

Universidad Católica de Santa María
Facultad de Arquitectura, Ingenierías Civil y del
Ambiente
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



ANÁLISIS COMPARATIVO A LOS PROCESOS DE CURADO ACELERADO CON AGUA CALIENTE (35 °C) Y AGUA HIRVIENDO (92°C) DE LA NTP 339.213 AL AÑADIR ADITIVO ACELERANTE SIKARAPID-1 PARA ESTIMAR RESISTENCIAS DEL CONCRETO A LOS 28 DÍAS USANDO LOS CEMENTOS YURA IP Y WARI TIPO I EN LA CIUDAD DE AREQUIPA

Tesis presentada por los bachilleres:

Pareja Vásquez, Giancarlo Adolfo

Salinas Del Carpio, Kevin Eduardo

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Civil

Asesor:

Mg. Ing. Ugarte Calderón, Enrique

Alfonso

Arequipa – Perú

2023

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
INGENIERIA CIVIL
TITULACIÓN CON TESIS
DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 31 de Enero del 2023

Dictamen: 008040-C-EPIC-2023

Visto el borrador del expediente 008040, presentado por:

2011800241 - SALINAS DEL CARPIO KEVIN EDUARDO
2011601921 - PAREJA VASQUEZ GIANCARLO ADOLFO

Titulado:

ANÁLISIS COMPARATIVO A LOS PROCESOS DE CURADO ACELERADO CON AGUA CALIENTE (35 °C) Y AGUA HIRVIENDO (92°C) DE LA NTP 339.213 AL AÑADIR ADITIVO ACELERANTE SIKARAPID-1 PARA ESTIMAR RESISTENCIAS DEL CONCRETO A LOS 28 DÍAS USANDO LOS CEMENTOS YURA IP Y WARI TIPO I EN LA CIUDAD DE AREQUIPA

Nuestro dictamen es:

APROBADO

1949 - DIAZ GALDOS MIGUEL
RENATODICTAMINADOR



2778 - UGARTE CALDERON ENRIQUE
ALFONSODICTAMINADOR



9745 - CORNEJO LECAROS KARLA
FIORELLADICTAMINADOR



DEDICATORIA

A mis padres, Adolfo y Edith, por todo su apoyo incondicional e impulso, a mi hermano y tíos, por ser fuente de motivación y alegría, a mis abuelos, que gracias a su ayuda y enseñanzas llegué a estar aquí y aprendí a seguir superándome, y a mis seres queridos que siempre creyeron en mí y me apoyaron a lograr mis metas es que les dedico la presente tesis.

Giancarlo Adolfo Pareja Vásquez



A mis padres Carlos y Rosa quienes han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, quienes siempre me han apoyado y alentado en el desarrollo de mi carrera profesional, lo cual me ha ayudado a salir adelante en momentos difíciles; a mi hermano Juan Carlos que siempre me ha brindado su apoyo incondicional y por ultimo agradecer a toda mi familia porque me han brindado su apoyo constante, ya que todo lo que hoy soy es gracias a ellos y son la razón de mi vida.

Kevin Eduardo Salinas Del Carpio

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirme llegar hasta aquí y por todas las cosas que me brinda en la vida.

A mi mamá, Edith Vasquez, por su amor, su paciencia, y por el esfuerzo infinito que tiene la mejor madre; a mi papá, Adolfo Pareja, por su apoyo incondicional, y siempre presionarme a ser mejor persona.

A mi hermano, Jonathan Pareja, por recordarme siempre la responsabilidad y el respeto a todas las cosas que uno se propone.

A mis tios, por enseñarme a desenvolverse en la vida, al apoyo continuo que me brindan, y la constante motivación para seguir superándome.

A mi Alma Mater, la Universidad Católica de Santa María, por formarme con la capacidad de lograr mi éxito profesional.

A nuestro asesor, Mg. Ing. Enrique Alfonso Ugarte Calderón por sus comentarios y recomendaciones, así mismo agradecemos sus aclaraciones y su dirección.

A mi compañero de tesis y amigo Kevin, por su dedicación, paciencia y perseverancia para poder superar todos los obstáculos que conllevo la presente investigación y lograrla satisfactoriamente.

Giancarlo Pareja Vásquez

A Dios por poner en mi camino a personas que me hacen sentir la felicidad y me enseñan
cada día una nueva lección.

A mi mamá, Rosa Del Carpio, por ser la mejor madre, la mujer que más amo y las más
inspiradora que he conocido, tu esfuerzo, paciencia y amor hacen de mis días mejores. A mi
papá, Carlos Salinas, un padre debe ser aquella persona que te guía y te enseña, gracias a ti
aprendo los pasos que debo seguir, el esfuerzo y las caídas también son parte nuestra. Gracias
a ustedes estoy donde quiero estar, en adelante seré un hijo que los acompañe y los
enorgullezca, la motivación empieza con ustedes.

A mi hermano, Juan Carlos Salinas, por ser mi mejor amigo, contigo mi ánimo mejora, tus
palabras me levantan y me hacen seguir adelante, nuestra compañía es perfecta, tu apoyo
incondicional para superarme y ser mejor.

A mi familia, mis abuelos y mis tíos, su apoyo incondicional, consejos y lecciones me han
ayudado a llegar donde estoy, cada momento es un recuerdo especial.

A mi Alma Mater, la Universidad Católica de Santa María, la elección que tome fue la
correcta, conocí a buenos profesores, cada uno con una esencia especial y buenos amigos,
tendrán un lugar especial en mi corazón y mis recuerdos.

A nuestro asesor, Mg. Ing. Enrique Alfonso Ugarte Calderón por su acompañamiento,
aclaraciones y observaciones, sus recomendaciones nos ayudaron a mejorar nuestro
planteamiento.

A mi compañero de tesis y amigo Giancarlo, este objetivo logrado se debe a nuestra dedicación y perseverancia, espero que logres todo lo que quieras.

Kevin Eduardo Salinas Del Carpio



RESUMEN

El parámetro más importante en el control de calidad para la mayoría de obras a base de concreto es la resistencia (f'_c), obtenida tradicionalmente a los 28 días del vaciado. Dado que estamos en constante crecimiento tecnológico, el sector Construcción no escapa a este hecho, es por eso que se ha observado que en el proceso de elaboración de concreto se necesita obtener este importante parámetro de control de calidad lo más pronto posible para poder tomar decisiones de manera oportuna. La American Society for Testing and Materials (ASTM) (Método Estándar de Prueba ASTM C 684) desarrolló cuatro procedimientos (A, B, C, D) para predecir la resistencia del concreto cuyo tiempo para obtener este parámetro de resistencia puede demorar como máximo 49 horas después del vaciado de concreto (dependiendo del método utilizado). La versión en la norma técnica peruana de estos métodos la podemos encontrar en la NTP 339.231 “Método de ensayo normalizado para elaboración, curado acelerado y ensayo a compresión de especímenes de concreto” En la UNAM de México se realizaron investigaciones para mejorar el método de curado acelerado proceso C con aditivo acelerante (cloruro de calcio anhidro CaCl_2).

La presente investigación tuvo por objetivo implementar dos métodos de curado acelerado en laboratorio para probetas cilíndricas de concreto, (procesos A y B de curado acelerado de la NTP 339.213), añadiendo aditivo acelerante (SikaRapid 1) al concreto utilizado en el curado rápido, para estimar la resistencia a la compresión a la edad de 28 días.

En base a los resultados se halló que existe correlación entre las resistencias a los 28 días y las resistencias al día siguiente del vaciado.

Se concluye que se puede realizar gráficas de predicción confiables con las resistencias a los 28 días sin aditivo (vs) concretos que fueron sometido a los procesos A y B de curado acelerado con aditivo acelerante (SikaRapid 1).

Palabras clave: Curado acelerado, aditivo acelerante.

ABSTRACT

The most important quality control parameter for most concrete-based works is the strength (f'_c), traditionally obtained 28 days after casting. Since we are in constant technological growth, the construction sector does not escape from this fact, that is why it has been observed that in the concrete manufacturing process it is necessary to obtain this important quality control parameter as soon as possible in order to be able to make decisions in a timely manner. The American Society for Testing and Materials (ASTM) (ASTM C 684 Standard Test Method) developed four procedures (A, B, C, D) to predict the strength of concrete whose time to obtain this strength parameter can take a maximum of 49 hours after the concrete pour (depending on the method used). The Peruvian technical standard version of these methods can be found in NTP 339.231 "Método de ensayo normalizado para elaboración, curado acelerado y ensayo a compresión de especímenes de concreto" (Standardized test method for the elaboration, accelerated curing and compression testing of concrete specimens).

The objective of this research was to implement two accelerated curing methods in the laboratory for cylindrical concrete specimens (accelerated curing processes A and B of NTP 339.213), by adding an accelerating additive (SikaRapid 1) to the concrete used in the rapid curing process, in order to estimate the compressive strength at 28 days of age.

Based on the results, it was found that there is a correlation between the 28-day strengths and the strengths at the day after casting.

It is concluded that reliable prediction graphs can be made with the strengths at 28 days without admixture (vs.) concretes that were subjected to processes A and B of accelerated curing with accelerating additive (SikaRapid 1).

Keywords: Accelerated curing, accelerating additive.

INTRODUCCIÓN

Conocer la resistencia del concreto a los 28 días del vaciado es un parámetro muy importante en el proceso de Control de Calidad. Con el objeto de conocer este parámetro en una menor cantidad de tiempo es que la ASTM (Método Estándar de Prueba ASTM C 684) desarrolló 4 procesos de curado acelerado (A, B, C, D).

Además, en la UNAM proponen la modificación del proceso C, para mejorar los resultados.

Esta modificación, para el presente trabajo consiste en agregar aditivo acelerante a las probetas de concreto que van a pasar por los procesos de curado acelerado (A, B) y ser sometidas a la rotura al día siguiente del vaciado.

Consideramos que al hacer una modificación a los procesos A y B se pueden obtener mejores resultados ya que elevaríamos las resistencias del concreto que va a ser sometido a la rotura al día siguiente del vaciado.

El interés de esta investigación reside en saber si existe una correlación entre las resistencias de concreto a los 28 días del vaciado y las resistencias de concreto con aditivo acelerante que van a pasar por los procesos A y B de curado acelerado sometidas a la rotura al día siguiente del vaciado, para elaborar las gráficas de predicción.

INDICE

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR.....	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
RESUMEN	vii
ABSTRACT.....	viii
INTRODUCCIÓN	ix
INDICE.....	x
INDICE DE TABLAS.....	xiv
INDICE DE FIGURAS.....	xviii
INDICE DE ECUACIONES	xx
CAPÍTULO I	1
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL	1
1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA.....	1
1.3. HIPÓTESIS.....	1
1.4. Variable independiente y dependiente	1
1.5. OBJETIVOS	2
1.5.1. Objetivo general	2
1.5.2. Objetivos Específicos	2
1.6. JUSTIFICACIÓN	3

1.6.1. Justificación social	3
1.6.2. Justificación ambiental.....	3
1.6.3. Justificación económica	3
1.6.4. Justificación tecnológica	4
1.6.5. Justificación política/institucional.....	4
1.6.6. Justificación ética	4
1.7. LIMITANTES.....	4
CAPÍTULO II	5
2. FUNDAMENTO TEÓRICO	5
2.1. INTRODUCCION	5
2.2. AGREGADOS.....	5
2.2.1. Importancia.....	5
2.2.2. Definición.....	5
2.2.3. Propiedades del agregado Fino y Grueso	5
2.3. EL CONCRETO	10
2.3.1. Definición.....	10
2.3.2. Clasificación.....	10
2.4. PROCESOS A Y B DE LA NTP 339.213.....	12
2.4.1. Procesos A y B	13
2.5. ADITIVO ACELERANTE SIKARAPID - 1	16
2.6. ANTECEDENTES	16

2.7.	ESTADO DEL ARTE.....	16
CAPÍTULO III:.....		18
3.	METODOLOGIA.....	18
3.1.	TIPO DE INVESTIGACION	18
3.2.	CAMPO DE VERIFICACION.....	18
3.3.	DETERMINACIÓN DE LOS ENSAYOS.....	19
3.4.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOPIACIÓN DE DATOS.....	20
3.5.	MATERIALES Y EQUIPOS	22
3.5.1.	Materiales	22
3.5.2.	Herramientas y equipos utilizados en los ensayos de consistencia.....	22
3.5.3.	Herramientas y equipos utilizados en la obtención de las propiedades de los agregados	23
3.5.4.	Herramientas y equipos utilizados para la elaboración y obtención de resultados del concreto.....	25
CAPÍTULO IV.....		27
4.	RESULTADOS.....	27
4.1.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	27
4.1.1.	RESULTADOS DEL ENSAYO DE CONSISTENCIA.....	27
4.1.2.	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS A LA COMPRESIÓN	29
4.2.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	50

4.2.1. COMPARATIVA DE ESPECÍMENES CON CEMENTO WARI TIPO 1,
CURADO ACELERADO MODIFICADO PROCESO A (VS) CURADO ESTÁNDAR
28 DÍAS 50

4.2.2. COMPARATIVA DE ESPECÍMENES CON CEMENTO YURA 1P,
CURADO ACELERADO MODIFICADO PROCESO A (VS) CURADO ESTÁNDAR
28 DÍAS 71

4.2.3. COMPARATIVA DE ESPECÍMENES CON CEMENTO WARI TIPO 1,
CURADO ACELERADO MODIFICADO PROCESO B (VS) CURADO ESTÁNDAR
28 DÍAS 89

4.2.4. COMPARATIVA DE ESPECÍMENES CON CEMENTO YURA 1P,
CURADO ACELERADO MODIFICADO PROCESO B (VS) CURADO ESTÁNDAR
28 DÍAS 103

CONCLUSIONES	117
RECOMENDACIONES.....	118
REFERENCIA.....	119
ANEXOS	123
ANEXO A: MÁQUINA DE CURADO ACELERADO.....	123
ANEXO B: CALCULO DE LOS DISEÑOS DE MEZCLAS	124

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Granulometría del agregado fino	6
Tabla 2 Requisitos granulométricos del agregado grueso.....	7
Tabla 3 Propiedades de los agregados	9
Tabla 4 Características de los procesos de curado acelerado.....	12
Tabla 5 Elaboración de las gráficas de predicción	19
Tabla 6 Comprobación de las gráficas de predicción	20
Tabla 7 Características de los procesos de curado acelerado.....	27
Tabla 8 Resultados de los testigos para la gráfica de predicción con cemento Wari, curado acelerado modificado proceso A (35°C)	30
Tabla 9 Resultados de los testigos para la gráfica de predicción (proceso A) con cemento Wari, curado normal	32
Tabla 10 Resultados de los testigos para la comprobación de la gráfica de predicción proceso A (35°C) con cemento Wari.....	34
Tabla 11 Resultados de los testigos para la gráfica de predicción con cemento Yura, curado acelerado modificado proceso A (35°C)	35
Tabla 12 Resultados de los testigos para la gráfica de predicción (proceso A) con cemento Yura, curado normal	37
Tabla 13 Resultados de los testigos para la comprobación de la gráfica de predicción proceso A (35°C) con cemento Yura.....	39
Tabla 14 Resultados de los testigos para la gráfica de predicción con cemento Wari, curado acelerado modificado proceso B (92°C)	40
Tabla 15 Resultados de los testigos para la gráfica de predicción (proceso B) con cemento Wari, curado normal	42

Tabla 16 Resultados de los testigos para la comprobación de la gráfica de predicción proceso B (92°C) con cemento Wari	44
Tabla 17 Resultados de los testigos para la gráfica de predicción con cemento Yura, curado acelerado modificado proceso B (92°C)	45
Tabla 18 Resultados de los testigos para la gráfica de predicción (proceso B) con cemento Yura, curado normal	47
Tabla 19 Resultados de los testigos para la comprobación de la gráfica de predicción proceso B (92°C) con cemento Yura	49
Tabla 20 Desarrollo de cálculos de la regresión lineal (Wari, proceso A modificado)	53
Tabla 21 Desarrollo de cálculos de la regresión potencial (Wari, proceso A modificado)	55
Tabla 22 Desarrollo de cálculos de la regresión exponencial (Wari, proceso A modificado)	57
Tabla 23 Desarrollo de cálculos de la regresión logarítmica (Wari, proceso A modificado)	59
Tabla 24 Resumen de los coeficientes de determinación para los diferentes tipos de regresión	61
Tabla 25 Desarrollo del cálculo para la determinación del ancho medio de la banda de confianza (Wari, proceso A modificado)	64
Tabla 26 Cálculos de Z	66
Tabla 27 Cálculos para la aplicación de las gráficas de predicción (Wari, proceso A modificado)	67
Tabla 28 Cálculo del "t" calculado (Wari, proceso A modificado)	70
Tabla 29 Aceptación de Hipótesis (Wari, proceso A modificado)	71
Tabla 30 Desarrollo de cálculos de la regresión lineal (Yura, proceso A modificado)	72
Tabla 31 Desarrollo de cálculos de la regresión potencial (Yura, proceso A modificado)	74

