendiciones en mis momentos de carencia, por dirigir mi vida, conducir mis pasos y así poder lograr cumplir todas mis metas.

A mis padres Luis Orlando Bazán Abanto y María Elena De la Cruz Alvitres, por ser mi motivación y ayudarme a no rendirme, gracias también a sus sacrificios para poder solventar mis estudios académicos y así poder ser una gran persona y un gran profesional.

A mi hermana Shirley Tatiana Bazán De la Cruz, por darme los consejos que necesitaba cada vez que me sentía confundido, por enseñarme a confiar en mis capacidades y así lograr sentirme más seguro de mí mismo.

A mis familiares y amigos, gracias por ser parte de mi formación personal y profesional.

AGRADECIMIENTO

*A Dios, por interferir en mi vida y permitir que pueda compartir esta etapa tan maravillosa
junto a las personas que más amo en este mundo.*

A mis familiares en general por su apoyo en todos estos años y no dejarme solo nunca.

*A mi asesor, Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz, por ayudarme aprender mucho más sobre
el tema que he tratado en la presente investigación, también por sus consejos para realizar
una investigación viable y así poder seguir en pie.*

*A la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera Profesional de
Ingeniería Civil, a mis profesores que me brindaron grandes conocimientos que hoy me
permiten realizarme como profesional.*

TABLA DE CONTENIDOS

JURADO EVALUADOR	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	11
RESUMEN	15
1. CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	16
1.1. Realidad Problemática	16
1.2. Antecedentes de la investigación	19
1.3. Bases teóricas	24
1.4. Formulación del problema	34
1.5. Objetivos	34
1.6. Hipótesis	35
2. CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	36
2.1. Tipo de investigación	36
2.2. Diseño de investigación	36
2.3. Variables	37
2.4. Población y muestra	42
2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	43
2.6. Aspectos éticos	44
2.7. Procedimiento	45
3. CAPÍTULO III. RESULTADOS	52
3.1. Caracterización de agregado fino y agregado grueso	52
3.2. Diseños de mezcla	54
3.3. Influencia de los aditivos Sika Rapid-1 y Sika Retarder PE en la resistencia a la compresión del concreto medido por el método de madurez	56
3.4. Prueba de hipótesis	99
4. CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	105
4.1. Discusión	105
4.2. Conclusiones	109

4.3. Recomendaciones.....	110
REFERENCIAS	111
ANEXOS.....	115

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Diseño de la investigación.....	36
Tabla 2. Clasificación de variables.....	38
Tabla 3. Matriz de operacionalización de la variable dependiente.....	39
Tabla 4. Matriz de operacionalización de la variable independiente 1.	40
Tabla 5. Matriz de operacionalización de la variable independiente 2.	41
Tabla 6. Análisis de datos de la investigación.....	44
Tabla 7. Características del agregado fino.....	52
Tabla 8. Características del agregado grueso.	53
Tabla 9. Diseño de mezcla del concreto patrón.....	54
Tabla 10. Diseño de mezcla del concreto con 1% de SikaRapid-1.....	54
Tabla 11. Diseño de mezcla del concreto con 2% de SikaRapid-1.....	55
Tabla 12. Diseño de mezcla del concreto con 0.2% de Sika Retarder PE.....	55
Tabla 13. Diseño de mezcla del concreto con 0.4% de Sika Retarder PE.....	55
Tabla 14. Registro térmico del concreto patrón por un periodo de 5 días.....	56
Tabla 15. Registro térmico del concreto con 1% de SikaRapid-1 por un periodo de 5 días.....	61
Tabla 16. Registro térmico del concreto con 2% de SikaRapid-1 por un periodo de 5 días.....	66
Tabla 17. Registro térmico del concreto con 0.2% de SikaRetarder PE por un periodo de 5 días.....	71
Tabla 18. Registro térmico del concreto con 0.4% de SikaRetarder PE por un periodo de 5 días.....	76
Tabla 19. Resistencias a la compresión del concreto patrón.	81
Tabla 20. Resistencias a la compresión del concreto 1% de Sika Rapid-1.	82
Tabla 21. Resistencias a la compresión del concreto 2% de Sika Rapid-1.	83
Tabla 22. Resistencias a la compresión del concreto 0.2% de Sika Retarder PE.....	84
Tabla 23. Resistencias a la compresión del concreto 0.4% de Sika Retarder PE.....	85
Tabla 24. Relación resistencia-madurez del concreto patrón.	86
Tabla 25. Relación resistencia-madurez del concreto con 1% de SikaRapid-1.	88
Tabla 26. Relación resistencia-madurez del concreto con 2% de SikaRapid-1.	90
Tabla 27. Relación resistencia-madurez del concreto con 0.2% de Sika Retarder PE.....	92

Tabla 28. Relación resistencia-madurez del concreto con 0.4% de Sika Retarder PE.....	94
Tabla 29. Ganancia de tiempo en conocer la resistencia objetivo en cada tipo de concreto.	96
Tabla 30. Prueba de normalidad para resistencia a la compresión a 1 día de curado.....	99
Tabla 31. Prueba de normalidad para resistencia a la compresión a 2 días de curado.	99
Tabla 32. Prueba de normalidad para resistencia a la compresión a 3 días de curado.	100
Tabla 33. Prueba de normalidad para resistencia a la compresión a 4 días de curado.	100
Tabla 34. Prueba de normalidad para resistencia a la compresión a 5 días de curado.	100
Tabla 35. Prueba de varianza para resistencia a la compresión a 1 día de curado.	101
Tabla 36. Prueba de varianza para resistencia a la compresión a 2 días de curado.....	101
Tabla 37. Prueba de varianza para resistencia a la compresión a 3 días de curado.....	101
Tabla 38. Prueba de varianza para resistencia a la compresión a 4 días de curado.....	102
Tabla 39. Prueba de varianza para resistencia a la compresión a 5 días de curado.....	102
Tabla 40. Prueba post hoc para resistencia a la compresión a 1 día de curado.	102
Tabla 41. Prueba post hoc para resistencia a la compresión a 2 días de curado.....	103
Tabla 42. Prueba post hoc para resistencia a la compresión a 3 días de curado.....	103
Tabla 43. Prueba post hoc para resistencia a la compresión a 4 días de curado.....	104
Tabla 44. Prueba post hoc para resistencia a la compresión a 5 días de curado.....	104
Tabla 45. Contenido de humedad del agregado fino.....	115
Tabla 46. Contenido de humedad del agregado grueso.....	115
Tabla 47. Peso unitario del agregado fino.	116
Tabla 48. Peso unitario del agregado grueso.....	116
Tabla 49. Peso específico y absorción del agregado fino.....	117
Tabla 50. Peso específico y absorción del agregado grueso.....	117
Tabla 51. Granulometría del agregado fino.....	118
Tabla 52. Granulometría del agregado grueso.....	118
Tabla 53. Resistencia a la compresión del concreto patrón a 1 día de curado.	119
Tabla 54. Resistencia a la compresión del concreto patrón a 2 días de curado.....	119
Tabla 55. Resistencia a la compresión del concreto patrón a 3 días de curado.....	119
Tabla 56. Resistencia a la compresión del concreto patrón a 4 días de curado.....	120
Tabla 57. Resistencia a la compresión del concreto patrón a 5 días de curado.....	120

Tabla 58. Resistencia a la compresión del concreto con 1% de SikaRapid-1 a 1 día de curado.	120
Tabla 59. Resistencia a la compresión del concreto con 1% de SikaRapid-1 a 2 días de curado.	121
Tabla 60. Resistencia a la compresión del concreto con 1% de SikaRapid-1 a 3 días de curado.	121
Tabla 61. Resistencia a la compresión del concreto con 1% de SikaRapid-1 a 4 días de curado.	121
Tabla 62. Resistencia a la compresión del concreto con 1% de SikaRapid-1 a 5 días de curado.	122
Tabla 63. Resistencia a la compresión del concreto con 2% de SikaRapid-1 a 1 día de curado.	122
Tabla 64. Resistencia a la compresión del concreto con 2% de SikaRapid-1 a 2 días de curado.	122
Tabla 65. Resistencia a la compresión del concreto con 2% de SikaRapid-1 a 3 días de curado.	123
Tabla 66. Resistencia a la compresión del concreto con 2% de SikaRapid-1 a 4 días de curado.	123
Tabla 67. Resistencia a la compresión del concreto con 2% de SikaRapid-1 a 5 días de curado.	123
Tabla 68. Resistencia a la compresión del concreto con 0.2% de SikaRetarderPE a 1 día de curado.	124
Tabla 69. Resistencia a la compresión del concreto con 0.2% de SikaRetarderPE a 2 días de curado.	124
Tabla 70. Resistencia a la compresión del concreto con 0.2% de SikaRetarderPE a 3 días de curado.	124
Tabla 71. Resistencia a la compresión del concreto con 0.2% de SikaRetarderPE a 4 días de curado.	125
Tabla 72. Resistencia a la compresión del concreto con 0.2% de SikaRetarderPE a 5 días de curado.	125

Tabla 73. Resistencia a la compresión del concreto con 0.4% de SikaRetarderPE a 1 día de curado.	125
Tabla 74. Resistencia a la compresión del concreto con 0.4% de SikaRetarderPE a 2 días de curado.	126
Tabla 75. Resistencia a la compresión del concreto con 0.4% de SikaRetarderPE a 3 días de curado.	126
Tabla 76. Resistencia a la compresión del concreto con 0.4% de SikaRetarderPE a 4 días de curado.	126
Tabla 77. Resistencia a la compresión del concreto con 0.4% de SikaRetarderPE a 5 días de curado.	127

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Procedimiento de la investigación.	45
Figura 2. Curva granulométrica del agregado fino.....	52
Figura 3. Curva granulométrica del agregado grueso.....	53
Figura 4. Historial térmico del concreto patrón.....	60
Figura 5. Historial térmico del concreto con 1% de SikaRapid-1.....	65
Figura 6. Historial térmico del concreto con 2% de SikaRapid-1.....	70
Figura 7. Historial térmico del concreto con 0.2% de Sika Retarder PE.	75
Figura 8. Historial térmico del concreto con 0.4% de Sika Retarder PE.	80
Figura 9. Relación resistencia-madurez del concreto patrón.....	86
Figura 10. Madurez del concreto patrón equivalente a la resistencia objetivo.....	87
Figura 11. Relación resistencia-tiempo del concreto patrón.	87
Figura 12. Relación resistencia-madurez del concreto con 1% de SikaRapid-1.....	88
Figura 13. Madurez del concreto con 1% de SikaRapid-1 equivalente a la resistencia objetivo.	89
Figura 14. Relación resistencia-tiempo del concreto con 1% de SikaRapid-1.....	89
Figura 15. Relación resistencia-madurez del concreto con 2% de SikaRapid-1.....	90
Figura 16. Madurez del concreto con 2% de SikaRapid-1 equivalente a la resistencia objetivo.	91
Figura 17. Relación resistencia-tiempo del concreto con 2% de SikaRapid-1.....	91
Figura 18. Relación resistencia-madurez del concreto con 0.2% de Sika Retarder PE.	92
Figura 19. Madurez del concreto con 0.2% de Sika Retarder PE equivalente a la resistencia objetivo.	93
Figura 20. Relación resistencia-tiempo del concreto con 0.2% de Sika Retarder PE.	93
Figura 21. Relación resistencia-madurez del concreto con 0.4% de Sika Retarder PE.	94
Figura 22. Madurez del concreto con 0.4% de Sika Retarder PE equivalente a la resistencia objetivo.	95
Figura 23. Relación resistencia-tiempo del concreto con 0.4% de Sika Retarder PE.	95
Figura 24. Resistencia a la compresión de los concretos a 1 día de curado.	96
Figura 25. Resistencia a la compresión de los concretos a 2 días de curado.....	97

Figura 26. Resistencia a la compresión de los concretos a 3 días de curado.....	97
Figura 27. Resistencia a la compresión de los concretos a 4 días de curado.....	98
Figura 28. Resistencia a la compresión de los concretos a 5 días de curado.....	98
Figura 29. Matriz para la evaluación de expertos.....	128
Figura 30. Certificado del contenido de humedad del agregado fino.....	129
Figura 31. Certificado del peso unitario del agregado fino.	130
Figura 32. Certificado del peso específico y absorción del agregado fino.....	131
Figura 33. Certificado del análisis granulométrico del agregado fino.	132
Figura 34. Certificado del contenido de humedad del agregado grueso.	133
Figura 35. Certificado del peso unitario del agregado grueso.....	134
Figura 36. Certificado del peso específico y absorción del agregado grueso.....	135
Figura 37. Certificado del análisis granulométrico del agregado grueso.	136
Figura 38. Certificado de la resistencia a la compresión del concreto patrón a 1 día de curado.	137
Figura 39. Certificado de la resistencia a la compresión del concreto patrón a 2 días de curado.	138
Figura 40. Certificado de la resistencia a la compresión del concreto patrón a 3 días de curado.	139
Figura 41. Certificado de la resistencia a la compresión del concreto patrón a 4 días de curado.	140
Figura 42. Certificado de la resistencia a la compresión del concreto patrón a 5 días de curado.	141
Figura 43. Certificado de la resistencia a la compresión del concreto con 1% de SikaRapid-1 a 1 día de curado.....	142
Figura 44. Certificado de la resistencia a la compresión del concreto con 1% de SikaRapid-1 a 2 días de curado.	143
Figura 45. Certificado de la resistencia a la compresión del concreto con 1% de SikaRapid-1 a 3 días de curado.	144
Figura 46. Certificado de la resistencia a la compresión del concreto con 1% de SikaRapid-1 a 4 días de curado.	145

Figura 47. Certificado de la resistencia a la compresión del concreto con 1% de SikaRapid-1 a 5 días de curado.	146
Figura 48. Certificado de la resistencia a la compresión del concreto con 2% de SikaRapid-1 a 1 día de curado.	147
Figura 49. Certificado de la resistencia a la compresión del concreto con 2% de SikaRapid-1 a 2 días de curado.	148
Figura 50. Certificado de la resistencia a la compresión del concreto con 2% de SikaRapid-1 a 3 días de curado.	149
Figura 51. Certificado de la resistencia a la compresión del concreto con 2% de SikaRapid-1 a 4 días de curado.	150
Figura 52. Certificado de la resistencia a la compresión del concreto con 2% de SikaRapid-1 a 5 días de curado.	151
Figura 53. Certificado de la resistencia a la compresión del concreto con 0.2% de Sika Retarder a 1 día de curado.	152
Figura 54. Certificado de la resistencia a la compresión del concreto con 0.2% de Sika Retarder a 2 días de curado.....	153
Figura 55. Certificado de la resistencia a la compresión del concreto con 0.2% de Sika Retarder a 3 días de curado.....	154
Figura 56. Certificado de la resistencia a la compresión del concreto con 0.2% de Sika Retarder a 4 días de curado.....	155
Figura 57. Certificado de la resistencia a la compresión del concreto con 0.2% de Sika Retarder a 5 días de curado.....	156
Figura 58. Certificado de la resistencia a la compresión del concreto con 0.4% de Sika Retarder a 1 día de curado.	157
Figura 59. Certificado de la resistencia a la compresión del concreto con 0.4% de Sika Retarder a 2 días de curado.....	158
Figura 60. Certificado de la resistencia a la compresión del concreto con 0.4% de Sika Retarder a 3 días de curado.....	159
Figura 61. Certificado de la resistencia a la compresión del concreto con 0.4% de Sika Retarder a 4 días de curado.....	160

Figura 62. Certificado de la resistencia a la compresión del concreto con 0.4% de Sika Retarder a 5 días de curado.....	161
Figura 63. Probetas curadas para el ensayo de compresión.	162
Figura 64. Registro de temperaturas del concreto empleando sensores.	163
Figura 65. Ensayo de rotura de probetas.	164
Figura 66. Probetas ensayadas a compresión según la NTP.339.034.....	165

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en la ciudad de Trujillo, llegando a determinar la influencia del uso de aditivos acelerantes y retardantes en el desarrollo de resistencia a la compresión de un concreto $f'c$ 210 kg/cm² medidas por el método de madurez; empleando para ello, una metodología experimental. El muestreo considerado fue no probabilístico y la técnica e instrumento que ayudaron en la recolección de datos fueron la observación y guía de observación. La problemática tiene origen a partir de la gran variedad de climas existentes en nuestro país, repercutiendo en el proceso constructivo de cada lugar; por ejemplo, ante climas fríos, se necesita acortar tiempos de fraguado; y, por el contrario, ante climas cálidos o debido a la necesidad de transportar el concreto a un punto lejano, se haría necesario un alargamiento en el tiempo de fraguado; por tal motivo, se formaron grupos de evaluación, consistiendo en concretos de $f'c=210\text{kg/cm}^2$, pertenecientes a uno patrón, y uno para cada par de dosis de aditivo acelerante y retardante de 1%, 2%, 0.2% y 0.4% respectivamente; evaluándolos en cuanto a su resistencia a la compresión a edades de 1, 2, 3, 4 y 5 días bajo la aplicación del método de madurez; logrando concluir que, con SikaRapid-1 se encontró una relación directamente proporcional entre las variables; y, por el contrario, con Sika Retarder PE se encontró una relación proporcionalmente inversa. Asimismo, el método de madurez llega a optimizar tiempos para encontrar una resistencia a la compresión objetivo, repercutiendo de manera positiva en la agilización de procesos constructivos.

Palabras clave: aditivo, acelerante, retardante, resistencia a la compresión, método de madurez.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

En la actualidad, el concreto es el material de construcción más ampliamente utilizado en el mundo con una producción mundial cercana a los 13,000 millones de m³ por año (Ceballos, 2016). Pues, es el material fundamental de la construcción, sus tecnologías de aplicación, tienen una repercusión directa en la vida útil de la obra en la que se utilicen, así como una acción depredadora en el medio ambiente, en la que se empleen. (O'Reilly, V.; Bancrofft, R.; Ruiz, L.; 2010). Este es el motivo por el cual la industria de la construcción se ha mostrado con una visión preocupada de desarrollar concreto con mejor desempeño, de manera técnica, económica y además ecológica.

En España, Ramírez (2020), menciona que una gran virtud del concreto proyectado es la ganancia de resistencia a edades iniciales, entendiéndolo al periodo de 24 horas desde la proyección de dicho material; donde, esta ganancia se consigue al añadir aditivos acelerantes de fraguado, los mismos que permiten mejorar las prestaciones mecánicas del concreto, pudiendo llegar a superar incluso el comportamiento del concreto convencional en calidad y rentabilidad. Por ello, resulta necesaria la evaluación de saber cómo influye el porcentaje de aditivo acelerante en la dosificación sobre las propiedades del concreto, haciendo posible su utilización en función de las propiedades y de la aplicación que se necesite.

En Colombia, Castellón y De la Ossa (2013), nos comentan que, debido a la variedad de climas existentes en su país, el proceso constructivo resulta diferente en cada lugar; por ejemplo, ante climas fríos, se haría necesario un fraguado rápido; y, por el contrario, ante

climas cálidos o debido a la necesidad de transportar el concreto a un punto lejano, se haría necesario un fraguado más lento.

En Venezuela, Villalobos y Villalobos (2010), indican que dos factores importantes en el rubro de la construcción concerniente a elementos de concreto son el asentamiento y la trabajabilidad, influyendo sobre éstos el tiempo de fraguado. Asimismo, señalan que uno de los estados de Venezuela, debido al clima que posee, acelera el proceso antes mencionado, influyendo negativamente sobre el tiempo de trabajabilidad del concreto, trayendo como consecuencia la formación de juntas frías, el impedimento del traslado del material entre largas distancias y hasta un mal acabado en los elementos.

Por otro lado, en el Perú, Jucos y Gómez (2021), mencionan que a nivel nacional y sobre todo en las ciudades más alejadas, se hace carente el uso de aditivos acelerantes o retardantes de fragua debido a la errónea creencia social relacionada a supuestos altos costos, evidenciando el desconocimiento sobre sus beneficios y potencialidades. Todo lo antes mencionado, hace que no exista una tecnología local capaz de aprovechar y difundir los avances internacionales en el sector de la construcción; habiendo muy pocos profesionales que investigan y emplean los aditivos en su búsqueda por mejorar las propiedades del concreto.

A nivel local, en Trujillo, también se tienen referencias como el estudio de Corro y Ramos (2015), quienes fundamentan que el método de madurez es de gran importancia ya que la investigación e implementación de este método en nuestro país ayuda en el control de calidad del concreto con más precisión a diferencia de los métodos tradicionales, ya que monitorea in situ la evolución de su resistencia.

En el Perú existe y se conoce una gran variedad de aditivos en general al igual que las empresas abastecedoras de estos productos, pero esta investigación se concentra en los

aditivos acelerantes y retardantes; exclusivamente en dos productos de la empresa SIKA PERÚ que son el aditivo Sika Retarder® PE y el aditivo SikaRapid-1.

En la actualidad las obras de construcción civil presentan diversas necesidades, específicamente en las construcciones donde se requieren tiempos de transporte extremadamente largos, si la temperatura ambiente o del concreto son muy altas o si se trata de disminuir el calor de hidratación del concreto y es aquí donde el uso de retardantes permite una mayor versatilidad al momento de regular los tiempos de fraguado, pues permite así cambiar en el tiempo el ritmo de hidratación del concreto.

Es por ello que los aditivos retardantes juegan un papel muy importante debido a que ofrece un mejor desempeño en el estado plástico permitiendo acomodar su colocación de acuerdo a distintos parámetros que se pueden encontrar en algunas obras ya que el tiempo de fraguado pueden ir desde las 3 horas hasta las 72 horas.

La empresa SIKA PERU SAC tiene disponible en el mercado peruano un producto llamado Sika® Retarder PE, el cual es un aditivo retardante de fragua que permite mantener la trabajabilidad del concreto en el tiempo, exento de cloruros.

Asimismo, en las diversas necesidades que se presentan en las obras de construcción civil tenemos problemas que son completamente contrario con el efecto que causa el aditivo retardante en el concreto, estamos hablando de los aditivos acelerantes que tiene como propósito principal el de disminuir los tiempos de fraguado y/o incrementar las resistencias tempranas. Es decir, que disminuye el tiempo de transición de la mezcla de estado plástico a estado rígido; además, que incrementa la tasa de desarrollo de resistencia a temprana edad en el concreto afectando o no el tiempo de fraguado.

En este caso de los aditivos acelerantes, la empresa SIKA PERU SAC tiene en el mercado peruano disponible el producto llamado Sika Rapid-1, el cual es un aditivo

líquido de acción acelerante sobre tiempo de fraguado y resistencias mecánicas del concreto.

1.2. Antecedentes de la investigación

Bolívar (2018), se propuso como objetivo principal estudiar el comportamiento mecánico determinando la madurez y la resistencia f'c de mezclas de concreto hidráulico, adicionando silicato de sodio en el agua de la mezcla como material cementante. La metodología que siguió su investigación fue de tipo experimental, empleando dosificaciones de silicato de sodio en 0%, 3%, 5% y 10% evaluándolos a edades de 3, 7 y 28 días de curado; tomando como referentes dos métodos para calcular la resistencia del concreto, siendo el ensayo de resistencia a través de rotura de probetas, y el ensayo de madurez consistiendo en la determinación de dicha propiedad relacionándola con las temperaturas-tiempo. Los resultados encontrados por Bolívar evidencian que, del ensayo de madurez la línea del 10% de concentración de silicato de sodio alcanzó el pico más alto en la gráfica de temperatura-tiempo para las primeras 10 horas de fraguado; por tal motivo, concluye que teniendo en cuenta que la retracción hidráulica ocurre antes del estado sólido del concreto, este aumento de temperatura en las primeras horas provocó un desprendimiento de calor que como resultado produce de disminución de la resistencia a los 28 días de curado. (p.63)

Esta investigación aporta al desarrollo de la presente tesis en el sentido de confirmar la efectividad del método de madurez para conocer la resistencia a la compresión de concretos, relacionándolos con sus registros térmicos, como alternativa a la tradicional rotura de probetas; sin embargo, se debe tener en cuenta factores que puedan influir de manera negativa sobre los resultados como por ejemplo los desprendimientos de calor producto de los aumentos de temperatura a edades iniciales.

Campoverde y Muñoz (2015), consideraron necesario proponerse como objetivo principal determinar que el cemento Guapán cumpla con los requisitos de acuerdo a las normas ecuatorianas existentes para su fabricación, y así pueda ser utilizado en las mezclas de hormigón. Los autores emplearon una metodología experimental basada en el estudio sobre la aplicación de aditivos reductores de agua en el proceso de fabricación del concreto verificando la influencia generada sobre la propiedad de resistencia a la compresión medida en probetas cilíndricas y evaluadas a la edad de 28 días. Los resultados obtenidos por Campoverde y Muñoz muestran que el uso de aditivos reductores de agua permite reducir el agua de mezclado en las dosis consideradas conservando la misma trabajabilidad del concreto patrón. Finalmente, llegaron a la conclusión que, los aditivos utilizados han logrado dar la trabajabilidad requerida en los diferentes tipos de concreto, de manera que éstas se puedan utilizar en obra; además de lograr asentamientos dentro de los límites necesarios para ser empleados en obras de pavimentos y en el bombeado de concreto. (p.98).

El estudio que se presenta, aporta a la presente investigación, en primer lugar, en cuanto al asentamiento, mostrando que, a pesar de la reducción de cemento, se conserva la misma trabajabilidad; por otra parte, como otro efecto de los aditivos, se logró una ganancia de resistencia a la compresión a la edad de 28 días tras la aplicación de aditivos plastificantes o también conocidos como reductores de agua.

Castellón y De La Ossa (2013), se propusieron como objetivo general analizar los efectos que tienen los aditivos como acelerante y retardante en las resistencias a la compresión iniciales y finales en concretos de 4000 psi elaborados con cemento tipos I y III, utilizando grava de ½" y arena natural. Los autores optaron por emplear una metodología mixta para la realización de su estudio, uniendo una revisión bibliográfica con la

recolección y análisis de datos, pero también un estudio experimental con el objetivo mencionado anteriormente a través de cilindros de concreto patrón y con aditivos a las edades de curado de 7, 14 y 28 días. Los resultados encontrados por Castellón y De La Ossa, nos evidencian que, para todos los tipos de cementos empleados, el concreto patrón obtiene resistencias inferiores que los concretos con la incorporación de un aditivo acelerante; pero, valores de resistencia mayores que los concretos con aditivos retardantes incorporados. Todo lo descrito les permite llegar a concluir que, los aditivos tuvieron un comportamiento en la confección de los concretos y en los valores de resistencia alcanzados a la edad de 28 días; donde el retardante resulta inversamente proporcional a la relación agua-cemento del mismo. (p.7).

Este estudio deja como aporte a la presente investigación la posible tendencia de como arrojarían los resultados de resistencia a la compresión del concreto al incorporar diferentes porcentajes de aditivo acelerante y retardante.

Apac y Rojas (2021), en el desarrollo de su estudio, tuvieron como objetivo principal determinar los aditivos acelerantes que influyen en las propiedades físico-mecánicas del hormigón en climas de bajas temperaturas, utilizando las Normas Técnicas Peruanas (NTP) y normas internacionales. La metodología aplicada por los autores corresponde a una investigación documental, bibliográfica y, por ende, descriptiva; consistiendo en el apoyo de un marco teórico a partir de libros, artículos, etc; que involucren a las variables consideradas. Los resultados arrojados luego de concluida la parte metodológica muestran que, al aplicar aditivos acelerantes en dosis de 4% en condiciones de bajas temperaturas, se logra un aumento en la resistencia a la compresión a edades tempranas y finales. Lo encontrado permite a los autores concluir que, para la preparación de los concretos en climas de bajas temperaturas, es fundamental el empleo de aditivos

acelerantes de última generación con la finalidad de asegurar y mejorar algunas de las propiedades físicas y mecánicas del hormigón, siendo también de uso común en los actuales proyectos de edificación. (p.101).

El aporte que nos deja esta investigación se ve reflejada en la orientación sobre una dosificación específica de aditivo acelerante en la búsqueda por mejorar la resistencia a la compresión, siendo la adición de 4% la responsable de alcanzar tal fin.

Recabarren y Tafur (2019), se plantearon como objetivo principal optimizar el costo de encofrado en una edificación y predecir de manera confiable el tiempo de encofrado de una losa y columna a través de una correlación entre madurez y resistencia a compresión de un concreto f^c 210 kg/cm² con cemento tipo I y aditivo retardante de fragua mediante el análisis matemático y experimental para la aproximación de la resistencia a compresión in-situ utilizando el método de madurez del concreto. Se desarrolló una metodología experimental a través de la elaboración de la curva de madurez formada a partir de los resultados promedio de resistencia a la compresión obtenidos por el método tradicional de rotura de tres probetas en laboratorio para cada edad de 1, 3, 7, 14 y 28 días para concretos con aplicación de aditivos retardantes; en relación al promedio del historial térmico registrado con la ayuda de sensores inalámbricos embebidos en el centro de dos probetas. Según los resultados obtenidos, se evidencia que la resistencia a la compresión del concreto, medida por el método de madurez, no difiere en más del 10% del valor de resistencia de los especímenes cilíndricos, logrando optimizar significativamente el uso del encofrado en las estructuras. Asimismo, concluyeron que este método es confiable para evaluar la resistencia a compresión del concreto y además permite optimizar el uso de encofrado de las estructuras verticales y horizontales; acelerando el avance de los procesos que dependen de éstos. (p.101).

Esta investigación nos deja un aporte significativo, pues los autores hacen uso de un aditivo retardante para menguar los tiempos de fraguado del concreto y de esa forma alargar los periodos de su colocación o vaciado, además; al igual que en la presente tesis, la resistencia a la compresión fue evaluada mediante la aplicación del método de madurez.

Huamaní y Solon (2019), en la elaboración de su investigación consideraron necesario tener como objetivo principal determinar el óptimo porcentaje de aditivo acelerante para reducir el tiempo de fraguado en un concreto 210 kg/cm² sin afectar su resistencia en clima cálido. La metodología desarrollada por los autores corresponde a una experimental de tipo cuasi-experimental ya que habrá un grupo patrón y diferentes grupos que sufrirán alteraciones mediante la incorporación del aditivo SikaRapid-1 y Z fragua #5; permitiendo evaluar la influencia generada sobre la resistencia a la compresión medida en especímenes cilíndricos a edades de curado de 3, 7, 14 y 28 días. Los resultados arrojados muestran que con SikaRapid-1, se reduce el tiempo de fraguado sin afectar la variable en estudio a una adición de 1.5% en relación al peso del cemento; por otro lado, con Z fragua #5, ocurre lo mismo, pero a una dosis de 2.5%. Éstos y otros resultados más permiten a Huamaní y Solon a concluir que, existen actualmente diversos productos de diferentes marcas capaces de dar solución a su problemática o de cumplir con su objetivo planteado, sin embargo, existen otros factores que harán optar por solo uno de ellos, como, por ejemplo, el tema de costos. (p.70).

Esta investigación deja un aporte para el presente estudio, ya que utilizaron un aditivo que también se empleará por nuestra parte, dándonos una idea de como es su comportamiento en el concreto frente a la variable resistencia a la compresión, utilizando la dosis indicada.

1.3. Bases teóricas

1.3.1. *El concreto*

El concreto, es en esencia una mezcla de dos componentes: agregados y pasta, esta última compuesta por cemento portland y agua que luego es mezclada con los agregados que normalmente son arena y grava (piedra triturada, piedra machacada, pedrejón u otro material granular), formando así una pasta semejante a una roca. La pasta se compone de materiales cementantes, agua y aire, que bien puede ser aire atrapado o aire incluido; esta pasta conforma aproximadamente del 25% hasta el 40% del volumen total del concreto. A comparación de los agregados, también llamado áridos, que se dividen en dos grupos: finos y gruesos; y que conforman aproximadamente del 60% al 75% del volumen total del concreto, por ello la elección de estos es muy importante. (Kosmatka, Kerkhoff, Panarese, & Tanesi, 2004).

1.3.2. *Componentes del concreto*

1.3.2.1. *Cemento.*

Se define como cemento a los materiales diseminados que tienen la característica que, por adición de una proporción adecuada de agua, produce una pasta conglomerante capaz de endurecer tanto bajo el agua como al aire y formar compuestos estables. (Rivva, 2000).

