

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

INFLUENCIA DE LA SOBREDOSIFICACIÓN DEL
ADITIVO SIKA-RETARDER PE EN EL CONCRETO
SOBRE EL ASENTAMIENTO, TIEMPO DE
FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN,
TRUJILLO 2021

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera Civil

Autoras:

Fanny Lisbet Contreras Llajaruna

Cintya Ana Maria Graus Vera

Asesor:

Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz

Trujillo - Perú

2021



DEDICATORIA

Dedicamos esta investigación; en primer lugar, a Dios por brindarnos una vida llena de salud, sabiduría y fuerza para afrontar los retos que la vida nos depara día con día.

A nuestros padres por ser los pilares más importantes en nuestras vidas y por inculcarnos valores para ser personas de bien. También a nuestros familiares y amigos por demostrarnos su cariño y comprensión incondicional y por alentarnos a seguir adelante a pesar de todas las dificultades encontradas en nuestro camino.

AGRADECIMIENTO

Antes que nada, agradecemos a Dios por guiarnos y cuidarnos en este largo camino recorrido y por darnos las fuerzas para superar los diferentes obstáculos y dificultades. A nuestras familias, que en cada caída y tropiezo estuvieron brindándonos su apoyo incondicional y guiándonos siempre por el camino correcto. Al ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz por aceptar la responsabilidad de ser nuestro asesor y compartir sus conocimientos en ingeniería para la elaboración de la presente tesis. Al Programa Nacional de Becas y Crédito Educativo - PRONABEC, por darnos la oportunidad de acceder a una educación de calidad. A la Universidad Privada del Norte, por ser el pilar importante en nuestra formación como profesionales íntegros y competentes. Finalmente, a todas aquellas personas que nos ayudaron directa e indirectamente en la realización de esta investigación.

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE ECUACIONES	11
RESUMEN.....	12
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	13
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	54
CAPÍTULO III. RESULTADOS	80
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	88
REFERENCIAS	78
ANEXOS	111

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Compuestos principales del cemento Portland.....	25
Tabla 2: Granulometría del agregado fino.....	31
Tabla 3: Cantidad mínima de la muestra de agregado grueso.	32
Tabla 4: Requisitos Granulométricos del agregado grueso	33
Tabla 5: Capacidad de los recipientes	34
Tabla 6: Cantidad mínima de la muestra de agregado a utilizar en el ensayo de humedad.....	35
Tabla 7: Cantidad mínima de la muestra de agregado a utilizar para el ensayo de peso específico.	36
Tabla 8: Consistencia del concreto según su asentamiento	41
Tabla 9: Porcentaje de resistencia del concreto a ciertas edades	44
Tabla 10: Esquema del diseño cuasi experimental.....	54
Tabla 11: Operacionalización de la variable independiente	55
Tabla 12: Operacionalización de las variables dependientes.....	56
Tabla 13: Clasificación de variables.....	57
Tabla 14: Cálculo del número de probetas para el ensayo de resistencia a la compresión por el método de madurez	58
Tabla 15: Cálculo del número de muestras para el ensayo de asentamiento	59
Tabla 16: Cálculo del número de muestras para el ensayo de tiempo de fraguado	59
Tabla 17: Técnicas e instrumentos de recolección de datos y análisis de datos	61
Tabla 18: Esquema a utilizar en la granulometría del agregado.....	65
Tabla 19: Esquema a utilizar en el contenido de humedad del agregado.	66
Tabla 20: Esquema a utilizar para el peso específico y absorción del agregado fino.	68
Tabla 21: Esquema a utilizar para el peso específico y absorción del agregado grueso.....	69
Tabla 22: Esquema a utilizar para el peso unitario del agregado.	71
Tabla 23: Tolerancias del ensayo de asentamiento.....	73
Tabla 24: Esquema de cálculo de ecuación logarítmica y mínimos cuadrados	76
Tabla 25: Esquema de resumen del ensayo del tiempo de fraguado	76
Tabla 26: Esquema de registro de la Resistencia a la Compresión	78

Tabla 27: Esquema para la relación Resistencia – Madurez	78
Tabla 28: Resumen de resultados de asentamiento y consistencia.	80
Tabla 29: Resumen de resultados de tiempo de fraguado inicial y final	81
Tabla 30: Resultados de resistencia por el método de madurez de la mezcla patrón.	85
Tabla 31: Resultados de resistencia por el método de madurez de la mezcla con 0.25% de aditivo Sika Retarder PE.	86
Tabla 32: Resultados de resistencia por el método de madurez de la mezcla con 0.50% de aditivo Sika Retarder PE.	86
Tabla 33: Resultados de resistencia por el método de madurez de la mezcla con 0.75% de aditivo Sika Retarder PE.	86
Tabla 34: Resultados de resistencia por el método de madurez de la mezcla con 1.00% de aditivo Sika Retarder PE.	86
Tabla 35: Resultados de la Granulometría del agregado fino.....	111
Tabla 36: Resultados del Contenido de humedad del agregado fino.....	112
Tabla 37: Resultados de Peso Específico y Absorción del agregado fino.....	112
Tabla 38: Resultados de Peso Unitario del agregado fino.....	112
Tabla 39: Resultados de la Granulometría del agregado grueso.	113
Tabla 40: Resultados del Contenido de humedad del agregado grueso.....	114
Tabla 41: Resultados de Peso Específico y Absorción del agregado grueso.....	114
Tabla 42: Resultados de Peso Unitario del agregado grueso.....	114
Tabla 43: Diseño de mezcla patrón.	117
Tabla 44: Diseño de mezcla al 0.25% en peso del cemento de aditivo Sika Retarder PE.....	118
Tabla 45: Diseño de mezcla al 0.50% en peso del cemento de aditivo Sika Retarder PE.....	119
Tabla 46: Diseño de mezcla al 0.75% en peso del cemento de aditivo Sika Retarder PE.....	120
Tabla 47: Diseño de mezcla al 1.00% en peso del cemento de aditivo Sika Retarder PE.....	121
Tabla 48: Prueba de Normalidad para la variable Resistencia a la compresión utilizando IBM - SPSS.....	126
Tabla 49: Prueba de Homogeneidad para la variable Resistencia a la compresión utilizando IBM - SPSS.	127
Tabla 50: Análisis de varianza para la variable de Resistencia a la compresión utilizando IBM - SPSS.....	129
Tabla 51: Análisis post prueba para la variable Resistencia a la compresión a 1 día de curado, utilizando IBM - SPSS.....	130

Tabla 52: Análisis post prueba para la variable Resistencia a la compresión a 3 días de curado, utilizando IBM - SPSS.....	131
Tabla 53: Análisis post prueba para la variable Resistencia a la compresión a 3 días de curado, utilizando IBM - SPSS.....	132
Tabla 54: Cálculo de HSD Tukey para la resistencia a la compresión – 1 día, usando IBM- SPSS.	133
Tabla 55: Cálculo de HSD Tukey para la resistencia a la compresión – 3 día, usando IBM- SPSS.	133
Tabla 56: Cálculo de HSD Tukey para la resistencia a la compresión – 7 días, usando IBM- SPSS.....	134
Tabla 57: Resultados del concreto en estado fresco	145
Tabla 58: Datos de Temperatura y Madurez del concreto-Muestra Patrón	149
Tabla 59: Datos de Temperatura y Madurez del concreto-Muestra al 0.25%	156
Tabla 60: Datos de Temperatura y Madurez del concreto-Muestra al 0.50%	163
Tabla 61: Datos de Temperatura y Madurez del concreto-Muestra al 0.75%	170
Tabla 62: Datos de Temperatura y Madurez del concreto-Muestra al 1.00%	177
Tabla 63: Resultado de resistencia a la compresión-Muestra Patrón	184
Tabla 64: Resultado de resistencia a la compresión-Muestra al 0.25%.....	184
Tabla 65: Resultado de resistencia a la compresión-Muestra al 0.50%.....	185
Tabla 66: Resultado de resistencia a la compresión-Muestra al 0.75%.....	185
Tabla 67: Resultado de resistencia a la compresión-Muestra al 1.00%.....	186
Tabla 68: Resultados de Resistencia _ Madurez (Muestra patrón).....	187
Tabla 69: Resultados de Resistencia _ Madurez (Muestra al 0.25%).....	187
Tabla 70: Resultados de Resistencia _ Madurez (Muestra al 0.50%).....	188
Tabla 71: Resultados de Resistencia _ Madurez (Muestra al 0.75%).....	188
Tabla 72: Resultados de Resistencia _ Madurez (Muestra al 1.00%).....	189
Tabla 73: Resultado del ¿Por qué? Afecto Positivamente y Negativamente la sobredosificación de aditivo a la mezcla de concreto.	195

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Etapas en la fabricación del cemento portland	24
Figura 2: Ensayo de asentamiento del concreto en estado fresco.....	38
Figura 3: Molde para el ensayo de asentamiento	39
Figura 4: Tipos de asentamiento que presenta el concreto en estado fresco	40
Figura 5: Influencia de la temperatura sobre el tiempo de fraguado del concreto.....	42
Figura 6: Vista superior del espécimen del ensayo del mortero.....	43
Figura 7: Concepto de madurez del concreto con diferentes temperaturas	46
Figura 8: Modelo de Nurse y Saul	47
Figura 9: Ejemplo de la relación entre resistencia y el factor tiempo-temperatura	48
Figura 10: Modelo de sensor Maturix marca Sensohive.	51
Figura 11: Diagrama del procedimiento a seguir en esta tesis de investigación	63
Figura 12: Resultados del asentamiento según los porcentajes de aditivo retardante	81
Figura 13: Resultados del Tiempo de Fraguado Inicial y Final según los porcentajes de aditivo retardante .	82
Figura 14: Curva de calibración en función a la resistencia a la compresión (MPa) y la Madurez (°C*h) de la mezcla de concreto patrón.....	83
Figura 15: Curva de calibración en función a la resistencia a la compresión (MPa) y la Madurez (°C*h) de la mezcla de concreto con 0.25% de aditivo Sika Retarder PE	83
Figura 16: Curva de calibración en función a la resistencia a la compresión (MPa) y la Madurez (°C*h) de la mezcla de concreto con 0.50% de aditivo Sika Retarder PE.	84
Figura 17: Curva de calibración en función a la resistencia a la compresión (MPa) y la Madurez (°C*h) de la mezcla de concreto con 0.75% de aditivo Sika Retarder PE.	84
Figura 18: Curva de calibración en función a la resistencia a la compresión (MPa) y la Madurez (°C*h) de la mezcla de concreto con 1.00% de aditivo Sika Retarder PE.	85
Figura 19: Resultados de resistencia por el método de madurez (MPa) vs.. las edades de rotura.....	87
Figura 20: Curva Granulométrica del agregado fino.....	111
Figura 21: Curva Granulométrica del agregado grueso.	113
Figura 22: Ficha Técnica de Cemento Portland Tipo MS.....	115

Figura 23: Ficha Técnica del Aditivo Retardante Sika Retarder PE.	116
Figura 24: Matriz de evaluación de instrumentos I (Validado por expertos)	122
Figura 25: Matriz de evaluación de instrumentos II (Validado por expertos).....	123
Figura 26: Ficha de observación (instrumento I validado por expertos).....	124
Figura 27: Ficha de observación (instrumento II validado por expertos).....	125
Figura 28: Ficha de recolección de datos para la muestra patrón (0.00% Sika Retarder PE)	135
Figura 29: Ficha de recolección de datos para la muestra con 0.25% de aditivo Sika Retarder PE.....	136
Figura 30: Ficha de recolección de datos para la muestra con 0.50% de aditivo Sika Retarder PE.....	137
Figura 31: Ficha de recolección de datos para la muestra con 0.75% de aditivo Sika Retarder PE.....	138
Figura 32: Ficha de recolección de datos para la muestra con 1.00% de aditivo Sika Retarder PE.....	139
Figura 33: Ficha de recolección de datos para Tiempo de Fraguado - muestra patrón	140
Figura 34: Ficha de recolección de datos para Tiempo de Fraguado - muestra al 0.25%	141
Figura 35: Ficha de recolección de datos para Tiempo de Fraguado - muestra al 0.50%	142
Figura 36: Ficha de recolección de datos para Tiempo de Fraguado - muestra al 0.75%	143
Figura 37: Ficha de recolección de datos para Tiempo de Fraguado - muestra al 1.00%	144
Figura 38: Gráfica de la Resistencia a la Penetración vs. El Tiempo Transcurrido - Muestra Patrón.....	146
Figura 39: Gráfica de Resistencia a la Penetración vs. El Tiempo Transcurrido-Muestra al 0.25% de aditivo	146
Figura 40: Gráfica de Resistencia a la Penetración vs. El Tiempo Transcurrido-Muestra al 0.50% de aditivo	147
Figura 41: Gráfica del Resultado de Resistencia a la Penetración vs. El Tiempo Transcurrido-Muestra al 0.75% de aditivo.....	147
Figura 42: Gráfica del Resultado de Resistencia a la Penetración vs. El Tiempo Transcurrido-Muestra al 1.00% de aditivo.....	148
Figura 43: Constancia donde certifica la realización de los ensayos en laboratorio particular	190
Figura 44: Formato de Encuesta de la Sobredosificación de Aditivos.....	191
Figura 45: Gráfica con el porcentaje de profesionales se encuestaron.....	192
Figura 46: Gráfica con el porcentaje de la Experiencia profesionales que cuentan los participantes en concreto premezclado.	192

Figura 47: Gráfica con el porcentaje de la pregunta: ¿Alguna vez, observó o realizó una sobredosificación de aditivo en la mezcla de concreto?.....	193
Figura 48: Gráfica con el porcentaje del tipo de aditivo utilizado, con respecto a la pregunta anterior si en caso fue positiva.	193
Figura 49: Gráfica con el porcentaje de la razón por la que se sobredosificó la mezcla de concreto.....	194
Figura 50: Gráfica con el porcentaje del resultado positivo y negativo que se vio afectada la mezcla de concreto por la sobredosificación del aditivo.....	194
Figura 51: Gráfica con el porcentaje de la dosis de aditivo más utilizada por los participantes.	196
Figura 52: Gráfica con el porcentaje del tiempo fraguado máximo que el participante considera factible..	196
Figura 53: Ensayo de Asentamiento usando el Cono de Abrams.....	197
Figura 54: Medición del Slump.....	198
Figura 55: Tamizaje del concreto por la malla N° 4 para el ensayo de Tiempo de Fraguado.	199
Figura 56: Moldes con mortero de concreto para el ensayo de Tiempo de Fraguado.....	200
Figura 57: Preparación de las muestras para ensayarlas - Tiempo de Fraguado.	201
Figura 58: Penetrómetro - Tiempo de Fraguado.	202
Figura 59: Elaboración de probetas de Concreto.	203
Figura 60: Probetas de Concreto de 4" x 8".....	204
Figura 61: Introducción de la termocupla en la probeta del concreto.	205
Figura 62: Instalación de los sensores de temperatura para el ensayo de Madurez del Concreto.	206
Figura 63: Ensayo de Resistencia a la Compresión.....	207

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Función de Nurse-Saul	47
Ecuación 2: Función de Arrhenius	49
Ecuación 3: Fórmula para obtener el módulo de finura.	65
Ecuación 4: Fórmula para obtener el contenido de Humedad.	66
Ecuación 5: Fórmula para obtener el peso específico seca.....	67
Ecuación 6: Fórmula para obtener el peso específico SSS.....	67
Ecuación 7: Fórmula para obtener la absorción.	67
Ecuación 8: Fórmula para obtener el peso específico seco.	69
Ecuación 9: Fórmula para obtener peso específico SSS.....	69
Ecuación 10: Fórmula para obtener la absorción.	69
Ecuación 11: Fórmula para obtener el peso unitario suelto seco.....	70
Ecuación 12: Fórmula para obtener el peso unitario compacto seco.....	70
Ecuación 13: Ecuación logarítmica	75
Ecuación 14: Ecuación Exponencial	75
Ecuación 15: Ecuación de mínimos cuadrados – Coeficiente de regresión B	75
Ecuación 16: Ecuación de mínimos cuadrados – Coeficiente de regresión A.....	75

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en la ciudad de Trujillo con el objetivo de determinar la influencia de la sobredosificación del aditivo retardante Sika Retarder PE en el concreto sobre el asentamiento, tiempo de fraguado y resistencia a la compresión, cuyo diseño fue experimental del tipo cuasiexperimental, aplicando un muestreo no probabilístico; la recolección de datos empleó la técnica de observación y ficha de observación; y el análisis de datos, la estadística descriptiva e inferencial. Este estudio se basó en realizar ensayos de laboratorio para mezclas de concreto diseñadas con un $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ usando cemento portland tipo MS y aditivo Sika Retarder PE al 0.00%, 0.25%, 0.50%, 0.75% y 1.00% del peso del cemento. Se elaboró un total de 85 probetas de 10 cm de diámetro y 20 cm de altura, de las cuales 75 fueron ensayadas a compresión a 1, 2, 3, 5 y 7 días y 10 fueron conectadas a sensores de temperatura. Los resultados obtenidos para el ensayo de asentamiento, tiempo de fraguado y resistencia del concreto mediante el método de madurez fueron favorables; ya que, se obtuvo que al usar un máximo de sobredosificación de hasta 2 veces la dosis normal, es decir al 0.50% incrementa las resistencias iniciales, sin perjudicar las demás propiedades y su aplicación en campo. Asimismo, registró un asentamiento de 105 mm (4 1/4"), un tiempo de fraguado inicial de 680 min y final de 935 min, y una resistencia de 23.7 MPa a los 7 días de curado. Finalmente, se concluyó que la sobredosificación del aditivo Sika Retarder PE, sí influye en el concreto; puesto que, prologó el tiempo de fraguado, mantenido un asentamiento adecuado sin afectar su resistencia.

Palabras clave: Retardante, asentamiento, tiempo de fragua, método de madurez

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Actualmente, el concreto es uno de los materiales más versátiles en el boom de la construcción y a su vez el más usado, por lo que se requiere controlar su fabricación tanto en planta como en la obra. (Umiri, 2019). A nivel mundial, lo más utilizado es el concreto premezclado ocupando un 80%, mientras que el concreto preparado in situ, un 20% (Mixto Listo, 2020). Es por ello que, la preparación de concreto premezclado se realiza con materiales de calidad en proporciones adecuadas dependiendo del tipo de concreto y la estructura a realizar (Osorio, 2020).

En la industria concretera del Perú, el concreto premezclado cada vez está siendo más conocido y usado. En el 2018, para la revista *Perú Construye* el ing. José Luis Viacava, gerente de Mixercon, indicó que, de la producción total de cemento, el 70% va dirigido para la elaboración de concreto en obra, mientras que el 30% para la elaboración de concreto industrializado. Además, precisó que dichas cifras demuestran el gran atraso que tenemos en dicho sector, en comparación de nuestro país vecino Chile, donde aproximadamente el 70 a 80% de cemento es destinado para concreto industrializado.

El concreto premezclado, no solo es un producto sino un servicio completo con un sinfín de beneficios para el usuario, cuya elección dependerá de las circunstancias particulares de cada proyecto, aspectos técnicos y del costo beneficio que este represente. Las ventajas de trabajar con un concreto premezclado es la reducción de costos y tiempo en su elaboración y colocación, además de ser un producto de alta calidad fabricado con materiales seleccionados, tales como el cemento, los agregados, el agua, los aditivos y las fibras (Osorio, 2020).

Para asegurar la calidad del concreto premezclado, es esencial verificar la calidad de cada uno de sus componentes basándose en las normas nacionales e internacionales como el Reglamento Nacional De Edificaciones (RNE), Norma Técnica Peruana (NTP), American

Society For Testing And Materials (ASTM) y American Concrete Institute (ACI); las cuales establecen parámetros de control para cada insumo (Supermix,2017). Así también es importante conocer que el concreto premezclado es preparado en una planta mezcladora y luego es transportada a obra y suministrado directamente en estado fresco, por lo que la dosificación de sus materiales debe ser la correcta, especialmente la del aditivo químico a emplear (Inka, 2019).

La dosis del aditivo químico es fundamental para asegurar el buen rendimiento de la mezcla de concreto (Umiri,2019), por lo que se requiere de pruebas previas y que cumplan con las necesidades de cada proyecto. Sin embargo, la dosificación de dichos aditivos puede variar debido a errores y/o cambios intencionales en las cantidades, dando como resultado una sobredosificación. Esto puede suceder debido a que en la práctica existen fallas de los dispositivos distribuidores de aditivo químico en una planta de dosificación o la equivocación del operador si la adición fuese manual. Según la encuesta realizada en este estudio el 31% de los profesionales indican que realizaron o fueron testigos de una sobredosificación por equivocación; el otro 31% por falta de un ing. Especialista; el 25% por inexperiencia y el 13% fue de manera intencional.

Los diferentes tipos de aditivos químicos son muy usados en el concreto premezclado, ya que cambian las propiedades del estado fresco o mejoran el comportamiento mecánico en el estado endurecido. Están regulados bajo la norma ASTM C 494, la cual clasifica los aditivos y presenta los requisitos mínimos que debe cumplir cada uno; por ejemplo, tenemos a los reductores de agua, acelerantes, plastificantes, superplastificantes, incorporadores de aire y retardantes (Umiri, 2019).

Este último, es uno de los más usados cuando se habla de concreto premezclado, puesto que uno de los desafíos que se encuentra al transportar concreto fabricado hasta el lugar de la obra, es que el concreto debe mantener la trabajabilidad y la fluidez con la que salió de planta,

a pesar de las largas distancias y las condiciones climáticas (Toxement,2019). También, se usa para prevenir juntas frías en vertidos grandes o retardados ya que a menudo se forman por retrasos o averías en el sitio. Por ejemplo, el suministro del mixer puede verse interrumpido por un accidente de tráfico o una avería en planta; o un bloqueo o avería en la bomba pueden provocar retrasos graves en la colocación del concreto además que, si eso da como resultado la formación de una junta fría, los problemas pueden ser muy delicados (Ataalla, 2016).

Por eso, los aditivos retardantes son una alternativa para poder trasportar concreto a cualquier lugar y en grandes masas sin temor a que este empiece a fraguar, ni afectar las propiedades finales de resistencia. Según Ataalla (2016) nos dice que la dosis típica es de 0.2 a 0.6% del peso del cemento para un retardador y según la encuesta realizada en esta investigación, los profesionales reafirman lo dicho por el autor, ya que el 50% de los encuestados utilizan con mayor frecuencia una dosis máxima de 0.25%, seguido tenemos que el 34% emplea mayor a 0.25% hasta 0.50%.

En la ciudad de Trujillo, existen varias empresas dedicadas a la fabricación y venta de aditivos, entre las más conocidas tenemos a Sika, Chema y Z Aditivos. Las cuales presentan una variedad de productos de aditivo retardante en el mercado, cuyas fichas técnicas nos proporciona información muy general y/o algunos fabricantes describen sus efectos deseables recomendando realizar ensayos previos, pero no hay información sobre otros efectos; como por ejemplo, una sobredosificación. De modo que, genera muchas dudas y disputas sobre la resistencia del concreto entre los productores, consultores de proyecto y el contratista.

Así también, existen varias investigaciones enfocadas a la dosificación adecuada a emplear en la fabricación de concretos, pero carecen de información cuando existen mezclas sobredosificadas, por lo que nos invitan a seguir investigando y analizando este tipo de producto en las propiedades físicas y mecánicas del concreto.

Por ejemplo, se encontró una investigación internacional de sobredosificación presentada por Dias, Dewapriya, Edirisooriya y Jayathunga (2010). Su artículo titulado “*Effects of large retarder overdose on concrete strength development*” tiene como objetivo fundamental hallar los tiempos de fraguado y el desarrollo de la resistencia, para concretos con dosis múltiples de la cantidad normal de retardante. Fue un estudio experimental en el cual se diseñó mezclas de concreto con aditivo retardante Pozzolith 300R para un $f'c$ 35 MPa considerando dosis de aditivo múltiples de 1,3,4.5 y 6 veces la dosis normal (3ml/kg). Todos los cubos se curaron a los 7, 14 y 28 días, excepto los de 4.5 y 6 veces la dosis normal (ND) que se amplió hasta 98 y 119 días. Los resultados obtenidos, para el ensayo de asentamiento demuestran que decrece el slump cuando aumenta la sobredosificación; para el ensayo de tiempo de fraguado se obtuvo que para todas las mezclas de concreto sobredosificado son significativamente mayores que para la dosis normal y para la resistencia tenemos que las altas sobredosis (4.5ND y 6ND) tienen un retraso significativo en alcanzar la resistencia a los 28 días, sin embargo, alcanzan a los 98 y 119 días, respectivamente. Se concluye que la sobredosis de aditivo retardante de hasta 3 veces la dosis normal es adaptable para la práctica de concreto sin que la resistencia se vea afectada de manera apreciable.

También tenemos, antecedentes nacionales. Para el ensayo de asentamiento, Aponte (2017) en su investigación titulada “*Influencia de un aditivo retardante de fragua en el comportamiento mecánico de concreto $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ en la ciudad de Jaén*”, nos dice que su principal objetivo fue determinar la influencia del aditivo Z Retar en el comportamiento físico y en la resistencia a la compresión a diferentes edades del concreto con $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$. Esta investigación es de tipo experimental, cuyo diseño empleó un cemento Tipo ICO, una relación a/c de 0.60 y un aditivo Z Retar, ya que, la temperatura del lugar en estudio tiende a llegar a 34.2°C. Es por ello que, se elaboró probetas cilíndricas sin aditivo y con aditivo retardante de fragua, estas fueron evaluaron a los 7, 14, y 28 días. Además, se observó que el asentamiento

con aditivo Z Retar es de 9.86 cm, mientras que del concreto patrón fue de 8.64 cm, representando un aumento porcentual con respecto al concreto patrón de 14.29%, deduciéndose entonces que a mayores porcentajes de adición del aditivo Z Retar se incrementa el asentamiento generando mejor trabajabilidad del concreto fresco.

Además, Mego (2019) en su investigación *“Evaluación del efecto retardante del aditivo Sika Retarder PE y la azúcar blanca, en elemento columna para un concreto $f'c=210$ kg/cm², en Lima 2019”* tiene como objetivo fundamental determinar la influencia de los aditivos retardantes para un concreto 210 kg/cm². Sabiendo que esta es de tipo experimental se trabajó con un concreto patrón y dosificaciones de 0.20% y 0.60% para el aditivo Sika Retarde PE y de 0.075%, 0.15% y 0.25% para el azúcar blanco con respecto al peso del cemento. Las mezclas fueron realizadas empleando un cemento tipo I y una relación a/c de 0.55, dando como resultado que el concreto patrón obtuvo 7.5 cm de asentamiento; mientras que para las mezclas al 0.20%, 0.60%, .075%, 0.15% y 0.25% fue de 12.5cm, 21.30cm, 11.30cm, 13.80cm y 15.8 cm, respectivamente. Y en términos de variación porcentual fue de 67%, 183%, 50.67%, 84% y 110.67% más con respecto al patrón. Por lo tanto, se concluyó que a medida que aumenta el porcentaje de aditivo, la mezcla se vuelve más fluida, pero se tendría problemas a la hora de controlar la mezcla ya que perdería cemento y agregado fino.

Respecto al tiempo de fraguado, Minanuro y Panduro (2020) realizaron una investigación titulada *“Análisis del comportamiento del aditivo retardante en el concreto para incrementar el tiempo de fraguado, como consecuencia de mejorar su trabajabilidad en el barrio huayco del distrito de Tarapoto – San Martín en el año 2018”*. Tiene como objetivo analizar el comportamiento del Aditivo retardante en el proceso inicial de fraguado del concreto en las obras del barrio Huayco del distrito de Tarapoto a temperaturas mayores de 32°C. La metodología empleada es experimental, para la cual se empleó un aditivo Chematard 400 con dosificaciones de aditivos de 0.20%, 0.275% y 0.35% del peso del cemento. Además, se realizó

una muestra patrón. Dando como resultado que la proporción de 0.35% de peso del cemento, mejora en un 0.88% respecto de la mezcla de control. Es por eso que, se concluye que el porcentaje óptimo de aditivo retardante con respecto del peso de cemento de la mezcla es de 0.35%, con una proporción de 1.24 litros por m³ de concreto. Retardando de forma significativa el proceso de fraguado y aumenta así la trabajabilidad del concreto por un tiempo más prolongado.

Así mismo, se encontró un análisis del tiempo de fraguado y resistencia a la compresión en la investigación de Arévalo (2020) titulada *“Influencia del aditivo retardante Sika Retarder PE y su dosificación sobre la resistencia a la compresión y el fraguado en el concreto, Trujillo-2020”*, la cual tuvo como objetivo determinar la influencia del aditivo tipo retardante Sika Retarder PE y su dosificación sobre la compresión y fraguado en el concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$. Esta investigación es de tipo experimental y para ello se llevó a cabo la utilización del aditivo retardante Sika Retarder PE a porcentajes de 0.2%, 0.4%, 0.6%, 0.8% y 1%, y así cuantificar su resistencia a la compresión y tiempo de fraguado, además se realizó un diseño de mezcla para un concreto $=210 \text{ kg/cm}^2$ con una $a/c = 0.55$. Para la resistencia a la compresión se obtuvieron resultados en su mayoría positivos a los 7 días, siendo el valor de la muestra patrón de 180.24 kg/cm^2 y para 0.4%, 0.6%, 0.8% y 1% con valores de 183.17 kg/cm^2 , 195.47 kg/cm^2 , 204.47 kg/cm^2 y 185.63 kg/cm^2 , pero al 0.2% se alcanzó una resistencia de 151.82 kg/cm^2 . Sin embargo, a los 14 y 28 días todos superaron a su concreto patrón con un máximo de 12% más (dosis al 0.6%) y un 25% más (dosis al 1.0%). Además, concluyó que a medida que aumenta el porcentaje de aditivo en la mezcla, el tiempo de fraguado también se incrementa en un máximo de 8 horas para el fraguado inicial y 12 horas para el final, respecto al patrón (inicial:126 min y final:345 min).

Para la resistencia del concreto, Quiroz (2021) es su estudio titulado *“Influencia de los aditivos Sika Retarder y Sikatard en la resistencia a la compresión, asentamiento y tiempo de*

fraguado de un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, Trujillo 2021” tuvo como objetivo determinar la influencia de los aditivos retardantes en las propiedades del concreto. Esta investigación de tipo experimental realizó mezclas para dos tipos de aditivos con un $f'c$ de diseño de 210 kg/cm^2 y una relación $a/c=0.55$. En donde las proporciones estudiadas fueron de 0.1%, 0.15%, 0.20%, 0.25%, 0.30% y 0.35% del peso de cemento para cada aditivo evaluado individualmente a edades de 3, 7 y 28 días. Dando como resultados que la resistencia a los 28 días aumentó en un 15.85% y 7.39% para concretos con 0.30% de Sika Retarder y 0.25% de Sikatard, respectivamente. Es por eso que se concluyó que, el porcentaje óptimo de Sika Retarder es de 0.30% y de Sikatard de 0.25% ya que en dichas proporciones se mejora las propiedades de asentamiento y se optimiza el tiempo de fraguado.

También, Gonzales (2019) en su investigación denominada “*Variación de la resistencia a compresión del concreto $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ con aditivo acelerante al 2% y retardante al 0.5%, para diferentes edades*” tuvo como objetivo general determinar la variación de la resistencia a la compresión de cada aditivo a diferentes edades de curado. Dicha investigación es de tipo experimental en la que se usó como aditivo al Sikament-290N y al Sika-3, el diseño de mezcla fue realizado para un concreto $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ con una relación $a/c=0.56$. Se realizaron un total de 90 probetas las cuales se subdividieron para ser ensayas a compresión a 3, 7, 14, 21 y 28 días, obteniendo resultados favorables en cada edad ensayada. Las probetas patrón alcanzaron una resistencia promedio de 205.97 kg/cm^2 , 256.07 kg/cm^2 , 300.08 kg/cm^2 , 351.95 kg/cm^2 y 383.56 kg/cm^2 para cada edad ensayada; mientras que para probetas con 0.5% de aditivo retardante obtuvo resistencias de 404.75 kg/cm^2 , 308.73 kg/cm^2 , 389.65 kg/cm^2 , 405.59 kg/cm^2 y 523.93 kg/cm^2 para cada edad estudiada y similares resultados para el acelerante, por lo que se concluye que los aditivos proporcionan un incremento significativo en la resistencia.

Es por eso que se concluye, que la elaboración de concreto usando diferentes aditivos, está teniendo gran acogida en los investigadores durante los últimos años, por lo que

actualmente existe variedad de estudios relacionadas al tema. En el blog “ConcretOnline” (2018), en su publicación “Aditivos: Definición y Clasificación” define al Aditivo Retardante, como un “producto químico incorporado en el momento del amasado del concreto, cuya función principal es retrasar el tiempo de fraguado del cemento”.

Por otro lado, la materia prima a usar en la investigación es el concreto, el cual se define como un material de uso convencional y se fabrica mediante componentes tales como el cemento, agua, agregados (fino y grueso) y aditivos (Opcional) siempre en las proporciones correctas para la obtención de propiedades predeterminadas, especialmente la resistencia (Peña, 2019).

De modo que se somete al concreto a diferentes ensayos uno de ellos es la *resistencia a la compresión*, en el cual sus propiedades mecánicas se obtienen en su estado endurecido, según Cemex (2019), la resistencia a la compresión es la principal característica mecánica del concreto. Además, se define como la capacidad que un elemento tiene para soportar cargas por unidad de área. Cabe indicar que, existen varios métodos para registrar dicha propiedad, el más conocido y convencional es aquel que se realiza a través de probetas cilíndricas que son ensayadas a ciertos días de curado en una máquina de ensayos de compresión (IMCYC, 2006). También, tenemos métodos in situ, como la madurez del concreto que evalúa la resistencia del concreto a tiempo real relacionando el tiempo y la temperatura. (Commandcenter,S.f), tal como se realizó en las siguientes investigaciones.

Por ejemplo, Recabarren & Tafur (2019) en su investigación titulada “*Optimización del uso de encofrado para losas y columnas $f'c$ 210 kg/cm² con aditivo retardante de fragua utilizando el método de madurez*” tiene como objetivo optimizar el costo encofrado de 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. Esta investigación es de tipo experimental para la cual se realizó una comparación entre el método de especímenes cilindros y el método de madurez en referencia a la resistencia a la compresión, donde se llevó a cabo un monitoreo de los días 1, 3, y 7. Dando como resultado que el método de madurez no varía más del 10% de la resistencia y se encuentra dentro de lo recomendado por ACI. Por ello se concluye que, el método de madurez es viable para un concreto de $f'c$ 210 kg/cm² con aditivo retardante de fragua.

También, Nuñez & Tomas (2019) en su investigación denominada “*Análisis comparativo de los métodos de medición de resistencia del concreto con aditivo retardante Lima, 2019*”. Tiene como objetivo determinar el método de medición con mayor precisión para determinar la resistencia a la compresión del concreto con aditivo retardante. La metodología empleada es de tipo experimental; para el desarrollo de esta tesis, se realizó un diseño de concreto de $f'c=210$ kg/cm² adicionando un 2.5% del aditivo retardante Euco Estabilizador 1000, se elaboraron 32 probetas de 4”x 8”; 15 con el concreto patrón y 17 con el 2.5% del aditivo retardante, las cuales fueron ensayadas a 1,3,7,14 y 28 días; utilizando los siguientes métodos, el método de rotura de probetas a compresión, ensayo de esclerometría, ensayo ultrasonido y el método del tiempo de maduración. Teniendo como resultado que, el método de madurez presentó un coeficiente de correlación de 0.881 y una desviación estándar igual a 12.73%, el método de número de rebote con un coeficiente de correlación de 0.809 y una desviación estándar de 32.77%. Por lo tanto, se concluye que el método de madurez es el método con más precisión y adecuado para estimar la resistencia a la compresión para un concreto con aditivo retardante.

Otro ensayo al que se somete el concreto, es el *asentamiento*, también conocido como slump el cual se realiza cuando el concreto está en estado fresco para definir su consistencia y

fluidez de la mezcla teniendo en cuenta su capacidad de adaptación al molde, manteniéndose homogéneo y con un mínimo de vacíos. (Kua, 2016).

Por último, está el ensayo de, *tiempo de fraguado*, el cual mide la resistencia de penetración a través del método de la aguja del Aparato de Vicat, del cual se recopila información para determinar el fraguado inicial y final de la mezcla cementante. (IMCYC, 2015)

En esta investigación, se pretende estudiar la influencia de la sobredosificación del aditivo Sika Retarder PE en el concreto estructural. En la cual los diferentes porcentajes a evaluar influyen directamente en el asentamiento, tiempo de fraguado y resistencia a la compresión, ensayo que será analizado a través del método de madurez del concreto. Ya que se pretende evaluar el desempeño del aditivo retardante en las propiedades estudiadas sin ser afectadas y que permitan obtener buenos resultados de resistencia y ampliar el plazo de fraguado inicial por encima de lo recomendado.

1.2. Marco Teórico

1.2.1. El concreto

El concreto es una mezcla compuesta por material cementicio, agregados (arena y grava), agua y aditivos (opcional). Inicialmente se puede observar una estructura plástica y moldeable, que va endureciendo conforme se acelera la reacción química del agua con el cemento, convirtiéndose así en un material resistente e ideal para la construcción. (Kimyu 2018).

1.2.2. Tipos de concreto

En el blog Construyendo.Co (2018), describe que existen muchos tipos de concreto al momento de emplearlo en obra, los cuales difieren principalmente en sus características como la resistencia, durabilidad, fraguado, lugar dónde será vaciado, entre otros.

- **Concreto simple**

El RNE E.060 “Concreto Armado” (2009) define que un concreto simple es aquel que no lleva armadura de refuerzo o posee menos refuerzo que el mínimo especificado para concreto reforzado. Se emplea para veredas, pavimentos, sardineles, entre otros elementos.

- **Concreto Ciclópeo**

Es un concreto simple cuya composición tiene grandes piedras (RNE E. 060, 2009), y se utiliza comúnmente en cimentaciones y sobrecimientos.

- **Concreto Armado**

Según el RNE E.060 (2009) también es llamado concreto reforzado, se caracteriza por poseer refuerzo de acero por encima de lo mínimo especificado. Por lo general, se usa en columnas, vigas y techos (Kimyu 2018).

- **Concreto Premezclado**

El RNE E.060 (2009), lo define como un concreto dosificado en planta cuya mezcla puede ser en la misma, o en camiones mezcladores (mixer) además son transportados hasta obra.

- **Concreto Prefabricado**

Es producido en plantas industriales, donde se lleva a cabo el mezclado, vaciado y curado del concreto bajo condiciones controladas. Las piezas fabricadas pueden ser para elementos de concreto reforzados y no reforzados; por ejemplo, vigas, columnas, losas, pilotes entre otros (Becosan, 2020)

1.2.3. Componentes del concreto

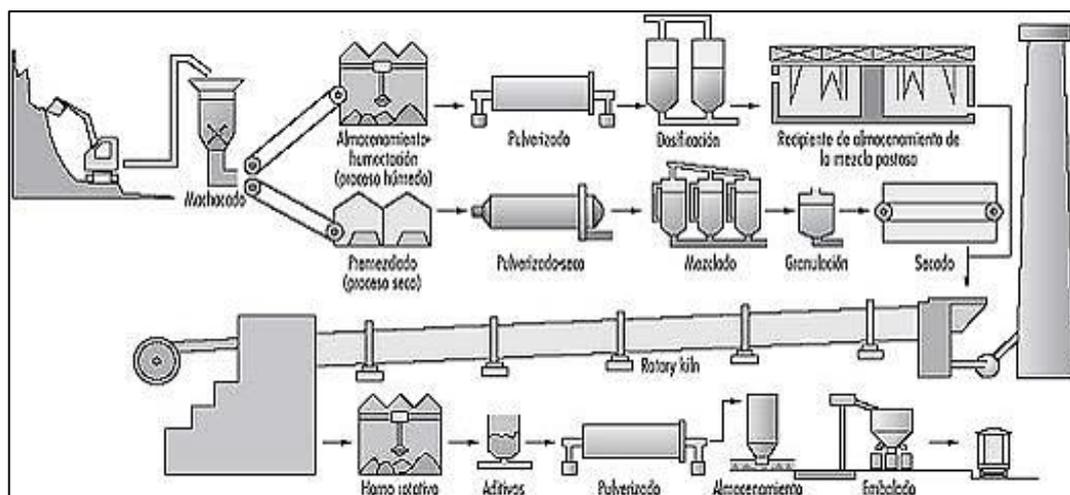
1.2.3.1. Cemento

El cemento Portland es un material aglomerante que presenta propiedades de adherencia y cohesión, permitiendo la unión de las fracciones de los minerales e

integrándolos en un todo. El cemento tiene la particularidad de fraguar y endurecer al contacto con el agua, debido al proceso de reacción química que se conoce como hidratación. Es actualmente considerado el aglomerante más notable en la industria de la construcción. (Cicerón., 2017).

Figura 1

Etapas en la fabricación del cemento portland



Nota. Proceso de fabricación del cemento: Machacado, Almacenamiento Humectación (Proceso Húmedo), Pulverizado, Dosificación, Recipiente de Almacenamiento de la Mezcla Pastosa, Premezclado, Pulverizado Secado, Mezclado, Granulación, Secado, Horno Rotativo, Escoria, Aditivos, Pulverizado, Almacenamiento y Embalado. Prodan y Bachofen (2009). Reimpreso con permiso.

Caldarone (2014) señala que; el cemento Portland es un aluminio silicato de calcio, adquirido por el calentamiento aproximado de $1400^{\circ}\text{C} - 1550^{\circ}\text{C}$, de una mezcla de minerales finamente molidos, formados por piedra caliza y arcilla. Obteniendo finalmente la fabricación del Clinker, al cual se le adiciona en un 2% a 3% de yeso para evitar que fragüe rápidamente.

Tabla 1

Compuestos principales del cemento Portland

NOMBRE	FÓRMULA	NOTACIÓN	PORCENTAJE
Silicato dicálcico (Belita)	$\text{SiO}_2 \cdot 2\text{CaO}$	C_2S	15%-30%
Silicato tricálcico (Alita)	$\text{SiO}_2 \cdot 3\text{CaO}$	C_3S	30%-50%
Aluminato tricálcico	$\text{AlO}_3 \cdot 3\text{CaO}$	C_3A	4%-12%
Ferroaluminato tetra cálcico	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{CaO}$	C_4AF	8%-13%

Nota. Indica el nombre del compuesto, la fórmula química y la concentración que existe en el cemento a través del porcentaje. Recuperado de Hing-Strength Concrete (A practical guide).

- **Clasificación del Cemento Portland**

a) Según la NTP 334.009 CEMENTOS: Cementos Portland Requisitos, presenta una clasificación de acuerdo a las *propiedades específicas* del cemento:

- **TIPO I:** Para uso general que no requiera propiedades especiales de cualquier otro tipo.
- **TIPO II:** Para uso general, y específicamente cuando se desee moderada resistencia a los sulfatos o moderado calor de hidratación.
- **TIPO III:** Para ser utilizado cuando se requiere altas resistencias iniciales.
- **TIPO IV:** Para emplearse cuando se desee bajo calor de hidratación.
- **TIPO V:** Para emplearse cuando se desee alta resistencia a los sulfatos.

b) Según la NTP 334.090 CEMENTOS: Cementos Portland Adicionados considera a los cementos *compuestos concebidos para el uso indicado*:

- **TIPO IS:** Cemento Portland con escoria de alto horno.
- **TIPO IP:** Cemento Portland puzolánico.
- **TIPO II :** Cemento Portland – caliza.
- **TIPO I(PM) :** Cemento Portland puzolánico modificado.
- **TIPO IT:** Cemento adicionado ternario.

- **TIPO ICo:** Cemento Portland compuesto.
- c) Según la NTP 334.082 CEMENTOS: Cementos Portland Especificación de la Performance, conforman esta especificación los cementos con *características especiales*:
- **TIPO GU:** Cemento Portland para construcciones generales. Usar cuando no se requieran propiedades especiales.
 - **TIPO HE:** De alta resistencia inicial.
 - **TIPO MS:** De moderada resistencia a los sulfatos.
 - **TIPO HS:** De alta resistencia a los sulfatos.
 - **TIPO MH:** De moderado calor de hidratación.
 - **TIPO LH:** De bajo calor de hidratación.

1.2.3.2. Agregados

El agregado fino y el agregado grueso son elementos esenciales en el concreto, estos son aglomerados por la mezcla de cemento para integrar una estructura resistente. Ocupan alrededor de las $\frac{3}{4}$ parte del volumen total, por eso es importante la calidad del producto para un buen resultado. Si bien estos no intervienen directamente en la reacción química entre el agua y cemento, sus características afectan considerablemente al producto resultante. Están constituidos por minerales de arenisca, granito, basalto, cuarzo o combinaciones de ellos, de estos depende mucho las propiedades del concreto (Neville, 1998).

- **Agregado fino:** El agregado fino debe tener las siguientes características tales como: ser durable, fuerte y libre de materias impuras como limos, arcillas y material orgánico (Neville, 1998). Según la NTP 400.037, dice que proviene de la desintegración natural o artificial, y solo se considera lo que pasa el tamiz normalizado 9,5 mm (3/8") y lo que queda retenido en el tamiz

normalizado 74 μm (N° 200), además debe cumplir con los parámetros establecidos en dicha norma.

- **Agregado grueso:** el agregado grueso está constituido por rocas graníticas y dioríticas en su mayoría, puede emplearse piedra chancada o entera, así como la arena también se establece condiciones para su gradación y se denomina por el tamaño máximo nominal del agregado (Neville, 1998).

1.2.3.3. Agua

El agua es el elemento que hidrata las partículas de cemento, esta ocupa un papel predominante en la reacción química del cemento durante el estado plástico, el proceso de fraguado y el estado endurecido de un concreto. (Sánchez, 2001). Logrando con esto la formación de una mezcla que permite que adquieran propiedades que:

- **En estado fresco** faciliten una adecuada manipulación y colocación del mismo.
- **En estado endurecido** la convierta en un producto con propiedades y características deseadas.

1.2.3.4. Aditivos

Los aditivos químicos son adicionados al concreto en la etapa de mezclado para modificar algunas de las propiedades en estado fresco o endurecido (Toxement, 2019).

- **Clasificación:**

Según la norma ASTM C 494 (2008), los aditivos químicos se clasifican en:

a) Tipo A: Aditivos reductores de agua

Mejoran la resistencia a la compresión y se utilizan para disminuir el contenido de agua de mezclado en un 5% a 10% (Toxement, 2019).

b) Tipo B: Aditivos retardadores

Prolongan el tiempo de fraguado inicial del concreto por horas, por lo que suelen ser muy utilizados en clima cálidos y cuando los camiones concreteros realizan recorridos muy largos. Por lo general no afectan el asentamiento o el contenido de aire (Toxement, 2019).

c) Tipo C: Aditivos aceleradores

Reducen el tiempo de fraguado y aceleran la ganancia de la resistencia inicial del concreto (Toxement, 2019).

d) Tipo D: Aditivos reductores de agua y retardadores

Mejoran la manejabilidad, trabajabilidad y la bombeabilidad del concreto, debido a que retardan el endurecimiento del concreto manteniéndolo trabajable por más tiempo (Toxement, 2019).

e) Tipo E: Aditivos reductores de agua y aceleradores

Adelantan el inicio de fraguado para obtener altas resistencias iniciales con un reducido contenido de agua (Toxement, 2019).

f) Tipo F: Aditivos reductores de agua y de alto rango

Reducen significativamente la demanda de agua (entre el 12% y 40%) pero se mantiene el asentamiento de un concreto normal. Además, permite producir concretos con altas resistencias a la compresión tanto iniciales como finales (Toxement, 2019).

g) Tipo G: Aditivos reductores de agua, alto rango y retardadores.

Permiten reducir el contenido de agua al igual que los aditivos de tipo F. La diferencia es que mantienen un tiempo prolongado de manejabilidad (Toxement, 2019).

h) Tipo S: Aditivos de desempeño específico.

Son aditivos especiales los cuales están en constante desarrollo y actualización según las necesidades de la construcción (Toxement, 2019).

- **Sika Retarder PE**

Es un aditivo retardante de fragua el cual mantiene la trabajabilidad por un tiempo prolongado. Tiene una densidad de 1.14 kg/L y su dosificación varía de 0.2% al 0.9% del peso de cemento. Además, su ficha técnica recomienda realizar pruebas previas para optimizar la dosis (Sika, 2017).

1.2.4. Propiedades principales del concreto fresco

1.2.4.1. Trabajabilidad

También conocido como “manejabilidad” cuya propiedad es analizada cuando el concreto está en estado fresco. Nos permite una mezcla con características favorables para la compactación y también evita la segregación y la exudación para un acabado propicio. La trabajabilidad se ve afectada por la granulometría, la forma de las partículas y las proporciones del agregado, el contenido de cemento, los aditivos (en caso se empleen), también por la consistencia de la mezcla (Sánchez, 2001). El método que se utiliza para medir la trabajabilidad es el “Slump” o asentamiento con el cono de Abrams permitiendo una aproximación numérica a esta propiedad del concreto (Kimyu, 2018).

1.2.4.2. Segregación

Es la separación entre los componentes del concreto, lo que provoca que la distribución de las partículas no sea uniforme por falta de cohesión. La segregación se ve afectada por la diferencia de tamaño de las partículas, granulometría, mal mezclado, transporte, etc. (Sánchez, 2001)

1.2.4.3. Exudación

Propiedad en la que parte del agua se separa de la mezcla durante el fraguado y asciende a la superficie. Esto se atribuye a la diferencia de densidades lo cual puede ser controlado con el uso de aditivos. (Sánchez, 2001)

1.2.5. Principales propiedades del concreto endurecido

1.2.5.1. Elasticidad

Es la capacidad del concreto que le permite sufrir deformaciones reversibles bajo la acción de fuerzas o cargas externas. Sabiendo que el concreto no es un material elástico, ya que no tiene un comportamiento lineal, pero se puede determinar el módulo de elasticidad estático mediante el procedimiento de ensayo ASTM C469 (Rodríguez, 2019).

1.2.5.2. Resistencia

Es la capacidad de soportar cargas y esfuerzos que se le apliquen, la resistencia a la compresión es la principal característica del concreto y depende de varios factores como la composición química del cemento, la relación agua/cemento, además puede ser afectada por la temperatura, tiempo, calidad de los agregados y el curado que afecta indirectamente, ya que garantiza el proceso de hidratación y por ende permite desarrollar completamente todas sus características resistentes finales (Osorio, 2019).

1.2.6. Caracterización de los materiales

1.2.6.1. Análisis granulométrico:

Este método de ensayo consiste en agrupar y clasificar las partículas que forman los suelos, ya sea en agregado grueso o agregado fino para determinar cuantitativamente la distribución de los tamaños de las partículas, a través de una serie de tamices que van progresivamente en forma decreciente. Basándose de acuerdo a lo estipulado en la Norma NTP 400.012 (Pinedo, 2019).

El Módulo de finura es un índice que sirve para clasificar a los agregados, cuyo valor es obtenido de la sumatoria de los porcentajes retenidos acumulados (tamices #100, #50, #30, #16, #8, #4, 3/8", 3/4", 1 1/2" y mayores) dividido por 100 (Sanhueza, s.f).

Para la *gradación del agregado fino*, la NTP 400.037 estipula los límites granulométricos que debe tener la muestra tal como se presenta en la Tabla 2. Además, permite el uso de agregado que no cumple con las gradaciones especificadas.

Tabla 2

Granulometría del agregado fino.

Tamiz	Porcentaje que pasa
9,5 mm (3/8 pulg)	100
4,75 mm (N° 4)	95 a 100
2,36 mm (N° 8)	80 a 100
1,18 mm (N° 16)	50 a 85
600 µm (N° 30)	25 a 60
300 µm (N° 50)	05 a 30
150 µm (N° 100)	0 a 10

Nota. Se muestran los rangos para el porcentaje que pasa para cada tamiz. Recuperado de NTP 400.037 (2014).

Para la **gradación del agregado grueso**, la NTP 400.037 establece que debe cumplir con los requisitos de la Tabla 4, según los husos especificados. Además, permite el uso de agregado que no cumple con las gradaciones especificadas.

Tabla 3

Cantidad mínima de la muestra de agregado grueso.

Tamaño Máximo Nominal	Cantidad de la Muestra de Ensayo,
Aberturas Cuadradas	Mínimo
mm(pulg)	kg (lb)
9,5 (3/8)	1 (2)
12,5 (1/2)	2 (4)
19,0 (3/4)	5 (11)
15,0 (1)	10 (22)
37,5 (1 1/2)	15 (33)
50 (2)	20 (44)
63 (2 1/2)	35 (77)
75 (3)	60 (130)
90 (3 1/2)	100 (220)
100 (4)	150 (330)
125 (5)	300 (660)

Nota. Según el TMN (Tamaño Máximo Nominal) del agregado grueso se selecciona la cantidad mínima a ensayar. Recuperado de Anexo A (NTP 400.012, 2013).

Requisitos Granulométricos del agregado grueso

Huso	Tamaño Máximo Nominal	Porcentaje Que Pasa Por Los Tamices Normalizados																	
		100 mm (4")	90 mm (3 1/2")	75 mm (3")	63 mm (2 1/2")	50 mm (2")	37,5 mm (1 1/2")	25 mm (1")	19,0 mm (3/4")	12,5 mm (1/2")	9,5 mm (3/8")	4,75 mm (N° 4)	2,36 mm (N° 8)	1,18 mm (N° 16)	300 μm (N° 50)				
1	90 mm a 37,5 mm (3 1/2 pulg a 1 1/2 pulg)	100	90 a 100		25 a 60		0 a 15		0 a 5										
2	63 mm a 37,5 mm (2 1/2 pulg a 1 1/2 pulg)			100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5										
3	50 mm a 25,0 mm (2 pulg a 1 pulg)				100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5									
357	50 mm a 4,75 mm (2 pulg a N° 4)				100	95 a 100		35 a 70		10 a 30		0 a 5							
4	37,5 mm a 19,0 mm (1 1/2 pulg a 3/4 pulg)					100	90 a 100	20 a 55	0 a 5		0 a 5								
467	37,5 mm a 4,75 mm (1 1/2 pulg a N° 4)					100	95 a 100		35 a 70		10 a 30	0 a 5							
5	25,0 mm a 12,5 mm (1 pulg a 1/2 pulg)						100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5								
56	25,0 mm a 9,5 mm (1 pulg a 3/8 pulg)							100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5						
57	25,0 mm a 4,75 mm (1 pulg a N° 4)							100	95 a 100		25 a 60		0 a 10	0 a 5					
6	19 mm a 9,5 mm (3/4 pulg a 3/8 pulg)								100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5						
67	19,0 mm a 4 mm (3/4 pulg a N° 4)									100	90 a 100		20 a 55	0 a 10	0 a 5				
7	12,5 mm a 4,75 mm (1/2 pulg a N° 4)										100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5				
8	9,5 mm a 2,36 mm (3/8 pulg a N° 8)											100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5			
89	12,5 mm a 9,5 mm (1/2 pulg a 3/8 pulg)												100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5	
9 ^a	4,75 mm a 1,18 mm (N° 4 a N° 16)														100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Nota. Esta tabla permite clasificar el agregado grueso, luego de haber realizado la granulometría, ubicándolo en que huso se encuentra. Recuperado de NTP 400.037 (2014).