Tabla 32 Desarrollo de cálculos de la regresión exponencial (Yura, proceso A modificado)	77
Tabla 33 Desarrollo de cálculos de la regresión logarítmica (Yura, proceso A modificado)	80
Tabla 34 Resumen de los coeficientes de determinación para los diferentes tipos de regresión	82
Tabla 35 Desarrollo del cálculo para la determinación del ancho medio de la banda de confianza (Yura, proceso A modificado)	83
Tabla 36 Cálculos para la aplicación de las gráficas de predicción (Yura, proceso A modificado)	85
Tabla 37 Cálculo del "t" calculado (Yura, proceso A modificado)	87
Tabla 38 Aceptación de Hipótesis (Wari, proceso A modificado)	88
Tabla 39 Desarrollo de cálculos de la regresión lineal (Wari, proceso B modificado)	89
Tabla 40 Desarrollo de cálculos de la regresión potencial (Wari, proceso B modificado)	91
Tabla 41 Desarrollo de cálculos de la regresión exponencial (Wari, proceso B modificado)	93
Tabla 42 Desarrollo de cálculos de la regresión logarítmica (Wari, proceso B modificado)	95
Tabla 43 Resumen de los coeficientes de determinación para los diferentes tipos de regresión	97
Tabla 44 Desarrollo del cálculo para la determinación del ancho medio de la banda de confianza (Wari, proceso B modificado)	97
Tabla 45 Cálculos para la aplicación de las gráficas de predicción (Wari, proceso B modificado)	99
Tabla 46 Cálculo del "t" calculado (Wari, proceso B modificado)	101

Tabla 47 Aceptación de Hipótesis (Wari, proceso B modificado).....	102
Tabla 48 Desarrollo de cálculos de la regresión lineal (Yura, proceso B modificado)	103
Tabla 49 Desarrollo de cálculos de la regresión potencial (Yura, proceso B modificado)	105
Tabla 50 Desarrollo de cálculos de la regresión exponencial (Yura, proceso B modificado)	107
Tabla 51 Desarrollo de cálculos de la regresión logarítmica (Yura, proceso B modificado)	109
Tabla 52 Resumen de los coeficientes de determinación para los diferentes tipos de regresión	111
Tabla 53 Desarrollo del cálculo para la determinación del ancho medio de la banda de confianza (yura, proceso B modificado).....	111
Tabla 54 Cálculos para la aplicación de las gráficas de predicción (Yura, proceso B modificado).....	113
Tabla 55 Cálculo del "t" calculado (Yura, proceso B modificado).....	115
Tabla 56 Aceptación de Hipótesis (Yura, proceso B modificado).....	116

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Tiempo para fraguado cemento yura (min) (vs) Aditivo Acelerante (%).....	28
Figura 2 Tiempo para fraguado cemento wari (min) (vs) Aditivo Acelerante (%).....	28
Figura 3 Regresión Lineal (Wari, proceso A modificado).....	54
Figura 4 Regresión Potencial (Wari, proceso A modificado)	56
Figura 5 Regresión Exponencial (Wari, proceso A modificado)	58
Figura 6 Regresión Logarítmica (Wari, proceso A modificado)	60
Figura 7 Bandas de confianza al 90 % de confianza (Wari, proceso A modificado)	65
Figura 8 Aplicación de la gráfica de predicción (Wari, proceso A modificado)	68
Figura 9 “t” de tablas Hipótesis tipo 1	70
Figura 10 Regresión Lineal (Yura, proceso A modificado).....	73
Figura 11 Regresión Potencial (Yura, proceso A modificado)	76
Figura 12 Regresión Exponencial (Yura, proceso A modificado).....	79
Figura 13 Regresión Logarítmica (Yura, proceso A modificado)	82
Figura 14 Bandas de confianza al 90 % de confianza (Yura, proceso A modificado)	84
Figura 15 Aplicación de la gráfica de predicción (Yura, proceso A modificado)	86
Figura 16 “t” de tablas Hipótesis tipo 1	88
Figura 17 Regresión Lineal (Wari, proceso B modificado).....	90
Figura 18 Regresión Potencial (Wari, proceso B modificado)	92
Figura 19 Regresión Exponencial (Wari, proceso A modificado).....	94
Figura 20 Regresión Logarítmica (Wari, proceso B modificado).....	96
Figura 21 Bandas de confianza al 90 % de confianza (Wari, proceso B modificado).....	98
Figura 22 Aplicación de la gráfica de predicción (Wari, proceso B modificado)	100
Figura 23 “t” de tablas Hipótesis tipo 1	102
Figura 24 Regresión Lineal (Yura, proceso B modificado).....	104

Figura 25 Regresión Potencial (Yura, proceso B modificado)	106
Figura 26 Regresión Exponencial (Yura, proceso B modificado)	108
Figura 27 Regresión Logarítmica (Yura, proceso B modificado).....	110
Figura 28 Bandas de confianza al 90 % de confianza (Yura, proceso B modificado)...	112
Figura 29 Aplicación de la gráfica de predicción (yura, proceso B modificado)	114
Figura 30 “t” de tablas Hipótesis tipo 1	116



INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Regresión lineal	51
Ecuación 2 Constante b en regresión lineal	51
Ecuación 3 Constante a en regresión lineal.....	51
Ecuación 4 Sumatoria del producto de la diferencia del promedio con las resistencias en la abscisas y ordenadas respectivamente	51
Ecuación 5 Sumatoria al cuadrado de la diferencia de cada valor de resistencia acelerada con respecto al promedio de todos los valores de resistencia acelerada.....	51
Ecuación 6 Sumatoria al cuadrado de la diferencia de cada valor de resistencia estándar a 28 días con respecto al promedio de todos los valores de resistencia estándar a 28 días	52
Ecuación 7 Promedio de resistencias aceleradas para "n" pares ordenados	52
Ecuación 8 Promedio de las resistencias estándar a 28 días para "n" pares ordenados	52
Ecuación 9 Coeficiente de correlación de Pearson	52
Ecuación 10 Coeficiente de determinación.....	52
Ecuación 11 Sumatoria del producto entre las diferencias de las resistencias con curado acelerado - curado acelerado promedio y curado a los 28 días - curado a los 28 días promedio	61
Ecuación 12 Sumatoria del cuadrado de las diferencias entre las resistencias con curado acelerado y curado acelerado promedio.....	61
Ecuación 13 Sumatoria del cuadrado de las diferencias entre las resistencias con curado a los 28 días y curado a los 28 días promedio	61
Ecuación 14 Promedio de las resistencias con curado acelerado.....	62
Ecuación 15 Promedio de las resistencias con curado a los 28 días	62
Ecuación 16 Constante de relación lineal b	62
Ecuación 17 Constante de relación lineal a.....	62

Ecuación 18 Desviación estándar residual	62
Ecuación 19 Ancho medio de la banda de confianza.....	62
Ecuación 20 Límite inferior de la banda de confianza.....	62
Ecuación 21 Límite superior de la banda de confianza.....	62
Ecuación 22 Intervalo de confianza del 90% para el promedio de resistencia acelerada y a los 28 días	66
Ecuación 23 ERROR para un intervalo de confianza al 90%	66



CAPÍTULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL

En Arequipa, el sector construcción está en crecimiento, observándose que la mayor parte de las obras tiene como material base el concreto. Por la competencia entre empresas y para generar ganancias, los plazos de ejecución de obra son cada vez más ajustados, esto es posible gracias al desarrollo de tecnología para procesos constructivos y su buena gestión, pero esta eficiencia se ve limitada ya que se necesita esperar hasta los 28 días del vaciado para poder tener la certeza de que éste material pasó el control de calidad en cuanto a resistencia a la compresión se refiere. Siendo el caso de que la resistencia a la compresión no llegue a superar el mínimo esperado, no se podrá tomar una decisión de manera oportuna por el tiempo de espera. Además, se observó en trabajos de curado rápido que las resistencias de concreto sometidas a estos procesos A y B para la elaboración de gráficas de predicción, son resistencias muy bajas, lo que nos hace dudar su confiabilidad.

1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA

Ante la problemática presentada, esta investigación utilizó los métodos de curado acelerado A y B modificados para hacer las gráficas de predicción y poder predecir al día siguiente del vaciado la resistencia del concreto a los 28 días.

1.3. HIPÓTESIS

Es probable que el aumento de calor y aditivo acelerante al momento de realizar el curado de probetas cilíndricas de concreto, aumenta y uniformiza la resistencia a la compresión axial de éstas.

1.4. Variable independiente y dependiente

1.4.1 Variables Independientes

- Tipo de Curado Acelerado (Calor de Hidratación / Agua Hirviendo).

- Relación agua-cemento a/c (0.42 @ 0.82).

- Tipo de cemento (Yura IP y Wari Tipo I).

1.4.2 Variable Dependiente

- Predicción a la resistencia a la compresión (28 días).

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. Objetivo general

- Implementar dos métodos de curado acelerado en laboratorio para probetas cilíndricas de concreto, modificando el procedimiento de Mena Ferrer al aplicarlo en los procesos A y B de curado acelerado de la NTP 339.213, para estimar la resistencia a la compresión a la edad de 28 días, en la ciudad de Arequipa.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Determinar y evaluar la ecuación de correlación entre las resistencias obtenidas por los métodos acelerados y las resistencias obtenidas bajo curado estándar a los 28 días.
- Controlar la dispersión de los ensayos a la compresión de las probetas de concreto bajo métodos estadísticos.
- Comparar mediante 12 vaciados (le corresponde 6 vaciados a cada proceso) el porcentaje de predicción, para saber cual tiene mayor precisión.
- Comparar y evaluar la resistencia entre el concreto con curado acelerado y concreto sin curado acelerado al día siguiente del vaciado.
- Hallar la cantidad en porcentaje de aditivo acelerante (SikaRapid 1) respecto al cemento Yura IP y Wari Tipo I, tal que una variación en este de más 0.5% y de menos 0.5%, presente poca variación en horas del fraguado final del cemento.
- Comparar que tipo de cemento tiene una mejor predicción por estos métodos de curado acelerado.

1.6. JUSTIFICACIÓN

1.6.1. Justificación social

En la práctica común de obras civiles en la ciudad de Arequipa, se suele esperar a los 28 días para poner a prueba la calidad del concreto en cuanto a resistencia a la compresión se refiere. Muchas veces ocurre que la resistencia no llega a pasar este control de calidad, lo que conlleva a una toma tardía de decisiones generando retrasos en perjuicio de la sociedad, es por eso que, es motivo de esta tesis incentivar el uso de métodos acelerados para la predicción de la resistencia del concreto a los 28 días (f'_c), al día siguiente del vaciado.

1.6.2. Justificación ambiental

Con la toma oportuna de decisiones se puede evitar demoliciones de estructuras enlazadas a las estructuras que no pasaron el control de calidad de la resistencia a la compresión a los 28 días que tienen que ser demolidas, causando perjuicios al medio ambiente por la sobreproducción de concreto por los efectos nocivos de éste al medio ambiental, es motivo de esta tesis evitar esto, al fomentar el uso de estos métodos acelerados.

1.6.3. Justificación económica

Al no saber el parámetro del control de calidad de la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días, se pueden llegar a producir pérdidas económicas por la falta de decisiones en el momento oportuno, ya que pasado este tiempo se suele ir avanzando con la obra, y el concreto que no dio un resultado positivo en esta prueba, generalmente involucra a concretos que la pasaron satisfactoriamente, esto conlleva a una cadena de demolición o reparaciones muy costosas. Es por eso que este método resulta muy económico, ya que, si una empresa invierte en una caja de curado acelerado, cuyo costo es alrededor de los 3500 dólares, puede evitar demoler estructuras involucradas a concretos que no cumplan con pasar la prueba de resistencia a la compresión, que se traduce a una pérdida de miles o hasta millones de soles por la cadena de errores.

1.6.4. Justificación tecnológica

El curado acelerado aumenta la resistencia del concreto a edades tempranas, pero se observó en los resultados de algunas tesis que muchas de estas resistencias tenían fallas locales y resistencias bajas después de éste curado acelerado; por lo que para mejorar éste déficit, es que se planteó aumentar estas resistencias de curado acelerado utilizando aditivo acelerante.

1.6.5. Justificación política/institucional

El curado acelerado para la obtención de la resistencia del concreto a los 28 días, al día siguiente del vaciado, promueve la eficiencia en los trabajos e innovación como ejemplo para otras áreas, lo cual también es motivo de esta tesis.

1.6.6. Justificación ética

Muchas veces las malas prácticas en obra hacen pasar resistencias que no corresponden a la compresión a los 28 días del vaciado, para que la obra económicamente no esté en rojo. Es motivo de esta tesis, evitar estas situaciones con una toma de decisiones oportuna.

1.7. LIMITANTES

La falta de investigación por parte de instituciones sobre métodos acelerados para la predicción de la resistencia del concreto.

La escasa bibliografía sobre este tema.

Los costos elevados para adquirir una máquina de curado acelerado (por lo que se tuvo que confeccionar una).

La poca difusión sobre este tema en obras de la ciudad de Arequipa.

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1. INTRODUCCION

En el presente capítulo se desarrollarán las normas e información bibliográfica actualizadas desarrolladas en el presente trabajo.

2.2. AGREGADOS

2.2.1. Importancia

La conformación del concreto en estado fresco contiene un 70% de agregados y al momento de su endurecimiento, llega al 75 %, pudiéndose observar la importancia de éste.

2.2.2. Definición

Se define como agregado al conjunto de partículas inorgánicas de origen natural o artificial cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados en la NTP 400.011. Los agregados son la fase discontinua del concreto y son materiales que están embebidos en la pasta y que ocupan aproximadamente el 75% del volumen de la unidad cúbica de concreto (Torre Carrillo, 2004, pág. 43).

2.2.3. Propiedades del agregado Fino y Grueso

Se revisará las principales características que se necesitan conocer de los agregados para el diseño de mezcla.

2.2.3.1. Granulometría

2.2.3.1.1. Gradación del agregado fino

En la siguiente tabla se presenta la gradación que se tiene que cumplir para poder utilizar el agregado fino:

Tabla 1
Granulometría del agregado fino

Tamiz	Porcentaje que pasa
9,5 mm (3/8 pulg)	100
4,75 mm (No. 4)	95 a 100
2,36 mm (No. 8)	80 a 100
1,18 mm (No. 16)	50 a 85
600 μ m (No. 30)	25 a 60
300 μ m (No. 50)	05 a 30
150 μ m (No. 100)	0 a 10

Fuente: NTP 400.037, 2014, pág. 8

2.2.3.1.2. *Gradación del agregado grueso*

En la siguiente tabla se presenta la gradación que se tiene que cumplir para poder utilizar el agregado grueso:

Tabla 2
Requisitos granulométricos del agregado grueso

HUSO	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL (pulg.)	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS (ASTM C332, NTP 400.03729)													
		100mm	90mm	75mm	63mm	50mm	37.5mm	25mm	19mm	12.5mm	9.5mm	4.75mm	2.36mm	1.18mm	300 µm
		(4")	(3 1/2")	(3")	(2 1/2")	(2")	(1 1/2")	(1")	(3/4")	(1/2")	(3/8")	Nº4	Nº8	Nº16	Nº50
1	3 1/2" - 1 1/2"	100	90 - 100	...	25 - 60	...	0 - 15	...	0 - 5	...	...	...	...	...	...
2	2 1/2" - 1 1/2"	...	...	100	90 - 100	35 - 70	0 - 15	...	0 - 5	...	...	...	...	...	...
3	2" - 1"	...	...	...	100	90 - 100	35 - 70	0 - 15	...	0 - 5	...	...	...	...	...
357	2" - Nº4	...	...	...	100	95 - 100	...	35 - 70	...	10 - 30	...	0 - 5	...	...	...
4	1 1/2" - 3/4"	...	...	...	...	100	90 - 100	20 - 55	0 - 15	...	0 - 5	...	...	...	...
467	1 1/2" - Nº4	...	...	...	...	100	95 - 100	...	35 - 70	...	10 - 30	0 - 5	...	...	...
5	1" - 1/2"	...	...	...	...	...	100	90 - 100	20 - 55	0 - 10	0 - 5	...	...	...	...
56	1" - 3/8"	...	...	...	...	...	100	90 - 100	40 - 85	10 - 40	0 - 15	0 - 5	...	...	...
57	1" - Nº4	...	...	...	...	...	100	95 - 100	...	25 - 60	...	0 - 10	0 - 5	...	...
6	3/4" - 3/8"	...	...	...	...	...	...	100	90 - 100	20 - 55	0 - 15	0 - 5	...	...	...
67	3/4" - Nº4	...	...	...	...	...	...	100	90 - 100	...	20 - 55	0 - 10	0 - 5	...	...
7	1/2" - Nº4	...	...	...	...	...	...	...	100	90 - 100	40 - 70	0 - 15	0 - 5	...	...
8	3/8" - Nº8	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 - 100	10 - 30	0 - 10	0 - 5	...
89	1/2" - 3/8"	...	...	...	...	...	...	...	...	100	90 - 100	20 - 55	5 - 30	0 - 10	0 - 5
9	Nº4 - Nº16	...	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 - 100	10 - 40	0 - 10	0 - 5

Fuente: (NTP 400.037, 2014, pág. 13)

2.2.3.2. *Tamaño máximo*

“Es el que corresponde al menor tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado grueso” (NTP 400.011, 2008, pág. 07).

2.2.3.3. *Tamaño máximo nominal*

“Es el que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido” (NTP 400.011, 2008, pág. 07).

2.2.3.4. *Módulo de Fineza*

“Se define como módulo de fineza al factor que se obtiene por la suma de los porcentajes acumulados de material de una muestra de agregado en cada uno de los tamices de la serie especificada y dividido por 100” (NTP 400.011, 2008, pág. 06).

“Se estima que las arenas comprendidas entre los módulos 2.2 y 2.8 producen concretos de buena trabajabilidad y reducida segregación; y que las que se encuentran entre 2.8 y 3.1 son las más favorables para los concretos de alta resistencia” (Abanto Castillo, 2009, pág. 29).

2.2.3.5. *Peso específico*

“Es la relación, a una temperatura estable, de la masa (o peso en el aire) de un volumen unitario de material, a la masa del mismo volumen de agua a las temperaturas indicadas. Los valores son adimensionales” (NTP 400.021, 2002, pág. 3).