Por otro parte, el cemento en el Perú se comercializa en bolsas de un pie cúbico que tiene un peso aproximado de 42,5 kg. Se puede encontrar en distintas marcas y presentaciones, todo dependiendo de la ubicación geográfica en que se localice, ya que cambia de acuerdo a ello (costa, sierra o selva) y a los químicos a los que se encontrarán expuestos los concretos. Este elemento realiza una función muy importante en el concreto, pues nos posibilita poder formar la pasta aglomerante y endurecer bajo distintos factores naturales; tenemos 3 grandes grupos de cementos, los cuales son:

- Grupo I: Cemento Portland

Este grupo de cementos se subdivide en 5 tipos:

Tipo I: Cemento de uso normal, cuando no se requiere ninguna característica especial, se aplica para toda obra civil común.

Tipo II: Cemento de moderado calor de hidratación y resistencia moderada a la acción de los sulfatos, se usa cuando se necesita una resistencia moderada a la acción de los sulfatos y moderado calor de hidratación.

Tipo III: Cemento de altas resistencias iniciales, se utiliza cuando se solicita una rápida puesta de servicio de la estructura de concreto o ganancias rápidas de resistencia.

Tipo IV: Cemento de bajo calor de hidratación, se destina para la fabricación de concretos masivos.

Tipo V: Cemento de alta resistencia al ataque de los sulfatos, se emplea en zonas donde las presencias de los sulfatos son numerosas.

- Grupo II: Cemento Puzolánico

Este grupo de cementos se subdivide en 2 tipos:

Tipo IP: Cemento portland Tipo I que tiene una adición puzolánica entre 15 - 45%, se utiliza en obras donde se requiere bajo calor de hidratación y altas resistencias al ataque de los sulfatos.

Tipo IPM: Cemento portland Tipo I que tiene una adición puzolánica hasta un 15%, se utiliza en obras donde se requiere un moderado calor de hidratación y resistencias moderadas al ataque de los sulfatos.

- Grupo III: Cemento Adicionado

Este grupo de cementos se subdivide en 2 tipos:

Tipo IS: Cemento portland Tipo I que tiene una adición de escorias de altos hornos finamente molidas entre 25 - 70%, se emplea en obras donde se requiere bajo calor de hidratación y altas resistencias al ataque de los sulfatos.

Tipo ISM: Cemento portland Tipo I que tiene una adición de escorias de altos hornos finamente molidas hasta un 15%, se utiliza en obras donde se requiere un moderado calor de hidratación y resistencias moderadas al ataque de los sulfatos.

1.3.2.2. Agregados.

El ACI Perú, define a los agregados con el siguiente concepto; “Se define como agregado al conjunto de partículas inorgánicas, de origen natural o artificial, cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados en la Norma NTP 400.011”.

La envergadura que tiene el uso correcto del tipo y de la calidad del agregado (árido) no se puede minimizar; puesto que los agregados fino y grueso ocupan cerca del 60% al 75% del volumen del concreto (70% a 85% de la masa) y contribuyen intensamente en las propiedades tanto en estado fresco como endurecido, en las dimensiones o proporciones de la mezcla y en la economía del concreto. (Kosmatka, Kerkhoff, Panarese, & Tanesi, 2004).

- **Agregado fino**

Se define como agregado fino a la materia procedente de la desintegración natural o artificial de las rocas, que pasa el tamiz normalizado 9,5 mm (3/8 pulg) y queda detenido en el tamiz normalizado 74 μ m (N°200); el cual deberá cumplir con los límites dispuestos en la norma NTP.400.037 o ASTM C33.

- **Agregado grueso**

Materia retenida en el tamiz normalizado 4,75 mm (N°4), derivado de la descomposición natural o mecánica de la roca, y que cumple con los límites decretados en la NTP.400.037.

1.3.2.3. Agua.

La NTP.339.088 del año 2006, nos refiere la siguiente información respecto al agua utilizada para la elaboración del concreto de cemento Portland: “Esta Norma Técnica Peruana dispone los requisitos de composición y performance para el agua empleada como agua de mezcla en la elaboración del concreto de cemento Portland. Esta Norma Técnica Peruana define las fuentes de agua y determina los requisitos y las frecuencias de ensayo para la calificación de las fuentes de agua individuales o combinadas”. Además, la misma normativa nos brinda pequeños conceptos correspondientes a los distintos tipos de agua que se pueden utilizar para la elaboración del concreto. Estos conceptos o pequeñas definiciones son las siguientes:

- Agua combinada

Mezcla de dos o más fuentes de agua combinadas a la vez, antes o durante su introducción a la mezcla, para utilizarla como agua de mezcla en la producción del concreto.

- Agua no potable

Fuentes de agua que no son aptas para el consumo humano, o si ésta contiene cantidades de sustancias que la decoloran o hacen que huelga o tenga un sabor objetable pero no contiene agua de las operaciones de producción de concreto.

- Agua potable

Agua que es apta para el consumo humano.

- Agua de las operaciones de la producción de concreto

Agua recuperada de los procesos de producción de concreto de cemento Portland que incluye el agua de lavado del camión mezclador (mixer) o la que fue parte de una mezcla de concreto; agua de lluvia colectada en un recipiente en una planta de producción de concreto; o agua que contiene cantidades de los ingredientes del concreto.

1.3.2.4. Aditivos.

Un aditivo es definido como aquel material que, no siendo agua, agregado, cemento hidráulico o fibra de refuerzo, es utilizado como un ingrediente del mortero o concreto (también llamado hormigón), y es incorporado inmediatamente a la tanda antes o durante su mezclado. (Rivva, 2000).

Por otra parte, la norma ASTM C125 define a un aditivo como: “un material diferente del agua, de los agregados y cemento hidráulico que se emplea como elemento del concreto o mortero, en otros países llamado hormigón. La dosis en las que se usan los aditivos está en relación a un reducido porcentaje del peso de cemento, con las excepciones en las cuales se prefiere dosificar el aditivo en una proporción respecto al agua de amasado”.

Estos aditivos son clasificados de muchas formas, pero, dentro de las más usadas se tiene a la clasificación de la norma ASTM C494, la misma que establece los siguientes tipos:

Tipo A: Reductores de agua (plastificantes).

Tipo B: Retardantes.

Tipo C: Acelerantes.

Tipo D: Reductores de agua y retardantes.

Tipo E: Reductores de agua y acelerantes.

Tipo F: Reductores de agua de alto rango o superfluidificantes.

Tipo G: Reductores de agua de alto rango y retardantes o superfluidificantes y retardantes.

Tipo S: Desempeño específico.

- Aditivos acelerantes

Los aditivos acelerantes pueden ser definidos como materiales capaces de acelerar el fraguado, causando un desarrollo rápido de las resistencias iniciales del mortero o concreto. (NTP.334.001, 2001).

Aditivo acelerante Sika Rapid-1: Es un aditivo acelerante de la marca Sika comercializada en el Perú, su uso correcto nos permite conseguir un concreto con altas resistencias a temprana edad, disminuir el tiempo de desencofrado y permitir el rápido avance de las obras que se realizan, además de ello nos permite también colocar concreto en ambiente frío o ejecutar reparaciones rápidas en cualquier tipo de estructuras. El producto tiene una vida útil de un (1) año desde la fecha de su envasado, teniendo siempre en cuenta el almacenamiento correcto del producto, que consta de almacenarlo en un lugar fresco y bajo techo en su envase original y bien cerrado. Sika Perú recomienda usar el producto dependiendo del grado de aceleramiento que se desea obtener, Sika Rapid-1 se dosifica del 1% al 4% del peso del cemento (aproximadamente de 300 mL a 1200 mL por bolsa de cemento de 42.5 Kg). (Sika Perú, 2019).

- Aditivos retardantes

Como lo dice su mismo nombre, el impacto de la mezcla es básicamente en el fraguado (su impacto en la disminución de agua es nulo), deseándose un retraso en el fraguado inicial de 1 hora mínimo, pero sin superar las 3 horas y media como máximo. La pretensión es que el retraso del fraguado sea controlado, ya que un retardo desmesurado expone el concreto a un sangrado y contracción exagerada. Debido al retraso en el procedimiento de la hidratación del cemento, la norma acepta una disminución de resistencias a la compresión de hasta un 10% a todas las edades. (ASTM C494, 2017).

“Los aditivos retardantes son aquellos aditivos que se emplean para retardar la tasa de fraguado del concreto”. (Kosmatka, Kerkhoff, Panarese, & Tanesi, 2004).

Aditivo retardante Sika Retarder PE: Es un aditivo retardante de la marca Sika comercializada en el Perú, su uso correcto nos permite conservar la trabajabilidad del concreto en el tiempo, exento de cloruros y siendo empleado en los vaciados de concreto

en tiempos calurosos, vaciado de concreto en grandes volúmenes, concreto premezclado, transporte de concreto, concreto bombeado, y en situaciones que amerite el retardo del tiempo inicial de fraguado de la mezcla de concreto. El producto tiene una vida útil de un (1) año en sitio fresco desde la fecha de su envasado, teniendo siempre en cuenta el almacenamiento correcto del producto, que consta de almacenarlo bajo techo en su empaque original y bien cerrado. Sika Perú nos instruye que para el adecuado uso del Aditivo Retardante Sika Retarder® PE, este se debe de diluir en la última parte del agua de amasado; además de ello nos indica que en caso se aplique o utilice otros aditivos, estos se deben de incorporar por separado. (Sika Perú, 2019).

1.3.3. *Propiedades del concreto*

El concreto en general presenta distintas propiedades como son las propiedades físicas y propiedades mecánicas que debido a la correcta composición de sus elementos (cemento, agregados y agua) nos posibilita un mejor control de calidad. A continuación, se detallarán los conceptos y/o definiciones de las propiedades físicas y propiedades mecánicas del concreto.

1.3.3.1. Propiedades físicas.

Las propiedades físicas del concreto son inherentes, es decir, que no depende si el tamaño de la mezcla es menor o mayor, sino depende del cuidado que se tenga con ella; además de ello son aquellas que comprenden ciertas cualidades que se pueden reconocer a simple vista y/o mediciones simples. (Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, 2005).

- **Asentamiento**

Cuando el concreto queda en reposo luego de ser compactado y colocado dentro del encofrado o cualquier tipo de contenedor, la gravedad da lugar al fenómeno natural mediante el cual los componentes más pesados como el cemento, el agregado grueso y el

agregado fino tienden a descender mientras que el agua, por ser menos densa, tiende a ir a la parte superior de la mezcla; a este fenómeno se le conoce como asentamiento, el cual cuando se produce en exceso se le considera indeseable, debido a que provoca cierta estratificación en la mezcla del concreto, de tal manera que en la parte inferior se acumulan todos los componentes pesados y en la parte superior se forma una capa menos resistente y durable por su mayor concentración de agua. (Ruiz & Vasallo, 2018).

- Temperatura

Al momento en que la pasta del concreto se hidrata, en la superficie de sus granos se logran formar cristales microscópicos que aumentan su tamaño entrelazándose para luego encajar de manera compacta entre ellas mismas; la formación de los cristales irá de manera directamente proporcional al tiempo de la reacción, de este proceso obtenemos la formación de la mezcla del cemento endurecido; mientras se da este proceso de endurecimiento, la formación de los cristales es mucho más rápida siempre y cuando la temperatura sea más elevada, lo que resulta beneficioso para el desarrollo inicial de la resistencia a la compresión, por otra parte, no es muy beneficioso que mientras se dé el proceso de endurecimiento el concreto fresco mantenga una temperatura alta debido a que los productos reaccionantes poseen una estructura poco ordenada lo cual puede producir poros y la resistencia a la compresión a largo plazo (28 días) se vería comprometida, por ende se aconseja conservar en los 20 °C aproximadamente la temperatura del concreto fresco durante su proceso de endurecimiento, por otro lado, en climas extremadamente fríos el tiempo de fraguado de la mezcla de concreto es tardío, ya que la velocidad de crecimiento de los cristales se ve relentizada debido a las bajas temperaturas y además de ello, este mismo puede sufrir agrietamientos debido al congelamiento del agua, fenómeno que genera grietas en el concreto endurecido al expandirse. (Gallo & Saavedra, 2015).

- **Peso unitario y rendimiento del concreto**

Al peso unitario del concreto lo podemos definir como el peso del concreto por unidad de volumen, el cual depende de la densidad de los agregados, cantidad de aire atrapado, relaciones agua – cemento, tamaño máximo nominal, entre otros; casi siempre oscila entre un rango de 2240 kg/m³ a 2400 kg/m³. Según Carbajal, el rendimiento de mezcla, valor que nos señala cuantos m³ de concreto se logran por tanda, se puede comprobar de una manera muy sencilla al comparar el peso unitario del diseño con el peso unitario real, cociente que debe estar siempre entre los parámetros de 0.98 a 1.02 para que el rendimiento sea aceptable y no se deban ejecutar correcciones. (Carbajal, 1999).

- **Contenido de aire**

El aire en el concreto se localiza incorporado de manera natural, algunas de ellas son: concretos con poco cemento, mezclados de larga duración, tamaños máximos nominales no adecuados, etc.; a través de procesos de compactación este aire puede ser libre y además para una mayor trabajabilidad del concreto existen casos donde el aire es incorporado de manera intencional; práctica que se debe ejecutar con las consideraciones apropiadas, puesto que por cada 1% de aire incorporado la resistencia a la compresión se ve afectada en un 5%; por ejemplo, un concreto proporcionado para 5% de aire será de 15 al 25% menor en resistencia si el contenido de aire se eleva al 10%. (Gallo & Saavedra, 2015).

1.3.3.2. Propiedades mecánicas.

Las propiedades mecánicas del concreto son aquellas vinculadas con la práctica del concreto en estado endurecido sujeto a solicitaciones mecánicas sobre él, y a su vez las propiedades mecánicas son muy importantes debido a que vienen a ser los parámetros más trascendentales en el diseño estructural del concreto. (Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, 2005).

- Resistencia a la compresión

La resistencia a la compresión es la propiedad mecánica más importante del concreto, se puede definir como el valor máximo de la resistencia de un prototipo diseñado de concreto al momento de ser sujeto a una máquina de ensayos a compresión, al cual se le suministra una carga que actúa sobre uno de sus ejes hasta hacerlo fallar, las cuales con el paso del tiempo nos posibilitan evidenciar de manera repetitiva la muestra de manera que se pueda estudiar la variación de la resistencia u otras propiedades del concreto con el paso del tiempo; entre los ensayos para calcular la resistencia a la compresión tenemos los ensayos de probeta cilíndrica, los ensayos de cubos y los ensayos de prisma rectangulares con secciones transversales cuadradas; por último, la resistencia a la compresión se expresa en términos de esfuerzo, mayormente en kg/cm² y en algunos casos específicos y en su minoría se expresa en Psi. (Castellón & De La Ossa, 2013).

- Resistencia a la flexión

A comparación con la resistencia a la compresión, la resistencia a la flexión es mucho menor y ésta radica en determinar el módulo de rotura del concreto; además esta resistencia tiene comúnmente un rango de entre 10.5 kg/cm² y 40.0 kg/cm²; esta propiedad se ve afectada por tres factores en específico, los cuales son el grado de compactación, porosidad y la relación agregado – cemento; por otro lado, por las condiciones semejantes a las que trabajan en un diseño de pavimentos, la resistencia a la flexión es la más empleada en este tipo de proyectos. (Sánchez, 2001).

1.3.4. Método de madurez del concreto

Esta técnica que se emplea para determinar la resistencia, se basa en la suposición de que las mezclas de concreto logran resistencias iguales si es que al mismo tiempo

igualan valores de madurez. Asimismo, la madurez como tal se basa en la ganancia de resistencia en función de la temperatura y del tiempo de curado; teniendo que establecer previamente una curva calibrada que relacione madurez y resistencia a la compresión para una mezcla determinada. (Quimbay, 2011).

1.4. Formulación del problema

¿De qué manera influye el uso de aditivos acelerantes y retardantes en el desarrollo de resistencia a la compresión de un concreto $f'c$ 210 kg/cm² medidas por el método de madurez en la ciudad de Trujillo, 2021?

1.5. Objetivos

1.5.1. *Objetivo general*

Determinar la influencia del uso de aditivos acelerantes y retardantes en el desarrollo de resistencia a la compresión de un concreto $f'c$ 210 kg/cm² medidas por el método de madurez en la ciudad de Trujillo, 2021.

1.5.2. *Objetivos específicos*

OE1: Caracterizar el agregado fino y agregado grueso.

OE2: Realizar cinco diseños de mezcla $f'c=210$ kg/cm² de los cuales corresponde uno para cada tipo de concreto con 0%, 0.2% y 0.4% de Sika Retarder PE; y, 1.0% y 2.0% de SikaRapid-1.

OE3: Determinar la influencia de cada porcentaje de los aditivos Sika Retarder PE y Sika Rapid-1 en la resistencia a la compresión del concreto medido por el método de madurez.

OE4: Realizar la prueba de hipótesis y determinar si el uso de aditivos acelerantes y retardantes influye significativamente en el desarrollo de resistencia a la compresión del concreto medido por el método de madurez.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis general

El uso de aditivos acelerantes y retardantes influye significativamente en el desarrollo de resistencia a la compresión de un concreto $f'c$ 210kg/cm² medidas por el método de madurez, en la ciudad de Trujillo, 2021.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

2.1.1. Según el propósito

Teniendo en cuenta el propósito del estudio, se encuentra que se trata de una investigación aplicada o también denominada por algunos autores como investigación práctica, ello en virtud de la aplicación de todos los conocimientos que se tengan respecto al tema en desarrollo.

2.1.2. Según el diseño

Teniendo en consideración el diseño del estudio, se evidencia que se trata de una investigación experimental, ello debido a que se pretende maniobrar de manera deliberada las variables independientes correspondientes al aditivo acelerante y aditivo retardante; con el fin de encontrar las repercusiones generadas sobre la variable dependiente concerniente a la resistencia a la compresión del concreto, medida por el método de madurez.

2.2. Diseño de investigación

Teniendo en cuenta el diseño de investigación, la presente tesis es cuasi experimental a causa de la asignación no aleatoria de los grupos de estudio, siguiendo la misma lógica e involucrando una comparación entre los grupos de tratamiento y control.

Tabla 1.

Diseño de la investigación.

Grupo	Tratamiento	Post prueba
--------------	--------------------	--------------------

GE: Especímenes cilíndricos	X: Uso de aditivos acelerante y retardante	O1: Resistencia a la compresión del concreto, medida por el método de madurez.
GC: Especímenes cilíndricos	Concreto sin aditivos	O2: Resistencia a la compresión del concreto, medida por el método de madurez.

Fuente: Propia.

Donde,

GE: Grupo de estudio que recibe modificaciones “X”; GC: Grupo control que no recibe modificaciones; X: Modificaciones o tratamientos; O: Medición mediante pruebas.

2.3. Variables

2.3.1. *Aditivos acelerantes*

Los aditivos acelerantes pueden ser definidos como materiales capaces de acelerar el fraguado, causando un desarrollo rápido de las resistencias iniciales del mortero o concreto. (NTP.334.001, 2001).

2.3.2. *Aditivos retardantes*

Se definen como aquellos materiales cuya pretensión es que el retraso del fraguado sea controlado, ya que un retardo desmesurado expone el concreto a un sangrado y contracción exagerada. Debido al retraso en el procedimiento de la hidratación del cemento, la norma acepta una disminución de resistencias a la compresión de hasta un 10% a todas las edades. (ASTM C494, 2017).

2.3.3. *Resistencia a la compresión del concreto, medida por el método de madurez*

La resistencia a la compresión es la propiedad mecánica más importante del concreto, definida como el valor máximo de resistencia en un prototipo de concreto al momento

de ser sujeto a una máquina de ensayos a compresión, al cual se le suministra una carga que actúa sobre uno de sus ejes hasta la falla. (Castellón & De La Ossa, 2013).

El método de madurez se emplea para determinar la resistencia del concreto, y se basa en la suposición de que las mezclas logran resistencias iguales si es que al mismo tiempo igualan valores de madurez. Asimismo, la madurez como tal se basa en la ganancia de resistencia en función de la temperatura y del tiempo de curado; teniendo que establecer previamente una curva calibrada que relacione madurez y resistencia a la compresión para una mezcla determinada. (Quimbay, 2011).

Tabla 2.

Clasificación de variables.

Variables	Clasificación				
	Relación	Naturaleza	Escala de medida	Dimensión	Formas de medida
Aditivo acelerante	Independiente	Cuantitativa Continua	Razón	Adimensional	Directa
Aditivo retardante	Independiente	Cuantitativa Continua	Razón	Adimensional	Directa
Resistencia a la compresión del concreto medido por el método de madurez	Dependiente	Cuantitativa Continua	Razón	Multidimensional	Indirecta

Fuente: Propia.

Tabla 3.

Matriz de operacionalización de la variable dependiente.

Variable	Definición	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Instrumento
V.D.: Resistencia a la compresión del concreto, medida por el método de madurez	La resistencia a la compresión es la propiedad mecánica más importante del concreto, definida como el valor máximo de resistencia en un prototipo de concreto al momento de ser sujeto a una máquina de ensayos a compresión, al cual se le suministra una carga que actúa sobre uno de sus ejes hasta la falla. (Castellón & De La Ossa, 2013).	El ensayo se basa en la aplicación de una carga de compresión, con una velocidad en un rango prescrito, a especímenes cilíndricos confeccionados o a testigos diamantinos extraídos hasta llegar a la falla. Luego, el valor de resistencia a la compresión es calculado haciendo una división de la carga máxima alcanzada entre el área de la sección del espécimen. (NTP.339.034, 2015).	Caracterización de los agregados	Propiedades físicas	%h, P.U., P.E., Abs., TMN, m.f.	Guías de observación
			Diseños de mezcla	Pesos húmedos	kg	
			Historial térmico	Temperaturas	°C	
			Resistencia a la compresión	f'c	kg/cm ²	
			Madurez	Tiempo-temperatura	°C x h	
			Prueba de hipótesis	Normalidad, varianza y post prueba	Significancia	

Fuente: Propia.

Tabla 4.

Matriz de operacionalización de la variable independiente 1.

Variable	Definición	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Instrumento
V.I.: Aditivos acelerantes	Los aditivos acelerantes pueden ser definidos como materiales capaces de acelerar el fraguado, causando un desarrollo rápido de las resistencias iniciales del mortero o concreto. (NTP.334.001, 2001).	Este tipo de aditivos tienen un efecto notable en los tiempos de fraguado del concreto, aunque dependiendo de la dosis también se pueden tener importantes aumentos en las resistencias tempranas. (ARGOS, 2022).	-	1% 2%	Adimensional	-

Fuente: Propia.

Tabla 5.

Matriz de operacionalización de la variable independiente 2.

Variable	Definición	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Instrumento
V.I.: Aditivos retardantes	Como lo dice su mismo nombre, el impacto de la mezcla es básicamente en el fraguado (su impacto en la disminución de agua es nulo), deseándose un retraso en el fraguado inicial de 1 hora mínimo, pero sin superar las 3 horas y media como máximo. (ASTM C494, 2017).	Debido al retraso en el procedimiento de la hidratación del cemento, la norma acepta una disminución de resistencias a la compresión de hasta un 10% a todas las edades. La pretensión es que el retraso del fraguado sea controlado, ya que un retardo desmesurado expone el concreto a un sangrado y contracción exagerada. (ASTM C494, 2017).	-	0.2% 0.4%	Adimensional	-

Fuente: Propia.

2.4. Población y muestra

2.4.1. Población

La población se encuentra conformada por todos los concretos f'c 210kg/cm² elaborados en la ciudad de Trujillo, en el año 2021.

2.4.2. Muestra

La muestra a desarrollar en la presente investigación deberá cumplir con los criterios descritos en la NTP.339.033 (2015), la misma que indica que las probetas cilíndricas a confeccionar deberán ser elaboradas en posición vertical y su longitud deberá ser dos veces el diámetro; a su vez, éste debe tener por lo menos tres veces el tamaño máximo nominal del agregado grueso. Por último, para que los resultados de este ensayo sean aceptados, los cilindros deberán tener medidas de 6" x 12" (15cm x 30cm) o 4" x 8" (10cm x 20cm).

2.4.2.1. Técnica de muestreo.

La presente investigación aplicará una técnica de muestreo no probabilística por juicio de experto, pues el asesor a cargo, siendo un especialista en temas relacionados al concreto, fue el que recomendó la realización de cierto número de probetas detallado en el apartado de tamaño de muestra.

2.4.2.2. Tamaño de muestra.

Teniendo como referencia su vasta experiencia estudiando y en constante contacto con el concreto, el experto considerado determinó la realización de 17 probetas cilíndricas por cada dosificación de aditivo acelerante y retardante, de los cuales 15 son para rotura y 2 para el registro de temperaturas; llegando a acumular un total de 85 especímenes como tamaño muestral de 4" x 8".

2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

2.5.1. Técnica de recolección de datos

Teniendo en cuenta la técnica de recolección de datos, la presente investigación empleará a la observación directa, consistiendo en una inspección visual de los fenómenos ocurridos en una determinada situación.

2.5.2. Instrumentos de recolección de datos

Teniendo en cuenta el instrumento para recolectar datos, la presente investigación empleará guías de observación, las mismas que se adecuarán de tal manera que permitan recoger toda la información necesaria respecto a la variable dependiente, en este caso, resistencia a la compresión del concreto medido por el método de madurez.

2.5.3. Validación del instrumento de recolección de datos

Los instrumentos de recolección de datos anteriormente mencionados, serán validados por tres profesionales a través de su firma; siempre y cuando consideren que las guías de observación cuentan con todos los criterios mínimos que permitan expresar concreta y entendiblemente la información recogida. Posteriormente, el asesor completará la rúbrica de evaluación según su criterio.

2.5.4. Análisis de datos

Para analizar los datos resultantes del ensayo de resistencia a la compresión del concreto, en esta tesis se hará uso de dos técnicas; la estadística inferencial y la estadística descriptiva.

2.5.4.1. Análisis de normalidad.

Teniendo en cuenta que el tamaño de muestra, denominado “n”, es inferior a 50, la presente investigación empleará la prueba de normalidad Shapiro Wilk, considerando una significancia del 5% en virtud de que el nivel de confianza propuesto es del 95%.

2.5.4.2. Análisis de varianza.

El análisis de varianza depende de los resultados de la prueba anterior; ya que, si la significancia resultó mayor a 0.05; se deberá utilizar la prueba paramétrica Anova de un factor; sin embargo, si resultó inferior a 0.05, se deberá utilizar una prueba no paramétrica.

2.5.4.3. Análisis post prueba.

El análisis post prueba depende de los resultados del análisis de varianza; ya que, si la significancia resultó menor a 0.05; se deberá utilizar la post prueba paramétrica Tukey; sin embargo, si resultó superior a 0.05, se deberá utilizar una prueba no paramétrica.

Tabla 6.

Análisis de datos de la investigación.

Análisis de normalidad	Análisis de varianza	Análisis post prueba
Shapiro Wilk	Anova (paramétrica)	Tukey (paramétrica)
	Kruskall-Wallis (no paramétrica)	Holm (no paramétrica)

Fuente: Propia.

2.5.5. Instrumento de análisis de datos

Para el análisis de datos de la resistencia a la compresión del concreto, se emplearán dos softwares; siendo el IBM SPSS Statistics y el Ms. Excel los encargados de validar o no la hipótesis que se planteó en la presente investigación.

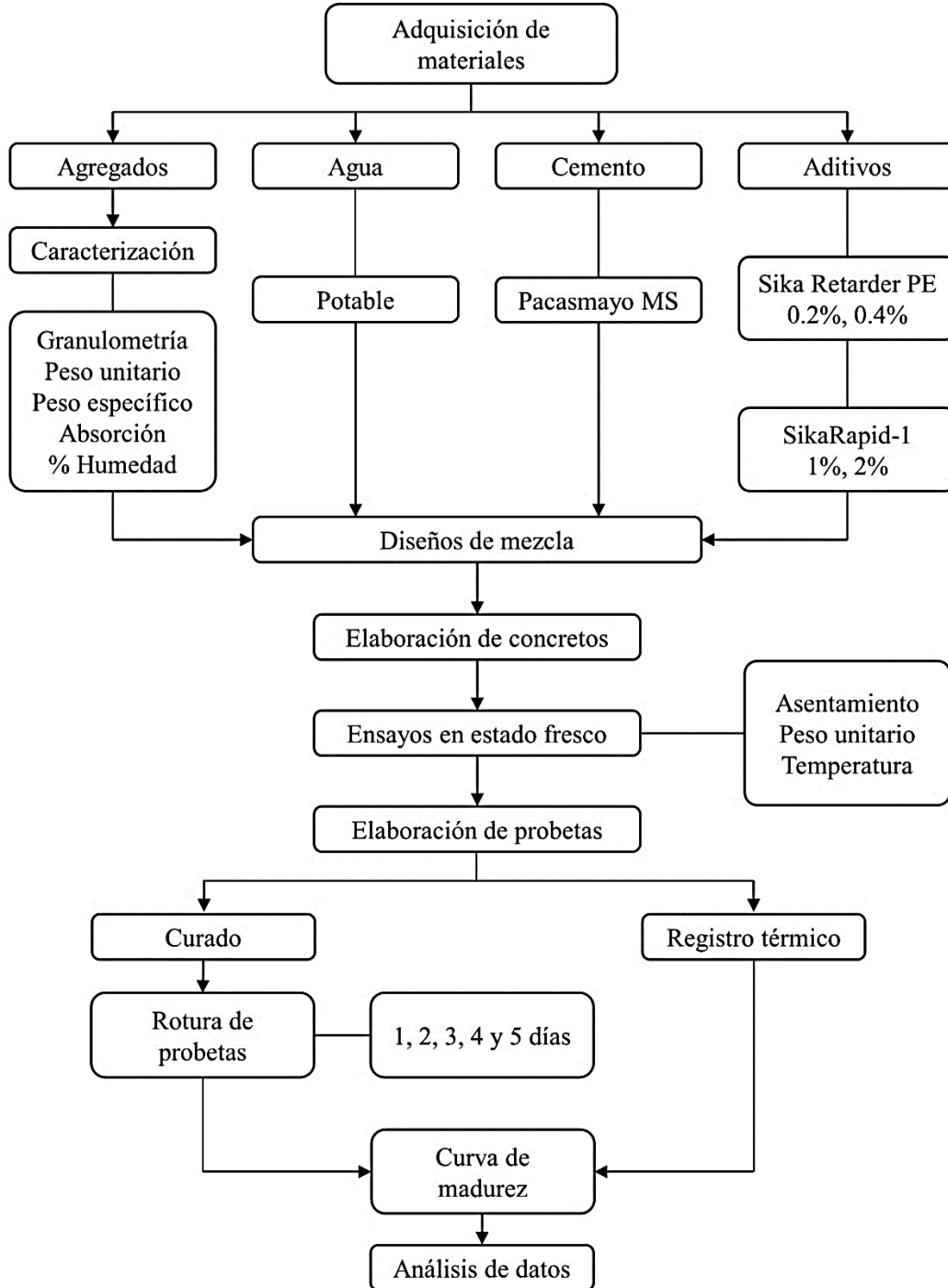
2.6. Aspectos éticos

Ésta, al igual que toda investigación, deberá complementar y reforzar su contenido técnico y/o tecnológico, aplicando la mayor cantidad de principios éticos posibles; por ello, se consideró el cumplimiento de la justicia, respeto a la propiedad intelectual, beneficencia, autonomía, no maleficencia, en otros.

2.7. Procedimiento

Figura 1.

Procedimiento de la investigación.



Fuente: Propia.

- Adquisición de materiales

Los materiales a emplear fueron adquiridos en una distribuidora cercana al laboratorio de concreto donde se desarrolló la presente investigación, encontrándose conformado por agregado fino y agregado grueso, los mismos que tiene como procedencia la cantera Quebrada El León; también cemento, el cual fue de la marca Pacasmayo y del tipo MS; además aditivo acelerante y retardante, perteneciendo ambos a la marca Sika y de nombres SikaRapid-1 y Sika Retarder PE respectivamente. Finalmente, el agua potable fue adquirida de una de las conexiones en el mismo laboratorio.