Según la NTP 400.037, 2014 define como:

- **Tamaño Máximo:** corresponde al menor tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado grueso.
- **Tamaño Máximo Nominal:** corresponde al primer tamiz que ha retenido muestra entre el 5% y 10%.

1.2.6.2. Peso unitario de agregado fino y grueso.

Según la NTP 400.017 (2011) define al peso unitario de los agregados como la masa de volumen unitario del agregado, en donde el volumen incluye el volumen de las partículas individuales y el volumen de vacío entre las partículas. En pocas palabras este ensayo consiste en determinar la densidad total del resultado de la división de la masa de un agregado en estado seco (suelto o compactado) y el volumen que está ocupando incluyendo los vacíos de aire entre partículas, se expresa en kg/m^3 .

Tabla 5

Capacidad de los recipientes

T nominal máx. Del agregado		Capacidad del recipiente	
mm	pulg	m^3	p^3
12,5	1/2	0,0028 (2,8)	1/10
25,0	1	0,0093 (9,3)	1/3
37,5	1 1/2	0,0140 (14)	1/2
75	3	0,0280 (28)	1
100	4	0,0700 (70)	2 1/2
125	5	0,1000 (100)	3 1/2

Nota. Según el TM (Tamaño Máximo) del agregado seleccionamos el recipiente a emplear en el ensayo de peso unitario. Recuperado de NTP 400.017 (2011).

1.2.6.3. Contenido de humedad

Este ensayo tiene por finalidad determinar el contenido de humedad de una muestra de agregado grueso o fino. Este método se puede determinar por medio del secado a horno, donde se expresa el peso del agua existente del agregado y el peso de las partículas sólidas para hallar el porcentaje de humedad. La humedad evaporable engloba a la superficial y la contenida en los poros del agregado (NTP 339.185, 2013).

Tabla 6

Cantidad mínima de la muestra de agregado a utilizar en el ensayo de humedad

Tamaño máximo nominal de agregado mm (pulg)	Masa mínima de la muestra de agregado de peso normal en kg
4,75 (0,187) (N° 4)	0,5
9,5 (3/8)	1,5
12,5 (1/2)	2,0
19,0 (3/4)	3,0
5,0 (1)	4,0
37,5 (1 1/2)	6,0
50,0 (2)	8,0
63,0 (2 1/2)	10,0
75,0 (3)	13,0
90,0 (3 1/2)	16,0
100,0 (4)	25,0
150,0 (6)	50,0

Nota. Según el TMN seleccionamos la cantidad de muestra a utilizar en el ensayo de humedad. Recuperado de NTP 339.185 (2013).

1.2.6.4. Peso específico y absorción

El peso específico es la relación que existe entre la masa y el volumen del material, expresado como kilogramo por metro cúbico; y la absorción es el incremento del agregado debido al agua que penetra en los poros durante un tiempo

determinado (NTP 400.022, 2013). La norma NTP 400.022 y NTP 400.021, establecen el procedimiento para determinar el peso específico seco, el saturado con superficie seca, el peso aparente y la absorción del agregado fino y grueso, respectivamente.

Tabla 7

Cantidad mínima de la muestra de agregado a utilizar para el ensayo de peso específico.

Tamaño Máximo Nominal	Masa mínima de Muestra de Ensayo
mm(pulg)	kg (lb)
12,5 (1/2) o menor	2 (4,4)
19,0 (3/4)	3 (6,6)
25,0 (1)	4 (8,8)
37,5 (1 1/2)	5 (11)
50 (2)	8 (18)
63 (2 1/2)	12 (26)
75 (3)	18 (40)
90 (3 1/2)	25 (55)
100 (4)	40 (88)
125 (5)	75 (165)

Nota. Según el TMN seleccionamos la cantidad de muestra a utilizar en el ensayo de peso específico. Recuperado de NTP 400.021 (2013).

1.2.7. Diseño de mezcla

El diseño de mezcla es una proporción adecuada de materiales para la elaboración del concreto, se diseña tanto para estado fresco y endurecido. Debe cumplir una dosificación exacta que cumplan con la característica física-mecánica, además obtenga una buena trabajabilidad, resistencia, y durabilidad. De manera que, existen valores límites que deben cumplir la relación agua/cemento, el contenido mínimo de cemento, la resistencia mínima, el tamaño máximo de agregados y el contenido de aire dentro de los límites específicos. (Muciño y Santa Ana, 2018).

Para la realización del diseño de mezcla existen diferentes métodos; a continuación, se describen algunos de ellos:

- **Método de fuller**

Es un método clásico y es aplicado cuando los agregados no cumplen con la Norma ASTM C33, También es aplicado cuando la cantidad de cemento es mayor a 300 kg/m³ y cuando el tamaño máximo del agregado grueso está comprendido entre 50 ± 20mm. (Correa, 2011).

- **Método del comité 211 del ACI**

En este método se puede diseñar el concreto con una resistencia requerida. Además, que se fija la relación agua/cemento, de manera que ofrezca una buena durabilidad y resistencia. (Correa, 2011).

- **Método de Walker**

Este método fue desarrollado por profesor Staton Walker, el cual permite determinar un porcentaje aproximado del agregado fino en relación al volumen absoluto total de los agregados. En función al módulo de fineza del agregado fino, el tamaño máximo nominal del agregado grueso, el perfil del mismo y el factor cemento. (Herrera y Vargas, 2018).

- **Método del agregado global**

Este método consiste en optimizar sistemáticamente la proporción del agregado fino y del agregado grueso como un solo material, dando origen al agregado global. Además, es un método que reduce el porcentaje de vacío e incrementa la resistencia, y controla la trabajabilidad de la mezcla. (Loayza, 2017).

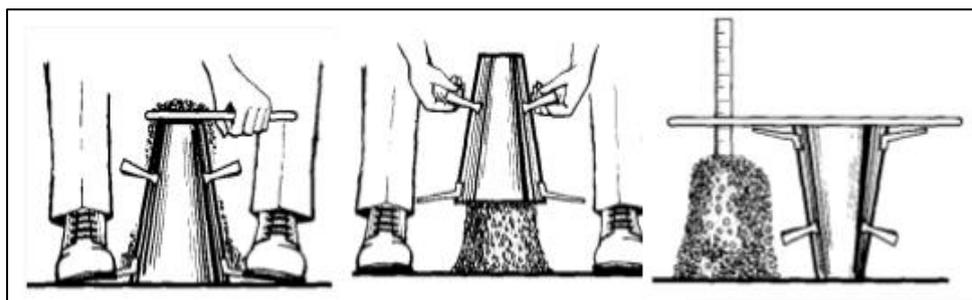
1.2.8. Ensayos de laboratorio

1.2.8.1. Asentamiento

El ensayo de asentamiento llamado también “*Slump test*”, fue desarrollado por Duft Abrams, adoptada en 1921 por el ASTM y revisada finalmente en 1978. Este ensayo consiste en compactar una muestra de concreto en estado fresco en un molde cónico, para que al desmoldar se obtenga el descenso o asentamiento de la mezcla. De manera que permite evaluar la consistencia del concreto y su capacidad de adaptarse en el encofrado, manteniéndose homogéneo con un mínimo de vacíos. (Aceros Arequipa, 2016).

Figura 2

Ensayo de asentamiento del concreto en estado fresco

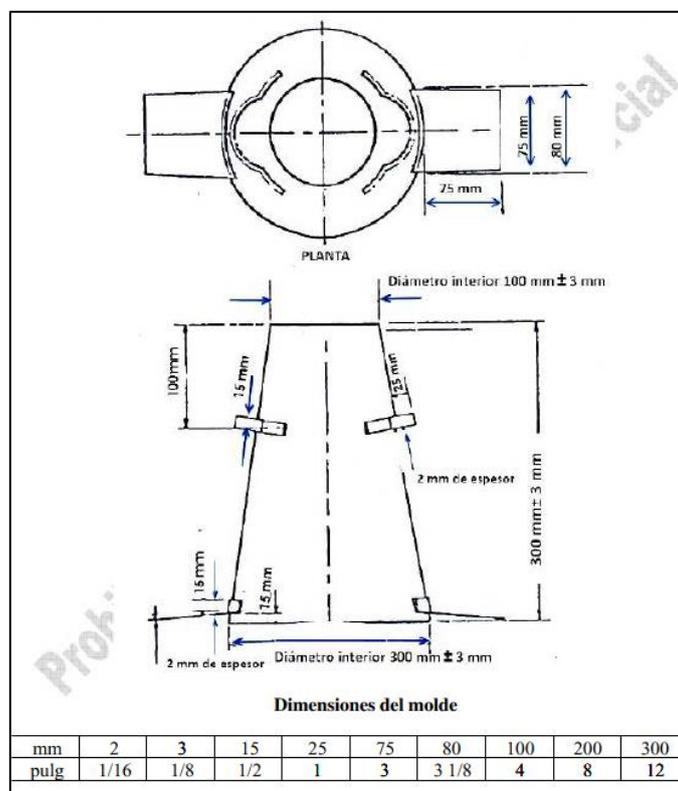


Nota. En el lado izquierdo de la figura se visualiza el varillado que se está realizando a la mezcla dentro del cono de Abrams y al otro lado, la medición de la diferencia de altura. Ávila (2017). Reimpreso con permiso.

El asentamiento tiene como finalidad medir la trabajabilidad y consistencia del concreto. Teniendo en cuenta que este ensayo no es aplicable para una mezcla de concreto con agregado grueso mayor a 37,5 mm (1 ½”), en caso también sea no plástica y por último no se debe segregar sus partículas. Además, se debe tener en claro que, si hubiese un desprendimiento o derrumbe pronunciado de espécimen de concreto en estado fresco, el ensayo se tendría que volver a realizar sobre otra porción de la mezcla (NTP 339.035, 2011). El molde debe para este ensayo debe tener los siguientes estándares:

Figura 3

Molde para el ensayo de asentamiento



Nota. Se muestra las medidas normadas del cono de Abrams a utilizar en el ensayo de asentamiento. NTP 339.035 (2011). Reimpreso con permiso.

- **Tipos de asentamiento**

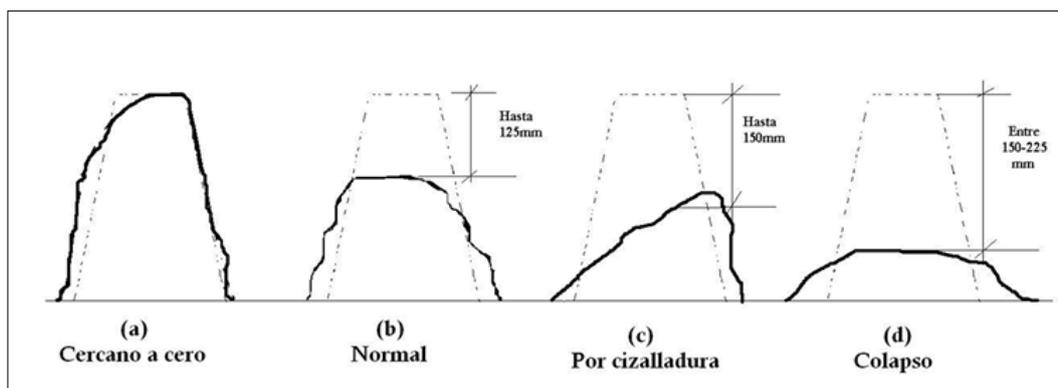
Se ha establecido tres tipos d asentamientos característicos como:

- ***Asentamiento Cercano a cero:*** es una mezcla de concreto que tiene trabajabilidad pero poco contenido de agua, o es un concreto hecho con de agregado grueso, hace que el agua fluya fuera de la mezcla de concreto sin que produzca cambio de volumen. (Simeón, 2020).
- ***Asentamiento normal:*** este consiste en una mezcla adecuada y con un correcto porcentaje de agua, y una buena trabajabilidad. Por ello no sufre de grandes deformaciones ni sus elementos se separan, debido a la pasta ligante que cubre los agregados. (Simeón, 2020).

- **Asentamiento por cizalladura o corte:** se origina por un ligero aumento de agua, donde el concreto carece de plasticidad y cohesión. (Simeón, 2020).
- **Asentamiento por colapso o desplomado:** este se da cuando el concreto pobres, cuando es hecho con un exceso de agregado grueso y un alto porcentaje de agua. Por lo que es difícil mantener unida a la mezcla y en lugar de un asentamiento se produce rotura por derrumbamiento, provocando que la deformación supera al límite plástico del material, de manera que el ensayo se considera sin valor. (Simeón, 2020).

Figura 4

Tipos de asentamiento que presenta el concreto en estado fresco



Nota. En la figura visualizamos la forma de un asentamiento cercano a cero, normal, por corte y desplomado para su identificación y clasificación en la práctica. Simeón (2020). Reimpreso con permiso.

- **Consistencia del concreto según su asentamiento**

- **Consistencia seca:** consiste en que la mezcla posee un exceso de agregados o un escaso contenido de agua en relación a los demás componentes. (Aceros Arequipa, 2016).
- **Consistencia plástica:** es una mezcla de fluidez fácil y se adapta al encofrado sin segregarse. Aceros Arequipa, 2016).
- **Consistencia fluida:** es una mezcla con elevada proporción de agua, se nota por la fluidez dentro del encofrado. (Aceros Arequipa, 2016).

Si en caso se requiera que la mezcla tenga una determinada consistencia, se podrá clasificar de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 8

Consistencia del concreto según su asentamiento

Consistencia	Asentamiento
Seca	0" (0cm) a 2" (5cm)
Plástica	3" (7.5cm) a 4" (10cm)
Fluida	>= 5" (12.5cm)

Nota. Se muestra los rangos del asentamiento en pulgadas y centímetros con los cuales podemos identificar la consistencia de la mezcla. Recuperado de Aceros Arequipa (2016).

1.2.8.2. Tiempo de fraguado del concreto

El tiempo de fraguado es un proceso en el cual las reacciones químicas del cemento y el agua dan origen a la pasta cemento, haciendo que endurezca y se adhieran a los agregados de la mezcla de concreto, de manera que adquieran una cierta resistencia. (Gabelec, 2008). En el transcurso de endurecimiento del concreto se presenta dos estados:

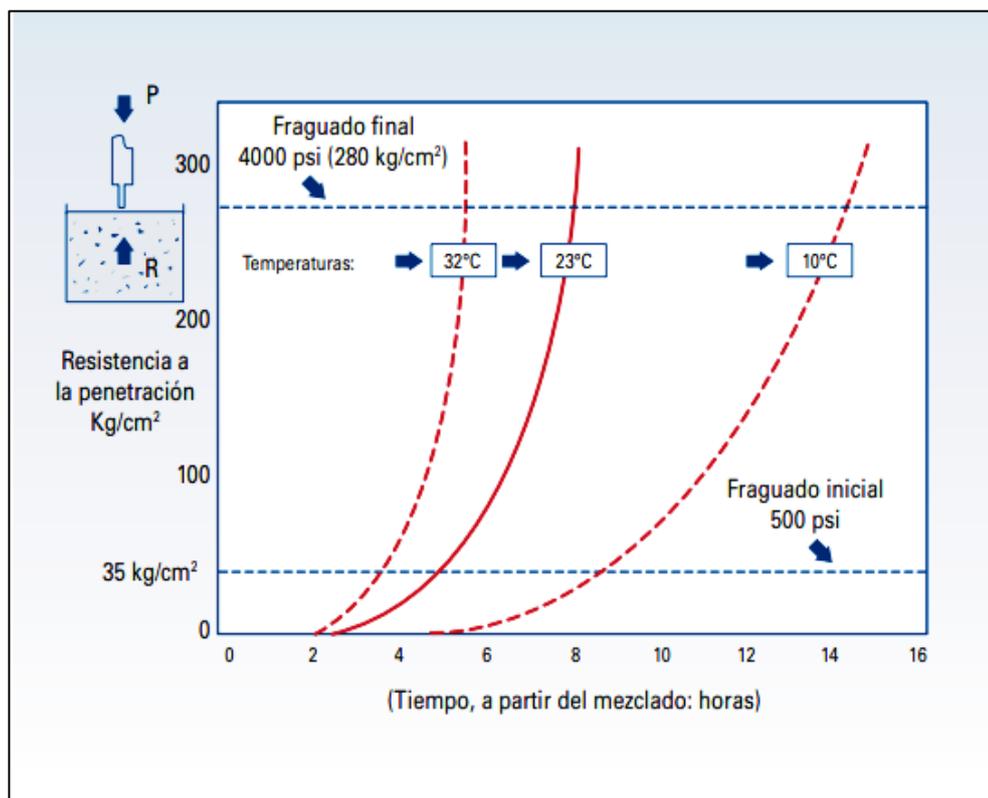
- **Tiempo de fraguado inicial:** es el tiempo que transcurre a partir del instante que cemento hace contacto con el agua, y donde la mezcla va perdiendo significativamente su plasticidad y trabajabilidad. (IMCYC, 2008).
- **Tiempo de fraguado final:** es el tiempo donde el cemento entra en contacto con el agua y deja de ser deformable bajo cargas relativamente pequeñas, empezando el proceso de endurecimiento y en que la mezcla va adquiriendo una resistencia mecánica. (Argos 360, 2020).

Es así que, entre el lapso de tiempo que transcurre entre ambos estados se llama tiempo de fraguado del concreto. En el cual puede existir efectos de variables, tales como la temperatura, diseño de mezcla, cemento, aditivos, modificadores del tiempo, etc. (IMCYC, 2008).

A continuación, se presenta una gráfica de la influencia de temperatura.

Figura 5

Influencia de la temperatura sobre el tiempo de fraguado del concreto



Nota. En la figura se observa que el fraguado inicial se da cuando la resistencia a la penetración es de 500 psi y el fraguado final cuando es de 4000 psi. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto (IMCYC) (2008). Reimpreso con permiso.

Según la NTP 339.082 (2011) no dice que el tiempo de fraguado de la mezcla de concreto se determina por la medida de la resistencia a la penetración de un mortero tamizado de hormigón. También este método se aplica para mezclas de morteros preparados y lechadas o grout, aplicándose bajo las condiciones de laboratorio o en obra.

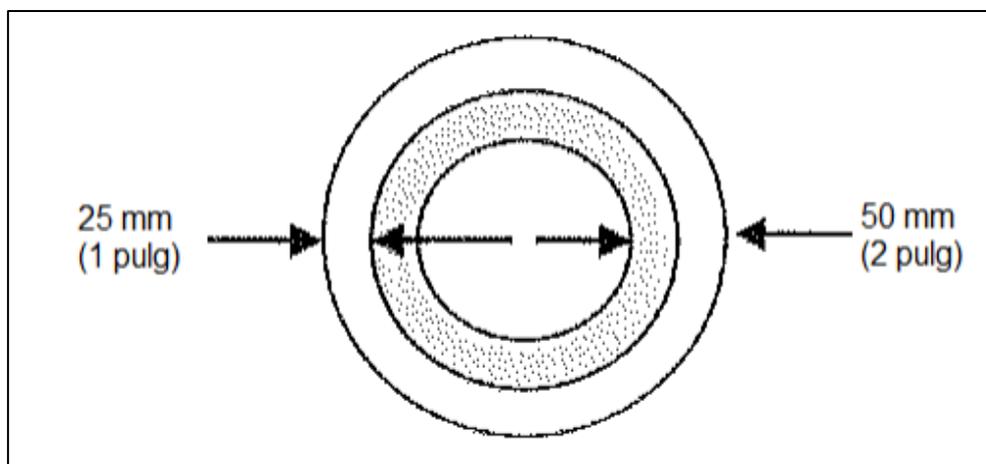
Sabiendo que el fraguado del concreto es proceso gradual, los resultados del tiempo de fraguado se dan de manera arbitraria. Además, los tiempos requeridos alcancen valores especificados de acuerdo a la resistencia a la penetración. (NTP

339.082, 2011). Para la realización del ensayo es necesario tener en cuenta lo indicado en la NTP 339.082:

- Si las condiciones son en campo se prepara tres especímenes de cada muestra de concreto y si fuese en laboratorio en número de especímenes dependerá de del propósito del ensayo.
- Se debe registrar el tiempo en que el agua y cemento inician contacto.
- Para obtener la muestra de mortero se debe pasar por la malla 4.75 μm sobre una superficie no absorbente, además se debe eliminar las burbujas de aire.
- La temperatura de almacenamiento debe estar entre 20°C a 25°C.
- Se realiza la penetración inicial, después de haber transcurrido 3 horas.
- Se efectúa por lo menos 6 penetraciones por cada ensayo de tiempo de fraguado.
- También es necesario respetar una cierta distancia en cada penetración que se realiza, y una distancia de por lo menos 1" (25mm) pero no mayor de 2" (50mm) en el lado del contenedor. (Ver Figura 6)

Figura 6

Vista superior del espécimen del ensayo del mortero



Nota. El área punteada es donde se permite las penetraciones. Norma técnica peruana (NTP 339.082, 2011). Reimpreso con permiso.

Para la determinación del tiempo de fraguado inicial y final es necesario la utilización del *Penetrómetro* que es un instrumento de carga que cuenta con agujas intercambiables de diferentes grosores y áreas de contacto, tales como 645mm², 323 mm², 161 mm², 65 mm², 32 mm² y 16 mm² (1pulg², ½ pulg², ¼ pulg², 1/10 pulg², 1/20 pulg², 1/40 pulg²). De manera que se determina el proceso de endurecimiento de los de la mezcla de concreto una vez tamizado. (NTP 339.082, 2011).

1.2.8.3. Resistencia del concreto por el método de madurez

La resistencia a la compresión es la principal característica mecánica del concreto, la cual se define como la capacidad de soportar cierta carga y se expresa en términos de esfuerzo. Esta se emplea para determinar que la mezcla de concreto cumpla con lo requerido de la resistencia especificada ($f'c$) de una cierta estructura. (Cemex, 2019). Además, la mezcla de concreto debe llegar a una resistencia estima en edades “x” en días, a continuación, se muestra una tabla con los porcentajes estimados de resistencia:

Tabla 9

Porcentaje de resistencia del concreto a ciertas edades

Edades	Porcentaje de resistencia del concreto
1 día	16%
3 días	40%
7 días	65%
14 días	90%
28 días	99%

Nota. Se muestra el porcentaje de resistencia que debe llegar el concreto a ciertas edades. Recuperado de Blog Ingenieríareal.com (2021).

Es por ello que, existen diversos métodos para determinar la resistencia del concreto en campo, así tenemos el método de madurez, el cual se remonta a estudios realizados por los investigadores ingleses McIntosh (1949), Nurse (1949) y Saul

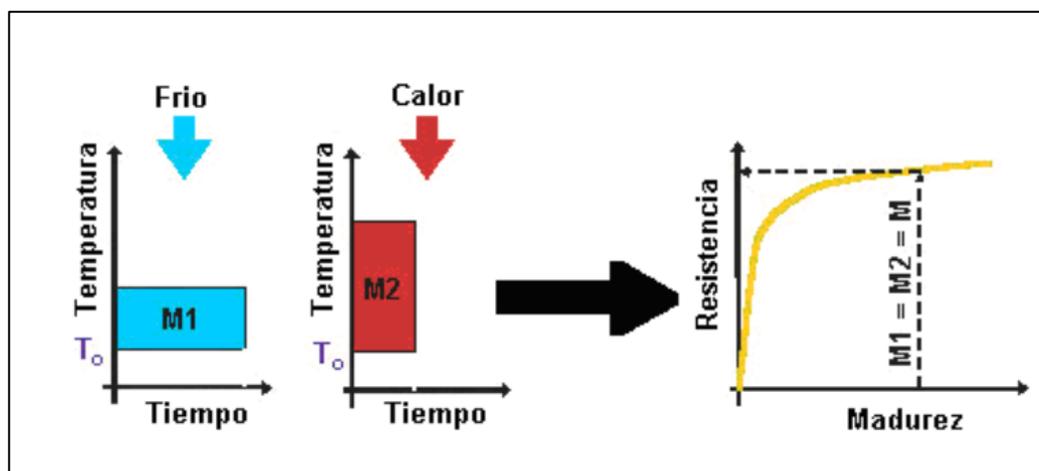
(1951) a finales de los años 40 e inicios de los años 50, y fue generalizado por la norma ASTM (Sociedad Americana de Ensayos y Materiales) en el año 1987. En el cual, se llegó a identificar una gran influencia de la temperatura sobre la evolución de la resistencia del concreto, deduciendo así, que la temperatura del concreto está relacionada con la cantidad de hidratos que se genera en la hidratación del cemento y a su vez con la resistencia de sí mismo. (Guzmán, 2020).

De esta forma aparece el concepto del método madurez del concreto, la cual se basa en el principio de que la resistencia del concreto está directamente relacionada con la edad y el desarrollo de su temperatura (tiempo y temperatura) de la resistencia in-situ. (Guzmán, 2020). Además, nos ofrece la posibilidad de estimar constantemente la resistencia del concreto durante el periodo de curado, permitiendo acelerar los procesos constructivos y ser usado como una herramienta de control de calidad. (Vélez, 2009).

Por esta razón, el método de madurez del concreto puede asumir que si se evalúa dos muestras de concreto del mismo diseño de mezcla tendrá la misma madurez y resistencia, a pesar de haber sido sometido a diferentes condiciones de curado. Ya que, si el curado se da en temperaturas bajas tardará un poco más en llegar a su madurez especificada a diferencia de las temperaturas altas. (Guzmán, 2020). A continuación, se presenta lo expuesto (Ver Figura 7)

Figura 7

Concepto de madurez del concreto con diferentes temperaturas



Nota. De la figura se infiere que si el concreto con el mismo diseño de mezcla es sometido a diferentes condiciones de curado (frio o calor) al obtener la misma madurez también tendrán la misma resistencia. Vélez (2009). Reimpreso con permiso.

Así la Norma Técnica Peruana 339.217 (2016), establece un procedimiento para estimaciones de resistencia del concreto por el método de madurez. La cual dispone la relación entre resistencia vs. madurez del concreto en laboratorio y registra constantemente la temperatura. Para el cálculo de este método se encuentra siguiente:

Funciones para determinar la madurez del concreto

a) Función de Nurse-Saul (1951)

Esta función fue desarrollada en el año 1951 por los investigadores Nurse y Saul, se encuentra relacionada con el tiempo de curado y su historial de temperatura, por ello proponen la siguiente función para calcular la madurez (ver ecu. 444). Basándose en la sumatoria acumulada de la temperatura y el tiempo, respecto a una temperatura datum T_0 . (Guzmán, 2020). Quién además, es la más aceptada para medir la madurez del concreto.

$$M(t) = \sum (T_a - T_0) \Delta t$$

Ecuación 1: Función de Nurse-Saul

Donde:

$M(t)$ = Factor de tiempo-temperatura a la edad t , °C-días o °C-hora.

Δt = Intervalo de tiempo, días u horas.

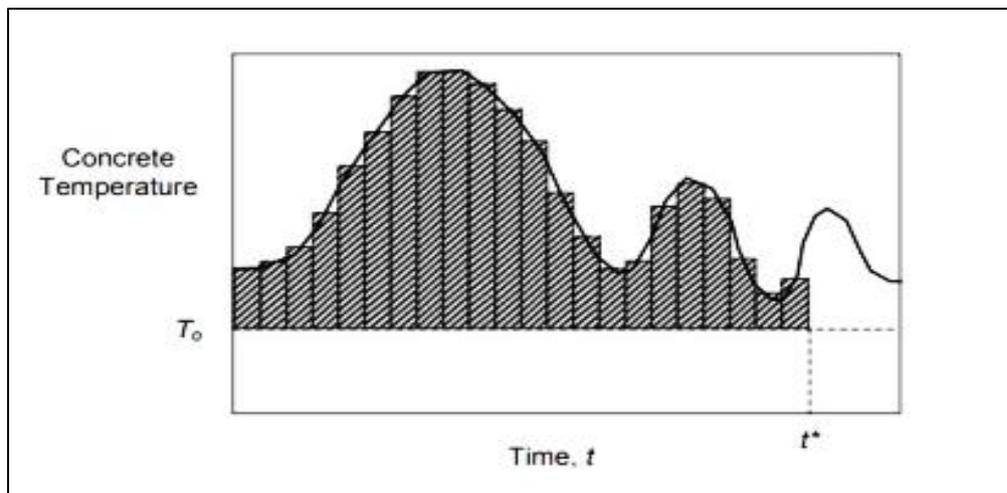
T_a = Temperatura promedio del concreto durante el intervalo de tiempo, Δt , en °C.

T_0 = Temperatura de Referencia o “datum”, en °C.

Esta función lineal se basa entre la temperatura y la ganancia de resistencia, gráficamente se trabaja con el área bajo la curva de temperatura y el índice de madurez como se muestra a continuación (Ver Figura 8). (Guzmán, 2020).

Figura 8

Modelo de Nurse y Saul



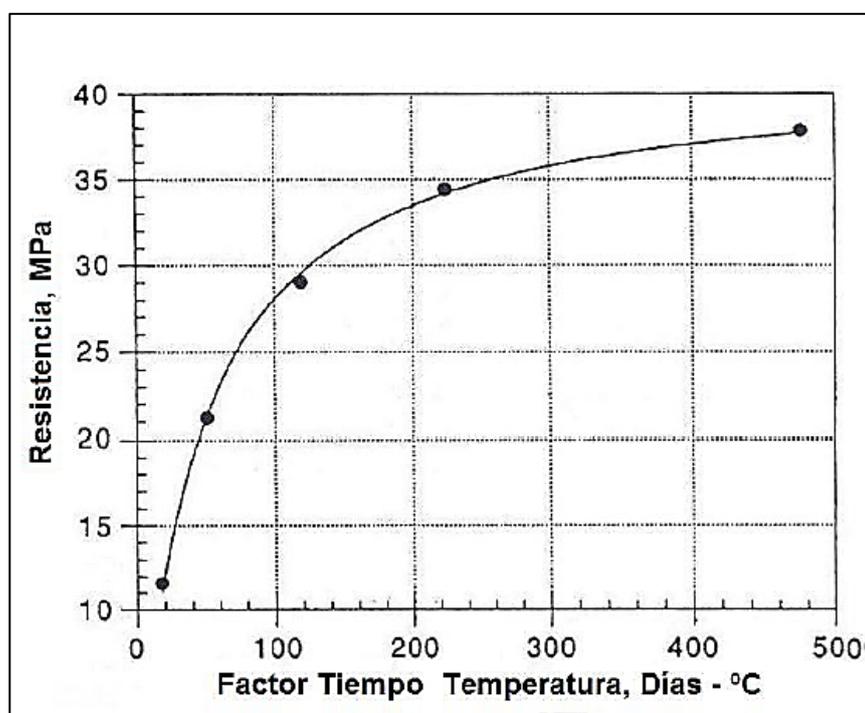
Nota. En la figura se observa la temperatura de concreto debajo de la curva en función del tiempo. Guzmán (2020). Reimpreso con permiso.

La temperatura de datum es la que detiene la ganancia de resistencia del concreto; por lo que durante los periodos donde la temperatura está por encima

o debajo de T_0 , no contribuye al aumento de la resistencia, ya que se utiliza -10°C como T_0 . (Sota, Avid, Moreira y Chury, 2016). Así también, se presenta en la Norma Técnica Peruana 339.217, a la terminología factor tiempo-temperatura, mostrando gráficamente la resistencia y el factor tiempo-temperatura (Ver Figura 9).

Figura 9

Ejemplo de la relación entre resistencia y el factor tiempo-temperatura



Nota. En la figura se muestra que a medida que incrementa el factor tiempo temperatura (Madurez) incrementa la resistencia del concreto. Norma técnica peruana (NTP 339.217, 2016). Reimpreso con permiso.

b) Función de Hansen & Pedersen (Arrhenius, 1977)

Freisleben Hansen y Pedersen propusieron en el año 1977 un nuevo modelo, que considera la no linealidad en la tasa de hidratación del cemento. Este método produce un índice de madurez en términos de una “Edad equivalente”, donde se presenta el tiempo de curado equivalente a una temperatura de referencia, generalmente 20°C ; pero es permisible el valor de

23°C dado que es reportado simultáneamente con los valores de edad equivalente. De manera que es requerida para producir una madurez igual a la alcanzada durante el periodo de curado a temperaturas diferentes a la temperatura de referencia. (Sota, Avid, Moreira y Chury, 2016).

Su función matemática está dada por:

$$t_e = \sum e^{-Q\left(\frac{1}{T_a} - \frac{1}{T_s}\right)\Delta t}$$

Ecuación 2: Función de Arrhenius

Donde:

T_e = Edad equivalente a una temperatura especificada T_s , días u horas.

Q = Activación de energía dividida por la constante del gas, en K.

T_a = Temperatura promedio del concreto durante el intervalo de tiempo, Δt en K.

T_0 = Temperatura de especificada, en K.

Δt = Intervalo de tiempo, días u horas.

Nota. La energía de activación se refiere a la mínima energía que se necesita para iniciar el proceso de endurecimiento del concreto.

Estas dos funciones del método de madurez del concreto se consideran en la norma internacional ASTM C 1074 y en la norma nacional NTP 339.217, como métodos válidos para determinar de la madurez. Teniendo en cuenta que la madurez depende del factor tiempo- temperatura, los equipos más básicos para precisar la madurez son un reloj y un termómetro. Sin embargo, con el transcurso de los años se ha desarrollado varios dispositivos que monitoreen y registren automáticamente las temperaturas del concreto en función del tiempo. (Sota, Avid, Moreira y Chury, 2016). Como se muestra a continuación:

Equipos para la medición de madurez del concreto

En la actualidad se cuenta una variedad de instrumentos para la determinación de madurez del concreto, los cuales han evolucionado desde un sistema manual hasta un sistema electrónico avanzado. Estos últimos, son capaces de registrar simultáneamente la temperatura y el tiempo, almacenando todos los datos a través de una memoria interna, proporcionando el índice de madurez mediante el uso de un sensor de madurez, un lector y un software para la transferencia de datos desde el lector a un computador. (Guzmán, 2020).

Según la Norma Técnica Peruana 339.217 (2016), establece que los aparatos o equipos deben ser dispositivos que monitorean y registran la temperatura del concreto como una función del tiempo y calcular el índice de madurez. Estos pueden ser sensores de temperatura conectados a registradores de datos o acopiados a dispositivos digitales de medición que automáticamente computarizan y muestran la data almacenada de temperatura como una función del tiempo. Además, se tiene que tener en cuenta que intervalo del tiempo registrado entre las mediciones de temperatura será de $\frac{1}{2}$ hora o menos para las primeras 48 horas y 1 hora o menos para después de lo anterior. La temperatura registrada por el dispositivo estará con la aproximación de $\pm 1^\circ\text{C}$. Existen varios tipos de dispositivos como son:

- a) **Transductores:** son dispositivos que transforman o convierten una magnitud física en una señal eléctrica. Generalmente, estas magnitudes, como por ejemplo temperatura, precisión, humedad de aire, presión sonora, caudal o luz, se convierten en una señal normalizada. (Vásquez, 2021).
- b) **Termocuplas:** es un transductor formado por la unión de dos metales distintos que producen una diferencia de potencial muy pequeña al cual se

asocia una temperatura. Que además es el sensor de temperatura más usado a nivel mundial. (Vásquez, 2021).

c) **Registrador de datos o “data logger”**: es un dispositivo electrónico que registra datos en el tiempo o en relación a la ubicación por medio de instrumentos y sensores por conexión directa o indirecta. (Vásquez, 2021).

d) **Sensores de temperatura**: es un dispositivo empleado para medir y/o registrar la señal de la termocupla, también es capaz de transmitir los datos por Bluetooth, Wi-Fi, IoT y protocolos propios. (Vásquez, 2021). A continuación, se muestra el sensor utilizado en la presente investigación:

- *Sensor Maturix* transmite datos de temperatura en el tiempo real por medio de la red inalámbrica Sigfox, en cual se conecta al sensor un termopar estándar tipo K para medir la temperatura del concreto recién colocado. (Kryton Internacional, 2021), presenta las siguientes características; es un transmisor inalámbrico con conectores tipo K, tiene una comunicación inalámbrica de larga distancia, cuenta con un diseño resistente a la intemperie, cuenta con un bajo consumo de energía para un uso extenso, múltiples ranuras de montaje para una fácil instalación y baterías de litio integradas de alta capacidad. (Vásquez, 2021).

Figura 10: Modelo de sensor Maturix marca Sensohive.



Nota. Presentación de los sensores utilizados en esta investigación. Sensohive (2019). Reimpreso con permiso

Ventajas del método de madurez

En método de madurez de la concreta cuenta con ventajas excepcionales, ya que, es un método no destructivo y cuenta con las siguientes ventajas:

- La resistencia del material puede ser evaluada a tiempo real.
- Se puede obtener la temperatura directa de interior de la estructura.
- Se puede remover cimbra y moldes con anticipación y las cargas pueden ser aplicadas antes de lo previsto.
- Se invierte menos tiempo en laboratorio.
- Se puede medir en posiciones críticas.

1.3. Formulación del problema

¿Cuál es la influencia de la sobredosificación del aditivo retardante Sika-Retarder PE en el concreto sobre el asentamiento, tiempo de fraguado y resistencia a la compresión, Trujillo 2021?

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar la influencia de la sobredosificación del aditivo retardante Sika Retarder PE en el concreto sobre el asentamiento, tiempo de fraguado y resistencia a la compresión.

1.4.2. Objetivos específicos

- Evaluar el asentamiento de una mezcla de concreto con aditivo retardante Sika Retarder PE al 0%, 0,25%, 0,50%, 0,75%, 1,0%.
- Estimar el tiempo de fraguado de una mezcla de concreto con aditivo retardante Sika Retarder PE al 0%, 0,25%, 0,50%, 0,75%, 1,0%.

- Analizar el comportamiento de la resistencia del concreto con aditivo retardante Sika Retarder PE al 0%, 0,25%, 0,50%, 0,75%, 1,0% mediante el método de madurez.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

La sobredosificación del aditivo retardante Sika Retarder PE influye en las propiedades del concreto; prolongando el tiempo de fraguado, manteniendo un asentamiento adecuado sin afectar la resistencia.

1.5.2. Hipótesis específicas

- A mayor incremento de aditivo retardante Sika Retarder PE en la mezcla de concreto, el asentamiento aumenta.
- A mayor incremento de aditivo retardante Sika Retarder PE en la mezcla de concreto, el tiempo de fraguado aumenta.
- A mayor incremento de aditivo retardante Sika Retarder PE en la mezcla de concreto, la resistencia a la compresión tiende a ser relativamente menor a edades iniciales.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

2.1.1. Por el propósito

La presente investigación según el propósito es de tipo aplicada, porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos de la investigación básica para contrastar la investigación a realizarse.

2.1.2. Según el Diseño

La presente investigación según el diseño es de tipo experimental ya que permite manipular la variable independiente, analizando la influencia que genera en la variable dependiente. (Baena, 2014)

2.1.3. Diseño de investigación

En la presente investigación se hizo el planteamiento de un *diseño experimental*, porque se manipulará de manera intencionada el porcentaje del aditivo retardante Sika Retarder PE para analizar su efecto en las propiedades físicas y mecánicas del concreto. De manera específica, este es de tipo *cuasi experimental*, ya que se utilizó un grupo de control y un grupo de estudio que no están asignados aleatoriamente, al controlar y limitar la cantidad de aditivo que se usó, presentando repeticiones en cada porcentaje de evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de un concreto convencional.

Tabla 10

Esquema del diseño cuasi experimental.

Grupo	Asignación	Pre prueba	Tratamiento	Post prueba
GE		O1	X	O2
GC		O3	-	O4

Nota. GE= Grupo de estudio; GC= Grupo de control; O1, O3= Pre-Test y O2, O4= Post test.

2.2. Variables

2.2.1. Operacionalización de variables

Tabla 11

Operacionalización de la variable independiente

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS
			¿Qué necesito estudiar de la variable?	¿Qué necesito estudiar de la dimensión?	¿Qué necesito estudiar del indicador? Datos patrones
		¿Cómo medimos?			
SIKA RETARDER PE	Es un aditivo Retardante de fragua, y según la norma ASTM C494 se clasifica como TIPO B. Permite mantener la trabajabilidad del concreto en el tiempo. (SIKA, 2017)	Se realiza probetas con adición del aditivo Sika Retarder PE en diferentes porcentajes, además se analiza su desempeño.	Sobredosificación de aditivo Sika Retarder PE	Desempeño del concreto Cantidad del aditivo	<ul style="list-style-type: none"> • Asentamiento • Tiempo de fraguado • Resistencia del concreto. <hr/> <ul style="list-style-type: none"> • 0.00% • 0.25% • 0.50% • 0.75% • 1.00%

Nota. En la tabla se presenta la variable independiente, su definición conceptual y operacional, así como sus dimensiones, indicadores e ítems. Elaboración propia (2021).

Tabla 12

Operacionalización de las variables dependientes

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
			¿Qué necesito estudiar de la variable?	¿Qué necesito estudiar de la dimensión?
ASENTAMIENTO	Determina su consistencia y fluidez, es decir, su capacidad para adaptarse al encofrado o molde manteniéndose homogéneo y además con un mínimo de vacíos. (Kua, 2016).	¿Cómo medimos? Se mide la consistencia del concreto a través del slump; es decir, la altura de diferencia entre una altura inicial y una final.	Fluidez de la mezcla.	Ensayo de slump expresado en pulgadas
TIEMPO DE FRAGUADO	Es el tiempo que transcurre desde el primer momento en que se agrega el agua, formándose así una pasta cementante, la cual pierde su viscosidad y eleva su temperatura. (Sánchez, 2001)	¿Cómo medimos? Se mide a través de la resistencia a la penetración usando un dispositivo para medir la fuerza aplicada por los diferentes tamaños de agujas.	El tiempo de fraguado inicial y final	Ensayo de tiempo de fraguado por resistencia a la penetración.
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Es la capacidad que un elemento tiene para soportar cargas por unidad de área. (Cemex, 2019)	¿Cómo medimos? Se mide a través de ensayos de laboratorio y dispositivos electrónicos, los cuales permiten establecer una o dos funciones de madurez (método de madurez)	Propiedades físicas y mecánicas	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura • Índice de madurez • Resistencia

Nota. En la tabla se presenta las variables dependientes, con su definición conceptual y operacional, así como sus dimensiones e indicadores. Elaboración propia (2021).

2.2.2. Clasificación de variables

Tabla 13

Clasificación de variables

CLASIFICACIÓN					
VARIABLES	Relación	Naturaleza	Escala de medición	Dimensión	Forma de medición
Sika Retarder PE	Cuantitativa Continua	Razón	Independiente	Multidimensional	Directa
Asentamiento	Cuantitativa Continua	Razón	Dependiente	Unidimensional	Indirecta
Tiempo de Fraguado	Cuantitativa Continua	Razón	Dependiente	Unidimensional	Indirecta
Resistencia a la compresión	Cuantitativa Continua	Razón	Dependiente	Unidimensional	Indirecta

Nota. En la tabla se presentan las variables de estudio y su clasificación según la relación, naturaleza, escala de medición, dimensión y forma de medición. Elaboración propia (2021).

2.3. Población y muestra

2.3.1. Población

Todos los concretos convencionales y concretos elaborados con Aditivo Retardante, en el año 2021.

2.3.2. Muestra

El método de muestreo empleado es “No Probabilístico”, del tipo “Juicio de experto”; basado en el amplio conocimiento del ingeniero Alberto Vásquez Díaz en el tema de tecnología del concreto, y del ACI318-19, por lo que se determinó realizar una muestra para el ensayo de asentamiento y tres muestras para el ensayo de tiempo de fraguado, además de 17 muestras para el ensayo de resistencia a la compresión por el método de madurez.

- Para el ensayo de resistencia del concreto por el método de madurez basado en la NTP 339.217, se realizaron un total de 85 probetas cilíndricas (diámetro 4” y altura 8”). Ya que, la norma indica que para cada edad se debe ensayar como mínimo 2 probetas y computarizar su resistencia promedio, pero si el rango excede el 10% ensayar la probeta de reserva y promediar los 3 especímenes. Además, de conectar 2 probetas a sensores (Ver Tabla 14).

Tabla 14

Cálculo del número de probetas para el ensayo de resistencia a la compresión por el método de madurez

RESISTENCIA DEL CONCRETO POR EL MÉTODO DE MADUREZ - NTP 339.217							
% de aditivo Sika Retarder PE	Días De Curado					Conectado a sensores de temperatura	SUBTOTAL
	1 día	2 días	3 días	5 días	7 días		
0.00%	3	3	3	3	3	2	17
0.25%	3	3	3	3	3	2	17
0.50%	3	3	3	3	3	2	17
0,75%	3	3	3	3	3	2	17
1.00%	3	3	3	3	3	2	17
TOTAL DE TESTIGOS CILINDRICOS							85

Nota. En la tabla se observa la distribución de probetas para cada porcentaje de estudio siendo 17 para cada uno, de los cuales 15 son sometidas a rotura por la máquina de compresión y dos son conectadas a sensores de temperatura de acuerdo a la NTP 339.217. Elaboración propia (2021).

- Para el Asentamiento, se realizaron un total de 5 ensayos en estado fresco basado en la NTP 339.035, tal como se presenta en la Tabla 15.

Tabla 15

Cálculo del número de muestras para el ensayo de asentamiento

% DE ADITIVO	ASENTAMIENTO
SIKA RETARDER PE	NTP 339.035
0.00%	1
0.25%	1
0.50%	1
0,75%	1
1.00%	1
TOTAL DE ESPECÍMENES	5

Nota. En la tabla se presenta el número de muestras que se realizará en cada diseño de mezcla, basándose en el juicio de experto y normatividad. Elaboración propia (2021).

- Para el tiempo de fraguado, se realizaron un total de 15 muestras en estado fresco basado en la NTP 339.082, tal como se presenta en la Tabla 16.

Tabla 16

Cálculo del número de muestras para el ensayo de tiempo de fraguado

% DE ADITIVO	TIEMPO DE FRAGUADO
SIKA RETARDER PE	NTP 339.082
0.00%	3
0.25%	3
0.50%	3
0,75%	3
1.00%	3
TOTAL DE ESPECÍMENES	15

Nota. En la tabla se presenta el número de muestras que se realizará en cada diseño de mezcla, basándose en el juicio de experto y normatividad. Elaboración propia (2021).

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.4.1. Técnicas de recolección de datos

En la presente investigación la recolección de datos consiste en la caracterización de los agregados, diseño de la mezcla de concreto y ejecución de los ensayos de laboratorio que nos interesan en el estudio. Por lo que, se usa como técnica de recolección de datos, “*la observación*”; ya que se selecciona, se ve y se registra las características del concreto a analizar. Según el nivel de observación, es una *observación participante*; según la forma de registrar la conducta, es *directa*; y, según su planificación, es *sistemática o estructurada*.

2.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Se emplea como instrumento de recolección de datos, las *fichas de observación* presentes en la figura 26 y 27 ubicadas en el Anexo 7, las cuales fueron validadas por el Ing. Alberto Vásquez Díaz, quién las evaluó considerando la *rúbrica de evaluación de experto* tal como se muestra en el Anexo 6 con el fin de llevar un registro apropiado y ordenado de las propiedades observadas en el concreto a analizar en el laboratorio Quality Control Express –Trujillo.

2.4.3. Técnicas de análisis de datos

Para el análisis de los datos; por un lado, se empleará la *estadística descriptiva*; puesto que, se utilizará algunos parámetros estadísticos, así como gráficos para cada ensayo requerido. Por otro lado, se usa la *estadística inferencial*, la cual nos permite evaluar los datos proporcionando conclusiones validadas estadísticamente con un riesgo de error medible, a través de las pruebas de normalidad, análisis de varianza y post prueba.

En primer lugar, se verificó la normalidad de los resultados con la prueba de Shapiro Wilk por tener una muestra menor a 50 unidades. Luego, se aplicó el análisis de varianza mediante la prueba ANOVA comprobando que la significancia sea menor al 5%.

Finalmente, si la hipótesis nula (H_0) no es aceptada se prosigue a realizar pruebas POST ANOVA, aplicando el método de Tukey para comparaciones múltiples de medias.

2.4.4. Instrumento de análisis de datos

Finalmente, se utiliza como instrumentos de análisis de datos al Microsoft Word, Microsoft Excel y el IBM SPSS Statistics, los cuales nos permiten analizar y validar los resultados obtenidos.

Tabla 17

Técnicas e instrumentos de recolección de datos y análisis de datos

Variable dependiente	Recolección de datos			Análisis de datos
	Fuente	Técnica	Instrumento	
Asentamiento	Experimento	Observación directa	<ul style="list-style-type: none"> - Ficha de observación - Word - Excel 	<ul style="list-style-type: none"> - Tabulación de datos - Gráfica de asentamiento versus el % de aditivo. - Comparación de resultados.
Tiempo de Fraguado	Experimento	Observación directa	<ul style="list-style-type: none"> - Ficha de observación - Word - Excel 	<ul style="list-style-type: none"> - Tabulación de datos. - Diagrama de resistencia a la penetración vs.. el tiempo transcurrido. - Gráfica de tiempo de fraguado versus el % de aditivo. - Comparación de resultados.
Resistencia a la compresión	Experimento	Observación directa	<ul style="list-style-type: none"> - Ficha de observación - Word - Excel - IBM SPSS Statistics 	<ul style="list-style-type: none"> - Cálculo del Índice de madurez. - Tabulación de datos. - Gráfica de resistencia a la compresión versus madurez. - Gráfica resistencia del concreto versus la edad - Comparación de resultados.

Nota. En la tabla se muestra cada variable dependiente con su técnica e instrumento de recolección de datos y se detalla el análisis de los mismos. Elaboración propia (2021).

2.5. Procedimiento

El presente estudio se desarrolló según el siguiente orden.

1° **Obtención y selección de materia prima:** se procedió con la adquisición del cemento Tipo Portland MS, piedra chancada $\frac{3}{4}$ ", arena zarandeada, así como el aditivo Sika Retarder PE.

2° **Caracterización de los agregados:** se realizó diferentes ensayos respecto al agregado fino y grueso, tales como el análisis granulométrico, contenido de humedad, peso unitario suelto, peso unitario compactado, peso específico y absorción.

3° **Diseños de mezclas:** luego de tener los resultados de la caracterización de los agregados se elaboró un diseño de mezcla para cada porcentaje de aditivo retardante (0.00%, 0.25%, 0.50%, 0.75% y 1.00% del peso del cemento) considerando un $f'c=210$ kg/cm² y una relación a/c = 0.60.

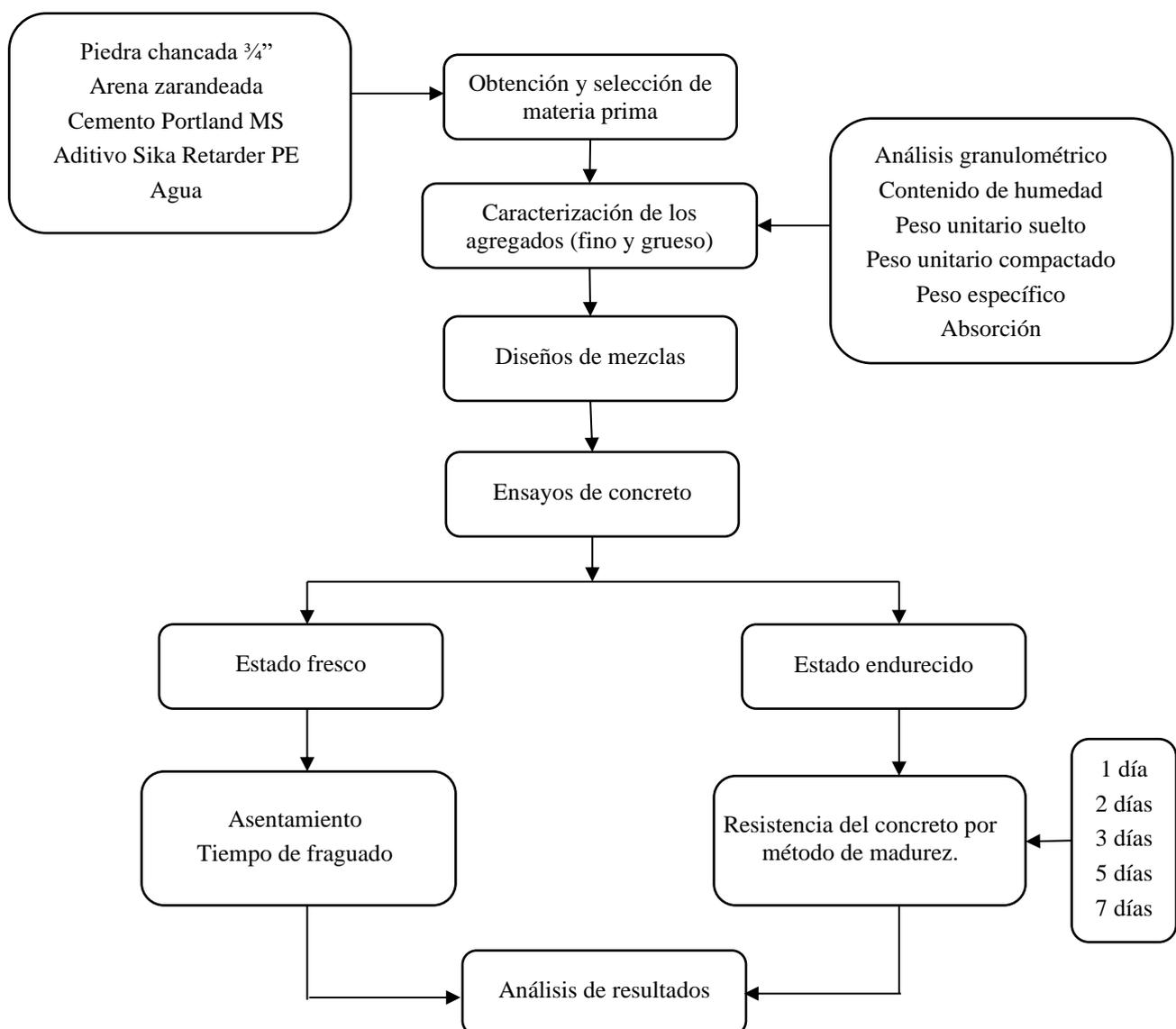
4° **Ensayos de concreto**

- **Asentamiento:** se preparó una mezcla de concreto por cada porcentaje de aditivo retardante según lo diseñado. Y, se procedió a registrar el valor de asentamiento usando el método del cono de Abrams.
- **Tiempo de fraguado:** se hizo una mezcla de concreto para cada porcentaje de aditivo retardante según lo diseñado. Por cada mezcla, se tamizó y se obtuvo 3 muestras de mortero, las cuales fueron sometidas a diferentes cargas en el penetrómetro.
- **Resistencia del concreto por método de madurez:** se elaboró 17 probetas de concreto por cada porcentaje de aditivo retardante, las cuales se desencofraron al día siguiente y se curaron a 1,2,3,5 y 7 días. Luego, se realizó la rotura de 3 probetas por cada día de curado y 2 fueron conectadas a los sensores.