2.2.3.6. *Absorción*

“Es la cantidad de agua absorbida por el agregado después de ser sumergido 24 horas en ésta, se expresa como porcentaje del peso seco. El agregado se considera “seco” cuando éste ha sido mantenido a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ por tiempo suficiente para remover toda el agua sin combinar” (NTP 400.021, 2002, pág. 3).

2.2.3.7. *Peso unitario*

El peso específico unitario, “Peso (Masa) por unidad de volumen (Este término es obsoleto, es preferible usar el término densidad de masa)” (NTP 400.017, 2011, pág. 3).

2.2.3.7.1. *Peso unitario suelto*

Este valor se usará invariablemente para la conversión de peso a volumen; es decir, para conocer el consumo de agregados por metro cubico de concreto.

2.2.3.7.2. *Peso unitario compacto*

Este valor se usará para el conocimiento de volúmenes de materiales apilados y que están sujetos a acomodamientos o asentamientos provocados por el transito sobre ellos o por la acción del tiempo.

2.2.3.8. *Contenido de humedad*

“Se define como la cantidad de agua en su estado natural, expresado en porcentaje (%). Es una característica importante que se debe de tomar en cuenta porque altera la cantidad de agua en el concreto y nos permite efectuar las correcciones necesarias en el proporcionamiento de la mezcla de diseño” (NTP 339.185, 2013, pág. 3).

En la siguiente Tabla se puede observar los resultados obtenidos de las propiedades de los agregados para los diseños de mezclas, los cuales fueron realizados por el método ACI en el apéndice.

Tabla 3
Propiedades de los agregados

Propiedades	Agregado	Agregado	Unidades
	Fino	Grueso	
Peso Específico SSS (sat sup sec)	2.53	2.745	g/cm ³
Contenido de humedad	0.23	0.147	%
% de absorción	1.43	0.897	%
Peso unitario suelto	1.557	1.534	g/cm ³
Peso unitario varillado	1.701	1.61	g/cm ³
Módulo de Fineza	2.986	----	

Fuente: Elaboración propia

2.3. EL CONCRETO

2.3.1. Definición

El concreto es un material de uso común, que se produce mediante la mezcla de tres componentes esenciales, cemento, agua y agregados, a los que eventualmente se incorpora un cuarto componente que genéricamente se designa como aditivo. Al mezclar estos componentes y producir lo que se conoce como concreto, se introduce de manera simultánea un quinto participante representado por el aire. La mezcla íntima de los componentes del concreto convencional produce una masa plástica que puede ser moldeada y compactada con relativa facilidad; pero gradualmente pierde esta característica hasta que al cabo de algunas horas se torna rígida y comienza a adquirir el aspecto, comportamiento y propiedades de un cuerpo sólido, para convertirse finalmente en el material mecánicamente resistente que es el concreto endurecido. el concreto convencional en estado fresco, es un conjunto de fragmentos de roca, globalmente definidos como agregados, dispersos en una matriz viscosa constituida por una pasta de cemento de consistencia plástica. Esto significa que en una mezcla así hay muy poco o ningún contacto entre las partículas de los agregados, característica que tiende a permanecer en el concreto ya endurecido. Las características físicas y químicas de este material están definidas por las características de sus componentes (Torre Carrillo, 2004, pág. 74).

2.3.2. Clasificación

2.3.2.1. *Por el peso específico*

Según Torre Carrillo (2004) tenemos lo siguiente:

- Ligero, cuyo Peso Unitario se encuentre entre 1200 – 2000 Kg/m³.
- Normal, cuyo Peso Unitario se encuentre entre 2000 – 2800 Kg/m³.
- Pesado, cuyo Peso Unitario se encuentre entre >2800 Kg/m³ (pág. 81).

2.3.2.2. *Según su aplicación*

Según Torre Carrillo (2004) tenemos lo siguiente:

- Simple: Concreto sin ninguna armadura. Buena resistencia a compresión.
- Armado: Con acero. Buena resistencia a compresión y a flexión.
- Pretensado: Resistencia a tracción: viguetas.
- Postensado: Resistencia a tracción: se introducen fundas (pág. 81).

2.3.2.3. *Por su composición*

Según Torre Carrillo (2004) tenemos lo siguiente:

- Ordinario.
- Ciclópeo: con áridos de 50 cm.
- Cascotes: Hormigón de desechos y ladrillos.
- Inyectado: en un molde el agregado y le metemos la pasta árido >25 mm.
- le inyecta aire >6% V.
- Ligero: $1,2 - 2 = 2 \text{ N/mm}^2$ Pesado: áridos de densidad muy grande.
- Refractario: resistente a altas temperaturas (cemento de aluminato cálcico), etc (pág. 81).

2.4. PROCESOS A Y B DE LA NTP 339.213

En la presente tesis, se utilizaron los procesos A y B, los cuales fueron modificados al adicionarles aditivo acelerante al concreto que fue sometido a curado acelerado

Tabla 4
Características de los procesos de curado acelerado

Proceso	Moldes	Fuentes de aceleración	Temperatura de curado acelerado °C	Edad de inicio de curado	Duración curado	Edad Ensayo
A	Reusable o uso simple	Calor de hidratación	35	Inmediatamente después vaciado	23,5 h ± 30 min	24 h ± 15 min
B	Reusable o uso simple	Agua hirviendo	Hirviendo	23 h ± 30 min después vaciado	3,5 h ± 5 min	28,5 h ± 15 min
C	Simple uso	Calor de hidratación	T inicial + Calor de hidratación	Inmediatamente después vaciado	48 h ± 15 min	49 h ± 15 min
D	Reusable	Calor externo y presión	150	Inmediatamente después vaciado	5 h ± 5 min	5,25 h ± 5 min*

Fuente: (NTP 339.213, 2015, pág. 8)

* Agregar 30 min si se utiliza capa compuesta de azufre

2.4.1. Procesos A y B

2.4.1.1. Procedimiento A – Método del agua caliente (NTP 339.213, 2015)

El procedimiento A según la NTP 339.213 (2015), es el siguiente:

- En la preparación de especímenes, moldearlos con los requisitos de las NTP 339.033 o NTP 339.183, siempre que sea aplicable.
- En la etapa del curado, si es necesario, cubrir los extremos superiores de los especímenes con una placa rígida para prevenir pérdida de mortero en el baño de agua.
- Inmediatamente después del moldeo, colocar los especímenes en el tanque de curado (Si los especímenes son llenados en moldes que cumplen los requisitos anteriormente descritos, pueden ser almacenados horizontalmente, si no ellos serán almacenados en el tanque de curado con el eje longitudinal vertical). Mantener el agua al tiempo de inmersión y a través del período de curado a $35\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Registrar la temperatura del agua de curado continua o periódicamente a través del periodo de curado.
- Después del curado de $23,5\text{ h} \pm 30\text{ min}$, retirar los especímenes del tanque y retirar los moldes.
- Refrentar los extremos de los especímenes que no son planos dentro de $0,05\text{ mm}$ o aquellos que se apartan de la perpendicularidad del eje central por más de $0,5^{\circ}$ (aproximadamente equivalente a 10 mm/m) como lo especificado en la NTP 339.037 o NTP 339.216 (El pulido de cilindros para alcanzar la planitud requerida es permitida previendo que los especímenes serán ensayados dentro los límites de tiempo especificados).
- Para capas de embonado, usar un material de refrentado que desarrolle, a una edad de 30 min cuando se ensayen de conformidad con las provisiones de la NTP 339.037, una resistencia igual o mayor que la resistencia de los especímenes a ser ensayados.

- Si las capas de embonado son usadas, no ensayar especímenes antes de los 30 min después del refrentado.
- Ensayar los especímenes para resistencia de conformidad con la NTP 339.034 a la edad de $24 \text{ h} \pm 15 \text{ min}$ (pág. 14).

2.4.1.2. Procedimiento B – Método del agua hirviendo (NTP 339.213, 2015)

El procedimiento B según la NTP 339.213 (2015), es el siguiente:

- En la preparación de especímenes, moldearlos con los requisitos de las NTP 339.033 o NTP 339.183, siempre que sea aplicable.
- En el curado inicial, cubrir los especímenes para prevenir pérdidas de humedad y almacenarlos de forma tal que no sean disturbados. Mantener el área de almacenaje a la temperatura de $21 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 6 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Cumplir los requisitos de la NTP 339.033 en la protección y almacenaje de especímenes de ensayo. (Es necesario durante el periodo inicial poner una estricta atención en la protección y almacenaje de especímenes por los resultados significativos debido al corto periodo total de curado).
- En el curado acelerado, a las $23 \text{ h} \pm 15 \text{ min}$ después del moldeo, colocar los moldes cubiertos en el tanque de agua (Adicionalmente a otras precauciones, contar con una apropiada protección de ojos, cara, manos y brazos para prevenir accidentes que pueden producirse por abrir el contenedor o por inmersión del cilindro en el agua hirviendo. Se sugiere las pinzas de elevación para el colocado de moldes lentamente debajo del agua hirviendo sin salpicaduras.). Mantener la temperatura del agua hirviendo al tiempo de inmersión y a través del periodo de curado (En espacios confinados, la temperatura del agua puede ser guardada apenas debajo del punto en que hierve para evitar la evaporación excesiva. La temperatura a la que el agua hierve varía por las diferencias en elevación sobre el nivel del mar. Las diferencias en resistencias causadas por las diferencias en temperaturas no son consideradas significativas, pero para comparación

de resultados entre áreas afectadas se deberá apoyar por correlaciones apropiadas e interpretación con el conocimiento de las variaciones de temperatura)

- Registrar la temperatura del agua de curado continua o periódicamente a través del periodo de curado.
- Después del curado por $3,5 \text{ h} \pm 5 \text{ min}$, retirar los especímenes del agua hervida, retirar los moldes y dejar enfriar los especímenes a la temperatura del cuarto por al menos 1 h antes del capeo.
- Refrentar los extremos de los especímenes que no son planos dentro de 0,05 mm o aquellos que se apartan de la perpendicularidad del eje central por más de 0.5° (aproximadamente equivalente a 10 mm/m) como lo especificado en la NTP 339.037 o NTP 339.216 (El pulido de cilindros para alcanzar la planitud requerida es permitida previendo que los especímenes serán ensayados dentro los límites de tiempo especificados).
- Para capas de embonado, usar un material de refrentado que desarrolle, a una edad de 30 min cuando se ensayen de conformidad con las provisiones de la NTP 339.037, una resistencia igual o mayor que la resistencia de los especímenes a ser ensayados.
- Si las capas de embonado son usadas, no ensayar especímenes antes de los 30 min después del refrentado.
- Ensayar los especímenes para resistencia de conformidad con la NTP 339.034 a la edad de $28,5 \pm 15 \text{ min}$ (pág. 15).

2.5. ADITIVO ACELERANTE SIKARAPID - 1

Es un aditivo líquido, acelerante de resistencias iniciales libre de cloruros para concretos y morteros. Acelera el desarrollo de las resistencias mecánicas iniciales aumentando las resistencias finales. SikaRapid®-1 cumple los requisitos de un aditivo acelerado de endurecimiento, sin efectos secundarios no deseados (Sika Perú S.A., 2014).

2.6. ANTECEDENTES

En la Investigación “PRUEBA DE RESISTENCIA ACELERADA DEL CONCRETO, Método con aditivo acelerante y curado adiabático” (Manuel Mena Ferrer, 1995) se hizo la gráfica de predicción con curado acelerado modificando el proceso C de la NTP 339.213 la cual se basa en el curado adiabático de los especímenes de concreto, siendo la modificación de este proceso la adición de aditivo acelerante para mejorar la resistencia a la compresión obteniendo buenos resultados en la correlación de los puntos en la gráfica de predicción.

Es de allí que parte la idea mejorar la resistencia a la compresión del curado acelerado de las gráficas de predicción de los procesos A y B, ya que son los más usados por su simplicidad – economía.

2.7. ESTADO DEL ARTE

La Tesis: “Experiencia de Implementación en Laboratorio de la Norma NTP 339.213 para el curado acelerado de probetas de concreto mediante uso de Agua Hirviendo” (Alva Cáceres, 2013) Es un primer acercamiento a los métodos acelerados en el Perú, ya que sólo es la aplicación del proceso B de la NTP 339.213, esta tesis contiene los procedimientos de cálculo indicados en la NTP 339.213

La Tesis: “Implementación del Sistema de Curado Acelerado para la optimización de Diseños de Mezcla de Concreto, Estimando Resistencias a Edades Mayores, en la ciudad de Arequipa” (Del Carpio Tejada, 2016) Elabora el proceso A de la NTP 339.213, haciéndose la

observación que en la gráfica de confianza, no se elaboró con la distribución F, tal como se indica en la norma, con lo cual no se podría verificar los puntos de comprobación.

La Tesis: “Efectos de la aplicación de curado acelerado en la resistencia a la compresión de especímenes de concreto utilizando el método de la NTP 339.213, año 2015” (Cruzado Ruiz, 2018) Sólo elabora el proceso B de la NTP 339, observándose que no se realizó la gráfica de confianza ni los límites inferior y superior con la distribución F tal como indica la norma, con lo cual no se podría hacer la predicción ni verificación de testigos.

La Tesis: “Estudio de la influencia del curado acelerado del concreto para un $f'c = 280$ Kg/cm²” (Zorrilla Rodríguez, 2018) Hace un estudio de las propiedades de un concreto $f'c = 280$ Kg/cm² después de haber sido sometida al proceso B de curado acelerado de la NTP 339.213.

La Tesis: “Influencia del curado acelerado en la predicción de la resistencia del concreto con aditivos” (Apaza Choquemamani Leonidas, 2020) Hace un estudio de la aplicabilidad de los procesos A y B de la NTP 339.213 para predecir concretos que contengan aditivo, obteniendo resultados satisfactorios.

La tesis: “Influencia de las condiciones de curado en la predicción de la resistencia del concreto utilizando métodos acelerados” (Cardenas Lopez Alejandro, 2021) Hace un estudio de la variación de los procesos A y B de la NTP 339.213 en la construcción de la gráfica de predicción al modificar el curado estándar que se hace en laboratorio para la construcción de esta gráfica con un curado simulando las condiciones de obra, obteniendo resultados satisfactorios.

CAPÍTULO III:

3. METODOLOGIA

3.1. TIPO DE INVESTIGACION

El presente trabajo es una investigación experimental

3.2. CAMPO DE VERIFICACION

- El alcance del presente estudio comprende el “Método de ensayo normalizado para elaboración, curado acelerado y ensayo en compresión de especímenes de concreto” en los procesos A y B modificados al adicionarle aditivo acelerante, los cuales usan las fuentes de aceleración “Calor de hidratación” y “Agua hirviendo” respectivamente para la predicción de la resistencia a los 28 días en la ciudad de Arequipa.
- Se utilizó cemento Yura IP y Wari Tipo I
- Se utilizó agregado procedente de la Cantera de Supermix Arequipa
- Se utilizó una máquina de curado rápido, la cual, verificaremos que cumpla con lo especificado en la NTP 339.213 revisada 2015.
- Las condiciones de curado en obra, para las probetas de comprobación se harán en la casa del tesista Giancarlo Pareja, ubicada en la Av. España N° 315 del distrito de Alto Selva Alegre
- No se usaron aditivos al momento del vaciado.
- Se utilizó aditivo acelerante (SikaRapid 1) como parte del proceso de curado acelerado.
- Todas las probetas de la tesis fueron hechas con moldes de 4 pulg x 8 pulg.
- Se utilizaron 648 probetas para la elaboración de la presente tesis
- La presente tesis se realizó en el laboratorio de la universidad Católica de Santa María de la ciudad de Arequipa

- Para el presente estudio, la limitante principal fue el equipo de curado acelerado, ya que el laboratorio de la Universidad Católica de Santa María no cuenta con éste, por lo que se tuvo que fabricar un equipo con todos los requerimientos que especifica la norma.