- Caracterización de agregados

Los agregados adquiridos serán cuarteados con la finalidad de obtener muestras representativas, donde posterior a ello, se realizaron los diferentes ensayos para determinar sus características, siendo las que se mencionan a continuación:

Granulometría: Este ensayo se realiza siguiendo el procedimiento establecido en la NTP.400.012 y aplica tanto para el agregado fino como para el agregado grueso el cual consiste en pasar una porción de material representativo por unos tamices con abertura de malla ordenados de manera ascendente y según corresponda a cada agregado; luego se procede a agitar con la finalidad que cada tamaño de partícula quede en su tamiz correspondiente; posterior a ello se pesan las cantidades retenidas y se procesa con la finalidad de obtener una curva granulométrica, la misma que debe cumplir con ciertos límites que indica la NTP.400.037. Finalmente, se calcula el módulo de finura.

Peso unitario: Este ensayo se realiza siguiendo el procedimiento establecido en la NTP.400.017 y aplica tanto para el agregado fino como para el agregado grueso el cual consiste en llenar un recipiente, de volumen prescrito en la norma mencionada, en tres

capas de igual altura; cada capa debe ser compactada 25 veces con ayuda de una varilla lisa de diámetro de 5/8"; en la última capa, luego de haberse compactado se debe alisar hasta quedar uniforme y sin excesos. Finalmente, se pesa el recipiente lleno de la muestra y se registra el valor para calcular el peso unitario suelto y peso unitario compactado haciendo uso de las fórmulas establecidas en la misma norma.

Peso específico y absorción del agregado fino: Este ensayo se realiza siguiendo el procedimiento señalado en la NTP.400.022, el cual consiste en dejar saturar una muestra representativa de material durante un periodo de 24 horas, pasado ese lapso, retirar la arena y secarla en un horno o estufa hasta llevarla al estado SSS que significa saturada superficialmente seca; posterior a ello, sostener el molde de dimensiones prescritas en la norma, sobre una superficie no absorbente y con el diámetro menor hacia abajo, llenarlo totalmente con la muestra; apisonar ligeramente el agregado dentro del molde con 25 golpes con la barra de compactar dejándola caer desde una altura de 5mm. Luego, retirar el exceso de arena suelta que haya caído en la base y levantar el molde de manera vertical. El ensayo solo será válido si el agregado fino moldeado sufre una ligera caída. Se debe registrar el peso de la muestra obtenida por el procedimiento descrito, luego introducirla en un picnómetro y llenar éste con agua hasta su totalidad, eliminar las burbujas que puedan haberse formado haciéndolo rodar sobre una superficie lisa, dejar reposar y registrar el peso; además se necesita el peso del picnómetro lleno solo de agua. Finalmente, se extrae nuevamente la arena del picnómetro teniendo cuidado de no eliminar partículas pequeñas al momento de separarla del agua; y llevarla a un horno a temperatura constante hasta que la muestra se encuentre totalmente seca; siendo ese el último peso a registrar. Para encontrar el valor del peso específico y de la absorción se deberán aplicar las fórmulas establecidas en la norma con los valores ya encontrados.

Peso específico y absorción del agregado grueso: Este ensayo se realiza siguiendo el procedimiento señalado en la NTP.400.021, el cual consiste en dejar saturar una muestra representativa de material durante un periodo de 24 horas, pasado ese lapso, retirar la piedra y llevarla al estado SSS que consiste en secarla solo hasta que pierda su brillo superficial con ayuda de trapos industriales u otro material que permita tal fin. Colocar cierta porción de muestra en la canastilla de la balanza de flotabilidad y registrar el peso; luego, elevar todo el recipiente con agua de la balanza hasta que la muestra quede completamente sumergida y registrar el peso. Finalmente, retirar la muestra y llevarla a un horno a temperatura constante hasta que se encuentre totalmente seca; siendo ese el último peso a registrar. Para encontrar el valor del peso específico y de la absorción se deberán aplicar las fórmulas establecidas en la norma con los valores registrados.

Contenido de humedad: Este ensayo se realiza siguiendo el procedimiento establecido en la NTP.339.185 y aplica tanto para el agregado fino como para el agregado grueso el cual consiste en registrar el peso de una porción representativa de cada agregado, luego introducirlas al horno a temperatura constante hasta que la variación en el peso conforme pasa el tiempo ya no sea significativa. Finalmente retirar las muestras del horno, dejar enfriar por unos minutos para no dañar la balanza y registrar los pesos secos. Para encontrar el valor del contenido de humedad se deberá aplicar la fórmula establecida en la normativa mencionada empleando los valores registrados.

- Diseños de mezcla

Los diseños de mezcla elaborados en la presente investigación obedecerán al método ACI 211.1, haciendo un total de 5 diseños los cuales corresponden al concreto patrón, es decir sin aditivos; a los concretos con 0.2% y 0.4% de Sika Retarder PE; y a los concretos con 1.0% y 2.0% de SikaRapid-1; todos de f'c 210kg/cm² y de consistencia plástica.

- Ensayos en estado fresco

Los ensayos en estado fresco del concreto corresponden a los que se realizan inmediatamente luego de haberlo elaborado ya sea a pequeña escala en una mezcladora o a gran escala en un mixer; permitiendo determinar su consistencia, temperatura, etc.

Asentamiento: Este ensayo se realiza siguiendo el procedimiento establecido en la NTP.339.035, el cual consiste en hacer uso del cono de Abrams, colocarlo sobre una plancha metálica, ambos materiales previamente humedecidos, y llenarlo con concreto en tres capas de igual volumen, cada capa debe ser compactada con una varilla lisa de 5/8" por 25 veces alrededor de toda su sección. En la última capa y luego de haber compactado, se debe nivelar la superficie, eliminando el concreto excedente hasta dejarla lisa. Retirar el cono de manera vertical ascendente, voltearlo y registrar la medida que corresponde a la diferencia de alturas entre la parte superior del molde y la parte superior del cono de concreto formado luego de realizado el ensayo. Reportar la medida en pulgadas y aproximando a 0.25". Ello nos permitirá comprobar que el concreto presenta la consistencia para la que fue diseñada; caso contrario se deberá realizar algunos ajustes.

Temperatura: Este ensayo se realiza siguiendo el procedimiento establecido en la NTP.339.184, el cual consiste en introducir un termómetro digital en la muestra de concreto fresco de tal manera que éste cubra la totalidad de la varilla metálica del dispositivo; dejarlo por un lapso de tiempo en el que se aprecie que el valor marcado no varía y registrarlo con una aproximación de 0.5°C.

Peso unitario: Este ensayo se realiza siguiendo el procedimiento establecido en la NTP.339.046, el cual consiste en llenar un recipiente, de volumen prescrito en la norma mencionada, en tres capas de igual altura o volumen; cada capa debe ser compactada 25 veces con ayuda de una varilla lisa de diámetro de 5/8" y con 10 a 15 golpes con un

mazo de goma por todo su contorno; en la última capa, luego de haberse compactado con la varilla lisa y el mazo, se debe alisar hasta quedar uniforme y sin excesos de concreto. Finalmente, se limpia y se pesa el recipiente lleno de dicho material y se registra el valor para calcular el peso unitario compactado haciendo uso de la fórmula establecida en la norma antes mencionada.

- **Elaboración de probetas**

Este ensayo se realiza siguiendo el procedimiento establecido en la NTP.339.183, el cual consiste en determinar en primera instancia si se trabajará en moldes de 4"x8" (100mm x 200mm) o de 6"x12" (150mm x 300mm); en este caso, la presente investigación empleará moldes de 4"x8"; se inicia llenando los moldes en dos capas de igual altura; cada capa debe ser compactada 25 veces con ayuda de una varilla lisa de diámetro de 3/8" y con 10 a 15 golpes con un mazo de goma por todo su contorno; en la última capa, luego de haberse compactado con la varilla y el mazo, se debe alisar hasta quedar uniforme y sin excesos. Se deberán proteger las probetas de factores que pueda causar repercusiones en los valores de resistencia como lluvia, caídas, etc.; y dejar reposar por un periodo de 24h.

- **Curado**

Luego de haber fraguado por un lapso de 24h, se desencofran los especímenes cilíndricos con ayuda de una compresora de aire, se rotulan cada una de ellas con la finalidad de reconocer en los días posteriores a que concreto corresponden, y se introducen a la poza de curado, la misma que deberá cumplir con las especificaciones prescritas en la NTP.339.183 en cuanto a su pH y su temperatura.

- Registro térmico

El registro del historial de temperaturas se realiza con la ayuda de dos sensores térmicos, los mismos que se conectan a un cable que es introducido a dos probetas compañeras a las que serán ensayadas a compresión, con la finalidad de obtener un promedio de las lecturas; durante el periodo de tiempo en que se haya designado como última edad de curado de los cilindros compañeros. Posteriormente, cumplida la edad descrita, se exportan los datos desde una aplicación en un Smartphone para poder ser procesados.

- Rotura de probetas

Este ensayo se realiza siguiendo el procedimiento establecido en la NTP.339.034, el cual consiste en determinar la resistencia a la compresión del concreto a través de la aplicación de una carga axial, a una velocidad prescrita por la normativa mencionada, sobre especímenes cilíndricos en una prensa hidráulica hasta que se llegue a la falla; la misma que puede darse en seis diferentes tipos.

- Curva de madurez

La curva de madurez puede ser generada de manera directa haciendo uso de los softwares de registros de temperatura; sin embargo, para la presente investigación, se generarán relacionando los valores encontrados en los ensayos de compresión, los mismos que se encontrarán representados en el eje vertical “y”, y los valores de madurez, encontrados luego de procesar el historial de temperaturas durante el periodo de días asignado; siendo representados en el eje horizontal “x”.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Caracterización de agregado fino y agregado grueso

Tabla 7.

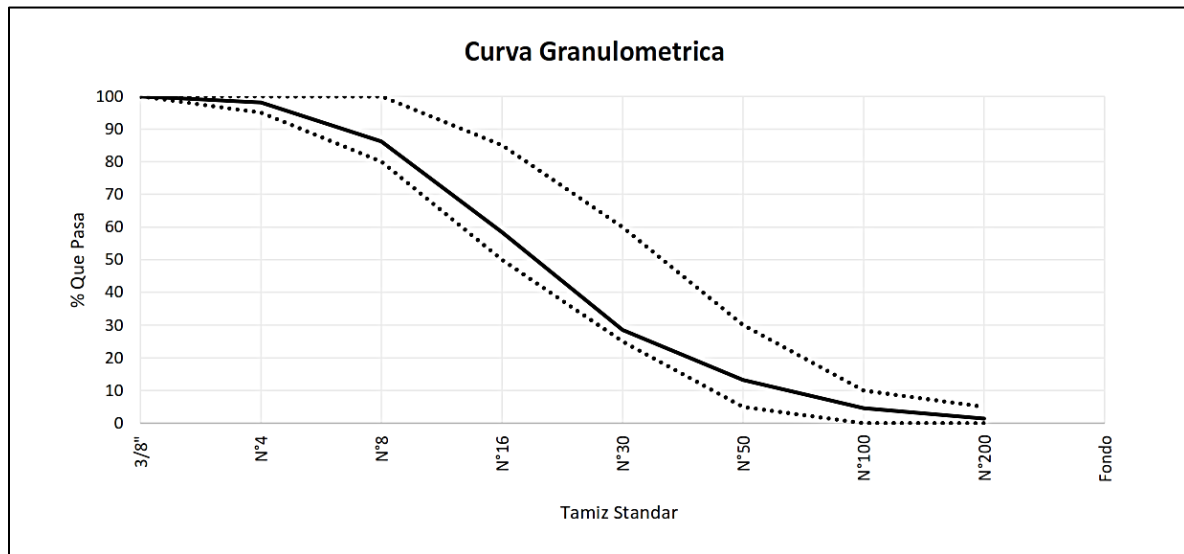
Características del agregado fino.

	Cont. Humedad	P.U.S.	P.U.C.	Peso específico	Absorción	Módulo de finura
Resultado	0.6	1568	1757	2.63	1.1	3.11
Unidad	%	kg/m ³	kg/m ³	g/cm ³	%	-
Normativa	NTP.339.185	NTP.400.017		NTP.400.022		NTP.400.012

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Figura 2.

Curva granulométrica del agregado fino.



Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Tabla 8.

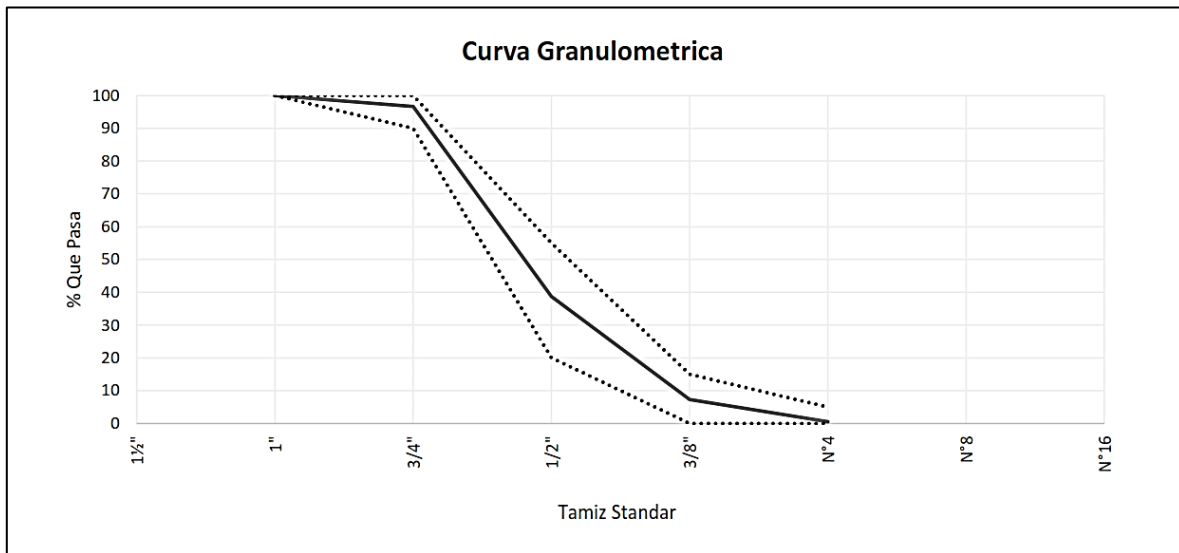
Características del agregado grueso.

	Cont. Humedad	P.U.S.	P.U.C.	Peso específico	Absorción	Módulo de finura
Resultado	0.5	1451	1601	2.74	1.2	6.95
Unidad	%	kg/m ³	kg/m ³	g/cm ³	%	-
Normativa	NTP.339.185	NTP.400.017		NTP.400.021		NTP.400.012

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Figura 3.

Curva granulométrica del agregado grueso.



Fuente: Quality Control Express S.A.C.

3.2. Diseños de mezcla

Tabla 9.

Diseño de mezcla del concreto patrón.

Material	Pesos húmedos (kg)	Tanda de 35L (kg)
Cemento	367	12.85
Agua	216	7.55
Agregado fino	815	28.53
Agregado grueso	948	33.17

Fuente: Propia.

Tabla 10.

Diseño de mezcla del concreto con 1% de SikaRapid-1.

Material	Pesos húmedos (kg)	Tanda de 30L (kg)
Cemento	367	12.85
Agua	216	7.55
Agregado fino	808	28.26
Agregado grueso	948	33.17
SikaRapid-1	3.67	0.128

Fuente: Propia.

Tabla 11.

Diseño de mezcla del concreto con 2% de SikaRapid-1.

Material	Pesos húmedos (kg)	Tanda de 30L (kg)
Cemento	367	12.85
Agua	216	7.55
Agregado fino	800	28.00
Agregado grueso	948	33.17
SikaRapid-1	7.34	0.257

Fuente: Propia.

Tabla 12.

Diseño de mezcla del concreto con 0.2% de Sika Retarder PE.

Material	Pesos húmedos (kg)	Tanda de 30L (kg)
Cemento	367	12.85
Agua	216	7.55
Agregado fino	813	28.47
Agregado grueso	948	33.17
Sika Retarder PE	0.73	0.026

Fuente: Propia.

Tabla 13.

Diseño de mezcla del concreto con 0.4% de Sika Retarder PE.

Material	Pesos húmedos (kg)	Tanda de 30L (kg)
Cemento	367	12.85
Agua	216	7.55
Agregado fino	812	28.41
Agregado grueso	948	33.17
Sika Retarder PE	1.47	0.051

Fuente: Propia.

3.3. Influencia de los aditivos Sika Rapid-1 y Sika Retarder PE en la resistencia a la compresión del concreto medido por el método de madurez

3.3.1. Historial térmico

Tabla 14.

Registro térmico del concreto patrón por un periodo de 5 días.

T DATUM (°C)			0		
Edad (h)	Temp. (°C)	Incremento de Edad (h)	Prom. Temp. (°C)	Factor Tiempo-Temp. (°C x h)	Factor Tiempo-Temp Acum (°C x h)
0.0	18.26	-	-	-	-
1.0	19.10	1	18.7	18.7	18.7
2.0	18.51	1	18.8	18.8	37.5
3.0	17.89	1	18.2	18.2	55.7
4.0	17.49	1	17.7	17.7	73.4
5.0	17.35	1	17.4	17.4	90.8
6.0	17.34	1	17.3	17.3	108.1
7.0	17.32	1	17.3	17.3	125.5
8.0	17.33	1	17.3	17.3	142.8
9.0	17.43	1	17.4	17.4	160.2
10.0	17.53	1	17.5	17.5	177.6
11.0	17.51	1	17.5	17.5	195.2
12.0	17.23	1	17.4	17.4	212.5
13.0	16.66	1	16.9	16.9	229.5
14.0	16.52	1	16.6	16.6	246.0
15.0	16.80	1	16.7	16.7	262.7
16.0	17.76	1	17.3	17.3	280.0
17.0	19.86	1	18.8	18.8	298.8
18.0	21.46	1	20.7	20.7	319.4
19.0	25.31	1	23.4	23.4	342.8

20.0	29.33	1	27.3	27.3	370.1
21.0	32.34	1	30.8	30.8	401.0
22.0	28.35	1	30.3	30.3	431.3
23.0	25.72	1	27.0	27.0	458.3
24.0	23.65	1	24.7	24.7	483.0
25.0	21.87	1	22.8	22.8	505.8
26.0	20.20	1	21.0	21.0	526.8
27.0	18.95	1	19.6	19.6	546.4
28.0	18.30	1	18.6	18.6	565.0
29.0	17.91	1	18.1	18.1	583.1
30.0	17.73	1	17.8	17.8	600.9
31.0	17.63	1	17.7	17.7	618.6
32.0	17.43	1	17.5	17.5	636.1
33.0	17.28	1	17.4	17.4	653.5
34.0	17.02	1	17.1	17.1	670.6
35.0	16.82	1	16.9	16.9	687.6
36.0	16.79	1	16.8	16.8	704.4
37.0	16.71	1	16.7	16.7	721.1
38.0	16.20	1	16.5	16.5	737.5
39.0	16.41	1	16.3	16.3	753.8
40.0	16.94	1	16.7	16.7	770.5
41.0	18.19	1	17.6	17.6	788.1
42.0	20.05	1	19.1	19.1	807.2
43.0	21.60	1	20.8	20.8	828.0
44.0	22.90	1	22.2	22.2	850.3
45.0	23.38	1	23.1	23.1	873.4
46.0	23.17	1	23.3	23.3	896.7
47.0	22.89	1	23.0	23.0	919.7
48.0	22.69	1	22.8	22.8	942.5
49.0	21.60	1	22.1	22.1	964.6
50.0	20.40	1	21.0	21.0	985.6

51.0	19.55	1	20.0	20.0	1,005.6
52.0	19.03	1	19.3	19.3	1,024.9
53.0	18.63	1	18.8	18.8	1,043.7
54.0	18.44	1	18.5	18.5	1,062.2
55.0	18.01	1	18.2	18.2	1,080.5
56.0	17.67	1	17.8	17.8	1,098.3
57.0	17.45	1	17.6	17.6	1,115.9
58.0	17.15	1	17.3	17.3	1,133.2
59.0	16.87	1	17.0	17.0	1,150.2
60.0	16.68	1	16.8	16.8	1,167.0
61.0	16.55	1	16.6	16.6	1,183.6
62.0	16.39	1	16.5	16.5	1,200.0
63.0	16.30	1	16.3	16.3	1,216.4
64.0	16.57	1	16.4	16.4	1,232.8
65.0	17.01	1	16.8	16.8	1,249.6
66.0	17.46	1	17.2	17.2	1,266.8
67.0	18.12	1	17.8	17.8	1,284.6
68.0	18.72	1	18.4	18.4	1,303.0
69.0	21.68	1	20.2	20.2	1,323.2
70.0	24.71	1	23.2	23.2	1,346.4
71.0	22.98	1	23.8	23.8	1,370.3
72.0	22.89	1	22.9	22.9	1,393.2
73.0	21.86	1	22.4	22.4	1,415.6
74.0	20.50	1	21.2	21.2	1,436.8
75.0	19.37	1	19.9	19.9	1,456.7
76.0	18.63	1	19.0	19.0	1,475.7
77.0	18.09	1	18.4	18.4	1,494.0
78.0	17.61	1	17.8	17.8	1,511.9
79.0	17.37	1	17.5	17.5	1,529.4
80.0	17.13	1	17.2	17.2	1,546.6
81.0	16.95	1	17.0	17.0	1,563.7

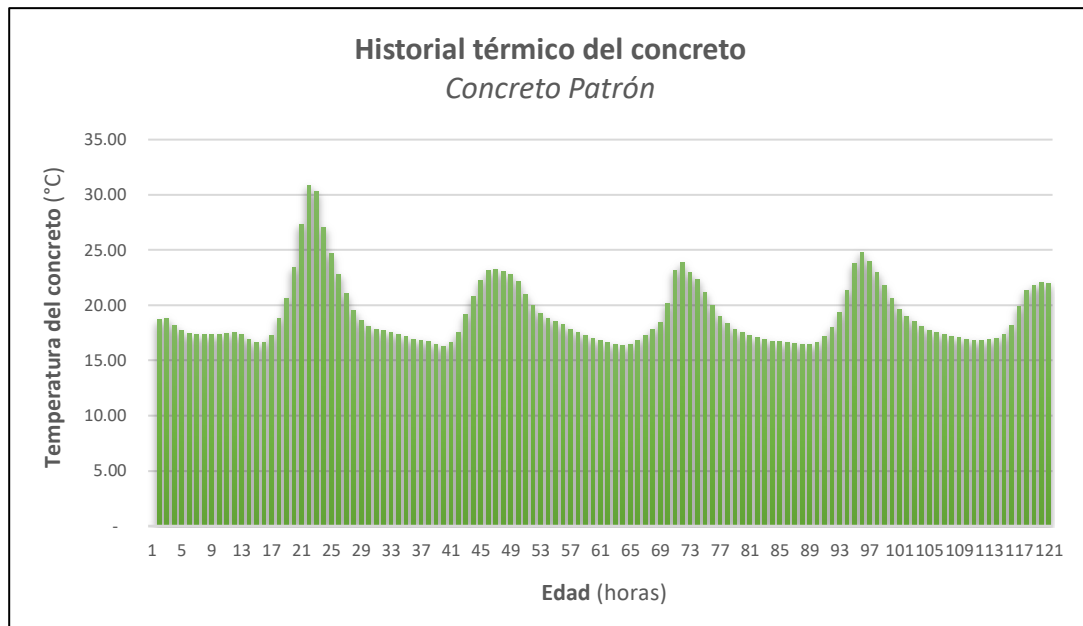
82.0	16.81	1	16.9	16.9	1,580.5
83.0	16.70	1	16.8	16.8	1,597.3
84.0	16.67	1	16.7	16.7	1,614.0
85.0	16.59	1	16.6	16.6	1,630.6
86.0	16.52	1	16.6	16.6	1,647.2
87.0	16.41	1	16.5	16.5	1,663.6
88.0	16.44	1	16.4	16.4	1,680.1
89.0	16.75	1	16.6	16.6	1,696.6
90.0	17.53	1	17.1	17.1	1,713.8
91.0	18.46	1	18.0	18.0	1,731.8
92.0	20.16	1	19.3	19.3	1,751.1
93.0	22.54	1	21.4	21.4	1,772.4
94.0	25.09	1	23.8	23.8	1,796.3
95.0	24.53	1	24.8	24.8	1,821.1
96.0	23.40	1	24.0	24.0	1,845.0
97.0	22.49	1	22.9	22.9	1,868.0
98.0	21.16	1	21.8	21.8	1,889.8
99.0	20.02	1	20.6	20.6	1,910.4
100.0	19.23	1	19.6	19.6	1,930.0
101.0	18.70	1	19.0	19.0	1,949.0
102.0	18.31	1	18.5	18.5	1,967.5
103.0	17.86	1	18.1	18.1	1,985.6
104.0	17.63	1	17.7	17.7	2,003.3
105.0	17.44	1	17.5	17.5	2,020.8
106.0	17.26	1	17.3	17.3	2,038.2
107.0	17.12	1	17.2	17.2	2,055.4
108.0	17.00	1	17.1	17.1	2,072.4
109.0	16.88	1	16.9	16.9	2,089.4
110.0	16.80	1	16.8	16.8	2,106.2
111.0	16.84	1	16.8	16.8	2,123.0
112.0	16.88	1	16.9	16.9	2,139.9

113.0	17.11	1	17.0	17.0	2,156.9
114.0	17.54	1	17.3	17.3	2,174.2
115.0	18.81	1	18.2	18.2	2,192.4
116.0	20.90	1	19.9	19.9	2,212.2
117.0	21.82	1	21.4	21.4	2,233.6
118.0	21.78	1	21.8	21.8	2,255.4
119.0	22.29	1	22.0	22.0	2,277.4
120.0	21.62	1	22.0	22.0	2,299.4

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Figura 4.

Historial térmico del concreto patrón.



Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Tabla 15.

Registro térmico del concreto con 1% de SikaRapid-1 por un periodo de 5 días.

T DATUM (°C) 0					
Edad (h)	Temp. (°C)	Incremento de Edad (h)	Prom. Temp. (°C)	Factor Tiempo- Temp. Increm. (°C x h)	Factor Tiempo-Temp Acum (°C x h)
0.0	19.09	-	-	-	-
1.0	18.61	1	18.9	18.9	18.9
2.0	17.83	1	18.2	18.2	37.1
3.0	17.46	1	17.6	17.6	54.7
4.0	17.36	1	17.4	17.4	72.1
5.0	17.27	1	17.3	17.3	89.4
6.0	17.16	1	17.2	17.2	106.7
7.0	17.09	1	17.1	17.1	123.8
8.0	17.13	1	17.1	17.1	140.9
9.0	17.23	1	17.2	17.2	158.1
10.0	17.22	1	17.2	17.2	175.3
11.0	16.84	1	17.0	17.0	192.3
12.0	16.37	1	16.6	16.6	208.9
13.0	16.24	1	16.3	16.3	225.2
14.0	16.49	1	16.4	16.4	241.6
15.0	17.39	1	16.9	16.9	258.5
16.0	19.05	1	18.2	18.2	276.8
17.0	20.73	1	19.9	19.9	296.7
18.0	22.45	1	21.6	21.6	318.2
19.0	27.60	1	25.0	25.0	343.3
20.0	34.21	1	30.9	30.9	374.2
21.0	31.29	1	32.8	32.8	406.9
22.0	26.82	1	29.1	29.1	436.0
23.0	24.41	1	25.6	25.6	461.6
24.0	22.77	1	23.6	23.6	485.2

25.0	20.36	1	21.6	21.6	506.7
26.0	18.97	1	19.7	19.7	526.4
27.0	18.36	1	18.7	18.7	545.1
28.0	17.97	1	18.2	18.2	563.2
29.0	17.79	1	17.9	17.9	581.1
30.0	17.70	1	17.7	17.7	598.9
31.0	17.51	1	17.6	17.6	616.5
32.0	17.33	1	17.4	17.4	633.9
33.0	17.07	1	17.2	17.2	651.1
34.0	16.92	1	17.0	17.0	668.1
35.0	16.87	1	16.9	16.9	685.0
36.0	16.70	1	16.8	16.8	701.8
37.0	16.10	1	16.4	16.4	718.2
38.0	16.22	1	16.2	16.2	734.3
39.0	16.66	1	16.4	16.4	750.8
40.0	18.10	1	17.4	17.4	768.1
41.0	19.73	1	18.9	18.9	787.1
42.0	21.23	1	20.5	20.5	807.5
43.0	23.57	1	22.4	22.4	829.9
44.0	23.74	1	23.7	23.7	853.6
45.0	23.32	1	23.5	23.5	877.1
46.0	23.09	1	23.2	23.2	900.3
47.0	22.79	1	22.9	22.9	923.3
48.0	21.55	1	22.2	22.2	945.4
49.0	20.38	1	21.0	21.0	966.4
50.0	19.56	1	20.0	20.0	986.4
51.0	18.99	1	19.3	19.3	1,005.7
52.0	18.60	1	18.8	18.8	1,024.4
53.0	18.29	1	18.4	18.4	1,042.9
54.0	17.86	1	18.1	18.1	1,061.0
55.0	17.56	1	17.7	17.7	1,078.7

56.0	17.31	1	17.4	17.4	1,096.1
57.0	16.99	1	17.2	17.2	1,113.3
58.0	16.77	1	16.9	16.9	1,130.1
59.0	16.54	1	16.7	16.7	1,146.8
60.0	16.39	1	16.5	16.5	1,163.3
61.0	16.23	1	16.3	16.3	1,179.6
62.0	16.17	1	16.2	16.2	1,195.8
63.0	16.37	1	16.3	16.3	1,212.0
64.0	16.85	1	16.6	16.6	1,228.7
65.0	17.51	1	17.2	17.2	1,245.8
66.0	18.46	1	18.0	18.0	1,263.8
67.0	20.3	1	19.4	19.4	1,283.2
68.0	23.45	1	21.9	21.9	1,305.1
69.0	25.73	1	24.6	24.6	1,329.7
70.0	23.05	1	24.4	24.4	1,354.1
71.0	22.68	1	22.9	22.9	1,376.9
72.0	21.72	1	22.2	22.2	1,399.1
73.0	20.45	1	21.1	21.1	1,420.2
74.0	19.28	1	19.9	19.9	1,440.1
75.0	18.58	1	18.9	18.9	1,459.0
76.0	18.09	1	18.3	18.3	1,477.3
77.0	17.62	1	17.9	17.9	1,495.2
78.0	17.35	1	17.5	17.5	1,512.7
79.0	17.16	1	17.3	17.3	1,529.9
80.0	16.96	1	17.1	17.1	1,547.0
81.0	16.83	1	16.9	16.9	1,563.9
82.0	16.72	1	16.8	16.8	1,580.7
83.0	16.66	1	16.7	16.7	1,597.3
84.0	16.61	1	16.6	16.6	1,614.0
85.0	16.51	1	16.6	16.6	1,630.5
86.0	16.44	1	16.5	16.5	1,647.0

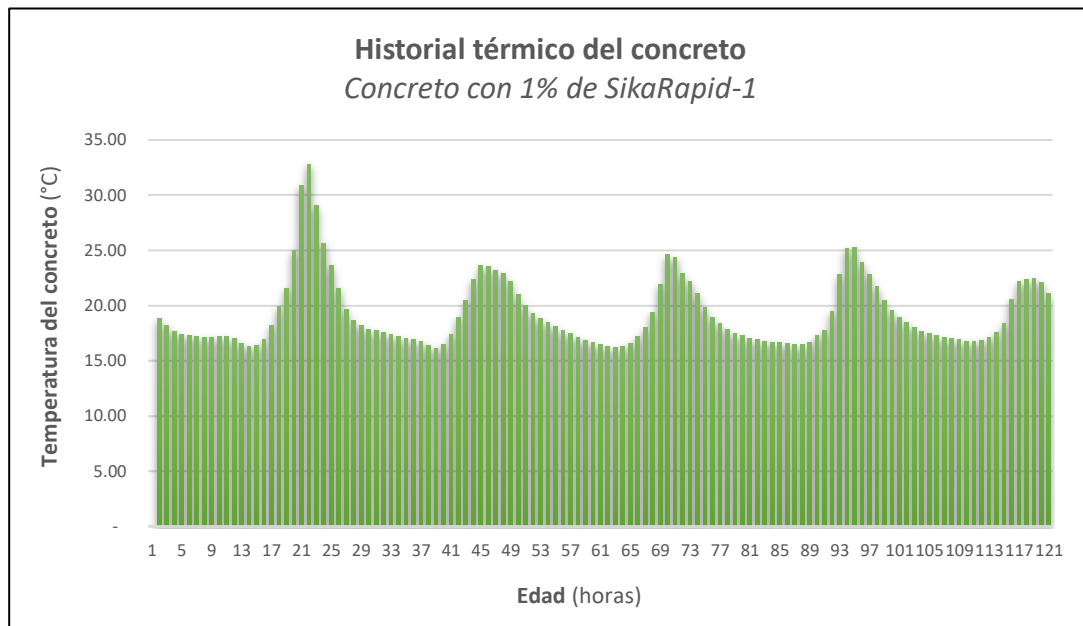
87.0	16.46	1	16.5	16.5	1,663.5
88.0	16.86	1	16.7	16.7	1,680.1
89.0	17.72	1	17.3	17.3	1,697.4
90.0	17.77	1	17.7	17.7	1,715.2
91.0	21.17	1	19.5	19.5	1,734.6
92.0	24.38	1	22.8	22.8	1,757.4
93.0	25.95	1	25.2	25.2	1,782.6
94.0	24.6	1	25.3	25.3	1,807.8
95.0	23.19	1	23.9	23.9	1,831.7
96.0	22.41	1	22.8	22.8	1,854.5
97.0	21.00	1	21.7	21.7	1,876.2
98.0	19.92	1	20.5	20.5	1,896.7
99.0	19.21	1	19.6	19.6	1,916.3
100.0	18.65	1	18.9	18.9	1,935.2
101.0	18.23	1	18.4	18.4	1,953.6
102.0	17.79	1	18.0	18.0	1,971.7
103.0	17.60	1	17.7	17.7	1,989.3
104.0	17.38	1	17.5	17.5	2,006.8
105.0	17.19	1	17.3	17.3	2,024.1
106.0	17.09	1	17.1	17.1	2,041.3
107.0	16.97	1	17.0	17.0	2,058.3
108.0	16.82	1	16.9	16.9	2,075.2
109.0	16.74	1	16.8	16.8	2,092.0
110.0	16.79	1	16.8	16.8	2,108.7
111.0	16.88	1	16.8	16.8	2,125.6
112.0	17.26	1	17.1	17.1	2,142.6
113.0	17.80	1	17.5	17.5	2,160.2
114.0	18.95	1	18.4	18.4	2,178.5
115.0	22.11	1	20.5	20.5	2,199.1
116.0	22.20	1	22.2	22.2	2,221.2
117.0	22.45	1	22.3	22.3	2,243.6

118.0	22.51	1	22.5	22.5	2,266.0
119.0	21.63	1	22.1	22.1	2,288.1
120.0	20.50	1	21.1	21.1	2,309.2

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Figura 5.