5° **Análisis de resultados:** los datos obtenidos en campo por cada ensayo se registraron en las fichas de observación, excepto la base de datos de los sensores debido a que se exportó directamente a Excel. Luego, se procesó dicha información a través del análisis estadístico descriptivo (cálculos y gráficos) e inferencial de los resultados, para finalmente realizar la interpretación y conclusiones correspondiente.

Figura 11

Diagrama del procedimiento a seguir en esta tesis de investigación



Nota. La presente tesis inicia con la selección y obtención de materiales para su posterior caracterización; e iniciar con los diseños de mezcla correspondientes y así proceder a la preparación de muestras y probetas de concreto de los cuales se obtienen los datos de asentamiento, tiempo de fraguado y resistencia. Elaboración propia (2021).

2.5.1. Materia prima

El Cemento Portland utilizado en esta investigación es de la marca Pacasmayo Tipo MS y el aditivo a estudiar es Sika Retarder PE, adquiridos de una ferretería de la localidad de Trujillo. Por otro lado, los agregados (fino y grueso) fueron extraídos de la cantera “Quebrada El León” en El Milagro. Así también, el agua empleada fue potable del laboratorio Quality Control Express –Trujillo.

2.5.2. Caracterización de los agregados

Los procedimientos para los ensayos de caracterización de agregados están basados de acuerdo a la Norma Técnica Peruana.

1.5.2.1. Análisis Granulométrico del Agregado Fino y Grueso - NTP 400.012

El procedimiento establecido en la NTP 400.012 (2013), señala los siguientes pasos:

- a) Seleccionar la muestra de agregado y llevarlo a la estufa de $110^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$ por 24 hr.
- b) Seleccionar los tamices y ordenarlos en forma descendente, colocándole una tapa superior y una bandeja de fondo para evitar desperdicios.
- c) Luego de retirar la muestra del horno, vaciar sobre la pila de tamices y agitar manualmente.
- d) Concluido el proceso de tamizado, registrar el peso retenido obtenido en cada tamiz.
- e) Realizar los cálculos respectivos para completar la Tabla 18.
- f) Calcular el módulo de fineza para ambos agregados con la siguiente fórmula.

$$MF = \frac{\sum \% \text{ peso retenido acumulado}}{100}$$

Nota. El material retenido acumulado será de los tamices: N°100; N°50; N°30; N°16; N°8; N°4; 3/8"; 3/4"; 1 1/2".

Ecuación 3: Fórmula para obtener el módulo de finura.

Tabla 18

Esquema a utilizar en la granulometría del agregado.

Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (gr.)	% Peso retenido parcial	% Peso retenido acumulado	% que pasa
1 1/2"	37,5				
1"	25				
3/4"	19				
1/2"	12,5				
3/8"	9,5				
N° 4	4,750				
N° 8	2,360				
N° 16	1,180				
N° 30	0,600				
N° 50	0,300				
N° 100	0,150				
N° 200	0,075				
FONDO					

Nota. La tabla presenta el formato a usar en la sección de anexos para los resultados de granulometría del agregado fino y grueso. Elaboración propia (2021).

1.5.2.2. Contenido De Humedad Por Secado - NTP 339.185

El procedimiento establecido en la NTP 399.185 (2013), señala los siguientes pasos:

- Realizar el cuarteo respectivo para homogenizar la muestra.
- Tomar un espécimen representativo de la muestra según la Tabla 6, y registrar el peso (W) con una aproximación de 0.1%.
- Llevar el espécimen a la estufa de 110°C ± 5°C por 24h.
- Retirar el espécimen de la estufa.

- e) Dejar enfriar y anotar el peso final de la muestra (D).
- f) Calcular el contenido de humedad para ambos agregados con la siguiente fórmula y plasmarlo en la Tabla 19.

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

Ecuación 4: Fórmula para obtener el contenido de Humedad.

Donde:

P= contenido de humedad evaporable (%)

W= masa de la muestra húmeda (gr)

D= masa de muestra seca (gr)

Tabla 19

Esquema a utilizar en el contenido de humedad del agregado.

Descripción	U.M	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso recipiente	gr			
Peso recipiente + muestra húmeda	gr			
Peso recipiente + muestra seca	gr			
Peso de muestra húmeda	gr			
Peso de muestra seca	gr			
Peso de agua	gr			
Contenido de humedad	%			

Nota. La tabla presenta el formato a usar en la sección de anexos para los resultados de humedad del agregado fino y grueso. Elaboración propia (2021).

1.5.2.3. Peso Específico y Absorción del Agregado Fino - NTP 400.022

El procedimiento establecido en la NTP 400.022 (2013), señala los siguientes pasos:

- Secar el material en la estufa a temperatura constante por 24hr.
- Tomar un espécimen de 2 Kg y dejarlo en una tara con agua por 24hr.
- Extender el material sobre una superficie plana y secar teniendo en cuenta que los granos del agregado fino no se adhieran entre sí, lo que indica que la

muestra posiblemente a alcanzado su estado saturado superficialmente seco (SSS).

- d) Colocar la muestra en el molde cónico y dar 25 golpes con la barra de metal, si al retirar el cono la muestra se desmorona podemos utilizarla, sino seguir secándola y volver a repetir este paso.

Procedimiento Gravimétrico (Picnómetro - Fiola)

- e) Pesar la fiola.
- f) Pesar la fiola más agua (el agua debe estar hasta el menisco de la fiola).
- g) Pesar 500 gr \pm 10 gr de la muestra SSS que se haya utilizado en el cono e introducirlo en la fiola.
- h) Después, llenar el agua hasta el menisco y hacer breves rotaciones manualmente a la fiola para eliminar los vacíos, dejar reposar 5 minutos y pesar la fiola más muestra SSS y agua.
- i) Retirar la muestra de la fiola y llevar a la estufa de 110°C \pm 5°C por 24hr, finalmente pesar la muestra seca.
- j) Calcular el peso específico y la absorción del agregado fino con las siguientes fórmulas y plasmarlo en la Tabla 20.

$$\text{Peso específico seca al horno} = \frac{A}{B + S - C}$$

Ecuación 5: Fórmula para obtener el peso específico seca.

$$\text{Peso específico SSS} = \frac{S}{B + S - C}$$

Ecuación 6: Fórmula para obtener el peso específico SSS.

$$\text{Absorción} = \frac{S - A}{A} \times 100$$

Ecuación 7: Fórmula para obtener la absorción.

Donde:

A: masa de la muestra seca al horno, gr.

B: masa del picnómetro llenado de agua, gr

C: masa del picnómetro lleno de la muestra y el agua, gr.

S: masa de la muestra SSS, gr.

Tabla 20

Esquema a utilizar para el peso específico y absorción del agregado fino.

Descripción	U.M	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso de la muestra secada en horno al aire	gr			
Peso del picnómetro lleno de agua	gr			
Peso del picnómetro lleno de muestra y agua	gr			
Peso de muestra en estado SSS	gr			
Peso específico base seca				
Peso específico base SSS				
Absorción	%			

Nota. La tabla presenta el formato a usar en la sección de anexos para los resultados de peso específico y absorción del agregado fino. Elaboración propia (2021).

1.5.2.4. Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso - NTP 400.021

El procedimiento establecido en la NTP 400.021 (2013), señala los siguientes pasos:

- a) Secar el material en la estufa a temperatura constante por 24hr, luego dejar enfriar de 1h a 3 h.
- b) Sumergir la muestra en agua por 24hr \pm 4hr.
- c) Secar la muestra con un paño absorbente, hasta eliminar todas las partículas de agua hasta obtener la condición de superficie saturada seca (SSS), pesar la muestra SSS.
- d) Colocar la muestra SSS en la canasta metálica suspendida en agua utilizando una balanza con un anzuelo en la base y anotar el peso de la muestra sumergida.
- k) Llevar la muestra a la estufa de 110°C \pm 5°C por 24hr, dejar enfriar durante 1h a 3h y pesar la muestra seca.

- l) Calcular el peso específico y la absorción del agregado grueso con las siguientes fórmulas y plasmarlo en la Tabla 21.

$$\text{Peso específico seca al horno} = \frac{A}{B - C}$$

Ecuación 8: Fórmula para obtener el peso específico seco.

$$\text{Peso específico SSS} = \frac{B}{B - C}$$

Ecuación 9: Fórmula para obtener peso específico SSS.

$$\text{Absorción} = \frac{B - A}{A} \times 100$$

Ecuación 10: Fórmula para obtener la absorción.

Donde:

A: masa de la muestra seca al horno, gr.

B: masa de la muestra SSS, gr.

C: masa de la muestra sumergida, saturada en agua, gr

Tabla 21

Esquema a utilizar para el peso específico y absorción del agregado grueso.

Descripción	U.M	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso de la muestra secada en horno al aire	gr			
Peso de la muestra en estado SSS al aire	gr			
Peso de la muestra saturada en agua (sumergido)	gr			
Peso específico base seca				
Peso específico base SSS				
Absorción	%			

Nota. La tabla presenta el formato a usar en la sección de anexos para los resultados de peso específico y absorción del agregado grueso. Elaboración propi (2021).

1.5.2.5. Peso Unitario de los Agregados - NTP 400.017

El procedimiento establecido en la NTP 400.017 (2011), señala lo siguiente:

- **Peso unitario suelto seco**
 - a) Secar el material en la estufa a temperatura constante por 24hr, luego dejar enfriar de 1h a 3 h.
 - b) Registrar la altura, diámetro y masa del recipiente vacío.
 - c) Llenar el recipiente con la muestra hasta el reboce con una pala.
 - d) Nivelar la superficie del agregado con los dedos o espátula y pesar.
- **Peso unitario compacto seco por apisonado**
 - a) Secar el material en la estufa a temperatura constante por 24hr, luego dejar enfriar de 1h a 3 h.
 - b) Registrar la altura, diámetro y masa del recipiente vacío.
 - c) Llenar el recipiente con la muestra en tres partes iguales, y apisonar 25 veces cada capa.
 - d) Nivelar la superficie del agregado con los dedos o espátula y pesar.

Calcular el peso unitario del agregado con las siguientes fórmulas y plasmarlo en la Tabla 21.

$$PUSS = \frac{Gs - T}{V}$$

Ecuación 11: Fórmula para obtener el peso unitario suelto seco

$$PUSC = \frac{Gc - T}{V}$$

Ecuación 12: Fórmula para obtener el peso unitario compacto seco

Donde:

G_s: masa de la muestra seca suelta seca, kg.

G_c: masa de la muestra seca compacta seca, kg.

T: masa del recipiente, kg.

V: volumen del recipiente, m³

Tabla 22

Esquema a utilizar para el peso unitario del agregado.

Descripción	U.M	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Promedio
Peso recipiente + muestra suelta	kg				
Peso recipiente + muestra apisonada	kg				
Peso del recipiente	kg				
Peso de muestra en estado suelto	kg				
Peso de muestra en estado compactado	kg				
Volumen del recipiente	m ³				
Peso unitario suelto	kg/m³				
Peso unitario compactado	kg/m³				

Nota. La tabla presenta el formato a usar en la sección de anexos para los resultados de peso unitario del agregado fino y grueso. Elaboración propia (2021).

2.5.3. Diseño de mezcla (ACI 211)

El diseño de mezcla se realizará según lo establecido en American Concrete Institute ACI-211.

PASO 01: Elección del asentamiento, según el tipo de estructura.

PASO 02: Elección del Tamaño Máximo TM y el Tamaño Máximo nominal (TMN) del agregado grueso.

PASO 03: Calculo del agua de mezclado y el contenido de aire.

PASO 04: Calculo del $f'c$ y $f'cr$.

PASO 05: Determinación del de la relación a/c.

PASO 06: Calculo del contenido de cemento.

PASO 07: Estimación del contenido del agregado grueso

PASO 08: Estimación del contenido del agregado fino.

PASO 09: Corrección por humedad y absorción.

PASO 10: Ajustes en la mezcla de prueba.

Para una resistencia de diseño de 210 kg/cm^2 y con los datos obtenidos de la caracterización de los agregados, esto es para las probetas patrón y para las probetas con aditivo se seguirá el mismo procedimiento, pero se adicionarán el aditivo Sika-Retarder PE en dosificaciones de 0.25%, 0.50%, 0.75% y 1.00%.

2.5.4. Ensayos de concreto

1.5.2.6. Ensayo de asentamiento del concreto – slump (NTP 339.035)

El procedimiento establecido en la NTP 339.035 (2011), señala lo siguiente:

- a. Se humedece el molde y se ubica sobre una superficie horizontal rígida, plana, húmeda y no absorbente. Se sujeta firmemente con los pies y se llena con la muestra de concreto en tres capas, cada una de ellas de un tercio del volumen del molde, que corresponde aproximadamente, a una altura de 67 mm y dos tercios del volumen corresponde a una altura de 155mm.
- b. Se compacta por una varilla cada capa 25 veces uniformemente sobre la sección transversal con el extremo redondeado de la varilla. Compacte por varillado la capa inferior atravesando toda su profundidad. Para cada capa subsiguiente, deje que la varilla penetra a través de la capa que se está compactando por varillado y que se introduzca en la capa anterior aproximadamente 1 in.
- c. Luego de que se haya compactado por varillado la capa superior, enrase la superficie del concreto por medio de un movimiento de regleado y rodillo de la varilla compactadora.

- d. Se retira el molde del concreto inmediatamente levantándolo cuidadosamente en dirección vertical. Levante el molde a una distancia de 12 in, en 5 ± 2 s en forma continua y firme hacia arriba sin movimiento lateral ni de torsión. Realice el ensayo completo desde el comienzo del llenado hasta la remoción del molde sin interrupción y termine dentro de un lapso de 2 ½ min.
- e. Inmediatamente mida el asentamiento determinando la diferencia vertical entre el borde superior del molde y la posición desplazada del centro original de la superficie superior del espécimen. Si se observa que un lado o parte de la masa fluye o se desliza marcadamente, descarte el ensayo y realice un ensayo nuevo sobre otra porción de la muestra. Existen tolerancias del asentamiento, se expresan en la siguiente tabla:

Tabla 23

Tolerancias del ensayo de asentamiento

Especificaciones		Tolerancias ASTM C 94/ C 94M NTP 339.114
Asentamiento nominal	2" (50mm) y menos	$\pm 1/2"$ (15mm)
	2" a 4" (50 a 100mm)	$\pm 1"$ (25mm)
	más de 4" (100mm)	$\pm 1 1/2"$ (40mm)
Asentamiento "máximo"	3" (75mm) o menos	En exceso 0" (0mm)
	Más que 3" (75mm)	En defecto 1 1/2" (40mm)
		En exceso 0" (0mm)
En defecto 2 1/2" (65mm)		
tiempo de conservación en estos rangos (responsabilidad del productor)		30 min desde llegada a obra

Nota. La tabla muestra las tolerancias en pulgadas y milímetros que debe tener los valores de asentamiento según la Norma Técnica Peruana 339.114 (2010).

1.5.2.7. Ensayo del tiempo de fraguado (NTP 339.082)

El procedimiento establecido en la NTP 339.035 (2011), señala lo siguiente:

- a. Para la evaluación del material, con requerimiento de rendimiento, se prepara por lo menos 3 tandas separadas del concreto por cada variable a investigar.
- b. Los contenedores para los especímenes de mortero tienen que ser rígidos, impermeables, no absorbentes, libres de aceite o grasa, de sección rectangular o circular. Su dimensión lateral y altura debe ser 150 mm. También, se debe tener en cuenta que el dispositivo para medir la fuerza de penetración tiene que tener una exactitud de ± 10 N, con una capacidad de carga de por lo menos 600 N.
- c. Utilizando el procedimiento de la NTP 339.036, obtener la muestra de mortero pasando al concreto fresco por el tamiz de $4,74 \mu\text{m}$ sobre una superficie no absorbente y colocar en el recipiente. Medir y registrar la temperatura del mortero y colocar en el contenedor en una sola capa, se tiene también que consolidar el mortero para eliminar las burbujas de aire y nivelar la superficie.
- d. Antes que se dé inicio al ensayo de penetración se debe remover el agua de la superficie por medio de una pipeta o instrumento adecuado.
- e. Dependiendo del grado de fraguado de la mezcla, insertar la aguja de medida apropiada en el aparato de la resistencia a la penetración y poner la superficie de la aguja en contacto con la superficie del mortero. Para que gradualmente y uniformemente se aplique una fuerza vertical hacia abajo hasta que la aguja penetre en el mortero a una profundidad de $25 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$ (1 pulg $\pm 1/16$ pulg) hasta la marca en la aguja.

- f. El tiempo requerido para la penetración de 25 mm deberá ser de $10 \text{ s} \pm 2 \text{ s}$. Se registra la fuerza para producir esta penetración y el tiempo de aplicación, medido como el tiempo transcurrido después del contacto inicial del cemento con el agua. En las siguientes penetraciones evitar las áreas donde el mortero ha sido alterado por ensayos previos y la distancia entre impresiones será de al menos dos diámetros de la aguja que está siendo utilizada, en ningún caso debe ser menos de 15 mm. Para calcular las constantes de fraguado inicial y final se utiliza las siguientes funciones:

$$\mathbf{Log(RP) = a + bLog(t)}$$

Ecuación 13: Ecuación logarítmica

$$\mathbf{RP = a \times t^b}$$

Ecuación 14: Ecuación Exponencial

Donde:

RP: Resistencia a la penetración

t : tiempo transcurrido.

a y b: constante de regresión.

Se utiliza el método de mínimos cuadrados para calcular las constantes de regresión, se estableció lo siguiente:

$$\mathbf{B = \frac{n(\sum Log(t) \times \log(RP)) - (\sum Log(t))(\sum \log(RP))}{n(\sum Log(t)^2) - (\sum Log(t))^2}}$$

Ecuación 15: Ecuación de mínimos cuadrados – Coeficiente de regresión B

$$\mathbf{A = \overline{\log(RP)} - B \overline{\log(t)}}$$

Ecuación 16: Ecuación de mínimos cuadrados – Coeficiente de regresión A

Donde:

$\overline{\log(RP)}$: Promedio del log (RP).

$\overline{\log(t)}$: Promedio del log (t).

n : Numero de penetraciones.

Para este ensayo se estableció las siguientes tablas para el cálculo de la ecuación logarítmica y mínimos cuadrados:

Tabla 24

Esquema de cálculo de ecuación logarítmica y mínimos cuadrados

Numero de Penetraciones	Carga Aplicada (lb)	Área de Contacto (pulg ²)	Tiempo Transcurrido (min)	Resistencia a la Penetración (lb/pulg ²)	Log (t)	Log (RP)	Log(RP) [*] Log(t)	Log (t) ²
-------------------------	---------------------	---------------------------------------	---------------------------	--	---------	----------	--------------------------------	----------------------

Nota. La tabla presenta el formato cuando se usa el método de cálculo para obtener la ecuación logarítmica del tiempo de fraguado. Elaboración propia (2021).

Tabla 25

Esquema de resumen del ensayo del tiempo de fraguado

Aditivo	% de Adición	Tiempo de Fraguado (min)		Tiempo transcurrido (min)
		Inicial	Final	

Nota. La tabla presenta el formato a usar en la sección de anexos para los resultados del ensayo del tiempo de fraguado inicial y final. Elaboración propia (2021).

1.5.2.8. Ensayo de estimación de la resistencia del concreto por el método de madurez (NTP 339.217)

El procedimiento establecido en la NTP 339.217 (2016), señala lo siguiente:

- a. Para este ensayo se preparó 17 probetas cilíndricas de acuerdo con la NTP 339.183. Una vez realizado lo indicado la NTP ya mencionada, los sensores de temperatura serán incrustados dentro los ± 15 mm de los centros de al menos 2 probetas. Inmediatamente conectar los sensores a los instrumentos de madurez o a los accesorios que registran las temperaturas.
- b. El curado húmedo de probetas en el recipiente de agua o cuarto húmedo será cumpliendo los requisitos de la NTP 334.077.
- c. A menos que se especifique lo contrario, los ensayos de compresión se realizan a las edades 1d, 3d, 7d, 14d, y 28d de acuerdo con la NTP 339.034. Se debe ensayar 2 probetas a cada edad y anotar la resistencia promedio. Si el rango de resistencia a la compresión de 2 especímenes excede el 10% de su promedio, se debe ensayar otros cilindros y hallar el promedio de los 3 ensayos. En caso un resultado sea bajo se deberá a que es defectuoso, y se descartará este resultado. En esta investigación se realizará a edades de 1d, 2d, 3d, 5d y 7d y se ensayarán 3 probetas para cada edad. Es por esto que para este ensayo se desarrolló las siguientes tablas, para el cálculo de madurez del concreto:

Tabla 26

Esquema de registro de la Resistencia a la Compresión

Edad de Referencia (días)	Edad (h)	Resistencia a la compresión		
		f'c Ind (MPa)	Variación < 10%	f'c prom (MPa)

Nota. La tabla presenta el formato a usar en la sección de anexos para los resultados del ensayo de resistencia a la compresión mediante el método convencional, así como la variación entre sus resultados. Elaboración propia (2021).

Tabla 27

Esquema para la relación Resistencia – Madurez

Horas (h)	Madurez (°C x h)	f'c promedio (MPa)
-----------	------------------	--------------------

Nota. La tabla presenta el formato a usar en la sección de anexos para la comparación de resultados obtenidos por el método de madurez y la resistencia a la compresión (método convencional) según edades específicas. Elaboración propia (2021).

2.6. Aspectos éticos.

2.6.1. *Ética*

Según Pérez (2008) nos dice que la ética está relacionada con la moral y con el comportamiento humano. Así también, que determina el “cómo” debe actuar una persona y la clasifica en diferentes ramas siendo la que se usa como parte de este estudio la Ética investigativa.

2.6.2. *Aspectos éticos del investigador*

- Honestidad

Debido a muchas faltas a la ética, uno de los valores que ponemos en práctica es la honestidad, mostrando transparencia en lo que se investiga, así también mostrar evidencia real de los resultados. (Orti, 2018)

- Humildad:

Este valor nos permite reconocer nuestras limitaciones que tenemos como investigar y a su vez identificar y fortalecer nuestras virtudes. Reconocemos nuestras fortalezas y oportunidades. (Ojeda, López, y Salas; 2012; p. 386)

- Compromiso social

Es el compromiso que tenemos con nuestra sociedad, al realizar investigación que apoye a nuestro entorno, mejore el ambiente. (Hirsch, 2010, p.19)

CAPÍTULO III. RESULTADOS

La presente investigación desarrollo el diseño y elaboración de mezclas de concreto con diferentes dosis de aditivo retardante, de los cuales se analizaron propiedades en estado fresco como el asentamiento, y el tiempo de fraguado; y en estado endurecido, la resistencia a la compresión mediante el método de madurez.

3.1. Evaluación del asentamiento de una mezcla de concreto con aditivo retardante

Sika Retarder PE al 0.00%, 0,25%, 0,50%, 0.75%, 1.00%.

El ensayo de asentamiento se realizó en estado fresco, y se midió el slump de acuerdo a la norma NTP 339.035, y se registró su valor. Los resultados obtenidos se presentan a continuación.

Tabla 28

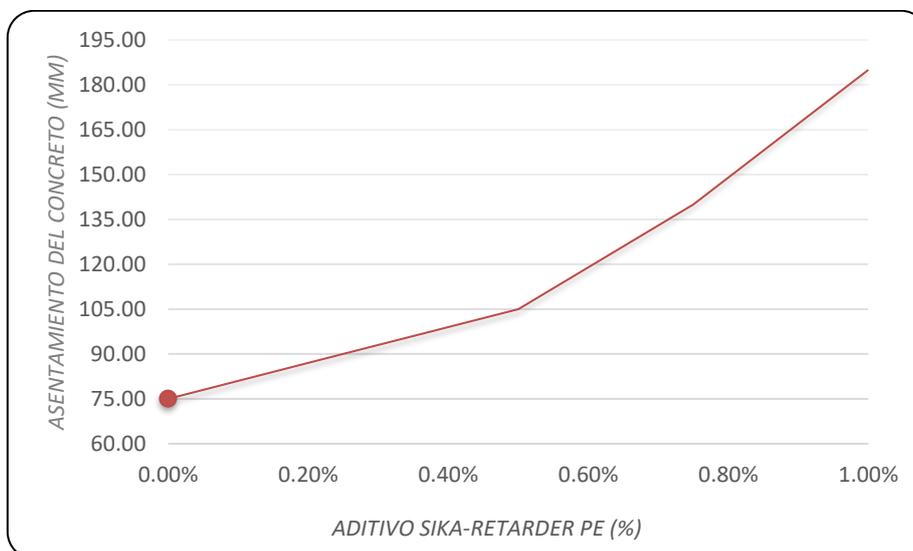
Resumen de resultados de asentamiento y consistencia.

Aditivo	% Adición	Asentamiento (pulg.)	Asentamiento (mm)	Consistencia
Sika Retar PE	0.00%	3	75	plástica
	0.25%	3 1/2	90	plástica
	0.50%	4 1/4	105	plástica
	0.75%	5 1/2	140	fluida
	1.00%	7 1/4	185	fluida

Nota. En la tabla se muestra el asentamiento en pulgadas y milímetros para cada mezcla de estudio además se identificó su consistencia. Elaboración propia (2021).

Figura 12

Resultados del asentamiento según los porcentajes de aditivo retardante



Nota. En la gráfica se visualiza los resultados de asentamiento en milímetros (eje vertical) y los porcentajes de aditivo retardante de Sika Retarder PE en la mezcla de concreto (eje horizontal). Elaboración propia (2021).

3.2. Estimación del tiempo de fraguado de una mezcla de concreto con aditivo retardante Sika Retarder PE al 0.00%, 0,25%, 0,50%, 0,75%, 1,00%.

El ensayo de tiempo de fraguado, se determinó por medio de la resistencia a la penetración cuyos datos procesados se muestran en las figuras 33, 34, 35, 36 y 37 correspondientes al Anexo 9. Luego se procedió a graficar y a estimar el tiempo de fraguado inicial y final según la norma NTP 399.082 (Anexo 11). Los resultados obtenidos se resumen a continuación:

Tabla 29

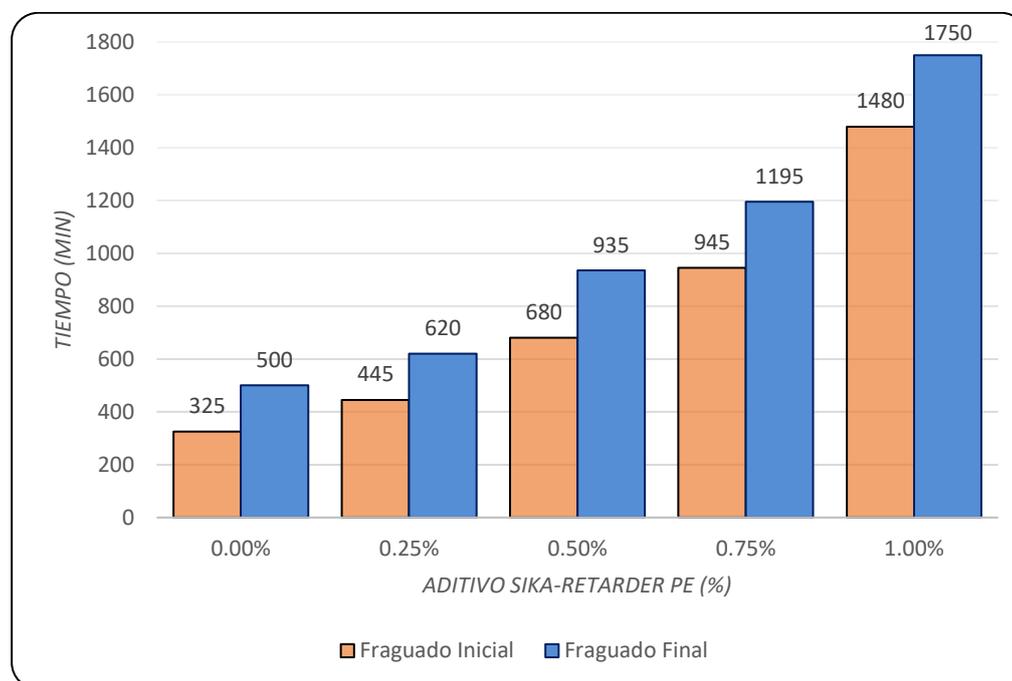
Resumen de resultados de tiempo de fraguado inicial y final

Aditivo	% de Adición	Tiempo de Fraguado (min)		Tiempo transcurrido (min)
		Inicial	Final	
Sika Retarder PE	0.00%	325	500	175
	0.25%	445	620	175
	0.50%	680	935	255
	0.75%	945	1195	250
	1.00%	1480	1750	270

Nota. En la tabla se detalla el tiempo de fraguado inicial y final en minutos. Elaboración propia (2021).

Figura 13

Resultados del Tiempo de Fraguado Inicial y Final según los porcentajes de aditivo retardante



Nota. En la gráfica se visualiza los resultados de tiempo de fraguado inicial representado por las barras de color naranja y el tiempo de fraguado final representado por las barras de color azul para cada porcentaje de aditivo retardante Sika Retarder PE en la mezcla de concreto. Elaboración propia (2021).

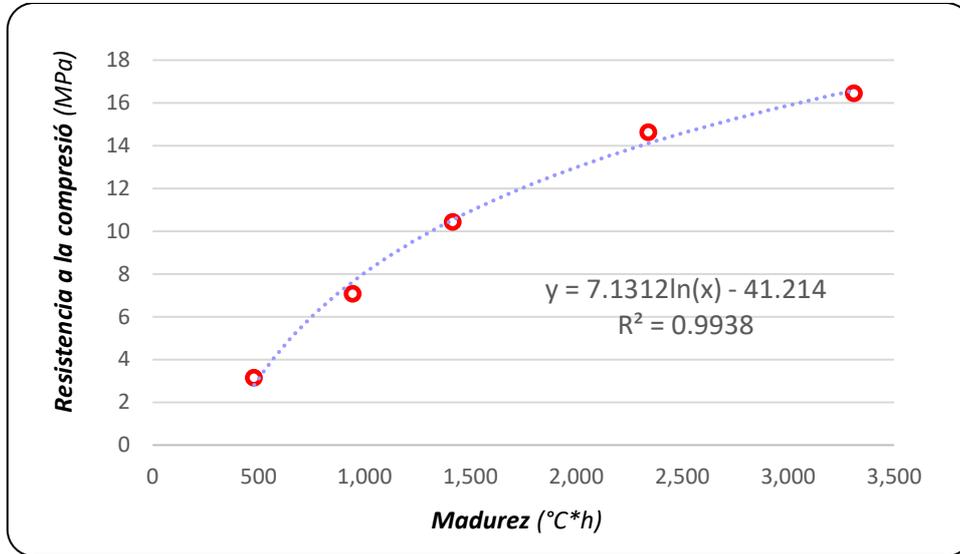
3.3. Análisis del comportamiento de la resistencia del concreto con aditivo retardante

Sika Retarder PE al 0.00%, 0,25%, 0,50%, 0,75% y 1.00% mediante el método de madurez.

Se desarrolló el ensayo de resistencia del concreto por el método de madurez. Primero, se promedió los valores de temperatura y madurez registrados en los sensores (Ver Anexo 12), luego se validaron los datos de la ruptura de probetas (variación máxima del 10% entre los testigos) según la NTP 339.217 (Ver Anexo 13), para los concretos elaborados con 0%, 0,25%, 0,50%, 0,75% y 1.0% de aditivo retardante y se determinó la curva de calibración para cada mezcla.

Figura 14

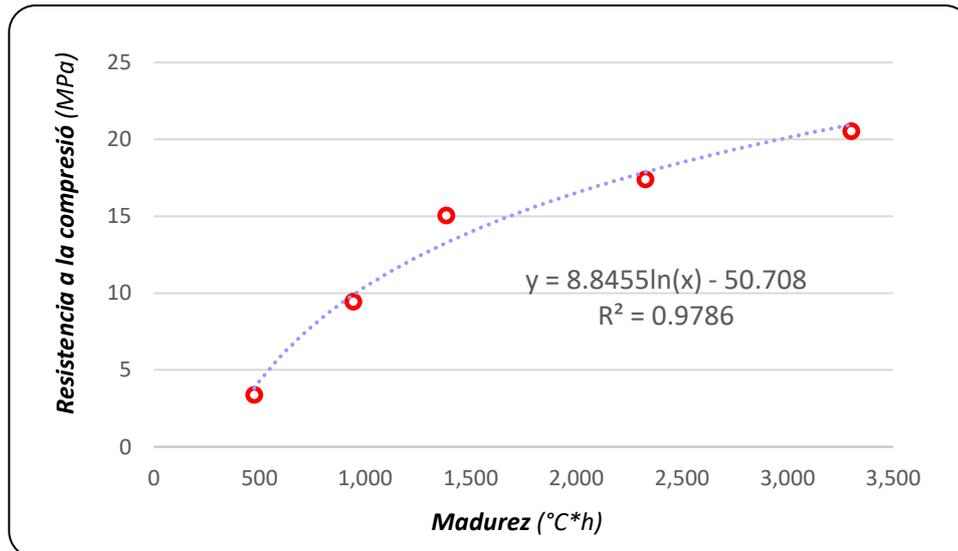
*Curva de calibración en función a la resistencia a la compresión (MPa) y la Madurez (°C*h) de la mezcla de concreto patrón*



Nota. En la gráfica se observa la ecuación logarítmica de la cual “Y” representa la resistencia del concreto y “X” la madurez, para la mezcla patrón con una ratio mayor al 0.95. Elaboración propia (2021).

Figura 15

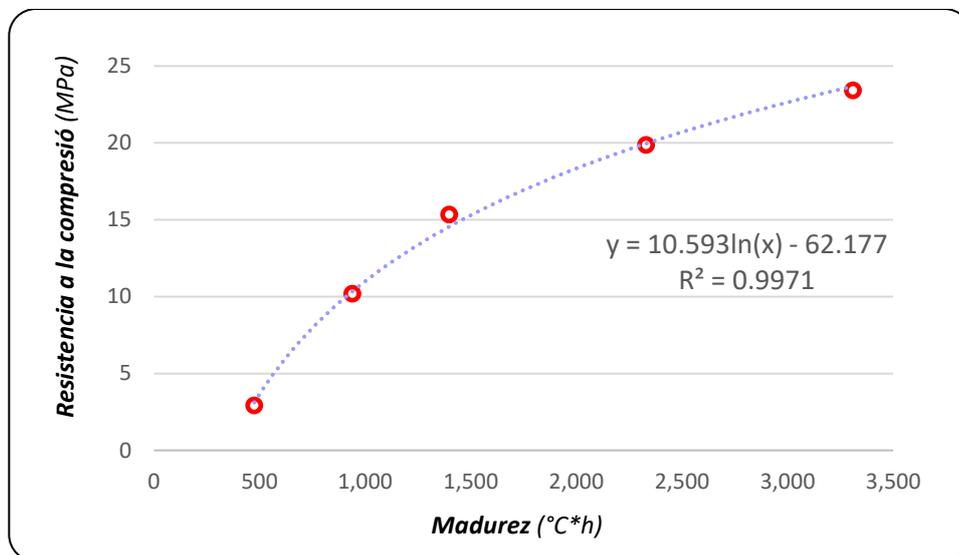
*Curva de calibración en función a la resistencia a la compresión (MPa) y la Madurez (°C*h) de la mezcla de concreto con 0.25% de aditivo Sika Retarder PE*



Nota. En la gráfica se observa la ecuación logarítmica de la cual “Y” representa la resistencia del concreto y “X” la madurez, para la mezcla con un 0.25% de aditivo retardante Sika Retarder PE. con una ratio mayor al 0.95. Elaboración propia (2021).

Figura 16

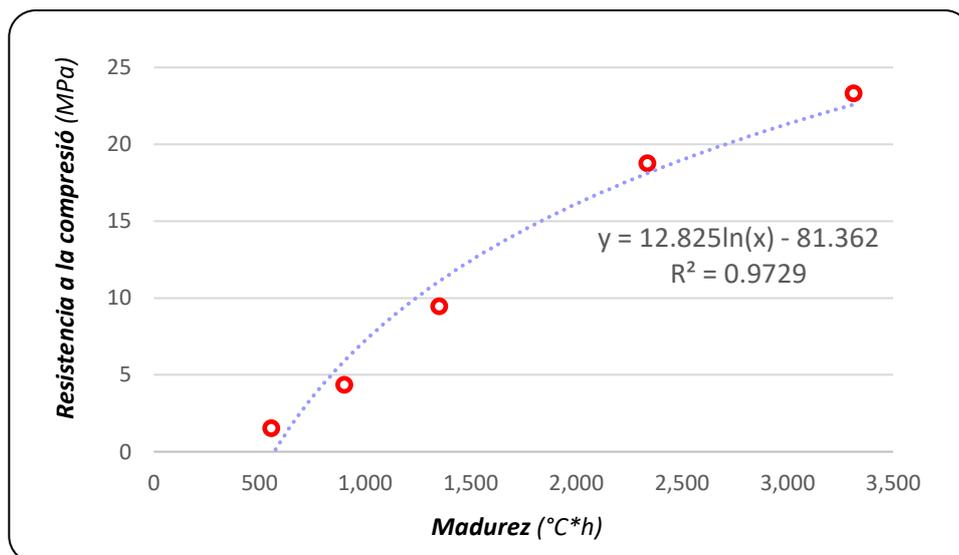
*Curva de calibración en función a la resistencia a la compresión (MPa) y la Madurez (°C*h) de la mezcla de concreto con 0.50% de aditivo Sika Retarder PE.*



Nota. En la gráfica se observa la ecuación logarítmica de la cual “Y” representa la resistencia del concreto y “X” la madurez, para la mezcla con un 0.50% de aditivo retardante Sika Retarder PE. con una ratio mayor al 0.95. Elaboración propia (2021).

Figura 17

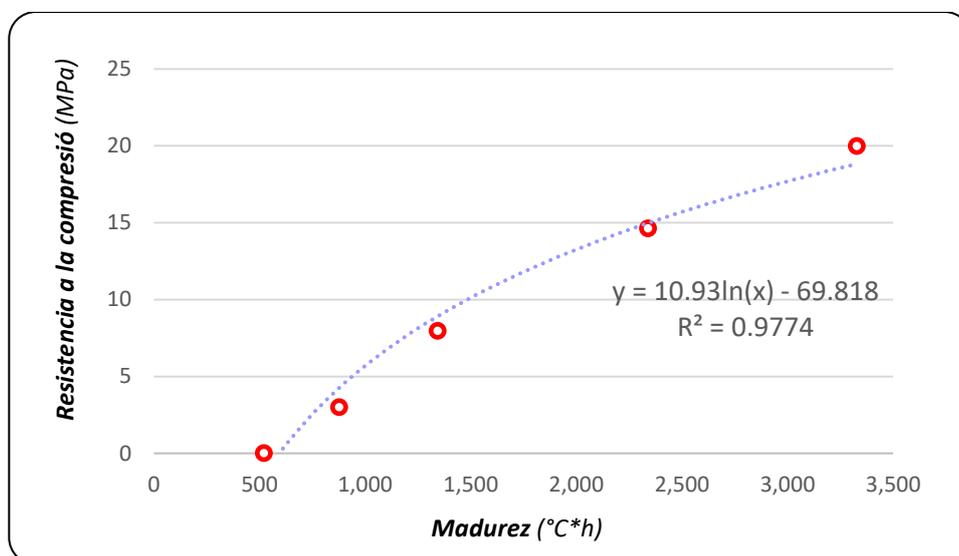
*Curva de calibración en función a la resistencia a la compresión (MPa) y la Madurez (°C*h) de la mezcla de concreto con 0.75% de aditivo Sika Retarder PE.*



Nota. En la gráfica se observa la ecuación logarítmica de la cual “Y” representa la resistencia del concreto y “X” la madurez, para la mezcla con un 0.75% de aditivo retardante Sika Retarder PE. con una ratio mayor al 0.95. Elaboración propia (2021).

Figura 18

Curva de calibración en función a la resistencia a la compresión (MPa) y la Madurez ($^{\circ}\text{C}\cdot\text{h}$) de la mezcla de concreto con 1.00% de aditivo Sika Retarder PE.



Nota. En la gráfica se observa la ecuación logarítmica de la cual “Y” representa la resistencia del concreto y “X” la madurez, para la mezcla con un 1.00% de aditivo retardante Sika Retarder PE. con una ratio mayor al 0.95. Elaboración propia (2021).

Luego, se calculó la resistencia del concreto aplicando las ecuaciones obtenidas en las curvas de calibración para 1 día, 3 días y 7 días.

Tabla 30

Resultados de resistencia por el método de madurez de la mezcla patrón.

Edad Días	Horas (h)	Madurez ($^{\circ}\text{C} \times \text{h}$)	Resistencia por Madurez (MPa) $y = 7.1312\ln(x) - 41.214$
1	24	479	2.8
3	72	1,418	10.5
7	168	3,311	16.6

Nota. En la tabla se muestra la resistencia del concreto obtenida por el método de madurez; es decir, que se calculó según la ecuación logarítmica de la muestra patrón, por lo que dichos datos son más confiables y precisos. Elaboración propia (2021).

Tabla 31

Resultados de resistencia por el método de madurez de la mezcla con 0.25% de aditivo Sika Retarder PE.

Horas (h)	Horas (h)	Madurez (°C x h)	Resistencia por Madurez (MPa) $y = 8.8455\ln(x) - 50.708$
1	24	475	3.8
3	72	1,384	13.3
7	168	3,303	21.0

Nota. En la tabla se muestra la resistencia del concreto obtenida por el método de madurez; es decir, que se calculó según la ecuación logarítmica de la muestra al 0.25% de aditivo retardante Sika Retarder PE, por lo que dichos datos son más confiables y precisos. Elaboración propia (2021).

Tabla 32

Resultados de resistencia por el método de madurez de la mezcla con 0.50% de aditivo Sika Retarder PE.

Horas (h)	Horas (h)	Madurez (°C x h)	Resistencia por Madurez (MPa) $y = 10.593\ln(x) - 62.177$
1	24	475	3.1
3	72	1,399	14.6
7	168	3,310	23.7

Nota. En la tabla se muestra la resistencia del concreto obtenida por el método de madurez; es decir, que se calculó según la ecuación logarítmica de la muestra al 0.50% de aditivo retardante Sika Retarder PE, por lo que dichos datos son más confiables y precisos. Elaboración propia (2021).

Tabla 33

Resultados de resistencia por el método de madurez de la mezcla con 0.75% de aditivo Sika Retarder PE.

Horas (h)	Horas (h)	Madurez (°C x h)	Resistencia por Madurez (MPa) $y = 12.825\ln(x) - 81.362$
1	24	471	0.0
3	72	1,389	11.4
7	168	3,313	22.6

Nota. En la tabla se muestra la resistencia del concreto obtenida por el método de madurez; es decir, que se calculó según la ecuación logarítmica de la muestra al 0.75% de aditivo retardante Sika Retarder PE, por lo que dichos datos son más confiables y precisos. Elaboración propia (2021).

Tabla 34

Resultados de resistencia por el método de madurez de la mezcla con 1.00% de aditivo Sika Retarder PE.

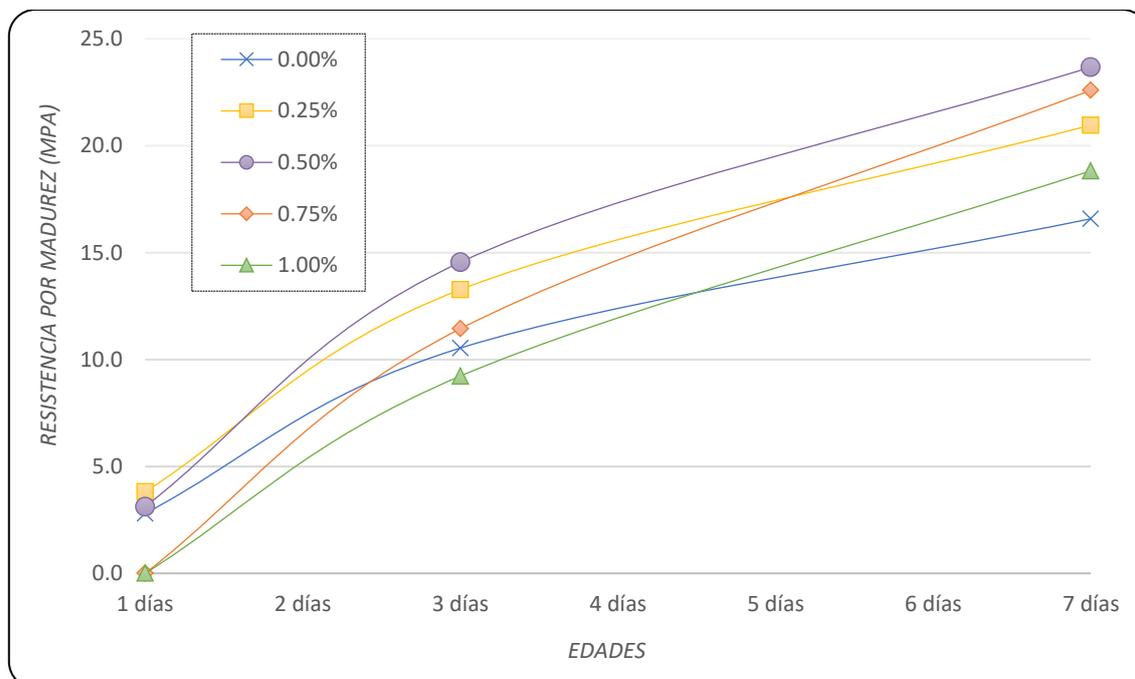
Horas (h)	Horas (h)	Madurez (°C x h)	Resistencia por Madurez (MPa) $y = 10.93\ln(x) - 69.818$
1	24	446	0.0
3	72	1,383	9.2
7	168	3,328	18.8

Nota. En la tabla se muestra la resistencia del concreto obtenida por el método de madurez; es decir, que se calculó según la ecuación logarítmica de la muestra al 1.00% de aditivo retardante Sika Retarder PE, por lo que dichos datos son más confiables y precisos. Elaboración propia (2021).

Finalmente, se realizó una gráfica de la resistencia del concreto según la edad de curado para los diferentes porcentajes de aditivo estudiados.

Figura 19

Resultados de resistencia por el método de madurez (MPa) vs. las edades de rotura.



Nota. En la gráfica se visualiza la resistencia a la compresión del concreto mediante el método de madurez (eje vertical) y la edad de 1 día, 3 días y 7 días (eje horizontal) para los porcentajes estudiados del aditivo Sika Retarder PE. Elaboración propia (2021).

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

RESPUESTA A LA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN:

Los resultados obtenidos en el presente estudio sobre la influencia de la sobredosificación del aditivo Sika Retarder PE en el concreto sobre el asentamiento, tiempo de fraguado y resistencia a la compresión, acepta la hipótesis general planteada al inicio de esta investigación concluyendo que la sobredosificación del aditivo retardante Sika Retarder PE sí influye en las propiedades del concreto; ya que, prolongó el tiempo de fraguado manteniendo un asentamiento adecuado sin afectar la resistencia. Así también, se aceptan las siguientes hipótesis específicas sobre el asentamiento y el tiempo de fraguado ya que estas propiedades incrementan a medida que aumenta la sobredosificación, y se rechaza la hipótesis con referencia a la resistencia ya que se obtuvo resistencias mayores a edades iniciales en nuestro estudio.

INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS:

De la tabla 28 se muestra los datos obtenidos por cada mezcla estudiada y se visualiza que la mezcla al 0.00%, 0.25% y 0.50% de aditivo retardante, mantienen una consistencia plástica cumpliendo con el rango diseñado; sin embargo, las mezclas con 0.75% y 1.00% de aditivo retardante cambian a una consistencia fluida.

El la figura 12, se presentan los resultados de la muestra patrón y de los concretos con adiciones de aditivo retardante al 0.25%, 0.50%, 0.75% y 1.0% en peso del cemento. La tendencia observada es que todos los concretos incrementan su asentamiento a medida que aumenta el porcentaje de aditivo en la mezcla. Esto se debe, a que las partículas de aditivo retardante se adhieren a las del cemento retrasando el proceso de hidratación y permitiendo una mejor trabajabilidad y manejabilidad por más tiempo. Tenemos que el concreto patrón tuvo un asentamiento de 75 mm (3") y que la mezcla de 0.25% y 0.50% de 90 (3 ½") y 105

mm (4 ¼”), respectivamente. Es decir que hubo una variación de 16% y 42% más para las mezclas que aún mantienen la consistencia diseñada. Por otro lado, las mezclas de 0.75% y 1.00% con consistencia fluida obtuvieron un slump de 140 mm (5 ½”) cuya variación es del 83% y de 185 mm (7 ¼”) con una variación del 141% más con respecto a la muestra patrón, respectivamente.

De la tabla 29, se tiene que el tiempo transcurrido entre la fragua inicial y final del concreto patrón es de 172 min (2 horas y 52 minutos). Para el concreto con 0.25% de aditivo retardante es de 175 min (2 horas y 55 minutos) superando en un 1.74% al concreto patrón. Mientras que los concretos con 0.50%, 0.75% y 1.00% de aditivo Sika Retarder PE superaron al patrón en 48%, 45% y 59%, respectivamente.

El la figura 13, se visualiza resultados de la muestra patrón y de los concretos con adiciones de aditivo retardante al 0.25%, 0.50%, 0.75% y 1.0% en peso del cemento. La tendencia de esta gráfica es que todos los concretos incrementan el tiempo de fraguado inicial y final a medida que se aumenta el porcentaje de aditivo en la mezcla. Debido a que, las partículas del aditivo retardante están embebidas con las partículas del cemento, disminuyendo la velocidad de reacción química entre el cemento y el agua; generando retraso en el fraguado del concreto. De manera que, se obtuvo que el concreto patrón inició su fraguado a los 325 min (5.4 horas) y finalizó a los 500 min (8.3 horas). El concreto con 0.25% de aditivo retardante fraguó a los 445 min (7.4 horas) y terminó a los 620 min (10.3 horas); es decir, que el inicio y fin de fragua se aplazó 2.9 horas más que el concreto sin aditivo. Por otro lado, el concreto elaborado con 1.00% de aditivo empezó a fraguar a los 1,480 min (24.7 horas) y culminó a los 1754 min (29.2 horas); por lo que la diferencia con respecto al patrón es aproximadamente de 19 horas.

De las figuras 14, 15, 16, 17 y 18 se tiene las curvas de calibración para cada mezcla de concreto estudiado al 0.00%, 0,25%, 0,50%, 0.75% y 1.00% de aditivo retardante. Cada

gráfica está en función de la resistencia a la compresión (MPa) según los registros de las roturas de probetas en laboratorio y la madurez del concreto ($^{\circ}\text{C}\cdot\text{h}$) obtenida de los sensores. También, se obtuvo ecuaciones logarítmicas por cada curva para obtener la resistencia del concreto en función de la madurez, lo cual nos permite encontrar datos más exactos y confiables.

En las Tablas 30, 31, 32, 33 y 34 se visualizan las resistencias calculadas a partir de las ecuaciones obtenidas con las gráficas logarítmicas de resistencia-madurez para cada mezcla de estudio. Es decir, que al tener valores específicos de madurez para los días estudiados determinamos la resistencia del concreto con mayor precisión.

De la figura 19, se observa la comparación de los resultados de la resistencia obtenida por el método de madurez de la muestra patrón y de los concretos con adiciones de aditivo retardante al 0.25%, 0.50%, 0.75% y 1.00% en peso del cemento, según las edades de rotura. A las 24 horas, el concreto patrón alcanzó una resistencia de 2.8 MPa, mientras que la mezcla con 0.25% de aditivo retardante obtuvo 3.8 MPa superando al concreto patrón en un 36%. También, se observa que la resistencia de la mezcla con 0.50% de aditivo retardante, aumenta en un 11% mientras que los concretos de 0.75% y 1.00% aún no alcanzan niveles de resistencia, debido a la excesiva prolongación del tiempo de fraguado. A las 72 horas, se visualiza que, las mezclas con 0.25%, 0.50% y 0.75% de aditivo Sika Retarder PE superan al concreto patrón en 26%, 38%, y 9%, respectivamente. Mientras que, el concreto con 1.00%, disminuye su resistencia en un 12% respecto a la muestra patrón. Y por último, a los 7 días todas las mezclas con adición de aditivo retardante al 0.25%, 0.50%, 0.75% y 1.00%, incrementaron su resistencia en un 26%, 43%, 36% y 14%, respectivamente. Los resultados alcanzados que mejoraron la resistencia del concreto con respecto a la muestra patrón, puede ser gracias a que las reacciones químicas en el concreto luego de finalizado

el fraguado provocaron un incremento de temperatura y un rápido proceso de hidratación; generando ganancia en la resistencia a edades tempranas.

Los resultados obtenidos demuestran que la sobredosificación del aditivo retardante influye en todas las propiedades estudiadas. Se consideró como porcentajes sobredosificados debido a que la dosis más empleada es de 0.25% entonces tenemos 2, 3 y 4 veces más que dicha dosis, los cuales fueron codificados como al 0.50%, 0.75% y 1.00%.

COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS CON LOS ANTECEDENTES:

Teniendo como antecedente a Aponte (2017), quien determinó la influencia del aditivo Z RETAR elaborando mezclas de concreto con cemento tipo ICO cuya relación a/c fue de 0.60 para un $f'c$ de diseño de 250 kg/cm²; y observó un incremento del asentamiento para su muestra con aditivo Z RETAR (9.86 cm) en un 14.29% con respecto al concreto patrón (8.64cm); concluyendo que, mayores porcentajes de adición de aditivo, el aumento del asentamiento será mayor. Esto se atribuye a que, al no reducir la cantidad de agua en la misma proporción que en la añadidura del aditivo, este tendrá efecto plastificante y por ende una mejora en la fluidez y trabajabilidad de la mezcla. De igual manera, Mego (2019) comprobó la influencia del aditivo Sika Retarder PE y la azúcar blanca para lo cual empleo diseños de mezcla con cemento portland tipo I, a/c= 0.55 y $f'c$ de 210 kg/cm² obteniendo resultados de asentamiento de 12.50 cm y 21.30 cm para las mezclas de 0.20% y 0.60% de aditivo retardante, respectivamente; es decir, hubo un incremento del 67% y 183% más con respecto a su patrón (7.5 cm). Concluyó que, a medida que aumenta el porcentaje de aditivo la mezcla se vuelve más fluida; esto puede ser debido al retraso en la velocidad de las reacciones químicas entre el cemento y el agua lo cual disminuye la pérdida de asentamiento y extiende la trabajabilidad; además, indica que un exceso de fluidez podría generar problemas en su colocación. Al contrastar con nuestra investigación, los resultados

demonstraron que la sobredosificación del aditivo retardante Sika Retarder PE en el concreto también influyó positivamente en sus propiedades físicas generando un aumento del slump. Se trabajó con diferentes mezclas empleando cemento tipo MS, $a/c=0.60$ y $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y se obtuvo que la muestra patrón adquirió un asentamiento de 75 mm; con la dosis más usada (0.25%), 90 mm; y para las sobredosificaciones al 0.50%, 0.75% y 1.00%, de 105mm, 140mm y 185 mm, respectivamente, estos datos son menores a los obtenidos por Mego y puede aducirse al tipo de cemento y relación a/c empleado en cada estudio. Además, se identificó que la consistencia de diseño se mantuvo solo hasta la mezcla con un 0.50% de aditivo retardante superando en un 42% a su concreto patrón; pasado dicho porcentaje, la mezcla se clasificó como fluida alcanzando un incremento máximo de 142% más (mezcla al 1% de aditivo) comparado con su mezcla patrón. Así también, la teoría nos indica que una mezcla muy fluida puede ocasionar problemas a la hora de controlar la mezcla y se corre el riesgo de formación de cangrejeras; es por eso que, se debe trabajar con mezclas de consistencia plástica y en la presente investigación se concluye que una sobredosis de hasta 2 veces la dosis más usada; es decir, al 0.50% es adaptable para la práctica.