3.3. DETERMINACIÓN DE LOS ENSAYOS

Tabla 5
Elaboración de las gráficas de predicción

VARIABLE INDEPENDIENTE				VARIABLE DEPENDIENTE
Tipo de Curado Acelerado (número de probetas por vaciado) ^(a)	Tipo de Cemento (número de tipos de cementos)	Relación Agua Cemento	Cálculo del Número de Probetas (Número de probetas por cemento Yura IP) + (Número de probetas por cemento Wari Tipo I)	Predicción de la resistencia a la compresión (28 días)
Medida Cualitativa	Medida Cualitativa	Medida Cuantitativa		Medida Cuantitativa
Calor de Hidratación (35 °C) con aditivo sikaRapid 1 (6)	Cemento Yura IP y Wari Tipo I (2)	0.42	(6) + (6)	f _c Predecido, por el proceso "A" con adición de aditivo sikaRapid 1.
		0.44	(6) + (6)	
		0.46	(6) + (6)	
		0.48	(6) + (6)	
		0.50	(6) + (6)	
		0.52	(6) + (6)	
		0.54	(6) + (6)	
		0.56	(6) + (6)	
		0.58	(6) + (6)	
		0.60	(6) + (6)	
		0.62	(6) + (6)	
		0.64	(6) + (6)	
		0.66	(6) + (6)	
		0.68	(6) + (6)	
		0.70	(6) + (6)	
		0.72	(6) + (6)	
		0.74	(6) + (6)	
		0.76	(6) + (6)	
		0.78	(6) + (6)	
		0.80	(6) + (6)	
		0.82	(6) + (6)	
Agua Hirviendo (92 °C en Arequipa) con aditivo sikaRapid 1 (6)	Cemento Yura IP y Wari Tipo I (2)	0.42	(6) + (6)	f _c Predecido, por el proceso "B" con adición de aditivo sikaRapid 1.
		0.44	(6) + (6)	
		0.46	(6) + (6)	
		0.48	(6) + (6)	
		0.50	(6) + (6)	
		0.52	(6) + (6)	
		0.54	(6) + (6)	
		0.56	(6) + (6)	
		0.58	(6) + (6)	
		0.60	(6) + (6)	
		0.62	(6) + (6)	
		0.64	(6) + (6)	
		0.66	(6) + (6)	
		0.68	(6) + (6)	
		0.70	(6) + (6)	
		0.72	(6) + (6)	
		0.74	(6) + (6)	
		0.76	(6) + (6)	
		0.78	(6) + (6)	
		0.80	(6) + (6)	
		0.82	(6) + (6)	
			504 probetas en total	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6
Comprobación de las gráficas de predicción

Tipo de Curado Acelerado (número de probetas por vaciado + 3 probetas a los 28 días)	Tipo de Cemento (número de tipos de cementos)	f'c y f'cr	Cálculo del Número de Probetas (Probetas por cemento Wari tipo I) + (probetas por cemento Yura IP)	Predicción de la resistencia a la compresión a los 28 días
Medida Cualitativa	Medida Cualitativa	Medida Cuantitativa		Medida Cuantitativa
Calor de Hidratación (35 °C) con aditivo sikaRapid 1 (6)	Cemento Yura IP y Wari Tipo I (2)	f'c = 175 kg/cm²	(6) + (6)	Comparación en % de los f'c, f'cr predecidos con aditivo acelerante por el proceso "A" y los f'c, f'cr simulando condiciones normales de curado en obra
		f'c = 210 kg/cm²	(6) + (6)	
		f'c = 280 kg/cm²	(6) + (6)	
		f'cr = 175 kg/cm²	(6) + (6)	
		f'cr = 210 kg/cm²	(6) + (6)	
		f'cr = 280 kg/cm²	(6) + (6)	
Agua Hirviendo (92 °C en Arequipa) con aditivo sikaRapid 1 (6)	Cemento Yura IP y Wari Tipo I (2)	f'c = 175 kg/cm²	(6) + (6)	Comparación en % de los f'c, f'cr predecidos con aditivo acelerante por el proceso "B" y los f'c, f'cr simulando condiciones normales de curado en obra
		f'c = 210 kg/cm²	(6) + (6)	
		f'c = 280 kg/cm²	(6) + (6)	
		f'cr = 175 kg/cm²	(6) + (6)	
		f'cr = 210 kg/cm²	(6) + (6)	
		f'cr = 280 kg/cm²	(6) + (6)	
			144 probetas en total	

Fuente: Elaboración propia

Siendo en total 648 probetas.

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOPIACIÓN DE DATOS

- Se harán los ensayos para determinar las propiedades de los agregados en laboratorio
- Se utilizarán los Cementos Yura IP y Wari Tipo I
- Se harán los diseños de mezcla para concretos con relación a/c: 0.42, 0.44, 0.46, 0.48, 0.50, 0.52, 0.54, 0.56, 0.58, 0.60, 0.62, 0.64, 0.66, 0.68, 0.70, 0.72, 0.74, 0.76, 0.78, 0.80, 0.82

- Se determinará la cantidad de aditivo SikaRapid1 acelerante, tal como se determinó la cantidad de Cloruro de Calcio en la tesis “Método acelerado para verificar la resistencia mecánica del concreto”, la cual nos dice que “Cuando el cloruro de Calcio entra en contacto con la mezcla del concreto, actúa sobre los componentes del cemento propiciando un aceleramiento en su hidratación, cuyo efecto inmediato es una disminución en el tiempo de fraguado, con lo cual inicia de forma temprana su endurecimiento, este comportamiento ha sido determinado en pruebas realizadas en laboratorio sobre pastas de cemento y distintas cantidades de cloruro de calcio anhidro (figura 1). En la figura 1 se puede observar que hay muy poca variación en los efectos para consumos de Cloruro de Calcio anhidro entre 1.5 y 2.5 %. Por lo cual de manera general se puede establecer que los resultados óptimos se obtienen para una dosis de Cloruro de Calcio anhidro de un 2 %”, es así que obtendremos una gráfica como el de la figura 1, haciendo ensayos mediante el método de la Aguja de Vicat con diferentes dosis de aditivo acelerante (SikaRapid 1) para el cemento Yura IP, para determinar la cantidad óptima de aditivo acelerante.
- En 1 vaciado de concreto se obtendrán 6 testigos de 10cm x 20cm por cada relación agua - cemento, 3 para ser sometidos a curado rápido, 3 para ser sometidos a curado en laboratorio a los 28 días, obteniendo 126 testigos por un método de curado rápido con sus respectivas probetas a los 28 días, ya que son 2 tipos de cemento, serían 252 testigos, pero como también son 2 tipos de curado rápido en total obtenemos 504 testigos.
- Se realizará un análisis estadístico para hacer la curva de confianza para las resistencias estimadas a los 28 días basadas en mediciones de resistencia acelerada; con un intervalo de 90% de confianza, como dicta la norma.
- Se harán 24 vaciados más, 12 para predecir la resistencia a los 28 días a base de la resistencia con calor de hidratación (33°C) con aditivo acelerante (SikaRapid 1) (6 le

corresponde a cemento Yura IP y 6 a Cemento Wari tipo I) y 12 para predecir la resistencia a los 28 días a base de la resistencia con agua hirviendo (92°C) con aditivo acelerante (6 le corresponde a cemento Yura IP y 6 a Cemento Wari tipo I). Las dosificaciones de estos 24 vaciados que se realizará por cada método, serán con $f'c = 175, 210$ y 280 kg/cm^2 y $f'cr = 175, 210$ y 280 kg/cm^2 . Por cada vaciado se hará 6 probetas, 3 usadas para predecir su resistencia al usar las gráficas de predicción, las otras 3 para comprobar su predicción en porcentaje a los 28 días, éstas últimas 3 probetas sin curado acelerado, se tratarán de replicar las condiciones en obra en la casa del tesista Giancarlo, que está ubicada en el distrito de Alto Selva Alegre, obteniendo en total 144 probetas de $10 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$ para esta comprobación.

- En total se ensayarán 648 probetas de $10 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$.

3.5. MATERIALES Y EQUIPOS

En el desarrollo del presente estudio se emplearon herramientas y equipos del laboratorio de concreto de la Universidad Católica de Santa María, siendo la máquina de curado acelerado elaborada por los autores de este trabajo.

3.5.1. Materiales

- Cemento Yura IP
- Cemento Wari Tipo 1
- Agregados de la Poderosa

3.5.2. Herramientas y equipos utilizados en los ensayos de consistencia

3.5.2.1. Herramientas

- Tara
- Espátula

3.5.2.2. Equipos

- Aparato de Aguja de Vicat
- Molde
- Cronómetro

3.5.3. Herramientas y equipos utilizados en la obtención de las propiedades de los agregados

3.5.3.1. Herramientas

- Lampas: Se utilizaron para acopiar el agregado y hacer el muestreo.
- Carretillas: Se utilizaron carretillas para transportar el agregado desde el lugar del depósito hacia el laboratorio.
- Bandejas: Se usaron las bandejas para separar el agregado cuarteado y llevar el agregado a los lugares de ensayo.
- Cucharón: Se usaron cucharones para poner el agregado en bandejas y obtener pesos exactos.
- Baldes: Se usaron baldes en los que se vertió agua y se dejó remojar por separado al agregado grueso y fino
- Franela: Se usó franela para secar superficialmente el agregado que se dejó remojando después de 24 horas.
- Varilla NTP 339.035: Se usaron las varillas correspondientes al ensayo de peso volumétrico compactado.
- Combo de goma: Se utilizó combo de goma para el ensayo de peso volumétrico compactado
- Fiola: Se utilizaron fiolas para hacer el ensayo de absorción correspondiente al Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino

- Canastilla: Se utilizó la canastilla para hacer el ensayo de absorción del agregado grueso correspondiente al Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso

3.5.3.2. Equipos

- Horno: Se usó el horno para calcular el peso seco en los diferentes ensayos
- Balanzas
- Tamices: Se utilizaron tamices para hacer el ensayo de granulometría del agregado fino
- Tamizadora: Se utilizó una tamizadora para obtener la granulometría del agregado grueso.
- Olla de volumen conocido: Se utilizaron 2 ollas de volumen conocido, para hallar el peso del agregado suelto y varillado.
- Cocina eléctrica: Se utilizó la cocina eléctrica, para el ensayo de absorción, correspondiente al Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino.
- Máquina de Arquímedes: Se utilizó esta máquina para hacer el ensayo de absorción correspondiente al Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso.

3.5.4. Herramientas y equipos utilizados para la elaboración y obtención de resultados del concreto

3.5.4.1. Herramientas

- Lampas: Se utilizaron para acopiar el agregado, para hacer el muestreo y llenar los baldes que fueron transportados desde el lugar dónde estaban los agregados hasta el laboratorio de concreto
- Carretillas: Se utilizaron carretillas para transportar el agregado desde el lugar del depósito de los agregados hacia el laboratorio.
- Bandejas: Se usaron las bandejas para no ensuciar el piso del laboratorio y hacer las pruebas de concreto fresco
- Cucharones: Se usaron cucharones para poner el agregado en baldes de forma más exacta
- Baldes: Se usaron baldes para tener los pesos de la dosificación de agua, agregado fino, agregado grueso y agua.
- Varillas: Se usaron las varillas respectivas a la NTP 339.035 para hacer el varillado del concreto en su estado fresco, tanto para el cono de Abrams como para las probetas.
- Espátulas: Se utilizaron espátulas para limpiar los equipos y herramientas que estuvieron en contacto con el concreto fresco.
- Lijar: Se utilizó lijarse para limpiar los equipos y herramientas que estuvieron en contacto con concreto fresco.
- Combo de goma: Se utilizó combo de goma para hacer vibrar el encofrado de las probetas de concreto.
- Vernier: Se utilizó el vernier para medir el asentamiento cuando se utilizó el cono de Abrams, y para medir las alturas y los diámetros de las probetas de concreto en estado endurecido.

- Badilejo: Se usó badilejo para dar acabado liso en la cara superior de la probeta de concreto

3.5.4.2. Equipos

- Balanza
- Mezcladora Eléctrica
- Moldes: Se utilizaron moldes cilíndricos para el encofrado de las probetas de concreto.
- Prensa Hidráulica: Se utilizó para hacer los ensayos a compresión del concreto
- Máquina de Curado Acelerado: Se utilizó el tanque de curado acelerado para hacer el ensayo de los procesos A y B de la NTP 339.213. (ver anexo A)
- Cono de Abrams: Se utilizó el cono de Abrams para saber el asentamiento del concreto.
- Plancha: Se usó una plancha para ser usada en la base al momento de determinar el asentamiento con el cono de Abrams

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

4.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1.1. RESULTADOS DEL ENSAYO DE CONSISTENCIA

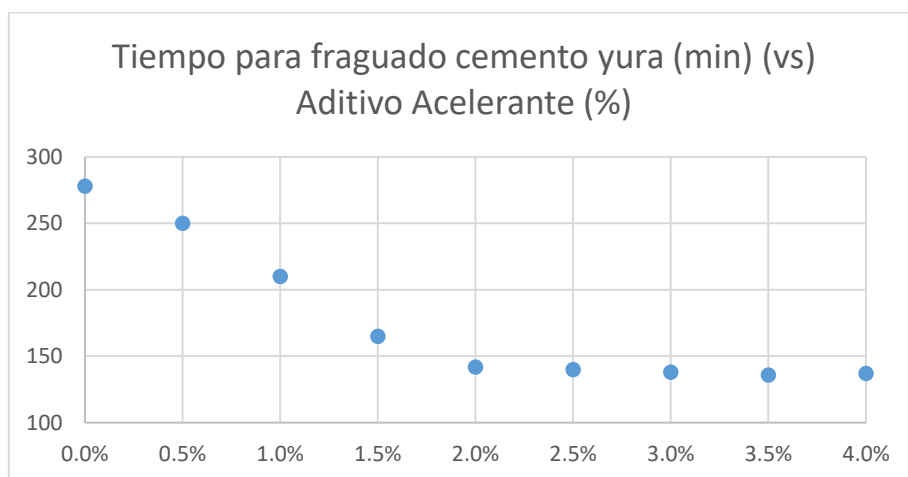
Tabla 7
Características de los procesos de curado acelerado

Nº de Prueba	% de aditivo	Tipo de cemento	Tiempo para fraguado (min)
1	0%	Yura	278
2	0.50%	Yura	250
3	1%	Yura	210
4	1.50%	Yura	165
5	2%	Yura	142
6	2.50%	Yura	140
7	3%	Yura	138
8	3.50%	Yura	136
9	4%	Yura	137
1	0%	Wari	263
2	0.50%	Wari	230
3	1%	Wari	201
4	1.50%	Wari	171
5	2%	Wari	162
6	2.50%	Wari	160
7	3%	Wari	160
8	3.50%	Wari	160
9	4%	Wari	158

Obs: El tiempo para fraguado se da cuando la aguja sólo penetra 25 mm

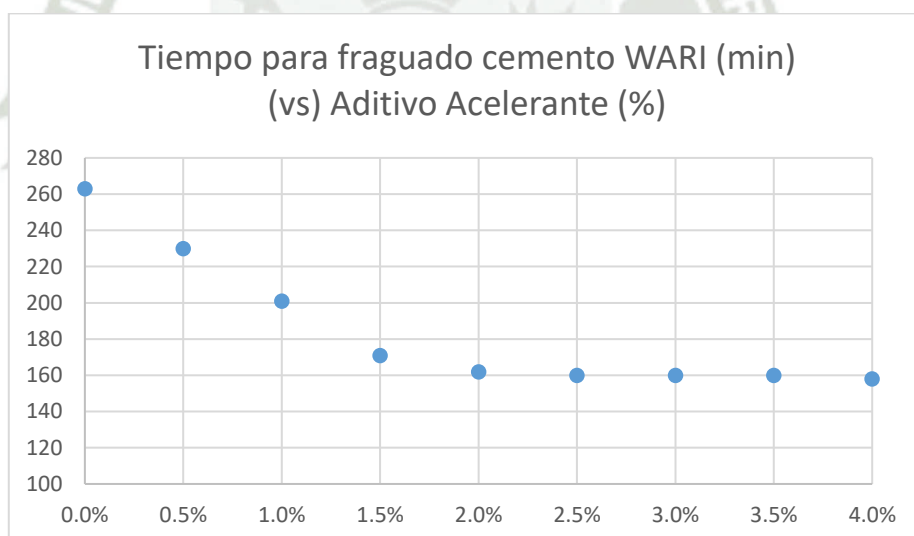
Fuente: Elaboración propia

Figura 1
Tiempo para fraguado cemento yura (min) (vs) Aditivo Acelerante (%)



Fuente: Elaboración propia

Figura 2
Tiempo para fraguado cemento wari (min) (vs) Aditivo Acelerante (%)



Fuente: Elaboración propia

Según los resultados mostrados, el porcentaje óptimo de aditivo SikaRapid 1 tanto para cemento Yura tipo 1P como para cemento Wari tipo 1 es de 2%, ya que para ambos casos no presenta mayor variación en el tiempo de fraguado a comparación de si se le añadiera más aditivo.