Historial térmico del concreto con 1% de SikaRapid-1.



Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Tabla 16.

Registro térmico del concreto con 2% de SikaRapid-1 por un periodo de 5 días.

T DATUM (°C) 0					
Edad (h)	Temp. (°C)	Incremento de Edad (h)	Prom. Temp. (°C)	Factor Tiempo- Temp. Increm. (°C x h)	Factor Tiempo-Temp Acum (°C x h)
0.0	20.54	-	-	-	-
1.0	19.48	1	20.0	20.0	20.0
2.0	18.71	1	19.1	19.1	39.1
3.0	18.17	1	18.4	18.4	57.5
4.0	17.70	1	17.9	17.9	75.5
5.0	17.41	1	17.6	17.6	93.0
6.0	17.13	1	17.3	17.3	110.3
7.0	16.80	1	17.0	17.0	127.3
8.0	16.70	1	16.8	16.8	144.0
9.0	16.58	1	16.6	16.6	160.6
10.0	16.59	1	16.6	16.6	177.2
11.0	16.49	1	16.5	16.5	193.8
12.0	16.32	1	16.4	16.4	210.2
13.0	16.28	1	16.3	16.3	226.5
14.0	16.15	1	16.2	16.2	242.7
15.0	16.47	1	16.3	16.3	259.0
16.0	16.67	1	16.6	16.6	275.5
17.0	17.60	1	17.1	17.1	292.7
18.0	18.30	1	18.0	18.0	310.6
19.0	19.17	1	18.7	18.7	329.4
20.0	19.33	1	19.3	19.3	348.6
21.0	19.77	1	19.6	19.6	368.2
22.0	19.63	1	19.7	19.7	387.9
23.0	19.39	1	19.5	19.5	407.4
24.0	18.70	1	19.0	19.0	426.4

25.0	18.04	1	18.4	18.4	444.8
26.0	17.57	1	17.8	17.8	462.6
27.0	17.21	1	17.4	17.4	480.0
28.0	16.92	1	17.1	17.1	497.0
29.0	16.72	1	16.8	16.8	513.9
30.0	16.55	1	16.6	16.6	530.5
31.0	16.86	1	16.7	16.7	547.2
32.0	16.68	1	16.8	16.8	564.0
33.0	16.54	1	16.6	16.6	580.6
34.0	16.39	1	16.5	16.5	597.0
35.0	16.30	1	16.3	16.3	613.4
36.0	16.26	1	16.3	16.3	629.6
37.0	16.25	1	16.3	16.3	645.9
38.0	16.26	1	16.3	16.3	662.2
39.0	16.64	1	16.4	16.4	678.6
40.0	17.29	1	17.0	17.0	695.6
41.0	18.28	1	17.8	17.8	713.3
42.0	19.65	1	19.0	19.0	732.3
43.0	18.76	1	19.2	19.2	751.5
44.0	17.96	1	18.4	18.4	769.9
45.0	17.36	1	17.7	17.7	787.5
46.0	17.05	1	17.2	17.2	804.7
47.0	16.90	1	17.0	17.0	821.7
48.0	16.88	1	16.9	16.9	838.6
49.0	16.99	1	16.9	16.9	855.5
50.0	17.05	1	17.0	17.0	872.6
51.0	17.10	1	17.1	17.1	889.6
52.0	17.10	1	17.1	17.1	906.7
53.0	16.94	1	17.0	17.0	923.8
54.0	16.73	1	16.8	16.8	940.6
55.0	16.54	1	16.6	16.6	957.2

56.0	16.43	1	16.5	16.5	973.7
57.0	16.58	1	16.5	16.5	990.2
58.0	17.14	1	16.9	16.9	1,007.1
59.0	17.98	1	17.6	17.6	1,024.6
60.0	18.72	1	18.4	18.4	1,043.0
61.0	19.88	1	19.3	19.3	1,062.3
62.0	20.62	1	20.3	20.3	1,082.5
63.0	21.07	1	20.8	20.8	1,103.4
64.0	21.10	1	21.1	21.1	1,124.5
65.0	21.14	1	21.1	21.1	1,145.6
66.0	20.17	1	20.7	20.7	1,166.2
67.0	18.74	1	19.5	19.5	1,185.7
68.0	18.16	1	18.5	18.5	1,204.1
69.0	17.60	1	17.9	17.9	1,222.0
70.0	17.23	1	17.4	17.4	1,239.4
71.0	16.99	1	17.1	17.1	1,256.5
72.0	16.73	1	16.9	16.9	1,273.4
73.0	16.50	1	16.6	16.6	1,290.0
74.0	16.39	1	16.4	16.4	1,306.5
75.0	16.29	1	16.3	16.3	1,322.8
76.0	16.17	1	16.2	16.2	1,339.0
77.0	16.13	1	16.2	16.2	1,355.2
78.0	16.05	1	16.1	16.1	1,371.3
79.0	15.93	1	16.0	16.0	1,387.3
80.0	15.86	1	15.9	15.9	1,403.2
81.0	15.87	1	15.9	15.9	1,419.0
82.0	15.95	1	15.9	15.9	1,434.9
83.0	16.56	1	16.3	16.3	1,451.2
84.0	16.86	1	16.7	16.7	1,467.9
85.0	17.40	1	17.1	17.1	1,485.0
86.0	17.65	1	17.5	17.5	1,502.6

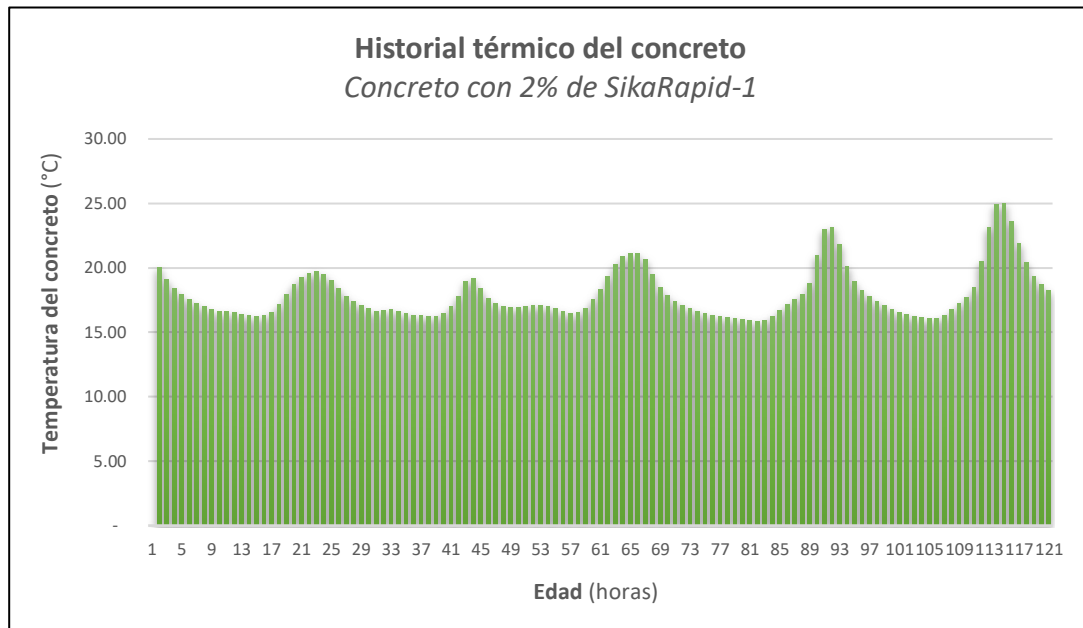
87.0	18.25	1	18.0	18.0	1,520.5
88.0	19.30	1	18.8	18.8	1,539.3
89.0	22.59	1	20.9	20.9	1,560.2
90.0	23.37	1	23.0	23.0	1,583.2
91.0	22.88	1	23.1	23.1	1,606.3
92.0	20.80	1	21.8	21.8	1,628.2
93.0	19.39	1	20.1	20.1	1,648.3
94.0	18.54	1	19.0	19.0	1,667.2
95.0	17.95	1	18.2	18.2	1,685.5
96.0	17.55	1	17.8	17.8	1,703.2
97.0	17.24	1	17.4	17.4	1,720.6
98.0	16.95	1	17.1	17.1	1,737.7
99.0	16.58	1	16.8	16.8	1,754.5
100.0	16.43	1	16.5	16.5	1,771.0
101.0	16.30	1	16.4	16.4	1,787.4
102.0	16.17	1	16.2	16.2	1,803.6
103.0	16.07	1	16.1	16.1	1,819.7
104.0	16.03	1	16.1	16.1	1,835.8
105.0	16.10	1	16.1	16.1	1,851.8
106.0	16.43	1	16.3	16.3	1,868.1
107.0	17.03	1	16.7	16.7	1,884.8
108.0	17.48	1	17.3	17.3	1,902.1
109.0	17.87	1	17.7	17.7	1,919.7
110.0	19.01	1	18.4	18.4	1,938.2
111.0	21.99	1	20.5	20.5	1,958.7
112.0	24.29	1	23.1	23.1	1,981.8
113.0	25.54	1	24.9	24.9	2,006.7
114.0	24.48	1	25.0	25.0	2,031.8
115.0	22.69	1	23.6	23.6	2,055.3
116.0	21.12	1	21.9	21.9	2,077.2
117.0	19.74	1	20.4	20.4	2,097.7

118.0	18.95	1	19.3	19.3	2,117.0
119.0	18.44	1	18.7	18.7	2,135.7
120.0	18.01	1	18.2	18.2	2,153.9

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Figura 6.

Historial térmico del concreto con 2% de SikaRapid-1.



Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Tabla 17.

Registro térmico del concreto con 0.2% de SikaRetarder PE por un periodo de 5 días.

T DATUM (°C) 0			Prom. Temp. (°C)	Factor Tiempo- Temp. Increment. (°C x h)	Factor Tiempo-Temp Acum (°C x h)
Edad (h)	Temp. (°C)	Incremento de Edad (h)			
0.0	16.45	-	-	-	-
1.0	16.28	1	16.4	16.4	16.4
2.0	16.15	1	16.2	16.2	32.6
3.0	16.07	1	16.1	16.1	48.7
4.0	15.96	1	16.0	16.0	64.7
5.0	15.94	1	15.9	15.9	80.6
6.0	15.88	1	15.9	15.9	96.6
7.0	15.90	1	15.9	15.9	112.4
8.0	16.01	1	16.0	16.0	128.4
9.0	16.49	1	16.3	16.3	144.6
10.0	16.77	1	16.6	16.6	161.3
11.0	17.33	1	17.1	17.1	178.3
12.0	18.40	1	17.9	17.9	196.2
13.0	19.16	1	18.8	18.8	215.0
14.0	20.51	1	19.8	19.8	234.8
15.0	20.54	1	20.5	20.5	255.3
16.0	18.88	1	19.7	19.7	275.0
17.0	18.26	1	18.6	18.6	293.6
18.0	17.66	1	18.0	18.0	311.6
19.0	17.33	1	17.5	17.5	329.0
20.0	17.14	1	17.2	17.2	346.3
21.0	17.09	1	17.1	17.1	363.4
22.0	17.13	1	17.1	17.1	380.5
23.0	17.21	1	17.2	17.2	397.7

24.0	17.29	1	17.2	17.2	414.9
25.0	17.25	1	17.3	17.3	432.2
26.0	17.22	1	17.2	17.2	449.4
27.0	17.08	1	17.1	17.1	466.6
28.0	16.87	1	17.0	17.0	483.5
29.0	16.70	1	16.8	16.8	500.3
30.0	16.73	1	16.7	16.7	517.0
31.0	17.05	1	16.9	16.9	533.9
32.0	17.61	1	17.3	17.3	551.3
33.0	18.26	1	17.9	17.9	569.2
34.0	19.11	1	18.7	18.7	587.9
35.0	19.56	1	19.3	19.3	607.2
36.0	19.99	1	19.8	19.8	627.0
37.0	20.04	1	20.0	20.0	647.0
38.0	20.10	1	20.1	20.1	667.0
39.0	19.54	1	19.8	19.8	686.9
40.0	18.65	1	19.1	19.1	706.0
41.0	18.12	1	18.4	18.4	724.3
42.0	17.57	1	17.8	17.8	742.2
43.0	17.25	1	17.4	17.4	759.6
44.0	17.01	1	17.1	17.1	776.7
45.0	16.76	1	16.9	16.9	793.6
46.0	16.56	1	16.7	16.7	810.3
47.0	16.44	1	16.5	16.5	826.8
48.0	16.35	1	16.4	16.4	843.2
49.0	16.24	1	16.3	16.3	859.4
50.0	16.19	1	16.2	16.2	875.7
51.0	16.11	1	16.1	16.1	891.8
52.0	16.02	1	16.1	16.1	907.9
53.0	15.96	1	16.0	16.0	923.9
54.0	15.94	1	16.0	16.0	939.8

55.0	16.08	1	16.0	16.0	955.8
56.0	16.59	1	16.3	16.3	972.1
57.0	16.95	1	16.8	16.8	988.9
58.0	17.41	1	17.2	17.2	1,006.1
59.0	17.83	1	17.6	17.6	1,023.7
60.0	18.43	1	18.1	18.1	1,041.8
61.0	19.56	1	19.0	19.0	1,060.8
62.0	22.83	1	21.2	21.2	1,082.0
63.0	23.67	1	23.2	23.2	1,105.3
64.0	23.31	1	23.5	23.5	1,128.8
65.0	21.27	1	22.3	22.3	1,151.1
66.0	19.76	1	20.5	20.5	1,171.6
67.0	18.83	1	19.3	19.3	1,190.9
68.0	18.27	1	18.6	18.6	1,209.4
69.0	17.84	1	18.1	18.1	1,227.5
70.0	17.53	1	17.7	17.7	1,245.1
71.0	17.21	1	17.4	17.4	1,262.5
72.0	16.86	1	17.0	17.0	1,279.6
73.0	16.63	1	16.7	16.7	1,296.3
74.0	16.47	1	16.5	16.5	1,312.8
75.0	16.37	1	16.4	16.4	1,329.3
76.0	16.26	1	16.3	16.3	1,345.6
77.0	16.20	1	16.2	16.2	1,361.8
78.0	16.17	1	16.2	16.2	1,378.0
79.0	16.41	1	16.3	16.3	1,394.3
80.0	17.02	1	16.7	16.7	1,411.0
81.0	17.50	1	17.3	17.3	1,428.2
82.0	17.94	1	17.7	17.7	1,445.9
83.0	18.83	1	18.4	18.4	1,464.3
84.0	21.83	1	20.3	20.3	1,484.7
85.0	23.78	1	22.8	22.8	1,507.5

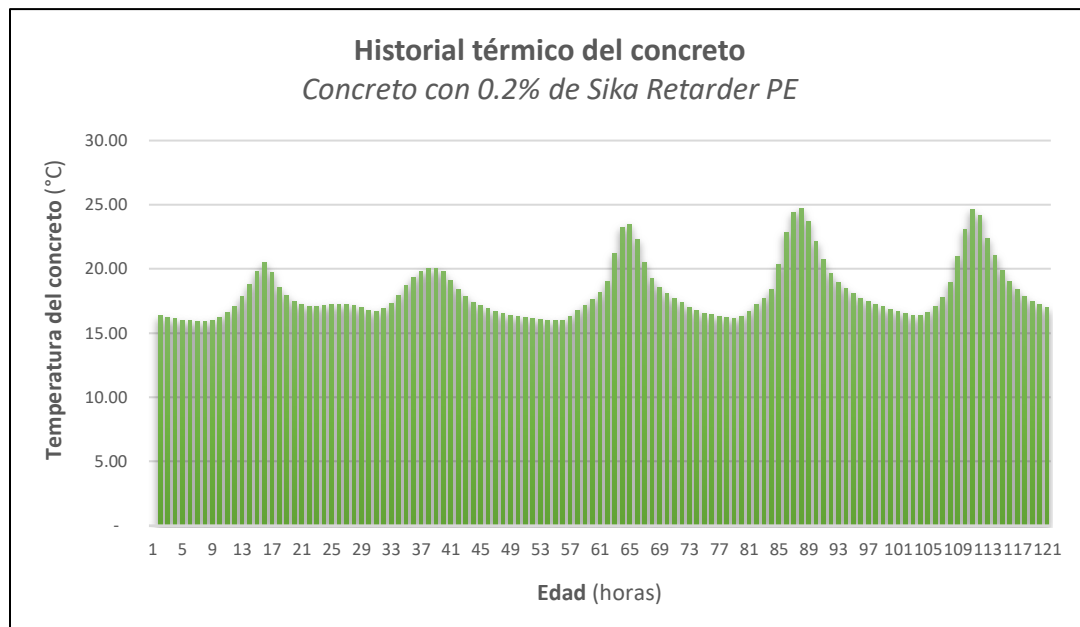
86.0	24.99	1	24.4	24.4	1,531.8
87.0	24.49	1	24.7	24.7	1,556.6
88.0	22.94	1	23.7	23.7	1,580.3
89.0	21.35	1	22.1	22.1	1,602.4
90.0	20.06	1	20.7	20.7	1,623.1
91.0	19.28	1	19.7	19.7	1,642.8
92.0	18.69	1	19.0	19.0	1,661.8
93.0	18.26	1	18.5	18.5	1,680.3
94.0	17.89	1	18.1	18.1	1,698.3
95.0	17.58	1	17.7	17.7	1,716.1
96.0	17.37	1	17.5	17.5	1,733.5
97.0	17.12	1	17.2	17.2	1,750.8
98.0	16.97	1	17.0	17.0	1,767.8
99.0	16.78	1	16.9	16.9	1,784.7
100.0	16.64	1	16.7	16.7	1,801.4
101.0	16.38	1	16.5	16.5	1,817.9
102.0	16.30	1	16.3	16.3	1,834.2
103.0	16.46	1	16.4	16.4	1,850.6
104.0	16.81	1	16.6	16.6	1,867.2
105.0	17.38	1	17.1	17.1	1,884.3
106.0	18.21	1	17.8	17.8	1,902.1
107.0	19.69	1	18.9	18.9	1,921.1
108.0	22.19	1	20.9	20.9	1,942.0
109.0	23.98	1	23.1	23.1	1,965.1
110.0	25.30	1	24.6	24.6	1,989.7
111.0	23.08	1	24.2	24.2	2,013.9
112.0	21.72	1	22.4	22.4	2,036.3
113.0	20.43	1	21.1	21.1	2,057.4
114.0	19.36	1	19.9	19.9	2,077.3
115.0	18.65	1	19.0	19.0	2,096.3
116.0	18.13	1	18.4	18.4	2,114.7

117.0	17.65	1	17.9	17.9	2,132.6
118.0	17.33	1	17.5	17.5	2,150.1
119.0	17.10	1	17.2	17.2	2,167.3
120.0	16.86	1	17.0	17.0	2,184.2

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Figura 7.

Historial térmico del concreto con 0.2% de Sika Retarder PE.



Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Tabla 18.

Registro térmico del concreto con 0.4% de SikaRetarder PE por un periodo de 5 días.

T DATUM (°C) 0					
Edad (h)	Temp. (°C)	Incremento de Edad (h)	Prom. Temp. (°C)	Factor Tiempo-Temp. (°C x h)	Factor Tiempo-Temp Acum (°C x h)
0.0	18.80	-	-	-	-
1.0	20.05	1	19.4	19.4	19.4
2.0	21.23	1	20.6	20.6	40.1
3.0	20.86	1	21.0	21.0	61.1
4.0	18.98	1	19.9	19.9	81.0
5.0	18.02	1	18.5	18.5	99.5
6.0	17.36	1	17.7	17.7	117.2
7.0	17.03	1	17.2	17.2	134.4
8.0	16.89	1	17.0	17.0	151.4
9.0	16.87	1	16.9	16.9	168.2
10.0	16.94	1	16.9	16.9	185.1
11.0	17.00	1	17.0	17.0	202.1
12.0	17.04	1	17.0	17.0	219.1
13.0	17.01	1	17.0	17.0	236.2
14.0	16.86	1	16.9	16.9	253.1
15.0	16.65	1	16.8	16.8	269.8
16.0	16.49	1	16.6	16.6	286.4
17.0	16.36	1	16.4	16.4	302.8
18.0	16.43	1	16.4	16.4	319.2
19.0	16.95	1	16.7	16.7	335.9
20.0	17.72	1	17.3	17.3	353.2
21.0	18.37	1	18.0	18.0	371.3
22.0	19.31	1	18.8	18.8	390.1
23.0	19.83	1	19.6	19.6	409.7

24.0	20.32	1	20.1	20.1	429.8
25.0	20.32	1	20.3	20.3	450.1
26.0	20.46	1	20.4	20.4	470.5
27.0	19.65	1	20.1	20.1	490.5
28.0	18.50	1	19.1	19.1	509.6
29.0	18.00	1	18.2	18.2	527.8
30.0	17.50	1	17.7	17.7	545.6
31.0	17.18	1	17.3	17.3	562.9
32.0	16.96	1	17.1	17.1	580.0
33.0	16.69	1	16.8	16.8	596.8
34.0	16.50	1	16.6	16.6	613.4
35.0	16.39	1	16.4	16.4	629.9
36.0	16.30	1	16.3	16.3	646.2
37.0	16.20	1	16.2	16.2	662.4
38.0	16.15	1	16.2	16.2	678.6
39.0	16.08	1	16.1	16.1	694.7
40.0	15.97	1	16.0	16.0	710.8
41.0	15.91	1	15.9	15.9	726.7
42.0	15.91	1	15.9	15.9	742.6
43.0	15.99	1	15.9	15.9	758.5
44.0	16.56	1	16.3	16.3	774.8
45.0	16.90	1	16.7	16.7	791.5
46.0	17.38	1	17.1	17.1	808.7
47.0	17.66	1	17.5	17.5	826.2
48.0	18.22	1	17.9	17.9	844.1
49.0	18.91	1	18.6	18.6	862.7
50.0	22.50	1	20.7	20.7	883.4
51.0	23.20	1	22.8	22.8	906.2
52.0	23.25	1	23.2	23.2	929.5
53.0	21.22	1	22.2	22.2	951.7
54.0	19.72	1	20.5	20.5	972.2

55.0	18.81	1	19.3	19.3	991.4
56.0	18.22	1	18.5	18.5	1,010.0
57.0	17.81	1	18.0	18.0	1,028.0
58.0	17.50	1	17.7	17.7	1,045.6
59.0	17.18	1	17.3	17.3	1,063.0
60.0	16.81	1	17.0	17.0	1,079.9
61.0	16.63	1	16.7	16.7	1,096.7
62.0	16.49	1	16.6	16.6	1,113.2
63.0	16.35	1	16.4	16.4	1,129.6
64.0	16.25	1	16.3	16.3	1,145.9
65.0	16.19	1	16.2	16.2	1,162.2
66.0	16.21	1	16.2	16.2	1,178.4
67.0	16.49	1	16.3	16.3	1,194.7
68.0	17.06	1	16.8	16.8	1,211.5
69.0	17.58	1	17.3	17.3	1,228.8
70.0	17.92	1	17.7	17.7	1,246.5
71.0	18.71	1	18.3	18.3	1,264.8
72.0	21.29	1	20.0	20.0	1,284.8
73.0	23.87	1	22.6	22.6	1,307.4
74.0	25.64	1	24.8	24.8	1,332.2
75.0	24.73	1	25.2	25.2	1,357.4
76.0	23.06	1	23.9	23.9	1,381.2
77.0	21.39	1	22.2	22.2	1,403.5
78.0	20.04	1	20.7	20.7	1,424.2
79.0	19.28	1	19.7	19.7	1,443.8
80.0	18.75	1	19.0	19.0	1,462.9
81.0	18.28	1	18.5	18.5	1,481.4
82.0	17.88	1	18.1	18.1	1,499.4
83.0	17.59	1	17.7	17.7	1,517.2
84.0	17.37	1	17.5	17.5	1,534.6
85.0	17.13	1	17.2	17.2	1,551.9

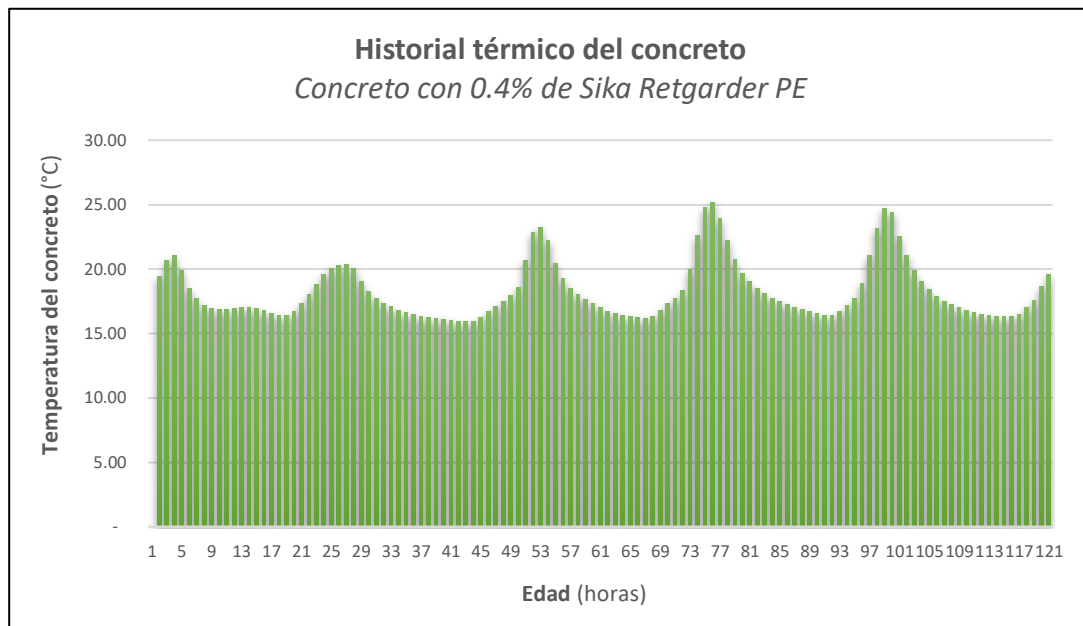
86.0	16.99	1	17.1	17.1	1,569.0
87.0	16.81	1	16.9	16.9	1,585.9
88.0	16.66	1	16.7	16.7	1,602.6
89.0	16.42	1	16.5	16.5	1,619.1
90.0	16.35	1	16.4	16.4	1,635.5
91.0	16.52	1	16.4	16.4	1,651.9
92.0	16.85	1	16.7	16.7	1,668.6
93.0	17.45	1	17.1	17.1	1,685.8
94.0	18.03	1	17.7	17.7	1,703.5
95.0	19.73	1	18.9	18.9	1,722.4
96.0	22.32	1	21.0	21.0	1,743.4
97.0	23.97	1	23.1	23.1	1,766.6
98.0	25.52	1	24.7	24.7	1,791.3
99.0	23.24	1	24.4	24.4	1,815.7
100.0	21.78	1	22.5	22.5	1,838.2
101.0	20.37	1	21.1	21.1	1,859.3
102.0	19.34	1	19.9	19.9	1,879.1
103.0	18.68	1	19.0	19.0	1,898.1
104.0	18.13	1	18.4	18.4	1,916.5
105.0	17.65	1	17.9	17.9	1,934.4
106.0	17.32	1	17.5	17.5	1,951.9
107.0	17.12	1	17.2	17.2	1,969.1
108.0	16.88	1	17.0	17.0	1,986.1
109.0	16.71	1	16.8	16.8	2,002.9
110.0	16.57	1	16.6	16.6	2,019.5
111.0	16.44	1	16.5	16.5	2,036.0
112.0	16.33	1	16.4	16.4	2,052.4
113.0	16.29	1	16.3	16.3	2,068.7
114.0	16.29	1	16.3	16.3	2,085.0
115.0	16.30	1	16.3	16.3	2,101.3
116.0	16.70	1	16.5	16.5	2,117.8

117.0	17.33	1	17.0	17.0	2,134.8
118.0	17.84	1	17.6	17.6	2,152.4
119.0	19.46	1	18.6	18.6	2,171.0
120.0	19.70	1	19.6	19.6	2,190.6

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Figura 8.

Historial térmico del concreto con 0.4% de Sika Retarder PE.



Fuente: Quality Control Express S.A.C.

3.3.2. Resistencias obtenidas por el método de rotura de probetas

Tabla 19.

Resistencias a la compresión del concreto patrón.

Edad (días)	Edad (horas)	Resistencia a la compresión	
		f'c ind (kg/cm2)	f'c prom (kg/cm2)
1	24	59	63
		64	
		65	
		102	
2	48	99	98
		93	
		149	
		156	
3	72	156	154
		156	
		193	
		193	
4	96	189	192
		218	
		228	
		207	
5	120	228	218
		207	

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Tabla 20.

Resistencias a la compresión del concreto 1% de Sika Rapid-1.

Edad (días)	Edad (horas)	Resistencia a la compresión	
		f'c ind (kg/cm2)	f'c prom (kg/cm2)
1	24	71	74
		77	
		75	
2	48	129	126
		126	
		123	
3	72	172	172
		166	
		177	
4	96	214	208
		205	
		204	
5	120	231	235
		238	
		236	

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Tabla 21.

Resistencias a la compresión del concreto 2% de Sika Rapid-1.