Con respecto al tiempo de fraguado tenemos a Minanuro y Panduro (2020) quienes corroboraron la gran influencia del aditivo Chematar 400 evaluando porcentajes de 0.0%, 0.20%, 0.275% y 0.35% en Tarapoto donde la temperatura es mayor a 32°C ; concluyendo que, el porcentaje óptimo de aditivo retardante es de 0.35% en peso del cemento, puesto que mejoró su retardo significativamente en un 0.88% respecto a su mezcla patrón. Afirmando que, a mayor porcentaje de aditivo retardante agregado a la mezcla; el tiempo de fraguado, aumenta. Esto ayuda a estabilizar la mezcla por largos periodo de tiempo sin perder su calidad; debido a que, se contrarrestan los efectos acelerantes de la alta temperatura. Así también, Arévalo (2020) concluyó que, el tiempo de fraguado (método de aguja de Vicat) se incrementa a medida que aumenta el porcentaje de aditivo Sika Retarder PE; ya que, las

partículas del aditivo quedan impregnadas con las del cemento, evitando que se cumpla el fraguado normal. Por ello, se obtuvo que al 1% de aditivo retardante, la pasta cementante evaluada incrementó en 8 horas más el tiempo de fraguado inicial respecto al patrón (126 min) y en 12 horas más el tiempo de fraguado final respecto a su patrón (345 min). Mientras que, al 0.2% de aditivo retardante (porcentaje más bajo), se alcanzó un incremento de 28 min, afirmando la inexistencia de partículas de aditivo activas en la mezcla. En nuestra investigación, se reafirma lo expuesto por ambos autores; ya que, el incremento del porcentaje de aditivo retardante Sika Retarder PE usado en el concreto repercute notablemente en el tiempo de fraguado. Tenemos que la mezcla con 0.25% de aditivo Sika Retarder PE prolonga el tiempo de fraguado inicial y final en 2 horas siendo un 36% más respecto al concreto de control y que las mezclas sobredosificadas con 0.50%, 0.75% y 1.00% prolongan el tiempo de fraguado inicial y final en 6, 10 y 19 horas comparado con su concreto patrón, respectivamente; estos resultados son más altos a los obtenidos por nuestros antecedentes, debido al tipo de cemento y aditivo empleado. Por lo tanto, se confirma que las cantidades usadas de aditivo retardante en el concreto son sobredosificaciones; puesto que, la ampliación del tiempo de fraguado es exabrupto y en cuestiones de aplicación en obra retrasaría las tareas post vaciado, por ello concluimos que se trabaje con una sobredosificación de hasta 2 veces la dosis más usada; es decir, al 0.50%.

Finalmente, para la resistencia del concreto. El antecedente realizado por Gonzales (2019), concluyó que al aplicar un 0.5% de aditivo retardante (Sikament-290N) en peso de cemento curado a diferentes edades las resistencias incrementan significativamente; ya que se utilizó una f^c de diseño de 210 kg/cm^2 , teniendo como resultados que, a la edad de 3 y 7 días las probetas con aditivo retardante (método convencional) alcanzaron resistencias promedio de 205.97 kg/cm^2 y 256.07 kg/cm^2 , respectivamente. Es decir que, obtuvieron un incremento del 97% y 21% según los días de curado. Por su parte el antecedente de Arévalo

(2020) también, evaluó la resistencia del concreto (usó método convencional) para mezclas con diferentes dosificaciones de aditivo Sika Retarder PE obteniendo en su mayoría resultados favorables a los 7 días de curado, para 0.4%, 0.6%, 0.8% y 1% registrando valores de 183.17 kg/cm² (2% más), 195.47 kg/cm² (8% más), 204.47 kg/cm² (13% más) y 185.63 kg/cm² (3% más) con respecto a su patrón (180.24 kg/cm²), respectivamente; mientras que al 0.2% la resistencia llegó hasta 151.82 kg/cm², es decir con un 16 % menos comparado con el patrón. Sin embargo, las resistencias finales, es decir a los 28 días, no se vieron afectadas según su estudio. Realizamos el contraste de nuestra investigación con los antecedentes presentados, y también obtuvimos que el incremento de aditivo retardante Sika Retarder PE en la mezcla del concreto influye en el incremento de la mayoría de resistencias iniciales, las cuales fueron obtenidas por el método de madurez debido a su precisión en la toma y proceso de datos tal como lo recomiendan Núñez y Tomas (2019) en su investigación; además, de Recabarren y Tafur quienes también, confirman la viabilidad de este método para un concreto f'c=210 kg/cm² con aditivo retardante de fragua. En nuestro estudio, las resistencias alcanzadas a los 7 días de curado fueron superiores a las de Gonzales y Arévalo; puesto que, superaron completamente al concreto patrón en un 26%, 43%, 36% y 14% según el orden creciente de los porcentajes. Además, se identificó que algunas resistencias no superaron al concreto de control específicamente para las primeras 24 horas (mezclas al 0.75% y 1% de aditivo retardante) y 72 horas (mezcla al 1% de aditivo retardante), este comportamiento se atribuye a que las mezclas estaban sobredosificadas con aditivo retardante por lo que el tiempo de fraguado se prolongó en exceso retrasando las reacciones químicas de hidratación y en consecuencia disminuyó la resistencia en las primeras horas; por lo tanto, concluimos que se trabajó con una sobredosificación de hasta 2 veces la dosis más usada, es decir, al 0.50%; ya que, desde las 24 horas su resistencia incrementa notablemente llegando a superar incluso la resistencia diseñada con solo 7 días.

Finalmente, Quiroz (2021) concluyó que el porcentaje óptimo de Sika Retarder PE es del 0.30% teniendo un aumento de resistencia del 15.85% a los 28 días; además dicha proporción mejora el asentamiento y optimiza el tiempo de fraguado. También, el antecedente de Dias, Dewapriya, Edirisooriya y Jayathunga (2010), quienes utilizaron el aditivo Pozzolite 300R realizaron sobredosificaciones de 1, 3, 4.5 y 6 veces la dosis normal concluyendo que altas sobredosis generan un retraso significativo en la resistencia a los 28 días y que el tiempo de fraguado es significativamente mayor cuando aumenta la sobredosificación por lo que nos recomiendan usar el aditivo retardante de hasta 3 veces la dosis normal considerando todas las variables de estudio. Al comparar los antecedentes con nuestra investigación concluimos que se debe considerar el análisis de las tres propiedades en conjunto para que así ninguna se vea afectada; por ende, este estudio recomienda utilizar una mezcla con una sobredosificación de hasta 2 veces la dosis más usada; es decir, al 0.50% puesto que las resistencias iniciales superan hasta en un 43% al concreto patrón, con un asentamiento plástico y un tiempo de fraguado adecuado para trabajos en obra.

LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN Y APORTES DE ESTUDIO:

La principal limitante para la realización de esta investigación del tipo experimental, fue encontrar un laboratorio certificado para la realización de nuestros ensayos y con el permiso correspondiente de funcionamiento, ya que el acceso al laboratorio de la Universidad Privada del Norte, se encuentra restringido por motivos de la pandemia COVID-19. Además, se delimitó la aplicación del aditivo retardante con un máximo de sobredosificación al 1.0% ya que solo se contaba con un número reducido de sensores y una corta disponibilidad de los mismos.

Dentro de los aportes de este estudio tenemos que nuestra tesis brinda datos confiables y da la seguridad a los contratistas, supervisores o profesionales en el rubro de la construcción que en caso existan sobredosificaciones del aditivo retardante Sika Retarder

PE en la ejecución de un proyecto este superará su resistencia diseñada. También, recomendamos utilizar el aditivo Sika Retarder PE con un máximo de sobredosificación de 2 veces la dosis óptima, prolongando el tiempo de fraguado en la mezcla, manteniendo un asentamiento plástico e incrementando las resistencias iniciales. Finalmente, contribuimos con la comunidad universitaria; ya que, esta tesis sirve como antecedente para las futuras investigaciones relacionadas al tema de la sobredosificación del aditivo retardante; además, de incentivarlos a indagar en este tema ya que es una realidad que muchas veces pasa en obra con diferentes tipos de aditivos.

UBICAR LOS RESULTADOS DENTRO DE LA UNIDAD DE ESTUDIO:

Los resultados obtenidos para cada variable dependiente demostraron que el aditivo Sika Retarder PE influye en el concreto mejorando sus propiedades físicas y mecánicas; es decir, que nuestros resultados sustentan la mejora en la unidad de estudio, que es el concreto. Esto se debe, a que las partículas del aditivo están embebidas a las del cemento lo que evita que se cumpla el fraguado normal y por ende causa la prolongación del mismo por encima de lo permitido; así también, incrementa el tiempo de fluidez y trabajabilidad en la mezcla puesto que se relaciona a que el fraguado inicial se aplaza. Además, al terminó del fraguado se activan las reacciones químicas generando una rápida hidratación en el concreto, lo que explica el por qué incrementan las resistencias iniciales.

RESUMEN O CONCLUSIÓN DE LOS HALLAZGOS ENCONTRADOS:

Los hallazgos de nuestra investigación se enfocaron en determinar la influencia del aditivo Sika Retarder PE en el concreto sobre sus diferentes propiedades; para lo cual se realizó mezclas con cemento tipo MS, con una relación a/c =0.60 y un $f'c$ de diseño de 210 kg/cm². Se evaluó el asentamiento de cada mezcla con aditivo retardante obteniendo consistencias plásticas y fluidas; además, se corroboró que el valor de asentamiento incrementa a medida que aumenta las dosis sobredosificadas. Así también, se logró estimar

el tiempo de fraguado inicial y final para cada porcentaje estudiado, mediante la resistencia a la penetración; por lo que la tendencia es igual a la del slump; ya que, mientras aumenta la sobredosificación se incrementa que tiempo de fraguado. Finalmente, se analizó las resistencias del concreto a edades tempranas empleando el método de madurez; el cual establece que la variabilidad entre los datos de resistencia obtenida por el método convencional (rotura de probetas) sea menor al 10%, es por eso que se verificó el cumplimiento de dicho requisito establecido en la NTP 339.217, para luego realizar las curvas de calibración para cada mezcla de concreto encontrando así una ecuación logarítmica que relaciona la resistencia del concreto en función de su madurez; entonces, aplicando dichas fórmulas, se obtuvo datos más precisos sobre la resistencia del concreto a la edad de 1, 3 y 7 días de curado, los cuales fueron analizados y como resultado se determinó que las sobredosificaciones del aditivo retardante Sika Retarder PE incrementa a la mayoría de resistencia iniciales. En conclusión, se logró demostrar que la sobredosificación del aditivo retardante Sika Retarder PE sí influye en las propiedades del concreto; ya que, prolonga el tiempo de fraguado, aumentando el asentamiento sin afectar las resistencias.

4.2 Conclusiones

Se logró el objetivo planteado en la investigación, en el cual se determinó que la sobredosificación del aditivo retardante Sika Retarder PE en el concreto, sí influye sobre el asentamiento, tiempo de fraguado y resistencia a la compresión. Dado que, la sobredosificación prolongó el tiempo de fraguado, incrementó el asentamiento y mejoró las resistencias iniciales.

Se evaluó el incremento de aditivo Sika Retarder PE en el asentamiento; obteniendo resultados muy favorables en todas las mezclas estudiadas. Siendo la máxima sobredosificación con consistencia plástica, la mezcla con 0.50% de aditivo retardante y con consistencia fluida; la mezcla con 1.00%. Alcanzando valores de asentamientos de 105 mm (4 ¼) y 185 mm (7 ¼”), respectivamente. Por eso; se afirma que, a mayor porcentaje de aditivo retardante, el slump también aumenta; pero puede ser desfavorable en obra ya que la fluidez excesiva producto de la sobredosificación del aditivo puede generar problemas a la hora de controlar la mezcla y por ende afectar la resistencia.

Se estimó que el tiempo de fraguado inicial y final para las mezclas con 0.25%, 0.50%, 0.75% y 1.00% de aditivo Sika Retarder PE incrementaron notablemente; puesto que, la variación más baja obtenida fue de 2 horas para un 0.25% y la más alta de 19 horas para un 1.00% de aditivo, con respecto al patrón. Por lo que se concluye que, al incrementar el porcentaje de aditivo en la mezcla de concreto, el tiempo de fraguado tiende a subir en gran escala; sin embargo, usar mezclas con altas sobredosificaciones ocasionaría retrasos en los trabajos post vaciado.

Se analizó el comportamiento de la resistencia para cada concreto estudiado (0.00%, 0.25%, 0.50%, 0.75% y 1.00 %) mediante el método de madurez obteniendo resultados muy favorables hasta los 7 días de curado. Entonces, se concluyó que la resistencia alcanzó su máximo valor de 23.7 Mpa en la mezcla con 0.50% de aditivo y luego comenzó a descender;

sin embargo, los datos aún superaron al del concreto patrón. Es por ello que se recomienda usar una mezcla con una sobredosificación de hasta 2 veces a la más usada; es decir, con un 0.50% de aditivo Sika Retarder PE para incrementar las resistencias iniciales sin perjudicar a las demás propiedades y su aplicación en campo.

RECOMENDACIONES

A los futuros investigadores se les recomienda a seguir indagando más sobre el tema de la sobredosificación de aditivos en el concreto, puesto que existe poca información sobre ello. Así mismo, estudiar los efectos que esta causaría a mayores porcentajes de los evaluados, teniendo en cuenta los ensayos de resistencia a la compresión, asentamiento y tiempo de fraguado.

También, se sugiere que las futuras investigaciones efectúen estudios experimentales utilizando el método de madurez del concreto; ya que, podemos obtener resistencias en tiempo real en base al historial térmico de la mezcla del concreto y así acelerar procesos. Además, es muy importante la validación de los datos según la normativa vigente; dado que, permite la calibración correcta de la curva resistencia – madurez y es fundamental tener en claro la resistencia objetiva.

Se recomienda a las empresas concreteras, utilizar el aditivo Sika Retarder en sus procesos y realizar ensayos previos si las características de las mezclas son distintas a las estudiadas; además, sugerir la implementación del método de Madurez para la obtención de resistencias.

REFERENCIAS

- Aceros Arequipa (2016). *Conociendo las propiedades de concreto /Boletin- construyendo*.
- Aceros Arequipa (2016). *Conocieno las propiedades del concreto (II)*. Recuperado de <https://www.acerosarequipa.com/download/file/BOLETIN-CONSTRUYENDO-30.pdf/boletines/archivos/2020-03>
- ANFAH. (23 de julio del 2018). *Aditivos: Definición y Clasificación*. En Blog ConcretOnline. Recuperado de <https://www.concretonline.com/aditivos-adiciones/aditivos-definicion-y-clasificacion>
- Aponte, E. (2017). *Influencia de un aditivo retardante de fragua en el comportamiento mecánico de concreto $f'c=250$ kg/cm² en la ciudad de Jaén*. (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional de Cajamarca, Perú. Recuperado de <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1009>
- Arévalo, M. (2020). *Influencia del aditivo retardante Sika Retarder PE y su dosificación sobre la resistencia a la compresión y el fraguado en el concreto, Trujillo-2020*. (Tesis de Licenciatura). Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú. Recuperado de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/23974>
- Argos 360 (2020). *Proteccion y curado del concreto*. Recuerado de <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/proteccion-y-curado-del-concreto>
- ASTM (2008). *ASTM C494 Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete*. Estados Unidos.
- Avila V. (2017). *Hormigones*. Recuperado de <https://docplayer.es/41568699-Tema-8-hormigones-materiales-de-construccion-grado-en-arquitectura-curso-escuela-tecnica-superior-de-arquitectura.html>
- Baena, G. (2014). *Metodología de la Investigación. México: Patria*. Recuperado de <https://books.google.com.pe/books?id=6aCEBgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq>

=investigacion+experimental+definicion&hl=es-

419&sa=X&ved=2ahUKewjz5MfIxb3vAhWiIbkGHX9HCgcQ6AEwCXoECAEQ

Ag#v=onepage&q&f=false

Becosan (2020). *Concreto Prefabricado*. Recuperado de <https://www.becosan.com/es/concreto-prefabricado/>

Caldarone, M. (2014). *High-strength concrete: a practical guide*. New York, USA: Taylor & Francis.

Cemex (2019). *¿Por qué se determina la resistencia a la compresión del concreto?*. Recuperado de <https://www.cemex.com.pe/-/por-que-se-determina-la-resistencia-a-la-compresion-en-el-concreto->

Cemex. (05 de abril de 2019). *¿Por qué se determina la resistencia a la compresión en el concreto?* Recuperado de <https://www.cemex.com.pe/-/por-que-se-determina-la-resistencia-a-la-compresion-en-el-concreto->

Ciceron. (31 de diciembre de 2017). *¿Qué es el cemento y cuál es su composición?* En blog Cementos Tequendama. Recuperado de <https://cetesa.com.co/blog/que-es-el-cemento-y-cual-es-su-composicion/>

Command Center. (2021). *¿Qué es la Madurez del Concreto?* Recuperado de <https://www.commandcenterconcrete.com/es/educacion/que-es-la-madurez-del-concreto/>

Command Center. (s.f). *¿Qué es la Madurez del Concreto?*. Recuperado de <https://www.commandcenterconcrete.com/es/educacion/que-es-la-madurez-del-concreto/>

Construyendo.co. (2018). *Tipos de Concreto – cualidades y diferencias de los concretos*. Construyendo.co. Recuperado de <https://construyendo.co/concreto/tipo-concreto.php>

- Correa D. (2011). *Dosificación ponderal para hormigones de alta y baja densidad*. Barcelo, España. (Tesis de Master). Universidad Politécnica de Cataluña. Recuperado de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/13490/TESINA%20DEFINITIVA%20CORREGIDA.pdf>
- Cruzado, H. & Rivera, B. (2019). *Influencia de tipos de incorporador de aire sobre el asentamiento, aire total, absorción, peso unitario y compresión del concreto a bajas temperaturas*. (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional de Trujillo, Perú. Recuperado de <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/13159>
- Dias, W.P., Dewapriya, M.A., Edirisooriya, E.A., & Jayathunga, C.G. (2010). Effects of Large Retarder Overdose on Concrete Strength Development. *Engineer: Journal of the Institution of Engineers*, 43, 13.
- Gonzales, I. (2019). *Variación de la resistencia a compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² con aditivo acelerante al 2% y retardante al 0.5%, para diferentes edades*. (Tesis de Licenciatura). Universidad Privada del Norte, Perú. Recuperado <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14760>
- Grupo Digamma. (2018). Concreto en Obra: Un mercado cada vez más sólido. En *Revista Perú Construye*, pp 76-82. Recuperado de <https://peruconstruye.net/edicion-41/>
- Guzmán P. (2020). *Aplicación del concepto de madurez en pavimentos urbanos de hormigón*. (Tesis para Titulación). Universidad de Chile. Santiago de Chile, Chile. Recuperado de <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/179640/Aplicacion-del-concepto-de-madurez-en-pavimentos-urbanos-de-hormigon.pdf?sequence=1>
- Herrera P. & Vargas H. (2018). *Optimización de mezclas de concreto mediante la aplicación del método Walker y la introducción de un aditivo experimental*. Bogota, Colombia. (Tesis de Licenciatura). Universidad Santo tomas. Recuperado de

<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/11931/2018paulherrera.pdf?sequence=1>

Hirsch, A. (2010). Principales valores de la ética de la investigación que se promueven en el posgrado de la universidad nacional autónoma de méxico. En *Edetania*, 18, 19.

IMCYC. (2006). *Pruebas de resistencia a la compresión del concreto*. El concreto en la obra: Problemas, Causas y Soluciones. Recuperado de <http://www.imcyc.com/ct2006/junio06/PROBLEMAS.pdf>

IMCYC. (2015). *Tiempo de fraguado de mecla de concreto*. El concreto en la obra: Problemas, Causas y Soluciones. Recuperado de <http://www.imcyc.com/revistacyt/pdf/octubre2015/problemas.pdf>

IngenieriaReal.com (2021). *Resistencia del concreto a los 28 dias*. Recuperado de <https://ingenieriareal.com/resistencia-del-concreto-a-los-28-dias/>

Inka (10 de abril del 2019). *Beneficios Del Concreto Premezclado*. En Blog de cementos Inka. Recuperado de <http://www.cementosinka.com.pe/blog/beneficios-del-concreto-premezclado/>

Instituto Mexicano del Concreto y Cemento (2008). *Tiempo de fraguado de la mezcla de concreto*. Recuperado de <http://www.imcyc.com/ct2008/jun08/PROBLEMAS.pdf>

Kimyu, J. (2018). *¿Cuáles son las propiedades del concreto?* Construyendo seguro – Aceros Arequipa. Recuperado de <https://www.construyendoseguro.com/cuales-son-las-propiedades-del-concreto/>

Kimyu, J. (2018). *Los tipos de concreto y sus usos*. Construyendo seguro – Aceros Arequipa. Recuperado de <https://www.construyendoseguro.com/los-tipos-de-concreto-y-sus-usos/>

Kryton (2021). *Hoja de datos técnicos- sensor Maturix*. Recuperado de <https://www.kryton.com/tds-maturix-smart-concrete-sensors-2/>

- Kua, M. (2016). *Asentamiento Del Concreto Slump*. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/333892892/Asentamiento-Del-Concreto-Slump>
- Loayza J. (2017). *Diseño de Mezclas*. Recuperado de <https://es.slideshare.net/josephhumbertoloayzagallegos/diseo-demezclas-77071413>
- Mego, J. (2019). *Evaluación del efecto retardante del aditivo Sika Retarder PE y el azúcar blanca, en elemento columna para un concreto $f'c=210$ kg/cm², en Lima 2019*. (Tesis de Licenciatura). Universidad César Vallejo, Perú. Recuperado de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/37676>
- Minauro, M. & Panduro, R. (2020). *Análisis del comportamiento del aditivo retardante en el concreto para incrementar el tiempo de fraguado, como consecuencia de mejorar su trabajabilidad en el barrio huayco del distrito de Tarapoto – San Martín en el año 2018*. (Tesis de Licenciatura). Universidad Científica del Perú, Tarapoto, Perú. Recuperado de http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/1008/TESIS_ING.CIVIL_MARCIA%20MINAURO%20SOTO.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Mixto Listo (08 de octubre del 2019). *El concreto premezclado y sus ventajas*. Recuperado de <https://www.mixtolisto.com/el-concreto-premezclado-y-sus-ventajas/>
- Muciño A. & Santa P. (2018). *Diseño de Mezclas de concreto. Mexico*. (Practica de laboratorio). Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de http://leias.fa.unam.mx/wp-content/uploads/2018/05/180515_Practica9_W_LMSE.pdf
- Neville, A. (1998). *Tecnología del concreto, Instituto Mexicano del cemento y del concreto*. México: Trillas
- Norma Técnica Peruana (2005). NTP 334.009 *Cementos. Cementos Portland. Requisitos*. Lima, Perú.

- Norma Técnica Peruana (2008). NTP 334.082 *Cementos. Cementos Portland. Especificación de la performance*. Lima, Perú.
- Norma Técnica Peruana (2011). NTP 339.035 *Hormigón (Concreto), Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland*. Lima, Perú.
- Norma Técnica Peruana (2011). NTP 339.082 *Concreto. Método de ensayo para la determinación del tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración*. Lima, Perú.
- Norma Técnica Peruana (2011). NTP 400.017 *Agregados. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados*. Lima, Perú.
- Norma Técnica Peruana (2013). NTP 334.090 *Cementos. Cementos Portland Adicionados. Requisitos*. Lima, Perú.
- Norma Técnica Peruana (2013). NTP 339.185 *Agregados. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado*. Lima, Perú.
- Norma Técnica Peruana (2013). NTP 400.012 *Agregados. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global*. Lima, Perú.
- Norma Técnica Peruana (2013). NTP 400.021 *Agregados. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso*. Lima, Perú.
- Norma Técnica Peruana (2013). NTP 400.022 *Agregados. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino*. Lima, Perú.
- Norma Técnica Peruana (2014). NTP 400.037 *Agregados. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto*. Lima, Perú

- Norma Técnica Peruana (2016). *NTP 339.217 Concreto. Método de ensayo normalizado para la estimación de la resistencia del concreto por el método de madurez*. Lima, Perú.
- Nuñez, E. & Tomas, J. (2019). *Análisis comparativo de los métodos de medición de resistencia del concreto con aditivo retardante Lima, 2019*. (Tesis de Licenciatura). Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú. Recuperado de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/45169?show=full>
- Ojeda, J., López, J., & Salas, E. (2012). El valor ético de la responsabilidad social en la investigación. *Revista de ciencias humanas y sociales*, 68, 386.
- Orti, A. (2018). *Principios y Valores ético-emprendedores: LA HONESTIDAD*. Recuperado de <https://siscapem.wordpress.com/2018/03/21/principios-y-valores-etico-emprendedores-la-honestidad/>
- Osorio, J. (24 de octubre del 2020). *Todo Sobre Concreto Premezclado, Tu Aliado En Velocidad De Colocación*. En Blog 360 en concreto. Recuperado de <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/category/innovacion-y-tendencias/concreto-premezclado-nueva-ola-de-construccion#:~:text=El%20concreto%20premezclado%20es%20un,la%20log%C3%ADstica%20propia%20del%20proveedor>
- Osorio, J. (28 de junio del 2019). *Resistencia mecánica del concreto y resistencia a la compresión*. En Blog 360 en concreto. Recuperado de <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/resistencia-mecanica-del-concreto-y-compresion>
- Peña, H. (2019). *CONCRETO: Generalidades, propiedades y procesos*. En Blog Academia. Recuperado de: <https://unsaac.academia.edu/HyrumMontalvoPe%C3%B1a>

- Pérez, J. (2008). *Definición de ética*. Recuperado de <https://definicion.de/etica/https://siscapem.wordpress.com/2018/03/21/principios-y-valores-etico-emprendedores-la-honestidad/>
- Pinedo, J. (2019). *Estudio de resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, con la adición de plástico reciclado (PET), en la ciudad de Tarapoto, 2018*. (Tesis De Licenciatura). Universidad Nacional De San Martín-Tarapoto, Perú. Recuperado de <http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3458/ING.%20CIVIL%20-%20Jean%20Richard%20Pinedo%20P%C3%A9rez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Prodan, L., & Bachofen, G. (2009). Cemento y hormigón [figura]. En *En enciclopedia de la salud y seguridad en el trabajo - Estructplan*. Recuperado de <https://estructplan.com.ar/enciclopedia-de-la-salud-y-seguridad-en-el-trabajo-14-cemento-y-hormigon/>
- Quiroz, B. (2021). *Influencia de los aditivos Sika Retarder y Sikatard en la resistencia a la compresión, asentamiento y tiempo de fraguado de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, Trujillo 2021*. (Tesis de Licenciatura). Universidad Privada del Norte, Perú. Recuperado de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/26569/Quiroz%20Cerna%20Beto%20Alexis-Parcial.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Recabarren, D. & Tafur, J. (2019). *Optimización del uso de encofrado para losas y columnas $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con aditivo retardante de fragua utilizando el método de madurez del concreto*. (Tesis de Licenciatura). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú. Recuperado de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/626578/Recabarren_JD.pdf?sequence=3&isAllowed=y

- RNE (2009). *Norma técnica de edificación E.060 "Concreto Armado"*. Recuperado de http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Normalizacion/normas/E060_CONCRETO_ARMADO.pdf
- Rodríguez, N. (10 de octubre del 2019). *El Módulo de Elasticidad del Concreto (Ec) y su importancia*. En blog Concreto y Construcción. Recuperado de <https://concretosyconstruccion.blogspot.com/2019/10/el-modulo-de-modulo-de-elasticidad-del.html>
- Sánchez, D. (2001). *Tecnología del concreto y del mortero*. (5.^a ed.). Bogotá, Colombia: Bhandar. <https://books.google.com.pe/books?id=EWq-QPJhsRAC&pg=PA45&dq=tiempo+de+fraguado+del+cemento&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjWnZWVw73vAhWKD7kGHS7rALsQ6AEwAXoECAQQAg#v=onepage&q=tiempo%20de%20fraguado%20del%20cemento&f=false>
- Sánchez, D. (2001). *Tecnología del concreto y del mortero*. Colombia: Bhandar.
- Sanhueza, M. (s.f). *Área de hormigón*. Recuperado de <http://www.vialidad.cl/areasdevialidad/laboratorionacional/MaterialCursos/introduccionhormigon.pdf>
- Sensohive (2019). *Real-time monitoring of your in-situ casts*. En Blog de Frontline Contracting. Recuperado de <http://frontlinecontracting.co.za/blog.html>
- Sika (2017). *Hoja de datos del producto: Sika Retarder PE*. Lima, Perú. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/342108520/Sika-Retarder-PE>
- Simeón (2020). *Prueba de revenimiento*. Universidad Centroamericana, El salvador. Recuperado de <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.uca.edu.sv%2Fmecnica->

estructural%2Fmaterias%2FmaterialesCostruccion%2FguiasLab%2FensayoConcretoFresco%2FREVENIMIENTO.pdf&clen=217799&chunk=true

Sota J., Avid F., Moreira P. & Chury M. (2016). *Medidas de la madurez del hormigón en una estructura.* Argentina. Recuperado de

<http://www.scielo.org.mx/pdf/ralconpat/v6n3/2007-6835-ralconpat-6-03-216-es.pdf>

SuperMix (25 de agosto del 2017). *Ventajas Del Concreto Remezclado.* En Blog Concretos SUPERMIX. Recuperado de <https://www.supermix.com.pe/ventajas-del-concreto-premezclado/>

Toxement. (2019). *Aditivos para concreto.* Recuperado de https://www.toxement.com.co/media/3797/brochure_aditivos-compressed.pdf

Toxement. (2019). *Aditivos para el concreto.* Colombia.

Urmi, D. (06 de agosto del 2019). *Los Aditivos Para El Concreto.* En Blog de la Construcción. Recuperado de <https://www.yura.com.pe/blog/los-aditivos-para-el-concreto/>

Urmi, D. (06 de agosto del 2019). *Recomendaciones Para El Uso De Aditivos.* En Blog de la Construcción. Recuperado de <https://www.yura.com.pe/blog/los-aditivos-para-el-concreto/>

Urmi, D. (06 de agosto del 2019). *Tipos de Aditivos.* En Blog de la Construcción. Recuperado de <https://www.yura.com.pe/blog/tipos-de-aditivos/#:~:text=Retardantes.,de%20resistencia%20iniciales%20m%C3%A1s%20lentas.>

Vélez S. (2009). *Madurez del concreto.* Recuperado de <http://www.indisa.com/indisaonline/anteriores/Indisa%20On%20line%2074.pdf>

ANEXOS

ANEXO N° 1. Caracterización del agregado Fino.

Tabla 35

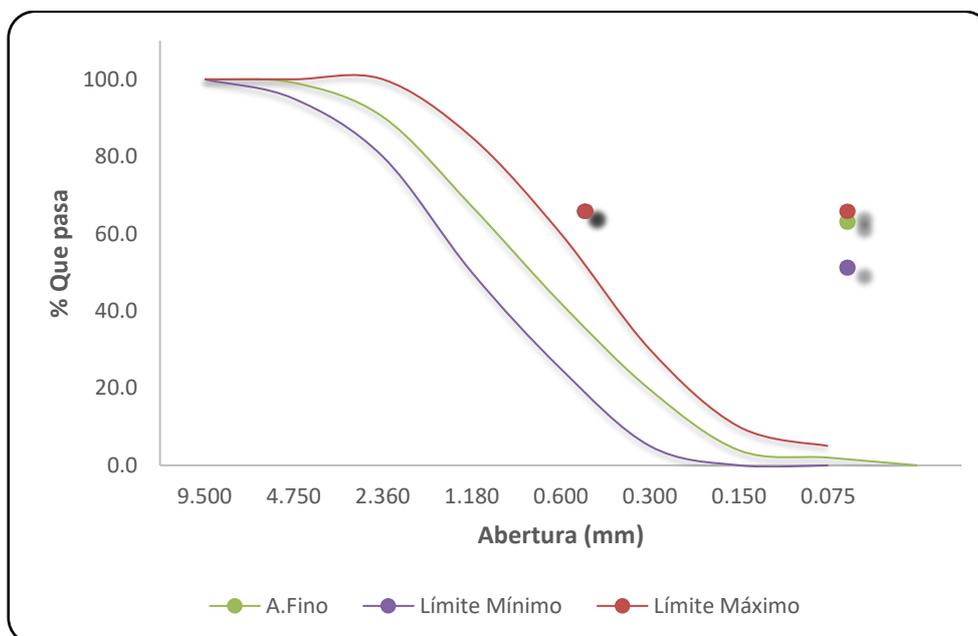
Resultados de la Granulometría del agregado fino

Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (gr.)	% Peso retenido parcial	% Peso retenido acumulado	% que pasa	Límites (NTP 400.037)	
						Mínimo	Máximo
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
N° 4	4.750	12.8	0.9	0.9	99.1	95.0	100.0
N° 8	2.360	125.6	8.8	9.7	90.3	80.0	100.0
N° 16	1.180	332.1	23.2	32.9	67.1	50.0	85.0
N° 30	0.600	359.5	25.1	58.0	42.0	25.0	60.0
N° 50	0.300	320	22.4	80.4	19.6	5.0	30.0
N° 100	0.150	224.8	15.7	96.1	3.9	0.0	10.0
N° 200	0.075	27.7	1.9	98.0	2.0	0.0	5.0
FONDO		29	2.0	100.0	0.0		
		1431.5	100.0				

Nota. En la tabla se presenta el proceso de los datos obtenidos en laboratorio para cada tamiz, y se comparó con la normativa vigente. Elaboración propia (2021).

Figura 20

Curva Granulométrica del agregado fino



Nota. En la gráfica se presenta la curva granulométrica del agregado fino obtenida en esta investigación representada por el color azul, la cual cumple con los límites exigidos por la norma representado por el color negro y rojo. Elaboración propia (2021).

Tabla 36

Resultados del Contenido de humedad del agregado fino

Descripción	U.M	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso recipiente	gr	258.20	262.40	
Peso recipiente + muestra húmeda	gr	1,344.70	1,280.00	
Peso recipiente + muestra seca	gr	1,337.10	1,273.90	
Peso de muestra húmeda	gr	1,086.50	1,017.60	
Peso de muestra seca	gr	1,078.90	1,011.50	
Peso de agua	gr	7.60	6.10	
Contenido de humedad	%	0.70	0.60	0.65

Nota. En la tabla se presenta el procesamiento de los datos obtenidos en laboratorio para calcular la humedad del agregado fino. Elaboración propia (2021).

Tabla 37

Resultados de Peso Específico y Absorción del agregado fino

Descripción	U.M	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso de la muestra secada en horno al aire	gr	506.4	498.6	
Peso del picnómetro lleno de agua	gr	1452.2	1452.3	
Peso del picnómetro lleno de muestra y agua	gr	1771.9	1767.5	
Peso de muestra en estado SSS	gr	510.8	504.7	
Peso específico base seca		2.65	2.63	2.64
Peso específico base SSS		2.67	2.66	2.67
Absorción	%	0.9	1.2	1.1

Nota. En la tabla se presenta el procesamiento de los datos obtenidos en laboratorio para calcular el peso específico y absorción del agregado fino. Elaboración propia (2021).

Tabla 38

Resultados de Peso Unitario del agregado fino

Descripción	U.M	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Promedio
Peso recipiente + muestra suelta	kg	14.731	14.912	14.719	
Peso recipiente + muestra apisonada	kg	15.870	15.993	15.845	
Peso del recipiente	kg	3.525	3.525	3.525	
Peso de muestra en estado suelto	kg	11.206	11.387	11.194	
Peso de muestra en estado compactado	kg	12.345	12.468	12.320	
Volumen del recipiente	m3	0.00705	0.00705	0.00705	
Peso unitario suelto	kg/m3	1,590	1,615	1,588	1,600
Peso unitario compactado	kg/m3	1,751	1,769	1,748	1,760

Nota. En la tabla se presenta el procesamiento de los datos obtenidos en laboratorio para calcular el peso unitario del agregado fino. Elaboración propia (2021).

ANEXO N° 2. Caracterización del agregado Grueso.

Tabla 39

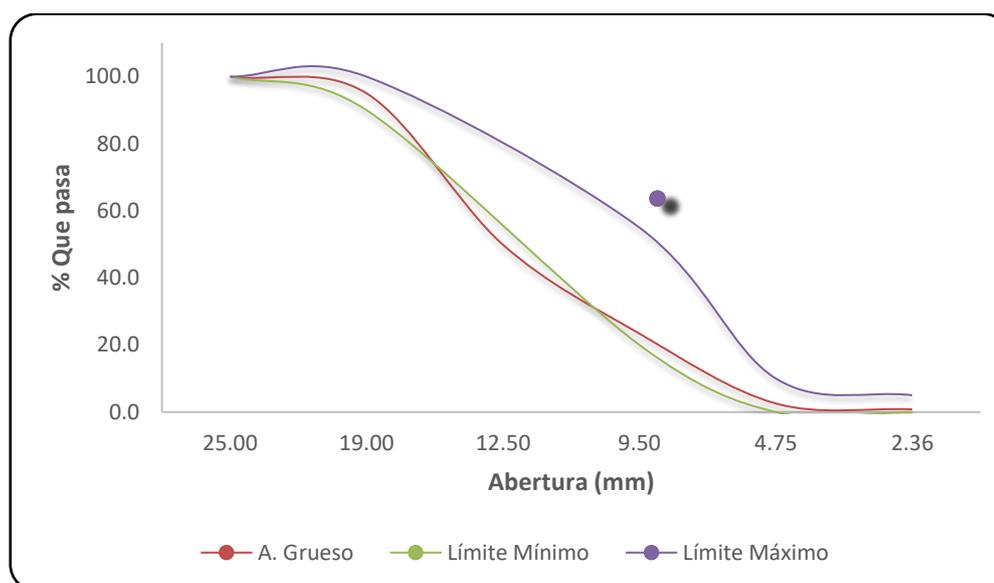
Resultados de la Granulometría del agregado grueso.

Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (gr.)	% Peso retenido parcial	% Peso retenido acumulado	% que pasa	Límites Huso 67 (NTP 400.037)	
						Mínimo	Máximo
2"	50.00						
1 1/2"	37.50						
1"	25.00	0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
3/4"	19.00	247	5.0	5.0	95.0	90.0	100.0
1/2"	12.50	2240	45.1	50.1	49.9		
3/8"	9.50	1315	26.5	76.6	23.4	20.0	55.0
N° 4	4.75	1033	20.8	97.4	2.6	0.0	10.0
N° 8	2.36	86	1.7	99.2	0.8	0.0	5.0
N° 16	1.18	0	0.0	99.2	0.8		
N° 30	0.600	0	0.0	99.2	0.8		
N° 50	0.300	0	0.0	99.2	0.8		
N° 100	0.150	0	0.0	99.2	0.8		
N° 200	0.075	0	0.0	99.2	0.8		
FONDO		41	0.8	100.0	0.0		
		4962	100.0				

Nota. En la tabla se presenta el proceso de los datos obtenidos en laboratorio para cada tamiz, y se comparó con la normativa vigente. Elaboración propia (2021).

Figura 21

Curva Granulométrica del agregado grueso.



Nota. En la gráfica se presenta la curva granulométrica del agregado grueso obtenida en esta investigación representada por el color verde, además se graficó los límites del huso 67, representado por el color negro y rojo. Elaboración propia (2021).

Tabla 40

Resultados del Contenido de humedad del agregado grueso.

Descripción	U.M	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso recipiente	gr	262	311	
Peso recipiente + muestra húmeda	gr	3,457	2,843	
Peso recipiente + muestra seca	gr	3,440	2,834	
Peso de muestra húmeda	gr	3,195	2,532	
Peso de muestra seca	gr	3,178	2,523	
Peso de agua	gr	17	9	
Contenido de humedad	%	0.5	0.4	0.5

Nota. En la tabla se presenta el procesamiento de los datos obtenidos en laboratorio para calcular la humedad del agregado grueso. Elaboración propia (2021).

Tabla 41

Resultados de Peso Específico y Absorción del agregado grueso.

Descripción	U.M	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso de la muestra secada en horno al aire	gr	3210	2832	
Peso de la muestra en estado SSS al aire	gr	3245	2857	
Peso de la muestra saturada en agua (sumergido)	gr	2058	1813	
Peso específico base seca		2.7	2.71	2.71
Peso específico base SSS		2.73	2.74	2.74
Absorción	%	1.1	0.9	1.0

Nota. En la tabla se presenta el procesamiento de los datos obtenidos en laboratorio para calcular el peso específico y absorción del agregado grueso. Elaboración propia (2021).

Tabla 42

Resultados de Peso Unitario del agregado grueso.

Descripción	U.M	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Promedio
Peso recipiente + muestra suelta	kg	13.093	12.985	13.016	
Peso recipiente + muestra apisonada	kg	14.524	14.638	14.443	
Peso del recipiente	kg	3.525	3.525	3.525	
Peso de muestra en estado suelto	kg	9.568	9.460	9.491	
Peso de muestra en estado compactado	kg	10.999	11.113	10.918	
Volumen del recipiente	m3	0.00705	0.00705	0.00705	
Peso unitario suelto	kg/m3	1,357	1,342	1,346	1,350
Peso unitario compactado	kg/m3	1,560	1,576	1,549	1,560

Nota. En la tabla se presenta el procesamiento de los datos obtenidos en laboratorio para calcular el peso unitario del agregado grueso. Elaboración propia (2021).

ANEXO N° 3. Ficha técnica del cemento

Figura 22

Ficha Técnica de Cemento Portland Tipo MS.



Pacasmayo

CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.

Calle La Colonia Nro. 150 Urb. El Vivero de Monterrico Santiago de Surco - Lima
Carretera Panamericana Norte Km. 666 Pacasmayo - La Libertad
Teléfono 317 - 6000



G-CC-F-04
Versión 04
11 de Febrero de 2022

CEMENTO FORTIMAX

Cemento Pórtland Tipo MS(MH)

Periodo de despacho 01 de enero de 2021 - 31 de enero de 2021

REQUISITOS NORMALIZADOS

NTP 334.082 Tabla 1

FÍSICOS

Requisitos	Especificación	Resultado de ensayos
Contenido de aire del mortero (volumen %)	12 máx.	6
Superficie específica (cm ² /g)	^	5370
Retenido M325 (%)	^	3
Expansión en autoclave (%)	0.80 máx.	0.03
Densidad (g/cm ³)	^	2.93
Resistencia a la compresión (MPa)		
1 día	^	9.4
3 días	11.0 mín.	20.6
7 días	18.0 mín.	29.6
28 días ¹	28.0 mín.	44.6
Tiempo de fraguado Vicat (minutos)		
Inicial	45 mín.	184
Final	420 máx.	290
Expansión de la Barra de mortero a 14 días (%) ²	0.020 máx.	0.005
Resistencia a la expansión por sulfatos (%) ³	0.10 máx.	0.02
Calor de hidratación a 3 días (kJ/kg) ⁴	335.0 máx.	243

^ No específica

¹ Requisito opcional

² Método de ensayo NTP 334.093

³ Método de ensayo NTP 334.094

⁴ Método de ensayo NTP 334.171

El (a) RC 28 días corresponde al mes de diciembre del 2020

El (a) Resistencia a los sulfatos a 6 meses corresponde al mes de febrero de 2020

El (a) Expansión barra de mortero a 14 días corresponde al mes de diciembre del 2020

Certificamos que el cemento descrito arriba, al tiempo de envío, cumple con los requisitos físicos de la NTP 334.082.2016.



Ing. Dennis R. Rodas Lavado

Superintendente de Control de Calidad

Nota. En la figura se observa las propiedades físicas que posee el cemento tipo MS usada en esta investigación. Cementos Pacasmayo (2021). Reimpreso con permiso.

ANEXO N° 4. Ficha técnica del Aditivo Sika RetarderPE

Figura 23

Ficha Técnica del Aditivo Retardante Sika Retarder PE.



CONSTRUYENDO CONFIANZA

HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

Sika Retarder® PE

ADITIVO RETARDANTE PARA CONCRETO Y MORTERO.

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sika® Retarder PE es un aditivo mantensor de trabajabilidad y retardante de fragua para el concreto, exento de cloruros.

USOS

- Vaciado de concreto en tiempo caluroso.
- Vaciado de concreto en grandes volúmenes.
- Evita juntas frías en faenas continuas.
- Concreto premezclado.
- Transporte de concreto.
- Concreto bombeado.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

Sika® Retarder PE brinda las siguientes propiedades:

- Mantención prolongada del asentamiento del concreto
- Control sobre el tiempo de fraguado del concreto.
- Libre de cloruros.

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Empaques	<ul style="list-style-type: none"> • Cilindro x 200 L • IBC x 1,000 L
Apariencia / Color	<ul style="list-style-type: none"> • Líquido • Marrón claro a oscuro
Vida Útil	1 año en sitio fresco
Condiciones de Almacenamiento	Bajo techo en su empaque original bien cerrado.
Densidad	1.14 kg/L ± 0.01
Dosificación Recomendada	Del 0.2% al 0.9% del peso del cemento. Se deben realizar pruebas previas para optimizar la dosis.

Hoja De Datos Del Producto
Sika Retarder® PE
Diciembre 2019, Versión 02.01
02.13.010.11.000.0007.15

Nota. En la ficha técnica del aditivo se describe el producto, usos, ventajas y otras características. Sika (2017). Reimpreso con permiso

ANEXO N° 5. Diseños de mezclas

Tabla 43

Diseño de mezcla patrón.

AGREGADOS		M.F.	#200	TMN	Volumen de tanda	0.032 m ³						
Arena Queb León	2.78	4.7%			Cemento	320	kg					
Piedra Queb León	6.77	0.4%	3/4"		a/c	0.60						
M.F. Global	4.97				f/c	210	Kg/cm ²					
Vol. Agregados	0.68											
Arena Queb León	45.0	100.0										
Piedra Queb León	55.0	100.0										
	100											
MATERIALES	PROCEDENCIA	%	P. ESP	HUM.	ABS.	%H-%A	PESO SECO	VOL.	PESO S.S.S.	PESO HÚMEDO	TANDA	
			kg/m ³	%	%		kg/m ³		kg/m ³	kg/m ³	DOSIF	
Cemento tipo MS	Pacasmayo	11%	2930	-	-	-	320	0.10922	320	320	10.24	kg
Agua	-	19%	1000	-	-	-	192	0.19200	192	200	6.41	kg
Arena Queb León	El Milagro	30.5%	2640	0.70	1.10	-0.40	806	0.30545	815	812	25.99	kg
Piedra Queb Leon	El Milagro	37.3%	2710	0.50	1.00	-0.50	1012	0.37333	1022	1017	32.54	kg
Sika Retarder PE	Sika	0.00%	1140				0.00	0.00000	0.000	0.00	0.0	gr
Aire		2.00%						0.0200				
TOTAL							2330	1.0000	2349	2349	75.17	

Nota. Hoja de cálculo para el diseño de mezcla de la muestra patrón mediante el ACI 211 - método de agregados global. Elaboración propia (2021).

Tabla 44

Diseño de mezcla al 0.25% en peso del cemento de aditivo Sika Retarder PE.

AGREGADOS		M.F.	#200	TMN	Volumen de tanda							
Arena Queb León	2.78	4.7%			Cemento	0.032	m ³					
Piedra Queb León	6.77	0.4%	3/4"		a/c	320	kg					
M.F. Global	4.97				f/c	0.60						
						210	Kg/cm ²					
Vol. Agregados	0.68											
Arena Queb León	45.0	100.0										
Piedra Queb León	55.0	100.0										
	100											
MATERIALES	PROCEDENCIA	%	P. ESP	HUM.	ABS.	%H-%A	PESO SECO	VOL.	PESO S.S.S.	PESO HÚMEDO	TANDA	
			kg/m ³	%	%		kg/m ³		kg/m ³	kg/m ³	DOSIF	
Cemento tipo MS	Pacasmayo	11%	2930	-	-	-	320	0.10922	320	320	10.24	kg
Agua	-	19%	1000	-	-	-	192	0.19200	192	200	6.41	kg
Arena Queb León	El Milagro	30.5%	2640	0.70	1.10	-0.40	806	0.30514	814	811	25.96	kg
Piedra Queb León	El Milagro	37.3%	2710	0.50	1.00	-0.50	1011	0.37294	1021	1016	32.50	kg
Sika Retarder PE	Sika	0.25%	1140				0.80	0.00070	0.800	0.80	25.6	gr
Aire		2.00%						0.0200				
TOTAL							2329	1.0000	2348	2348	75.14	

Nota. Hoja de cálculo para el diseño de mezcla de la muestra con 0.25% de aditivo retardante Sika Retarder PE, mediante el ACI 211 - método de agregados global. Elaboración propia (2021).

Tabla 45

Diseño de mezcla al 0.50% en peso del cemento de aditivo Sika Retarder PE.

AGREGADOS		M.F.	#200	TMN	Volumen de tanda	0.032 m ³	
Arena Queb León	2.78	4.7%			Cemento	320	kg
Piedra Queb Leon	6.77	0.4%	3/4"		a/c	0.60	
M.F. Global	4.97				f'c	210	Kg/cm ²
Vol. Agregados	0.68						
Arena Queb León	45.0	100.0					
Piedra Queb Leon	55.0	100.0					
	100						

MATERIALES	PROCEDENCIA	%	P. ESP kg/m ³	HUM. %	ABS. %	%H-%A	PESO SECO kg/m ³	VOL.	PESO S.S.S. kg/m ³	PESO HÚMEDO kg/m ³	TANDA DOSIF	
Cemento tipo MS	Pacasmayo	11%	2930	-	-	-	320	0.10922	320	320	10.24	kg
Agua	-	19%	1000	-	-	-	192	0.19200	192	200	6.41	kg
Arena Queb León	El Milagro	30.5%	2640	0.70	1.10	-0.40	805	0.30482	814	810	25.93	kg
Piedra Queb Leon	El Milagro	37.3%	2710	0.50	1.00	-0.50	1010	0.37256	1020	1015	32.47	kg
Sika Retarder PE	Sika	0.50%	1140				1.60	0.00140	1.600	1.60	51.2	gr
Aire		2.00%						0.0200				
TOTAL							2328	1.0000	2347	2347	75.10	

Nota. Hoja de cálculo para el diseño de mezcla de la muestra con 0.50% de aditivo retardante Sika Retarder PE, mediante el ACI 211 - método de agregado global. Elaboración propia (2021).

Tabla 46

Diseño de mezcla al 0.75% en peso del cemento de aditivo Sika Retarder PE.

AGREGADOS		M.F.	#200	TMN	Volumen de tanda								
Arena Queb León	2.78	4.7%			Cemento	0.032	m ³						
Piedra Queb Leon	6.77	0.4%	3/4"		a/c	320	kg						
M.F. Global	4.97				f'c	0.60							
Vol. Agregados	0.68					210	Kg/cm ²						
Arena Queb León	45.0	100.0											
Piedra Queb Leon	55.0	100.0											
	100												

MATERIALES	PROCEDENCIA	%	P. ESP kg/m ³	HUM. %	ABS. %	%H-%A	PESO SECO kg/m ³	VOL.	PESO S.S.S. kg/m ³	PESO HÚMEDO kg/m ³	TANDA DOSIF	
Cemento tipo MS	Pacasmayo	11%	2930	-	-	-	320	0.10922	320	320	10.24	kg
Agua	-	19%	1000	-	-	-	192	0.19200	192	200	6.41	kg
Arena Queb León	El Milagro	30.5%	2640	0.70	1.10	-0.40	804	0.30450	813	810	25.90	kg
Piedra Queb Leon	El Milagro	37.2%	2710	0.50	1.00	-0.50	1009	0.37217	1019	1014	32.44	kg
Sika Retarder PE	Sika	0.75%	1140				2.40	0.00211	2.400	2.40	76.8	gr
Aire		2.00%						0.0200				
TOTAL							2327	1.0000	2346	2346	75.07	

Nota. Hoja de cálculo para el diseño de mezcla de la muestra con 0.75% de aditivo retardante Sika Retarder PE, mediante el ACI 211 - método de agregado global. Elaboración propia (2021).

Tabla 47

Diseño de mezcla al 1.00% en peso del cemento de aditivo Sika Retarder PE.

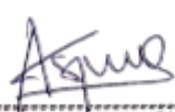
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		"Influencia de la sobredosificación del aditivo Sika-Retarder PE en el concreto sobre el asentamiento, tiempo de fraguado y resistencia a la compresión, Trujillo 2021"										
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA MEZCLA DE CONCRETO												
AGREGADOS	M.F.	#200	TMN	Volumen de tanda	0.032	m³						
Arena Queb León	2.78	4.7%		Cemento	320	kg						
Piedra Queb Leon	6.77	0.4%	3/4"	a/c	0.60							
M.F. Global	4.97			fc	210	Kg/cm²						
Vol. Agregados	0.68											
Arena Queb León	45.0	100.0										
Piedra Queb Leon	55.0	100.0										
	100											
MATERIALES	PROCEDENCIA	%	P. ESP	HUM.	ABS.	%H-%A	PESO SECO	VOL.	PESO S.S.S.	PESO HÚMEDO	TANDA	
			kg/m ³	%	%		kg/m ³		kg/m ³	kg/m ³	DOSIF	
Cemento tipo MS	Pacasmayo	11%	2930	-	-	-	320	0.10922	320	320	10.24	kg
Agua	-	19%	1000	-	-	-	192	0.19200	192	200	6.41	kg
Arena Queb León	El Milagro	30.4%	2640	0.70	1.10	-0.40	803	0.30419	812	809	25.88	kg
Piedra Queb Leon	El Milagro	37.2%	2710	0.50	1.00	-0.50	1008	0.37179	1018	1013	32.40	kg
Sika Retarder PE	Sika	1.00%	1140				3.20	0.00281	3.200	3.20	102.4	gr
Aire		2.00%						0.0200				
TOTAL							2326	1.0000	2345	2345	75.03	

Nota. Hoja de cálculo para el diseño de mezcla de la muestra con 1.00% de aditivo retardante Sika Retarder PE, mediante el ACI 211 - método de agregado global. Elaboración propia (2021)

ANEXO N° 6. Validación de instrumento por experto

Figura 24

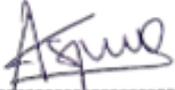
Matriz de evaluación de instrumentos I (Validado por expertos)

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS				
Título de la investigación:		Influencia de la sobredosificación del aditivo Sika Retarder PE en el concreto sobre el asentamiento, tiempo de fraguado y resistencia a la compresión, Trujillo 2021		
Línea de investigación:		Tecnologías Emergentes		
Apellidos y nombres del experto		Ing. Vásquez Díaz, Alberto Rubén		
El instrumento de medición pertenece a la variable:		Asentamiento y Resistencia a la compresión.		
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 variable en estudio.				
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada uno de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		
Sugerencias:				
Firma del experto:				
 Alberto Rubén Vásquez Díaz ING. CIVIL R. CIP. Nº 166226 _____ Ing. Vásquez Díaz, Alberto Rubén				

Nota. En la figura se muestra la matriz de evaluación del instrumento de medición, correspondiente a las variables de asentamiento y resistencia a la compresión. Elaboración propia (2021).