4.1.2. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS A LA COMPRESIÓN

Para el control de Datos se utilizó el coeficiente de variación como indicador de confianza, ya que “representa la variación esperada de mediciones de resistencia en cilindros preparados de una misma muestra de concreto y ensayados por un laboratorio a una misma edad” (NTP 339.034, 2008, pág. 15)

Para el grupo de probetas de un mismo vaciado que fueron sometidas a curado acelerado, se utilizó el siguiente criterio: En el mismo laboratorio el coeficiente de variación para especímenes sometidos a curado acelerado, elaborados de la misma tanda ha sido definido como 3.6% (NTP 339.213, 2015, pág. 22)

En las siguientes tablas se podrán observar los resultados de todos los ensayos para la elaboración de las gráficas de predicción, y su respectivo coeficiente de variación para el control de datos, notándose que ninguno sobrepasa el 3.6%

Tabla 8
Resultados de los testigos para la gráfica de predicción con cemento Wari, curado acelerado modificado proceso A (35°C)

Nombre del Testigo	a/c	N° de Tanda	N° de probeta	Duración curado (horas, minutos)	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad de Ensayo (horas, minutos)	Altura 1 (cm)	Altura 2 (cm)	Altura 3 (cm)	Altura Promedio (cm)	Diámetro 1 (cm)	Diámetro 2 (cm)	Diámetro 3 (cm)	Diámetro Promedio (cm)	Esbeltez (H/D)	Factor	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Resistencia promedio (kg/cm ²)	Coef. Var. (%)
W1			1	23 horas 30 min	11/11/2019	12/11/2019	24 horas 4 min	20.09	20.03	20.15	20.09	9.95	10.05	10.05	10.02	2.00	1.00	17255	218.82		
W2	0.42	1	2	23 horas 30 min	11/11/2019	12/11/2019	24 horas 6 min	20.05	20.16	20.01	20.07	10.08	9.92	10.03	10.01	2.00	1.00	17131	217.68	221.66	2.68
W3			3	23 horas 30 min	11/11/2019	12/11/2019	24 horas 8 min	20.19	20.12	20.19	20.17	10.02	9.91	10.00	9.98	2.02	1.00	17874	228.49		
W4			1	23 horas 30 min	11/11/2019	12/11/2019	24 horas 10 min	20.05	20.12	20.18	20.12	9.96	10.07	9.99	10.01	2.01	1.00	15955	202.74		
W5	0.44	2	2	23 horas 30 min	11/11/2019	12/11/2019	24 horas 12 min	20.01	20.05	20.04	20.03	9.99	10.00	10.03	10.01	2.00	1.00	15831	201.16	205.54	3.05
W6			3	23 horas 30 min	11/11/2019	12/11/2019	24 horas 14 min	20.09	20.11	20.17	20.12	9.96	9.99	9.94	9.96	2.02	1.00	16574	212.73		
W7			1	23 horas 30 min	12/11/2019	13/11/2019	24 horas 10 min	20.18	20.11	20.12	20.14	9.94	10.02	9.96	9.97	2.02	1.00	15315	196.17		
W8	0.46	3	2	23 horas 30 min	12/11/2019	13/11/2019	24 horas 12 min	20.11	20.16	20.13	20.13	10.06	10.05	10.01	10.04	2.00	1.00	16252	205.28	199.37	2.57
W9			3	23 horas 30 min	12/11/2019	13/11/2019	24 horas 14 min	20.16	20.18	20.02	20.12	10.04	10.07	10.06	10.06	2.00	1.00	15631	196.65		
W10			1	23 horas 30 min	12/11/2019	13/11/2019	24 horas 10 min	20.13	20.18	20.1	20.14	10.01	10.06	9.99	10.02	2.01	1.00	16013	203.07		
W11	0.48	4	2	23 horas 30 min	12/11/2019	13/11/2019	24 horas 12 min	20.13	20.1	20.2	20.14	10.01	9.93	10.02	9.99	2.02	1.00	15621	199.29	199.53	1.71
W12			3	23 horas 30 min	12/11/2019	13/11/2019	24 horas 14 min	20.16	20.08	20.17	20.14	10.02	10.00	10.07	10.03	2.01	1.00	15505	196.24		
W13			1	23 horas 30 min	13/11/2019	14/11/2019	24 horas 10 min	20.08	20.06	20.06	20.07	10.00	10.03	10.08	10.04	2.00	1.00	15606	197.12		
W14	0.50	5	2	23 horas 30 min	13/11/2019	14/11/2019	24 horas 12 min	20.01	20.12	20.1	20.08	9.92	9.97	10.01	9.97	2.01	1.00	14699	188.28	193.39	2.37
W15			3	23 horas 30 min	13/11/2019	14/11/2019	24 horas 14 min	20.02	20.2	20.05	20.09	10.00	10.02	9.99	10.00	2.01	1.00	15297	194.77		
W16			1	23 horas 30 min	13/11/2019	14/11/2019	24 horas 10 min	20.07	20.01	20.13	20.07	10.05	10.01	9.95	10.00	2.01	1.00	14198	180.77		
W17	0.52	6	2	23 horas 30 min	13/11/2019	14/11/2019	24 horas 12 min	20.01	20.08	20.09	20.06	9.99	10.02	10.04	10.02	2.00	1.00	14395	182.55	182.97	1.33
W18			3	23 horas 30 min	13/11/2019	14/11/2019	24 horas 14 min	20.19	20.04	20.18	20.14	10.00	10.01	10.00	10.00	2.01	1.00	14577	185.60		
W19			1	23 horas 30 min	14/11/2019	15/11/2019	24 horas 4 min	20.19	20.05	20.11	20.12	10.06	9.99	9.96	10.00	2.01	1.00	13899	176.97		
W20	0.54	7	2	23 horas 30 min	14/11/2019	15/11/2019	24 horas 6 min	20.16	20.09	20.05	20.10	10.00	10.04	10.07	10.04	2.00	1.00	13575	171.47	177.11	3.22
W21			3	23 horas 30 min	14/11/2019	15/11/2019	24 horas 8 min	20.04	20.09	20.2	20.11	10.10	10.00	9.96	10.02	2.01	1.00	14422	182.89		
W22			1	23 horas 30 min	14/11/2019	15/11/2019	24 horas 10 min	20.15	20.15	20.19	20.16	9.90	9.98	9.92	9.93	2.03	1.00	13498	174.29		
W23	0.56	8	2	23 horas 30 min	14/11/2019	15/11/2019	24 horas 12 min	20.07	20.09	20.18	20.11	9.90	9.95	10.05	9.97	2.02	1.00	12981	166.28	169.76	2.42
W24			3	23 horas 30 min	14/11/2019	15/11/2019	24 horas 14 min	20.03	20.15	20.04	20.07	10.00	9.95	10.03	9.99	2.01	1.00	13224	168.71		
W25			1	23 horas 30 min	18/11/2019	19/11/2019	24 horas 4 min	20.1	20.02	20.19	20.10	9.99	9.91	10.07	9.99	2.01	1.00	12722	162.31		
W26	0.58	9	2	23 horas 30 min	18/11/2019	19/11/2019	24 horas 6 min	20.08	20.2	20.16	20.15	10.07	9.98	9.91	9.99	2.02	1.00	13051	166.50	167.00	2.97
W27			3	23 horas 30 min	18/11/2019	19/11/2019	24 horas 8 min	20.15	20.06	20.1	20.10	9.90	10.00	10.01	9.97	2.02	1.00	13442	172.18		
W28			1	23 horas 30 min	18/11/2019	19/11/2019	24 horas 10 min	20.07	20.06	20.17	20.10	10.09	10.09	10.07	10.08	1.99	1.00	12262	153.66		
W29	0.60	10	2	23 horas 30 min	18/11/2019	19/11/2019	24 horas 12 min	20.16	20.17	20.18	20.17	10.02	9.96	10.09	10.02	2.01	1.00	12525	158.84	158.24	2.73
W30			3	23 horas 30 min	18/11/2019	19/11/2019	24 horas 14 min	20.04	20.05	20.14	20.08	10.03	9.94	10.06	10.01	2.01	1.00	12767	162.23		
W31			1	23 horas 30 min	19/11/2019	20/11/2019	24 horas 4 min	20.12	20.05	20.02	20.06	10.06	10.07	10.00	10.04	2.00	1.00	12677	160.13		
W32	0.62	11	2	23 horas 30 min	19/11/2019	20/11/2019	24 horas 6 min	20.16	20.08	20.02	20.09	9.93	10.04	10.02	10.00	2.01	1.00	12025	153.11	157.39	2.39
W33			3	23 horas 30 min	19/11/2019	20/11/2019	24 horas 8 min	20.12	20.15	20.01	20.09	9.95	9.99	10.02	9.99	2.01	1.00	12458	158.94		
W34			1	23 horas 30 min	19/11/2019	20/11/2019	24 horas 10 min	20.08	20.06	20.09	20.08	9.95	10.04	10.04	10.01	2.01	1.00	11277	143.30		
W35	0.64	12	2	23 horas 30 min	19/11/2019	20/11/2019	24 horas 12 min	20.13	20.15	20.18	20.15	10.03	10.00	10.00	10.01	2.01	1.00	11798	149.92	146.29	2.29
W36			3	23 horas 30 min	19/11/2019	20/11/2019	24 horas 14 min	20.09	20.15	20.09	20.11	10.05	10.10	10.08	10.08	2.00	1.00	11622	145.64		
W37			1	23 horas 30 min	20/11/2019	21/11/2019	24 horas 4 min	20.2	20.1	20.03	20.11	9.97	10.06	9.99	10.01	2.01	1.00	11225	142.64		
W38	0.66	13	2	23 horas 30 min	20/11/2019	21/11/2019	24 horas 6 min	20.06	20.01	20.1	20.06	10.00	10.06	10.07	10.04	2.00	1.00	11602	146.55	145.15	1.50
W39			3	23 horas 30 min	20/11/2019	21/11/2019	24 horas 8 min	20.2	20.11	20.19	20.17	10.00	10.03	9.93	9.99	2.02	1.00	11465	146.27		

Nombre del Testigo	a/c	Nº de Tanda	Nº de probeta	Duración curado (horas, minutos)	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad de Ensayo (horas, minutos)	Altura 1 (cm)	Altura 2 (cm)	Altura 3 (cm)	Altura Promedio (cm)	Diámetro 1 (cm)	Diámetro 2 (cm)	Diámetro 3 (cm)	Diámetro Promedio (cm)	Esbeltez (H/D)	Factor	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm2)	Resistencia promedio (kg/cm2)	Coef. Var. (%)
W40			1	23 horas 30 min	20/11/2019	21/11/2019	24 horas 10 min	20.03	20.09	20.01	20.04	9.99	10.04	10.06	10.03	2.00	1.00	11076	140.18		
W41	0.68	14	2	23 horas 30 min	20/11/2019	21/11/2019	24 horas 12 min	20.02	20.06	20.02	20.03	10.02	9.99	10.10	10.04	2.00	1.00	11022	139.22	138.17	1.95
W42			3	23 horas 30 min	20/11/2019	21/11/2019	24 horas 14 min	20.11	20.13	20.19	20.14	10.00	10.00	10.08	10.03	2.01	1.00	10675	135.11		
W43			1	23 horas 30 min	21/11/2019	22/11/2019	24 horas 4 min	20.04	20.12	20.15	20.10	9.93	10.00	9.98	9.97	2.02	1.00	9951	127.46		
W44	0.70	15	2	23 horas 30 min	21/11/2019	22/11/2019	24 horas 6 min	20.04	20.02	20.01	20.02	9.94	10.03	10.06	10.01	2.00	1.00	9435	119.89	122.93	3.25
W45			3	23 horas 30 min	21/11/2019	22/11/2019	24 horas 8 min	20.04	20.19	20.07	20.10	10.08	9.97	9.99	10.01	2.01	1.00	9557	121.44		
W46			1	23 horas 30 min	21/11/2019	22/11/2019	24 horas 10 min	20.1	20.2	20.01	20.10	9.90	10.07	9.96	9.98	2.01	1.00	9213	117.77		
W47	0.72	16	2	23 horas 30 min	21/11/2019	22/11/2019	24 horas 12 min	20.12	20.03	20.06	20.07	10.09	10.03	9.93	10.02	2.00	1.00	9513	120.64	118.07	2.06
W48			3	23 horas 30 min	21/11/2019	22/11/2019	24 horas 14 min	20.14	20.12	20.2	20.15	9.91	10.03	10.03	9.99	2.02	1.00	9077	115.80		
W49			1	23 horas 30 min	25/11/2019	26/11/2019	24 horas 10 min	20.18	20.1	20.04	20.11	9.97	9.95	10.04	9.99	2.01	1.00	8398	107.14		
W50	0.74	17	2	23 horas 30 min	25/11/2019	26/11/2019	24 horas 12 min	20.19	20.12	20.09	20.13	10.09	10.01	10.08	10.06	2.00	1.00	8857	111.43	110.13	2.36
W51			3	23 horas 30 min	25/11/2019	26/11/2019	24 horas 14 min	20.03	20.07	20.18	20.09	9.97	9.93	9.97	9.96	2.02	1.00	8712	111.82		
W52			1	23 horas 30 min	25/11/2019	26/11/2019	24 horas 10 min	20.05	20.13	20.03	20.07	10.10	10.07	9.91	10.03	2.00	1.00	8724	110.41		
W53	0.76	18	2	23 horas 30 min	25/11/2019	26/11/2019	24 horas 12 min	20.2	20.01	20.01	20.07	9.99	10.06	10.06	10.04	2.00	1.00	8213	103.74	106.28	3.39
W54			3	23 horas 30 min	25/11/2019	26/11/2019	24 horas 14 min	20.14	20.2	20.03	20.12	10.08	9.99	10.00	10.02	2.01	1.00	8256	104.70		
W55			1	23 horas 30 min	28/11/2019	29/11/2019	24 horas 10 min	20.09	20.01	20.13	20.08	9.93	10.10	9.95	9.99	2.01	1.00	8162	104.13		
W56	0.78	19	2	23 horas 30 min	28/11/2019	29/11/2019	24 horas 12 min	20.09	20.04	20.09	20.07	9.90	9.98	10.03	9.97	2.01	1.00	8089	103.61	105.74	3.07
W57			3	23 horas 30 min	28/11/2019	29/11/2019	24 horas 14 min	20.09	20.07	20.18	20.11	9.92	9.90	10.10	9.97	2.02	1.00	8547	109.48		
W58			1	23 horas 30 min	28/11/2019	29/11/2019	24 horas 10 min	20.08	20.17	20.05	20.10	9.92	10.04	9.92	9.96	2.02	1.00	7851	100.77		
W59	0.80	20	2	23 horas 30 min	28/11/2019	29/11/2019	24 horas 12 min	20.04	20.18	20.02	20.08	10.01	10.01	10.06	10.03	2.00	1.00	8354	105.73	104.77	3.45
W60			3	23 horas 30 min	28/11/2019	29/11/2019	24 horas 14 min	20.01	20.19	20.1	20.10	10.03	9.91	9.93	9.96	2.02	1.00	8399	107.80		
W61			1	23 horas 30 min	2/12/2019	3/12/2019	24 horas 10 min	20.13	20.19	20.03	20.12	9.95	10.10	9.94	10.00	2.01	1.00	7924	100.89		
W62	0.82	21	2	23 horas 30 min	2/12/2019	3/12/2019	24 horas 12 min	20.19	20.03	20.12	20.11	10.09	9.97	10.00	10.02	2.01	1.00	7566	95.95	99.25	2.88
W63			3	23 horas 30 min	2/12/2019	3/12/2019	24 horas 14 min	20.06	20.19	20.16	20.14	10.05	9.92	9.94	9.97	2.02	1.00	7879	100.92		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9
Resultados de los testigos para la gráfica de predicción (proceso A) con cemento Wari, curado normal

Nombre del Testigo	a/c	N° de Tanda	N° de probeta	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad de Ensayo (días)	Altura 1 (cm)	Altura 2 (cm)	Altura 3 (cm)	Altura Promedio (cm)	Diámetro 1 (cm)	Diámetro 2 (cm)	Diámetro 3 (cm)	Diámetro Promedio (cm)	Esbeltez (H/D)	Factor	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm2)	Resistencia a la compresion (kg/cm2)	Coef. Var. (%)
W64	0.42	1	1	11/11/2019	9/12/2019	28 días	20.20	20.01	20.11	20.11	10.06	9.91	9.94	9.97	2.02	1.00	45513	582.98	595.42	1.90
W65			2	11/11/2019	9/12/2019	28 días	20.17	20.14	20.03	20.11	9.99	10.08	9.94	10.00	2.01	1.00	46985	598.23		
W66			3	11/11/2019	9/12/2019	28 días	20.06	20.11	20.11	20.09	9.95	10.03	10.01	10.00	2.01	1.00	47521	605.06		
W67	0.44	2	1	11/11/2019	9/12/2019	28 días	20.03	20.03	20.12	20.06	10.00	9.96	9.98	9.98	2.01	1.00	44802	572.73	570.22	0.91
W68			2	11/11/2019	9/12/2019	28 días	20.20	20.13	20.01	20.11	9.94	9.96	10.00	9.97	2.02	1.00	44051	564.26		
W69			3	11/11/2019	9/12/2019	28 días	20.14	20.13	20.16	20.14	9.99	10.08	9.94	10.00	2.01	1.00	45057	573.68		
W70	0.46	3	1	12/11/2019	10/12/2019	28 días	20.12	20.20	20.14	20.15	10.00	10.05	10.00	10.02	2.01	1.00	42224	535.47	542.06	2.05
W71			2	12/11/2019	10/12/2019	28 días	20.14	20.06	20.04	20.08	10.08	10.01	9.99	10.03	2.00	1.00	43842	554.88		
W72			3	12/11/2019	10/12/2019	28 días	20.13	20.15	20.06	20.11	9.94	10.03	9.96	9.98	2.02	1.00	41915	535.82		
W73	0.48	4	1	12/11/2019	10/12/2019	28 días	20.13	20.10	20.04	20.09	10.10	9.98	10.07	10.05	2.00	1.00	40929	515.95	510.57	1.35
W74			2	12/11/2019	10/12/2019	28 días	20.17	20.20	20.16	20.18	9.94	10.09	10.02	10.02	2.01	1.00	40451	512.98		
W75			3	12/11/2019	10/12/2019	28 días	20.12	20.05	20.03	20.07	10.02	10.06	10.01	10.03	2.00	1.00	39725	502.77		
W76	0.50	5	1	13/11/2019	11/12/2019	28 días	20.16	20.08	20.01	20.08	10.02	10.00	10.05	10.02	2.00	1.00	37102	470.51	485.39	2.68
W77			2	13/11/2019	11/12/2019	28 días	20.19	20.14	20.15	20.16	9.97	9.98	9.90	9.95	2.03	1.00	38175	490.96		
W78			3	13/11/2019	11/12/2019	28 días	20.05	20.03	20.12	20.07	9.90	10.09	9.98	9.99	2.01	1.00	38777	494.71		
W79	0.52	6	1	13/11/2019	11/12/2019	28 días	20.20	20.17	20.06	20.14	9.97	9.93	10.09	10.00	2.01	1.00	36789	468.41	460.56	2.90
W80			2	13/11/2019	11/12/2019	28 días	20.09	20.20	20.17	20.15	10.10	9.95	10.00	10.02	2.01	1.00	36915	468.14		
W81			3	13/11/2019	11/12/2019	28 días	20.18	20.06	20.11	20.12	9.94	9.92	10.02	9.96	2.02	1.00	34681	445.13		
W82	0.54	7	1	14/11/2019	12/12/2019	28 días	20.15	20.08	20.14	20.12	10.05	10.05	10.08	10.06	2.00	1.00	34262	431.05	447.00	3.09
W83			2	14/11/2019	12/12/2019	28 días	20.20	20.15	20.19	20.18	9.92	9.93	9.94	9.93	2.03	1.00	35251	455.18		
W84			3	14/11/2019	12/12/2019	28 días	20.04	20.02	20.16	20.07	9.94	10.10	10.00	10.01	2.00	1.00	35789	454.77		
W85	0.56	8	1	14/11/2019	12/12/2019	28 días	20.15	20.10	20.20	20.15	9.95	10.05	9.94	9.98	2.02	1.00	33879	433.09	431.64	2.45
W86			2	14/11/2019	12/12/2019	28 días	20.18	20.15	20.06	20.13	9.96	10.07	9.95	9.99	2.02	1.00	32954	420.42		
W87			3	14/11/2019	12/12/2019	28 días	20.03	20.06	20.07	20.05	9.90	9.95	9.98	9.94	2.02	1.00	34254	441.42		
W88	0.58	9	1	18/11/2019	16/12/2019	28 días	20.15	20.19	20.17	20.17	10.10	10.00	9.90	10.00	2.02	1.00	31981	407.19	406.17	2.36
W89			2	18/11/2019	16/12/2019	28 días	20.14	20.03	20.10	20.09	9.98	10.06	10.08	10.04	2.00	1.00	31359	396.10		
W90			3	18/11/2019	16/12/2019	28 días	20.07	20.18	20.10	20.12	10.03	9.93	10.00	9.99	2.01	1.00	32546	415.22		
W91	0.60	10	1	18/11/2019	16/12/2019	28 días	20.17	20.08	20.08	20.11	10.09	9.96	10.00	10.02	2.01	1.00	31109	394.51	397.31	2.48
W92			2	18/11/2019	16/12/2019	28 días	20.01	20.13	20.07	20.07	9.95	10.06	10.03	10.01	2.00	1.00	30625	389.15		
W93			3	18/11/2019	16/12/2019	28 días	20.11	20.18	20.10	20.13	9.96	9.95	10.07	9.99	2.02	1.00	32001	408.27		
W94	0.62	11	1	19/11/2019	17/12/2019	28 días	20.11	20.20	20.18	20.16	10.10	10.10	9.92	10.04	2.01	1.00	27871	352.04	345.45	3.34
W95			2	19/11/2019	17/12/2019	28 días	20.10	20.14	20.15	20.13	9.95	10.00	9.98	9.98	2.02	1.00	27551	352.20		
W96			3	19/11/2019	17/12/2019	28 días	20.11	20.18	20.05	20.11	10.00	9.98	9.95	9.98	2.02	1.00	25980	332.11		
W97	0.64	12	1	19/11/2019	17/12/2019	28 días	20.02	20.15	20.18	20.12	9.93	9.96	10.09	9.99	2.01	1.00	24953	318.35	327.56	2.96
W98			2	19/11/2019	17/12/2019	28 días	20.14	20.10	20.15	20.13	9.90	9.98	10.06	9.98	2.02	1.00	26415	337.68		
W99			3	19/11/2019	17/12/2019	28 días	20.01	20.05	20.05	20.04	9.96	9.90	10.00	9.95	2.01	1.00	25400	326.66		
W100	0.66	13	1	20/11/2019	18/12/2019	28 días	20.01	20.16	20.07	20.08	9.97	9.91	10.01	9.96	2.02	1.00	24089	309.18	301.64	3.37
W101			2	20/11/2019	18/12/2019	28 días	20.15	20.08	20.06	20.10	9.95	10.10	10.02	10.02	2.01	1.00	22875	290.09		
W102			3	20/11/2019	18/12/2019	28 días	20.03	20.10	20.08	20.07	9.95	9.92	9.94	9.94	2.02	1.00	23718	305.64		