Edad (días)	Edad (horas)	Resistencia a la compresión	
		f ^c ind (kg/cm ²)	f ^c prom (kg/cm ²)
		92	
1	24	89	88
		84	
		137	
2	48	145	140
		138	
		189	
3	72	193	188
		182	
		229	
4	96	219	224
		225	
		264	
5	120	243	251
		245	

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Tabla 22.

Resistencias a la compresión del concreto 0.2% de Sika Retarder PE.

Edad (días)	Edad (horas)	Resistencia a la compresión	
		f ^c ind (kg/cm ²)	f ^c prom (kg/cm ²)
		28	
1	24	22	27
		30	
		78	
2	48	66	76
		85	
		115	
3	72	127	126
		136	
		155	
4	96	162	158
		158	
		184	
5	120	177	182
		184	

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Tabla 23.

Resistencias a la compresión del concreto 0.4% de Sika Retarder PE.

Edad (días)	Edad (horas)	Resistencia a la compresión	
		f'c ind (kg/cm2)	f'c prom (kg/cm2)
1	24	7	9
		11	
		8	
2	48	40	45
		52	
		43	
3	72	69	69
		65	
		72	
4	96	111	105
		96	
		107	
5	120	141	132
		138	
		117	

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

3.3.3. Relación resistencia-madurez y resistencia-tiempo

Tabla 24.

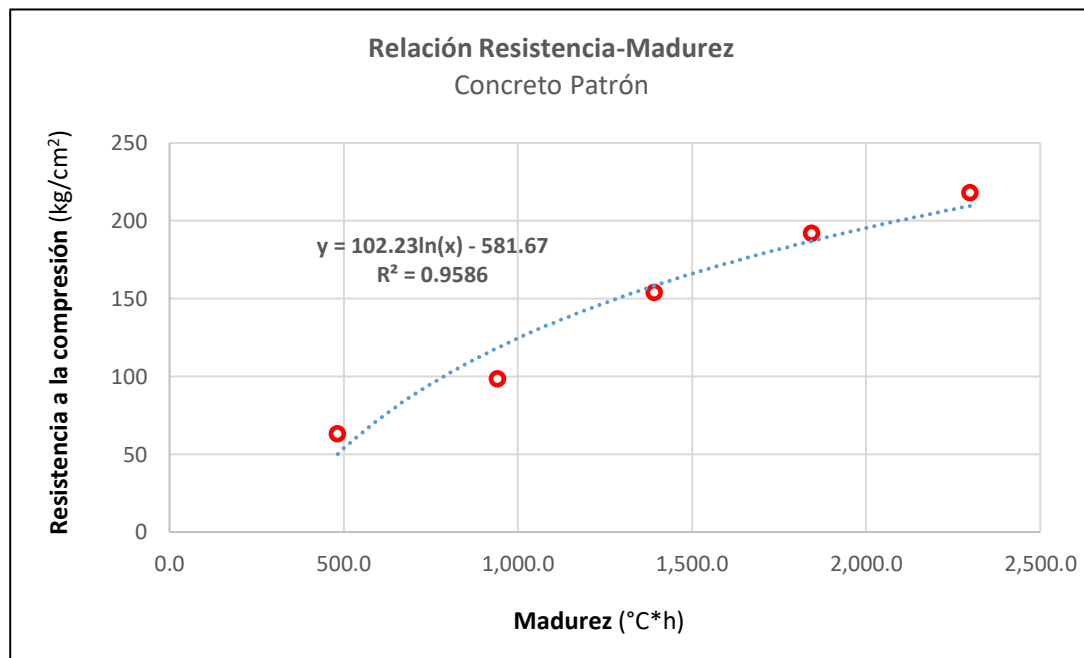
Relación resistencia-madurez del concreto patrón.

Edad (horas)	Madurez (°C x h)	f'c prom (kg/cm ²)
24	483.0	63
48	942.5	98
72	1,393.2	154
96	1,845.0	192
120	2,299.4	218

Fuente: Propia.

Figura 9.

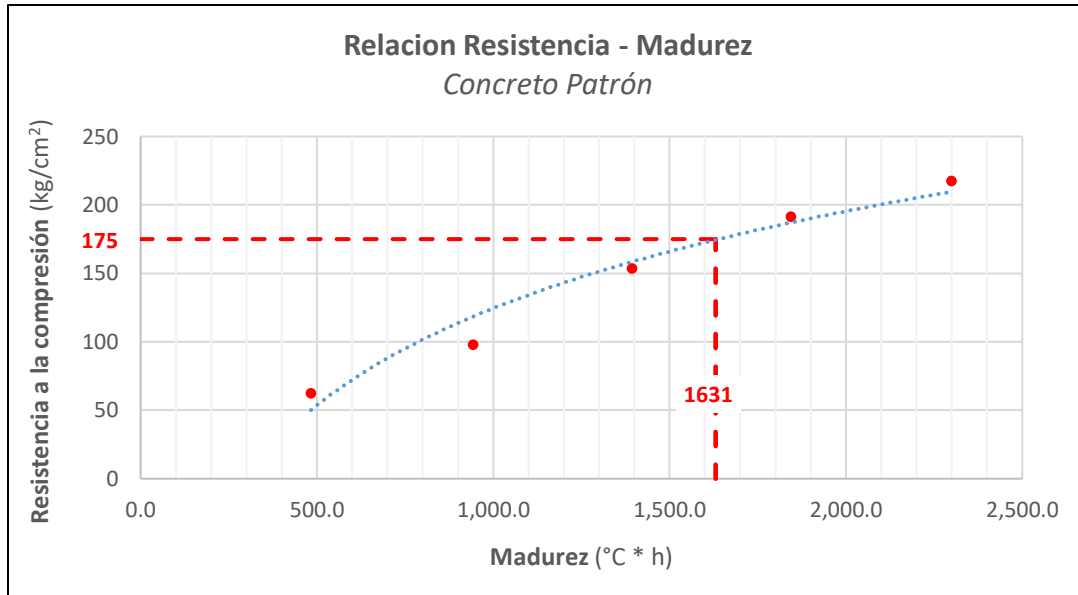
Relación resistencia-madurez del concreto patrón.



Fuente: Propia.

Figura 10.

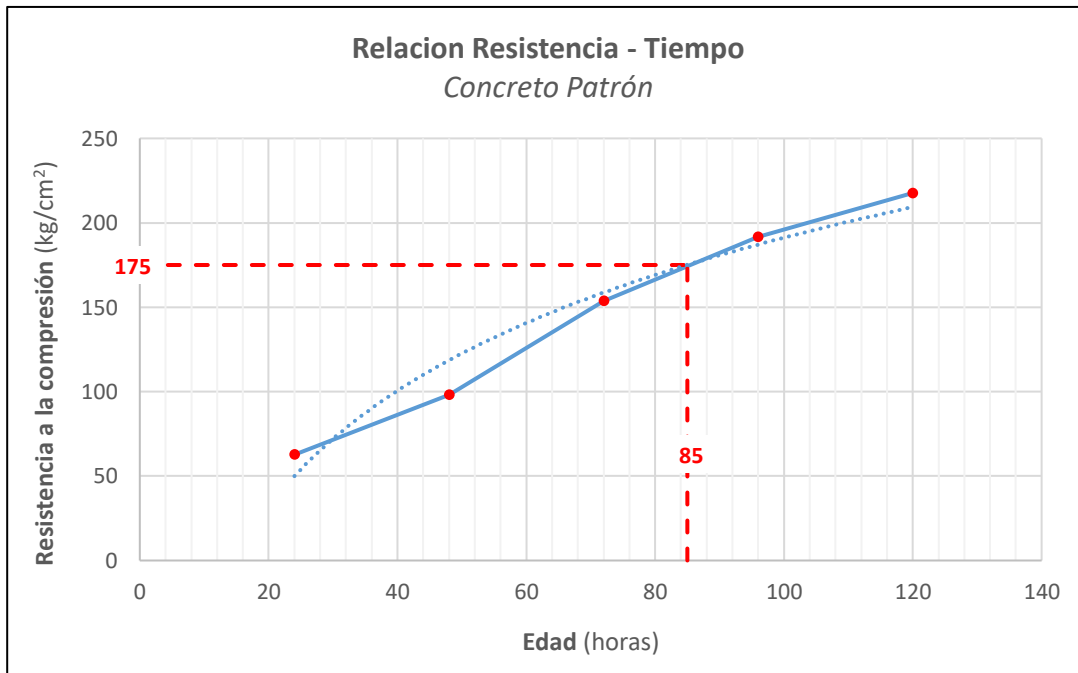
Madurez del concreto patrón equivalente a la resistencia objetivo.



Fuente: Propia.

Figura 11.

Relación resistencia-tiempo del concreto patrón.



Fuente: Propia.

Tabla 25.

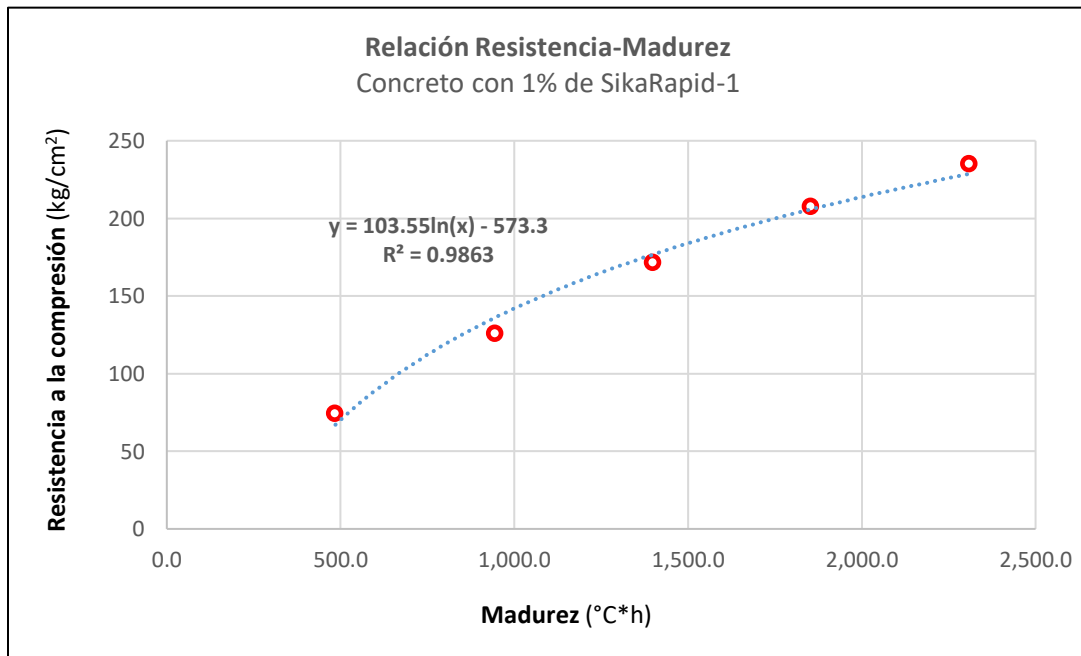
Relación resistencia-madurez del concreto con 1% de SikaRapid-1.

Edad (horas)	Madurez (°C x h)	f'c prom (kg/cm ²)
24	485.2	74
48	945.4	126
72	1,399.1	172
96	1,854.5	208
120	2,309.2	235

Fuente: Propia.

Figura 12.

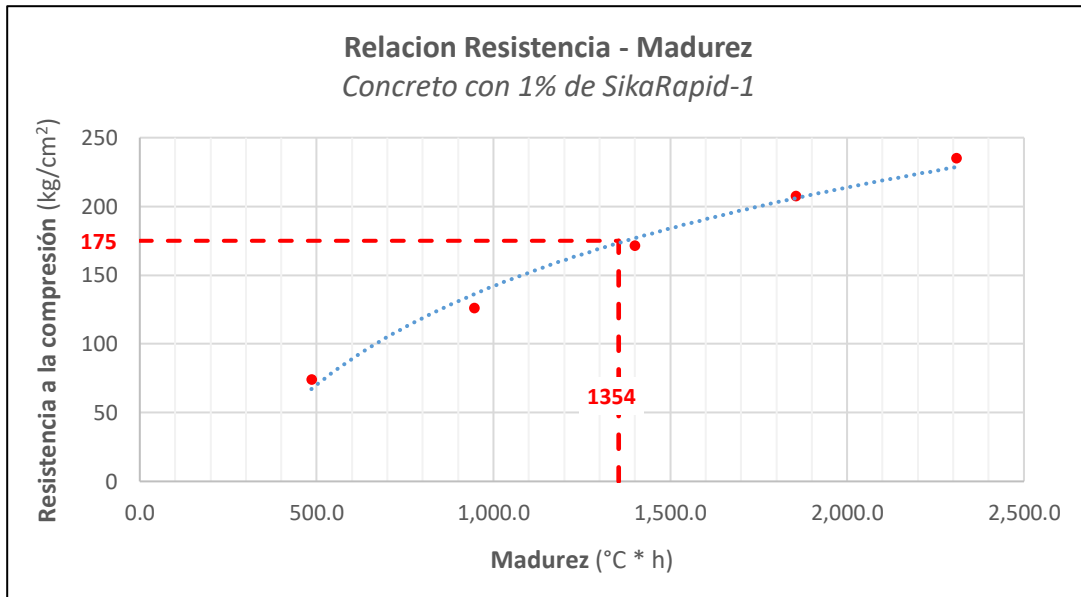
Relación resistencia-madurez del concreto con 1% de SikaRapid-1.



Fuente: Propia.

Figura 144.

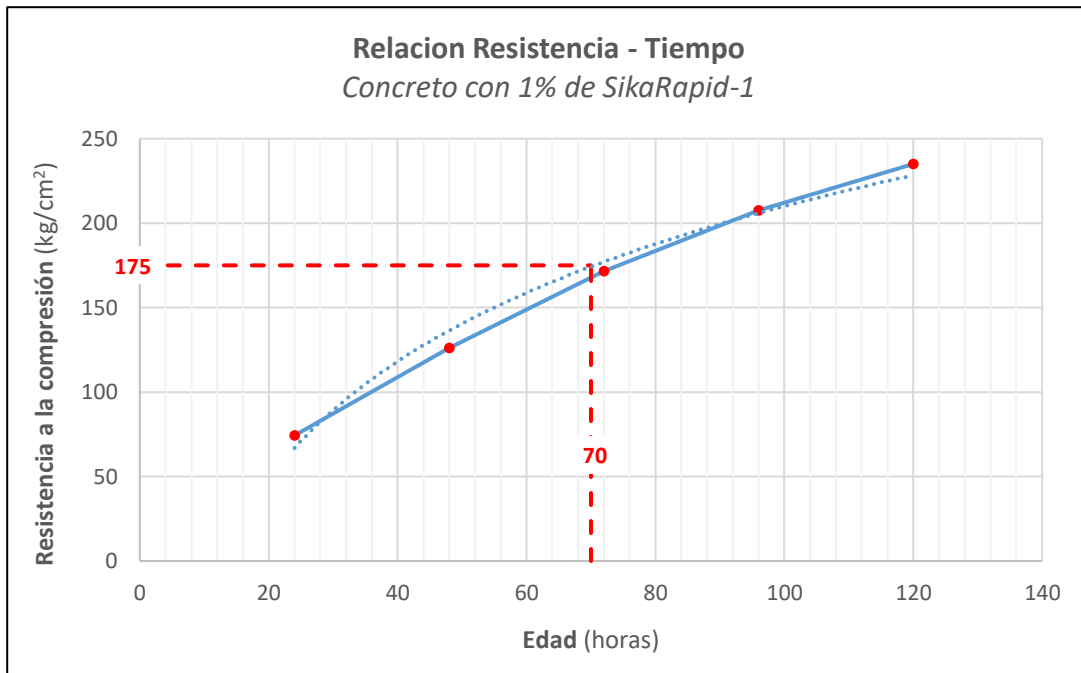
Madurez del concreto con 1% de SikaRapid-1 equivalente a la resistencia objetivo.



Fuente: Propia.

Figura 166.

Relación resistencia-tiempo del concreto con 1% de SikaRapid-1.



Fuente: Propia.

Tabla 26.

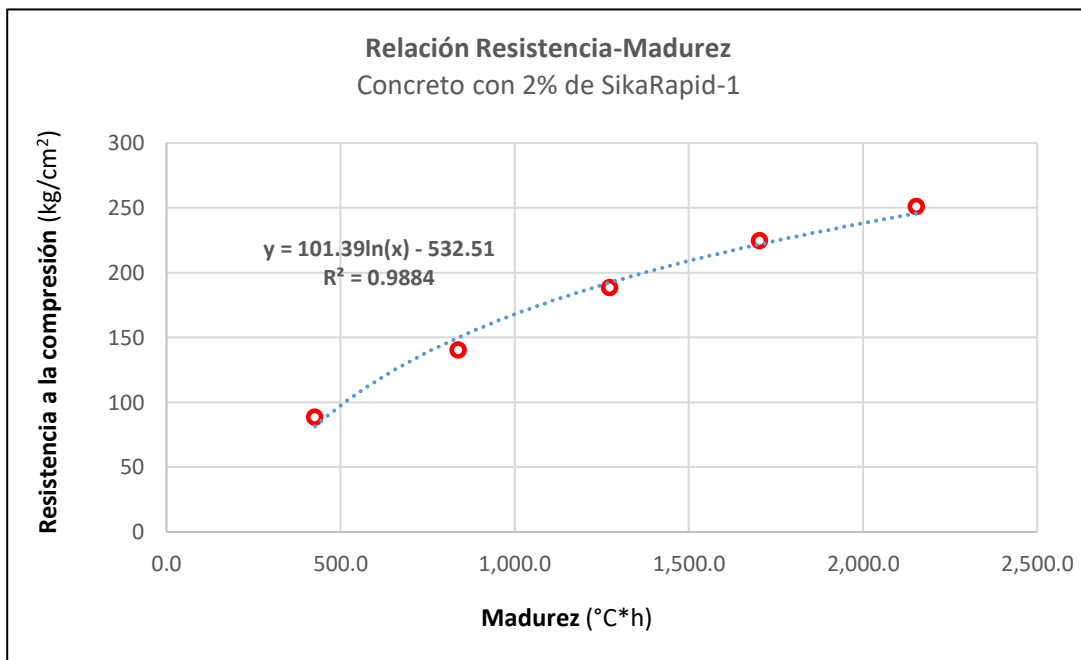
Relación resistencia-madurez del concreto con 2% de SikaRapid-1.

Edad (horas)	Madurez (°C x h)	f'c prom (kg/cm ²)
24	426.4	88
48	838.6	140
72	1,273.4	188
96	1,703.2	224
120	2,153.9	251

Fuente: Propia.

Figura 187.

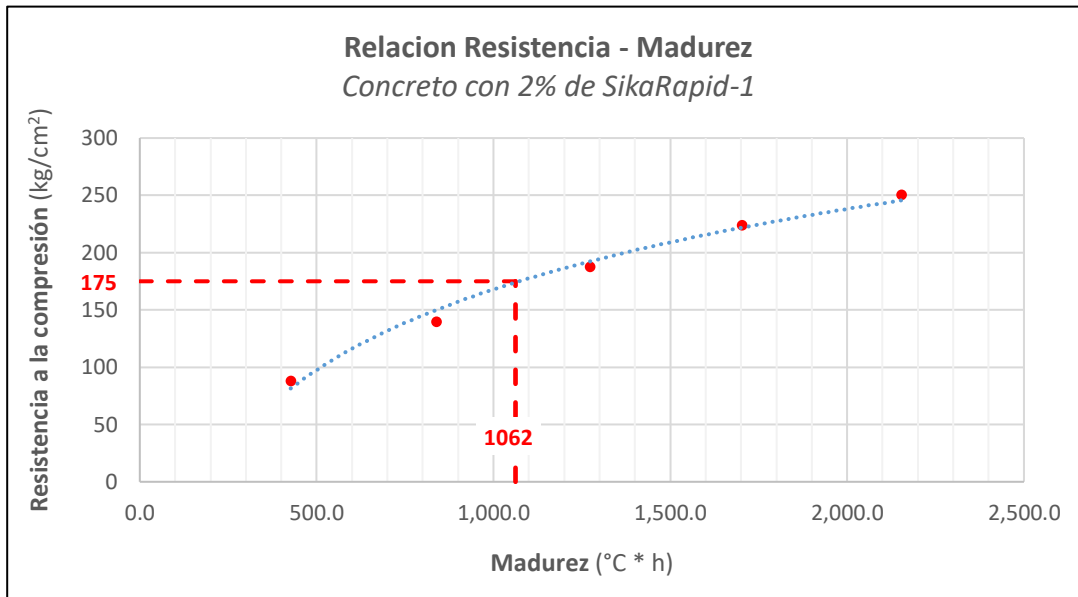
Relación resistencia-madurez del concreto con 2% de SikaRapid-1.



Fuente: Propia.

Figura 18.

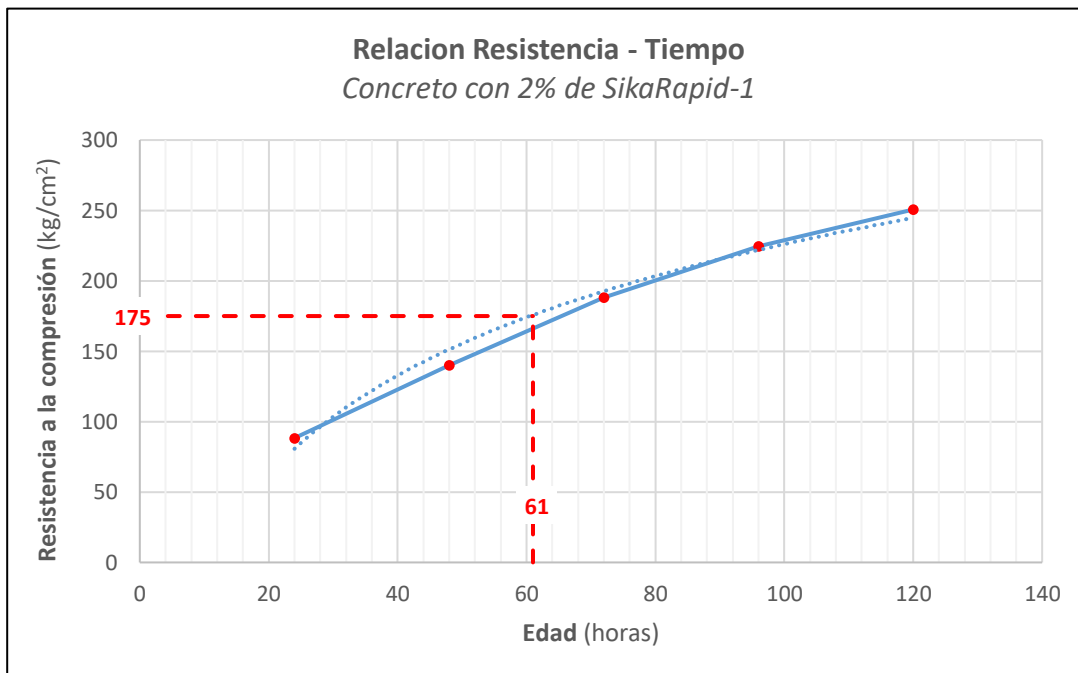
Madurez del concreto con 2% de SikaRapid-1 equivalente a la resistencia objetivo.



Fuente: Propia.

Figura 19.

Relación resistencia-tiempo del concreto con 2% de SikaRapid-1.



Fuente: Propia.

Tabla 27.

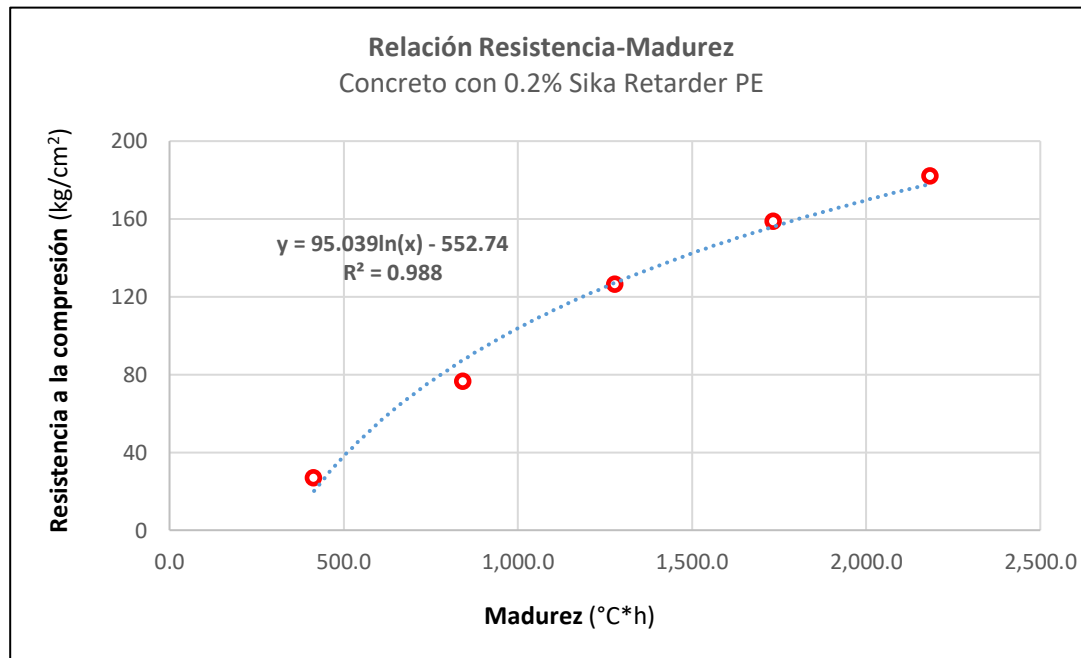
Relación resistencia-madurez del concreto con 0.2% de Sika Retarder PE.

Edad (horas)	Madurez (°C x h)	f'c prom (kg/cm ²)
24	414.9	27
48	843.2	76
72	1,279.6	126
96	1,733.5	158
120	2,184.2	182

Fuente: Propia.

Figura 20.

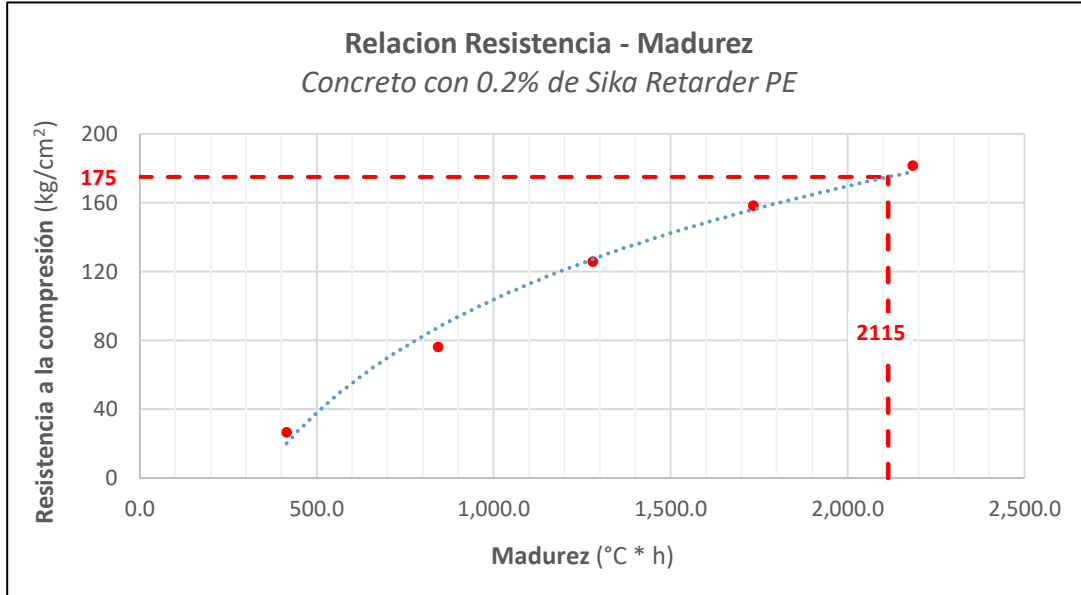
Relación resistencia-madurez del concreto con 0.2% de Sika Retarder PE.



Fuente: Propia.

Figura 23.

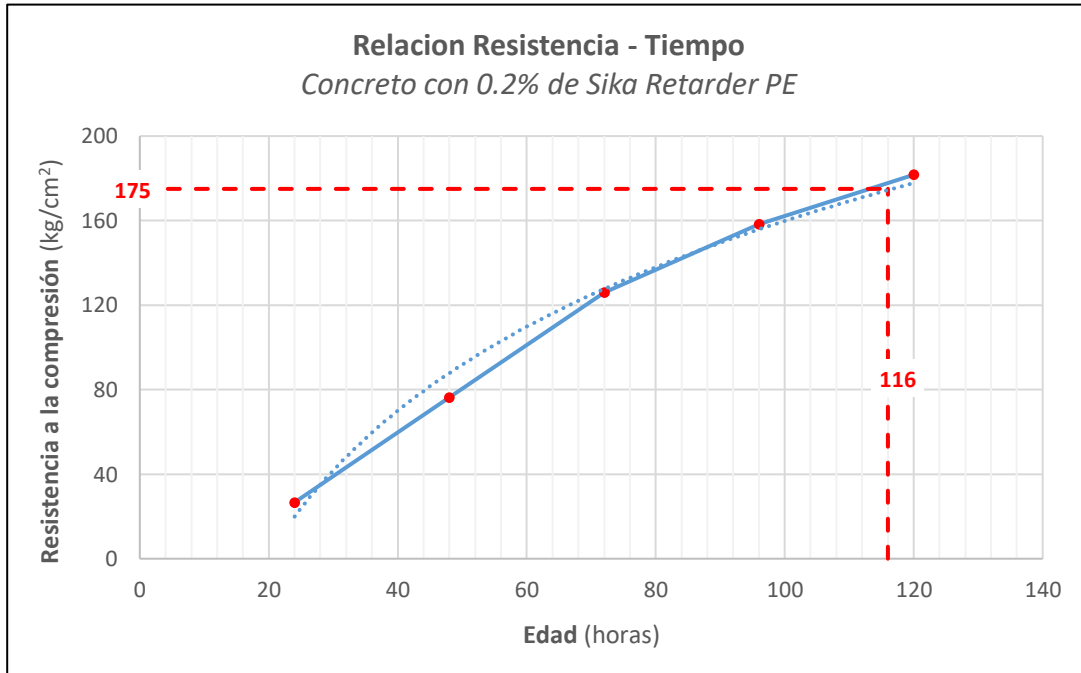
Madurez del concreto con 0.2% de Sika Retarder PE equivalente a la resistencia objetivo.



Fuente: Propia.

Figura 22.

Relación resistencia-tiempo del concreto con 0.2% de Sika Retarder PE.



Fuente: Propia.

Tabla 28.

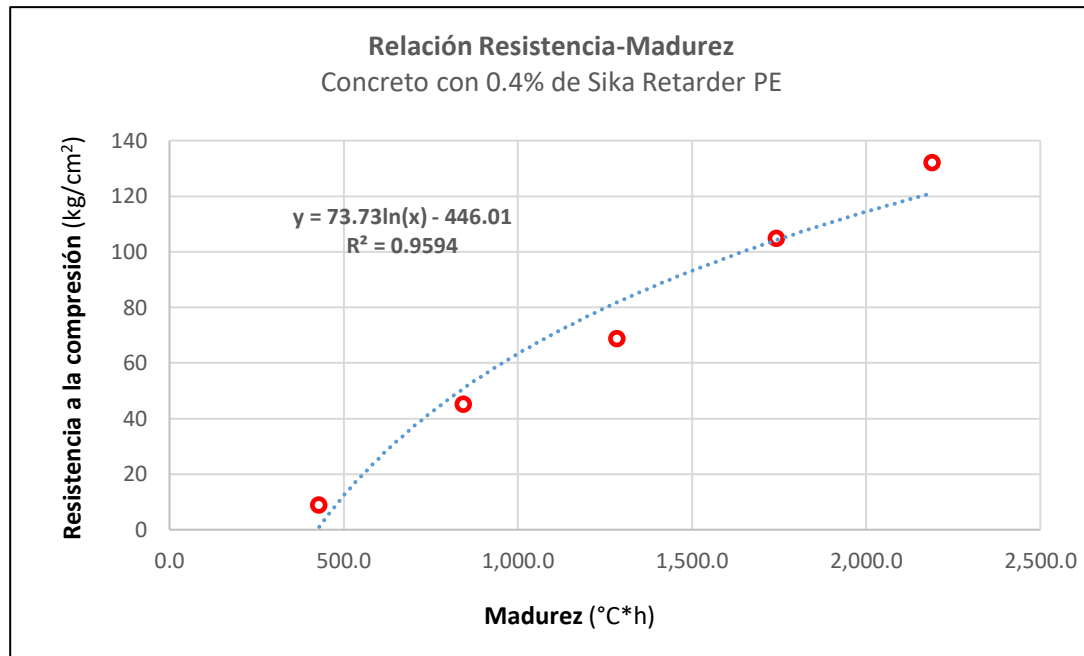
Relación resistencia-madurez del concreto con 0.4% de Sika Retarder PE.