Figura 25

Matriz de evaluación de instrumentos II (Validado por expertos)

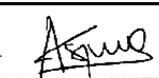
MATRIZ DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS				
Título de la investigación:		Influencia de la sobredosificación del aditivo Sika Retarder PE en el concreto sobre el asentamiento, tiempo de fraguado y resistencia a la compresión, Trujillo 2021		
Línea de investigación:		Tecnologías Emergentes		
Apellidos y nombres del experto		Ing. Vásquez Díaz, Alberto Rubén		
El instrumento de medición pertenece a la variable:		Tiempo de fraguado		
<p>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 variable en estudio.</p>				
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada uno de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		
Sugerencias:				
Firma del experto:				
 Alberto Rubén Vásquez Díaz ING. CIVIL R. CIP. N° 188228				
<hr style="width: 50%; margin: auto;"/> Ing. Vásquez Díaz, Alberto Rubén				

Nota. En la figura se muestra la matriz de evaluación del instrumento de medición, correspondiente a la variable de tiempo de fraguado. Elaboración propia (2021).

ANEXO N° 7. Formato de ficha de observación

Figura 26

Ficha de observación (instrumento I validado por expertos)

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		FICHA DE OBSERVACIÓN				
TESIS: "INFLUENCIA DE LA SOBREDOSIFICACIÓN DEL ADITIVO SIKA-RETARDER® PE EN EL CONCRETO SOBRE EL ASENTAMIENTO, TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, TRUJILLO 2021"						
1. DATOS INFORMATIVOS:						
1.1. Nombres de los investigadores						
1.2. Procedencia						
1.3. Número de guía						
1.4. Muestra						
1.5. Fecha						
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO (NORMA DEL ENSAYO: ACTM C39)						
2. DATOS DE LA MUESTRA:						
2.1. F°C		2.3. Asentamiento		2.5. N° de Probetas		
2.2. A/C		2.4. Temperatura		2.6. P.U.C.		
Codificación	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Altura (cm)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)
Promedio						
Promedio						
Promedio						
Promedio						
<i>Firma de experto validando el instrumento a utilizar en la recolección de datos</i>				 <small>ALBERTO RUBEN PASQUEZ DIAZ ING. CIVIL R. CIP. N° 166228</small>		

Nota. Instrumento de recolección de datos para el ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto y Asentamiento. Elaboración propia (2021).

Figura 27

Ficha de observación (instrumento II validado por expertos)

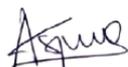
 <p>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>	FICHA DE OBSERVACIÓN
TESIS: "INFLUENCIA DE LA SOBREDOSIFICACIÓN DEL ADITIVO SIKA-RETARDER® PE EN EL CONCRETO SOBRE EL ASENTAMIENTO, TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, TRUJILLO 2021"	

1. DATOS INFORMATIVOS:	
1.1. Nombres de los investigadores	
1.2. Procedencia	
1.3. Número de guía	
1.4. Muestra	
1.5. Fecha	

TIEMPO DE FRAGUADO DEL CONCRETO (NORMA DEL ENSAYO: NTP 339.082)
--

2. DATOS DE LA MUESTRA:				
2.1. F°C		2.3. Código		2.5. T. Concreto
2.2. A/C		2.4. Tipo Cemento		2.6. T. Ambiente

Hora Ensayo	Tiempo (Min)	Carga (Libras)				Agujas de Penetración			Resistencia Penetración (psi)	Temperatura	
		1	2	3	Prom.	Nº Aguja	Diámetro (Pulg)	Area Contacto (Pulg2)		Ambiente	Mortero

<i>Firma de experto validando el instrumento a utilizar en la recolección de datos</i>	 ----- Alberto Rubén Vázquez Díaz ING. CIVIL R. CIP. Nº 168228
--	---

Nota. Instrumento de recolección de datos para el ensayo de Tiempo de Fraguado del Concreto. Elaboración propia (2021).

ANEXO N° 8. Análisis estadístico inferencial

A. PRUEBA DE NORMALIDAD

PRIMERO: Hipótesis a contrastar

- Hipótesis Nula (H_0): Tiene distribución normal.
- Hipótesis Alternativa (H_1): Es distinta a la distribución normal.

SEGUNDO: Nivel de significancia

Para determinar si las variables tienen distribución normal es: (α = Porcentaje de error = 0.05)

P-valor ≥ 0.05 , se acepta H_0 .

P-valor ≤ 0.05 , se acepta H_1 .

TERCERO: Cálculo estadístico

Se realiza mediante la prueba de Shapiro-Wilk, ya que la cantidad de datos (n) es menor a 50.

Tabla 48

Prueba de Normalidad para la variable Resistencia a la compresión utilizando IBM - SPSS.

	Aditivo Retardante	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	P-valor (sig.)
Resistencia a la compresión (Kg/cm ²) - 1 día	Sika Retarder PE - 0.00%	.989	3	.797
	Sika Retarder PE - 0.25%	.940	3	.528
	Sika Retarder PE - 0.50%	.999	3	.930
	Sika Retarder PE - 0.75%	.924	3	.468
	Sika Retarder PE - 1.00%	.	3	.
Resistencia a la compresión (Kg/cm ²) - 3 días	Sika Retarder PE - 0.00%	.804	3	.124
	Sika Retarder PE - 0.25%	.792	3	.095
	Sika Retarder PE - 0.50%	.995	3	.871
	Sika Retarder PE - 0.75%	.779	3	.065
	Sika Retarder PE - 1.00%	.962	3	.626
Resistencia a la compresión (Kg/cm ²) - 7 días	Sika Retarder PE - 0.00%	.853	3	.248
	Sika Retarder PE - 0.25%	.913	3	.429
	Sika Retarder PE - 0.50%	.773	3	.051
	Sika Retarder PE - 0.75%	.842	3	.220
	Sika Retarder PE - 1.00%	.986	3	.773

Nota. a. Corrección de significación de Lilliefors. Recuperado de base de datos – SPSS.

CUARTO: Interpretación de resultados

En la tabla 48 se observa que el valor de P (sig.) en todos los resultados son mayores al 5%, por lo que se acepta H_0 .

QUINTO: Conclusión

Todos los datos evaluados tienen una distribución normal.

B. PRUEBA DE HOMOGENEIDAD

PRIMERO: Hipótesis a contrastar

- Hipótesis Nula (H_0): Los datos son homogéneos.
- Hipótesis Alternativa (H_1): Los datos no son homogéneos.

SEGUNDO: Nivel de significancia

Para determinar si las variables son homogéneas: (α = Porcentaje de error = 0.05)

P-valor ≥ 0.05 , se acepta H_0 .

P-valor ≤ 0.05 , se acepta H_1 .

TERCERO: Cálculo estadístico

Se realiza mediante la prueba de Levene.

Tabla 49

Prueba de Homogeneidad para la variable Resistencia a la compresión utilizando IBM - SPSS.

		Estadístico de Levene			P-valor (sig.)
			gl1	gl2	
Resistencia a la compresión (Kg/cm ²) - 1 día	Se basa en la media	3.195	4	10	.062
	Se basa en la mediana	1.131	4	10	.396
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1.131	4	6.085	.424
	Se basa en la media recortada	3.012	4	10	.072
Resistencia a la compresión (Kg/cm ²) - 3 días	Se basa en la media	2.931	4	10	.076
	Se basa en la mediana	.231	4	10	.915
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	.231	4	4.801	.909
	Se basa en la media recortada	2.435	4	10	.116
Resistencia a la compresión (Kg/cm ²) - 7 días	Se basa en la media	.108	4	10	.977
	Se basa en la mediana	.018	4	10	.999
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	.018	4	9.289	.999
	Se basa en la media recortada	.093	4	10	.982

Nota. Recuperado de base de datos – SPSS.

CUARTO: Interpretación de resultados

En la tabla 49 se observa que el valor de P (sig.) en todos los resultados son mayores al 5%, por lo que se acepta H_0 .

QUINTO: Conclusión

Todos los datos evaluados son homogéneos.

C. ANÁLISIS DE VARIANZA

Luego de evaluar los dos criterios, se afirma que la estadística a evaluar es la paramétrica.

Por eso utilizaremos el análisis de varianza (ANOVA) para comprobar la igualdad o no de los promedios aritméticos de las muestras.

PRIMERO: Hipótesis a contrastar

- Hipótesis Nula (H_0): Los diferentes porcentajes de sobredosificación del aditivo Sika Retarder PE en la mezcla de concreto tienen el mismo efecto en la resistencia a la compresión.
- Hipótesis Alternativa (H_1): Al menos un porcentaje de sobredosificación del aditivo Sika Retarder PE en la mezcla del concreto tiene un efecto diferente en la resistencia a la compresión.

SEGUNDO: Nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

P-valor ≥ 0.05 , se acepta H_0 .

P-valor ≤ 0.05 , se acepta H_1 .

TERCERO: Cálculo estadístico

Se realiza mediante el análisis de varianza (ANOVA).

Tabla 50

Análisis de varianza para la variable de Resistencia a la compresión utilizando IBM - SPSS.

		Suma de	gl	Media	F	P-valor
		cuadrados		cuadrática		(sig.)
Resistencia a la compresión (Kg/cm ²) - 1 día	Entre grupos	2453.528	4	613.382	198.132	<.001
	Dentro de grupos	30.958	10	3.096		
	Total	2484.486	14			
Resistencia a la compresión (Kg/cm ²) - 3 días	Entre grupos	12935.853	4	3233.963	66.196	<.001
	Dentro de grupos	488.544	10	48.854		
	Total	13424.398	14			
Resistencia a la compresión (Kg/cm ²) - 7 días	Entre grupos	10233.353	4	2558.338	90.646	<.001
	Dentro de grupos	282.234	10	28.223		
	Total	10515.587	14			

Nota. Recuperado de base de datos – SPSS.

CUARTO: Interpretación de resultados

En la tabla 50 se observa que el valor de P (sig.) en todos los resultados son menores al 5%, por lo que se rechaza H_0 y se acepta H_1 .

QUINTO: Conclusión

Con un nivel de significancia menor a 0.05, se afirma que al menos un porcentaje de sobredosificación del aditivo Sika Retarder PE en la mezcla del concreto tiene un efecto diferente en la resistencia a la compresión para cada edad estudiada.

Por lo que, al rechazar la hipótesis nula es necesario aplicar la prueba post análisis de varianza para comparaciones múltiples.

D. POST ANALISIS DE VARIANZA

PRIMERO: Cálculo estadístico

Se realiza mediante el método Tukey.

Tabla 51

Análisis post prueba para la variable Resistencia a la compresión a 1 día de curado, utilizando IBM - SPSS.

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Resistencia a la compresión (Kg/cm²) - 1día						
HSD Tukey						
(I) Aditivo Retardante	(J) Aditivo Retardante	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Sika Retarder PE - 0.00%	Sika Retarder PE - 0.25%	-3.03000	1.43662	.288	-7.7580	1.6980
	Sika Retarder PE - 0.50%	1.11667	1.43662	.932	-3.6114	5.8447
	Sika Retarder PE - 0.75%	16.32000*	1.43662	<.001	11.5920	21.0480
	Sika Retarder PE - 1.00%	30.82667*	1.43662	<.001	26.0986	35.5547
Sika Retarder PE - 0.25%	Sika Retarder PE - 0.00%	3.03000	1.43662	.288	-1.6980	7.7580
	Sika Retarder PE - 0.50%	4.14667	1.43662	.093	-.5814	8.8747
	Sika Retarder PE - 0.75%	19.35000*	1.43662	<.001	14.6220	24.0780
	Sika Retarder PE - 1.00%	33.85667*	1.43662	<.001	29.1286	38.5847
Sika Retarder PE - 0.50%	Sika Retarder PE - 0.00%	-1.11667	1.43662	.932	-5.8447	3.6114
	Sika Retarder PE - 0.25%	-4.14667	1.43662	.093	-8.8747	.5814
	Sika Retarder PE - 0.75%	15.20333*	1.43662	<.001	10.4753	19.9314
	Sika Retarder PE - 1.00%	29.71000*	1.43662	<.001	24.9820	34.4380
Sika Retarder PE - 0.75%	Sika Retarder PE - 0.00%	-16.32000*	1.43662	<.001	-21.0480	-11.5920
	Sika Retarder PE - 0.25%	-19.35000*	1.43662	<.001	-24.0780	-14.6220
	Sika Retarder PE - 0.50%	-15.20333*	1.43662	<.001	-19.9314	-10.4753
	Sika Retarder PE - 1.00%	14.50667*	1.43662	<.001	9.7786	19.2347
Sika Retarder PE - 1.00%	Sika Retarder PE - 0.00%	-30.82667*	1.43662	<.001	-35.5547	-26.0986
	Sika Retarder PE - 0.25%	-33.85667*	1.43662	<.001	-38.5847	-29.1286
	Sika Retarder PE - 0.50%	-29.71000*	1.43662	<.001	-34.4380	-24.9820
	Sika Retarder PE - 0.75%	-14.50667*	1.43662	<.001	-19.2347	-9.7786

Nota. *. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05. Recuperado de base de datos – SPSS.

Tabla 52

Análisis post prueba para la variable Resistencia a la compresión a 3 días de curado, utilizando IBM - SPSS.

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Resistencia a la compresión (Kg/cm ²) -3 días						
HSD Tukey						
(I) Aditivo Retardante	(J) Aditivo Retardante	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Sika Retarder PE - 0.00%	Sika Retarder PE - 0.25%	-40.54333*	5.70698	<.001	-59.3255	-21.7612
	Sika Retarder PE - 0.50%	-50.17000*	5.70698	<.001	-68.9521	-31.3879
	Sika Retarder PE - 0.75%	6.24667	5.70698	.806	-12.5355	25.0288
	Sika Retarder PE - 1.00%	27.56333*	5.70698	.005	8.7812	46.3455
Sika Retarder PE - 0.25%	Sika Retarder PE - 0.00%	40.54333*	5.70698	<.001	21.7612	59.3255
	Sika Retarder PE - 0.50%	-9.62667	5.70698	.482	-28.4088	9.1555
	Sika Retarder PE - 0.75%	46.79000*	5.70698	<.001	28.0079	65.5721
	Sika Retarder PE - 1.00%	68.10667*	5.70698	<.001	49.3245	86.8888
Sika Retarder PE - 0.50%	Sika Retarder PE - 0.00%	50.17000*	5.70698	<.001	31.3879	68.9521
	Sika Retarder PE - 0.25%	9.62667	5.70698	.482	-9.1555	28.4088
	Sika Retarder PE - 0.75%	56.41667*	5.70698	<.001	37.6345	75.1988
	Sika Retarder PE - 1.00%	77.73333*	5.70698	<.001	58.9512	96.5155
Sika Retarder PE - 0.75%	Sika Retarder PE - 0.00%	-6.24667	5.70698	.806	-25.0288	12.5355
	Sika Retarder PE - 0.25%	-46.79000*	5.70698	<.001	-65.5721	-28.0079
	Sika Retarder PE - 0.50%	-56.41667*	5.70698	<.001	-75.1988	-37.6345
	Sika Retarder PE - 1.00%	21.31667*	5.70698	.025	2.5345	40.0988
Sika Retarder PE - 1.00%	Sika Retarder PE - 0.00%	-27.56333*	5.70698	.005	-46.3455	-8.7812
	Sika Retarder PE - 0.25%	-68.10667*	5.70698	<.001	-86.8888	-49.3245
	Sika Retarder PE - 0.50%	-77.73333*	5.70698	<.001	-96.5155	-58.9512
	Sika Retarder PE - 0.75%	-21.31667*	5.70698	.025	-40.0988	-2.5345

Nota. *. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05. Recuperado de base de datos – SPSS.

Tabla 53

Análisis post prueba para la variable Resistencia a la compresión a 3 días de curado, utilizando IBM - SPSS.

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Resistencia a la compresión (Kg/cm ²) -7 días						
HSD Tukey						
(I) Aditivo Retardante	(J) Aditivo Retardante	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Sika Retarder PE - 0.00%	Sika Retarder PE - 0.25%	-41.75667*	4.33770	<.001	-56.0324	-27.4810
	Sika Retarder PE - 0.50%	-71.00667*	4.33770	<.001	-85.2824	-56.7310
	Sika Retarder PE - 0.75%	-70.05000*	4.33770	<.001	-84.3257	-55.7743
	Sika Retarder PE - 1.00%	-36.10333*	4.33770	<.001	-50.3790	-21.8276
Sika Retarder PE - 0.25%	Sika Retarder PE - 0.00%	41.75667*	4.33770	<.001	27.4810	56.0324
	Sika Retarder PE - 0.50%	-29.25000*	4.33770	<.001	-43.5257	-14.9743
	Sika Retarder PE - 0.75%	-28.29333*	4.33770	<.001	-42.5690	-14.0176
	Sika Retarder PE - 1.00%	5.65333	4.33770	.695	-8.6224	19.9290
Sika Retarder PE - 0.50%	Sika Retarder PE - 0.00%	71.00667*	4.33770	<.001	56.7310	85.2824
	Sika Retarder PE - 0.25%	29.25000*	4.33770	<.001	14.9743	43.5257
	Sika Retarder PE - 0.75%	.95667	4.33770	.999	-13.3190	15.2324
	Sika Retarder PE - 1.00%	34.90333*	4.33770	<.001	20.6276	49.1790
Sika Retarder PE - 0.75%	Sika Retarder PE - 0.00%	70.05000*	4.33770	<.001	55.7743	84.3257
	Sika Retarder PE - 0.25%	28.29333*	4.33770	<.001	14.0176	42.5690
	Sika Retarder PE - 0.50%	-.95667	4.33770	.999	-15.2324	13.3190
	Sika Retarder PE - 1.00%	33.94667*	4.33770	<.001	19.6710	48.2224
Sika Retarder PE - 1.00%	Sika Retarder PE - 0.00%	36.10333*	4.33770	<.001	21.8276	50.3790
	Sika Retarder PE - 0.25%	-5.65333	4.33770	.695	-19.9290	8.6224
	Sika Retarder PE - 0.50%	-34.90333*	4.33770	<.001	-49.1790	-20.6276
	Sika Retarder PE - 0.75%	-33.94667*	4.33770	<.001	-48.2224	-19.6710

Nota. *. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05. Recuperado de base de datos – SPSS.

Tabla 54

Cálculo de HSD Tukey para la resistencia a la compresión – 1 día, usando IBM-SPSS.

Resistencia a la compresión (Kg/cm2) - 1 día				
HSD Tukey ^a				
Aditivo Retardante	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Sika Retarder PE - 1.00%	3	.0000		
Sika Retarder PE - 0.75%	3		14.5067	
Sika Retarder PE - 0.50%	3			29.7100
Sika Retarder PE - 0.00%	3			30.8267
Sika Retarder PE - 0.25%	3			33.8567
Sig.		1.000	1.000	.093

Nota. Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000. Recuperado de base de datos – SPSS.

Tabla 55

Cálculo de HSD Tukey para la resistencia a la compresión – 3 día, usando IBM-SPSS.

Resistencia a la compresión (Kg/cm2) – 3 días				
HSD Tukeya				
Aditivo Retardante	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Sika Retarder PE - 1.00%	3	78.7333		
Sika Retarder PE - 0.75%	3		100.0500	
Sika Retarder PE - 0.00%	3		106.2967	
Sika Retarder PE - 0.25%	3			146.8400
Sika Retarder PE - 0.50%	3			156.4667
Sig.		1.000	.806	.482

Nota. Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000. Recuperado de base de datos – SPSS.

Tabla 56

Cálculo de HSD Tukey para la resistencia a la compresión – 7 días, usando IBM-SPSS.

Resistencia a la compresión (Kg/cm²) - 7 días				
HSD Tukey ^a				
Aditivo Retardante	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Sika Retarder PE - 0.00%	3	167.6600		
Sika Retarder PE - 1.00%	3		203.7633	
Sika Retarder PE - 0.25%	3		209.4167	
Sika Retarder PE - 0.75%	3			237.7100
Sika Retarder PE - 0.50%	3			238.6667
Sig.		1.000	.695	.999

Nota. Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000. Recuperado de base de datos – SPSS.

SEGUNDO: Interpretación de resultados

En la tabla 51, a la edad de 1 día de curado podemos observar que existe una similitud entre las medias de resistencia a la compresión de 3 grupos (0.00% - 0.25%; 0.00% - 0.50% y 0.25% - 0.50%).

En la tabla 52, a la edad de 3 días, se resalta la similitud entre las medias de resistencia a la compresión de 2 grupos (0.00% - 0.75% y 0.25% - 0.50%).

En la tabla 53, a la edad de 7 días, se identifica la similitud entre las medias de resistencia a la compresión de 2 grupos (0.25% - 1.00% y 0.50% - 0.75%)

En las tablas 54, 55 y 56 se visualizan los promedios de la resistencia según los diferentes porcentajes del aditivo retardante Sika Retarder PE a varias edades de curado. Se identifica que, la mayor resistencia a 1 día fue alcanzada por el concreto con una dosificación al 0.25% de aditivo retardante; a los 3 días y 7 días, por el concreto con 0.50%.

TERCERO: Conclusión

A la edad de 7 días, las resistencias de los concretos con diferentes porcentajes de aditivo retardante, superan al concreto patrón. Siendo la sobredosificación al 0.50% la que alcanza la máxima resistencia.

ANEXO N° 9. Instrumento de recolección de datos en campo

Figura 28

Ficha de recolección de datos para la muestra patrón (0.00% Sika Retarder PE)

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	FICHA DE OBSERVACIÓN
TESIS: “INFLUENCIA DE LA SOBREDOSIFICACIÓN DEL ADITIVO SIKA-RETARDER® PE EN EL CONCRETO SOBRE EL ASENTAMIENTO, TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, TRUJILLO 2021”	

1. DATOS INFORMATIVOS:	
1.1. Nombres de los investigadores	Bach. Fanny Lisbet Contreras Llajaruna Bach. Cintya Ana Maria Graus Vera
1.2. Procedencia	Trujillo – Laboratorio QUALITY CONTROL EXPRESS
1.3. Número de guía	01
1.4. Muestra	Muestra patrón (0.00% de aditivo Sika Retar PE)
1.5. Fecha	18/05/2021

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO
(NORMA DEL ENSAYO: ACTM C39)**

2. DATOS DE LA MUESTRA:					
2.1. F°C	210 kg/cm ²	2.3. Asentamiento	3”	2.5. N° de Probetas	15
2.2. A/C	0.60	2.4. Temperatura	22.5 °C	2.6. P.U.C.	2.388 kg/cm ³

Codificación	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Altura (cm)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)
CG (0.00R)-1D	19/05/2021	1 día	10.1	20	2649	33
			10.1	20	2493	31
			10.1	20	2267	28
Promedio						31
CG (0.00R)-2D	20/05/2021	2 día	10.1	20	6042	75
			10.1	20	5712	71
			10.1	20	5590	70
Promedio						72
CG (0.00R)-3D	21/05/2021	3 día	10.1	20	8749	109
			10.1	20	7992	100
			10.1	20	8808	110
Promedio						106
CG (0.00R)-5D	23/05/2021	5 día	10.1	20	11394	142
			10.1	20	10126	126
			10.1	20	12502	156
Promedio						141
CG (0.00R)-7D	25/05/2021	7 día	10.1	20	13963	174
			10.1	20	13228	165
			10.1	20	13108	164
Promedio						168

Nota. Datos obtenidos en laboratorio. Elaboración propia (2021).

Figura 29

Ficha de recolección de datos para la muestra con 0.25% de aditivo Sika Retarder PE

 <p>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>	FICHA DE OBSERVACIÓN
TESIS: “INFLUENCIA DE LA SOBREDOSIFICACIÓN DEL ADITIVO SIKA-RETARDER® PE EN EL CONCRETO SOBRE EL ASENTAMIENTO, TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, TRUJILLO 2021”	

1. DATOS INFORMATIVOS:	
1.1. Nombres de los investigadores	Bach. Fanny Lisbet Contreras Llajaruna Bach. Cintya Ana Maria Graus Vera
1.2. Procedencia	Trujillo – Laboratorio QUALITY CONTROL EXPRESS
1.3. Número de guía	02
1.4. Muestra	Muestra al 0.25% de aditivo Sika Retar PE
1.5. Fecha	19/05/2021

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO
(NORMA DEL ENSAYO: ACTM C39)**

3. DATOS DE LA MUESTRA:					
2.1. F’C	210 kg/cm ²	2.3. Asentamiento	3 ½”	2.5. N° de Probetas	15
2.2. A/C	0.60	2.4. Temperatura	22.0 °C	2.6. P.U.C.	2.394 kg/cm ³

Codificación	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Altura (cm)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)
CG (0.25%R)-1D	20/05/2021	1 día	10.1	20	2663	33
			10.1	20	2568	32
			10.1	20	2907	36
Promedio						34
CG (0.25%R)-2D	21/05/2021	2 día	10.1	20	7638	95
			10.1	20	7911	99
			10.1	20	7617	95
Promedio						96
CG (0.25%R)-3D	22/05/2021	3 día	10.1	20	12347	154
			10.1	20	10692	133
			10.1	20	12255	153
Promedio						147
CG (0.25%R)-5D	24/05/2021	5 día	10.1	20	13938	174
			10.1	20	14680	183
			10.1	20	14032	175
Promedio						177
CG (0.25%R)-7D	26/05/2021	7 día	10.1	20	17300	216
			10.1	20	16414	205
			10.1	20	16621	207
Promedio						209

Nota. Datos obtenidos en laboratorio. Elaboración propia (2021).

Figura 30

Ficha de recolección de datos para la muestra con 0.50% de aditivo Sika Retarder PE

 <p>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>	FICHA DE OBSERVACIÓN
TESIS:	
“INFLUENCIA DE LA SOBREDOSIFICACIÓN DEL ADITIVO SIKA-RETARDER® PE EN EL CONCRETO SOBRE EL ASENTAMIENTO, TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, TRUJILLO 2021”	

4. DATOS INFORMATIVOS:	
1.6. Nombres de los investigadores	Bach. Fanny Lisbet Contreras Llajaruna Bach. Cintya Ana Maria Graus Vera
1.7. Procedencia	Trujillo – Laboratorio QUALITY CONTROL EXPRESS
1.8. Número de guía	03
1.9. Muestra	Muestra al 0.50% de aditivo Sika Retar PE
1.10. Fecha	25/05/2021

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO (NORMA DEL ENSAYO: ACTM C39)
--

5. DATOS DE LA MUESTRA:					
2.1. F’C	210 kg/cm ²	2.3. Asentamiento	4 ¼”	2.5. N° de Probetas	15
2.2. A/C	0.60	2.4. Temperatura	22.5 °C	2.6. P.U.C.	2.383 kg/cm ³

Codificación	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Altura (cm)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)
CG (0.50%R)-1D	26/05/2021	1 día	10.1	20	2342	29
			10.1	20	2382	30
			10.1	20	2417	30
Promedio						30
CG (0.50%R)-2D	27/05/2021	2 día	10.1	20	8624	108
			10.1	20	7898	99
			10.1	20	8341	104
Promedio						104
CG (0.50%R)-3D	28/05/2021	3 día	10.1	20	12515	156
			10.1	20	12821	160
			10.1	20	12273	153
Promedio						156
CG (0.50%R)-5D	30/05/2021	5 día	10.1	20	15992	200
			10.1	20	16507	206
			10.1	20	16126	201
Promedio						202
CG (0.50%R)-7D	01/06/2021	7 día	10.1	20	19356	242
			10.1	20	18674	233
			10.1	20	19335	241
Promedio						239

Nota. Datos obtenidos en laboratorio. Elaboración propia (2021).

Figura 31

Ficha de recolección de datos para la muestra con 0.75% de aditivo Sika Retarder PE

 <p>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>	FICHA DE OBSERVACIÓN
TESIS: “INFLUENCIA DE LA SOBREDOSIFICACIÓN DEL ADITIVO SIKA-RETARDER® PE EN EL CONCRETO SOBRE EL ASENTAMIENTO, TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, TRUJILLO 2021”	

6. DATOS INFORMATIVOS:	
1.11. Nombres de los investigadores	Bach. Fanny Lisbet Contreras Llajaruna Bach. Cintya Ana Maria Graus Vera
1.12. Procedencia	Trujillo – Laboratorio QUALITY CONTROL EXPRESS
1.13. Número de guía	04
1.14. Muestra	Muestra al 0.75% de aditivo Sika Retar PE
1.15. Fecha	26/05/2021

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO (NORMA DEL ENSAYO: ACTM C39)
--

7. DATOS DE LA MUESTRA:					
2.1. F°C	210 kg/cm ²	2.3. Asentamiento	5 ½”	2.5. N° de Probetas	15
2.2. A/C	0.60	2.4. Temperatura	21.5 °C	2.6. P.U.C.	2.381 kg/cm ³

Codificación	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Altura (cm)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)
CG (0.75%R)-1D	27/05/2021	1 día	10.1	20	1303	16
			10.1	20	966	12
			10.1	20	1218	15
Promedio						14
CG (0.75%R)-2D	28/05/2021	2 día	10.1	20	3617	45
			10.1	20	3702	46
			10.1	20	3327	42
Promedio						44
CG (0.75%R)-3D	29/05/2021	3 día	10.1	20	8617	108
			10.1	20	7733	97
			10.1	20	7698	96
Promedio						100
CG (0.75%R)-5D	31/05/2021	5 día	10.1	20	14881	186
			10.1	20	15091	188
			10.1	20	16046	200
Promedio						191
CG (0.75%R)-7D	02/06/2021	7 día	10.1	20	19234	240
			10.1	20	18574	232
			10.1	20	19328	241
Promedio						238

Nota. Datos obtenidos en laboratorio. Elaboración propia (2021).

Figura 32

Ficha de recolección de datos para la muestra con 1.00% de aditivo Sika Retarder PE

 <p>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>	FICHA DE OBSERVACIÓN
TESIS: “INFLUENCIA DE LA SOBREDOSIFICACIÓN DEL ADITIVO SIKA-RETARDER® PE EN EL CONCRETO SOBRE EL ASENTAMIENTO, TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, TRUJILLO 2021”	

8. DATOS INFORMATIVOS:	
1.16. Nombres de los investigadores	Bach. Fanny Lisbet Contreras Llajaruna Bach. Cintya Ana Maria Graus Vera
1.17. Procedencia	Trujillo – Laboratorio QUALITY CONTROL EXPRESS
1.18. Número de guía	05
1.19. Muestra	Muestra al 1.00% de aditivo Sika Retar PE
1.20. Fecha	01/06/2021

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO (NORMA DEL ENSAYO: ACTM C39)
--

9. DATOS DE LA MUESTRA:					
2.1. F°C	210 kg/cm ²	2.3. Asentamiento	7 ¼”	2.5. N° de Probetas	15
2.2. A/C	0.60	2.4. Temperatura	21.0 °C	2.6. P.U.C.	2.377 kg/cm ³

Codificación	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Altura (cm)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)
CG (1.00%R)-1D	02/06/2021	1 día	10.1	20	0	0
			10.1	20	0	0
			10.1	20	0	0
Promedio						0
CG (1.00%R)-2D	03/06/2021	2 día	10.1	20	2144	27
			10.1	20	2508	31
			10.1	20	2365	30
Promedio						29
CG (1.00%R)-3D	04/06/2021	3 día	10.1	20	6221	78
			10.1	20	5973	75
			10.1	20	6730	84
Promedio						79
CG (1.00%R)-5D	06/06/2021	5 día	10.1	20	11820	148
			10.1	20	12329	154
			10.1	20	11654	145
Promedio						149
CG (1.00%R)-7D	08/06/2021	7 día	10.1	20	16692	208
			10.1	20	15905	199
			10.1	20	16380	204
Promedio						204

Nota. Datos obtenidos de en laboratorio. Elaboración propia (2021).

Figura 33

Ficha de recolección de datos para Tiempo de Fraguado - muestra patrón

 <p>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>	FICHA DE OBSERVACIÓN
TESIS: “INFLUENCIA DE LA SOBREDOSIFICACIÓN DEL ADITIVO SIKA-RETARDER® PE EN EL CONCRETO SOBRE EL ASENTAMIENTO, TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, TRUJILLO 2021”	

1. DATOS INFORMATIVOS:	
1.1. Nombres de los investigadores	Bach. Fanny Lisbet Contreras Llajaruna Bach. Cintya Ana Maria Graus Vera
1.2. Procedencia	Trujillo – Laboratorio QUALITY CONTROL EXPRESS
1.3. Número de guía	01
1.4. Muestra	Muestra patrón (0% de aditivo)
1.5. Fecha	18/05/2021

TIEMPO DE FRAGUADO DEL CONCRETO (NORMA DEL ENSAYO: NTP 339.082)

2. DATOS DE LA MUESTRA:					
2.1. F’C	210 kg/cm ²	2.3. Código	CP210	2.5. T. Concreto	22.5 °C
2.2. A/C	0.60	2.4. Tipo Cemento	Tipo MS Pacasmayo	2.6. T. Ambiente	21.5 °C

Hora Ensayo	Tiempo (Min)	Carga (Libras)				Agujas de Penetración			Resistencia Penetración (psi)	Temperatura	
		1	2	3	Prom.	N° Aguja	Diámetro (Pulg)	Area Contacto (Pulg ²)		Amb.	Mortero
11:40	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0	21.5 °C	22.5 °C
15:00	200	107	119	114	113	1	1.128	1.000	113	21.3 °C	23.2 °C
16:00	260	95	104	89	96	2	0.798	0.500	192	21.0 °C	23.0 °C
17:00	320	118	104	112	111	3	0.564	0.250	445	20.8 °C	22.9 °C
18:00	380	110	98	106	105	4	0.357	0.100	1047	20.5 °C	22.7 °C
19:00	440	99	106	90	98	5	0.252	0.050	1967	20.1 °C	22.6 °C
20:00	500	102	88	97	96	6	0.178	0.025	3827	19.8 °C	22.5 °C

Nota. Datos obtenidos en laboratorio del ensayo Tiempo de Fraguado del Concreto mediante la resistencia a la penetración. Elaboración propia (2021).

Figura 34

Ficha de recolección de datos para Tiempo de Fraguado - muestra al 0.25%

 <p>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>	FICHA DE OBSERVACIÓN
TESIS: “INFLUENCIA DE LA SOBREDOSIFICACIÓN DEL ADITIVO SIKA-RETARDER® PE EN EL CONCRETO SOBRE EL ASENTAMIENTO, TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, TRUJILLO 2021”	

3. DATOS INFORMATIVOS:	
1.1. Nombres de los investigadores	Bach. Fanny Lisbet Contreras Llajaruna Bach. Cintya Ana Maria Graus Vera
1.6. Procedencia	Trujillo – Laboratorio QUALITY CONTROL EXPRESS
1.7. Número de guía	02
1.8. Muestra	Muestra al 0.25% de aditivo Sika Retar PE
1.9. Fecha	19/05/2021

TIEMPO DE FRAGUADO DEL CONCRETO (NORMA DEL ENSAYO: NTP 339.082)
--

4. DATOS DE LA MUESTRA:					
2.1. F°C	210 kg/cm ²	2.3. Código	C210SR (0.25%)	2.5. T. Concreto	22.0 °C
2.2. A/C	0.60	2.4. Tipo Cemento	Tipo MS Pacasmayo	2.6. T. Ambiente	20.2 °C

Hora Ensayo	Tiempo (Min)	Carga (Libras)				Agujas de Penetración			Resistencia Penetración (psi)	Temperatura	
		1	2	3	Prom.	N° Aguja	Diámetro (Pulg)	Area Contacto (Pulg ²)		Amb.	Mortero
11:18	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0	20.2 °C	22.0 °C
16:30	312	90	86	94	90	1	1.128	1.000	90	19.8 °C	21.7 °C
17:30	372	102	88	96	95	2	0.798	0.500	191	19.6 °C	21.5 °C
18:30	432	120	125	112	119	3	0.564	0.250	476	19.4 °C	21.5 °C
19:30	492	98	102	96	99	4	0.357	0.100	987	19.5 °C	21.3 °C
20:30	552	90	85	97	91	5	0.252	0.050	1813	19.9 °C	21.2 °C
21:30	612	75	66	81	74	6	0.178	0.025	2960	19.6 °C	21.1 °C

Nota. Datos obtenidos en laboratorio del ensayo Tiempo de Fraguado del Concreto mediante la resistencia a la penetración. Elaboración propia (2021).

Figura 35

Ficha de recolección de datos para Tiempo de Fraguado - muestra al 0.50%

 <p>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>	<h2>FICHA DE OBSERVACIÓN</h2>
TESIS: “INFLUENCIA DE LA SOBREDOSIFICACIÓN DEL ADITIVO SIKA-RETARDER® PE EN EL CONCRETO SOBRE EL ASENTAMIENTO, TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, TRUJILLO 2021”	

5. DATOS INFORMATIVOS:	
1.1. Nombres de los investigadores	Bach. Fanny Lisbet Contreras Llajaruna Bach. Cintya Ana Maria Graus Vera
1.10. Procedencia	Trujillo – Laboratorio QUALITY CONTROL EXPRESS
1.11. Número de guía	03
1.12. Muestra	Muestra al 0.50% de aditivo Sika Retar PE
1.13. Fecha	25/05/2021

TIEMPO DE FRAGUADO DEL CONCRETO (NORMA DEL ENSAYO: NTP 339.082)

6. DATOS DE LA MUESTRA:					
2.1. F’C	210 kg/cm ²	2.3. Código	C210SR (0.50%)	2.5. T. Concreto	22.5 °C
2.2. A/C	0.60	2.4. Tipo Cemento	Tipo MS Pacasmayo	2.6. T. Ambiente	20.7 °C

Hora Ensayo	Tiempo (Min)	Carga (Libras)				Agujas de Penetración			Resistencia Penetración (psi)	Temperatura	
		1	2	3	Prom.	N° Aguja	Diámetro (Pulg)	Area Contacto (Pulg ²)		Amb.	Mortero
10:25	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0	20.7 °C	22.5 °C
18:20	475	90	103	88	94	1	1.128	1.000	94	20.5 °C	22.4 °C
19:20	535	73	78	89	80	2	0.798	0.500	160	20.3 °C	22.4 °C
20:50	625	82	76	70	76	3	0.564	0.250	304	20.2 °C	22.2 °C
22:20	715	65	69	62	65	4	0.357	0.100	653	19.9 °C	22.0 °C
23:50*	805	80	74	79	78	5	0.252	0.050	1553	19.2 °C	21.8 °C
01:20*	895	77	71	68	72	6	0.178	0.025	2880	18.5 °C	21.4 °C

Nota. () Hora del día siguiente. Datos obtenidos en laboratorio del ensayo Tiempo de Fraguado del Concreto mediante la resistencia a la penetración. Elaboración propia (2021).*

Figura 36

Ficha de recolección de datos para Tiempo de Fraguado - muestra al 0.75%

 <p>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>	<h2>FICHA DE OBSERVACIÓN</h2>
TESIS: “INFLUENCIA DE LA SOBREDOSIFICACIÓN DEL ADITIVO SIKA-RETARDER® PE EN EL CONCRETO SOBRE EL ASENTAMIENTO, TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, TRUJILLO 2021”	

7. DATOS INFORMATIVOS:	
1.1. Nombres de los investigadores	Bach. Fanny Lisbet Contreras Llajaruna Bach. Cintya Ana Maria Graus Vera
1.14. Procedencia	Trujillo – Laboratorio QUALITY CONTROL EXPRESS
1.15. Número de guía	04
1.16. Muestra	Muestra al 0.75% de aditivo Sika Retar PE
1.17. Fecha	26/05/2021

TIEMPO DE FRAGUADO DEL CONCRETO (NORMA DEL ENSAYO: NTP 339.082)

8. DATOS DE LA MUESTRA:					
2.1. F’C	210 kg/cm ²	2.3. Código	C210SR (0.75%)	2.5. T. Concreto	21.5 °C
2.2. A/C	0.60	2.4. Tipo Cemento	Tipo MS Pacasmayo	2.6. T. Ambiente	20.2 °C

Hora Ensayo	Tiempo (Min)	Carga (Libras)				Agujas de Penetración			Resistencia Penetración (psi)	Temperatura	
		1	2	3	Prom.	N° Aguja	Diámetro (Pulg)	Area Contacto (Pulg ²)		Amb.	Mortero
10:33	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0	20.2 °C	21.5 °C
22:30	717	75	68	82	75	1	1.128	1.000	75	19.3 °C	21.4 °C
00:00*	807	89	80	76	82	2	0.798	0.500	163	18.5 °C	21.2 °C
01:30*	897	63	72	64	66	3	0.564	0.250	265	18.1 °C	21.1 °C
03:00*	987	78	83	69	77	4	0.357	0.100	767	17.7 °C	21.0 °C
04:30*	1077	85	81	74	80	5	0.252	0.050	1600	18.0 °C	20.8 °C
06:00*	1167	64	77	70	70	6	0.178	0.025	2813	18.6 °C	20.9 °C

Nota. () Hora del día siguiente. Datos obtenidos en laboratorio del ensayo Tiempo de Fraguado del Concreto mediante la resistencia a la penetración. Elaboración propia (2021).*

Figura 37

Ficha de recolección de datos para Tiempo de Fraguado - muestra al 1.00%

 <p>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>	<h2>FICHA DE OBSERVACIÓN</h2>
<p>TESIS: “INFLUENCIA DE LA SOBREDOSIFICACIÓN DEL ADITIVO SIKA-RETARDER® PE EN EL CONCRETO SOBRE EL ASENTAMIENTO, TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, TRUJILLO 2021”</p>	

9. DATOS INFORMATIVOS:	
1.1. Nombres de los investigadores	Bach. Fanny Lisbet Contreras Llajaruna Bach. Cintya Ana Maria Graus Vera
1.18. Procedencia	Trujillo – Laboratorio QUALITY CONTROL EXPRESS
1.19. Número de guía	05
1.20. Muestra	Muestra al 1.00% de aditivo Sika Retar PE
1.21. Fecha	01/06/2021

<p>TIEMPO DE FRAGUADO DEL CONCRETO (NORMA DEL ENSAYO: NTP 339.082)</p>

10. DATOS DE LA MUESTRA:					
2.1. F’C	210 kg/cm ²	2.3. Código	C210SR (1.00%)	2.5. T. Concreto	21.0 °C
2.2. A/C	0.60	2.4. Tipo Cemento	Tipo MS Pacasmayo	2.6. T. Ambiente	20.5 °C

Hora Ensayo	Tiempo (Min)	Carga (Libras)				Agujas de Penetración			Resistencia Penetración (psi)	Temperatura	
		1	2	3	Prom.	N° Aguja	Diámetro (Pulg)	Area Contacto (Pulg ²)		Amb.	Mortero
09:12	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0	20.5 °C	21.0 °C
06:15*	1263	103	92	99	98	1	1.128	1.000	98	17.8 °C	19.2 °C
07:45*	1353	85	96	81	87	2	0.798	0.500	175	18.1 °C	19.3 °C
09:15*	1443	86	90	77	84	3	0.564	0.250	337	18.2 °C	19.3 °C
10:45*	1533	79	88	74	80	4	0.357	0.100	803	20.5 °C	19.2 °C
12:15*	1623	78	75	64	72	5	0.252	0.050	1447	22.1 °C	19.0 °C
13:45*	1713	72	66	68	69	6	0.178	0.025	2747	22.6 °C	19.1 °C

Nota. (*) Hora del día siguiente. Datos obtenidos en laboratorio del ensayo Tiempo de Fraguado del Concreto mediante la resistencia a la penetración. Elaboración propia (2021).

ANEXO N° 10. Resultados de los ensayos del concreto en estado fresco

Tabla 57

Resultados del concreto en estado fresco

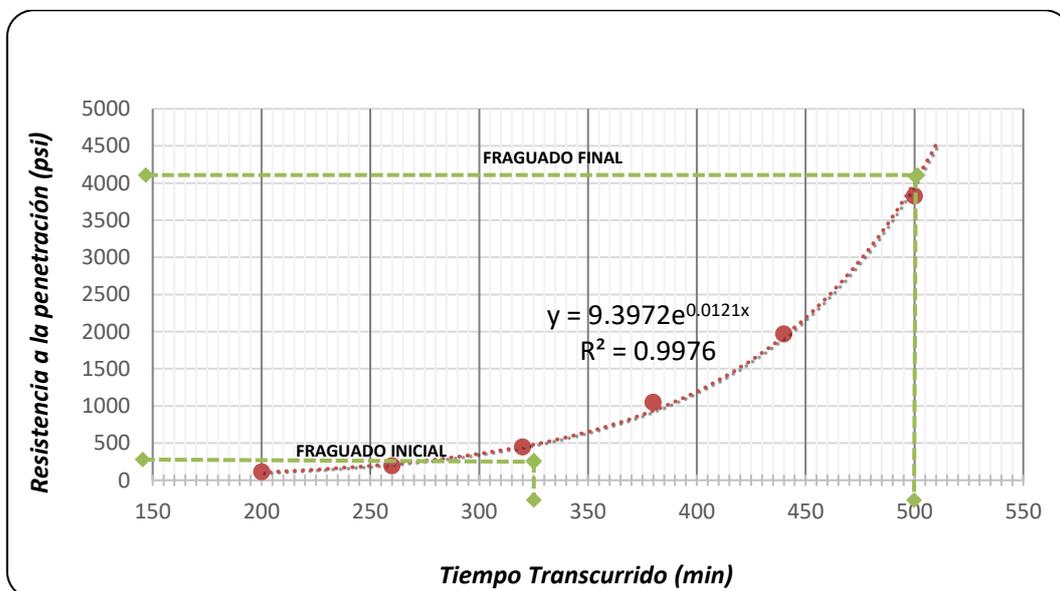
Código Muestra	Descripción Muestra	f'c (kg/cm ²)	Fecha Muestreo	Hora Muestreo	Temp (°C)	Slump (plg)	Peso Unitario del Concreto (P.U.C.)				
							Peso Bruto (kg)	Tara Recip (kg)	Peso Neto (kg)	Vol Recip (m ³)	P.U.C. (kg/m ³)
CP210	CONCRETO PATRON F'C = 210 kg/cm ² (A/C=0.60)	210	18-05-21	11:05	22.5	3	20.364	3.526	16.838	0.0071	2,388
C210SR(0.25)	CONCRETO F'C = 210 KG/CM ² (A/C=0.60) + SIKA RETARDER (0.25%)	210	19-05-21	11:18	22.0	3 1/2	20.401	3.526	16.875	0.0071	2,394
C210SR(0.50)	CONCRETO F'C = 210 KG/CM ² (A/C=0.60) + SIKA RETARDER (0.50%)	210	25-05-21	10:23	22.5	4 1/4	20.328	3.526	16.802	0.0071	2,383
C210SR(0.75)	CONCRETO F'C = 210 KG/CM ² (A/C=0.60) + SIKA RETARDER (0.75%)	210	26-05-21	10:33	21.5	5 1/2	20.312	3.526	16.786	0.0071	2,381
C210SR(1.0)	CONCRETO F'C = 210 KG/CM ² (A/C=0.60) + SIKA RETARDER (1.0%)	210	01-06-21	09:12	21.0	7 1/4	20.284	3.526	16.758	0.0071	2,377

Nota. Reporte de los datos obtenidos en laboratorio de los ensayos en estado fresco como el asentamiento, temperatura y peso unitario. Elaboración propia (2021).

ANEXO N° 11: Resultado del ensayo del tiempo de fraguado

Figura 38

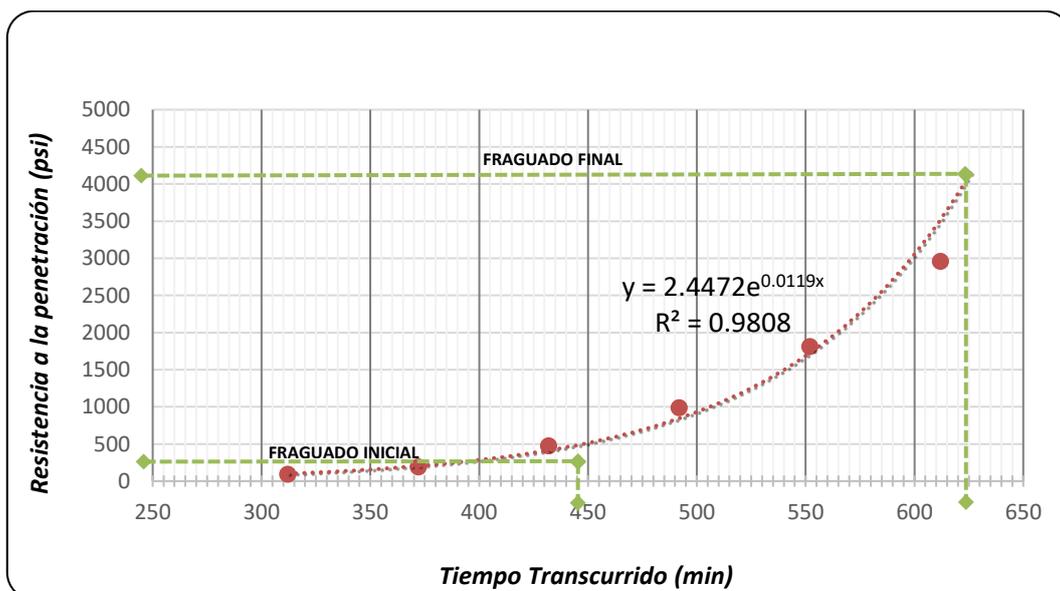
Gráfica de la Resistencia a la Penetración vs. El Tiempo Transcurrido - Muestra Patrón



Nota. Los datos obtenidos en campo fueron graficados para obtener la ecuación exponencial en la cual “y” representa la resistencia a la penetración (psi) y “x” el tiempo transcurrido (min). Y según la NTP 339.082 nos indica que para los 500 psi el concreto alcanza su fraguado inicial y a los 4000 psi, su fraguado Final. Elaboración propia (2021).

Figura 39

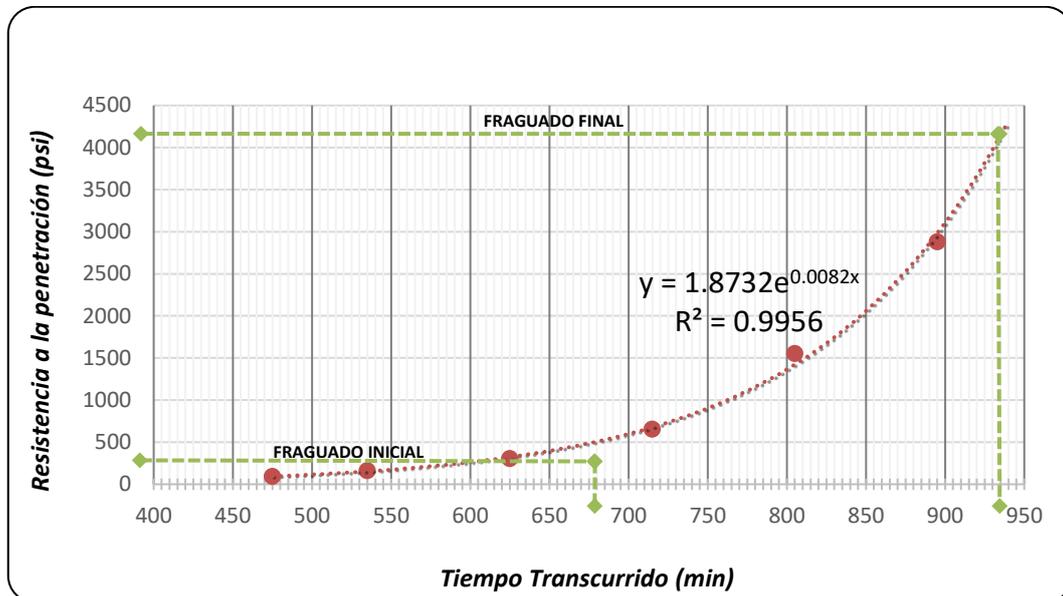
Gráfica de Resistencia a la Penetración vs. El Tiempo Transcurrido-Muestra al 0.25% de aditivo



Nota. Los datos obtenidos en campo fueron graficados para obtener la ecuación exponencial en la cual “y” representa la resistencia a la penetración (psi) y “x” el tiempo transcurrido (min). Y según la NTP 339.082 nos indica que para los 500 psi el concreto alcanza su fraguado inicial y a los 4000 psi, su fraguado Final. Elaboración propia (2021).

Figura 40

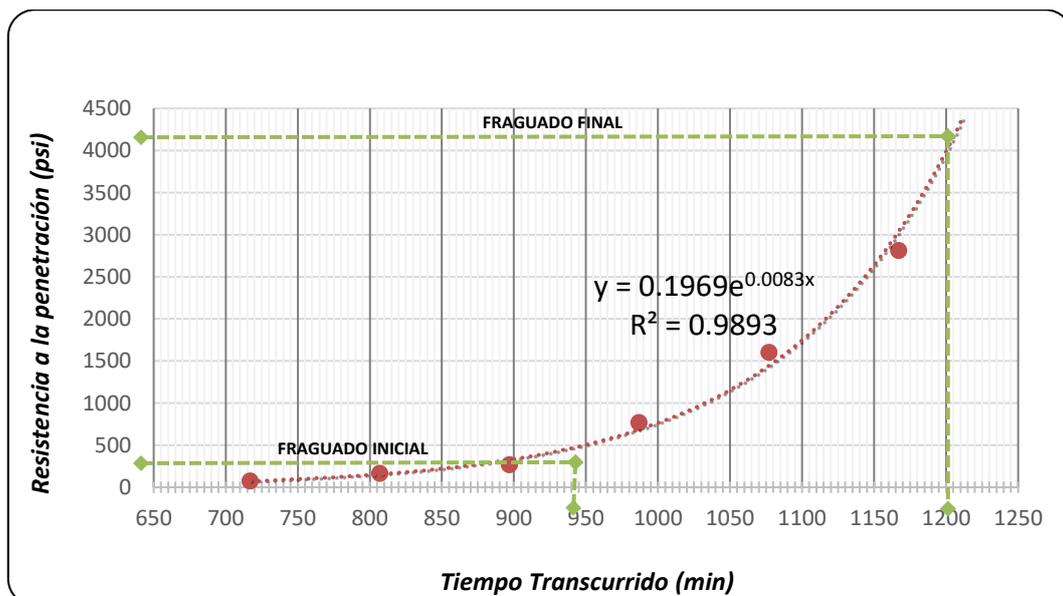
Gráfica de Resistencia a la Penetración vs. El Tiempo Transcurrido-Muestra al 0.50% de aditivo



Nota. Los datos obtenidos en campo fueron graficados para obtener la ecuación exponencial en la cual “y” representa la resistencia a la penetración (psi) y “x” el tiempo transcurrido (min). Y según la NTP 339.082 nos indica que para los 500 psi el concreto alcanza su fraguado inicial y a los 4000 psi, su fraguado Final. Elaboración propia (2021).