Nombre del Testigo	a/c	N° de Tanda	N° de probeta	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad de Ensayo (días)	Altura 1 (cm)	Altura 2 (cm)	Altura 3 (cm)	Altura Promedio (cm)	Diámetro 1 (cm)	Diámetro 2 (cm)	Diámetro 3 (cm)	Diámetro Promedio (cm)	Esbellez (H/D)	Factor	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm2)	Resistencia a la compresion (kg/cm2)	Coef. Var. (%)
W103	0.68	14	1	20/11/2019	18/12/2019	28 días	20.14	20.16	20.15	20.15	10.00	10.09	9.96	10.02	2.01	1.00	20553	260.65	268.63	3.16
W104			2	20/11/2019	18/12/2019	28 días	20.04	20.10	20.08	20.07	10.02	10.08	10.04	10.05	2.00	1.00	22015	277.52		
W105			3	20/11/2019	18/12/2019	28 días	20.19	20.08	20.18	20.15	10.06	10.05	10.06	10.06	2.00	1.00	21279	267.71		
W106	0.70	15	1	21/11/2019	19/12/2019	28 días	20.01	20.06	20.03	20.03	9.95	10.10	9.95	10.00	2.00	1.00	20004	254.70	247.21	3.43
W107			2	21/11/2019	19/12/2019	28 días	20.13	20.11	20.19	20.14	10.08	10.08	10.00	10.05	2.00	1.00	19746	248.92		
W108			3	21/11/2019	19/12/2019	28 días	20.15	20.01	20.18	20.11	10.05	9.92	9.92	9.96	2.02	1.00	18544	238.01		
W109	0.72	16	1	21/11/2019	19/12/2019	28 días	20.10	20.11	20.17	20.13	10.10	10.01	9.98	10.03	2.01	1.00	16234	205.46	212.54	2.98
W110			2	21/11/2019	19/12/2019	28 días	20.04	20.16	20.19	20.13	10.06	9.98	10.07	10.04	2.00	1.00	17236	217.71		
W111			3	21/11/2019	19/12/2019	28 días	20.05	20.16	20.05	20.09	10.06	10.00	9.95	10.00	2.01	1.00	16843	214.45		
W112	0.74	17	1	25/11/2019	23/12/2019	28 días	20.02	20.01	20.09	20.04	10.01	10.08	10.07	10.05	1.99	1.00	15256	192.32	195.37	3.43
W113			2	25/11/2019	23/12/2019	28 días	20.16	20.13	20.04	20.11	9.95	9.91	10.00	9.95	2.02	1.00	15789	203.06		
W114			3	25/11/2019	23/12/2019	28 días	20.10	20.02	20.18	20.10	9.91	9.91	10.04	9.95	2.02	1.00	14832	190.75		
W115	0.76	18	1	25/11/2019	23/12/2019	28 días	20.04	20.20	20.05	20.10	9.93	9.96	10.06	9.98	2.01	1.00	13966	178.53	175.92	3.37
W116			2	25/11/2019	23/12/2019	28 días	20.09	20.15	20.01	20.08	10.05	10.00	10.05	10.03	2.00	1.00	14229	180.09		
W117			3	25/11/2019	23/12/2019	28 días	20.17	20.14	20.18	20.16	9.92	9.95	9.94	9.94	2.03	1.00	13125	169.14		
W118	0.78	19	1	28/11/2019	26/12/2019	28 días	20.03	20.08	20.05	20.05	9.90	10.10	10.09	10.03	2.00	1.00	13561	171.63	166.80	2.56
W119			2	28/11/2019	26/12/2019	28 días	20.14	20.08	20.20	20.14	9.94	10.02	10.09	10.02	2.01	1.00	13032	165.27		
W120			3	28/11/2019	26/12/2019	28 días	20.04	20.02	20.05	20.04	10.01	9.95	9.95	9.97	2.01	1.00	12765	163.51		
W121	0.80	20	1	28/11/2019	26/12/2019	28 días	20.02	20.15	20.07	20.08	10.06	9.95	9.96	9.99	2.01	1.00	11865	151.37	154.67	3.05
W122			2	28/11/2019	26/12/2019	28 días	20.01	20.01	20.19	20.07	9.97	10.08	10.09	10.05	2.00	1.00	12102	152.56		
W123			3	28/11/2019	26/12/2019	28 días	20.07	20.18	20.14	20.13	10.00	10.00	9.97	9.99	2.02	1.00	12547	160.07		
W124	0.82	21	1	2/12/2019	30/12/2019	28 días	20.03	20.08	20.14	20.08	10.09	10.04	9.97	10.03	2.00	1.00	11623	147.10	147.62	3.01
W125			2	2/12/2019	30/12/2019	28 días	20.20	20.17	20.15	20.17	10.00	9.99	10.05	10.01	2.01	1.00	11289	143.45		
W126			3	2/12/2019	30/12/2019	28 días	20.17	20.09	20.17	20.14	10.01	10.05	9.93	10.00	2.01	1.00	11962	152.30		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10
Resultados de los testigos para la comprobación de la gráfica de predicción proceso A (35°C) con cemento Wari

Nombre del Testigo	Resistencia	Nº de Tandas	Nº de probeta	Duración curado (horas, minutos)	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad de Ensayo (horas, minutos)	Altura 1 (cm)	Altura 2 (cm)	Altura 3 (cm)	Altura Promedio (cm)	Diámetro 1 (cm)	Diámetro 2 (cm)	Diámetro 3 (cm)	Diámetro Promedio (cm)	Esbeltez (H/D)	Factor	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm2)	Resistencia promedio (kg/cm2)	Desv. Est	Coef. Var. (%)	ERROR
W127	=175kg/¢	22	1	23 horas 30 min	2/12/2019	3/12/2019	24 horas 7 min	20.08	20.07	20.06	20.13	10.01	9.92	9.95	9.96	2.02	1.00	8821	113.22	112.03	2.68	2.40	2.55
W128			2	23 horas 30 min	2/12/2019	3/12/2019	24 horas 9 min	20.01	20.09	20.12	20.13	10.02	9.94	10.00	9.99	2.02	1.00	8923	113.91				
W129			3	23 horas 30 min	2/12/2019	3/12/2019	24 horas 11 min	20.14	20.08	20.09	20.12	10.07	9.97	10.08	10.04	2.00	1.00	8626	108.96				
W130	=175kg/¢	22	1		2/12/2019	30/12/2019	28 días	20.12	20.02	20.06	20.06	9.97	10.03	10.04	10.01	2.00	1.00	15715	199.56	198.08	1.49	0.75	1.42
W131			2		2/12/2019	30/12/2019	28 días	20.18	20.2	20.12	20.08	9.94	9.92	9.93	9.93	2.02	1.00	15223	196.57				
W132			3		2/12/2019	30/12/2019	28 días	20.06	20.05	20.1	20.04	10.05	9.99	10.01	10.02	2.00	1.00	15611	198.10				
W133	=210kg/¢	23	1	23 horas 30 min	5/12/2019	6/12/2019	24 horas 9 min	20.04	20.1	20.17	20.14	9.94	10.03	9.96	9.98	2.02	1.00	10389	132.90	131.60	3.45	2.62	3.28
W134			2	23 horas 30 min	5/12/2019	6/12/2019	24 horas 11 min	20.09	20.17	20.04	20.16	9.94	9.90	9.90	9.91	2.03	1.00	9856	127.69				
W135			3	23 horas 30 min	5/12/2019	6/12/2019	24 horas 13 min	20.07	20.16	20.1	20.04	9.99	10.01	10.06	10.02	2.00	1.00	10584	134.22				
W136	=210kg/¢	23	1		5/12/2019	2/01/2020	28 días	20.11	20.14	20.04	20.19	9.97	10.01	9.92	9.97	2.03	1.00	21206	271.81	275.31	4.47	1.62	4.25
W137			2		5/12/2019	2/01/2020	28 días	20.16	20.02	20.06	20.20	10.10	9.92	9.97	10.00	2.02	1.00	21487	273.76				
W138			3		5/12/2019	2/01/2020	28 días	20.04	20.03	20.02	20.04	10.00	9.97	10.01	9.99	2.01	1.00	21989	280.35				
W139	=280kg/¢	24	1	23 horas 30 min	5/12/2019	6/12/2019	24 horas 10 min	20.18	20.06	20.13	20.14	9.93	9.96	10.04	9.98	2.02	1.00	12259	156.82	159.79	3.15	1.97	2.99
W140			2	23 horas 30 min	5/12/2019	6/12/2019	24 horas 12 min	20.03	20.14	20.17	20.16	9.96	10.00	9.91	9.96	2.02	1.00	12416	159.46				
W141			3	23 horas 30 min	5/12/2019	6/12/2019	24 horas 14 min	20.1	20.13	20.17	20.04	9.93	10.08	10.07	10.03	2.00	1.00	12878	163.10				
W142	=280kg/¢	24	1		5/12/2019	2/01/2020	28 días	20.19	20.18	20.01	20.19	10.01	10.06	10.06	10.04	2.01	1.00	29441	371.63	382.06	10.95	2.87	10.40
W143			2		5/12/2019	2/01/2020	28 días	20.01	20.12	20.02	20.20	10.02	9.94	9.97	9.98	2.02	1.00	29791	381.09				
W144			3		5/12/2019	2/01/2020	28 días	20.17	20.12	20.19	20.04	10.09	10.00	9.97	10.02	2.00	1.00	31026	393.46				
W145	=175kg/¢	25	1	23 horas 30 min	9/12/2019	10/12/2019	24 horas 13 min	20.11	20.12	20.09	20.14	10.08	9.99	10.00	10.02	2.01	1.00	10678	135.32	138.58	3.39	2.44	3.22
W146			2	23 horas 30 min	9/12/2019	10/12/2019	24 horas 15 min	20.17	20.04	20.16	20.16	9.97	9.96	10.00	9.98	2.02	1.00	11107	142.08				
W147			3	23 horas 30 min	9/12/2019	10/12/2019	24 horas 17 min	20.15	20.13	20.11	20.04	10.03	10.08	10.03	10.05	1.99	1.00	10966	138.33				
W148	=175kg/¢	25	1		9/12/2019	6/01/2020	28 días	20.15	20.19	20.17	20.19	9.95	9.90	10.04	9.96	2.03	1.00	24052	308.50	301.63	6.13	2.03	5.82
W149			2		9/12/2019	6/01/2020	28 días	20.13	20.08	20.04	20.20	10.00	10.09	10.09	10.06	2.01	1.00	23819	299.67				
W150			3		9/12/2019	6/01/2020	28 días	20.15	20.03	20.18	20.04	10.10	10.01	10.06	10.06	1.99	1.00	23569	296.72				
W151	=210kg/¢	26	1	23 horas 30 min	9/12/2019	10/12/2019	24 horas 7 min	20.19	20.19	20.2	20.14	9.90	10.04	9.96	9.97	2.02	1.00	13502	173.06	179.14	6.08	3.39	5.77
W152			2	23 horas 30 min	9/12/2019	10/12/2019	24 horas 9 min	20.18	20.07	20.07	20.16	10.03	9.93	9.92	9.96	2.02	1.00	13956	179.12				
W153			3	23 horas 30 min	9/12/2019	10/12/2019	24 horas 11 min	20.04	20.12	20.1	20.04	9.90	9.98	9.97	9.95	2.01	1.00	14402	185.22				
W154	=210kg/¢	26	1		9/12/2019	6/01/2020	28 días	20.09	20.13	20.02	20.19	9.95	9.91	9.93	9.93	2.03	1.00	33778	436.16	444.89	9.27	2.08	8.81
W155			2		9/12/2019	6/01/2020	28 días	20.11	20.11	20.2	20.20	9.90	9.95	10.10	9.98	2.02	1.00	35587	454.62				
W156			3		9/12/2019	6/01/2020	28 días	20.19	20.16	20.05	20.04	9.93	9.96	10.07	9.99	2.01	1.00	34769	443.88				
W157	=280kg/¢	27	1	23 horas 30 min	10/12/2019	11/12/2019	24 horas 10 min	20.01	20.02	20.07	20.14	10.00	9.95	9.97	9.97	2.02	1.00	15506	198.49	202.43	5.35	2.64	5.08
W158			2	23 horas 30 min	10/12/2019	11/12/2019	24 horas 12 min	20.03	20.04	20.05	20.16	10.00	9.91	9.93	9.95	2.03	1.00	16203	208.52				
W159			3	23 horas 30 min	10/12/2019	11/12/2019	24 horas 14 min	20.11	20.02	20.07	20.04	9.99	10.08	9.91	9.99	2.01	1.00	15709	200.28				
W160	=280kg/¢	27	1		10/12/2019	7/01/2020	28 días	20.05	20.07	20.02	20.19	9.90	9.95	10.01	9.95	2.03	1.00	43605	560.41	552.47	7.23	1.31	6.87
W161			2		10/12/2019	7/01/2020	28 días	20.2	20.02	20.2	20.20	10.07	9.99	9.92	9.99	2.02	1.00	43198	550.75				
W162			3		10/12/2019	7/01/2020	28 días	20.14	20.13	20.17	20.04	9.99	10.07	9.90	9.99	2.01	1.00	42789	546.26				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11

Resultados de los testigos para la gráfica de predicción con cemento Yura, curado acelerado modificado proceso A (35°C)