Edad (horas)	Madurez (°C x h)	f'c prom (kg/cm ²)
24	429.8	9
48	844.1	45
72	1,284.8	69
96	1,743.4	105
120	2,190.6	132

Fuente: Propia.

Figura 23.

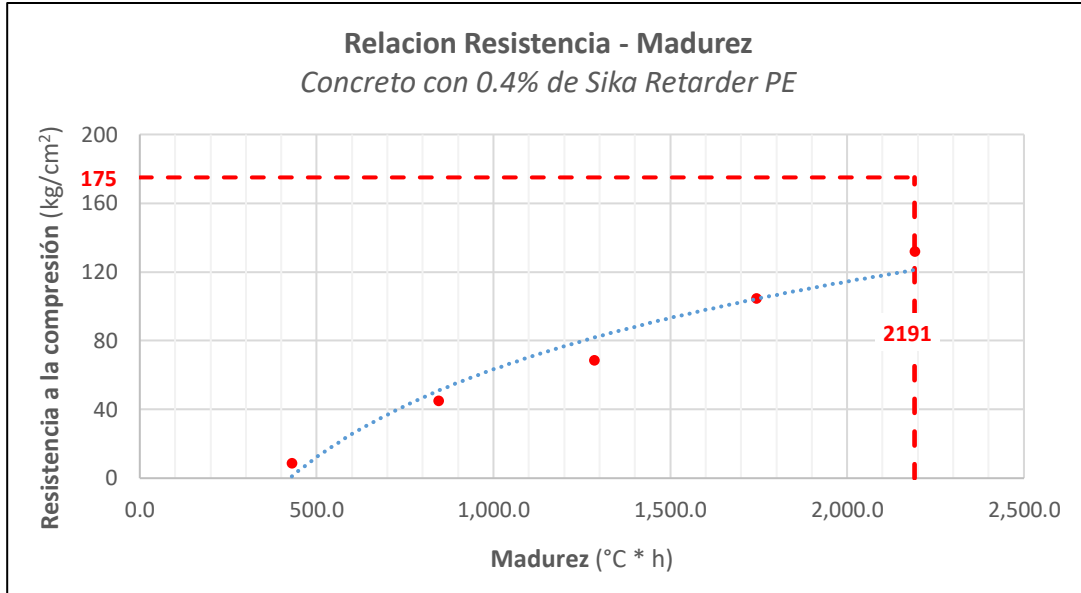
Relación resistencia-madurez del concreto con 0.4% de Sika Retarder PE.



Fuente: Propia.

Figura 24.

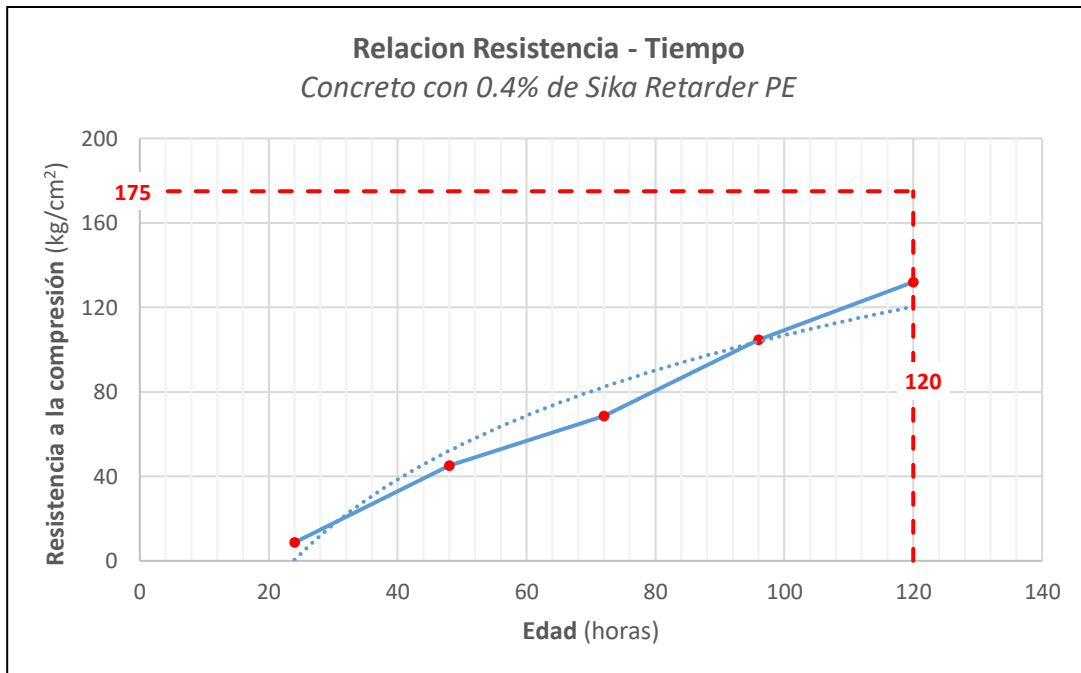
Madurez del concreto con 0.4% de Sika Retarder PE equivalente a la resistencia objetivo.



Fuente: Propia.

Figura 28.

Relación resistencia-tiempo del concreto con 0.4% de Sika Retarder PE.



Fuente: Propia.

3.3.4. Resistencia objetivo

Tabla 29.

Ganancia de tiempo en conocer la resistencia objetivo en cada tipo de concreto.

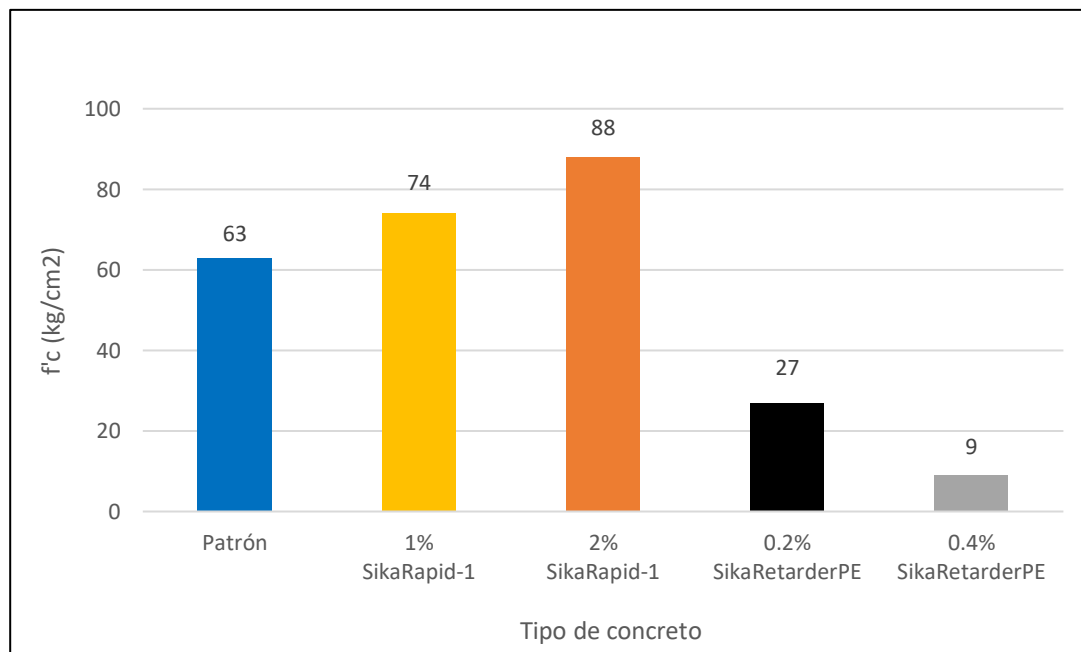
Tipo de concreto	f ^c - ASTM C39 (h)	f ^c - ASTM C1074 (h)	Ahorro de tiempo (h)
Patrón	95	85	9
1% SikaRapid-1	96	70	26
2% SikaRapid-1	72	61	11
0.2% Sika Retarder PE	120	116	4
0.4% Sika Retarder PE	NA*	NA*	NA*

Fuente: Propia. *En este caso no se puede aplicar el método de madurez para encontrar 175kg/cm², puesto que, incluso a la máxima edad evaluada correspondiente a 5 días, no se llegó a la resistencia mencionada.

3.3.5. Influencia de los aditivos Sika Rapid-1 y Sika Retarder PE

Figura 26.

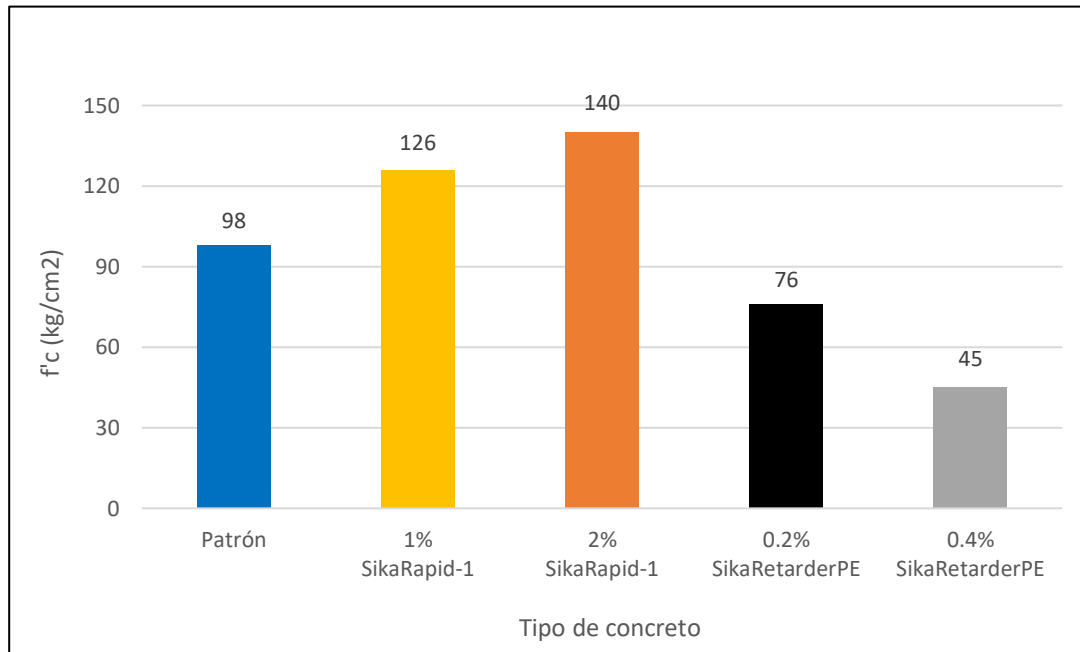
Resistencia a la compresión de los concretos a 1 día de curado.



Fuente: Propia.

Figura 27.

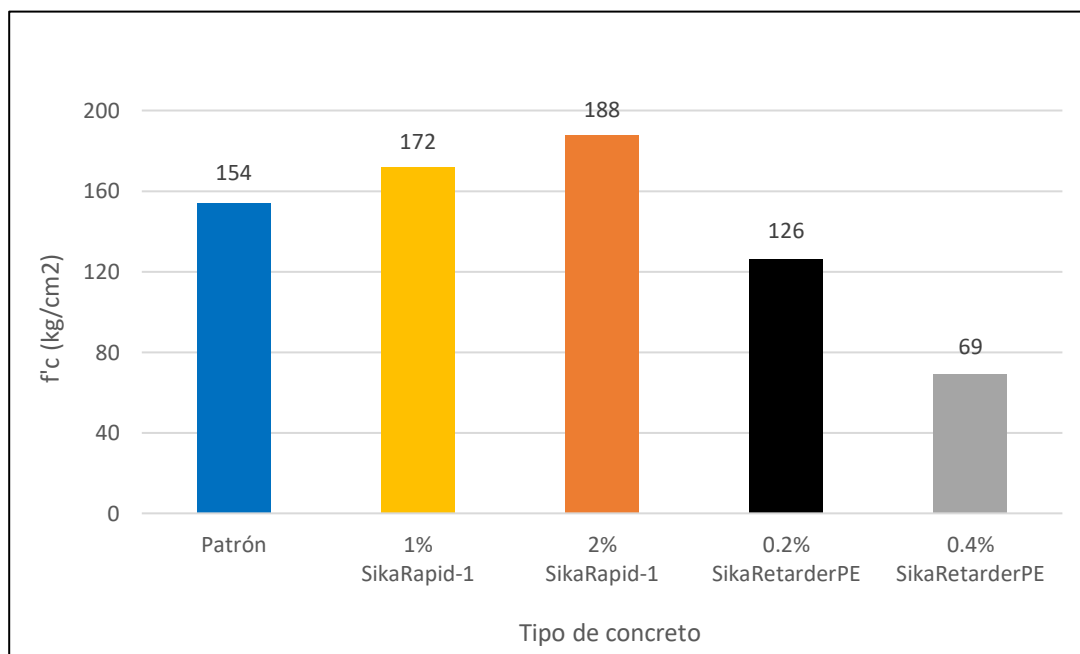
Resistencia a la compresión de los concretos a 2 días de curado.



Fuente: Propia.

Figura 28.

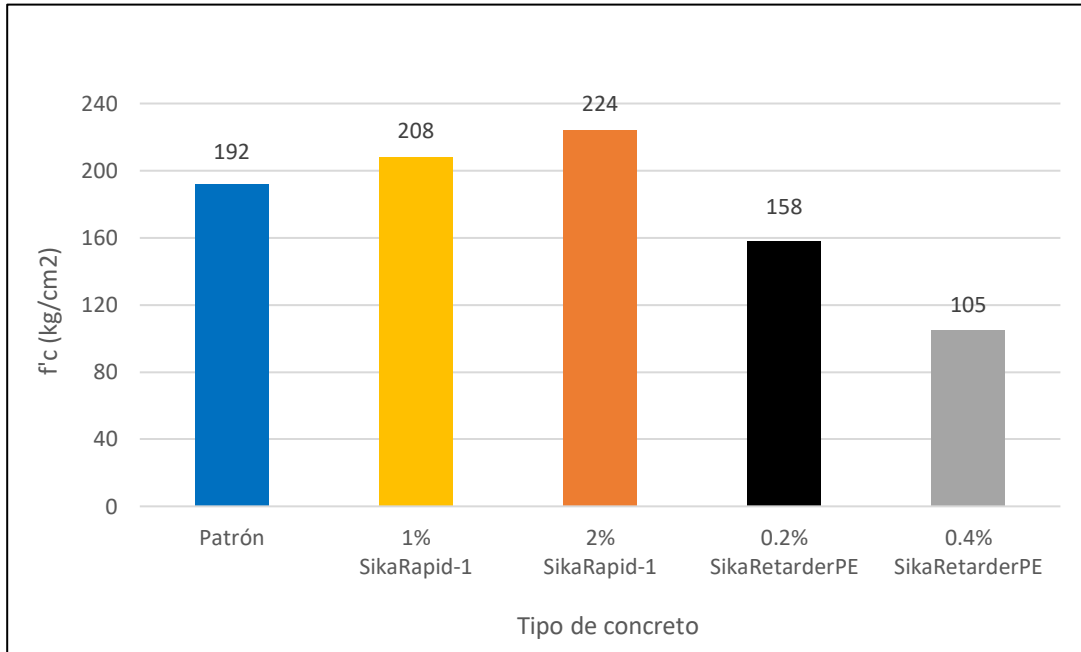
Resistencia a la compresión de los concretos a 3 días de curado.



Fuente: Propia.

Figura 29.

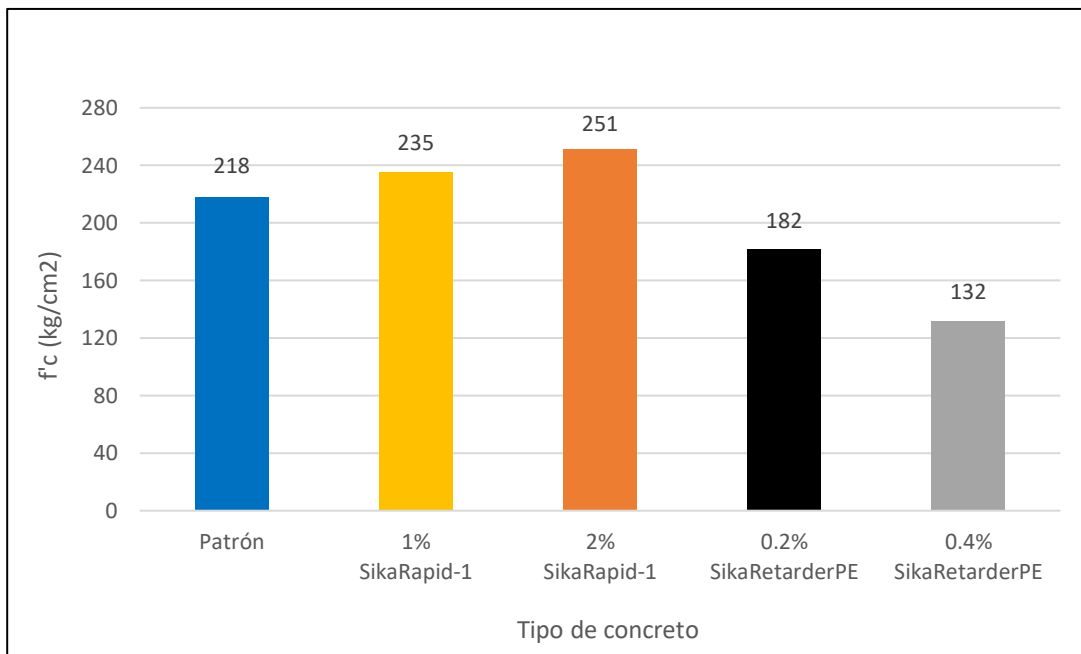
Resistencia a la compresión de los concretos a 4 días de curado.



Fuente: Propia.

Figura 30.

Resistencia a la compresión de los concretos a 5 días de curado.



Fuente: Propia.

3.4. Prueba de hipótesis

3.4.1. Análisis de normalidad

Tabla 30.

Prueba de normalidad para resistencia a la compresión a 1 día de curado.

Concreto	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Significancia
Patrón	0.871	3	0.298
1% de SikaRapid-1	0.964	3	0.637
2% de SikaRapid-1	0.980	3	0.726
0.2% de Sika Retarder PE	0.923	3	0.463
0.4% de Sika Retarder PE	0.923	3	0.463

Fuente: IBM SPSS Statistics.

Tabla 31.

Prueba de normalidad para resistencia a la compresión a 2 días de curado.

Concreto	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Significancia
Patrón	0.964	3	0.637
1% de SikaRapid-1	1.000	3	1.000
2% de SikaRapid-1	0.842	3	0.220
0.2% de Sika Retarder PE	0.977	3	0.712
0.4% de Sika Retarder PE	0.923	3	0.463

Fuente: IBM SPSS Statistics.

Tabla 32.

Prueba de normalidad para resistencia a la compresión a 3 días de curado.

Concreto	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Significancia
Patrón	0.750	3	0.080
1% de SikaRapid-1	0.997	3	0.900
2% de SikaRapid-1	0.976	3	0.702
0.2% de Sika Retarder PE	0.993	3	0.843
0.4% de Sika Retarder PE	0.993	3	0.843

Fuente: IBM SPSS Statistics.

Tabla 33.

Prueba de normalidad para resistencia a la compresión a 4 días de curado.

Concreto	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Significancia
Patrón	0.750	3	0.090
1% de SikaRapid-1	0.824	3	0.174
2% de SikaRapid-1	0.987	3	0.780
0.2% de Sika Retarder PE	0.993	3	0.843
0.4% de Sika Retarder PE	0.932	3	0.497

Fuente: IBM SPSS Statistics.

Tabla 34.

Prueba de normalidad para resistencia a la compresión a 5 días de curado.

Concreto	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Significancia
Patrón	0.999	3	0.948
1% de SikaRapid-1	0.942	3	0.537
2% de SikaRapid-1	0.821	3	0.165
0.2% de Sika Retarder PE	0.750	3	0.000
0.4% de Sika Retarder PE	0.842	3	0.220

Fuente: IBM SPSS Statistics.

3.4.2. Análisis de varianza

Tabla 35.

Prueba de varianza para resistencia a la compresión a 1 día de curado.

	Suma de cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	Sig
Entre grupos	13356.400	4	3339.100	289.517	0.000
Dentro de grupos	115.333	10	11.533		
Total	13471.733	14			

Fuente: IBM SPSS Statistics.

Tabla 36.

Prueba de varianza para resistencia a la compresión a 2 días de curado.

	Suma de cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	Sig
Entre grupos	17466.267	4	4366.567	121.069	0.000
Dentro de grupos	360.667	10	36.067		
Total	17826.933	14			

Fuente: IBM SPSS Statistics.

Tabla 37.

Prueba de varianza para resistencia a la compresión a 3 días de curado.

	Suma de cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	Sig
Entre grupos	26295.600	4	6573.900	163.530	0.000
Dentro de grupos	402.000	10	40.200		
Total	26697.600	14			

Fuente: IBM SPSS Statistics.

Tabla 38.

Prueba de varianza para resistencia a la compresión a 4 días de curado.

	Suma de cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	Sig
Entre grupos	26928.000	4	6732.000	251.820	0.000
Dentro de grupos	267.333	10	26.733		
Total	27195.333	14			

Fuente: IBM SPSS Statistics.

Tabla 39.

Prueba de varianza para resistencia a la compresión a 5 días de curado.

	Suma de cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	Sig
Entre grupos	27019.600	4	6754.900	75.898	0.000
Dentro de grupos	890.000	10	89.000		
Total	27909.600	14			

Fuente: IBM SPSS Statistics.

3.4.3. Análisis post hoc

Tabla 40.

Prueba post hoc para resistencia a la compresión a 1 día de curado.

Tipo de concreto	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		1	2	3	4	5
0.4% de SikaRetarder PE	3	8.67				
0.2% de SikaRetarder PE	3		26.67			
Patrón	3			62.67		
1% de SikaRapid-1	3				74.33	
2% de SikaRapid-1	3					88.33
Significancia		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: IBM SPSS Statistics.

Tabla 41.

Prueba post hoc para resistencia a la compresión a 2 días de curado.

Tipo de concreto	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
0.4% de SikaRetarder PE	3	45.00			
0.2% de SikaRetarder PE	3		76.33		
Patrón	3			98.00	
1% de SikaRapid-1	3				126.00
2% de SikaRapid-1	3				140.00
Significancia		1.000	1.000	1.000	0.098

Fuente: IBM SPSS Statistics.

Tabla 42.

Prueba post hoc para resistencia a la compresión a 3 días de curado.

Tipo de concreto	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
0.4% de SikaRetarder PE	3	68.67			
0.2% de SikaRetarder PE	3		126.00		
Patrón	3			153.67	
1% de SikaRapid-1	3				171.67
2% de SikaRapid-1	3				188.00
Significancia		1.000	1.000	1.000	0.062

Fuente: IBM SPSS Statistics.

Tabla 43.

Prueba post hoc para resistencia a la compresión a 4 días de curado.

Tipo de concreto	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		1	2	3	4	5
0.4% de SikaRetarder PE	3	104.67				
0.2% de SikaRetarder PE	3		158.33			
Patrón	3			191.67		
1% de SikaRapid-1	3				207.67	
2% de SikaRapid-1	3					224.33
Significancia		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: IBM SPSS Statistics.

Tabla 44.

Prueba post hoc para resistencia a la compresión a 5 días de curado.

Tipo de concreto	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
0.4% de SikaRetarder PE	3	132.00			
0.2% de SikaRetarder PE	3		181.67		
Patrón	3			217.67	
1% de SikaRapid-1	3			235.00	235.00
2% de SikaRapid-1	3				250.67
Significancia		1.000	1.000	0.237	0.317

Fuente: IBM SPSS Statistics.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

Los resultados obtenidos luego de haber realizado los ensayos de resistencia a la compresión a los diferentes tipos de concreto elaborados, fueron procesados con ayuda del software estadístico IBM SPSS, con el objetivo de poder aceptar o descartar la hipótesis planteada. Por ello, sabiendo que se tiene un tamaño de muestra “n” inferior a 50, y se planteó un nivel de confianza del 95%, lo que resultaría en una significancia del 5%; se empezó por los análisis de normalidad, trabajando con la prueba de Shapiro Wilk por los motivos ya enumerados, donde, en vista que las significancias resultaron mayores a 0.05, no se puede rechazar la hipótesis nula, es decir la muestra se distribuye de manera normal. En segunda instancia, a raíz de lo ocurrido en la prueba anterior, se da pie al análisis de varianza haciendo uso de una prueba paramétrica, en este caso, la prueba Anova de un factor; llegando a concluir luego de observar que las significancias arrojadas son inferiores a 0.05, que la diferencia entre la varianza o la desviación estándar de la población y la varianza o la desviación estándar hipotética es estadísticamente significativa; lo que quiere decir que se debe aceptar la hipótesis alternativa. Finalmente, y a raíz de lo arrojado por la prueba anterior, se procede al análisis post hoc haciendo uso de la prueba paramétrica de Tukey, llegando a determinar estadísticamente que la adición de 2% de SikaRapid-1 genera la mayor influencia significativa positiva; y, por el contrario, 0.4% de Sika Retarder PE genera la mayor influencia significativa negativa sobre la variable mencionada.

El desarrollo de la parte experimental de este estudio se inicia con la caracterización del agregado fino y agregado grueso; la cual consiste en un conjunto de ensayos realizados en laboratorio a los áridos mencionados; luego de haberlos cuarteado con la finalidad de

obtener muestras o porciones representativas de cada material. El primer ensayo realizado fue el análisis granulométrico, el cual tiene su procedimiento normado en la NTP.400.012, y concierne a ambos agregados; donde luego de procesar los datos, los porcentajes pasantes deben encontrarse dentro de los rangos prescritos en la NTP.400.037; por otra parte, el módulo de finura del agregado fino arrojó un valor de 3.11, encontrándose en el límite del rango permitido para ser referido como una arena gruesa, ya que debe estar comprendido entre 2.3 a 3.1. Los demás ensayos que se realizaron fueron el contenido de humedad, peso específico, absorción y peso unitario; sin embargos sus respectivas normativas no definen límites para que las muestras sean o no aceptadas. De igual manera, se realizó la granulometría del agregado grueso bajo la normativa ya mencionada líneas arriba, pudiendo determinar que se trata de una piedra de tamaño máximo nominal de $\frac{3}{4}$ " , y sus valores resultantes correspondientes a los porcentajes pasantes se encuentran dentro de los límites mínimos y máximos permitidos para un agregado de Huso6 enumerados en la NTP.400.037. Los demás ensayos que se realizaron fueron el contenido de humedad, peso específico, absorción y peso unitario; sin embargos sus respectivas normativas tampoco definen límites para que las muestras sean o no aceptadas al igual que con el agregado fino. Con los valores registrados luego de conocer las características de los agregados, se realizaron 5 diseños de mezcla siguiendo los pasos del método ACI 211.1, teniendo en cuenta el la densidad del cemento tipo MS, y la del aditivo acelerante y retardante, teniendo concretos f^c 210kg/cm² con 0% de adición, 1% de SikaRapid-1, 2% de SikaRapid-1, 0.2% de Sika Retarder PE y 0.4% de Sika Retarder PE; llegando a encontrar los pesos de cada material a emplear por cada m³ de concreto, los mismos que se proporcionaron para tandas de 30L para realizar en el laboratorio; satisfaciendo de esa forma los 28L mínimos requeridos por la

normativa NTP.339.036. En las tablas N°14, N°15, N°16, N°17 y N°18 se observa el registro de las temperaturas alcanzadas por cada concreto en intervalos de 1 hora durante el periodo de 5 días; dicho registro sirve para el cálculo de la madurez correspondiente a cada hora tras aplicar la fórmula prescrita en su normativa correspondiente. Por otra parte, en las tablas N°19, N°20, N°21, N°22 y N°23 se muestran los valores independientes y promedio de la propiedad de resistencia a la compresión luego de haber evaluado 3 especímenes en cada caso por el método tradicional de rotura de probetas. Asimismo, en las tablas enumeradas desde la N°24 hasta la N°28, se evidencia la relación que se genera entre la madurez calculada a cada edad planteada y la resistencia a la compresión alcanzada, generando de esta manera las respectivas curvas de madurez correspondientes a cada concreto según se puede observar en las figuras N°9, N°12, N°15, N°18 y N°21; creando, además, sus ecuaciones respectivas. En la tabla N°29 se aprecia la ganancia de tiempo en conocer la resistencia objetivo en cada tipo de concreto, encontrando que aplicando el método de madurez se puede optimizar hasta 26 horas de trabajo en comparación con el método tradicional de rotura de probetas. Finalmente, para todas las edades evaluadas, con SikaRapid-1 se encontró una relación directamente proporcional entre las variables; y, por el contrario, con Sika Retarder PE se encontró una relación proporcionalmente inversa.

La presente investigación se propuso como objetivo principal determinar la influencia del uso de aditivos acelerantes y retardantes en el desarrollo de resistencia a la compresión de un concreto f^c 210 kg/cm² medidas por el método de madurez en la ciudad de Trujillo, 2021; considerando para ello algunos estudios previos de otros autores, por ejemplo, la investigación de Castellón y De La Ossa (2013), quien llegaron a concluir que los aditivos que emplearon tuvieron un comportamiento en la confección

de los concretos y en los valores de resistencia alcanzados a la edad de 28 días; donde el retardante resultó inversamente proporcional a la relación agua–cemento del mismo; y, comparando con la presente tesis, reforzamos dicha conclusión ya que de la misma forma se encontró una relación proporcionalmente inversa al aplicar Sika Retarder PE.

Otro estudio que se tomó en consideración fue el desarrollado por Apac y Rojas (2021), quienes luego de analizar sus resultados nos comentan que, para la preparación de los concretos en climas de bajas temperaturas, es fundamental el empleo de aditivos acelerantes de última generación con la finalidad de asegurar y mejorar algunas de las propiedades físicas y mecánicas del hormigón, siendo también de uso común en los actuales proyectos de edificación; y, haciendo una comparación con la presente tesis, reforzamos dicha conclusión, ya que también encontramos que la propiedad evaluada correspondiente a la resistencia a la compresión, fue mejorada tras la aplicación de ambas dosis de aditivo acelerante, encontrando como óptimo al porcentaje de 2%.

Otro estudio previo que fue considerado en la presente investigación fue el elaborado por Recabarren y Tafur (2019), quienes luego de completar el desarrollo de su trabajo llegaron a la conclusión de que el método de madurez resulta confiable para evaluar la resistencia a compresión del concreto y además permite optimizar el uso de encofrado de las estructuras verticales y horizontales; acelerando el avance de los procesos que dependen de éstos. En comparación con el presente proyecto, nuevamente se refuerza lo encontrado por el antecedente, ello en vista de que se encontró que con el método de madurez se puede optimizar hasta 26 horas de trabajo en comparación con el método tradicional de rotura de probetas.