Figura 41

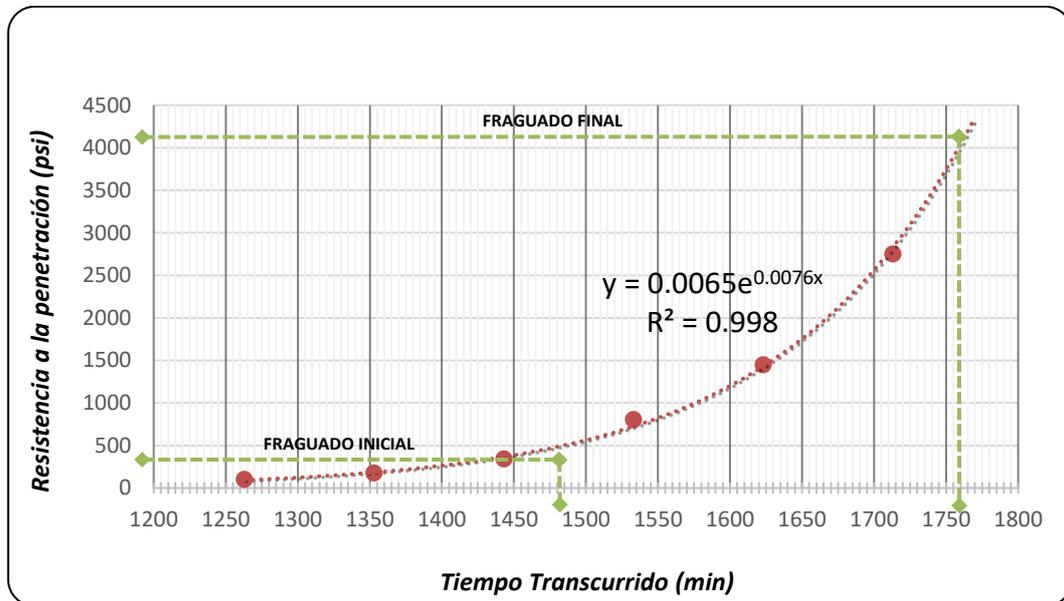
Gráfica del Resultado de Resistencia a la Penetración vs. El Tiempo Transcurrido-Muestra al 0.75% de aditivo



Nota. Los datos obtenidos en campo fueron graficados para obtener la ecuación exponencial en la cual “y” representa la resistencia a la penetración (psi) y “x” el tiempo transcurrido (min). Y según la NTP 339.082 nos indica que para los 500 psi el concreto alcanza su fraguado inicial y a los 4000 psi, su fraguado Final. Elaboración propia (2021).

Figura 42

Gráfica del Resultado de Resistencia a la Penetración vs. El Tiempo Transcurrido-Muestra al 1.00% de aditivo



Nota. Los datos obtenidos en campo fueron graficados para obtener la ecuación exponencial en la cual “y” representa la resistencia a la penetración (psi) y “x” el tiempo transcurrido (min). Y según la NTP 339.082 nos indica que para los 500 psi el concreto alcanza su fraguado inicial y a los 4000 psi, su fraguado Final. Elaboración propia (2021).

ANEXO N° 12: Registro de temperatura y madurez

Tabla 58

Datos de Temperatura y Madurez del concreto-Muestra Patrón

PATRON - 1					PATRON - 2					PATRON - PROMEDIO			
Fecha	Hora	Tiempo (h)	Temperatura °C	Madurez °C x h	Fecha	Hora	Tiempo (h)	Temperatura °C	Madurez °C x h	Edad (h)	Incremento de edad (h)	Temperatura Prom. °C	Madurez Prom. °C x h
18/5/2021	11:31:09	-	22.10	0.00	18/5/2021	11:36:27	-	23.80	0.20	0	-	22.95	0.10
18/5/2021	12:34:47	1	23.70	24.60	18/5/2021	12:39:05	1	24.00	24.90	1	1.00	23.85	24.80
18/5/2021	13:27:47	1	23.80	45.50	18/5/2021	13:31:16	1	24.40	46.10	2	1.00	24.10	45.80
18/5/2021	14:31:17	1	23.10	70.50	18/5/2021	14:33:55	1	23.60	71.20	3	1.00	23.35	70.90
18/5/2021	15:24:13	1	23.50	91.20	18/5/2021	15:26:10	1	24.00	92.10	4	1.00	23.75	91.70
18/5/2021	16:27:42	1	23.50	116.30	18/5/2021	16:28:56	1	23.80	117.20	5	1.00	23.65	116.80
18/5/2021	17:20:24	1	22.50	136.50	18/5/2021	17:21:18	1	22.80	137.60	6	1.00	22.65	137.10
18/5/2021	18:23:19	1	20.90	159.20	18/5/2021	18:24:12	1	21.40	160.70	7	1.00	21.15	160.00
18/5/2021	19:15:49	1	20.10	177.20	18/5/2021	19:16:38	1	20.50	179.10	8	1.00	20.30	178.20
18/5/2021	20:19:01	1	19.80	198.20	18/5/2021	20:19:34	1	20.20	200.40	9	1.00	20.00	199.30
18/5/2021	21:11:34	1	19.90	215.50	18/5/2021	21:12:03	1	20.20	218.10	10	1.00	20.05	216.80
18/5/2021	22:14:40	1	19.70	236.40	18/5/2021	22:15:01	1	20.10	239.30	11	1.00	19.90	237.90
18/5/2021	23:07:28	1	19.50	253.60	18/5/2021	23:07:30	1	19.80	256.70	12	1.00	19.65	255.20
19/5/2021	00:10:55	1	19.40	274.10	19/5/2021	00:10:29	1	19.70	277.40	13	1.00	19.55	275.80
19/5/2021	01:03:46	1	19.30	291.20	19/5/2021	01:02:58	1	19.70	294.60	14	1.00	19.50	292.90
19/5/2021	02:07:12	1	19.20	311.60	19/5/2021	02:05:55	1	19.60	315.20	15	1.00	19.40	313.40
19/5/2021	03:00:03	1	18.90	328.40	19/5/2021	02:58:23	1	19.30	332.20	16	1.00	19.10	330.30
19/5/2021	04:03:26	1	18.80	348.30	19/5/2021	04:01:21	1	19.20	352.40	17	1.00	19.00	350.40
19/5/2021	04:56:16	1	18.60	364.70	19/5/2021	04:53:48	1	19.00	369.10	18	1.00	18.80	366.90

19/5/2021	05:59:37	1	18.60	384.30	19/5/2021	05:56:45	1	18.80	388.90	19	1.00	18.70	386.60
19/5/2021	06:52:26	1	18.70	400.80	19/5/2021	06:49:15	1	18.90	405.40	20	1.00	18.80	403.10
19/5/2021	07:55:40	1	18.80	420.50	19/5/2021	07:52:13	1	19.00	425.30	21	1.00	18.90	422.90
19/5/2021	08:48:05	1	19.90	437.40	19/5/2021	08:44:38	1	19.90	442.30	22	1.00	19.90	439.90
19/5/2021	09:51:06	1	20.80	458.70	19/5/2021	09:47:29	1	20.30	463.30	23	1.00	20.55	461.00
19/5/2021	10:43:53	1	21.40	477.20	19/5/2021	10:39:51	1	20.80	481.40	24	1.00	21.10	479.30
19/5/2021	11:47:24	1	22.70	500.60	19/5/2021	11:42:33	1	22.50	504.30	25	1.00	22.60	502.50
19/5/2021	12:40:22	1	22.90	520.80	19/5/2021	12:34:46	1	22.90	524.20	26	1.00	22.90	522.50
19/5/2021	13:43:50	1	22.80	545.10	19/5/2021	13:37:31	1	22.60	548.30	27	1.00	22.70	546.70
19/5/2021	14:36:41	1	22.30	565.00	19/5/2021	14:29:52	1	22.20	568.00	28	1.00	22.25	566.50
19/5/2021	15:40:09	1	22.60	588.40	19/5/2021	15:32:41	1	22.50	591.30	29	1.00	22.55	589.90
19/5/2021	16:32:56	1	22.10	608.20	19/5/2021	16:25:03	1	22.30	610.90	30	1.00	22.20	609.60
19/5/2021	17:35:52	1	20.90	630.70	19/5/2021	17:27:56	1	21.30	633.80	31	1.00	21.10	632.30
19/5/2021	18:28:20	1	20.00	648.50	19/5/2021	18:20:22	1	20.40	652.00	32	1.00	20.20	650.30
19/5/2021	19:31:39	1	19.40	669.30	19/5/2021	19:23:18	1	19.70	673.10	33	1.00	19.55	671.20
19/5/2021	20:24:28	1	19.20	686.30	19/5/2021	20:15:46	1	19.50	690.20	34	1.00	19.35	688.30
19/5/2021	21:27:50	1	19.10	706.50	19/5/2021	21:18:44	1	19.40	710.60	35	1.00	19.25	708.60
19/5/2021	22:20:39	1	19.10	723.30	19/5/2021	22:11:15	1	19.40	727.50	36	1.00	19.25	725.40
19/5/2021	23:24:05	1	19.10	743.50	19/5/2021	23:14:13	1	19.40	747.80	37	1.00	19.25	745.70
20/5/2021	00:16:56	1	19.00	760.20	20/5/2021	00:06:43	1	19.30	764.70	38	1.00	19.15	762.50
20/5/2021	01:20:19	1	18.80	780.20	20/5/2021	01:09:42	1	19.00	784.80	39	1.00	18.90	782.50
20/5/2021	02:13:07	1	18.70	796.60	20/5/2021	02:02:10	1	18.90	801.40	40	1.00	18.80	799.00
20/5/2021	03:16:30	1	18.70	816.40	20/5/2021	03:05:09	1	18.90	821.20	41	1.00	18.80	818.80
20/5/2021	04:09:19	1	18.70	832.80	20/5/2021	03:57:38	1	18.90	837.70	42	1.00	18.80	835.30
20/5/2021	05:12:42	1	18.70	852.60	20/5/2021	05:00:38	1	18.80	857.50	43	1.00	18.75	855.10
20/5/2021	06:05:30	1	18.70	869.00	20/5/2021	05:53:07	1	18.90	874.00	44	1.00	18.80	871.50
20/5/2021	07:08:55	1	18.70	888.80	20/5/2021	06:56:06	1	18.80	893.70	45	1.00	18.75	891.30

20/5/2021	08:01:41	1	18.90	905.20	20/5/2021	07:48:34	1	18.80	910.20	46	1.00	18.85	907.70
20/5/2021	09:04:40	1	19.40	925.30	20/5/2021	08:51:32	1	19.30	930.10	47	1.00	19.35	927.70
20/5/2021	09:57:04	1	20.20	942.40	20/5/2021	09:43:58	1	20.00	947.10	48	1.00	20.10	944.80
20/5/2021	11:00:21	1	21.70	964.60	20/5/2021	10:46:48	1	21.40	968.80	49	1.00	21.55	966.70
20/5/2021	11:53:15	1	22.70	984.10	20/5/2021	11:39:08	1	22.20	987.90	50	1.00	22.45	986.00
20/5/2021	12:56:42	1	22.70	1,008.20	20/5/2021	12:41:54	1	22.90	1,011.50	51	1.00	22.80	1,009.90
20/5/2021	13:49:34	1	22.80	1,028.40	20/5/2021	13:34:12	1	23.00	1,031.60	52	1.00	22.90	1,030.00
20/5/2021	14:52:43	1	21.80	1,051.80	20/5/2021	14:37:00	1	22.10	1,055.20	53	1.00	21.95	1,053.50
20/5/2021	15:45:11	1	21.10	1,070.50	20/5/2021	15:29:22	1	21.40	1,074.10	54	1.00	21.25	1,072.30
20/5/2021	16:48:06	1	21.00	1,092.60	20/5/2021	16:32:12	1	21.10	1,096.30	55	1.00	21.05	1,094.50
20/5/2021	17:40:30	1	23.10	1,112.10	20/5/2021	17:24:33	1	22.90	1,115.20	56	1.00	23.00	1,113.70
20/5/2021	18:43:28	1	22.20	1,136.00	20/5/2021	18:27:26	1	22.70	1,139.30	57	1.00	22.45	1,137.70
20/5/2021	19:35:55	1	21.40	1,155.10	20/5/2021	19:19:53	1	21.90	1,158.80	58	1.00	21.65	1,157.00
20/5/2021	20:38:54	1	20.80	1,177.20	20/5/2021	20:22:47	1	21.10	1,181.30	59	1.00	20.95	1,179.30
20/5/2021	21:31:22	1	20.30	1,195.20	20/5/2021	21:15:11	1	20.60	1,199.50	60	1.00	20.45	1,197.40
20/5/2021	22:34:20	1	19.90	1,216.30	20/5/2021	22:18:07	1	20.20	1,220.90	61	1.00	20.05	1,218.60
20/5/2021	23:26:48	1	19.70	1,233.60	20/5/2021	23:10:35	1	19.80	1,238.40	62	1.00	19.75	1,236.00
21/5/2021	00:29:46	1	19.40	1,254.10	21/5/2021	00:13:32	1	19.60	1,259.10	63	1.00	19.50	1,256.60
21/5/2021	01:22:18	1	19.30	1,271.00	21/5/2021	01:05:59	1	19.40	1,276.10	64	1.00	19.35	1,273.60
21/5/2021	02:25:29	1	19.00	1,291.20	21/5/2021	02:08:56	1	19.10	1,296.30	65	1.00	19.05	1,293.80
21/5/2021	03:18:14	1	18.80	1,307.80	21/5/2021	03:01:24	1	19.00	1,313.00	66	1.00	18.90	1,310.40
21/5/2021	04:21:36	1	18.70	1,327.70	21/5/2021	04:04:24	1	18.90	1,332.80	67	1.00	18.80	1,330.30
21/5/2021	05:14:22	1	18.60	1,344.10	21/5/2021	04:56:52	1	18.70	1,349.20	68	1.00	18.65	1,346.70
21/5/2021	06:17:44	1	18.50	1,363.70	21/5/2021	05:59:53	1	18.60	1,368.80	69	1.00	18.55	1,366.30
21/5/2021	07:10:34	1	18.30	1,380.00	21/5/2021	06:52:20	1	18.60	1,385.10	70	1.00	18.45	1,382.60
21/5/2021	08:13:53	1	18.30	1,399.30	21/5/2021	07:55:19	1	18.40	1,404.40	71	1.00	18.35	1,401.90
21/5/2021	09:06:22	1	18.40	1,415.40	21/5/2021	08:47:47	1	18.40	1,420.50	72	1.00	18.40	1,418.00

21/5/2021	10:09:19	1	19.00	1,434.90	21/5/2021	09:50:43	1	18.50	1,439.80	73	1.00	18.75	1,437.40
21/5/2021	11:01:50	1	19.10	1,451.60	21/5/2021	10:43:04	1	19.00	1,456.30	74	1.00	19.05	1,454.00
21/5/2021	12:05:14	1	19.30	1,472.00	21/5/2021	11:45:54	1	19.50	1,476.40	75	1.00	19.40	1,474.20
21/5/2021	12:58:06	1	19.90	1,489.30	21/5/2021	12:38:15	1	19.80	1,493.30	76	1.00	19.85	1,491.30
21/5/2021	14:01:35	1	20.00	1,510.40	21/5/2021	13:41:01	1	19.70	1,514.00	77	1.00	19.85	1,512.20
21/5/2021	14:54:29	1	20.40	1,528.30	21/5/2021	14:33:22	1	20.40	1,531.50	78	1.00	20.40	1,529.90
21/5/2021	15:57:57	1	20.20	1,549.80	21/5/2021	15:36:08	1	20.30	1,552.80	79	1.00	20.25	1,551.30
21/5/2021	16:50:33	1	20.20	1,567.60	21/5/2021	16:28:30	1	20.30	1,570.50	80	1.00	20.25	1,569.10
21/5/2021	17:53:30	1	19.80	1,588.50	21/5/2021	17:31:23	1	19.90	1,591.60	81	1.00	19.85	1,590.10
21/5/2021	18:45:56	1	19.50	1,605.60	21/5/2021	18:23:49	1	19.60	1,608.90	82	1.00	19.55	1,607.30
21/5/2021	19:48:52	1	19.20	1,625.90	21/5/2021	19:26:45	1	19.30	1,629.30	83	1.00	19.25	1,627.60
21/5/2021	20:41:24	1	19.00	1,642.60	21/5/2021	20:19:12	1	19.10	1,646.10	84	1.00	19.05	1,644.40
21/5/2021	21:44:36	1	18.90	1,662.50	21/5/2021	21:22:09	1	18.90	1,666.00	85	1.00	18.90	1,664.30
21/5/2021	22:37:25	1	18.80	1,679.10	21/5/2021	22:14:36	1	18.90	1,682.50	86	1.00	18.85	1,680.80
21/5/2021	23:40:48	1	18.60	1,698.90	21/5/2021	23:17:35	1	18.70	1,702.30	87	1.00	18.65	1,700.60
22/5/2021	00:33:36	1	18.50	1,715.30	22/5/2021	00:10:02	1	18.60	1,718.60	88	1.00	18.55	1,717.00
22/5/2021	01:36:58	1	18.50	1,734.80	22/5/2021	01:13:00	1	18.50	1,738.00	89	1.00	18.50	1,736.40
22/5/2021	02:29:47	1	18.40	1,751.00	22/5/2021	02:05:29	1	18.50	1,754.20	90	1.00	18.45	1,752.60
22/5/2021	03:33:11	1	18.30	1,770.40	22/5/2021	03:08:26	1	18.40	1,773.50	91	1.00	18.35	1,772.00
22/5/2021	04:26:00	1	18.40	1,786.60	22/5/2021	04:11:22	1	18.40	1,792.80	92	1.00	18.40	1,789.70
22/5/2021	05:29:22	1	18.30	1,805.90	22/5/2021	05:14:18	1	18.40	1,812.00	93	1.00	18.35	1,809.00
22/5/2021	06:22:11	1	18.30	1,822.10	22/5/2021	06:17:14	1	18.30	1,831.20	94	1.00	18.30	1,826.70
22/5/2021	07:25:32	1	18.20	1,841.30	22/5/2021	07:20:10	1	18.20	1,850.40	95	1.00	18.20	1,845.90
22/5/2021	08:18:04	1	18.20	1,857.20	22/5/2021	08:23:02	1	18.40	1,869.50	96	1.00	18.30	1,863.40
22/5/2021	09:20:59	1	18.40	1,876.50	22/5/2021	09:25:55	1	18.60	1,888.70	97	1.00	18.50	1,882.60
22/5/2021	10:13:38	1	19.10	1,892.90	22/5/2021	10:28:42	1	19.30	1,908.40	98	1.00	19.20	1,900.70
22/5/2021	11:17:04	1	19.70	1,913.30	22/5/2021	11:31:29	1	19.30	1,928.60	99	1.00	19.50	1,921.00

22/5/2021	12:09:58	1	20.30	1,930.70	22/5/2021	12:34:09	1	20.20	1,949.30	100	1.00	20.25	1,940.00
22/5/2021	13:02:56	1	20.40	1,948.60	22/5/2021	13:26:23	1	20.40	1,967.20	101	1.00	20.40	1,957.90
22/5/2021	14:06:29	1	20.50	1,970.50	22/5/2021	14:29:06	1	21.20	1,988.70	102	1.00	20.85	1,979.60
22/5/2021	15:09:57	1	20.90	1,992.60	22/5/2021	15:31:53	1	20.60	2,010.30	103	1.00	20.75	2,001.50
22/5/2021	16:13:23	1	20.90	2,014.50	22/5/2021	16:34:43	1	20.50	2,032.00	104	1.00	20.70	2,023.30
22/5/2021	17:16:23	1	20.50	2,036.10	22/5/2021	17:37:36	1	20.20	2,053.40	105	1.00	20.35	2,044.80
22/5/2021	18:19:20	1	19.90	2,057.20	22/5/2021	18:40:31	1	19.70	2,074.50	106	1.00	19.80	2,065.90
22/5/2021	19:22:18	1	19.50	2,077.90	22/5/2021	19:43:26	1	19.40	2,095.00	107	1.00	19.45	2,086.50
22/5/2021	20:25:18	1	19.20	2,098.10	22/5/2021	20:46:21	1	19.30	2,115.30	108	1.00	19.25	2,106.70
22/5/2021	21:28:20	1	19.00	2,118.20	22/5/2021	21:49:16	1	19.10	2,135.40	109	1.00	19.05	2,126.80
22/5/2021	22:31:21	1	18.90	2,138.10	22/5/2021	22:52:12	1	18.90	2,155.30	110	1.00	18.90	2,146.70
22/5/2021	23:34:22	1	18.80	2,157.90	22/5/2021	23:55:06	1	18.80	2,175.10	111	1.00	18.80	2,166.50
23/5/2021	00:37:29	1	18.70	2,177.60	23/5/2021	00:58:01	1	18.70	2,194.70	112	1.00	18.70	2,186.20
23/5/2021	01:40:37	1	18.60	2,197.20	23/5/2021	02:00:57	1	18.60	2,214.30	113	1.00	18.60	2,205.80
23/5/2021	02:43:45	1	18.60	2,216.80	23/5/2021	03:03:54	1	18.60	2,233.90	114	1.00	18.60	2,225.40
23/5/2021	03:46:50	1	18.50	2,236.20	23/5/2021	04:06:49	1	18.50	2,253.30	115	1.00	18.50	2,244.80
23/5/2021	04:49:53	1	18.50	2,255.70	23/5/2021	05:09:45	1	18.50	2,272.80	116	1.00	18.50	2,264.30
23/5/2021	05:53:01	1	18.40	2,275.10	23/5/2021	06:12:41	1	18.50	2,292.20	117	1.00	18.45	2,283.70
23/5/2021	06:56:06	1	18.30	2,294.40	23/5/2021	07:15:38	1	18.40	2,311.50	118	1.00	18.35	2,303.00
23/5/2021	07:59:03	1	18.30	2,313.60	23/5/2021	08:18:31	1	18.60	2,330.80	119	1.00	18.45	2,322.20
23/5/2021	09:01:58	1	18.40	2,333.10	23/5/2021	09:21:20	1	19.30	2,350.30	120	1.00	18.85	2,341.70
23/5/2021	10:05:04	1	19.00	2,352.90	23/5/2021	10:24:08	1	19.40	2,370.20	121	1.00	19.20	2,361.60
23/5/2021	11:08:30	1	19.80	2,373.50	23/5/2021	11:26:51	1	20.00	2,390.70	122	1.00	19.90	2,382.10
23/5/2021	12:11:58	1	20.10	2,394.90	23/5/2021	12:29:39	1	20.00	2,411.90	123	1.00	20.05	2,403.40
23/5/2021	13:15:04	1	19.60	2,415.70	23/5/2021	13:32:27	1	19.50	2,432.60	124	1.00	19.55	2,424.20
23/5/2021	14:18:25	1	20.10	2,436.70	23/5/2021	14:35:13	1	20.40	2,453.60	125	1.00	20.25	2,445.20
23/5/2021	15:21:53	1	20.10	2,458.20	23/5/2021	15:38:00	1	20.40	2,474.80	126	1.00	20.25	2,466.50

23/5/2021	16:25:13	1	20.40	2,479.80	23/5/2021	16:40:47	1	20.50	2,496.10	127	1.00	20.45	2,488.00
23/5/2021	17:28:10	1	20.10	2,501.10	23/5/2021	17:43:38	1	19.90	2,517.20	128	1.00	20.00	2,509.20
23/5/2021	18:31:06	1	19.60	2,521.90	23/5/2021	18:46:30	1	19.50	2,537.90	129	1.00	19.55	2,529.90
23/5/2021	19:34:05	1	19.30	2,542.40	23/5/2021	19:49:24	1	19.30	2,558.30	130	1.00	19.30	2,550.40
23/5/2021	20:37:12	1	19.10	2,562.50	23/5/2021	20:52:18	1	19.10	2,578.40	131	1.00	19.10	2,570.50
23/5/2021	21:40:31	1	18.90	2,582.50	23/5/2021	21:55:12	1	18.90	2,598.30	132	1.00	18.90	2,590.40
23/5/2021	22:43:50	1	18.80	2,602.40	23/5/2021	22:58:06	1	18.80	2,618.00	133	1.00	18.80	2,610.20
23/5/2021	23:47:12	1	18.50	2,622.10	24/5/2021	00:00:59	1	18.60	2,637.60	134	1.00	18.55	2,629.90
24/5/2021	00:50:32	1	18.50	2,641.70	24/5/2021	01:03:53	1	18.50	2,657.00	135	1.00	18.50	2,649.40
24/5/2021	01:53:50	1	18.50	2,661.20	24/5/2021	02:06:48	1	18.50	2,676.40	136	1.00	18.50	2,668.80
24/5/2021	02:57:13	1	18.40	2,680.70	24/5/2021	03:09:43	1	18.40	2,695.80	137	1.00	18.40	2,688.30
24/5/2021	04:00:38	1	18.30	2,700.10	24/5/2021	04:12:35	1	18.30	2,715.00	138	1.00	18.30	2,707.60
24/5/2021	05:04:02	1	18.20	2,719.40	24/5/2021	05:15:31	1	18.30	2,734.10	139	1.00	18.25	2,726.80
24/5/2021	06:07:25	1	18.30	2,738.70	24/5/2021	06:18:25	1	18.30	2,753.30	140	1.00	18.30	2,746.00
24/5/2021	07:10:43	1	18.20	2,757.90	24/5/2021	07:21:21	1	18.20	2,772.50	141	1.00	18.20	2,765.20
24/5/2021	08:13:42	1	18.40	2,777.00	24/5/2021	08:24:10	1	18.50	2,791.60	142	1.00	18.45	2,784.30
24/5/2021	09:16:38	1	19.00	2,796.50	24/5/2021	09:26:58	1	18.80	2,811.10	143	1.00	18.90	2,803.80
24/5/2021	10:19:38	1	18.90	2,816.30	24/5/2021	10:29:45	1	19.40	2,830.90	144	1.00	19.15	2,823.60
24/5/2021	11:23:00	1	19.30	2,836.60	24/5/2021	11:32:31	1	19.20	2,850.90	145	1.00	19.25	2,843.80
24/5/2021	12:26:33	1	20.60	2,857.50	24/5/2021	12:35:08	1	20.30	2,871.60	146	1.00	20.45	2,864.60
24/5/2021	13:30:00	1	20.10	2,879.00	24/5/2021	13:37:54	1	20.10	2,892.70	147	1.00	20.10	2,885.90
24/5/2021	14:33:27	1	20.20	2,900.30	24/5/2021	14:40:40	1	20.10	2,913.80	148	1.00	20.15	2,907.10
24/5/2021	15:36:53	1	20.50	2,921.90	24/5/2021	15:43:25	1	20.30	2,935.30	149	1.00	20.40	2,928.60
24/5/2021	16:39:56	1	20.10	2,943.20	24/5/2021	16:46:14	1	20.10	2,956.50	150	1.00	20.10	2,949.90
24/5/2021	17:42:51	1	20.10	2,964.20	24/5/2021	17:49:04	1	20.10	2,977.50	151	1.00	20.10	2,970.90
24/5/2021	18:44:52	1	19.60	2,984.90	24/5/2021	18:51:59	1	19.70	2,998.30	152	1.00	19.65	2,991.60
24/5/2021	19:48:44	1	19.40	3,005.50	24/5/2021	19:54:52	1	19.50	3,018.80	153	1.00	19.45	3,012.20

24/5/2021	20:51:42	1	19.30	3,025.80	24/5/2021	20:57:45	1	19.30	3,039.10	154	1.00	19.30	3,032.50
24/5/2021	21:54:40	1	19.20	3,046.00	24/5/2021	22:00:38	1	19.20	3,059.30	155	1.00	19.20	3,052.70
24/5/2021	22:57:38	1	19.10	3,066.00	24/5/2021	23:03:31	1	19.10	3,079.40	156	1.00	19.10	3,072.70
25/5/2021	00:00:37	1	19.00	3,086.00	25/5/2021	00:06:24	1	19.00	3,099.40	157	1.00	19.00	3,092.70
25/5/2021	01:03:37	1	18.90	3,105.90	25/5/2021	01:09:18	1	18.90	3,119.30	158	1.00	18.90	3,112.60
25/5/2021	02:06:41	1	18.90	3,125.70	25/5/2021	02:12:11	1	18.90	3,139.10	159	1.00	18.90	3,132.40
25/5/2021	03:09:55	1	18.80	3,145.60	25/5/2021	03:15:06	1	18.90	3,158.90	160	1.00	18.85	3,152.30
25/5/2021	04:13:16	1	18.70	3,165.50	25/5/2021	04:17:58	1	18.70	3,178.60	161	1.00	18.70	3,172.10
25/5/2021	05:16:33	1	18.70	3,185.20	25/5/2021	05:20:51	1	18.80	3,198.20	162	1.00	18.75	3,191.70
25/5/2021	06:19:39	1	18.70	3,204.90	25/5/2021	06:23:46	1	18.70	3,217.90	163	1.00	18.70	3,211.40
25/5/2021	07:22:42	1	18.60	3,224.50	25/5/2021	07:26:40	1	18.60	3,237.50	164	1.00	18.60	3,231.00
25/5/2021	08:25:39	1	18.60	3,244.10	25/5/2021	08:29:31	1	18.70	3,257.10	165	1.00	18.65	3,250.60
25/5/2021	09:28:36	1	18.90	3,263.80	25/5/2021	09:32:21	1	18.70	3,276.70	166	1.00	18.80	3,270.30
25/5/2021	10:32:00	1	19.60	3,284.10	25/5/2021	10:35:06	1	19.80	3,296.80	167	1.00	19.70	3,290.50
25/5/2021	11:35:29	1	20.00	3,305.10	25/5/2021	11:37:53	1	19.90	3,317.50	168	1.00	19.95	3,311.30

Nota. Datos procesados de la temperatura del concreto, obtenidos a tiempo real por los dos sensores (2 primeras tablas) y en la parte ultima (ultima tabla) se muestra el promedio de los datos anteriores para el concreto patrón. Elaboración propia (2021)

Tabla 59

Datos de Temperatura y Madurez del concreto-Muestra al 0.25%

MEZCLA 0.25% - 1					MEZCLA 0.25% - 2					MEZCLA 0.25% - PROMEDIO			
Fecha	Hora	Tiempo (h)	Temperatura °C	Madurez °C x h	Fecha	Hora	Tiempo (h)	Temperatura °C	Madurez °C x h	Edad (h)	Incremento de edad (h)	Temperatura Prom. °C	Madurez Prom. °C x h
19/5/2021	11:59:54	-	20.20	0.20	19/5/2021	11:59:38	-	20.10	0.60	0	-	20.15	0.40
19/5/2021	13:02:49	1	22.30	23.20	19/5/2021	13:00:24	1	22.20	22.50	1	1.00	22.25	22.90
19/5/2021	13:55:14	1	22.00	42.50	19/5/2021	13:52:38	1	21.90	41.70	2	1.00	21.95	42.10
19/5/2021	14:58:10	1	21.60	65.50	19/5/2021	14:55:02	1	21.50	64.20	3	1.00	21.55	64.90
19/5/2021	15:50:34	1	22.00	84.60	19/5/2021	15:47:16	1	22.10	83.10	4	1.00	22.05	83.90
19/5/2021	16:53:36	1	21.50	107.60	19/5/2021	16:49:45	1	21.40	105.80	5	1.00	21.45	106.70
19/5/2021	17:46:10	1	21.00	126.30	19/5/2021	17:41:50	1	20.90	124.30	6	1.00	20.95	125.30
19/5/2021	18:49:19	1	20.40	148.00	19/5/2021	18:44:10	1	20.50	145.70	7	1.00	20.45	146.90
19/5/2021	19:42:00	1	20.10	165.70	19/5/2021	19:36:02	1	20.20	163.30	8	1.00	20.15	164.50
19/5/2021	20:45:09	1	20.20	187.00	19/5/2021	20:38:13	1	20.20	184.20	9	1.00	20.20	185.60
19/5/2021	21:37:48	1	20.30	204.80	19/5/2021	21:30:03	1	20.20	201.70	10	1.00	20.25	203.30
19/5/2021	22:40:51	1	20.40	226.10	19/5/2021	22:32:16	1	20.30	222.80	11	1.00	20.35	224.50
19/5/2021	23:33:27	1	20.40	244.00	19/5/2021	23:24:05	1	20.30	240.40	12	1.00	20.35	242.20
20/5/2021	00:36:36	1	20.30	265.40	20/5/2021	00:26:17	1	20.30	261.40	13	1.00	20.30	263.40
20/5/2021	01:29:14	1	20.00	283.10	20/5/2021	01:18:09	1	20.00	278.80	14	1.00	20.00	281.00
20/5/2021	02:32:22	1	20.00	304.10	20/5/2021	02:20:22	1	19.90	299.50	15	1.00	19.95	301.80
20/5/2021	03:24:57	1	20.10	321.60	20/5/2021	03:12:13	1	20.00	316.70	16	1.00	20.05	319.20
20/5/2021	04:28:05	1	20.30	342.90	20/5/2021	04:14:27	1	20.20	337.50	17	1.00	20.25	340.20
20/5/2021	05:20:38	1	20.40	360.70	20/5/2021	05:06:18	1	20.30	355.00	18	1.00	20.35	357.90
20/5/2021	06:23:38	1	20.30	382.10	20/5/2021	06:08:33	1	20.30	376.10	19	1.00	20.30	379.10
20/5/2021	07:16:12	1	20.10	399.80	20/5/2021	07:00:24	1	20.10	393.60	20	1.00	20.10	396.70

20/5/2021	08:19:19	1	20.10	420.90	20/5/2021	08:02:37	1	20.10	414.40	21	1.00	20.10	417.70
20/5/2021	09:11:54	1	20.10	438.50	20/5/2021	08:54:34	1	20.30	431.80	22	1.00	20.20	435.20
20/5/2021	10:14:57	1	21.10	460.10	20/5/2021	09:57:03	1	20.60	452.80	23	1.00	20.85	456.50
20/5/2021	11:07:27	1	22.00	478.90	20/5/2021	10:49:10	1	21.40	471.00	24	1.00	21.70	475.00
20/5/2021	12:10:20	1	22.50	502.20	20/5/2021	11:51:47	1	22.10	493.70	25	1.00	22.30	498.00
20/5/2021	13:02:44	1	22.70	521.90	20/5/2021	12:44:02	1	22.20	513.00	26	1.00	22.45	517.50
20/5/2021	14:05:41	1	22.30	545.70	20/5/2021	13:46:35	1	22.30	536.20	27	1.00	22.30	541.00
20/5/2021	14:58:15	1	21.80	564.90	20/5/2021	14:38:35	1	21.70	555.30	28	1.00	21.75	560.10
20/5/2021	16:01:23	1	21.20	587.40	20/5/2021	15:41:07	1	21.00	577.70	29	1.00	21.10	582.60
20/5/2021	16:53:59	1	21.20	606.00	20/5/2021	16:33:14	1	21.10	596.00	30	1.00	21.15	601.00
20/5/2021	17:57:03	1	23.30	630.00	20/5/2021	17:35:44	1	23.20	618.90	31	1.00	23.25	624.50
20/5/2021	18:49:39	1	22.40	650.10	20/5/2021	18:27:45	1	22.70	638.90	32	1.00	22.55	644.50
20/5/2021	19:52:44	1	21.60	673.20	20/5/2021	19:29:56	1	21.80	661.90	33	1.00	21.70	667.60
20/5/2021	20:45:20	1	21.00	691.80	20/5/2021	20:21:42	1	21.20	680.50	34	1.00	21.10	686.20
20/5/2021	21:48:28	1	20.50	713.60	20/5/2021	21:23:51	1	20.60	702.10	35	1.00	20.55	707.90
20/5/2021	22:41:08	1	20.10	731.50	20/5/2021	22:15:39	1	20.20	719.70	36	1.00	20.15	725.60
20/5/2021	23:44:12	1	19.90	752.50	20/5/2021	23:17:48	1	19.90	740.50	37	1.00	19.90	746.50
21/5/2021	00:36:48	1	19.60	769.70	21/5/2021	00:09:35	1	19.60	757.60	38	1.00	19.60	763.70
21/5/2021	01:39:53	1	19.40	790.20	21/5/2021	01:11:45	1	19.50	777.80	39	1.00	19.45	784.00
21/5/2021	02:32:26	1	19.10	807.10	21/5/2021	02:03:33	1	19.30	794.60	40	1.00	19.20	800.90
21/5/2021	03:35:31	1	19.00	827.20	21/5/2021	03:05:46	1	19.10	814.40	41	1.00	19.05	820.80
21/5/2021	04:28:08	1	18.90	843.80	21/5/2021	03:57:37	1	19.00	830.90	42	1.00	18.95	837.40
21/5/2021	05:31:15	1	18.80	863.60	21/5/2021	04:59:50	1	18.80	850.40	43	1.00	18.80	857.00
21/5/2021	06:23:51	1	18.70	880.00	21/5/2021	05:51:41	1	18.70	866.70	44	1.00	18.70	873.40
21/5/2021	07:26:55	1	18.50	899.60	21/5/2021	06:53:54	1	18.70	886.10	45	1.00	18.60	892.90
21/5/2021	08:19:32	1	18.50	915.80	21/5/2021	07:45:46	1	18.50	902.10	46	1.00	18.50	909.00
21/5/2021	09:22:36	1	18.50	935.20	21/5/2021	08:47:59	1	18.50	921.30	47	1.00	18.50	928.30

21/5/2021	10:15:10	1	19.00	951.60	21/5/2021	09:40:05	1	18.50	937.30	48	1.00	18.75	944.50
21/5/2021	11:18:06	1	19.20	971.70	21/5/2021	10:42:31	1	19.10	957.00	49	1.00	19.15	964.40
21/5/2021	12:10:30	1	19.50	988.60	21/5/2021	11:34:42	1	19.60	973.80	50	1.00	19.55	981.20
21/5/2021	13:13:26	1	19.90	1,009.30	21/5/2021	12:37:19	1	19.80	994.10	51	1.00	19.85	1,001.70
21/5/2021	14:05:52	1	19.90	1,026.80	21/5/2021	13:29:33	1	20.00	1,011.40	52	1.00	19.95	1,019.10
21/5/2021	15:08:48	1	20.50	1,048.10	21/5/2021	14:32:15	1	20.40	1,032.40	53	1.00	20.45	1,040.30
21/5/2021	16:01:15	1	20.40	1,065.90	21/5/2021	15:24:26	1	20.50	1,050.20	54	1.00	20.45	1,058.10
21/5/2021	17:04:20	1	20.20	1,087.30	21/5/2021	16:26:52	1	20.50	1,071.40	55	1.00	20.35	1,079.40
21/5/2021	17:56:48	1	19.90	1,104.80	21/5/2021	17:18:59	1	20.20	1,089.00	56	1.00	20.05	1,096.90
21/5/2021	18:59:56	1	19.60	1,125.60	21/5/2021	18:21:24	1	19.70	1,109.70	57	1.00	19.65	1,117.70
21/5/2021	19:52:31	1	19.40	1,142.60	21/5/2021	19:13:14	1	19.50	1,126.60	58	1.00	19.45	1,134.60
21/5/2021	20:55:38	1	19.10	1,162.80	21/5/2021	20:15:25	1	19.20	1,146.60	59	1.00	19.15	1,154.70
21/5/2021	21:48:13	1	19.00	1,179.60	21/5/2021	21:07:15	1	19.10	1,163.20	60	1.00	19.05	1,171.40
21/5/2021	22:51:17	1	18.90	1,199.50	21/5/2021	22:09:27	1	19.00	1,182.90	61	1.00	18.95	1,191.20
21/5/2021	23:43:50	1	18.70	1,215.90	21/5/2021	23:01:20	1	18.80	1,199.20	62	1.00	18.75	1,207.60
22/5/2021	00:46:56	1	18.60	1,235.60	22/5/2021	00:03:33	1	18.70	1,218.70	63	1.00	18.65	1,227.20
22/5/2021	01:39:24	1	18.50	1,251.80	22/5/2021	00:55:23	1	18.60	1,234.80	64	1.00	18.55	1,243.30
22/5/2021	02:42:22	1	18.50	1,271.20	22/5/2021	01:57:37	1	18.50	1,254.10	65	1.00	18.50	1,262.70
22/5/2021	03:34:53	1	18.50	1,287.40	22/5/2021	02:49:28	1	18.50	1,270.10	66	1.00	18.50	1,278.80
22/5/2021	04:37:55	1	18.40	1,306.80	22/5/2021	03:51:43	1	18.40	1,289.30	67	1.00	18.40	1,298.10
22/5/2021	05:30:26	1	18.40	1,322.90	22/5/2021	04:43:32	1	18.40	1,305.20	68	1.00	18.40	1,314.10
22/5/2021	06:33:26	1	18.40	1,342.20	22/5/2021	05:45:45	1	18.40	1,324.20	69	1.00	18.40	1,333.20
22/5/2021	07:25:58	1	18.30	1,358.20	22/5/2021	06:37:38	1	18.30	1,340.10	70	1.00	18.30	1,349.20
22/5/2021	08:29:09	1	18.30	1,377.50	22/5/2021	07:39:49	1	18.20	1,359.10	71	1.00	18.25	1,368.30
22/5/2021	09:21:41	1	18.40	1,393.60	22/5/2021	08:31:39	1	18.40	1,374.90	72	1.00	18.40	1,384.30
22/5/2021	10:24:39	1	18.80	1,413.20	22/5/2021	09:34:08	1	18.50	1,394.10	73	1.00	18.65	1,403.70
22/5/2021	11:17:03	1	19.40	1,429.90	22/5/2021	10:36:38	1	19.30	1,413.70	74	1.00	19.35	1,421.80

22/5/2021	12:19:56	1	19.80	1,450.50	22/5/2021	11:39:16	1	19.70	1,434.00	75	1.00	19.75	1,442.30
22/5/2021	13:12:22	1	20.80	1,468.20	22/5/2021	12:41:49	1	20.30	1,454.80	76	1.00	20.55	1,461.50
22/5/2021	14:15:16	1	20.90	1,489.70	22/5/2021	13:44:22	1	20.30	1,476.10	77	1.00	20.60	1,482.90
22/5/2021	15:07:40	1	20.70	1,508.00	22/5/2021	14:46:55	1	20.90	1,497.90	78	1.00	20.80	1,503.00
22/5/2021	16:10:34	1	20.90	1,529.80	22/5/2021	15:49:25	1	20.60	1,519.50	79	1.00	20.75	1,524.70
22/5/2021	17:03:09	1	20.60	1,547.90	22/5/2021	16:51:47	1	20.50	1,541.00	80	1.00	20.55	1,544.50
22/5/2021	18:06:10	1	20.20	1,569.40	22/5/2021	17:54:14	1	20.30	1,562.30	81	1.00	20.25	1,565.90
22/5/2021	18:58:43	1	19.70	1,586.90	22/5/2021	18:56:20	1	19.70	1,583.00	82	1.00	19.70	1,585.00
22/5/2021	20:01:47	1	19.50	1,607.50	22/5/2021	19:58:27	1	19.40	1,603.20	83	1.00	19.45	1,605.40
22/5/2021	20:54:22	1	19.30	1,624.50	22/5/2021	21:00:33	1	19.20	1,623.20	84	1.00	19.25	1,623.90
22/5/2021	21:57:30	1	19.10	1,644.60	22/5/2021	22:02:39	1	19.00	1,643.00	85	1.00	19.05	1,643.80
22/5/2021	22:50:06	1	19.00	1,661.30	22/5/2021	23:04:45	1	19.00	1,662.70	86	1.00	19.00	1,662.00
22/5/2021	23:53:13	1	18.90	1,681.30	23/5/2021	00:06:52	1	18.90	1,682.30	87	1.00	18.90	1,681.80
23/5/2021	00:45:50	1	18.80	1,697.80	23/5/2021	01:08:59	1	18.80	1,701.80	88	1.00	18.80	1,699.80
23/5/2021	01:49:00	1	18.70	1,717.60	23/5/2021	02:11:04	1	18.70	1,721.20	89	1.00	18.70	1,719.40
23/5/2021	02:41:37	1	18.70	1,734.00	23/5/2021	03:13:12	1	18.60	1,740.60	90	1.00	18.65	1,737.30
23/5/2021	03:44:44	1	18.60	1,753.70	23/5/2021	04:15:19	1	18.60	1,759.80	91	1.00	18.60	1,756.80
23/5/2021	04:37:22	1	18.70	1,770.00	23/5/2021	05:17:26	1	18.60	1,779.10	92	1.00	18.65	1,774.60
23/5/2021	05:40:29	1	18.60	1,789.60	23/5/2021	06:19:32	1	18.60	1,798.30	93	1.00	18.60	1,794.00
23/5/2021	06:33:06	1	18.50	1,805.90	23/5/2021	07:11:19	1	18.40	1,814.30	94	1.00	18.45	1,810.10
23/5/2021	07:25:43	1	18.50	1,822.10	23/5/2021	08:13:42	1	18.40	1,833.40	95	1.00	18.45	1,827.80
23/5/2021	08:28:47	1	18.70	1,841.50	23/5/2021	09:16:08	1	19.00	1,853.00	96	1.00	18.85	1,847.30
23/5/2021	09:31:51	1	19.10	1,861.20	23/5/2021	10:18:33	1	19.20	1,872.70	97	1.00	19.15	1,867.00
23/5/2021	10:34:45	1	19.30	1,881.00	23/5/2021	11:21:07	1	20.10	1,893.10	98	1.00	19.70	1,887.10
23/5/2021	11:37:37	1	20.50	1,901.70	23/5/2021	12:23:36	1	19.90	1,914.20	99	1.00	20.20	1,908.00
23/5/2021	12:40:33	1	20.00	1,922.80	23/5/2021	13:25:52	1	19.40	1,934.70	100	1.00	19.70	1,928.80
23/5/2021	13:43:31	1	19.50	1,943.60	23/5/2021	14:28:26	1	20.40	1,955.50	101	1.00	19.95	1,949.60

23/5/2021	14:46:24	1	20.60	1,964.70	23/5/2021	15:31:01	1	20.30	1,976.80	102	1.00	20.45	1,970.80
23/5/2021	15:49:16	1	20.50	1,986.10	23/5/2021	16:33:22	1	20.50	1,998.00	103	1.00	20.50	1,992.10
23/5/2021	16:52:14	1	20.50	2,007.60	23/5/2021	17:35:49	1	20.00	2,019.20	104	1.00	20.25	2,013.40
23/5/2021	17:55:13	1	20.00	2,028.80	23/5/2021	18:38:08	1	19.60	2,039.90	105	1.00	19.80	2,034.40
23/5/2021	18:58:19	1	19.60	2,049.60	23/5/2021	19:40:16	1	19.40	2,060.20	106	1.00	19.50	2,054.90
23/5/2021	20:01:22	1	19.30	2,070.10	23/5/2021	20:42:25	1	19.20	2,080.20	107	1.00	19.25	2,075.20
23/5/2021	21:04:30	1	19.10	2,090.40	23/5/2021	21:44:34	1	18.90	2,099.90	108	1.00	19.00	2,095.20
23/5/2021	22:07:41	1	18.90	2,110.40	23/5/2021	22:46:46	1	18.90	2,119.50	109	1.00	18.90	2,115.00
23/5/2021	23:10:54	1	18.80	2,130.30	23/5/2021	23:48:58	1	18.60	2,138.90	110	1.00	18.70	2,134.60
24/5/2021	00:14:02	1	18.60	2,150.00	24/5/2021	00:51:05	1	18.60	2,158.20	111	1.00	18.60	2,154.10
24/5/2021	01:17:10	1	18.60	2,169.50	24/5/2021	01:53:14	1	18.60	2,177.50	112	1.00	18.60	2,173.50
24/5/2021	02:20:16	1	18.60	2,189.10	24/5/2021	02:55:28	1	18.50	2,196.70	113	1.00	18.55	2,192.90
24/5/2021	03:23:20	1	18.40	2,208.60	24/5/2021	03:57:40	1	18.30	2,215.80	114	1.00	18.35	2,212.20
24/5/2021	04:26:19	1	18.30	2,227.80	24/5/2021	04:59:48	1	18.30	2,234.80	115	1.00	18.30	2,231.30
24/5/2021	05:29:25	1	18.30	2,247.10	24/5/2021	06:01:54	1	18.40	2,253.80	116	1.00	18.35	2,250.50
24/5/2021	06:32:34	1	18.30	2,266.40	24/5/2021	07:04:01	1	18.30	2,272.70	117	1.00	18.30	2,269.60
24/5/2021	07:35:42	1	18.20	2,285.70	24/5/2021	08:06:16	1	18.40	2,291.70	118	1.00	18.30	2,288.70
24/5/2021	08:38:44	1	18.40	2,304.90	24/5/2021	09:08:44	1	18.70	2,311.00	119	1.00	18.55	2,308.00
24/5/2021	09:41:48	1	18.80	2,324.50	24/5/2021	10:11:08	1	18.90	2,330.70	120	1.00	18.85	2,327.60
24/5/2021	10:44:45	1	19.20	2,344.30	24/5/2021	11:13:39	1	19.40	2,350.60	121	1.00	19.30	2,347.50
24/5/2021	11:47:39	1	19.40	2,364.40	24/5/2021	12:16:10	1	20.30	2,370.90	122	1.00	19.85	2,367.70
24/5/2021	12:50:33	1	20.60	2,385.50	24/5/2021	13:18:45	1	20.30	2,392.20	123	1.00	20.45	2,388.90
24/5/2021	13:53:25	1	20.00	2,406.80	24/5/2021	14:21:16	1	20.10	2,413.30	124	1.00	20.05	2,410.10
24/5/2021	14:56:19	1	20.30	2,427.90	24/5/2021	15:23:51	1	20.70	2,434.60	125	1.00	20.50	2,431.30
24/5/2021	15:59:18	1	20.40	2,449.50	24/5/2021	16:26:14	1	20.40	2,455.80	126	1.00	20.40	2,452.70
24/5/2021	17:02:26	1	20.20	2,470.90	24/5/2021	17:28:45	1	20.10	2,476.80	127	1.00	20.15	2,473.90
24/5/2021	18:05:24	1	20.00	2,492.10	24/5/2021	18:31:16	1	19.80	2,497.70	128	1.00	19.90	2,494.90

24/5/2021	19:08:32	1	19.70	2,512.90	24/5/2021	19:33:28	1	19.60	2,518.10	129	1.00	19.65	2,515.50
24/5/2021	20:11:41	1	19.50	2,533.50	24/5/2021	20:35:41	1	19.50	2,538.30	130	1.00	19.50	2,535.90
24/5/2021	21:14:52	1	19.40	2,554.00	24/5/2021	21:37:56	1	19.30	2,558.40	131	1.00	19.35	2,556.20
24/5/2021	22:18:00	1	19.20	2,574.30	24/5/2021	22:40:03	1	19.20	2,578.40	132	1.00	19.20	2,576.40
24/5/2021	23:21:12	1	19.20	2,594.50	24/5/2021	23:42:10	1	19.10	2,598.20	133	1.00	19.15	2,596.40
25/5/2021	00:24:22	1	19.10	2,614.60	25/5/2021	00:44:14	1	19.00	2,617.90	134	1.00	19.05	2,616.30
25/5/2021	01:27:31	1	19.00	2,634.60	25/5/2021	01:46:20	1	19.00	2,637.60	135	1.00	19.00	2,636.10
25/5/2021	02:30:40	1	19.00	2,654.60	25/5/2021	02:48:29	1	18.90	2,657.20	136	1.00	18.95	2,655.90
25/5/2021	03:33:45	1	18.90	2,674.50	25/5/2021	03:50:36	1	18.90	2,676.80	137	1.00	18.90	2,675.70
25/5/2021	04:36:52	1	18.80	2,694.30	25/5/2021	04:52:44	1	18.80	2,696.30	138	1.00	18.80	2,695.30
25/5/2021	05:39:58	1	18.80	2,714.10	25/5/2021	05:54:50	1	18.80	2,715.80	139	1.00	18.80	2,715.00
25/5/2021	06:43:06	1	18.90	2,733.90	25/5/2021	06:56:55	1	18.80	2,735.20	140	1.00	18.85	2,734.60
25/5/2021	07:46:16	1	18.70	2,753.60	25/5/2021	07:59:05	1	18.70	2,754.60	141	1.00	18.70	2,754.10
25/5/2021	08:49:16	1	18.80	2,773.30	25/5/2021	09:01:29	1	18.90	2,774.10	142	1.00	18.85	2,773.70
25/5/2021	09:52:15	1	18.90	2,793.00	25/5/2021	10:04:01	1	19.10	2,793.90	143	1.00	19.00	2,793.50
25/5/2021	10:55:10	1	19.40	2,813.90	25/5/2021	11:06:35	1	19.90	2,814.40	144	1.00	19.65	2,814.20
25/5/2021	11:58:04	1	20.00	2,834.20	25/5/2021	12:09:07	1	20.00	2,835.30	145	1.00	20.00	2,834.80
25/5/2021	13:01:04	1	20.00	2,855.20	25/5/2021	13:11:28	1	19.90	2,856.10	146	1.00	19.95	2,855.70
25/5/2021	14:04:05	1	20.20	2,876.20	25/5/2021	14:13:48	1	20.00	2,876.90	147	1.00	20.10	2,876.60
25/5/2021	15:07:04	1	20.30	2,897.20	25/5/2021	15:16:15	1	20.40	2,897.70	148	1.00	20.35	2,897.50
25/5/2021	16:09:59	1	20.60	2,918.60	25/5/2021	16:18:40	1	20.30	2,918.80	149	1.00	20.45	2,918.70
25/5/2021	17:13:01	1	20.30	2,940.00	25/5/2021	17:20:59	1	20.40	2,940.00	150	1.00	20.35	2,940.00
25/5/2021	18:16:06	1	20.20	2,961.40	25/5/2021	18:23:26	1	20.20	2,961.10	151	1.00	20.20	2,961.30
25/5/2021	19:29:37	1	19.80	2,985.90	25/5/2021	19:36:17	1	19.80	2,985.40	152	1.00	19.80	2,985.70
25/5/2021	20:32:47	1	19.60	3,006.70	25/5/2021	20:38:24	1	19.60	3,005.80	153	1.00	19.60	3,006.30
25/5/2021	21:35:58	1	19.40	3,027.20	25/5/2021	21:40:28	1	19.40	3,026.00	154	1.00	19.40	3,026.60
25/5/2021	22:28:36	1	19.40	3,044.30	25/5/2021	22:32:13	1	19.30	3,042.70	155	1.00	19.35	3,043.50