Nombre del Testigo	a/c	N° de Tanda	N° de probeta	Duración curado (horas, minutos)	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad de Ensayo (horas, minutos)	Altura 1 (cm)	Altura 2 (cm)	Altura 3 (cm)	Altura Promedio (cm)	Diámetro 1 (cm)	Diámetro 2 (cm)	Diámetro 3 (cm)	Diámetro Promedio (cm)	Esbeltez (H/D)	Factor	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm2)	Resistencia promedio (kg/cm2)	Coef. Var. (%)
Y1			1	23 horas 30 min	10/12/2019	11/12/2019	24 horas 10 min	20.06	20.16	20.12	20.11	10.02	9.96	10.09	10.02	2.01	1.00	16428	208.33		
Y2	0.42	1	2	23 horas 30 min	10/12/2019	11/12/2019	24 horas 12 min	20.14	20.17	20.01	20.11	10.05	9.92	9.91	9.96	2.02	1.00	16311	209.35	211.20	1.95
Y3			3	23 horas 30 min	10/12/2019	11/12/2019	24 horas 14 min	20.09	20.05	20.1	20.08	9.98	9.96	9.90	9.95	2.02	1.00	16790	215.93		
Y4			1	23 horas 30 min	11/12/2019	12/12/2019	24 horas 10 min	20.05	20.08	20.16	20.10	10.01	9.94	10.07	10.01	2.01	1.00	14759	187.54		
Y5	0.44	2	2	23 horas 30 min	11/12/2019	12/12/2019	24 horas 14 min	20.14	20.14	20.17	20.15	10.00	10.04	10.08	10.04	2.01	1.00	14970	189.09	192.23	3.55
Y6			3	23 horas 30 min	11/12/2019	12/12/2019	24 horas 10 min	20.09	20.08	20.14	20.10	10.00	10.10	9.92	10.01	2.01	1.00	15743	200.05		
Y7			1	23 horas 30 min	11/12/2019	12/12/2019	24 horas 12 min	20.17	20.13	20.07	20.12	9.98	9.94	9.99	9.97	2.02	1.00	14224	182.20		
Y8	0.46	3	2	23 horas 30 min	11/12/2019	12/12/2019	24 horas 14 min	20.16	20.03	20.17	20.12	10.05	9.93	9.98	9.99	2.01	1.00	15187	193.75	186.50	3.39
Y9			3	23 horas 30 min	11/12/2019	12/12/2019	24 horas 10 min	20.12	20.1	20.14	20.12	10.07	9.94	10.06	10.02	2.01	1.00	14473	183.54		
Y10			1	23 horas 30 min	12/12/2019	13/12/2019	24 horas 12 min	20.14	20.03	20.12	20.10	10.02	10.07	10.01	10.03	2.00	1.00	14842	187.85		
Y11	0.48	4	2	23 horas 30 min	12/12/2019	13/12/2019	24 horas 14 min	20.18	20.16	20.17	20.17	10.07	9.98	10.05	10.03	2.01	1.00	14589	184.64	184.92	1.52
Y12			3	23 horas 30 min	12/12/2019	13/12/2019	24 horas 14 min	20.14	20.19	20.14	20.16	9.98	9.94	10.10	10.01	2.01	1.00	14343	182.26		
Y13			1	23 horas 30 min	12/12/2019	13/12/2019	24 horas 10 min	20.15	20.09	20.01	20.08	10.06	10.01	10.04	10.04	2.00	1.00	14717	185.89		
Y14	0.50	5	2	23 horas 30 min	12/12/2019	13/12/2019	24 horas 14 min	20.09	20.12	20.13	20.11	9.97	9.91	10.05	9.98	2.02	1.00	13611	174.00	179.89	3.31
Y15			3	23 horas 30 min	12/12/2019	13/12/2019	24 horas 10 min	20.01	20.2	20.13	20.11	10.01	9.93	10.07	10.00	2.01	1.00	14120	179.78		
Y16			1	23 horas 30 min	16/12/2019	17/12/2019	24 horas 14 min	20.12	20.13	20.16	20.14	10.03	10.03	10.03	10.03	2.01	1.00	13226	167.39		
Y17	0.52	6	2	23 horas 30 min	16/12/2019	17/12/2019	24 horas 10 min	20.18	20.12	20.02	20.11	9.92	10.00	10.01	9.98	2.02	1.00	13289	169.88	170.64	2.16
Y18			3	23 horas 30 min	16/12/2019	17/12/2019	24 horas 12 min	20.18	20.18	20.2	20.19	10.00	9.98	9.98	9.99	2.02	1.00	13689	174.64		
Y19			1	23 horas 30 min	16/12/2019	17/12/2019	24 horas 14 min	20.2	20.11	20.01	20.11	10.09	10.10	10.04	10.08	2.00	1.00	12844	160.95		
Y20	0.54	7	2	23 horas 30 min	16/12/2019	17/12/2019	24 horas 10 min	20.11	20.18	20.1	20.13	9.97	10.02	9.97	9.99	2.02	1.00	12436	158.66	162.96	3.43
Y21			3	23 horas 30 min	16/12/2019	17/12/2019	24 horas 14 min	20.14	20.06	20.14	20.11	10.06	10.02	10.05	10.04	2.00	1.00	13402	169.28		
Y22			1	23 horas 30 min	17/12/2019	18/12/2019	24 horas 10 min	20.16	20.05	20.07	20.09	10.00	10.07	9.91	9.99	2.01	1.00	12458	158.94		
Y23	0.56	8	2	23 horas 30 min	17/12/2019	18/12/2019	24 horas 12 min	20.02	20.09	20.14	20.08	10.09	10.07	9.96	10.04	2.00	1.00	11862	149.83	154.87	2.99
Y24			3	23 horas 30 min	17/12/2019	18/12/2019	24 horas 14 min	20.16	20.06	20.11	20.11	10.04	9.97	9.97	9.99	2.01	1.00	12216	155.85		
Y25			1	23 horas 30 min	17/12/2019	18/12/2019	24 horas 10 min	20.16	20.18	20.01	20.12	10.00	10.09	10.07	10.05	2.00	1.00	11915	150.20		
Y26	0.58	9	2	23 horas 30 min	17/12/2019	18/12/2019	24 horas 14 min	20.2	20.07	20.12	20.13	10.10	10.01	9.90	10.00	2.01	1.00	12089	153.92	152.75	1.45
Y27			3	23 horas 30 min	17/12/2019	18/12/2019	24 horas 10 min	20.11	20.04	20.17	20.11	9.91	9.97	9.99	9.96	2.02	1.00	12009	154.13		
Y28			1	23 horas 30 min	18/12/2019	19/12/2019	24 horas 12 min	20.02	20.17	20.02	20.07	9.92	10.03	9.97	9.97	2.01	1.00	11373	145.68		
Y29	0.60	10	2	23 horas 30 min	18/12/2019	19/12/2019	24 horas 14 min	20.14	20.14	20.09	20.12	10.02	9.91	9.99	9.97	2.02	1.00	11380	145.77	146.80	1.26
Y30			3	23 horas 30 min	18/12/2019	19/12/2019	24 horas 10 min	20.08	20.16	20.16	20.13	9.91	9.91	10.03	9.95	2.02	1.00	11581	148.94		
Y31			1	23 horas 30 min	18/12/2019	19/12/2019	24 horas 14 min	20.13	20.16	20.02	20.10	10.03	9.99	10.00	10.01	2.01	1.00	11669	148.28		
Y32	0.62	11	2	23 horas 30 min	18/12/2019	19/12/2019	24 horas 10 min	20.07	20.12	20.09	20.09	9.99	9.98	10.04	10.00	2.01	1.00	11158	142.07	144.84	2.18
Y33			3	23 horas 30 min	18/12/2019	19/12/2019	24 horas 14 min	20.14	20.08	20.1	20.11	9.93	10.09	9.96	9.99	2.01	1.00	11301	144.18		
Y34			1	23 horas 30 min	19/12/2019	20/12/2019	24 horas 10 min	20.01	20.11	20.01	20.04	10.06	9.96	9.94	9.99	2.01	1.00	10295	131.34		
Y35	0.64	12	2	23 horas 30 min	19/12/2019	20/12/2019	24 horas 12 min	20.08	20.19	20.15	20.14	10.01	9.90	10.02	9.98	2.02	1.00	10923	139.63	135.72	3.07
Y36			3	23 horas 30 min	19/12/2019	20/12/2019	24 horas 14 min	20.06	20.16	20.12	20.11	9.90	10.03	10.08	10.00	2.01	1.00	10696	136.19		
Y37			1	23 horas 30 min	19/12/2019	20/12/2019	24 horas 14 min	20.14	20.2	20.2	20.18	9.93	10.09	10.10	10.04	2.01	1.00	10381	131.12		
Y38	0.66	13	2	23 horas 30 min	19/12/2019	20/12/2019	24 horas 10 min	20.01	20.03	20.15	20.06	10.08	10.05	10.06	10.06	1.99	1.00	10469	131.71	131.41	0.22
Y39			3	23 horas 30 min	19/12/2019	20/12/2019	24 horas 14 min	20.03	20.04	20.08	20.05	10.00	10.08	9.93	10.00	2.01	1.00	10319	131.39		

Nombre del Testigo	a/c	Nº de Tanda	Nº de probeta	Duración curado (horas, minutos)	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad de Ensayo (horas, minutos)	Altura 1 (cm)	Altura 2 (cm)	Altura 3 (cm)	Altura Promedio (cm)	Diámetro 1 (cm)	Diámetro 2 (cm)	Diámetro 3 (cm)	Diámetro Promedio (cm)	Esbeltez (H/D)	Factor	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm2)	Resistencia promedio (kg/cm2)	Coef. Var. (%)
Y40			1	23 horas 30 min	6/01/2020	7/01/2020	24 horas 10 min	20.18	20.02	20.19	20.13	9.93	9.90	10.00	9.94	2.03	1.00	9892	127.47		
Y41	0.68	14	2	23 horas 30 min	6/01/2020	7/01/2020	24 horas 12 min	20.08	20.09	20.13	20.10	9.95	9.98	10.10	10.01	2.01	1.00	10049	127.69	125.78	2.48
Y42			3	23 horas 30 min	6/01/2020	7/01/2020	24 horas 14 min	20.07	20.06	20.1	20.08	10.06	9.92	10.01	10.00	2.01	1.00	9597	122.19		
Y43			1	23 horas 30 min	6/01/2020	7/01/2020	24 horas 10 min	20.05	20.01	20.11	20.06	9.98	9.95	9.95	9.96	2.01	1.00	8807	113.04		
Y44	0.70	15	2	23 horas 30 min	6/01/2020	7/01/2020	24 horas 12 min	20.11	20.18	20.14	20.14	9.98	10.10	10.08	10.05	2.00	1.00	8427	106.23	109.28	3.17
Y45			3	23 horas 30 min	6/01/2020	7/01/2020	24 horas 14 min	20.03	20.1	20.03	20.05	10.00	9.94	9.96	9.97	2.01	1.00	8477	108.58		
Y46			1	23 horas 30 min	7/01/2020	8/01/2020	24 horas 14 min	20.14	20.2	20.2	20.18	10.06	9.91	10.00	9.99	2.02	1.00	8286	105.71		
Y47	0.72	16	2	23 horas 30 min	7/01/2020	8/01/2020	24 horas 10 min	20.16	20.08	20.14	20.13	10.10	10.05	9.96	10.04	2.00	1.00	8389	105.96	106.09	0.44
Y48			3	23 horas 30 min	7/01/2020	8/01/2020	24 horas 14 min	20.17	20.14	20.14	20.15	9.93	9.90	9.96	9.93	2.03	1.00	8256	106.61		
Y49			1	23 horas 30 min	7/01/2020	8/01/2020	24 horas 10 min	20.16	20.04	20.16	20.12	10.09	9.97	10.07	10.04	2.00	1.00	7405	93.53		
Y50	0.74	17	2	23 horas 30 min	7/01/2020	8/01/2020	24 horas 14 min	20.04	20.16	20.1	20.10	10.07	9.94	9.92	9.98	2.01	1.00	7722	98.71	97.23	3.32
Y51			3	23 horas 30 min	7/01/2020	8/01/2020	24 horas 10 min	20.17	20.16	20.17	20.17	10.01	9.97	10.00	9.99	2.02	1.00	7796	99.46		
Y52			1	23 horas 30 min	8/01/2020	9/01/2020	24 horas 12 min	20.18	20.01	20.14	20.11	9.96	10.00	10.00	9.99	2.01	1.00	7462	95.20		
Y53	0.76	18	2	23 horas 30 min	8/01/2020	9/01/2020	24 horas 14 min	20.18	20.18	20.12	20.16	9.90	10.01	10.00	9.97	2.02	1.00	7111	91.09	92.92	2.25
Y54			3	23 horas 30 min	8/01/2020	9/01/2020	24 horas 10 min	20.19	20.15	20.14	20.16	10.08	9.93	10.07	10.03	2.01	1.00	7306	92.47		
Y55			1	23 horas 30 min	8/01/2020	9/01/2020	24 horas 14 min	20.05	20.13	20.11	20.10	9.98	10.03	9.97	9.99	2.01	1.00	7032	89.71		
Y56	0.78	19	2	23 horas 30 min	8/01/2020	9/01/2020	24 horas 10 min	20.12	20.13	20.06	20.10	10.07	10.01	10.09	10.06	2.00	1.00	6940	87.31	89.79	2.81
Y57			3	23 horas 30 min	8/01/2020	9/01/2020	24 horas 12 min	20.2	20.18	20.06	20.15	9.97	9.92	10.08	9.99	2.02	1.00	7239	92.35		
Y58			1	23 horas 30 min	9/01/2020	10/01/2020	24 horas 14 min	20.05	20.14	20.16	20.12	9.91	9.96	9.92	9.93	2.03	1.00	6705	86.58		
Y59	0.80	20	2	23 horas 30 min	9/01/2020	10/01/2020	24 horas 10 min	20.12	20.1	20.11	20.11	9.97	10.00	10.05	10.01	2.01	1.00	7112	90.37	89.53	2.94
Y60			3	23 horas 30 min	9/01/2020	10/01/2020	24 horas 14 min	20.07	20.01	20.01	20.03	10.00	10.03	10.04	10.02	2.00	1.00	7226	91.64		
Y61			1	23 horas 30 min	9/01/2020	10/01/2020	24 horas 10 min	20.05	20.18	20.16	20.13	9.93	9.93	9.97	9.94	2.03	1.00	6708	86.44		
Y62	0.82	21	2	23 horas 30 min	9/01/2020	10/01/2020	24 horas 12 min	20.09	20.16	20.16	20.14	9.98	10.08	10.07	10.04	2.01	1.00	6469	81.71	84.21	2.82
Y63			3	23 horas 30 min	9/01/2020	10/01/2020	24 horas 14 min	20.12	20.15	20.03	20.10	9.92	10.07	9.94	9.98	2.01	1.00	6608	84.47		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12
Resultados de los testigos para la gráfica de predicción (proceso A) con cemento Yura, curado normal