4.2. Conclusiones

- Se determinó la influencia del uso de aditivos acelerantes y retardantes en el desarrollo de resistencia a la compresión de un concreto $f'c$ 210 kg/cm² medidas por el método de madurez en la ciudad de Trujillo; encontrando que con la aplicación de esta metodología se optimizan tiempos al conocer una resistencia objetivo específica.
- Se determinaron las características del agregado fino y del agregado grueso, pudiendo realizar, con los valores encontrados, el diseño de mezcla correspondiente para cada tipo de concreto con adición de aditivo acelerante y retardante con $f'c$ de 210 kg/cm².
- Se determinó la influencia de los porcentajes utilizados de aditivo acelerante y retardante sobre la resistencia a la compresión del concreto medido por el método de madurez, concluyendo que, con SikaRapid-1 se encontró una relación directamente proporcional entre las variables; y, por el contrario, con Sika Retarder PE se encontró una relación proporcionalmente inversa. Asimismo, el método de madurez llega a optimizar tiempos para encontrar una resistencia a la compresión objetivo, repercutiendo de manera positiva en la agilización de procesos constructivos.
- Se realizó la prueba de hipótesis a los resultados de resistencia a la compresión, aplicando análisis de normalidad, análisis de varianza y análisis post hoc; llegando a determinar estadísticamente que la adición de 2% de SikaRapid-1 genera la mayor influencia significativa positiva; y, por el contrario, 0.4% de Sika Retarder PE genera la mayor influencia significativa negativa sobre la variable mencionada.

4.3. Recomendaciones

- Se recomienda a todas las personas que trabajan con concreto al empleo del aditivo SikaRapid-1 si las condiciones ameritan una reducción en el tiempo de fraguado, y, por ende, una obtención de resistencias mayores a edades iniciales e incluso finales. Por otro lado, se recomienda el empleo del aditivo Sika Retarder PE si las condiciones ameritan un alargamiento en el tiempo de fraguado: pero teniendo en cuenta los valores de resistencia a la compresión que puedan obtenerse sobre todo a edades iniciales.

- Se recomienda a los futuros investigadores que quieran profundizar en el tema evaluado, a tener cuidado con las sobredosificaciones de aditivos; por ello, regirse a los rangos sugeridos en la ficha técnica de cada producto; y, en cambio, evaluar desde otra perspectiva, por ejemplo, en cuanto a costos, etc.

- Se recomienda al empleo in situ del método de madurez, puesto que resulta de gran beneficio para conocer una edad específica en la que tardaría un concreto, analizado previamente en laboratorio, en llegar a una resistencia objetivo; de tal manera que se puedan acelerar los procesos constructivos con la seguridad de no estar incidiendo de manera negativa sobre los elementos confeccionados con dicho material.

- Se recomienda a los estudiantes de ingeniería civil y carreras afines, a seguir con la investigación en temas que resulten de beneficio para la sociedad, de manea que se puedan originar nuevas líneas de estudio y antecedentes para terceros.

REFERENCIAS

- Apac, J.; Rojas, V. (2021). Aditivos acelerantes para mejorar las propiedades físico-mecánicas del hormigón en climas de bajas temperaturas. Universidad Ricardo Palma. Lima – Perú.
- ARGOS (2022). Acelerantes para el concreto: Tipos y beneficios. 360 en Concreto. Colombia.
- ASTM C494. (2017). Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete. U.S.A.
- Bolívar, G. (2018). Análisis de la resistencia a la compresión $f'c$ del concreto hidráulico adicionado con silicato de sodio, mediante ensayos de madurez y resistencia a la compresión. Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas. Bogotá – Colombia.
- Campoverde, S.; Muñoz, D. (2015). Estudio experimental del uso de diferentes aditivos como plastificantes reductores de agua en la elaboración de hormigón y su influencia en la propiedad de resistencia a la compresión. Universidad de Cuenca. Cuenca – Ecuador.
- Carbajal, E. (1999). Tópicos de tecnología del concreto en el Perú. Colegio de Ingenieros del Perú. Lima – Perú.
- Castellón, H.; De la Ossa, K. (2013). Estudio comparativo de la resistencia a la compresión de los concretos elaborados con cementos tipo I y tipo III, modificados con aditivos acelerantes y retardantes. Universidad de Cartagena. Cartagena de Indias – Colombia.

- Ceballos, M. (2016). El concreto, material fundamental para la infraestructura. Construcción y tecnología en concreto. México.
- Corro, H.; Ramos, A. (2015). Correlación entre el índice de madurez de una mezcla de concreto y su resistencia a la compresión. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo – Perú.
- Gallo, F.; Saavedra, A. (2015). Análisis comparativo del comportamiento de los concretos utilizando cemento blanco “Tolteca” y cemento gris “Sol”. Universidad San Martín de Porres. Lima - Perú.
- Huamaní, D.; Solon, L. (2019). Influencia de los aditivos acelerantes de fragua sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido Trujillo, 2019. Universidad Privada del Norte. Trujillo – Perú.
- IMCYC. (2005). Propiedades del concreto. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C. Ciudad de México – México.
- Jucos, S.; Gómez, C. (2021). Análisis del comportamiento del aditivo retardante en el concreto y su influencia en la mejora de la trabajabilidad, en la ciudad de Yurimaguas – Alto Amazonas – Loreto. UPC. Tarapoto – Perú.
- Kosmatka, S.; Kerkhoff, B.; Panarese, W. & Tanesi, J. (2004). Diseño y Control de Mezclas de Concreto. Portland Cement Association. U.S.A.
- NTP.334.001. (2001). Cemento, definiciones y nomenclatura. Perú.
- NTP.339.034. (2015). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. Perú.

NTP.339.035. (2014). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto del cemento portland. Perú.

NTP.339.046. (2014). Ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto). Perú.

NTP.339.183. (2015). Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo.

NTP.339.184. (2014). Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de hormigón (concreto). Perú.

NTP.339.185. (2014). Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. Perú.

NTP.400.012. (2014). Análisis granulométrico del agregado grueso, fino y global. Perú.

NTP.400.017. (2014). Método de ensayo para determinar es peso unitario del agregado. Perú.

NTP.400.021. (2014). Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso. Perú.

NTP.400.022. (2014). Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino. Perú.

NTP.400.037. (2014). AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto. Perú.

O'Reilly, V.; Bancrofft, R.; Ruiz, L. (2010). Las tecnologías del concreto en su ciclo de vida. Concreto y Cemento. Investigación y Desarrollo. Ciudad de México – México.

- Quimbay, R. (2011). Adecuada aplicación del control térmico y de madurez del concreto (calorimetrías del concreto) en la determinación de tiempos de desmolde y descimbre en vivienda. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá – Colombia.
- Ramírez, S. (2020). Optimización y mejora del control de la proyección de mortero en laboratorio. Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos. Barcelona – España.
- Recabarren, D.; Tafur, J. (2019). Optimización del uso de encofrado para losas y columnas f'c 210 kg/cm² con aditivo retardante de fragua utilizando el método de madurez del concreto. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima – Perú.
- Rivva, E. (2000). Naturaleza y Materiales del Concreto. ACI. Lima – Perú.
- Ruiz, R.; Vasallo, M. (2018). Estudio de las propiedades físicas y mecánicas de los concretos elaborados con cementos ICO, MS y UG, Trujillo 2018. Universidad Privada del Norte. Trujillo – Perú.
- Sánchez, D. (2001). Tecnología del concreto y del mortero. Biblioteca de la construcción. Bogotá – Colombia.
- Sika (2019). Hoja de datos del producto Sika Retarder PE. Perú.
- Sika (2019). Hoja de datos del producto SikaRapid-1. Perú.
- Villalobos, V.; Villalobos, C. (2010). Análisis del comportamiento del concreto de resistencia de 210 kg/cm² utilizando el aditivo Sika Plast 200VE. Universidad Rafael Urdaneta. Maracaibo – Venezuela.

ANEXOS

ANEXO N°1: Desarrollo de tesis

- Contenido de humedad de los agregados

Tabla 45.

Contenido de humedad del agregado fino.

Pesos	Unid	Muestra 1	Muestra 2	Prom
Tara	gr	116.8	117.2	
Tara + muestra húmeda	gr	1,154.1	1,169.5	
Tara + muestra seca	gr	1,147.9	1,164.0	
Muestra húmeda	gr	1,037.3	1,052.3	
Muestra seca	gr	1,031.1	1,046.8	
Agua	gr	6.2	5.5	
Contenido de humedad	%	0.6	0.5	0.6

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Tabla 46.

Contenido de humedad del agregado grueso.

Pesos	Unid	Muestra 1	Muestra 2	Prom
Tara	gr	258	310	
Tara + muestra húmeda	gr	3,303	3,347	
Tara + muestra seca	gr	3,291	3,332	
Muestra húmeda	gr	3,045	3,037	
Muestra seca	gr	3,033	3,022	
Agua	gr	12	15	
Contenido de humedad	%	0.4	0.5	0.5

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

- Peso unitario de los agregados

Tabla 47.

Peso unitario del agregado fino.

Pesos	Unid	M1	M2	M3	Prom
Recipiente + muestra suelta	kg	14.560	14.597	14.727	
Recipiente + muestra apisonada	kg	15.963	15.990	15.932	
Recipiente	kg	3.575	3.575	3.575	
Muestra suelta	kg	10.985	11.022	11.152	
Muestra compactada	kg	12.388	12.415	12.357	
Volumen del recipiente	m ³	0.0071	0.0071	0.0071	
Peso unitario suelto	kg/m ³	1,558	1,563	1,582	1,568
Peso unitario compactado	kg/m ³	1,757	1,761	1,753	1,757

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Tabla 48.

Peso unitario del agregado grueso.

Pesos	Unid	M1	M2	M3	Prom
Recipiente + muestra suelta	kg	13.784	13.822	13.790	
Recipiente + muestra apisonada	kg	14.846	14.877	14.831	
Recipiente	kg	3.568	3.568	3.568	
Muestra suelta	kg	10.216	10.254	10.222	
Muestra compactada	kg	11.278	11.309	11.263	
Volumen del recipiente	m ³	0.0071	0.0071	0.0071	
Peso unitario suelto	kg/m ³	1,449	1,454	1,450	1,451
Peso unitario compactado	kg/m ³	1,600	1,604	1,598	1,601

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

- Peso específico y absorción de los agregados

Tabla 49.

Peso específico y absorción del agregado fino.

Pesos	Unid	Muestra 1	Muestra 2	Prom
Muestra secada en horno	gr	500.6	504.0	
Picnómetro lleno de agua	gr	668.5	668.5	
Picnómetro lleno de muestra y agua	gr	983.5	986.4	
Muestra en estado SSS	gr	505.9	509.1	
Peso específico base seca	gr/cm ³	2.62	2.64	2.63
Peso específico base SSS	gr/cm ³	2.65	2.66	2.66
Absorción	%	1.1	1.0	1.1

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Tabla 50.

Peso específico y absorción del agregado grueso.

Pesos	Unid	Muestra 1	Muestra 2	Prom
Muestra secada en horno	gr	2,990	3,008	
Muestra en estado SSS al aire	gr	3,024	3,043	
Muestra saturada en agua	gr	1,932	1,941	
Peso específico base seca	gr/cm ³	2.74	2.73	2.74
Peso específico base SSS	gr/cm ³	2.77	2.76	2.77
Absorción	%	1.1	1.2	1.2

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

- Granulometría de los agregados

Tabla 51.

Granulometría del agregado fino.

Tamiz Estándar	Abertura (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Límites (NTP.400.037)	
						Mín	Máx
3/8"	9.500	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
N°4	4.750	27.6	1.9	1.9	98.1	95	100
N°8	2.360	177.0	11.9	13.8	86.2	80	100
N°16	1.180	413.3	27.8	41.6	58.4	50	85
N°30	0.600	445.1	29.9	71.5	28.5	25	60
N°50	0.300	227.8	15.3	86.8	13.2	5	30
N°100	0.150	128.4	8.6	95.4	4.6	0	10
N°200	0.075	47.6	3.2	98.6	1.4	0	5
Fondo	-	21.2	1.4	100.0	0.0		
		1488.0	100				

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Tabla 52.

Granulometría del agregado grueso.

Tamiz Estándar	Abertura (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Límites Huso 6 (NTP.400.037)	
						Mín	Máx
1 1/2"	37.50						
1"	25.00	0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/4"	19.00	175	3.4	3.4	96.6	90	100
1/2"	12.50	2942	57.9	61.3	38.7	20	55
3/8"	9.50	1596	31.4	92.7	7.3	0	15
N°4	4.75	343	6.8	99.5	0.5	0	5
N°8	2.36	18	0.4	99.9	0.1		
N°16	1.18	0	0.0	99.9	0.1		
Fondo	-	6	0.1	100.0	0.0		
		5080.0	100				

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

- Resistencia a la compresión del concreto

Tabla 53.

Resistencia a la compresión del concreto patrón a 1 día de curado.

Código	Diámetro (cm)	Área (cm²)	Carga Máxima (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm²)
MP210-1	10.0	78.54	4603	59
MP210-2	10.0	78.54	4990	64
MP210-3	10.0	78.54	5077	65
Resistencia promedio				63

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Tabla 54.

Resistencia a la compresión del concreto patrón a 2 días de curado.

Código	Diámetro (cm)	Área (cm²)	Carga Máxima (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm²)
MP210-4	10.0	78.54	8049	102
MP210-5	10.0	78.54	7794	99
MP210-6	10.0	78.54	7282	93
Resistencia promedio				98

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Tabla 55.

Resistencia a la compresión del concreto patrón a 3 días de curado.

Código	Diámetro (cm)	Área (cm²)	Carga Máxima (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm²)
MP210-7	10.0	78.54	11734	149
MP210-8	10.0	78.54	12228	156
MP210-9	10.0	78.54	12262	156
Resistencia promedio				154

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Tabla 56.

Resistencia a la compresión del concreto patrón a 4 días de curado.

Código	Diámetro (cm)	Área (cm²)	Carga Máxima (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm²)
MP210-10	10.0	78.54	15181	193
MP210-11	10.0	78.54	15120	193
MP210-12	10.0	78.54	14852	189
Resistencia promedio				192

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Tabla 57.

Resistencia a la compresión del concreto patrón a 5 días de curado.

Código	Diámetro (cm)	Área (cm²)	Carga Máxima (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm²)
MP210-13	10.0	78.54	17113	218
MP210-14	10.0	78.54	17903	228
MP210-15	10.0	78.54	16268	207
Resistencia promedio				218

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Tabla 58.

Resistencia a la compresión del concreto con 1% de SikaRapid-1 a 1 día de curado.

Código	Diámetro (cm)	Área (cm²)	Carga Máxima (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm²)
210AA1-1	10.0	78.54	5544	71
210AA1-2	10.0	78.54	6018	77
210AA1-3	10.0	78.54	5896	75
Resistencia promedio				74

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Tabla 59.

Resistencia a la compresión del concreto con 1% de SikaRapid-1 a 2 días de curado.

Código	Diámetro (cm)	Área (cm²)	Carga Máxima (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm²)
210AA1-4	10.0	78.54	10102	129
210AA1-5	10.0	78.54	9907	126
210AA1-6	10.0	78.54	9669	123
Resistencia promedio				126

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Tabla 60.

Resistencia a la compresión del concreto con 1% de SikaRapid-1 a 3 días de curado.

Código	Diámetro (cm)	Área (cm²)	Carga Máxima (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm²)
210AA1-7	10.0	78.54	13484	172
210AA1-8	10.0	78.54	13066	166
210AA1-9	10.0	78.54	13926	177
Resistencia promedio				172

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Tabla 61.

Resistencia a la compresión del concreto con 1% de SikaRapid-1 a 4 días de curado.

Código	Diámetro (cm)	Área (cm²)	Carga Máxima (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm²)
210AA1-10	10.0	78.54	16787	214
210AA1-11	10.0	78.54	16075	205
210AA1-12	10.0	78.54	16027	204
Resistencia promedio				208

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Tabla 62.

Resistencia a la compresión del concreto con 1% de SikaRapid-1 a 5 días de curado.

Código	Diámetro (cm)	Área (cm²)	Carga Máxima (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm²)
210AA1-13	10.0	78.54	18172	231
210AA1-14	10.0	78.54	18699	238
210AA1-15	10.0	78.54	18524	236
Resistencia promedio				235

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Tabla 63.

Resistencia a la compresión del concreto con 2% de SikaRapid-1 a 1 día de curado.

Código	Diámetro (cm)	Área (cm²)	Carga Máxima (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm²)
210AA2-1	10.0	78.54	7254	92
210AA2-2	10.0	78.54	7021	89
210AA2-3	10.0	78.54	6609	84
Resistencia promedio				88

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Tabla 64.

Resistencia a la compresión del concreto con 2% de SikaRapid-1 a 2 días de curado.

Código	Diámetro (cm)	Área (cm²)	Carga Máxima (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm²)
210AA2-4	10.0	78.54	10727	137
210AA2-5	10.0	78.54	11393	145
210AA2-6	10.0	78.54	10861	138
Resistencia promedio				140

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Tabla 65.

Resistencia a la compresión del concreto con 2% de SikaRapid-1 a 3 días de curado.

Código	Diámetro (cm)	Área (cm²)	Carga Máxima (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm²)
210AA2-7	10.0	78.54	14807	189
210AA2-8	10.0	78.54	15141	193
210AA2-9	10.0	78.54	14329	182
Resistencia promedio				188

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Tabla 66.

Resistencia a la compresión del concreto con 2% de SikaRapid-1 a 4 días de curado.

Código	Diámetro (cm)	Área (cm²)	Carga Máxima (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm²)
210AA2-10	10.0	78.54	18010	229
210AA2-11	10.0	78.54	17221	219
210AA2-12	10.0	78.54	17643	225
Resistencia promedio				224

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Tabla 67.

Resistencia a la compresión del concreto con 2% de SikaRapid-1 a 5 días de curado.

Código	Diámetro (cm)	Área (cm²)	Carga Máxima (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm²)
210AA2-13	10.0	78.54	20705	264
210AA2-14	10.0	78.54	19112	243
210AA2-15	10.0	78.54	19239	245
Resistencia promedio				251

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Tabla 68.

Resistencia a la compresión del concreto con 0.2% de SikaRetarderPE a 1 día de curado.

Código	Diámetro (cm)	Área (cm²)	Carga Máxima (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm²)
210AR0.2-1	10.0	78.54	2191	28
210AR0.2-2	10.0	78.54	1712	22
210AR0.2-3	10.0	78.54	2366	30
Resistencia promedio				27

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Tabla 69.

Resistencia a la compresión del concreto con 0.2% de SikaRetarderPE a 2 días de curado.

Código	Diámetro (cm)	Área (cm²)	Carga Máxima (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm²)
210AR0.2-4	10.0	78.54	6103	78
210AR0.2-5	10.0	78.54	5206	66
210AR0.2-6	10.0	78.54	6652	85
Resistencia promedio				76

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Tabla 70.

Resistencia a la compresión del concreto con 0.2% de SikaRetarderPE a 3 días de curado.

Código	Diámetro (cm)	Área (cm²)	Carga Máxima (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm²)
210AR0.2-7	10.0	78.54	9025	115
210AR0.2-8	10.0	78.54	10008	127
210AR0.2-9	10.0	78.54	10679	136
Resistencia promedio				126

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Tabla 71.

Resistencia a la compresión del concreto con 0.2% de SikaRetarderPE a 4 días de curado.

Código	Diámetro (cm)	Área (cm²)	Carga Máxima (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm²)
210AR0.2-10	10.0	78.54	12196	155
210AR0.2-11	10.0	78.54	12704	162
210AR0.2-12	10.0	78.54	12426	158
Resistencia promedio				158

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Tabla 72.

Resistencia a la compresión del concreto con 0.2% de SikaRetarderPE a 5 días de curado.

Código	Diámetro (cm)	Área (cm²)	Carga Máxima (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm²)
210AR0.2-13	10.0	78.54	14425	184
210AR0.2-14	10.0	78.54	13870	177
210AR0.2-15	10.0	78.54	14427	184
Resistencia promedio				182

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Tabla 73.

Resistencia a la compresión del concreto con 0.4% de SikaRetarderPE a 1 día de curado.

Código	Diámetro (cm)	Área (cm²)	Carga Máxima (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm²)
210AR0.4-1	10.0	78.54	567	7
210AR0.4-2	10.0	78.54	877	11
210AR0.4-3	10.0	78.54	648	8
Resistencia promedio				9

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Tabla 74.

Resistencia a la compresión del concreto con 0.4% de SikaRetarderPE a 2 días de curado.

Código	Diámetro (cm)	Área (cm²)	Carga Máxima (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm²)
210AR0.4-4	10.0	78.54	3176	40
210AR0.4-5	10.0	78.54	4068	52
210AR0.4-6	10.0	78.54	3352	43
Resistencia promedio				45

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Tabla 75.

Resistencia a la compresión del concreto con 0.4% de SikaRetarderPE a 3 días de curado.

Código	Diámetro (cm)	Área (cm²)	Carga Máxima (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm²)
210AR0.4-7	10.0	78.54	5383	69
210AR0.4-8	10.0	78.54	5068	65
210AR0.4-9	10.0	78.54	5643	72
Resistencia promedio				69

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Tabla 76.

Resistencia a la compresión del concreto con 0.4% de SikaRetarderPE a 4 días de curado.

Código	Diámetro (cm)	Área (cm²)	Carga Máxima (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm²)
210AR0.4-10	10.0	78.54	8728	111
210AR0.4-11	10.0	78.54	7545	96
210AR0.4-12	10.0	78.54	8412	107
Resistencia promedio				105

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Tabla 77.

Resistencia a la compresión del concreto con 0.4% de SikaRetarderPE a 5 días de curado.

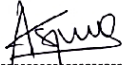
Código	Diámetro (cm)	Área (cm²)	Carga Máxima (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm²)
210AR0.4-13	10.0	78.54	11089	141
210AR0.4-14	10.0	78.54	10805	138
210AR0.4-15	10.0	78.54	9194	117
Resistencia promedio				132

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

ANEXO N°2: Matriz para evaluación de experto

Figura 35.

Matriz para la evaluación de expertos.

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS				
Título de la investigación:	Influencia del uso de aditivos acelerantes y retardantes en el desarrollo de resistencia a la compresión de un concreto F'c 210 kg/cm2 medidas por el método de madurez en la ciudad de Trujillo, 2021			
Línea de investigación:	Tecnologías Emergentes			
Apellidos y nombres del experto:	Ing. Vásquez Díaz, Alberto Rubén			
El instrumento de medición pertenece a las variables:	Resistencia a la compresión del concreto.			
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.				
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	✓		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	✓		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	✓		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	✓		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	✓		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	✓		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	✓		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	✓		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	✓		
Sugerencias:				
Firma del experto:				
 <small>Alberto Rubén Vásquez Díaz ING. CIVIL R. C.I.P. N° 166228</small>				
Ing. Vásquez Díaz, Alberto Rubén				

Fuente: Propia.

ANEXO N°3: Certificados de los ensayos de laboratorio

Figura 37.

Certificado del contenido de humedad del agregado fino.

CONTENIDO DE HUMEDAD				
NORMA DE ENSAYO NTP 339.185				
1. INFORMACION GENERAL				
SOLICITANTE	:	ANTHONY WILLIAMS BAZAN DE LA CRUZ		
MATERIAL	:	AGREGADO FINO - ARENA GRUESA ZARANDEADA		
PROCEDENCIA	:	CANTERA QUEBRADA EL LEON - SECTOR EL MILAGRO - HUANCHACO		
FECHA DE ENSAYO	:	23/09/2021		
2. RESULTADOS DEL ENSAYO				
Descripcion	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso recipiente	gr	116.8	117.2	
Peso recipiente + muestra humeda	gr	1,154.1	1,169.5	
Peso recipiente + muestra seca	gr	1,147.9	1,164.0	
Peso de muestra humeda	gr	1,037.3	1,052.3	
Peso de muestra seca	gr	1,031.1	1,046.8	
Peso de agua	gr	6.2	5.5	
Contenido de humedad	%	0.6	0.5	0.6
OBSERVACIONES:				
La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.				
La identificacion y procedencia del material es informacion proporcionada por el Solicitante.				

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Figura 39.

Certificado del peso unitario del agregado fino.

PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO					
NORMA DE ENSAYO NTP 400.017					
1. INFORMACION GENERAL					
SOLICITANTE	:	ANTHONY WILLIAMS BAZAN DE LA CRUZ			
MATERIAL	:	AGREGADO FINO - ARENA GRUESA ZARANDEADA			
PROCEDENCIA	:	CANTERA QUEBRADA EL LEON - SECTOR EL MILAGRO - HUANCHACO			
FECHA DE ENSAYO	:	23/09/2021			
2. RESULTADOS DEL ENSAYO					
Descripcion	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Promedio
Peso recipiente + muestra suelta	kg	14.560	14.597	14.727	
Peso recipiente + muestra apisonada	kg	15.963	15.990	15.932	
Peso de recipiente	kg	3.575	3.575	3.575	
Peso de muestra en estado suelto	kg	10.985	11.022	11.152	
Peso de muestra en estado compactado	kg	12.388	12.415	12.357	
Volumen del recipiente	m ³	0.0071	0.0071	0.0071	
Peso unitario suelto	kg/m ³	1,558	1,563	1,582	1,568
Peso unitario compactado	kg/m ³	1,757	1,761	1,753	1,757
OBSERVACIONES:					
La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.					
La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.					

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Figura 41.

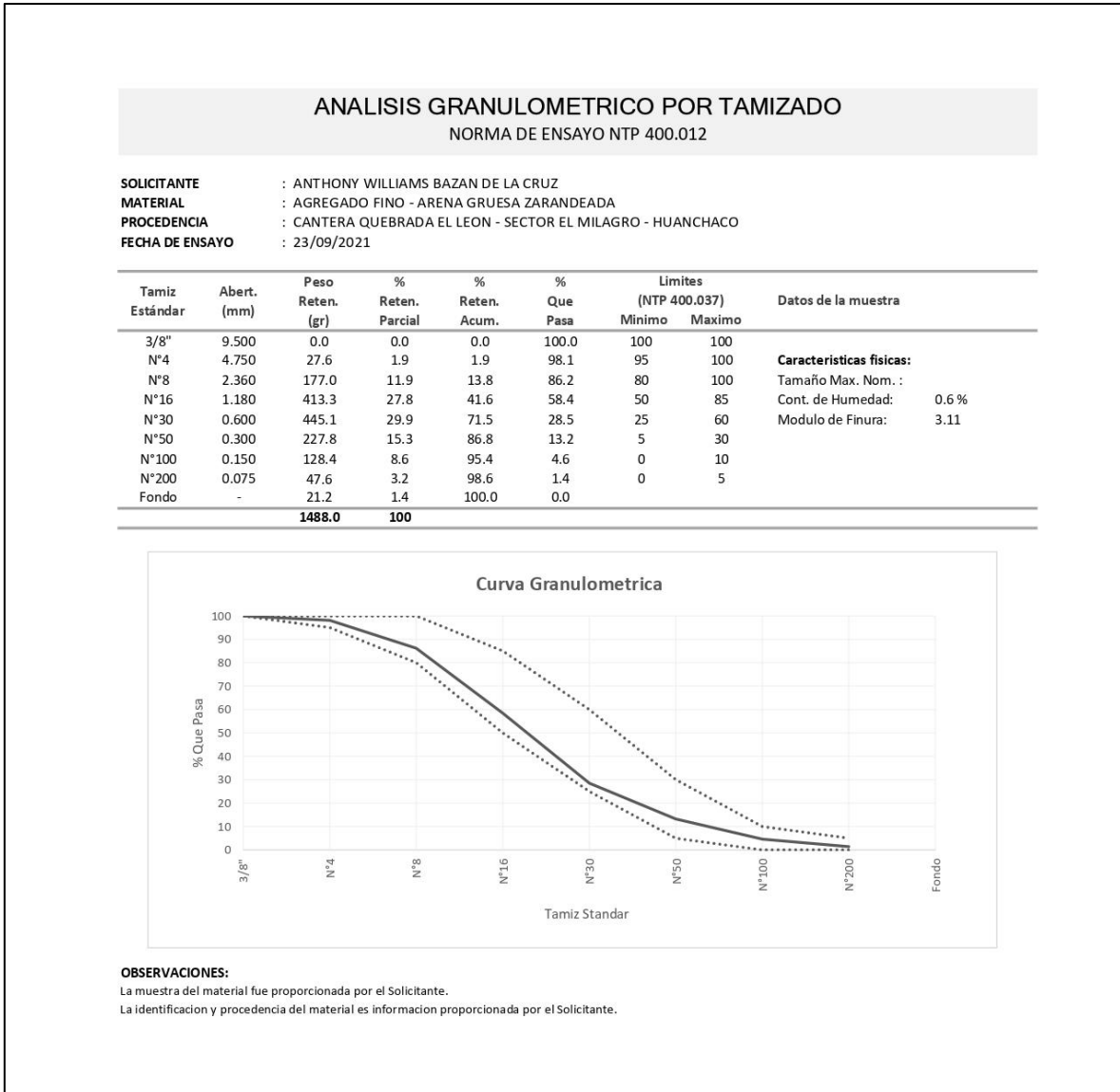
Certificado del peso específico y absorción del agregado fino.

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION				
NORMA DE ENSAYO NTP 400.022				
1. INFORMACION GENERAL				
SOLICITANTE	:	ANTHONY WILLIAMS BAZAN DE LA CRUZ		
MATERIAL	:	AGREGADO FINO - ARENA GRUESA ZARANDEADA		
PROCEDENCIA	:	CANTERA QUEBRADA EL LEON - SECTOR EL MILAGRO - HUANCHACO		
FECHA DE ENSAYO	:	23/09/2021		
2. RESULTADOS DEL ENSAYO				
Descripcion	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso de la muestra secada en horno al aire	gr	500.6	504.0	
Peso del pignometro lleno de agua	gr	668.5	668.5	
Peso del pignometro lleno de muestra y agua	gr	983.5	986.4	
Peso de la muestra en estado SSS	gr	505.9	509.1	
Peso específico base seca	gr/cm ³	2.62	2.64	2.63
Peso específico base SSS	gr/cm ³	2.65	2.66	2.66
Absorción	%	1.1	1.0	1.1
OBSERVACIONES:				
La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.				
La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.				

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Figura 43.

Certificado del análisis granulométrico del agregado fino.



Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Figura 45.

Certificado del contenido de humedad del agregado grueso.

CONTENIDO DE HUMEDAD				
NORMA DE ENSAYO NTP 339.185				
1. INFORMACION GENERAL				
SOLICITANTE	:	ANTHONY WILLIAMS BAZAN DE LA CRUZ		
MATERIAL	:	AGREGADO GRUESO - PIEDRA CHANCADA TMN = 3/4"		
PROCEDENCIA	:	CANTERA QUEBRADA EL LEON - SECTOR EL MILAGRO - HUANCHACO		
FECHA DE ENSAYO	:	23/09/2021		
2. RESULTADOS DEL ENSAYO				
Descripcion	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso recipiente	gr	258	310	
Peso recipiente + muestra humeda	gr	3,303	3,347	
Peso recipiente + muestra seca	gr	3,291	3,332	
Peso de muestra humeda	gr	3,045	3,037	
Peso de muestra seca	gr	3,033	3,022	
Peso de agua	gr	12	15	
Contenido de humedad	%	0.4	0.5	0.5
OBSERVACIONES:				
La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.				
La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.				

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Figura 47.

Certificado del peso unitario del agregado grueso.

PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO					
NORMA DE ENSAYO NTP 400.017					
1. INFORMACION GENERAL					
SOLICITANTE	:	ANTHONY WILLIAMS BAZAN DE LA CRUZ			
MATERIAL	:	AGREGADO GRUESO - PIEDRA CHANCADA TMN = 3/4"			
PROCEDENCIA	:	CANTERA QUEBRADA EL LEON - SECTOR EL MILAGRO - HUANCHACA			
FECHA DE ENSAYO	:	23/09/2021			
2. RESULTADOS DEL ENSAYO					
Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Promedio
Peso recipiente + muestra suelta	kg	13.784	13.822	13.790	
Peso recipiente + muestra apisonada	kg	14.846	14.877	14.831	
Peso de recipiente	kg	3.568	3.568	3.568	
Peso de muestra en estado suelto	kg	10.216	10.254	10.222	
Peso de muestra en estado compactado	kg	11.278	11.309	11.263	
Volumen del recipiente	m ³	0.0071	0.0071	0.0071	
Peso unitario suelto	kg/m ³	1,449	1,454	1,450	1,451
Peso unitario compactado	kg/m ³	1,600	1,604	1,598	1,601
OBSERVACIONES:					
La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.					
La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.					

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Figura 49.