25/5/2021	23:31:44	1	19.30	3,064.60	25/5/2021	23:34:19	1	19.20	3,062.70	156	1.00	19.25	3,063.70
26/5/2021	00:34:53	1	19.20	3,084.80	26/5/2021	00:36:30	1	19.20	3,082.60	157	1.00	19.20	3,083.70
26/5/2021	01:38:02	1	19.10	3,105.00	26/5/2021	01:38:36	1	19.10	3,102.40	158	1.00	19.10	3,103.70
26/5/2021	02:41:12	1	19.10	3,125.10	26/5/2021	02:40:47	1	19.10	3,122.20	159	1.00	19.10	3,123.70
26/5/2021	03:44:22	1	19.10	3,145.20	26/5/2021	03:42:52	1	19.10	3,141.90	160	1.00	19.10	3,143.60
26/5/2021	04:47:33	1	19.00	3,165.30	26/5/2021	04:44:57	1	19.00	3,161.70	161	1.00	19.00	3,163.50
26/5/2021	05:50:45	1	19.00	3,185.30	26/5/2021	05:47:03	1	18.90	3,181.30	162	1.00	18.95	3,183.30
26/5/2021	06:53:52	1	18.80	3,205.10	26/5/2021	06:49:10	1	18.80	3,200.80	163	1.00	18.80	3,203.00
26/5/2021	07:57:02	1	18.80	3,224.90	26/5/2021	07:51:15	1	18.70	3,220.30	164	1.00	18.75	3,222.60
26/5/2021	09:00:07	1	18.60	3,244.60	26/5/2021	08:53:27	1	18.70	3,239.70	165	1.00	18.65	3,242.20
26/5/2021	10:03:14	1	19.10	3,264.40	26/5/2021	09:55:54	1	19.20	3,259.30	166	1.00	19.15	3,261.90
26/5/2021	11:06:10	1	19.40	3,284.40	26/5/2021	10:58:18	1	19.60	3,279.50	167	1.00	19.50	3,282.00
26/5/2021	12:09:05	1	19.80	3,305.30	26/5/2021	12:00:53	1	19.60	3,299.90	168	1.00	19.70	3,302.60

Nota. Datos procesados de la temperatura del concreto, obtenidos a tiempo real por los dos sensores (2 primeras tablas) y en la parte ultima (ultima tabla) se muestra el promedio de los datos anteriores para el concreto con 0.25% de aditivo retardante. Elaboración propia (2021)

Tabla 60

Datos de Temperatura y Madurez del concreto-Muestra al 0.50%

MEZCLA 0.50% - 1					MEZCLA 0.50% - 2					MEZCLA 0.50% - PROMEDIO			
Fecha	Hora	Tiempo (h)	Temperatura °C	Madurez °C x h	Fecha	Hora	Tiempo (h)	Temperatura °C	Madurez °C x h	Edad (h)	Incremento de edad (h)	Temperatura a Prom. °C	Madurez Prom. °C x h
25/5/2021	13:14:44	-	21.60	0.00	25/5/2021	13:14:37	-	21.90	0.00	0	-	21.75	0.00
25/5/2021	14:17:55	1	21.20	22.60	25/5/2021	14:17:26	1	21.50	22.80	1	1.00	21.35	22.70
25/5/2021	15:10:42	1	21.30	41.10	25/5/2021	15:09:46	1	21.70	41.40	2	1.00	21.50	41.30
25/5/2021	16:13:58	1	21.00	63.50	25/5/2021	16:12:33	1	21.40	64.10	3	1.00	21.20	63.80
25/5/2021	17:06:33	1	20.90	82.20	25/5/2021	17:03:59	1	21.00	82.40	4	1.00	20.95	82.30
25/5/2021	18:09:30	1	20.60	103.80	25/5/2021	18:07:44	1	20.80	104.70	5	1.00	20.70	104.30
25/5/2021	19:01:56	1	20.20	121.60	25/5/2021	19:00:09	1	20.50	122.70	6	1.00	20.35	122.20
25/5/2021	20:04:51	1	19.90	142.60	25/5/2021	20:03:03	1	20.20	144.00	7	1.00	20.05	143.30
25/5/2021	20:57:18	1	19.60	159.90	25/5/2021	20:55:28	1	19.80	161.40	8	1.00	19.70	160.70
25/5/2021	22:00:13	1	19.60	180.50	25/5/2021	21:58:23	1	19.90	182.30	9	1.00	19.75	181.40
25/5/2021	22:52:37	1	19.70	197.70	25/5/2021	22:50:47	1	19.90	199.70	10	1.00	19.80	198.70
25/5/2021	23:55:33	1	19.80	218.40	25/5/2021	23:53:41	1	20.00	220.60	11	1.00	19.90	219.50
26/5/2021	00:47:59	1	20.00	235.80	26/5/2021	00:46:05	1	20.10	238.10	12	1.00	20.05	237.00
26/5/2021	01:50:57	1	20.10	256.80	26/5/2021	01:48:57	1	20.30	259.30	13	1.00	20.20	258.10
26/5/2021	02:43:24	1	20.20	274.40	26/5/2021	02:41:22	1	20.40	277.10	14	1.00	20.30	275.80
26/5/2021	03:46:23	1	20.30	295.70	26/5/2021	03:44:16	1	20.50	298.60	15	1.00	20.40	297.20
26/5/2021	04:39:01	1	20.30	313.50	26/5/2021	04:36:41	1	20.50	316.40	16	1.00	20.40	315.00
26/5/2021	05:42:22	1	20.20	334.90	26/5/2021	05:39:34	1	20.30	337.80	17	1.00	20.25	336.40
26/5/2021	06:35:11	1	20.00	352.60	26/5/2021	06:31:59	1	20.20	355.50	18	1.00	20.10	354.10
26/5/2021	07:38:32	1	20.00	373.70	26/5/2021	07:34:54	1	20.10	376.60	19	1.00	20.05	375.20

26/5/2021	08:31:05	1	20.00	391.20	26/5/2021	08:27:19	1	20.10	394.20	20	1.00	20.05	392.70
26/5/2021	09:34:03	1	20.60	412.60	26/5/2021	09:30:12	1	20.70	415.70	21	1.00	20.65	414.20
26/5/2021	10:26:33	1	21.70	431.20	26/5/2021	10:22:33	1	21.90	434.40	22	1.00	21.80	432.80
26/5/2021	11:29:56	1	21.80	454.20	26/5/2021	11:25:19	1	22.20	457.40	23	1.00	22.00	455.80
26/5/2021	12:22:51	1	22.50	473.60	26/5/2021	12:17:35	1	23.00	477.00	24	1.00	22.75	475.30
26/5/2021	13:26:23	1	21.50	497.00	26/5/2021	13:20:10	1	21.40	500.60	25	1.00	21.45	498.80
26/5/2021	14:19:20	1	21.30	515.90	26/5/2021	14:12:21	1	21.40	519.20	26	1.00	21.35	517.60
26/5/2021	15:22:53	1	21.50	538.50	26/5/2021	15:14:58	1	21.60	541.60	27	1.00	21.55	540.10
26/5/2021	16:15:42	1	21.50	557.40	26/5/2021	16:07:17	1	21.40	560.20	28	1.00	21.45	558.80
26/5/2021	17:18:46	1	21.00	579.60	26/5/2021	17:10:03	1	21.20	582.50	29	1.00	21.10	581.10
26/5/2021	18:11:14	1	20.70	597.90	26/5/2021	18:02:24	1	20.70	600.80	30	1.00	20.70	599.40
26/5/2021	19:14:11	1	20.40	619.40	26/5/2021	19:05:15	1	20.50	622.30	31	1.00	20.45	620.90
26/5/2021	20:06:39	1	20.30	637.20	26/5/2021	19:57:38	1	20.40	640.20	32	1.00	20.35	638.70
26/5/2021	21:09:35	1	20.20	658.50	26/5/2021	21:00:30	1	20.20	661.50	33	1.00	20.20	660.00
26/5/2021	22:02:02	1	20.00	676.10	26/5/2021	21:52:54	1	20.10	679.20	34	1.00	20.05	677.70
26/5/2021	22:54:30	1	19.90	693.50	26/5/2021	22:45:18	1	20.00	696.70	35	1.00	19.95	695.10
26/5/2021	23:57:28	1	19.80	714.40	26/5/2021	23:48:12	1	19.90	717.60	36	1.00	19.85	716.00
27/5/2021	00:49:59	1	19.60	731.70	27/5/2021	00:40:36	1	19.80	734.90	37	1.00	19.70	733.30
27/5/2021	01:53:02	1	19.60	752.30	27/5/2021	01:43:30	1	19.60	755.50	38	1.00	19.60	753.90
27/5/2021	02:45:34	1	19.50	769.40	27/5/2021	02:35:55	1	19.50	772.60	39	1.00	19.50	771.00
27/5/2021	03:48:39	1	19.40	789.80	27/5/2021	03:38:50	1	19.40	793.10	40	1.00	19.40	791.50
27/5/2021	04:41:18	1	19.30	806.80	27/5/2021	04:31:16	1	19.30	810.00	41	1.00	19.30	808.40
27/5/2021	05:44:34	1	19.20	827.10	27/5/2021	05:34:11	1	19.30	830.30	42	1.00	19.25	828.70
27/5/2021	06:37:18	1	19.20	844.00	27/5/2021	06:26:37	1	19.20	847.10	43	1.00	19.20	845.60
27/5/2021	07:40:28	1	19.10	864.10	27/5/2021	07:29:32	1	19.00	867.10	44	1.00	19.05	865.60
27/5/2021	08:32:57	1	19.10	880.80	27/5/2021	08:21:57	1	19.20	883.80	45	1.00	19.15	882.30
27/5/2021	09:35:54	1	19.50	901.00	27/5/2021	09:24:51	1	19.70	904.00	46	1.00	19.60	902.50

27/5/2021	10:28:21	1	19.40	918.10	27/5/2021	10:17:14	1	19.40	921.10	47	1.00	19.40	919.60
27/5/2021	11:31:23	1	19.60	938.60	27/5/2021	11:20:04	1	19.60	941.50	48	1.00	19.60	940.10
27/5/2021	12:24:16	1	20.40	956.10	27/5/2021	12:12:24	1	19.90	958.80	49	1.00	20.15	957.50
27/5/2021	13:27:45	1	20.50	977.70	27/5/2021	13:15:09	1	20.80	980.20	50	1.00	20.65	979.00
27/5/2021	14:20:38	1	20.60	995.80	27/5/2021	14:07:29	1	20.90	998.10	51	1.00	20.75	997.00
27/5/2021	15:24:06	1	20.70	1,017.70	27/5/2021	15:10:17	1	20.50	1,019.80	52	1.00	20.60	1,018.80
27/5/2021	16:27:25	1	20.80	1,039.60	27/5/2021	16:13:05	1	20.70	1,041.50	53	1.00	20.75	1,040.60
27/5/2021	17:20:03	1	20.50	1,057.70	27/5/2021	17:05:25	1	20.70	1,059.60	54	1.00	20.60	1,058.70
27/5/2021	18:23:01	1	20.20	1,079.10	27/5/2021	18:08:18	1	20.40	1,081.10	55	1.00	20.30	1,080.10
27/5/2021	19:15:29	1	19.90	1,096.60	27/5/2021	19:00:42	1	20.10	1,098.80	56	1.00	20.00	1,097.70
27/5/2021	20:07:58	1	19.80	1,114.00	27/5/2021	19:53:07	1	19.90	1,116.30	57	1.00	19.85	1,115.20
27/5/2021	21:00:31	1	19.70	1,131.30	27/5/2021	20:45:32	1	19.80	1,133.60	58	1.00	19.75	1,132.50
27/5/2021	21:53:05	1	19.60	1,148.60	27/5/2021	21:37:56	1	19.70	1,150.90	59	1.00	19.65	1,149.80
27/5/2021	22:56:14	1	19.50	1,169.10	27/5/2021	22:40:49	1	19.60	1,171.50	60	1.00	19.55	1,170.30
27/5/2021	23:59:20	1	19.40	1,189.50	27/5/2021	23:43:42	1	19.40	1,192.00	61	1.00	19.40	1,190.80
28/5/2021	01:02:32	1	19.20	1,209.90	28/5/2021	00:46:33	1	19.30	1,212.30	62	1.00	19.25	1,211.10
28/5/2021	02:05:47	1	19.20	1,230.10	28/5/2021	01:49:27	1	19.30	1,232.50	63	1.00	19.25	1,231.30
28/5/2021	02:58:28	1	19.10	1,246.90	28/5/2021	02:41:50	1	19.20	1,249.30	64	1.00	19.15	1,248.10
28/5/2021	04:01:41	1	19.00	1,267.00	28/5/2021	03:44:44	1	19.10	1,269.40	65	1.00	19.05	1,268.20
28/5/2021	04:54:23	1	19.00	1,283.70	28/5/2021	04:37:09	1	19.10	1,286.10	66	1.00	19.05	1,284.90
28/5/2021	05:57:40	1	19.00	1,303.80	28/5/2021	05:40:03	1	19.00	1,306.00	67	1.00	19.00	1,304.90
28/5/2021	06:50:29	1	18.90	1,320.50	28/5/2021	06:32:29	1	19.00	1,322.60	68	1.00	18.95	1,321.60
28/5/2021	07:53:34	1	18.90	1,340.30	28/5/2021	07:35:23	1	18.90	1,342.50	69	1.00	18.90	1,341.40
28/5/2021	08:46:00	1	19.20	1,356.90	28/5/2021	08:27:49	1	19.20	1,359.10	70	1.00	19.20	1,358.00
28/5/2021	09:49:01	1	19.20	1,377.10	28/5/2021	09:30:39	1	19.40	1,379.30	71	1.00	19.30	1,378.20
28/5/2021	10:52:04	1	19.60	1,397.60	28/5/2021	10:33:27	1	19.70	1,399.80	72	1.00	19.65	1,398.70
28/5/2021	11:44:36	1	19.60	1,414.80	28/5/2021	11:25:49	1	19.70	1,416.90	73	1.00	19.65	1,415.90

28/5/2021	12:37:19	1	20.20	1,432.30	28/5/2021	12:18:10	1	19.80	1,434.00	74	1.00	20.00	1,433.20
28/5/2021	13:40:36	1	20.20	1,453.50	28/5/2021	13:20:59	1	20.10	1,455.00	75	1.00	20.15	1,454.30
28/5/2021	14:33:25	1	20.40	1,471.40	28/5/2021	14:13:17	1	20.30	1,472.50	76	1.00	20.35	1,472.00
28/5/2021	15:36:37	1	20.30	1,492.90	28/5/2021	15:16:05	1	20.30	1,493.80	77	1.00	20.30	1,493.40
28/5/2021	16:29:07	1	20.30	1,510.70	28/5/2021	16:08:26	1	20.30	1,511.50	78	1.00	20.30	1,511.10
28/5/2021	17:32:03	1	20.10	1,531.80	28/5/2021	17:11:15	1	20.20	1,532.70	79	1.00	20.15	1,532.30
28/5/2021	18:24:32	1	19.80	1,549.20	28/5/2021	18:03:38	1	19.90	1,550.30	80	1.00	19.85	1,549.80
28/5/2021	19:27:34	1	19.60	1,569.90	28/5/2021	19:06:31	1	19.70	1,571.00	81	1.00	19.65	1,570.50
28/5/2021	20:20:08	1	19.50	1,587.00	28/5/2021	19:58:55	1	19.50	1,588.10	82	1.00	19.50	1,587.60
28/5/2021	21:23:16	1	19.40	1,607.40	28/5/2021	21:01:49	1	19.40	1,608.60	83	1.00	19.40	1,608.00
28/5/2021	22:15:57	1	19.20	1,624.40	28/5/2021	21:54:13	1	19.30	1,625.60	84	1.00	19.25	1,625.00
28/5/2021	23:19:10	1	19.10	1,644.60	28/5/2021	22:57:07	1	19.20	1,645.80	85	1.00	19.15	1,645.20
29/5/2021	00:11:50	1	19.10	1,661.40	28/5/2021	23:49:31	1	19.20	1,662.50	86	1.00	19.15	1,662.00
29/5/2021	01:15:03	1	19.10	1,681.50	29/5/2021	00:52:20	1	19.20	1,682.60	87	1.00	19.15	1,682.10
29/5/2021	02:07:44	1	19.00	1,698.30	29/5/2021	01:44:45	1	19.10	1,699.30	88	1.00	19.05	1,698.80
29/5/2021	03:11:05	1	19.00	1,718.30	29/5/2021	02:47:37	1	19.10	1,719.30	89	1.00	19.05	1,718.80
29/5/2021	04:03:54	1	18.90	1,735.00	29/5/2021	03:40:00	1	19.00	1,735.90	90	1.00	18.95	1,735.50
29/5/2021	05:07:18	1	18.80	1,754.90	29/5/2021	04:42:54	1	19.00	1,755.80	91	1.00	18.90	1,755.40
29/5/2021	06:00:08	1	18.80	1,771.50	29/5/2021	05:45:49	1	18.90	1,775.60	92	1.00	18.85	1,773.60
29/5/2021	07:03:34	1	18.70	1,791.30	29/5/2021	06:48:43	1	18.70	1,795.30	93	1.00	18.70	1,793.30
29/5/2021	07:56:21	1	18.70	1,807.70	29/5/2021	07:51:38	1	18.70	1,814.90	94	1.00	18.70	1,811.30
29/5/2021	08:59:17	1	18.90	1,827.30	29/5/2021	08:54:32	1	18.90	1,834.60	95	1.00	18.90	1,831.00
29/5/2021	09:51:45	1	19.00	1,843.90	29/5/2021	09:57:23	1	18.90	1,854.40	96	1.00	18.95	1,849.20
29/5/2021	10:54:46	1	19.20	1,864.00	29/5/2021	11:00:12	1	19.70	1,874.60	97	1.00	19.45	1,869.30
29/5/2021	11:47:26	1	19.50	1,881.00	29/5/2021	12:03:00	1	19.70	1,895.20	98	1.00	19.60	1,888.10
29/5/2021	12:50:48	1	19.80	1,901.90	29/5/2021	13:05:48	1	19.60	1,915.80	99	1.00	19.70	1,908.90
29/5/2021	13:43:40	1	20.20	1,919.40	29/5/2021	14:08:35	1	20.20	1,936.80	100	1.00	20.20	1,928.10

29/5/2021	14:47:08	1	20.40	1,941.00	29/5/2021	15:11:23	1	20.50	1,958.00	101	1.00	20.45	1,949.50
29/5/2021	15:50:16	1	20.30	1,962.50	29/5/2021	16:14:12	1	20.30	1,979.40	102	1.00	20.30	1,971.00
29/5/2021	16:53:13	1	20.00	1,983.60	29/5/2021	17:17:05	1	20.10	2,000.50	103	1.00	20.05	1,992.10
29/5/2021	17:56:11	1	19.70	2,004.50	29/5/2021	18:20:01	1	19.70	2,021.40	104	1.00	19.70	2,013.00
29/5/2021	18:59:18	1	19.40	2,025.10	29/5/2021	19:22:56	1	19.40	2,041.90	105	1.00	19.40	2,033.50
29/5/2021	20:02:36	1	19.30	2,045.60	29/5/2021	20:25:50	1	19.30	2,062.20	106	1.00	19.30	2,053.90
29/5/2021	21:05:58	1	19.20	2,065.90	29/5/2021	21:28:45	1	19.20	2,082.40	107	1.00	19.20	2,074.20
29/5/2021	22:09:18	1	19.00	2,086.00	29/5/2021	22:31:38	1	19.10	2,102.40	108	1.00	19.05	2,094.20
29/5/2021	23:12:39	1	18.90	2,106.10	29/5/2021	23:34:33	1	18.90	2,122.30	109	1.00	18.90	2,114.20
30/5/2021	00:16:02	1	18.80	2,126.00	30/5/2021	00:37:25	1	18.90	2,142.10	110	1.00	18.85	2,134.10
30/5/2021	01:19:25	1	18.70	2,145.90	30/5/2021	01:40:20	1	18.80	2,161.80	111	1.00	18.75	2,153.90
30/5/2021	02:22:47	1	18.70	2,165.60	30/5/2021	02:43:15	1	18.80	2,181.50	112	1.00	18.75	2,173.60
30/5/2021	03:26:06	1	18.70	2,185.30	30/5/2021	03:46:09	1	18.70	2,201.10	113	1.00	18.70	2,193.20
30/5/2021	04:29:15	1	18.60	2,205.00	30/5/2021	04:49:04	1	18.70	2,220.80	114	1.00	18.65	2,212.90
30/5/2021	05:32:23	1	18.60	2,224.60	30/5/2021	05:52:00	1	18.70	2,240.40	115	1.00	18.65	2,232.50
30/5/2021	06:35:24	1	18.60	2,244.10	30/5/2021	06:54:58	1	18.60	2,259.90	116	1.00	18.60	2,252.00
30/5/2021	07:38:20	1	18.60	2,263.60	30/5/2021	07:57:53	1	18.60	2,279.40	117	1.00	18.60	2,271.50
30/5/2021	08:41:17	1	18.70	2,283.10	30/5/2021	09:00:47	1	18.80	2,298.90	118	1.00	18.75	2,291.00
30/5/2021	09:44:21	1	19.10	2,303.00	30/5/2021	10:03:37	1	19.10	2,318.70	119	1.00	19.10	2,310.90
30/5/2021	10:47:44	1	19.70	2,323.40	30/5/2021	11:06:25	1	19.60	2,339.00	120	1.00	19.65	2,331.20
30/5/2021	11:51:09	1	19.70	2,344.20	30/5/2021	12:09:11	1	20.00	2,359.70	121	1.00	19.85	2,352.00
30/5/2021	12:54:36	1	20.20	2,365.40	30/5/2021	13:11:56	1	20.10	2,380.60	122	1.00	20.15	2,373.00
30/5/2021	13:58:05	1	20.50	2,387.00	30/5/2021	14:14:41	1	20.60	2,401.80	123	1.00	20.55	2,394.40
30/5/2021	15:01:32	1	20.30	2,408.80	30/5/2021	15:17:27	1	20.70	2,423.20	124	1.00	20.50	2,416.00
30/5/2021	16:04:56	1	20.60	2,430.70	30/5/2021	16:20:15	1	20.50	2,444.70	125	1.00	20.55	2,437.70
30/5/2021	17:08:03	1	20.30	2,452.20	30/5/2021	17:23:05	1	20.30	2,466.10	126	1.00	20.30	2,459.20
30/5/2021	18:11:03	1	19.90	2,473.40	30/5/2021	18:25:59	1	19.90	2,487.20	127	1.00	19.90	2,480.30

30/5/2021	19:14:01	1	19.80	2,494.20	30/5/2021	19:28:53	1	19.70	2,508.00	128	1.00	19.75	2,501.10
30/5/2021	20:16:58	1	19.60	2,514.80	30/5/2021	20:31:47	1	19.60	2,528.60	129	1.00	19.60	2,521.70
30/5/2021	21:19:54	1	19.40	2,535.20	30/5/2021	21:34:43	1	19.40	2,549.00	130	1.00	19.40	2,542.10
30/5/2021	22:22:49	1	19.20	2,555.50	30/5/2021	22:37:36	1	19.30	2,569.30	131	1.00	19.25	2,562.40
30/5/2021	23:25:44	1	19.20	2,575.60	30/5/2021	23:40:31	1	19.10	2,589.40	132	1.00	19.15	2,582.50
31/5/2021	00:28:39	1	19.00	2,595.70	31/5/2021	00:43:26	1	19.00	2,609.40	133	1.00	19.00	2,602.60
31/5/2021	01:31:35	1	19.00	2,615.60	31/5/2021	01:46:21	1	18.90	2,629.30	134	1.00	18.95	2,622.50
31/5/2021	02:34:30	1	18.80	2,635.40	31/5/2021	02:49:18	1	18.90	2,649.20	135	1.00	18.85	2,642.30
31/5/2021	03:37:25	1	18.80	2,655.20	31/5/2021	03:52:15	1	18.80	2,668.90	136	1.00	18.80	2,662.10
31/5/2021	04:40:22	1	18.80	2,674.90	31/5/2021	04:55:12	1	18.70	2,688.60	137	1.00	18.75	2,681.80
31/5/2021	05:43:23	1	18.70	2,694.50	31/5/2021	05:58:08	1	18.70	2,708.20	138	1.00	18.70	2,701.40
31/5/2021	06:46:20	1	18.60	2,714.00	31/5/2021	07:01:04	1	18.60	2,727.80	139	1.00	18.60	2,720.90
31/5/2021	07:49:17	1	18.40	2,733.50	31/5/2021	08:03:58	1	18.50	2,747.10	140	1.00	18.45	2,740.30
31/5/2021	08:52:15	1	18.80	2,753.00	31/5/2021	09:06:50	1	18.80	2,766.70	141	1.00	18.80	2,759.90
31/5/2021	09:55:16	1	18.90	2,772.90	31/5/2021	10:09:42	1	18.60	2,786.40	142	1.00	18.75	2,779.70
31/5/2021	10:58:39	1	19.40	2,793.10	31/5/2021	11:12:29	1	19.10	2,806.30	143	1.00	19.25	2,799.70
31/5/2021	12:02:10	1	20.20	2,813.90	31/5/2021	12:15:10	1	20.10	2,826.70	144	1.00	20.15	2,820.30
31/5/2021	13:05:41	1	20.30	2,835.30	31/5/2021	13:17:49	1	20.10	2,847.60	145	1.00	20.20	2,841.50
31/5/2021	14:09:12	1	20.60	2,856.90	31/5/2021	14:20:29	1	20.20	2,868.80	146	1.00	20.40	2,862.90
31/5/2021	15:12:42	1	20.90	2,878.90	31/5/2021	15:23:15	1	20.70	2,890.40	147	1.00	20.80	2,884.70
31/5/2021	16:16:06	1	20.80	2,900.80	31/5/2021	16:26:04	1	20.60	2,912.00	148	1.00	20.70	2,906.40
31/5/2021	17:19:06	1	20.30	2,922.30	31/5/2021	17:28:57	1	20.30	2,933.50	149	1.00	20.30	2,927.90
31/5/2021	18:22:01	1	19.90	2,943.40	31/5/2021	18:31:51	1	19.90	2,954.50	150	1.00	19.90	2,949.00
31/5/2021	19:24:56	1	19.60	2,964.00	31/5/2021	19:34:45	1	19.60	2,975.10	151	1.00	19.60	2,969.60
31/5/2021	20:27:52	1	19.40	2,984.50	31/5/2021	20:37:38	1	19.40	2,995.60	152	1.00	19.40	2,990.10
31/5/2021	21:30:46	1	19.20	3,004.70	31/5/2021	21:40:31	1	19.30	3,015.80	153	1.00	19.25	3,010.30
31/5/2021	22:33:41	1	19.10	3,024.80	31/5/2021	22:43:26	1	19.20	3,036.00	154	1.00	19.15	3,030.40

31/5/2021	23:36:38	1	19.10	3,044.90	31/5/2021	23:46:19	1	19.10	3,056.00	155	1.00	19.10	3,050.50
1/6/2021	00:39:33	1	19.00	3,064.80	1/6/2021	00:49:13	1	19.00	3,076.00	156	1.00	19.00	3,070.40
1/6/2021	01:42:28	1	18.90	3,084.60	1/6/2021	01:52:07	1	18.90	3,095.80	157	1.00	18.90	3,090.20
1/6/2021	02:45:25	1	18.90	3,104.50	1/6/2021	02:55:00	1	18.80	3,115.60	158	1.00	18.85	3,110.10
1/6/2021	03:48:22	1	18.80	3,124.20	1/6/2021	03:57:52	1	18.80	3,135.30	159	1.00	18.80	3,129.80
1/6/2021	04:51:20	1	18.80	3,143.90	1/6/2021	05:00:46	1	18.80	3,155.00	160	1.00	18.80	3,149.50
1/6/2021	05:54:15	1	18.80	3,163.60	1/6/2021	06:03:38	1	18.80	3,174.70	161	1.00	18.80	3,169.20
1/6/2021	06:57:10	1	18.70	3,183.30	1/6/2021	07:06:30	1	18.70	3,194.30	162	1.00	18.70	3,188.80
1/6/2021	08:00:06	1	18.60	3,203.00	1/6/2021	08:09:23	1	18.70	3,213.90	163	1.00	18.65	3,208.50
1/6/2021	09:03:01	1	18.90	3,222.60	1/6/2021	09:12:12	1	18.80	3,233.40	164	1.00	18.85	3,228.00
1/6/2021	10:06:07	1	19.20	3,242.60	1/6/2021	10:15:00	1	19.20	3,253.30	165	1.00	19.20	3,248.00
1/6/2021	11:09:21	1	19.30	3,263.10	1/6/2021	11:17:46	1	19.30	3,273.50	166	1.00	19.30	3,268.30
1/6/2021	12:12:47	1	19.90	3,283.80	1/6/2021	12:20:31	1	19.60	3,294.00	167	1.00	19.75	3,288.90
1/6/2021	13:16:15	1	20.10	3,305.00	1/6/2021	13:23:18	1	20.00	3,314.70	168	1.00	20.05	3,309.90

Nota. Datos procesados de la temperatura del concreto, obtenidos a tiempo real por los dos sensores (2 primeras tablas) y en la parte ultima (ultima tabla) se muestra el promedio de los datos anteriores para el concreto con 0.50% de aditivo retardante. Elaboración propia (2021)

Tabla 61

Datos de Temperatura y Madurez del concreto-Muestra al 0.75%

MEZCLA 0.75% - 1					MEZCLA 0.75% - 2					MEZCLA 0.75% - PROMEDIO			
Fecha	Hora	Tiempo (h)	Temperatura °C	Madurez °C x h	Fecha	Hora	Tiempo (h)	Temperatura °C	Madurez °C x h	Edad (h)	Incremento de edad (h)	Temperatura Prom. °C	Madurez Prom. °C x h
26/5/2021	14:37:27	-	22.7	12.10	26/5/2021	14:36:54	-	22.50	11.80	0	-	22.60	12.00
26/5/2021	15:40:24	1	22.3	35.90	26/5/2021	15:39:30	1	22.20	35.40	1	1.00	22.25	35.70
26/5/2021	16:32:52	1	21.7	55.10	26/5/2021	16:31:40	1	21.70	54.50	2	1.00	21.70	54.80
26/5/2021	17:36:05	1	20.8	81.20	26/5/2021	17:34:06	1	20.90	76.80	3	1.00	20.85	79.00
26/5/2021	18:28:24	1	20.4	95.60	26/5/2021	18:26:11	1	20.50	94.80	4	1.00	20.45	95.20
26/5/2021	19:31:23	1	20	116.70	26/5/2021	19:28:42	1	20.10	115.90	5	1.00	20.05	116.30
26/5/2021	20:23:57	1	19.8	134.20	26/5/2021	20:20:47	1	19.90	133.30	6	1.00	19.85	133.80
26/5/2021	21:27:03	1	19.7	155.00	26/5/2021	21:23:08	1	19.80	153.90	7	1.00	19.75	154.50
26/5/2021	22:19:39	1	19.6	172.30	26/5/2021	22:14:59	1	19.60	170.90	8	1.00	19.60	171.60
26/5/2021	23:22:50	1	19.4	192.80	26/5/2021	23:17:12	1	19.40	191.20	9	1.00	19.40	192.00
27/5/2021	00:15:27	1	19.3	209.70	27/5/2021	00:09:01	1	19.30	207.90	10	1.00	19.30	208.80
27/5/2021	01:18:37	1	19.1	229.90	27/5/2021	01:11:15	1	19.10	227.90	11	1.00	19.10	228.90
27/5/2021	02:11:13	1	19	246.60	27/5/2021	02:03:06	1	19.10	244.40	12	1.00	19.05	245.50
27/5/2021	03:14:23	1	19	266.60	27/5/2021	03:05:16	1	19.00	264.10	13	1.00	19.00	265.40
27/5/2021	04:06:59	1	18.9	283.20	27/5/2021	03:57:04	1	18.90	280.40	14	1.00	18.90	281.80
27/5/2021	05:10:05	1	18.8	303.10	27/5/2021	04:59:15	1	18.80	300.00	15	1.00	18.80	301.60
27/5/2021	06:02:36	1	18.8	319.60	27/5/2021	05:51:04	1	18.80	316.20	16	1.00	18.80	317.90
27/5/2021	07:05:40	1	18.8	339.30	27/5/2021	06:53:14	1	18.80	335.70	17	1.00	18.80	337.50
27/5/2021	07:58:15	1	19	355.90	27/5/2021	07:45:01	1	18.80	351.90	18	1.00	18.90	353.90
27/5/2021	09:01:20	1	19.3	376.00	27/5/2021	08:47:14	1	19.30	371.60	19	1.00	19.30	373.80
27/5/2021	09:53:47	1	20	393.30	27/5/2021	09:39:20	1	19.80	388.60	20	1.00	19.90	391.00

27/5/2021	10:56:54	1	20.5	414.60	27/5/2021	10:41:49	1	20.20	409.50	21	1.00	20.35	412.10
27/5/2021	11:49:27	1	20.9	432.50	27/5/2021	11:33:53	1	21.10	427.30	22	1.00	21.00	429.90
27/5/2021	12:52:23	1	21.5	454.80	27/5/2021	12:36:31	1	21.90	449.70	23	1.00	21.70	452.30
27/5/2021	13:44:47	1	21.8	473.80	27/5/2021	13:28:43	1	21.90	468.80	24	1.00	21.85	471.30
27/5/2021	14:47:40	1	22.1	496.90	27/5/2021	14:31:21	1	22.20	491.80	25	1.00	22.15	494.40
27/5/2021	15:40:08	1	22	516.10	27/5/2021	15:23:32	1	22.00	511.00	26	1.00	22.00	513.60
27/5/2021	16:43:12	1	21.7	539.00	27/5/2021	16:26:03	1	21.90	533.90	27	1.00	21.80	536.50
27/5/2021	17:35:43	1	21.3	557.90	27/5/2021	17:18:05	1	21.50	552.80	28	1.00	21.40	555.40
27/5/2021	18:38:48	1	20.7	580.00	27/5/2021	18:20:27	1	21.00	574.90	29	1.00	20.85	577.50
27/5/2021	19:31:26	1	20.5	598.10	27/5/2021	19:12:13	1	20.60	592.80	30	1.00	20.55	595.50
27/5/2021	20:34:58	1	20.3	623.20	27/5/2021	20:14:19	1	20.50	614.00	31	1.00	20.40	618.60
27/5/2021	21:27:13	1	20.2	637.40	27/5/2021	21:06:04	1	20.20	631.60	32	1.00	20.20	634.50
27/5/2021	22:30:35	1	20.1	662.10	27/5/2021	22:08:10	1	20.10	652.50	33	1.00	20.10	657.30
27/5/2021	23:23:31	1	20	679.70	27/5/2021	22:59:54	1	20.00	669.80	34	1.00	20.00	674.80
28/5/2021	00:26:08	1	20	697.20	28/5/2021	00:01:58	1	20.00	690.50	35	1.00	20.00	693.90
28/5/2021	01:18:42	1	20	714.70	28/5/2021	00:53:42	1	20.00	707.80	36	1.00	20.00	711.30
28/5/2021	02:21:46	1	20.1	735.80	28/5/2021	01:55:47	1	20.00	728.40	37	1.00	20.05	732.10
28/5/2021	03:14:19	1	20.1	753.40	28/5/2021	02:47:33	1	20.10	745.80	38	1.00	20.10	749.60
28/5/2021	04:17:19	1	20	774.50	28/5/2021	03:49:38	1	20.10	766.60	39	1.00	20.05	770.60
28/5/2021	05:09:48	1	19.9	791.90	28/5/2021	04:41:23	1	20.10	783.90	40	1.00	20.00	787.90
28/5/2021	06:12:54	1	19.8	812.80	28/5/2021	05:43:29	1	19.90	804.60	41	1.00	19.85	808.70
28/5/2021	07:05:30	1	19.6	830.10	28/5/2021	06:35:15	1	19.80	821.70	42	1.00	19.70	825.90
28/5/2021	08:08:39	1	19.8	850.70	28/5/2021	07:37:21	1	19.70	842.10	43	1.00	19.75	846.40
28/5/2021	09:01:11	1	20	868.10	28/5/2021	08:29:12	1	20.00	859.30	44	1.00	20.00	863.70
28/5/2021	10:04:16	1	19.9	889.20	28/5/2021	09:31:38	1	20.70	880.30	45	1.00	20.30	884.80
28/5/2021	10:56:53	1	19.8	906.70	28/5/2021	10:23:37	1	20.20	898.00	46	1.00	20.00	902.40
28/5/2021	11:59:59	1	20	927.60	28/5/2021	11:25:59	1	20.10	918.90	47	1.00	20.05	923.30

28/5/2021	12:52:02	1	20.3	955.90	28/5/2021	12:17:59	1	20.30	936.30	48	1.00	20.30	946.10
28/5/2021	13:55:34	1	20.3	966.50	28/5/2021	13:20:14	1	20.50	957.50	49	1.00	20.40	962.00
28/5/2021	14:48:28	1	20.5	991.60	28/5/2021	14:12:12	1	20.60	975.30	50	1.00	20.55	983.50
28/5/2021	15:51:16	1	20.5	1,005.90	28/5/2021	15:14:33	1	20.60	996.80	51	1.00	20.55	1,001.40
28/5/2021	16:43:43	1	20.3	1,023.80	28/5/2021	16:06:33	1	20.50	1,014.60	52	1.00	20.40	1,019.20
28/5/2021	17:46:45	1	20.1	1,045.00	28/5/2021	17:08:58	1	20.40	1,035.90	53	1.00	20.25	1,040.50
28/5/2021	18:39:21	1	19.8	1,062.50	28/5/2021	18:00:46	1	20.10	1,053.30	54	1.00	19.95	1,057.90
28/5/2021	19:42:29	1	19.7	1,083.20	28/5/2021	19:02:50	1	19.80	1,073.90	55	1.00	19.75	1,078.60
28/5/2021	20:35:06	1	19.6	1,100.40	28/5/2021	19:54:33	1	19.60	1,090.90	56	1.00	19.60	1,095.70
28/5/2021	21:38:14	1	19.5	1,121.00	28/5/2021	20:56:37	1	19.60	1,111.20	57	1.00	19.55	1,116.10
28/5/2021	22:30:48	1	19.3	1,138.00	28/5/2021	21:48:20	1	19.40	1,128.00	58	1.00	19.35	1,133.00
28/5/2021	23:33:56	1	19.2	1,158.20	28/5/2021	22:50:26	1	19.30	1,148.10	59	1.00	19.25	1,153.20
29/5/2021	00:26:33	1	19.2	1,175.10	28/5/2021	23:42:11	1	19.30	1,164.70	60	1.00	19.25	1,169.90
29/5/2021	01:29:42	1	19.2	1,195.30	29/5/2021	00:44:17	1	19.20	1,184.70	61	1.00	19.20	1,190.00
29/5/2021	02:22:19	1	19.1	1,212.10	29/5/2021	01:35:59	1	19.20	1,201.30	62	1.00	19.15	1,206.70
29/5/2021	03:25:25	1	19	1,232.20	29/5/2021	02:38:03	1	19.20	1,221.10	63	1.00	19.10	1,226.70
29/5/2021	04:18:02	1	19	1,248.90	29/5/2021	03:29:47	1	19.10	1,237.60	64	1.00	19.05	1,243.30
29/5/2021	05:21:09	1	18.9	1,268.80	29/5/2021	04:31:54	1	19.00	1,257.40	65	1.00	18.95	1,263.10
29/5/2021	06:13:43	1	18.8	1,285.30	29/5/2021	05:23:38	1	18.90	1,273.70	66	1.00	18.85	1,279.50
29/5/2021	07:16:48	1	18.7	1,305.10	29/5/2021	06:25:43	1	18.90	1,293.30	67	1.00	18.80	1,299.20
29/5/2021	08:09:26	1	18.7	1,321.50	29/5/2021	07:17:29	1	18.80	1,309.50	68	1.00	18.75	1,315.50
29/5/2021	09:12:35	1	18.9	1,341.30	29/5/2021	08:19:34	1	18.70	1,328.90	69	1.00	18.80	1,335.10
29/5/2021	10:05:03	1	19	1,357.90	29/5/2021	09:11:26	1	19.10	1,345.30	70	1.00	19.05	1,351.60
29/5/2021	11:08:11	1	19.6	1,378.20	29/5/2021	10:13:50	1	19.20	1,365.20	71	1.00	19.40	1,371.70
29/5/2021	12:00:40	1	19.7	1,395.30	29/5/2021	11:05:46	1	19.80	1,382.00	72	1.00	19.75	1,388.70
29/5/2021	13:03:38	1	19.7	1,416.10	29/5/2021	12:08:05	1	20.10	1,402.60	73	1.00	19.90	1,409.40
29/5/2021	13:56:05	1	20.3	1,433.60	29/5/2021	13:00:03	1	20.10	1,420.00	74	1.00	20.20	1,426.80

29/5/2021	14:59:00	1	20.4	1,455.00	29/5/2021	14:02:37	1	20.70	1,441.20	75	1.00	20.55	1,448.10
29/5/2021	15:51:33	1	20.3	1,472.90	29/5/2021	14:54:43	1	20.70	1,459.20	76	1.00	20.50	1,466.10
29/5/2021	16:54:33	1	20.2	1,494.10	29/5/2021	15:57:06	1	20.50	1,480.70	77	1.00	20.35	1,487.40
29/5/2021	17:47:11	1	19.8	1,511.70	29/5/2021	16:49:08	1	20.20	1,498.30	78	1.00	20.00	1,505.00
29/5/2021	18:50:21	1	19.5	1,532.40	29/5/2021	17:51:13	1	19.90	1,519.10	79	1.00	19.70	1,525.80
29/5/2021	19:42:54	1	19.4	1,549.40	29/5/2021	18:42:57	1	19.60	1,536.20	80	1.00	19.50	1,542.80
29/5/2021	20:45:58	1	19.2	1,569.70	29/5/2021	19:45:06	1	19.40	1,556.40	81	1.00	19.30	1,563.10
29/5/2021	21:38:28	1	19.1	1,586.50	29/5/2021	20:36:54	1	19.30	1,573.10	82	1.00	19.20	1,579.80
29/5/2021	22:41:23	1	19	1,606.40	29/5/2021	21:39:02	1	19.20	1,593.00	83	1.00	19.10	1,599.70
29/5/2021	23:33:52	1	18.9	1,623.00	29/5/2021	22:30:49	1	19.10	1,609.50	84	1.00	19.00	1,616.30
30/5/2021	00:36:50	1	18.8	1,642.80	29/5/2021	23:32:56	1	19.00	1,629.20	85	1.00	18.90	1,636.00
30/5/2021	01:29:16	1	18.7	1,659.20	30/5/2021	00:24:40	1	18.80	1,645.50	86	1.00	18.75	1,652.40
30/5/2021	02:32:17	1	18.7	1,678.90	30/5/2021	01:26:47	1	18.80	1,664.90	87	1.00	18.75	1,671.90
30/5/2021	03:24:47	1	18.7	1,695.20	30/5/2021	02:18:32	1	18.70	1,681.20	88	1.00	18.70	1,688.20
30/5/2021	04:27:54	1	18.7	1,714.90	30/5/2021	03:20:39	1	18.80	1,700.60	89	1.00	18.75	1,707.80
30/5/2021	05:20:28	1	18.7	1,731.30	30/5/2021	04:12:26	1	18.80	1,716.80	90	1.00	18.75	1,724.10
30/5/2021	06:23:35	1	18.7	1,751.00	30/5/2021	05:14:33	1	18.70	1,736.10	91	1.00	18.70	1,743.60
30/5/2021	07:16:11	1	18.6	1,767.30	30/5/2021	06:06:19	1	18.70	1,752.30	92	1.00	18.65	1,759.80
30/5/2021	08:19:12	1	18.8	1,786.90	30/5/2021	07:08:23	1	18.60	1,771.60	93	1.00	18.70	1,779.30
30/5/2021	09:11:44	1	18.9	1,803.40	30/5/2021	08:00:08	1	18.70	1,787.70	94	1.00	18.80	1,795.60
30/5/2021	10:14:43	1	19.3	1,823.30	30/5/2021	09:02:33	1	19.00	1,807.30	95	1.00	19.15	1,815.30
30/5/2021	11:17:38	1	19.6	1,843.80	30/5/2021	10:04:56	1	19.40	1,827.20	96	1.00	19.50	1,835.50
30/5/2021	12:20:28	1	19.9	1,864.50	30/5/2021	11:07:23	1	19.80	1,847.70	97	1.00	19.85	1,856.10
30/5/2021	13:23:22	1	20.3	1,885.50	30/5/2021	12:13:13	1	20.40	1,869.80	98	1.00	20.35	1,877.70
30/5/2021	14:26:14	1	20.8	1,907.00	30/5/2021	13:15:06	1	20.80	1,890.80	99	1.00	20.80	1,898.90
30/5/2021	15:29:06	1	20.9	1,928.80						100	1.00	20.90	1,928.80
30/5/2021	16:32:09	1	20.8	1,950.70						101	1.00	20.80	1,950.70

30/5/2021	17:35:11	1	20.5	1,972.30	102	1.00	20.50	1,972.30
30/5/2021	18:38:13	1	20.1	1,993.60	103	1.00	20.10	1,993.60
30/5/2021	19:41:18	1	19.9	2,014.70	104	1.00	19.90	2,014.70
30/5/2021	20:44:26	1	19.7	2,035.50	105	1.00	19.70	2,035.50
30/5/2021	21:47:34	1	19.4	2,056.10	106	1.00	19.40	2,056.10
30/5/2021	22:50:41	1	19.3	2,076.40	107	1.00	19.30	2,076.40
30/5/2021	23:53:47	1	19.2	2,096.70	108	1.00	19.20	2,096.70
31/5/2021	00:56:54	1	19.1	2,116.90	109	1.00	19.10	2,116.90
31/5/2021	01:59:59	1	19	2,136.90	110	1.00	19.00	2,136.90
31/5/2021	03:03:05	1	18.9	2,156.80	111	1.00	18.90	2,156.80
31/5/2021	04:06:13	1	18.8	2,176.70	112	1.00	18.80	2,176.70
31/5/2021	05:09:21	1	18.8	2,196.50	113	1.00	18.80	2,196.50
31/5/2021	06:12:27	1	18.7	2,216.10	114	1.00	18.70	2,216.10
31/5/2021	07:15:33	1	18.7	2,235.80	115	1.00	18.70	2,235.80
31/5/2021	08:18:34	1	18.5	2,255.30	116	1.00	18.50	2,255.30
31/5/2021	09:21:43	1	19	2,275.10	117	1.00	19.00	2,275.10
31/5/2021	10:24:47	1	19	2,294.90	118	1.00	19.00	2,294.90
31/5/2021	11:27:41	1	19.6	2,315.10	119	1.00	19.60	2,315.10
31/5/2021	12:30:35	1	20.2	2,336.00	120	1.00	20.20	2,336.00
31/5/2021	13:33:28	1	20.5	2,357.40	121	1.00	20.50	2,357.40
31/5/2021	14:36:20	1	21	2,379.20	122	1.00	21.00	2,379.20
31/5/2021	15:39:15	1	21.1	2,401.30	123	1.00	21.10	2,401.30
31/5/2021	16:42:17	1	21	2,423.50	124	1.00	21.00	2,423.50
31/5/2021	17:45:15	1	20.5	2,445.20	125	1.00	20.50	2,445.20
31/5/2021	18:48:22	1	20.1	2,466.60	126	1.00	20.10	2,466.60
31/5/2021	19:51:31	1	19.7	2,487.50	127	1.00	19.70	2,487.50
31/5/2021	20:54:40	1	19.5	2,508.20	128	1.00	19.50	2,508.20

31/5/2021	21:57:49	1	19.4	2,528.60	129	1.00	19.40	2,528.60
31/5/2021	23:00:58	1	19.2	2,549.00	130	1.00	19.20	2,549.00
1/6/2021	00:04:06	1	19.1	2,569.10	131	1.00	19.10	2,569.10
1/6/2021	01:07:13	1	19	2,589.20	132	1.00	19.00	2,589.20
1/6/2021	02:10:18	1	18.9	2,609.10	133	1.00	18.90	2,609.10
1/6/2021	03:13:25	1	18.9	2,629.00	134	1.00	18.90	2,629.00
1/6/2021	04:16:32	1	18.9	2,648.90	135	1.00	18.90	2,648.90
1/6/2021	05:19:40	1	18.9	2,668.70	136	1.00	18.90	2,668.70
1/6/2021	06:22:50	1	18.9	2,688.60	137	1.00	18.90	2,688.60
1/6/2021	07:25:54	1	18.8	2,708.40	138	1.00	18.80	2,708.40
1/6/2021	08:29:00	1	18.6	2,728.10	139	1.00	18.60	2,728.10
1/6/2021	09:32:03	1	19	2,747.80	140	1.00	19.00	2,747.80
1/6/2021	10:35:01	1	19.5	2,768.00	141	1.00	19.50	2,768.00
1/6/2021	11:37:58	1	19.7	2,788.60	142	1.00	19.70	2,788.60
1/6/2021	12:40:52	1	19.9	2,809.40	143	1.00	19.90	2,809.40
1/6/2021	13:43:45	1	20.3	2,830.50	144	1.00	20.30	2,830.50
1/6/2021	14:46:37	1	20.5	2,851.80	145	1.00	20.50	2,851.80
1/6/2021	15:49:41	1	20.4	2,873.40	146	1.00	20.40	2,873.40
1/6/2021	16:52:42	1	20	2,894.60	147	1.00	20.00	2,894.60
1/6/2021	17:55:38	1	19.9	2,915.60	148	1.00	19.90	2,915.60
1/6/2021	18:58:43	1	19.5	2,936.40	149	1.00	19.50	2,936.40
1/6/2021	20:01:51	1	19.3	2,956.80	150	1.00	19.30	2,956.80
1/6/2021	21:04:55	1	19.2	2,977.00	151	1.00	19.20	2,977.00
1/6/2021	22:07:57	1	19.1	2,997.10	152	1.00	19.10	2,997.10
1/6/2021	23:11:03	1	19	3,017.20	153	1.00	19.00	3,017.20
2/6/2021	00:14:12	1	19	3,037.20	154	1.00	19.00	3,037.20
2/6/2021	01:17:22	1	18.9	3,057.10	155	1.00	18.90	3,057.10

2/6/2021	02:20:26	1	18.9	3,076.90	156	1.00	18.90	3,076.90
2/6/2021	03:23:30	1	18.8	3,096.80	157	1.00	18.80	3,096.80
2/6/2021	04:26:31	1	18.8	3,116.50	158	1.00	18.80	3,116.50
2/6/2021	05:29:32	1	18.7	3,136.30	159	1.00	18.70	3,136.30
2/6/2021	06:32:28	1	18.7	3,155.90	160	1.00	18.70	3,155.90
2/6/2021	07:35:25	1	18.5	3,175.40	161	1.00	18.50	3,175.40
2/6/2021	08:38:30	1	18.5	3,194.80	162	1.00	18.50	3,194.80
2/6/2021	09:41:29	1	18.7	3,214.30	163	1.00	18.70	3,214.30
2/6/2021	10:44:33	1	18.7	3,234.00	164	1.00	18.70	3,234.00
2/6/2021	11:47:24	1	19.5	3,254.00	165	1.00	19.50	3,254.00
2/6/2021	12:50:17	1	19.7	3,274.50	166	1.00	19.70	3,274.50
2/6/2021	13:53:11	1	20.2	3,295.30	167	1.00	20.20	3,295.30
2/6/2021	14:45:36	1	20.3	3,313.10	168	1.00	20.30	3,313.10

Nota. Datos procesados de la temperatura del concreto, obtenidos a tiempo real por los dos sensores (2 primeras tablas) y en la parte ultima (ultima tabla) se muestra el promedio de los datos anteriores para el concreto con 0.75% de aditivo retardante. Elaboración propia (2021)

Tabla 62: Datos de Temperatura y Madurez del concreto-Muestra al 1.00%

MEZCLA 1.00% - 1					MEZCLA 1.00% - 2					MEZCLA 1.00% - PROMEDIO			
Fecha	Hora	Tiempo (h)	Temperatura °C	Madurez °C x h	Fecha	Hora	Tiempo (h)	Temperatura °C	Madurez °C x h	Edad (h)	Incremento de edad (h)	Temperatura Prom. °C	Madurez Prom. °C x h
1/6/2021	19:19:52	0	19.3	0.00	1/6/2021	19:19:27	0	19.1	0.00	0	-	19.20	0.00
1/6/2021	20:22:47	1	19.1	20.10	1/6/2021	20:22:21	1	19	20.00	1	1.00	19.05	20.10
1/6/2021	21:15:14	1	19.1	36.80	1/6/2021	21:14:46	1	18.9	36.50	2	1.00	19.00	36.70
1/6/2021	22:18:11	1	19	56.80	1/6/2021	22:17:40	1	18.9	56.40	3	1.00	18.95	56.60
1/6/2021	23:10:40	1	19	73.40	1/6/2021	23:10:07	1	18.9	72.90	4	1.00	18.95	73.20
2/6/2021	00:13:38	1	19	93.30	2/6/2021	00:13:01	1	18.8	92.70	5	1.00	18.90	93.00
2/6/2021	01:06:07	1	19	109.90	2/6/2021	01:05:25	1	18.8	109.10	6	1.00	18.90	109.50
2/6/2021	02:09:08	1	18.9	129.80	2/6/2021	02:08:18	1	18.8	128.80	7	1.00	18.85	129.30
2/6/2021	03:01:51	1	18.9	146.50	2/6/2021	03:00:44	1	18.8	145.30	8	1.00	18.85	145.90
2/6/2021	04:05:17	1	18.7	166.30	2/6/2021	04:03:37	1	18.6	164.90	9	1.00	18.65	165.60
2/6/2021	04:58:09	1	18.7	182.80	2/6/2021	04:56:01	1	18.5	181.10	10	1.00	18.60	182.00
2/6/2021	06:01:39	1	18.6	202.50	2/6/2021	05:58:55	1	18.4	200.40	11	1.00	18.50	201.50
2/6/2021	06:54:34	1	18.4	218.80	2/6/2021	06:51:18	1	18.3	216.50	12	1.00	18.35	217.70
2/6/2021	07:57:59	1	18.4	238.30	2/6/2021	07:54:09	1	18.3	235.70	13	1.00	18.35	237.00
2/6/2021	08:50:33	1	18.6	254.50	2/6/2021	08:46:32	1	18.5	251.80	14	1.00	18.55	253.20
2/6/2021	09:53:30	1	19	274.20	2/6/2021	09:49:23	1	18.8	271.20	15	1.00	18.90	272.70
2/6/2021	10:45:58	1	19.4	290.90	2/6/2021	10:41:43	1	19.2	287.80	16	1.00	19.30	289.40
2/6/2021	11:49:20	1	20.3	312.10	2/6/2021	11:44:28	1	20.4	308.60	17	1.00	20.35	310.40
2/6/2021	12:42:12	1	20.5	330.20	2/6/2021	12:36:45	1	20.7	326.40	18	1.00	20.60	328.30
2/6/2021	13:45:40	1	21	352.10	2/6/2021	13:39:28	1	21	348.00	19	1.00	21.00	350.10
2/6/2021	14:38:29	1	21	370.60	2/6/2021	14:31:45	1	21	366.30	20	1.00	21.00	368.50
2/6/2021	15:41:31	1	20.4	392.30	2/6/2021	15:34:31	1	20.4	387.90	21	1.00	20.40	390.10