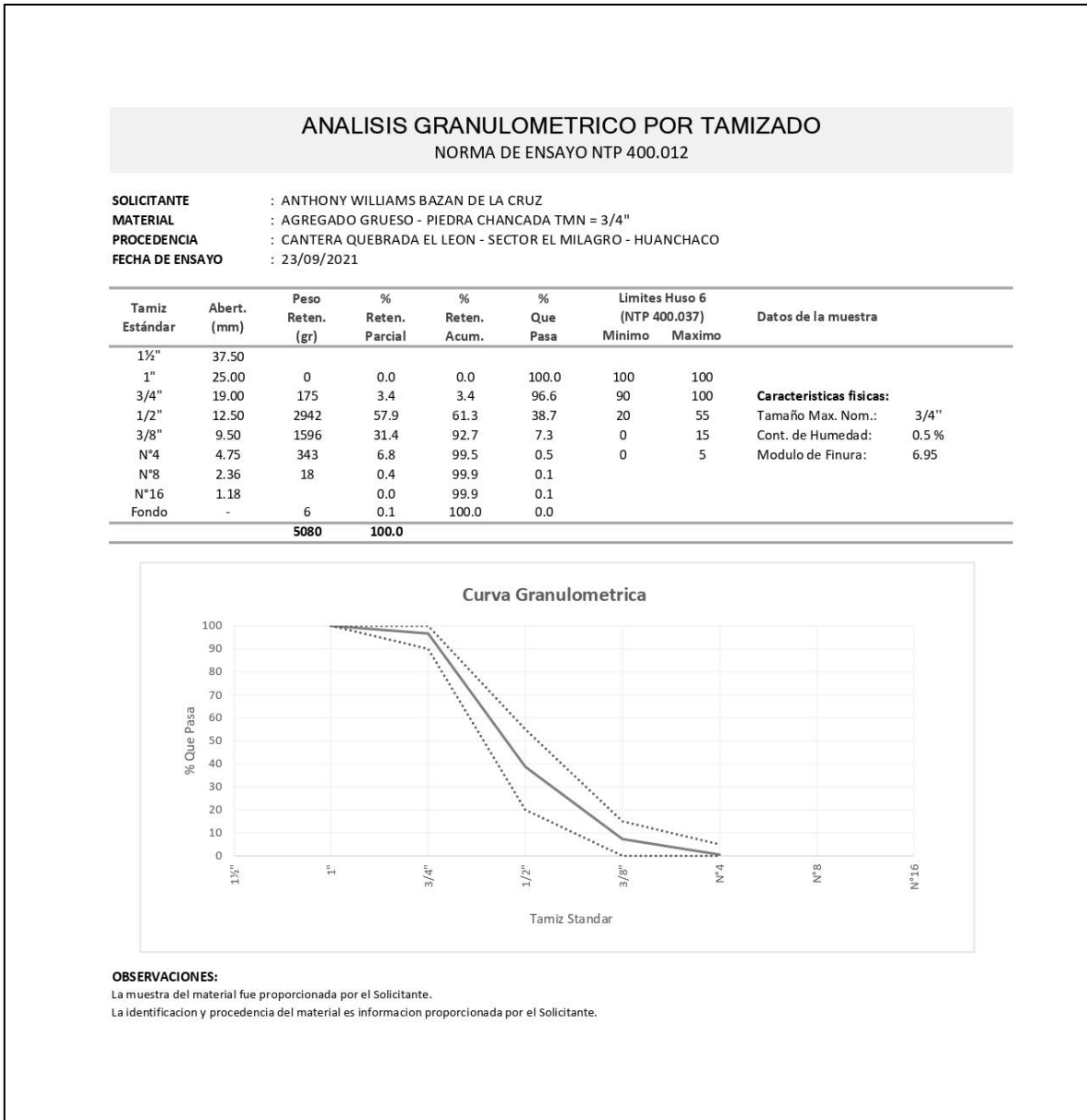
Certificado del peso específico y absorción del agregado grueso.

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION				
NORMA DE ENSAYO NTP 400.021				
1. INFORMACION GENERAL				
SOLICITANTE	:	ANTHONY WILLIAMS BAZAN DE LA CRUZ		
MATERIAL	:	AGREGADO GRUESO - PIEDRA CHANCADA TMN = 3/4"		
PROCEDENCIA	:	CANTERA QUEBRADA EL LEON - SECTOR EL MILAGRO - HUANCHACO		
FECHA DE ENSAYO	:	23/09/2021		
2. RESULTADOS DEL ENSAYO				
Descripcion	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso de la muestra secada en horno al aire	gr	2,990	3,008	
Peso de la muestra en estado SSS al aire	gr	3,024	3,043	
Peso de la muestra saturada en agua	gr	1,932	1,941	
Peso específico base seca	gr/cm ³	2.74	2.73	2.74
Peso específico base SSS	gr/cm ³	2.77	2.76	2.77
Absorción	%	1.1	1.2	1.2
OBSERVACIONES:				
La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.				
La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.				

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Figura 51.


Certificado del análisis granulométrico del agregado grueso.



Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Figura 53.

Certificado de la resistencia a la compresión del concreto patrón a 1 día de curado.



INFORME DE ENSAYO N° 1483-2021-QCE/TRJ
Fecha de Emisión: 05/10/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : ANTHONY WILLIAMS BAZAN DE LA CRUZ
 PROYECTO : INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES Y RETARDANTES EN EL DESARROLLO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO F'C 210 KG/CM2 MEDIDAS POR EL METODO DE MADUREZ EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2021
 ID MUESTRA : CONCRETO PATRON F'C = 210 KG/CM2

2. TIPO DE ENSAYO:


RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	f'c (kg/cm2)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm2)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm2)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
MP210-(1)	210	04/10/2021	05/10/2021	1	10.0	78.54	4603	59	28%	5
MP210-(2)	210	04/10/2021	05/10/2021	1	10.0	78.54	4990	64	30%	3
MP210-(3)	210	04/10/2021	05/10/2021	1	10.0	78.54	5077	65	31%	3
Promedio								63	30%	

NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
- Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39




Carla Evelin Vargas Toribio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.
 AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Figura 55.

Certificado de la resistencia a la compresión del concreto patrón a 2 días de curado.



INFORME DE ENSAYO N° 1494-2021-QCE/TRJ
Fecha de Emisión: 06/10/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : ANTHONY WILLIAMS BAZAN DE LA CRUZ

PROYECTO : INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES Y RETARDANTES EN EL DESARROLLO DE LA RESISTENCIA A LA
COMPRESION DE CONCRETO F'c 210 KG/CM2 MEDIDAS POR EL METODO DE MADUREZ EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2021

ID MUESTRA : CONCRETO PATRON F'c = 210 KG/CM2

2. TIPO DE ENSAYO:


RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	f'c (kg/cm ²)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm ²)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm ²)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
MP210-(4)	210	04/10/2021	06/10/2021	2	10.0	78.54	8049	102	49%	1
MP210-(5)	210	04/10/2021	06/10/2021	2	10.0	78.54	7794	99	47%	2
MP210-(6)	210	04/10/2021	06/10/2021	2	10.0	78.54	7282	93	44%	4
Promedio								98	47%	

NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad.
Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
- Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Toribio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.
AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Figura 57.

Certificado de la resistencia a la compresión del concreto patrón a 3 días de curado.



INFORME DE ENSAYO N° 1499-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 07/10/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : ANTHONY WILLIAMS BAZAN DE LA CRUZ

PROYECTO : INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES Y RETARDANTES EN EL DESARROLLO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO F'c 210 KG/CM2 MEDIDAS POR EL METODO DE MADUREZ EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2021

ID MUESTRA : CONCRETO PATRON F'c = 210 KG/CM2

2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	F'c (kg/cm ²)	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Diametro (cm)	Area (cm ²)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm ²)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
MP210-(7)	210	04/10/2021	07/10/2021	3	10.0	78.54	11734	149	71%	2
MP210-(8)	210	04/10/2021	07/10/2021	3	10.0	78.54	12228	156	74%	1
MP210-(9)	210	04/10/2021	07/10/2021	3	10.0	78.54	12262	156	74%	1
Promedio								154	73%	

NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (f_c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Toribio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889


QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Figura 59.

Certificado de la resistencia a la compresión del concreto patrón a 4 días de curado.



INFORME DE ENSAYO N° 1511-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 08/10/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : **ANTHONY WILLIAMS BAZAN DE LA CRUZ**

PROYECTO : **INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES Y RETARDANTES EN EL DESARROLLO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO F'C 210 KG/CM2 MEDIDAS POR EL METODO DE MADUREZ EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2021**

ID MUESTRA : **CONCRETO PATRON F'C = 210 KG/CM2**

2. TIPO DE ENSAYO:


RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	f'c (kg/cm2)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm2)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm2)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
MP210-(10)	210	04/10/2021	08/10/2021	4	10.0	78.54	15181	193	92%	1
MP210-(11)	210	04/10/2021	08/10/2021	4	10.0	78.54	15120	193	92%	1
MP210-(12)	210	04/10/2021	08/10/2021	4	10.0	78.54	14852	189	90%	2
Promedio								192	91%	

NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
- Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Toribio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Figura 61.

Certificado de la resistencia a la compresión del concreto patrón a 5 días de curado.



INFORME DE ENSAYO N° 1516-2021-QCE/TRJ
Fecha de Emisión: 09/10/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : ANTHONY WILLIAMS BAZAN DE LA CRUZ

PROYECTO : INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES Y RETARDANTES EN EL DESARROLLO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO F'c 210 KG/CM2 MEDIDAS POR EL METODO DE MADUREZ EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2021

ID MUESTRA : CONCRETO PATRON F'c = 210 KG/CM2

2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	f'c (kg/cm2)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm2)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm2)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
MP210-(13)	210	04/10/2021	09/10/2021	5	10.0	78.54	17113	218	104%	2
MP210-(14)	210	04/10/2021	09/10/2021	5	10.0	78.54	17903	228	109%	1
MP210-(15)	210	04/10/2021	09/10/2021	5	10.0	78.54	16268	207	99%	2
Promedio								218	104%	

NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
- Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Toribio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.
AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Figura 63.

Certificado de la resistencia a la compresión del concreto con 1% de SikaRapid-1 a 1 día de curado.



INFORME DE ENSAYO N° 1484-2021-QCE/TRJ
Fecha de Emisión: 05/10/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : ANTHONY WILLIAMS BAZAN DE LA CRUZ

PROYECTO : INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES Y RETARDANTES EN EL DESARROLLO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO F'c 210 KG/CM2 MEDIDAS POR EL METODO DE MADUREZ EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2021

ID MUESTRA : CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 + ADITIVO ACELERANTE SIKARAPID-1 (1.0%)

2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	f'c (kg/cm2)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm2)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm2)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
210AA1-(1)	210	04/10/2021	05/10/2021	1	10.0	78.54	5544	71	34%	2
210AA1-(2)	210	04/10/2021	05/10/2021	1	10.0	78.54	6018	77	37%	2
210AA1-(3)	210	04/10/2021	05/10/2021	1	10.0	78.54	5896	75	36%	5
Promedio								74	35%	

NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
- Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Toribio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.
AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Figura 65.

Certificado de la resistencia a la compresión del concreto con 1% de SikaRapid-1 a 2 días de curado.



INFORME DE ENSAYO N° 1495-2021-QCE/TRJ
Fecha de Emision: 06/10/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : ANTHONY WILLIAMS BAZAN DE LA CRUZ

PROYECTO : INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES Y RETARDANTES EN EL DESARROLLO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO F'C 210 KG/CM2 MEDIDAS POR EL METODO DE MADUREZ EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2021

ID MUESTRA : CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 + ADITIVO ACELERANTE SIKA RAPID-1 (1.0%)

2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificacion Testigo	f'c (kg/cm2)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm2)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm2)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
210AA1-(4)	210	04/10/2021	06/10/2021	2	10.0	78.54	10102	129	61%	2
210AA1-(5)	210	04/10/2021	06/10/2021	2	10.0	78.54	9907	126	60%	2
210AA1-(6)	210	04/10/2021	06/10/2021	2	10.0	78.54	9669	123	59%	5
Promedio								126	60%	

NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
- Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Toribio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.
AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Figura 67.

Certificado de la resistencia a la compresión del concreto con 1% de SikaRapid-1 a 3 días de curado.



INFORME DE ENSAYO N° 1500-2021-QCE/TRJ
Fecha de Emision: 07/10/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : ANTHONY WILLIAMS BAZAN DE LA CRUZ

PROYECTO : INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES Y RETARDANTES EN EL DESARROLLO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO F'c 210 KG/CM2 MEDIDAS POR EL METODO DE MADUREZ EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2021

ID MUESTRA : CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 + ADITIVO ACELERANTE SIKA RAPID-1 (1.0%)

2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificacion Testigo	f'c (kg/cm2)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm2)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm2)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
210AA1-(7)	210	04/10/2021	07/10/2021	3	10.0	78.54	13484	172	82%	2
210AA1-(8)	210	04/10/2021	07/10/2021	3	10.0	78.54	13066	166	79%	2
210AA1-(9)	210	04/10/2021	07/10/2021	3	10.0	78.54	13926	177	84%	1
Promedio								172	82%	

NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (f_c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
- Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Toribio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.
AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Figura 69.

Certificado de la resistencia a la compresión del concreto con 1% de SikaRapid-1 a 4 días de curado.



INFORME DE ENSAYO N° 1512-2021-QCE/TRJ
Fecha de Emisión: 08/10/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : ANTHONY WILLIAMS BAZAN DE LA CRUZ
 PROYECTO : INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES Y RETARDANTES EN EL DESARROLLO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO F'c 210 KG/CM2 MEDIDAS POR EL METODO DE MADUREZ EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2021
 ID MUESTRA : CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 + ADITIVO ACELERANTE SIKA RAPID-1 (1.0%)

2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificacion Testigo	f'c (kg/cm2)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm2)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm2)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
210AA1-(10)	210	04/10/2021	08/10/2021	4	10.0	78.54	16787	214	102%	1
210AA1-(11)	210	04/10/2021	08/10/2021	4	10.0	78.54	16075	205	98%	2
210AA1-(12)	210	04/10/2021	08/10/2021	4	10.0	78.54	16027	204	97%	2
Promedio								208	99%	

NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
- Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Toribio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.
 AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Figura 71.

Certificado de la resistencia a la compresión del concreto con 1% de SikaRapid-1 a 5 días de curado.



INFORME DE ENSAYO N° 1517-2021-QCE/TRJ
Fecha de Emisión: 09/10/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : ANTHONY WILLIAMS BAZAN DE LA CRUZ

PROYECTO : INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES Y RETARDANTES EN EL DESARROLLO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO F'c 210 KG/CM2 MEDIDAS POR EL METODO DE MADUREZ EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2021

ID MUESTRA : CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 + ADITIVO ACELERANTE SIKARAPID-1 (1.0%)

2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	f'c (kg/cm ²)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm ²)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm ²)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
210AA1-(13)	210	04/10/2021	09/10/2021	5	10.0	78.54	18172	231	110%	2
210AA1-(14)	210	04/10/2021	09/10/2021	5	10.0	78.54	18699	238	113%	1
210AA1-(15)	210	04/10/2021	09/10/2021	5	10.0	78.54	18524	236	112%	1
Promedio								235	112%	

NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
- Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39




Carla Evelin Vargas Toribio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.
AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Figura 73.

Certificado de la resistencia a la compresión del concreto con 2% de SikaRapid-1 a 1 día de curado.



INFORME DE ENSAYO N° 1485-2021-QCE/TRJ
Fecha de Emisión: 05/10/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : ANTHONY WILLIAMS BAZAN DE LA CRUZ
 PROYECTO : INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES Y RETARDANTES EN EL DESARROLLO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO F'C 210 KG/CM2 MEDIDAS POR EL METODO DE MADUREZ EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2021
 ID MUESTRA : CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 + ADITIVO ACELERANTE SIKARAPID-1 (2.0%)

2. TIPO DE ENSAYO:


RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	f'c (kg/cm2)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm2)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm2)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
210AA2-(1)	210	04/10/2021	05/10/2021	1	10.0	78.54	7254	92	44%	2
210AA2-(2)	210	04/10/2021	05/10/2021	1	10.0	78.54	7021	89	42%	2
210AA2-(3)	210	04/10/2021	05/10/2021	1	10.0	78.54	6609	84	40%	2
Promedio								88	42%	

NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
- Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelyn Vargas Toribio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.
 AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Figura 75.

Certificado de la resistencia a la compresión del concreto con 2% de SikaRapid-1 a 2 días de curado.



INFORME DE ENSAYO N° 1496-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emision: 06/10/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : ANTHONY WILLIAMS BAZAN DE LA CRUZ

PROYECTO : INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES Y RETARDANTES EN EL DESARROLLO DE LA RESISTENCIA A LA
COMPRESION DE CONCRETO F'c 210 KG/CM2 MEDIDAS POR EL METODO DE MADUREZ EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2021

ID MUESTRA : CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 + ADITIVO ACELERANTE SIKA RAPID-1 (2.0%)

2. TIPO DE ENSAYO:


RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificacion Testigo	f'c (kg/cm2)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm2)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm2)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
210AA2-(4)	210	04/10/2021	06/10/2021	2	10.0	78.54	10727	137	65%	2
210AA2-(5)	210	04/10/2021	06/10/2021	2	10.0	78.54	11393	145	69%	1
210AA2-(6)	210	04/10/2021	06/10/2021	2	10.0	78.54	10861	138	66%	2
Promedio								140	67%	

NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Toribio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.
AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Figura 77.

Certificado de la resistencia a la compresión del concreto con 2% de SikaRapid-1 a 3 días de curado.



INFORME DE ENSAYO N° 1501-2021-QCE/TRJ
Fecha de Emision: 07/10/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : ANTHONY WILLIAMS BAZAN DE LA CRUZ

PROYECTO : INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES Y RETARDANTES EN EL DESARROLLO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO F'C 210 KG/CM2 MEDIDAS POR EL METODO DE MADUREZ EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2021

ID MUESTRA : CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 + ADITIVO ACELERANTE SIKA RAPID-1 (2.0%)

2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificacion Testigo	f'c (kg/cm2)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm2)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm2)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
210AA2-(7)	210	04/10/2021	07/10/2021	3	10.0	78.54	14807	189	90%	1
210AA2-(8)	210	04/10/2021	07/10/2021	3	10.0	78.54	15141	193	92%	1
210AA2-(9)	210	04/10/2021	07/10/2021	3	10.0	78.54	14329	182	87%	2
Promedio								188	90%	

NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
- Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39




Carla Evelin Vargas Toribio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.
AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Figura 79.

Certificado de la resistencia a la compresión del concreto con 2% de SikaRapid-1 a 4 días de curado.



INFORME DE ENSAYO N° 1513-2021-QCE/TRJ
Fecha de Emision: 08/10/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : ANTHONY WILLIAMS BAZAN DE LA CRUZ

PROYECTO : INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES Y RETARDANTES EN EL DESARROLLO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO F'c 210 KG/CM2 MEDIDAS POR EL METODO DE MADUREZ EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2021

ID MUESTRA : CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 + ADITIVO ACELERANTE SIKA RAPID-1 (2.0%)

2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificacion Testigo	f'c (kg/cm2)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm2)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm2)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
210AA2-(10)	210	04/10/2021	08/10/2021	4	10.0	78.54	18010	229	109%	1
210AA2-(11)	210	04/10/2021	08/10/2021	4	10.0	78.54	17221	219	104%	2
210AA2-(12)	210	04/10/2021	08/10/2021	4	10.0	78.54	17643	225	107%	1
Promedio								224	107%	

NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (f_c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
- Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Toribio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.
AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Figura 81.

Certificado de la resistencia a la compresión del concreto con 2% de SikaRapid-1 a 5 días de curado.



INFORME DE ENSAYO N° 1518-2021-QCE/TRJ
Fecha de Emisión: 09/10/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : ANTHONY WILLIAMS BAZAN DE LA CRUZ

PROYECTO : INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES Y RETARDANTES EN EL DESARROLLO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO F'c 210 KG/CM2 MEDIDAS POR EL METODO DE MADUREZ EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2021

ID MUESTRA : CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 + ADITIVO ACELERANTE SIKA RAPID-1 (2.0%)

2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	F'c (kg/cm2)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Diametro (cm)	Area (cm2)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm2)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
210AA2-(13)	210	04/10/2021	09/10/2021	5	10.0	78.54	20705	264	126%	1
210AA2-(14)	210	04/10/2021	09/10/2021	5	10.0	78.54	19112	243	116%	2
210AA2-(15)	210	04/10/2021	09/10/2021	5	10.0	78.54	19239	245	117%	2
Promedio								251	120%	

NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (fc), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
- Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Toribio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.
AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Figura 83.

Certificado de la resistencia a la compresión del concreto con 0.2% de Sika Retarder a 1 día de curado.



INFORME DE ENSAYO N° 1537-2021-QCE/TRJ
Fecha de Emisión: 12/10/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : ANTHONY WILLIAMS BAZAN DE LA CRUZ

PROYECTO : INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES Y RETARDANTES EN EL DESARROLLO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO F'C 210 KG/CM2 MEDIDAS POR EL METODO DE MADUREZ EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2021

ID MUESTRA : CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 + ADITIVO RETARDANTE SIKA RETARDER PE (0.2%)

2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	f'c (kg/cm ²)	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Diametro (cm)	Area (cm ²)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm ²)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
210AR(0.2)-(1)	210	11/10/2021	12/10/2021	1	10.0	78.54	2191	28	13%	3
210AR(0.2)-(2)	210	11/10/2021	12/10/2021	1	10.0	78.54	1712	22	10%	3
210AR(0.2)-(3)	210	11/10/2021	12/10/2021	1	10.0	78.54	2366	30	14%	3
Promedio								27	13%	

NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
- Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Toribio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.
AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Figura 85.

Certificado de la resistencia a la compresión del concreto con 0.2% de Sika Retarder a 2 días de curado.



INFORME DE ENSAYO N° 1550-2021-QCE/TRJ
Fecha de Emisión: 13/10/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : ANTHONY WILLIAMS BAZAN DE LA CRUZ

PROYECTO : INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES Y RETARDANTES EN EL DESARROLLO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO F'C 210 KG/CM2 MEDIDAS POR EL METODO DE MADUREZ EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2021

ID MUESTRA : CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 + ADITIVO RETARDANTE SIKA RETARDER PE (0.2%)

2. TIPO DE ENSAYO:


RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	f'c (kg/cm ²)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm ²)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm ²)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
210AR(0.2)-(4)	210	11/10/2021	13/10/2021	2	10.0	78.54	6103	78	37%	2
210AR(0.2)-(5)	210	11/10/2021	13/10/2021	2	10.0	78.54	5206	66	31%	5
210AR(0.2)-(6)	210	11/10/2021	13/10/2021	2	10.0	78.54	6652	85	40%	2
Promedio								76	36%	

NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
- Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39




Carla Evelin Vargas Toribio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.
AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Figura 87.

Certificado de la resistencia a la compresión del concreto con 0.2% de Sika Retarder a 3 días de curado.



INFORME DE ENSAYO N° 1560-2021-QCE/TRJ
Fecha de Emisión: 14/10/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : ANTHONY WILLIAMS BAZAN DE LA CRUZ

PROYECTO : INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES Y RETARDANTES EN EL DESARROLLO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO F'c 210 KG/CM2 MEDIDAS POR EL METODO DE MADUREZ EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2021

ID MUESTRA : CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 + ADITIVO RETARDANTE SIKA RETARDER PE (0.2%)

2. TIPO DE ENSAYO:


RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	Fc (kg/cm2)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm2)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm2)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
210AR(0.2)-(7)	210	11/10/2021	14/10/2021	3	10.0	78.54	9025	115	55%	2
210AR(0.2)-(8)	210	11/10/2021	14/10/2021	3	10.0	78.54	10008	127	60%	2
210AR(0.2)-(9)	210	11/10/2021	14/10/2021	3	10.0	78.54	10679	136	65%	1
Promedio								126	60%	

NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (fc), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
- Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Toribio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.
AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Figura 89.

Certificado de la resistencia a la compresión del concreto con 0.2% de Sika Retarder a 4 días de curado.



INFORME DE ENSAYO N° 1568-2021-QCE/TRJ
Fecha de Emisión: 15/10/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : ANTHONY WILLIAMS BAZAN DE LA CRUZ

PROYECTO : INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES Y RETARDANTES EN EL DESARROLLO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO F'C 210 KG/CM2 MEDIDAS POR EL METODO DE MADUREZ EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2021

ID MUESTRA : CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 + ADITIVO RETARDANTE SIKA RETARDER PE (0.2%)

2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	f'c (kg/cm2)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Diametro (cm)	Area (cm2)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm2)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
210AR(0.2)-(10)	210	11/10/2021	15/10/2021	4	10.0	78.54	12196	155	74%	2
210AR(0.2)-(11)	210	11/10/2021	15/10/2021	4	10.0	78.54	12704	162	77%	1
210AR(0.2)-(12)	210	11/10/2021	15/10/2021	4	10.0	78.54	12426	158	75%	1
Promedio								158	75%	

NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
- Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39




Carla Evelin Vargas Torbio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.
AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Figura 91.

Certificado de la resistencia a la compresión del concreto con 0.2% de Sika Retarder a 5 días de curado.



INFORME DE ENSAYO N° 1572-2021-QCE/TRJ
Fecha de Emisión: 16/10/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : ANTHONY WILLIAMS BAZAN DE LA CRUZ

PROYECTO : INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES Y RETARDANTES EN EL DESARROLLO DE LA RESISTENCIA A LA
COMPRESION DE CONCRETO F'C 210 KG/CM2 MEDIDAS POR EL METODO DE MADUREZ EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2021

ID MUESTRA : CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 + ADITIVO RETARDANTE SIKI RETARDER PE (0.2%)

2. TIPO DE ENSAYO:


RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	f _c (kg/cm ²)	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Diametro (cm)	Area (cm ²)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm ²)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
210AR(0.2)-(13)	210	11/10/2021	16/10/2021	5	10.0	78.54	14425	184	88%	1
210AR(0.2)-(14)	210	11/10/2021	16/10/2021	5	10.0	78.54	13870	177	84%	2
210AR(0.2)-(15)	210	11/10/2021	16/10/2021	5	10.0	78.54	14427	184	88%	1
Promedio								182	87%	

NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (f_c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
- Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Toribio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.
AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Figura 93.

Certificado de la resistencia a la compresión del concreto con 0.4% de Sika Retarder a 1 día de curado.



INFORME DE ENSAYO N° 1538-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 12/10/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : ANTHONY WILLIAMS BAZAN DE LA CRUZ

PROYECTO : INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES Y RETARDANTES EN EL DESARROLLO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO F'C 210 KG/CM2 MEDIDAS POR EL METODO DE MADUREZ EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2021

ID MUESTRA : CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 + ADITIVO RETARDANTE SIKA RETARDER PE (0.4%)

2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	Fc (kg/cm2)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm2)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm2)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
210AR(0.4)-(1)	210	11/10/2021	12/10/2021	1	10.0	78.54	567	7	3%	3
210AR(0.4)-(2)	210	11/10/2021	12/10/2021	1	10.0	78.54	877	11	5%	3
210AR(0.4)-(3)	210	11/10/2021	12/10/2021	1	10.0	78.54	648	8	4%	3
Promedio								9	4%	

NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (fc), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
- Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelyn Vargas Toribio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889


QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Figura 95.

Certificado de la resistencia a la compresión del concreto con 0.4% de Sika Retarder a 2 días de curado.



INFORME DE ENSAYO N° 1551-2021-QCE/TRJ
Fecha de Emisión: 13/10/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : ANTHONY WILLIAMS BAZAN DE LA CRUZ

PROYECTO : INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES Y RETARDANTES EN EL DESARROLLO DE LA RESISTENCIA A LA
COMPRESION DE CONCRETO F'C 210 KG/CM2 MEDIDAS POR EL METODO DE MADUREZ EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2021

ID MUESTRA : CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 + ADITIVO RETARDANTE SIKA RETARDER PE (0.4%)

2. TIPO DE ENSAYO:


RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	Fc (kg/cm2)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm2)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm2)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
210AR(0.4)-(4)	210	11/10/2021	13/10/2021	2	10.0	78.54	3176	40	19%	5
210AR(0.4)-(5)	210	11/10/2021	13/10/2021	2	10.0	78.54	4068	52	25%	3
210AR(0.4)-(6)	210	11/10/2021	13/10/2021	2	10.0	78.54	3352	43	20%	3
Promedio								45	21%	

NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (fc), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
- Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Toribio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.
AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Figura 97.

Certificado de la resistencia a la compresión del concreto con 0.4% de Sika Retarder a 3 días de curado.



INFORME DE ENSAYO N° 1561-2021-QCE/TRJ
Fecha de Emisión: 14/10/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : ANTHONY WILLIAMS BAZAN DE LA CRUZ

PROYECTO : INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES Y RETARDANTES EN EL DESARROLLO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO F'c 210 KG/CM2 MEDIDAS POR EL METODO DE MADUREZ EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2021

ID MUESTRA : CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 + ADITIVO RETARDANTE SIKA RETARDER PE (0.4%)

2. TIPO DE ENSAYO:


RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	f'c (kg/cm2)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm2)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm2)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
210AR(0.4)-(7)	210	11/10/2021	14/10/2021	3	10.0	78.54	5383	69	33%	2
210AR(0.4)-(8)	210	11/10/2021	14/10/2021	3	10.0	78.54	5068	65	31%	2
210AR(0.4)-(9)	210	11/10/2021	14/10/2021	3	10.0	78.54	5643	72	34%	2
Promedio								69	33%	

NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
- Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39




Carla Evelin Vargas Toribio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.
AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Figura 99.

Certificado de la resistencia a la compresión del concreto con 0.4% de Sika Retarder a 4 días de curado.



INFORME DE ENSAYO N° 1569-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emision: 15/10/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : ANTHONY WILLIAMS BAZAN DE LA CRUZ

PROYECTO : INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES Y RETARDANTES EN EL DESARROLLO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO F'c 210 KG/CM2 MEDIDAS POR EL METODO DE MADUREZ EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2021

ID MUESTRA : CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 + ADITIVO RETARDANTE SIKA RETARDER PE (0.4%)

2. TIPO DE ENSAYO:


RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificacion Testigo	f'c (kg/cm2)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm2)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm2)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
210AR(0.4)-(10)	210	11/10/2021	15/10/2021	4	10.0	78.54	8728	111	53%	2
210AR(0.4)-(11)	210	11/10/2021	15/10/2021	4	10.0	78.54	7545	96	46%	5
210AR(0.4)-(12)	210	11/10/2021	15/10/2021	4	10.0	78.54	8412	107	51%	2
Promedio								105	50%	

NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Caria Evelin Vargas Toribio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Fuente: Quality Control Express S.A.C

Figura 101.

Certificado de la resistencia a la compresión del concreto con 0.4% de Sika Retarder a 5 días de curado.



INFORME DE ENSAYO N° 1573-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emision: 16/10/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : ANTHONY WILLIAMS BAZAN DE LA CRUZ

PROYECTO : INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES Y RETARDANTES EN EL DESARROLLO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO F'C 210 KG/CM2 MEDIDAS POR EL METODO DE MADUREZ EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2021

ID MUESTRA : CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 + ADITIVO RETARDANTE SIKA RETARDER PE (0.4%)

2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificacion Testigo	f'c (kg/cm2)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm2)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm2)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
210AR(0.4)-(13)	210	11/10/2021	16/10/2021	5	10.0	78.54	11089	141	67%	1
210AR(0.4)-(14)	210	11/10/2021	16/10/2021	5	10.0	78.54	10805	138	66%	2
210AR(0.4)-(15)	210	11/10/2021	16/10/2021	5	10.0	78.54	9194	117	56%	2
Promedio								132	63%	

NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-00 I/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
- Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Toribio
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

ANEXO N°4: Panel fotográfico

Figura 103.

Probetas curadas para el ensayo de compresión.



Fuente: Propia.

Figura 105.

Registro de temperaturas del concreto empleando sensores.



Fuente: Propia.

Figura 107.

Ensayo de rotura de probetas.



Fuente: Propia.

Figura 109.

Probetas ensayadas a compresión según la NTP.339.034.



Fuente: Propia.