2/6/2021	16:34:00	1	20.3	410.20	2/6/2021	16:26:50	1	20.4	405.60	22	1.00	20.35	407.90
2/6/2021	17:36:58	1	20	431.30	2/6/2021	17:29:39	1	20	426.70	23	1.00	20.00	429.00
2/6/2021	18:29:26	1	19.7	448.70	2/6/2021	18:22:02	1	19.6	444.00	24	1.00	19.65	446.40
2/6/2021	19:32:23	1	19.4	469.20	2/6/2021	19:24:54	1	19.3	464.40	25	1.00	19.35	466.80
2/6/2021	20:24:52	1	19.2	486.10	2/6/2021	20:17:17	1	19.1	481.10	26	1.00	19.15	483.60
2/6/2021	21:27:50	1	19.2	506.30	2/6/2021	21:20:11	1	19.1	501.10	27	1.00	19.15	503.70
2/6/2021	22:20:19	1	19.2	523.10	2/6/2021	22:12:34	1	19	517.70	28	1.00	19.10	520.40
2/6/2021	23:23:18	1	19.2	543.20	2/6/2021	23:15:26	1	19.1	537.70	29	1.00	19.15	540.50
3/6/2021	00:15:46	1	19.3	560.00	3/6/2021	00:07:52	1	19.1	554.40	30	1.00	19.20	557.20
3/6/2021	01:18:44	1	19.3	580.30	3/6/2021	01:10:46	1	19.2	574.50	31	1.00	19.25	577.40
3/6/2021	02:11:13	1	19.4	597.20	3/6/2021	02:03:12	1	19.2	591.30	32	1.00	19.30	594.30
3/6/2021	03:14:13	1	19.4	617.50	3/6/2021	03:06:05	1	19.3	611.40	33	1.00	19.35	614.50
3/6/2021	04:06:45	1	19.4	634.50	3/6/2021	03:58:29	1	19.3	628.30	34	1.00	19.35	631.40
3/6/2021	05:09:45	1	19.5	654.90	3/6/2021	05:01:22	1	19.4	648.60	35	1.00	19.45	651.80
3/6/2021	06:02:18	1	19.6	672.10	3/6/2021	05:53:45	1	19.5	665.60	36	1.00	19.55	668.90
3/6/2021	07:05:18	1	19.7	692.80	3/6/2021	06:56:40	1	19.6	686.10	37	1.00	19.65	689.50
3/6/2021	07:57:46	1	19.8	710.00	3/6/2021	07:49:02	1	19.7	703.20	38	1.00	19.75	706.60
3/6/2021	09:00:42	1	20.3	731.10	3/6/2021	08:51:51	1	20.3	724.00	39	1.00	20.30	727.60
3/6/2021	09:53:13	1	21.3	749.20	3/6/2021	09:44:10	1	21	742.00	40	1.00	21.15	745.60
3/6/2021	10:56:34	1	21.7	772.00	3/6/2021	10:46:55	1	21.8	764.40	41	1.00	21.75	768.20
3/6/2021	11:49:29	1	22.7	791.70	3/6/2021	11:39:11	1	22.6	783.50	42	1.00	22.65	787.60
3/6/2021	12:53:04	1	23.6	816.20	3/6/2021	12:41:48	1	23.6	807.50	43	1.00	23.60	811.90
3/6/2021	13:46:04	1	23.4	837.20	3/6/2021	13:33:59	1	24	828.00	44	1.00	23.70	832.60
3/6/2021	14:49:36	1	24	862.40	3/6/2021	14:36:38	1	23.7	852.60	45	1.00	23.85	857.50
3/6/2021	15:42:30	1	22.1	882.80	3/6/2021	15:28:52	1	22.5	872.70	46	1.00	22.30	877.80
3/6/2021	16:45:56	1	22.1	906.20	3/6/2021	16:31:39	1	22	895.80	47	1.00	22.05	901.00
3/6/2021	17:38:30	1	21.6	925.40	3/6/2021	17:24:01	1	21.6	914.90	48	1.00	21.60	920.20

3/6/2021	18:41:26	1	21	947.80	3/6/2021	18:26:53	1	21	937.30	49	1.00	21.00	942.60
3/6/2021	19:33:54	1	20.8	966.00	3/6/2021	19:19:19	1	20.7	955.50	50	1.00	20.75	960.80
3/6/2021	20:36:50	1	20.5	987.70	3/6/2021	20:22:13	1	20.4	977.10	51	1.00	20.45	982.40
3/6/2021	21:29:16	1	20.3	1005.50	3/6/2021	21:14:39	1	20.3	994.90	52	1.00	20.30	1,000.20
3/6/2021	22:32:13	1	20.2	1026.80	3/6/2021	22:17:35	1	20.1	1016.00	53	1.00	20.15	1,021.40
3/6/2021	23:24:39	1	20.1	1044.40	3/6/2021	23:10:03	1	20	1033.60	54	1.00	20.05	1,039.00
4/6/2021	00:27:36	1	19.9	1065.40	4/6/2021	00:13:00	1	19.9	1054.50	55	1.00	19.90	1,060.00
4/6/2021	01:20:03	1	19.8	1082.70	4/6/2021	01:05:27	1	19.8	1071.90	56	1.00	19.80	1,077.30
4/6/2021	02:22:59	1	19.7	1103.50	4/6/2021	02:08:25	1	19.6	1092.60	57	1.00	19.65	1,098.10
4/6/2021	03:15:26	1	19.7	1120.70	4/6/2021	03:00:51	1	19.6	1109.70	58	1.00	19.65	1,115.20
4/6/2021	04:18:25	1	19.4	1141.20	4/6/2021	04:03:48	1	19.4	1130.20	59	1.00	19.40	1,135.70
4/6/2021	05:10:54	1	19.3	1158.10	4/6/2021	04:56:15	1	19.3	1147.10	60	1.00	19.30	1,152.60
4/6/2021	06:13:52	1	19.2	1178.30	4/6/2021	05:59:13	1	19.1	1167.20	61	1.00	19.15	1,172.80
4/6/2021	07:06:20	1	19.1	1195.10	4/6/2021	06:51:39	1	19.1	1183.90	62	1.00	19.10	1,189.50
4/6/2021	08:09:16	1	19.2	1215.10	4/6/2021	07:54:34	1	19	1203.80	63	1.00	19.10	1,209.50
4/6/2021	09:01:42	1	19.2	1231.80	4/6/2021	08:46:58	1	19.1	1220.40	64	1.00	19.15	1,226.10
4/6/2021	10:04:46	1	19.5	1252.20	4/6/2021	09:49:49	1	19.2	1240.50	65	1.00	19.35	1,246.40
4/6/2021	10:57:34	1	20	1269.60	4/6/2021	10:42:10	1	19.5	1257.40	66	1.00	19.75	1,263.50
4/6/2021	12:01:05	1	20.7	1290.90	4/6/2021	11:44:53	1	20.5	1278.20	67	1.00	20.60	1,284.60
4/6/2021	12:54:04	1	21.3	1309.40	4/6/2021	12:37:04	1	20.9	1296.10	68	1.00	21.10	1,302.80
4/6/2021	13:57:31	1	21.1	1331.70	4/6/2021	13:39:48	1	20.8	1318.20	69	1.00	20.95	1,325.00
4/6/2021	14:50:08	1	20.8	1350.00	4/6/2021	14:32:07	1	20.9	1336.50	70	1.00	20.85	1,343.30
4/6/2021	15:53:11	1	20.7	1371.70	4/6/2021	15:34:54	1	20.6	1358.10	71	1.00	20.65	1,364.90
4/6/2021	16:45:43	1	20.5	1389.70	4/6/2021	16:27:15	1	20.3	1376.00	72	1.00	20.40	1,382.90
4/6/2021	17:48:42	1	20.4	1411.10	4/6/2021	17:30:04	1	20.3	1397.20	73	1.00	20.35	1,404.20
4/6/2021	18:41:08	1	20	1428.80	4/6/2021	18:22:27	1	20.1	1414.90	74	1.00	20.05	1,421.90
4/6/2021	19:44:03	1	19.7	1449.60	4/6/2021	19:25:19	1	19.8	1435.80	75	1.00	19.75	1,442.70

4/6/2021	20:36:30	1	19.6	1466.80	4/6/2021	20:17:44	1	19.6	1453.00	76	1.00	19.60	1,459.90
4/6/2021	21:39:25	1	19.5	1487.30	4/6/2021	21:20:39	1	19.5	1473.50	77	1.00	19.50	1,480.40
4/6/2021	22:31:52	1	19.4	1504.20	4/6/2021	22:13:04	1	19.4	1490.50	78	1.00	19.40	1,497.40
4/6/2021	23:34:48	1	19.2	1524.50	4/6/2021	23:15:58	1	19.2	1510.70	79	1.00	19.20	1,517.60
5/6/2021	00:27:15	1	19.2	1541.30	5/6/2021	00:08:24	1	19.2	1527.50	80	1.00	19.20	1,534.40
5/6/2021	01:30:11	1	19.1	1561.40	5/6/2021	01:11:18	1	19.1	1547.60	81	1.00	19.10	1,554.50
5/6/2021	02:22:38	1	19.1	1578.10	5/6/2021	02:03:43	1	19.1	1564.30	82	1.00	19.10	1,571.20
5/6/2021	03:25:34	1	19	1598.10	5/6/2021	03:06:39	1	19	1584.30	83	1.00	19.00	1,591.20
5/6/2021	04:18:02	1	19.1	1614.80	5/6/2021	03:59:05	1	19	1600.90	84	1.00	19.05	1,607.90
5/6/2021	05:21:00	1	19	1634.70	5/6/2021	05:02:00	1	19	1620.80	85	1.00	19.00	1,627.80
5/6/2021	06:13:27	1	19	1651.40	5/6/2021	05:54:24	1	18.9	1637.40	86	1.00	18.95	1,644.40
5/6/2021	07:16:25	1	18.9	1671.20	5/6/2021	06:57:19	1	18.9	1657.20	87	1.00	18.90	1,664.20
5/6/2021	08:08:51	1	19	1687.80	5/6/2021	07:49:46	1	18.9	1673.70	88	1.00	18.95	1,680.80
5/6/2021	09:11:47	1	19.1	1707.80	5/6/2021	08:52:40	1	18.9	1693.50	89	1.00	19.00	1,700.70
5/6/2021	10:04:23	1	19.5	1724.80	5/6/2021	09:44:59	1	19.4	1710.10	90	1.00	19.45	1,717.50
5/6/2021	10:57:14	1	19.9	1742.20	5/6/2021	10:37:20	1	19.8	1727.10	91	1.00	19.85	1,734.70
5/6/2021	12:00:40	1	20.2	1763.60	5/6/2021	11:40:08	1	20.3	1748.10	92	1.00	20.25	1,755.90
5/6/2021	12:53:32	1	20.6	1781.60	5/6/2021	12:42:56	1	20.1	1769.30	93	1.00	20.35	1,775.50
5/6/2021	13:56:59	1	20.5	1803.40	5/6/2021	13:45:44	1	20.8	1790.80	94	1.00	20.65	1,797.10
5/6/2021	14:49:50	1	20.8	1821.60	5/6/2021	14:48:29	1	20.4	1812.20	95	1.00	20.60	1,816.90
5/6/2021	15:53:17	1	20.9	1843.80	5/6/2021	15:51:18	1	20.8	1834.10	96	1.00	20.85	1,839.00
5/6/2021	16:46:02	1	20.8	1862.20	5/6/2021	16:54:07	1	20.8	1855.90	97	1.00	20.80	1,859.10
5/6/2021	17:49:01	1	20.8	1884.10	5/6/2021	17:56:57	1	20.7	1877.70	98	1.00	20.75	1,880.90
5/6/2021	18:51:57	1	20.3	1905.60	5/6/2021	18:59:51	1	20.3	1899.10	99	1.00	20.30	1,902.40
5/6/2021	19:54:52	1	20.1	1926.90	5/6/2021	20:02:43	1	20	1920.20	100	1.00	20.05	1,923.60
5/6/2021	20:57:47	1	19.9	1947.90	5/6/2021	21:05:39	1	19.9	1941.20	101	1.00	19.90	1,944.60
5/6/2021	22:00:40	1	19.7	1968.70	5/6/2021	22:08:33	1	19.7	1961.90	102	1.00	19.70	1,965.30

5/6/2021	23:03:35	1	19.7	1989.40	5/6/2021	23:11:27	1	19.6	1982.60	103	1.00	19.65	1,986.00
6/6/2021	00:06:30	1	19.6	2009.90	6/6/2021	00:14:21	1	19.5	2003.10	104	1.00	19.55	2,006.50
6/6/2021	01:09:26	1	19.5	2030.40	6/6/2021	01:17:16	1	19.5	2023.60	105	1.00	19.50	2,027.00
6/6/2021	02:12:21	1	19.5	2050.80	6/6/2021	02:20:11	1	19.5	2044.00	106	1.00	19.50	2,047.40
6/6/2021	03:15:16	1	19.4	2071.20	6/6/2021	03:23:05	1	19.4	2064.40	107	1.00	19.40	2,067.80
6/6/2021	04:18:11	1	19.4	2091.60	6/6/2021	04:25:59	1	19.4	2084.70	108	1.00	19.40	2,088.20
6/6/2021	05:21:06	1	19.4	2111.90	6/6/2021	05:28:54	1	19.4	2105.00	109	1.00	19.40	2,108.50
6/6/2021	06:24:01	1	19.4	2132.30	6/6/2021	06:31:50	1	19.4	2125.40	110	1.00	19.40	2,128.90
6/6/2021	07:26:56	1	19.3	2152.50	6/6/2021	07:34:45	1	19.2	2145.60	111	1.00	19.25	2,149.10
6/6/2021	08:29:52	1	19.5	2172.80	6/6/2021	08:37:35	1	19.3	2165.80	112	1.00	19.40	2,169.30
6/6/2021	09:32:50	1	19.6	2193.20	6/6/2021	09:40:25	1	19.3	2186.00	113	1.00	19.45	2,189.60
6/6/2021	10:35:52	1	19.9	2213.80	6/6/2021	10:43:12	1	19.7	2206.40	114	1.00	19.80	2,210.10
6/6/2021	11:39:05	1	20.1	2234.80	6/6/2021	11:46:00	1	20.1	2227.10	115	1.00	20.10	2,231.00
6/6/2021	12:42:31	1	20.4	2256.20	6/6/2021	12:48:46	1	20.3	2248.30	116	1.00	20.35	2,252.30
6/6/2021	13:45:57	1	20.6	2277.80	6/6/2021	13:51:31	1	20.6	2269.60	117	1.00	20.60	2,273.70
6/6/2021	14:49:25	1	20.9	2299.80	6/6/2021	14:54:17	1	20.9	2291.20	118	1.00	20.90	2,295.50
6/6/2021	15:52:41	1	20.7	2321.80	6/6/2021	15:57:04	1	20.8	2312.90	119	1.00	20.75	2,317.40
6/6/2021	16:55:42	1	20.8	2343.50	6/6/2021	16:59:53	1	20.7	2334.40	120	1.00	20.75	2,339.00
6/6/2021	17:58:39	1	20.5	2365.10	6/6/2021	18:02:46	1	20.4	2356.00	121	1.00	20.45	2,360.60
6/6/2021	19:01:36	1	20.1	2386.40	6/6/2021	19:05:37	1	20	2377.20	122	1.00	20.05	2,381.80
6/6/2021	20:04:31	1	19.8	2407.30	6/6/2021	20:08:30	1	19.8	2398.10	123	1.00	19.80	2,402.70
6/6/2021	21:07:27	1	19.8	2428.10	6/6/2021	21:11:23	1	19.7	2418.80	124	1.00	19.75	2,423.50
6/6/2021	22:10:23	1	19.6	2448.70	6/6/2021	22:14:18	1	19.6	2439.40	125	1.00	19.60	2,444.10
6/6/2021	23:13:18	1	19.6	2469.30	6/6/2021	23:17:09	1	19.6	2459.90	126	1.00	19.60	2,464.60
7/6/2021	00:16:14	1	19.5	2489.80	7/6/2021	00:20:00	1	19.5	2480.40	127	1.00	19.50	2,485.10
7/6/2021	01:19:13	1	19.3	2510.10	7/6/2021	01:22:55	1	19.2	2500.70	128	1.00	19.25	2,505.40
7/6/2021	02:22:09	1	19.3	2530.40	7/6/2021	02:25:49	1	19.3	2520.90	129	1.00	19.30	2,525.70

7/6/2021	03:25:06	1	19.2	2550.50	7/6/2021	03:28:41	1	19.2	2541.00	130	1.00	19.20	2,545.80
7/6/2021	04:28:14	1	19.1	2570.80	7/6/2021	04:31:34	1	19.1	2561.20	131	1.00	19.10	2,566.00
7/6/2021	05:31:43	1	18.9	2590.80	7/6/2021	05:34:28	1	19	2581.10	132	1.00	18.95	2,586.00
7/6/2021	06:35:09	1	18.7	2610.70	7/6/2021	06:37:22	1	18.9	2601.00	133	1.00	18.80	2,605.90
7/6/2021	07:38:19	1	18.7	2630.40	7/6/2021	07:40:16	1	18.9	2620.80	134	1.00	18.80	2,625.60
7/6/2021	08:41:14	1	18.8	2650.10	7/6/2021	08:43:10	1	18.8	2640.50	135	1.00	18.80	2,645.30
7/6/2021	09:44:14	1	18.9	2669.90	7/6/2021	09:45:59	1	18.7	2660.10	136	1.00	18.80	2,665.00
7/6/2021	10:47:40	1	19.7	2690.30	7/6/2021	10:48:45	1	19.5	2680.10	137	1.00	19.60	2,685.20
7/6/2021	11:51:14	1	20.2	2711.70	7/6/2021	11:51:25	1	20	2701.10	138	1.00	20.10	2,706.40
7/6/2021	12:54:43	1	20.7	2733.50	7/6/2021	12:54:10	1	20.7	2722.70	139	1.00	20.70	2,728.10
7/6/2021	13:58:12	1	21.1	2755.50	7/6/2021	13:56:58	1	21.1	2744.50	140	1.00	21.10	2,750.00
7/6/2021	15:01:24	1	20.6	2777.50	7/6/2021	14:59:47	1	20.6	2766.20	141	1.00	20.60	2,771.90
7/6/2021	16:04:25	1	20.5	2799.20	7/6/2021	16:02:37	1	20.4	2787.80	142	1.00	20.45	2,793.50
7/6/2021	17:07:27	1	20.7	2820.80	7/6/2021	17:05:29	1	20.6	2809.30	143	1.00	20.65	2,815.10
7/6/2021	18:10:26	1	20.6	2842.50	7/6/2021	18:08:22	1	20.5	2830.90	144	1.00	20.55	2,836.70
7/6/2021	19:13:24	1	20.1	2863.80	7/6/2021	19:11:16	1	20.1	2852.20	145	1.00	20.10	2,858.00
7/6/2021	20:16:20	1	19.9	2884.80	7/6/2021	20:14:10	1	19.8	2873.10	146	1.00	19.85	2,879.00
7/6/2021	21:19:18	1	19.7	2905.50	7/6/2021	21:17:04	1	19.7	2893.80	147	1.00	19.70	2,899.70
7/6/2021	22:22:16	1	19.5	2926.10	7/6/2021	22:19:57	1	19.5	2914.40	148	1.00	19.50	2,920.30
7/6/2021	23:25:12	1	19.4	2946.50	7/6/2021	23:22:50	1	19.4	2934.80	149	1.00	19.40	2,940.70
8/6/2021	00:28:11	1	19.3	2966.80	8/6/2021	00:25:43	1	19.3	2955.10	150	1.00	19.30	2,961.00
8/6/2021	01:31:09	1	19.2	2987.00	8/6/2021	01:28:32	1	19.2	2975.20	151	1.00	19.20	2,981.10
8/6/2021	02:34:08	1	19.1	3007.00	8/6/2021	02:31:21	1	19.1	2995.20	152	1.00	19.10	3,001.10
8/6/2021	03:37:06	1	19.1	3027.10	8/6/2021	03:34:11	1	19	3015.20	153	1.00	19.05	3,021.20
8/6/2021	04:40:04	1	19	3047.10	8/6/2021	04:36:58	1	19	3035.10	154	1.00	19.00	3,041.10
8/6/2021	05:43:06	1	18.9	3067.00	8/6/2021	05:39:47	1	18.9	3054.90	155	1.00	18.90	3,061.00
8/6/2021	06:46:10	1	18.8	3086.90	8/6/2021	06:42:37	1	18.8	3074.70	156	1.00	18.80	3,080.80

8/6/2021	07:49:10	1	18.8	3106.60	8/6/2021	07:45:25	1	18.8	3094.40	157	1.00	18.80	3,100.50
8/6/2021	08:52:07	1	19.1	3126.50	8/6/2021	08:48:14	1	19	3114.00	158	1.00	19.05	3,120.30
8/6/2021	09:55:06	1	19.3	3146.60	8/6/2021	09:51:00	1	19.2	3133.90	159	1.00	19.25	3,140.30
8/6/2021	10:58:30	1	20	3167.20	8/6/2021	10:53:44	1	19.9	3154.20	160	1.00	19.95	3,160.70
8/6/2021	12:01:56	1	19.6	3185.00	8/6/2021	11:56:29	1	20.1	3175.20	161	1.00	19.85	3,180.10
8/6/2021	13:05:26	1	20.5	3206.40	8/6/2021	12:59:09	1	20.8	3196.40	162	1.00	20.65	3,201.40
8/6/2021	14:08:27	1	19.6	3228.50						163	1.00	19.6	3,228.50
8/6/2021	15:11:28	1	20.5	3249.60						164	1.00	20.5	3,249.60
8/6/2021	16:14:14	1	22.6	3270.90						165	1.00	22.6	3,270.90
8/6/2021	17:17:12	1	21.6	3298.20						166	1.00	21.6	3,298.20
8/6/2021	18:20:13	1	20.5	3307.20						167	1.00	20.5	3,307.20
8/6/2021	19:23:14	1	22.6	3328.20						168	1.00	22.6	3,328.20

Nota. Datos procesados de la temperatura del concreto, obtenidos a tiempo real por los dos sensores (2 primeras tablas) y en la parte ultima (ultima tabla) se muestra el promedio de los datos anteriores para el concreto con 1.00% de aditivo retardante. Elaboración propia (2021)

ANEXO N° 13: Registro de resistencia de laboratorio

Tabla 63

Resultado de resistencia a la compresión-Muestra Patrón

Edad de Referencia (días)	Edad (h)	Resistencia a la compresión		
		f'c Ind (MPa)	Variación < 10%	f'c prom (MPa)
1	24	3.2	6%	3
		3.0		
2	48	7.4	7%	7
		7.0		
		6.9		
3	72	10.7	9%	10
		9.8		
		10.8		
		13.9		
5	120	15.3	9%	15
7	168	17.1	6%	16
		16.2		
		16.1		
		16.1		

Nota. La tabla muestra la resistencia a la compresión (método convencional) del concreto patrón para cada edad estudiada; además, se observa que existe una variación menor al 10% entre sus datos, cumpliendo así con la norma NTP 339.217. Elaboración propia (2021).

Tabla 64

Resultado de resistencia a la compresión-Muestra al 0.25%

Edad de Referencia (días)	Edad (h)	Resistencia a la compresión		
		f'c Ind (MPa)	Variación < 10%	f'c prom (MPa)
1	24	3.2	9%	3
		3.5		
2	48	9.3	4%	9
		9.7		
		9.3		
3	72	15.1	1%	15
		15.0		
5	120	17.1	5%	17
		17.9		
		17.2		
7	168	21.2	5%	21
		20.1		
		20.3		

Nota. La tabla muestra la resistencia a la compresión (método convencional) del concreto con 0.25% de aditivo, para cada edad estudiada; además, se observa que existe una variación menor al 10% entre sus datos, cumpliendo así con la norma NTP 339.217. Elaboración propia (2021).

Tabla 65

Resultado de resistencia a la compresión-Muestra al 0.50%

Edad de Referencia (días)	Edad (h)	Resistencia a la compresión		
		f'c Ind (MPa)	Variación < 10%	f'c prom (MPa)
1	24	2.8	3%	3
		2.9		
		2.9		
2	48	10.6	9%	10
		9.7		
		10.2		
3	72	15.3	4%	15
		15.7		
		15.0		
5	120	19.6	3%	20
		20.2		
		19.7		
7	168	23.7	4%	23
		22.8		
		23.6		

Nota. La tabla muestra la resistencia a la compresión (método convencional) del concreto con 0.50% de aditivo, para cada edad estudiada; además, se observa que existe una variación menor al 10% entre sus datos, cumpliendo así con la norma NTP 339.217. Elaboración propia (2021).

Tabla 66

Resultado de resistencia a la compresión-Muestra al 0.75%

Edad de Referencia (días)	Edad (h)	Resistencia a la compresión		
		f'c Ind (MPa)	Variación < 10%	f'c prom (MPa)
1	28	1.6	6%	2
		1.5		
2	46	4.4	9%	4
		4.5		
		4.1		
3	70	9.5	1%	9
		9.4		
5	120	18.2	7%	19
		18.4		
		19.6		
7	168	23.5	4%	23
		22.8		
		23.6		

Nota. La tabla muestra la resistencia a la compresión (método convencional) del concreto con 0.75% de aditivo, para cada edad estudiada; además, se observa que existe una variación menor al 10% entre sus datos, cumpliendo así con la norma NTP 339.217. Elaboración propia (2021).

Tabla 67

Resultado de resistencia a la compresión-Muestra al 1.00%

Edad de Referencia (días)	Edad (h)	Resistencia a la compresión		
		f'c Ind (MPa)	Variación < 10%	f'c prom (MPa)
1	28	0.0	0%	0
		0.0		
		0.0		
2	46	3.0	3%	3
		2.9		
		7.6		
3	70	8.2	7%	8
		14.5		
		15.1		
5	120	14.2	6%	15
		20.4		
		19.5		
7	168	20.0	4%	20
		19.5		
		20.0		

Nota. La tabla muestra la resistencia a la compresión (método convencional) del concreto con 1.00% de aditivo, para cada edad estudiada; además, se observa que existe una variación menor al 10% entre sus datos, cumpliendo así con la norma NTP 339.217. Elaboración propia (2021).

ANEXO N° 14: Relación Resistencia- Madurez

Tabla 68

Resultados de Resistencia _ Madurez (Muestra patrón)

Horas (h)	Madurez (°C x h)	f'c promedio (MPa)
24	479	3
48	945	7
72	1,418	10
120	2,342	15
168	3,311	16

Nota. En la tabla se muestra la relación de Resistencia-Madurez de la muestra patrón, donde se obtuvo resultados favorables con respecto a la resistencia; puesto que solo se ensayó a edades tempranas. Elaboración propia (2021).

Tabla 69

Resultados de Resistencia _ Madurez (Muestra al 0.25%)

Horas (h)	Madurez (°C x h)	f'c promedio (MPa)
24	475	3
48	945	9
72	1,384	15
120	2,328	17
168	3,303	21

Nota. En la tabla se muestra la relación de Resistencia-Madurez de la muestra con adición al 0.25%, donde se obtuvo resultados favorables con respecto a la resistencia; ya que, se llegó a obtener un f'c=21MPa a edades tempranas. Elaboración propia (2021).

Tabla 70

Resultados de Resistencia _ Madurez (Muestra al 0.50%)

Horas (h)	Madurez (°C x h)	f'c promedio (MPa)
24	475	3
48	940	10
72	1,399	15
120	2,331	20
168	3,310	23

Nota. En la tabla se muestra la relación de Resistencia-Madurez de la muestra con adición al 0.50%, donde se obtuvo resultados favorables con respecto a la resistencia; ya que, se llegó a obtener un $f'c=23\text{MPa}$ a edades tempranas. Elaboración propia (2021).

Tabla 71

Resultados de Resistencia _ Madurez (Muestra al 0.75%)

Horas (h)	Madurez (°C x h)	f'c promedio (MPa)
28	555	2
46	902	4
70	1,352	9
120	2,336	19
168	3,313	23

Nota. En la tabla se muestra la relación de Resistencia-Madurez de la muestra con adición al 0.75%, donde se obtuvo resultados favorables con respecto a la resistencia; ya que, se llegó a obtener un $f'c=23\text{MPa}$ a edades tempranas. Elaboración propia (2021).

Tabla 72

Resultados de Resistencia _ Madurez (Muestra al 1.00%)

Horas (h)	Madurez (°C x h)	f'c promedio (MPa)
28	520	0
46	878	3
70	1,343	8
120	2,339	15
168	3,328	20

Nota. En la tabla se muestra la relación de Resistencia-Madurez de la muestra con adición al 1.00%, donde se obtuvo resultados favorables con respecto a la resistencia; ya que, se llegó a obtener un $f'c=20\text{MPa}$ a edades tempranas. Elaboración propia (2021).

ANEXO N° 15: Constancia de ensayos en laboratorio

Figura 43

Constancia donde certifica la realización de los ensayos en laboratorio particular



CONSTANCIA DE ENSAYOS EN LABORATORIO

El que suscribe, Alfonso Vega Farfán, Gerente General de QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C., con R.U.C. N° 20601220017

HACE CONSTAR:

Que, la Srta. Fanny Lisbet Contreras Llajaruna identificada con D.N.I. N°75415644, y la Srta. Cintya Ana Maria Graus Vera identificada con D.N.I. N°75087172, han realizado ensayos de caracterización de agregados, elaboración de mezclas de prueba, ensayos de concreto en estado fresco, elaboración de especímenes cilíndricos de concreto, ensayo de determinación de tiempo de fraguado, ensayo de madurez y ensayo de resistencia a compresión de especímenes cilíndricos de concreto en nuestras instalaciones con la supervisión y apoyo de nuestro personal técnico entre el 09 de abril de 2021 y el 08 de junio de 2021, requeridos para su proyecto de tesis "Influencia de la sobredosificación del aditivo Sika Retarder en el concreto, sobre el asentamiento, tiempo de fraguado y resistencia a la compresión, Trujillo 2021"

Se expide el presente documento para los fines que el solicitante estime conveniente.

Trujillo, 14 de junio de 2021



Alfonso Vega Farfan
GERENTE GENERAL
QUALITY CONTROL EXPRESS SAC

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.
Av. América Sur N° 4138 Urb. San Andrés, Trujillo // (044) 705879, 951441959 // alfonso.vega@qce.com.pe

Nota. Documento que constata el desarrollo de los ensayos de asentamiento, tiempo de fraguado y resistencia a la compresión por el método de madurez, los cuales fueron realizados en laboratorio.

ANEXO N° 16: Encuesta realizada a profesionales

Figura 44

Formato de Encuesta de la Sobredosificación de Aditivos.



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
FACULTA DE INGENIERÍA

ENCUESTA DIRIGIDA A ESPECIALISTAS EN CONCRETO

TESIS: “INFLUENCIA DE LA SOBREDOSIFICACIÓN DEL ADITIVO RETARDANTE SIKA RETARDER PE SOBRE EL ASENTAMIENTO, TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A AL COMPRESIÓN, TRUJILLO 2021”

OBJETIVO: *El siguiente cuestionario ha sido diseñado para conocer la experiencia de los profesionales en caso de la sobredosificación de los aditivos en el concreto. Le agradecemos contestar con sinceridad las preguntas.*

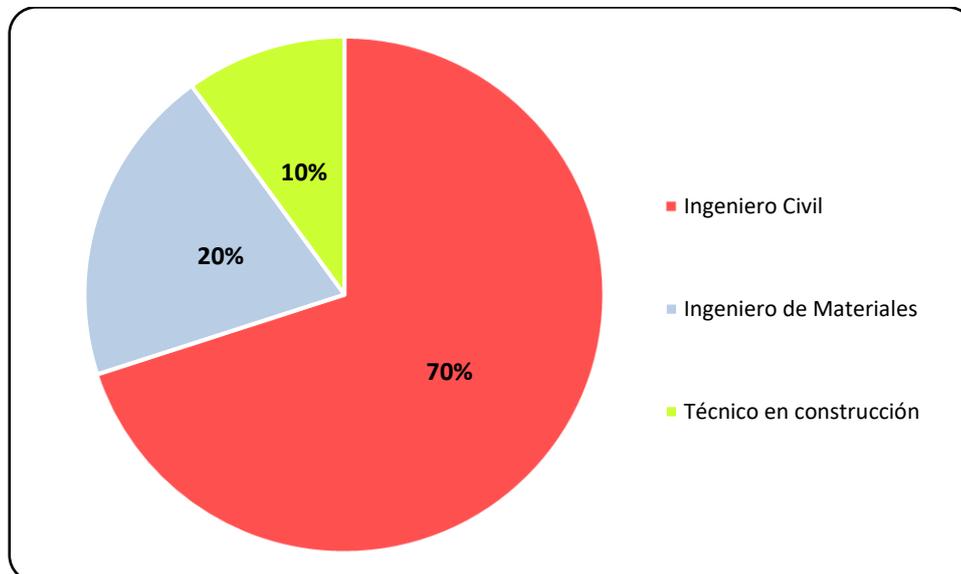
1. **Profesión**
2. **Experiencia profesional en concreto p remezclado.**
 - 0-5 años
 - 6-10 años
 - 11-15 años
 - 16 años a más
3. **¿Alguna vez, observó o realizó una sobredosificación de aditivo en la mezcla?**
 - Si
 - No
4. **Si su respuesta anterior fue SI, ¿Qué tipo de aditivo fue?**
 - Acelerante
 - Retardante
 - Incorporador de aire
 - Plastificante
 - Otros. _____
5. **¿Por qué razón se sobredosificó la mezcla de concreto?**
 - Equivocación
 - Falta de experiencia
 - Falta de un ing. E especialista
 - Otros. _____
6. **¿De qué manera se vio afectada la mezcla de concreto? Y ¿Por qué?**
 - Positivo
 - Negativo
 - _____
7. **De acuerdo a su experiencia. ¿Qué dosificación de aditivo retardante (Tipo B) es el que más utiliza para una mezcla de concreto? (% del peso de cemento)**
 - 0 – 0.25%
 - > 0.25 – 0.50%
 - > 0.50 – 0.75%
 - > 0.75 – 1.00%
 - > 1.00%
8. **Para una mezcla de concreto con aditivo retardante (Tipo B). ¿Cuál es el tiempo máximo de fraguado que Ud. considera factible?**
 - 8 – 10 horas
 - >10 – 15 horas
 - >15-20 horas
 - >20-25 horas
 - >25 horas a más

Nota. Evidencia que constata la realización de la encuesta que se realizó para la obtención de información del tema de sobredosificación de los Aditivos. Elaboración propia (2021).

ANEXO N° 17: Resultados de encuesta.

Figura 45

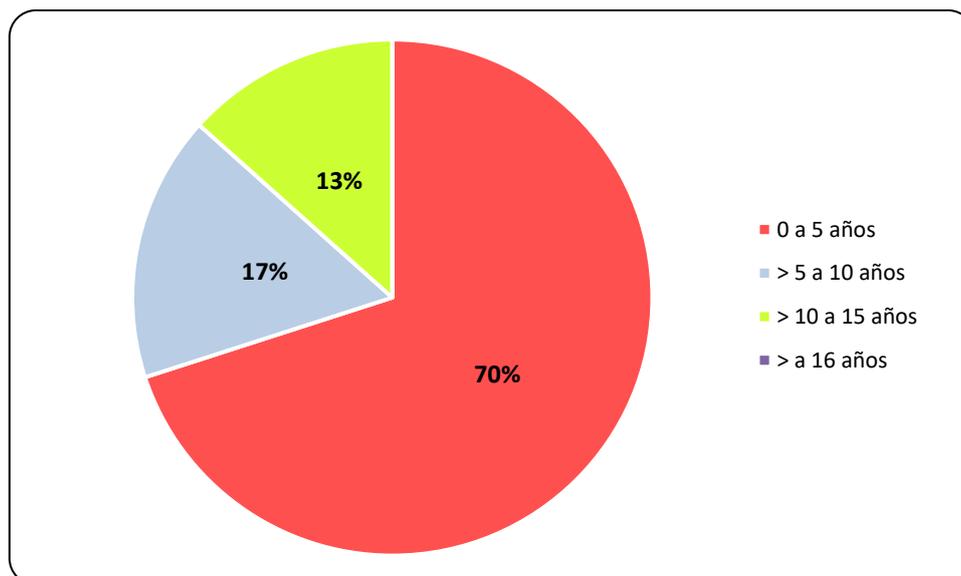
Gráfica con el porcentaje de profesionales se encuestaron.



Nota. Participaron en la encuesta profesionales de diferentes carreras, el 70% de los encuestados fueron Ingenieros Civiles, el 20% Ingenieros de Materiales y 10% Técnicos de construcción. Elaboración propia (2021).

Figura 46

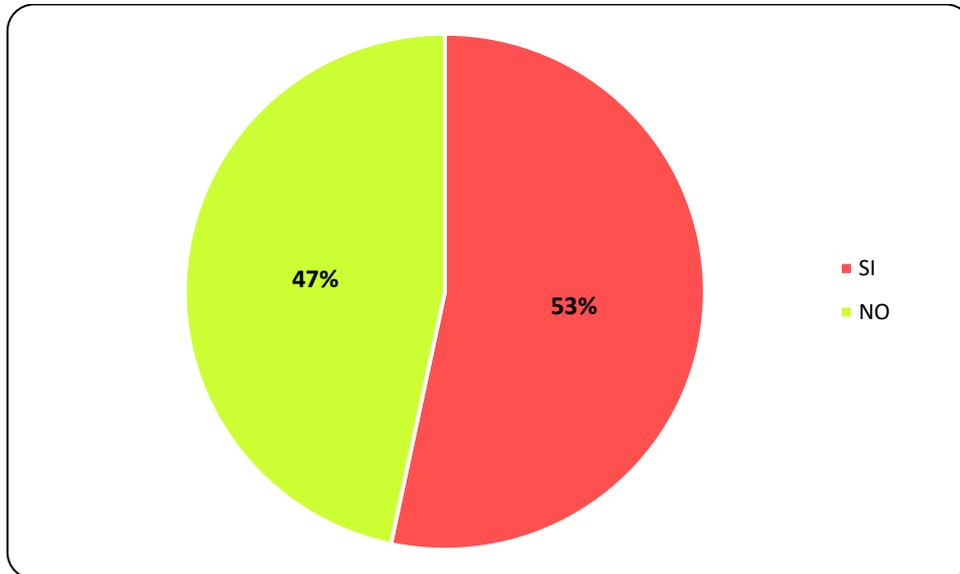
Gráfica con el porcentaje de la Experiencia profesionales que cuentan los participantes en concreto premezclado.



Nota. El 70% de los encuestados cuentan con experiencia de 0 a 5 años, el 17% de ellos cuenta con experiencia > 5 a 10 años, 13% tiene experiencia > 10 a 15 años y 0% > a 16 años. Elaboración propia (2021).

Figura 47

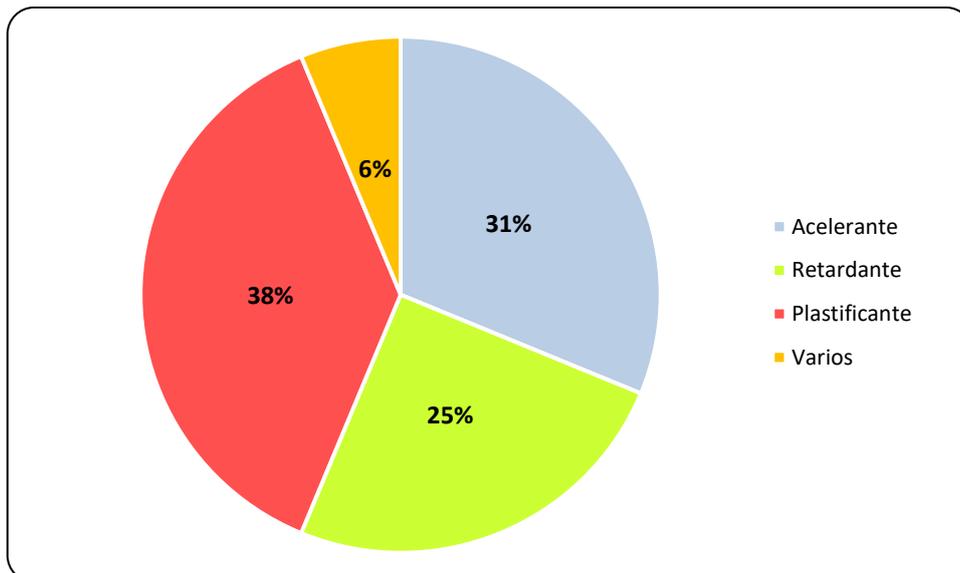
Gráfica con el porcentaje de la pregunta: *¿Alguna vez, observó o realizó una sobredosificación de aditivo en la mezcla de concreto?*



Nota. En esta pregunta hubo una diferencia mínima dando como resultado que el 53% de los participantes respondieron que SI y 47% de ellos respondió que NO tuvo paso por ningún caso. Elaboración propia (2021).

Figura 48

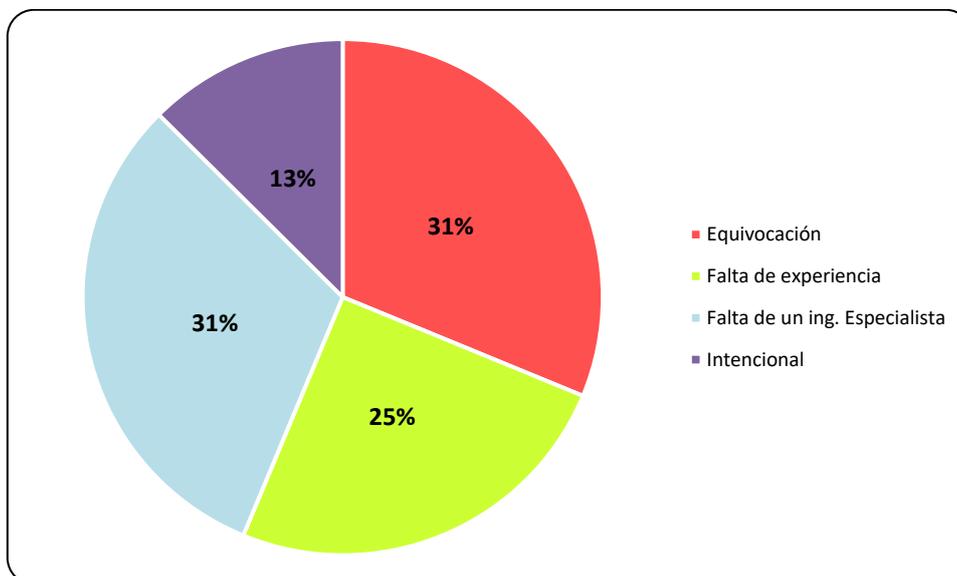
Gráfica con el porcentaje del tipo de aditivo utilizado, con respecto a la pregunta anterior si en caso fue positiva.



Nota. El aditivo más utilizado con respecto al caso de la sobredosificación que experimentaron fue Plastificante que obtuvo un 38%, seguidamente el Acelerante con un 31%, el Retardante con un 25% y por último un 6% de varios. Elaboración propia (2021).

Figura 49

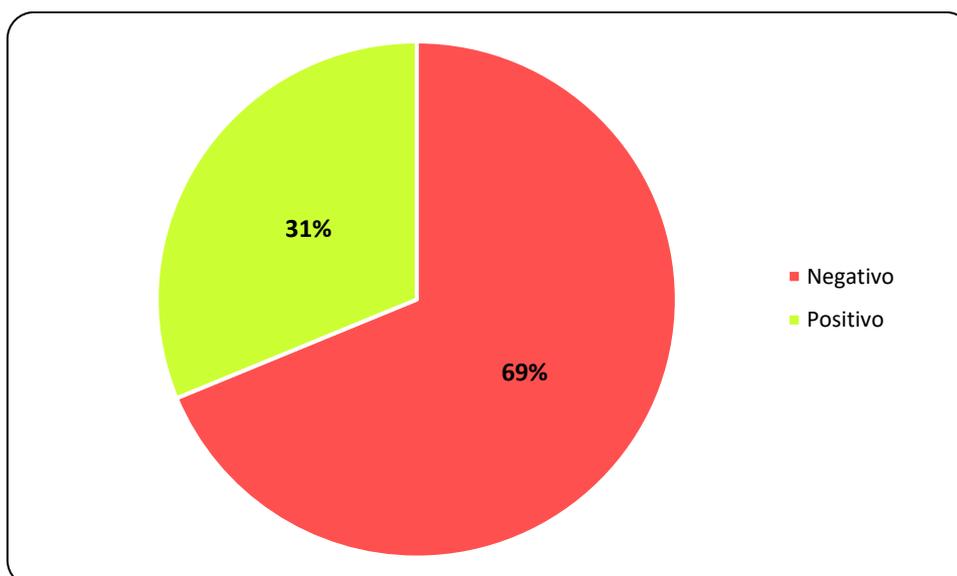
Gráfica con el porcentaje de la razón por la que se sobredosificó la mezcla de concreto.



Nota. La razón más común por la que sucede la sobredosificación de aditivo en la mezcla es por Equivocación y Falta de experiencia, obteniendo un 31% de asertividad en la encuesta, la Falta de un ing. Especialista obtuvo un 25% y por último existe un 13% que realizaron la sobredosificación Intencionalmente. Elaboración propia (2021).

Figura 50

Gráfica con el porcentaje del resultado positivo y negativo que se vio afectada la mezcla de concreto por la sobredosificación del aditivo.



Nota. El más del 50% de los encuestados comentaron que afectó negativamente a la mezcla de concreto y solo un 31% de ellos dijo que obtuvo un resultado positivo con respecto a una sobredosificación de aditivo. Elaboración propia (2021).

Tabla 73

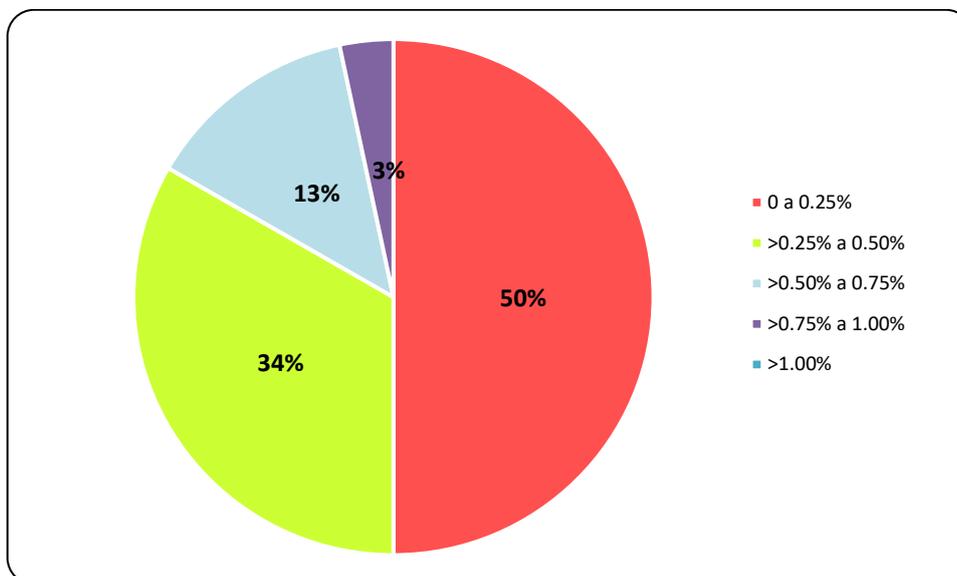
Resultado del ¿Por qué? Afecto Positivamente y Negativamente la sobredosificación de aditivo a la mezcla de concreto.

¿De qué manera se vio afectada la mezcla de concreto?	¿Por qué?
Negativo	No se logró desencofrar los elementos verticales a tiempo y poder reutilizar el molde, afectando el avance de obra.
Negativo	Mezcla demasiado fluida y tardó en fraguar
Negativo	La mezcla estuvo muy fluida
Negativo	Pasó 24 horas y el concreto no fraguó, y afectó un estribo de Puente
Negativo	Falta de información exacta en las fichas técnicas, tienen información general
Positivo	Se obtuvo cantidades más fluidas
Positivo	Ahorras material, ganas resistencia, ganas trabajabilidad, el concreto se mantiene homogéneo.
Negativo	Tiempo de Fraguado Inicial Acelerado, asentamiento por debajo de Norma.
Negativo	Resistencia
Negativo	Porque se necesitaba que el fraguado sea más rápido
Negativo	Se observó segregación.
Positivo	Usamos el acelerante para obtener un secado de concreto en menos tiempo para desencofrar y avanzar con la obra
Negativo	Hubo segregación en la mezcla
Positivo	
Negativo	Para aumentar la trabajabilidad del concreto
Positivo	Por factor climático se usa el acelerante.

Nota. Las respuestas que más coincidieron fue la prolongación del tiempo de fraguado de la mezcla al utilizar aditivo retardante y otros, el cual afecta negativamente. Y otra fue para mantener la trabajabilidad y reducción de tiempo de fraguado de la mezcla al utilizar el aditivo acelerante, quien dio un aporte positivo. Elaboración propia (2021).

Figura 51

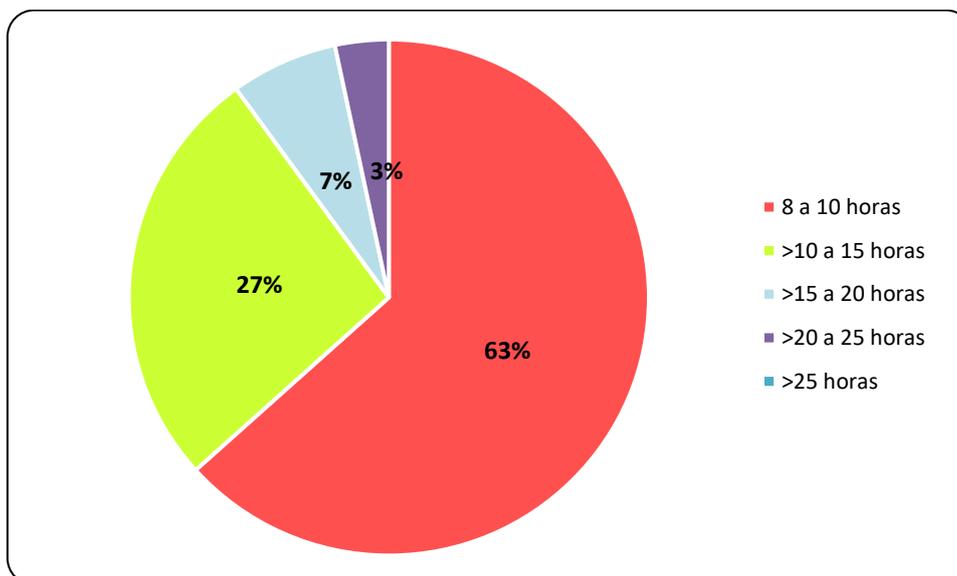
Gráfica con el porcentaje de la dosis de aditivo más utilizada por los participantes.



Nota. El 50% de los encuestados trabaja con una dosis de 0 a 0.25% de aditivo, un 34% trabaja con una dosis >0.25% a 0.50% de aditivo, un 13% con una dosis >0.50% a 0.75% y un 3% con una dosis >0.75% a 1.00% de aditivo. Elaboración propia (2021).

Figura 52

Gráfica con el porcentaje del tiempo fraguado máximo que el participante considera factible.



Nota. Un 63% de los encuestados considera factible entre 8 a 10 horas y un 27% considera factible el rango de >10 a 15 horas con respecto al fraguado de la mezcla. Y el 10% restante considera factible >20 horas. Elaboración propia (2021).

ANEXO N° 18: Evidencia fotográfica

Figura 53

Ensayo de Asentamiento usando el Cono de Abrams.



Nota. La figura muestra a la Bach. Fanny Contreras realizando el chuseado de la mezcla de concreto en el cono de Abrams para el ensayo de asentamiento. Elaboración Propia (2021).

Figura 54

Medición del Slump.



Nota. En la figura se observa a la Bach. Cintya Graus tomando la medida del asentamiento que presenta la mezcla de concreto, ensayo realizado por el cono de Abrams. Elaboración Propia (2021).

Figura 55

Tamizaje del concreto por la malla N° 4 para el ensayo de Tiempo de Fraguado.



Nota. Se observa a la Bach. Fanny Contreras tamizando la mezcla de concreto por la malla N°4 para la obtención de la muestra que se utilizara en el ensayo tiempo de Fraguado. Elaboración Propia (2021).

Figura 56

Moldes con mortero de concreto para el ensayo de Tiempo de Fraguado.



Nota. En la figura se observa la evidencia que constata la realización del ensayo de tiempo de fraguado por medio de la resistencia a la penetración, donde se realizó tres ensayos por cada diseño obtenido. Elaboración Propia (2021).

Figura 57

Preparación de las muestras para ensayarlas - Tiempo de Fraguado.



Nota. Se observa a la Bach. Fanny Contreras verificando si las muestras ya están listas para realizar el ensayo de tiempo de fraguado por medio de la resistencia a la penetración. Elaboración Propia (2021).

Figura 58

Penetrómetro - Tiempo de Fraguado.



Nota. En la figura muestra al equipo con el cual se realiza el ensayo de tiempo de fraguado, llamado Penetrómetro. En donde se utiliza 6 agujas de diferentes diámetros para medir la resistencia a la penetración. Elaboración Propia (2021).

Figura 59

Elaboración de probetas de Concreto.



Nota. En la figura se muestra la elaboración de probetas de concreto para el ensayo de resistencia a la compresión por el método de madurez. Para lo cual se realizó 17 probetas por cada diseño de mezcla. Elaboración Propia (2021).

Figura 60

Probetas de Concreto de 4" x 8".



Nota. En la figura se puede observar a las probetas de concreto terminadas y listas para dejar endurezcan, estas serán utilizadas para el ensayo de resistencia a la compresión. Elaboración Propia (2021).

Figura 61

Introducción de la termocupla en la probeta del concreto.



Nota. En la figura se puede observar la introducción de la termocupla a las probetas con la finalidad de que se obtenga una data de temperatura para el ensayo de resistencia a la compresión del concreto por el método de madurez. Elaboración Propia (2021).

Figura 62

Instalación de los sensores de temperatura para el ensayo de Madurez del Concreto.



Nota. Se observa las probetas listas para que los sensores inicien a tomar datos de la temperatura del concreto a tiempo real, los cuales se utilizaran para encontrar el índice de madurez. Para ello se realizó una prueba por cada diseño de mezcla, utilizando dos sensores para el cálculo de temperatura. Elaboración Propia (2021).

Figura 63

Ensayo de Resistencia a la Compresión.



Nota. Se realizó la rotura de todas las probetas en una máquina de compresión automática, usando almohadillas de neopreno como elemento de distribución de carga. Elaboración Propia (2021).