Nombre del Testigo	a/c	N° de Tanda	N° de probeta	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad de Ensayo (días)	Altura 1 (cm)	Altura 2 (cm)	Altura 3 (cm)	Altura Promedio (cm)	Diámetro 1 (cm)	Diámetro 2 (cm)	Diámetro 3 (cm)	Diámetro Promedio (cm)	Esbeltez (H/D)	Factor	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm2)	Resistencia a la compresion (kg/cm2)	Coef. Var. (%)
Y64			1	10/12/2019	7/01/2020	28 días	20.08	20.01	20.11	20.07	9.91	9.98	9.94	9.94	2.02	1.00	43861	565.22		
Y65	0.42	1	2	10/12/2019	7/01/2020	28 días	20.03	20.09	20.05	20.06	10.06	10.04	10.08	10.06	1.99	1.00	45055	566.84	571.18	1.57
Y66			3	10/12/2019	7/01/2020	28 días	20.09	20.19	20.19	20.16	9.99	10.06	10.04	10.03	2.01	1.00	45944	581.48		
Y67			1	11/12/2019	8/01/2020	28 días	20.03	20.17	20.06	20.09	9.97	9.92	9.91	9.93	2.02	1.00	43191	557.71		
Y68	0.44	2	2	11/12/2019	8/01/2020	28 días	20.08	20.12	20.09	20.10	10.00	10.00	10.04	10.01	2.01	1.00	42479	539.78	550.75	1.75
Y69			3	11/12/2019	8/01/2020	28 días	20.17	20.02	20.17	20.12	9.90	10.00	10.00	9.97	2.02	1.00	43309	554.75		
Y70			1	11/12/2019	8/01/2020	28 días	20.20	20.12	20.08	20.13	10.00	9.96	9.93	9.96	2.02	1.00	40618	521.33		
Y71	0.46	3	2	11/12/2019	8/01/2020	28 días	20.16	20.16	20.01	20.11	10.04	10.09	10.03	10.05	2.00	1.00	41959	528.94	521.90	1.30
Y72			3	11/12/2019	8/01/2020	28 días	20.17	20.05	20.08	20.10	10.04	9.92	9.95	9.97	2.02	1.00	40240	515.44		
Y73			1	12/12/2019	9/01/2020	28 días	20.09	20.09	20.11	20.10	10.09	9.99	9.95	10.01	2.01	1.00	39184	497.91		
Y74	0.48	4	2	12/12/2019	9/01/2020	28 días	20.04	20.08	20.08	20.07	10.10	10.02	10.00	10.04	2.00	1.00	38762	489.61	491.26	1.22
Y75			3	12/12/2019	9/01/2020	28 días	20.19	20.07	20.16	20.14	9.98	9.98	9.95	9.97	2.02	1.00	37961	486.25		
Y76			1	12/12/2019	9/01/2020	28 días	20.13	20.03	20.05	20.07	10.00	10.05	9.96	10.00	2.01	1.00	35493	451.91		
Y77	0.50	5	2	12/12/2019	9/01/2020	28 días	20.18	20.07	20.13	20.13	10.10	9.96	10.06	10.04	2.00	1.00	36475	460.72	461.09	2.03
Y78			3	12/12/2019	9/01/2020	28 días	20.03	20.16	20.13	20.11	10.06	10.04	9.93	10.01	2.01	1.00	37038	470.64		
Y79			1	16/12/2019	13/01/2020	28 días	20.04	20.19	20.08	20.10	9.90	9.95	10.09	9.98	2.01	1.00	35220	450.23		
Y80	0.52	6	2	16/12/2019	13/01/2020	28 días	20.11	20.09	20.11	20.10	9.98	10.08	10.08	10.05	2.00	1.00	35398	446.23	442.25	2.39
Y81			3	16/12/2019	13/01/2020	28 días	20.14	20.12	20.03	20.10	9.94	10.08	10.06	10.03	2.00	1.00	33998	430.29		
Y82			1	16/12/2019	13/01/2020	28 días	20.01	20.11	20.20	20.11	9.96	10.10	9.99	10.02	2.01	1.00	32290	409.49		
Y83	0.54	7	2	16/12/2019	13/01/2020	28 días	20.01	20.09	20.18	20.09	10.08	9.95	9.96	10.00	2.01	1.00	33618	428.04	423.01	2.80
Y84			3	16/12/2019	13/01/2020	28 días	20.14	20.08	20.10	20.11	10.10	9.93	10.04	10.02	2.01	1.00	34026	431.50		
Y85			1	17/12/2019	14/01/2020	28 días	20.02	20.18	20.17	20.12	10.09	9.99	10.02	10.03	2.01	1.00	32258	408.27		
Y86	0.56	8	2	17/12/2019	14/01/2020	28 días	20.06	20.20	20.02	20.09	10.07	9.91	9.96	9.98	2.01	1.00	31441	401.93	408.08	1.49
Y87			3	17/12/2019	14/01/2020	28 días	20.09	20.10	20.06	20.08	10.04	9.95	9.91	9.97	2.01	1.00	32325	414.06		
Y88			1	17/12/2019	14/01/2020	28 días	20.02	20.13	20.03	20.06	10.05	10.03	10.09	10.06	1.99	1.00	30382	382.24		
Y89	0.58	9	2	17/12/2019	14/01/2020	28 días	20.17	20.18	20.15	20.17	10.09	10.01	9.91	10.00	2.02	1.00	29614	377.06	382.92	1.63
Y90			3	17/12/2019	14/01/2020	28 días	20.09	20.10	20.14	20.11	10.02	10.05	10.10	10.06	2.00	1.00	30957	389.47		
Y91			1	18/12/2019	15/01/2020	28 días	20.14	20.05	20.01	20.07	10.07	10.01	10.09	10.06	2.00	1.00	29300	368.62		
Y92	0.60	10	2	18/12/2019	15/01/2020	28 días	20.11	20.12	20.04	20.09	9.93	10.00	10.02	9.98	2.01	1.00	28787	368.00	372.96	2.16
Y93			3	18/12/2019	15/01/2020	28 días	20.16	20.12	20.14	20.14	10.10	9.91	10.10	10.04	2.01	1.00	30263	382.26		
Y94			1	18/12/2019	15/01/2020	28 días	20.15	20.18	20.04	20.12	9.92	10.04	9.97	9.98	2.02	1.00	26006	332.45		
Y95	0.62	11	2	18/12/2019	15/01/2020	28 días	20.12	20.09	20.01	20.07	9.90	10.06	10.00	9.99	2.01	1.00	26009	331.82	326.97	2.74
Y96			3	18/12/2019	15/01/2020	28 días	20.09	20.03	20.06	20.06	9.95	9.99	10.02	9.99	2.01	1.00	24819	316.64		
Y97			1	19/12/2019	16/01/2020	28 días	20.09	20.01	20.12	20.07	10.10	10.00	9.98	10.03	2.00	1.00	23774	300.89		
Y98	0.64	12	2	19/12/2019	16/01/2020	28 días	20.01	20.15	20.15	20.10	10.09	9.93	9.92	9.98	2.01	1.00	24515	313.39	304.53	2.53
Y99			3	19/12/2019	16/01/2020	28 días	20.07	20.13	20.15	20.12	9.95	10.10	10.09	10.05	2.00	1.00	23744	299.32		
Y100			1	19/12/2019	16/01/2020	28 días	20.10	20.01	20.05	20.05	9.99	9.99	9.98	9.99	2.01	1.00	22526	287.38		
Y101	0.66	13	2	19/12/2019	16/01/2020	28 días	20.16	20.19	20.10	20.15	10.04	9.91	10.08	10.01	2.01	1.00	21410	272.06	280.97	2.83
Y102			3	19/12/2019	16/01/2020	28 días	20.11	20.15	20.04	20.10	9.91	9.99	10.07	9.99	2.01	1.00	22218	283.45		

Nombre del Testigo	a/c	Nº de Tanda	Nº de probeta	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad de Ensayo (días)	Altura 1 (cm)	Altura 2 (cm)	Altura 3 (cm)	Altura Promedio (cm)	Diámetro 1 (cm)	Diámetro 2 (cm)	Diámetro 3 (cm)	Diámetro Promedio (cm)	Esbeltez (H/D)	Factor	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm2)	Resistencia a la compresion (kg/cm2)	Coef. Var. (%)
Y103	0.68	14	1	6/01/2020	3/02/2020	28 días	20.11	20.05	20.13	20.10	10.02	10.05	10.04	10.04	2.00	1.00	19457	245.76	252.30	2.47
Y104			2	6/01/2020	3/02/2020	28 días	20.08	20.02	20.07	20.06	10.01	9.93	10.05	10.00	2.01	1.00	20275	258.15		
Y105			3	6/01/2020	3/02/2020	28 días	20.01	20.05	20.13	20.06	9.90	9.91	10.07	9.96	2.01	1.00	19710	252.98		
Y106	0.70	15	1	6/01/2020	3/02/2020	28 días	20.19	20.17	20.05	20.14	9.95	10.08	10.06	10.03	2.01	1.00	18367	232.46	227.93	2.56
Y107			2	6/01/2020	3/02/2020	28 días	20.08	20.09	20.03	20.07	10.03	9.92	10.03	9.99	2.01	1.00	18026	229.97		
Y108			3	6/01/2020	3/02/2020	28 días	20.15	20.18	20.05	20.13	10.06	10.02	10.02	10.03	2.01	1.00	17490	221.36		
Y109	0.72	16	1	7/01/2020	4/02/2020	28 días	20.11	20.12	20.16	20.13	9.94	10.09	10.06	10.03	2.01	1.00	15565	197.00	200.92	2.53
Y110			2	7/01/2020	4/02/2020	28 días	20.01	20.10	20.06	20.06	9.99	9.95	9.99	9.98	2.01	1.00	16166	206.66		
Y111			3	7/01/2020	4/02/2020	28 días	20.13	20.08	20.09	20.10	10.00	9.98	9.93	9.97	2.02	1.00	15544	199.11		
Y112	0.74	17	1	7/01/2020	4/02/2020	28 días	20.06	20.12	20.05	20.08	9.90	9.95	9.98	9.94	2.02	1.00	14341	184.81	184.80	2.89
Y113			2	7/01/2020	4/02/2020	28 días	20.10	20.18	20.11	20.13	9.94	9.97	9.96	9.96	2.02	1.00	14815	190.15		
Y114			3	7/01/2020	4/02/2020	28 días	20.01	20.17	20.08	20.09	9.96	10.07	10.05	10.03	2.00	1.00	14179	179.45		
Y115	0.76	18	1	8/01/2020	5/02/2020	28 días	20.16	20.05	20.12	20.11	10.04	10.03	10.04	10.04	2.00	1.00	12848	162.28	161.40	3.36
Y116			2	8/01/2020	5/02/2020	28 días	20.05	20.13	20.11	20.10	10.06	10.09	9.98	10.04	2.00	1.00	13169	166.34		
Y117			3	8/01/2020	5/02/2020	28 días	20.06	20.12	20.05	20.08	9.92	10.04	9.99	9.98	2.01	1.00	12171	155.59		
Y118	0.78	19	1	8/01/2020	5/02/2020	28 días	20.03	20.04	20.20	20.09	10.10	10.06	10.00	10.05	2.00	1.00	12612	158.99	153.73	3.07
Y119			2	8/01/2020	5/02/2020	28 días	20.16	20.19	20.06	20.14	10.07	10.08	9.96	10.04	2.01	1.00	11866	149.88		
Y120			3	8/01/2020	5/02/2020	28 días	20.19	20.07	20.18	20.15	9.96	9.94	9.96	9.95	2.03	1.00	11844	152.32		
Y121	0.80	20	1	9/01/2020	6/02/2020	28 días	20.17	20.14	20.20	20.17	9.94	9.98	10.06	9.99	2.02	1.00	10717	136.73	140.21	2.96
Y122			2	9/01/2020	6/02/2020	28 días	20.08	20.12	20.05	20.08	10.01	10.00	9.97	9.99	2.01	1.00	10903	139.10		
Y123			3	9/01/2020	6/02/2020	28 días	20.13	20.02	20.18	20.11	10.02	9.99	10.01	10.01	2.01	1.00	11396	144.81		
Y124	0.82	21	1	9/01/2020	6/02/2020	28 días	20.20	20.14	20.08	20.14	10.10	10.05	10.05	10.07	2.00	1.00	10458	131.31	133.42	2.32
Y125			2	9/01/2020	6/02/2020	28 días	20.11	20.15	20.02	20.09	10.05	9.92	9.95	9.97	2.02	1.00	10304	131.99		
Y126			3	9/01/2020	6/02/2020	28 días	20.07	20.04	20.03	20.05	9.93	9.92	10.08	9.98	2.01	1.00	10715	136.97		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13
Resultados de los testigos para la comprobación de la gráfica de predicción proceso A (35°C) con cemento Yura

Nombre del Testigo	Resistencia	Nº de Tandas	Nº de probeta	Duración curado (horas, minutos)	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad de Ensayo (horas, minutos)	Altura 1 (cm)	Altura 2 (cm)	Altura 3 (cm)	Altura Promedio (cm)	Diámetro 1 (cm)	Diámetro 2 (cm)	Diámetro 3 (cm)	Diámetro Promedio (cm)	Esbitez (H/D)	Factor	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Resistencia promedio (kg/cm ²)	Desv. Est	Coef. Var. (%)	ERROR
Y127			1	23 horas 30 min	13/01/2020	14/01/2020	24 horas 9 min	20.01	20.1	20.16	20.13	9.91	9.93	10.03	9.96	2.02	1.00	7624	97.92				
Y128	=175kg/c	22	2	23 horas 30 min	13/01/2020	14/01/2020	24 horas 11 min	20.17	20.1	20.03	20.13	9.96	9.98	9.93	9.96	2.02	1.00	7911	101.60	98.50	2.85	2.90	2.71
Y129			3	23 horas 30 min	13/01/2020	14/01/2020	24 horas 13 min	20.09	20.01	20.03	20.12	10.05	9.94	10.07	10.02	2.01	1.00	7569	95.99				
Y130			1		13/01/2020	10/02/2020	28 días	20.01	20.2	20.12	20.06	10.10	10.07	10.05	10.07	1.99	1.00	14748	185.05				
Y131	=175kg/c	22	2		13/01/2020	10/02/2020	28 días	20.1	20.01	20.18	20.08	10.03	10.00	9.96	10.00	2.01	1.00	14233	181.34	184.00	2.32	1.26	2.21
Y132			3		13/01/2020	10/02/2020	28 días	20.2	20.19	20.04	20.04	9.98	9.92	10.04	9.98	2.01	1.00	14520	185.62				
Y133			1	23 horas 30 min	13/01/2020	14/01/2020	24 horas 7 min	20.17	20.16	20.11	20.14	10.03	9.96	10.01	10.00	2.01	1.00	9241	117.66				
Y134	=210kg/c	23	2	23 horas 30 min	13/01/2020	14/01/2020	24 horas 9 min	20.11	20.02	20.01	20.16	10.00	9.96	9.97	9.98	2.02	1.00	8998	115.10	117.92	2.95	2.50	2.80
Y135			3	23 horas 30 min	13/01/2020	14/01/2020	24 horas 11 min	20.05	20.02	20.1	20.04	9.90	9.91	9.91	9.91	2.02	1.00	9326	120.99				
Y136			1		13/01/2020	10/02/2020	28 días	20.04	20.1	20.13	20.19	10.06	10.01	10.09	10.05	2.01	1.00	19138	241.09				
Y137	=210kg/c	23	2		13/01/2020	10/02/2020	28 días	20.18	20.01	20.18	20.20	9.94	10.05	10.02	10.00	2.02	1.00	19104	243.08	245.60	6.16	2.51	5.85
Y138			3		13/01/2020	10/02/2020	28 días	20.18	20.08	20.09	20.04	10.09	9.91	10.00	10.00	2.00	1.00	19841	252.62				
Y139			1	23 horas 30 min	14/01/2020	15/01/2020	24 horas 10 min	20.17	20.05	20.07	20.14	9.96	9.94	10.10	10.00	2.01	1.00	11111	141.47				
Y140	=280kg/c	24	2	23 horas 30 min	14/01/2020	15/01/2020	24 horas 12 min	20.08	20.04	20.01	20.16	10.08	9.93	9.90	9.97	2.02	1.00	11376	145.72	145.94	4.59	3.15	4.36
Y141			3	23 horas 30 min	14/01/2020	15/01/2020	24 horas 14 min	20.03	20.07	20.13	20.04	9.99	9.97	9.95	9.97	2.01	1.00	11761	150.65				
Y142			1		14/01/2020	11/02/2020	28 días	20.02	20.07	20.14	20.19	10.07	10.04	9.91	10.01	2.02	1.00	27875	354.44				
Y143	=280kg/c	24	2		14/01/2020	11/02/2020	28 días	20.09	20.14	20.18	20.20	10.09	10.04	10.07	10.07	2.01	1.00	28213	354.48	360.16	9.87	2.74	9.37
Y144			3		14/01/2020	11/02/2020	28 días	20.05	20.01	20.2	20.04	10.07	9.91	10.05	10.01	2.00	1.00	29240	371.55				
Y145			1	23 horas 30 min	14/01/2020	15/01/2020	24 horas 10 min	20.1	20.07	20.15	20.14	9.98	9.99	9.90	9.96	2.02	1.00	9874	126.82				
Y146	=175kg/c	25	2	23 horas 30 min	14/01/2020	15/01/2020	24 horas 12 min	20.08	20.15	20.12	20.16	10.07	9.95	9.91	9.98	2.02	1.00	10037	128.39	127.29	0.96	0.75	0.91
Y147			3	23 horas 30 min	14/01/2020	15/01/2020	24 horas 14 min	20.01	20.2	20.15	20.04	9.95	10.06	9.91	9.97	2.01	1.00	9895	126.66				
Y148			1		14/01/2020	11/02/2020	28 días	20.03	20.04	20.04	20.19	10.09	9.98	9.90	9.99	2.02	1.00	22414	285.96				
Y149	=175kg/c	25	2		14/01/2020	11/02/2020	28 días	20.13	20.03	20.2	20.20	10.00	10.00	10.03	10.01	2.02	1.00	21839	277.51	280.21	4.98	1.78	4.73
Y150			3		14/01/2020	11/02/2020	28 días	20.04	20.04	20.01	20.04	9.94	10.04	10.03	10.00	2.00	1.00	21783	277.16				
Y151			1	23 horas 30 min	15/01/2020	16/01/2020	24 horas 8 min	20.07	20.12	20.01	20.14	10.00	10.06	9.95	10.00	2.01	1.00	12706	161.67				
Y152	=210kg/c	26	2	23 horas 30 min	15/01/2020	16/01/2020	24 horas 10 min	20.16	20.11	20.02	20.16	9.98	9.91	10.00	9.96	2.02	1.00	13002	166.77	165.56	3.45	2.08	3.28
Y153			3	23 horas 30 min	15/01/2020	16/01/2020	24 horas 12 min	20.01	20.01	20.19	20.04	10.02	9.97	9.96	9.98	2.01	1.00	13170	168.25				
Y154			1		15/01/2020	12/02/2020	28 días	20.09	20.03	20.2	20.19	10.08	9.94	9.94	9.99	2.02	1.00	31620	403.67				
Y155	=210kg/c	26	2		15/01/2020	12/02/2020	28 días	20.05	20.01	20.07	20.20	9.96	10.07	9.95	9.99	2.02	1.00	32695	416.84	411.81	7.11	1.73	6.76
Y156			3		15/01/2020	12/02/2020	28 días	20.15	20.12	20.13	20.04	9.94	10.00	10.04	9.99	2.01	1.00	32545	414.93				
Y157			1	23 horas 30 min	15/01/2020	16/01/2020	24 horas 13 min	20.03	20.15	20.05	20.14	9.95	10.00	9.99	9.98	2.02	1.00	14599	186.63				
Y158	=280kg/c	27	2	23 horas 30 min	15/01/2020	16/01/2020	24 horas 15 min	20.01	20.09	20.1	20.16	9.94	9.91	9.93	9.93	2.03	1.00	15096	195.06	189.65	4.69	2.47	4.46
Y159			3	23 horas 30 min	15/01/2020	16/01/2020	24 horas 17 min	20.13	20.02	20.12	20.04	10.09	9.90	10.05	10.01	2.00	1.00	14748	187.28				
Y160			1		15/01/2020	12/02/2020	28 días	20.04	20.1	20.12	20.19	9.96	9.98	10.04	9.99	2.02	1.00	41722	531.93				
Y161	=280kg/c	27	2		15/01/2020	12/02/2020	28 días	20.18	20.07	20.05	20.20	9.96	9.91	9.92	9.93	2.03	1.00	40632	524.66	523.63	8.87	1.69	8.42
Y162			3		15/01/2020	12/02/2020	28 días	20.1	20.04	20.15	20.04	9.98	9.92	9.95	9.95	2.01	1.00	39989	514.29				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14

Resultados de los testigos para la gráfica de predicción con cemento Wari, curado acelerado modificado proceso B (92°C)

Nombre del Testigo	a/c	N° de Tanda	N° de probeta	Duración curado (horas, minutos)	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad de Ensayo (horas, minutos)	Altura 1 (cm)	Altura 2 (cm)	Altura 3 (cm)	Altura Promedio (cm)	Diámetro 1 (cm)	Diámetro 2 (cm)	Diámetro 3 (cm)	Diámetro Promedio (cm)	Esbeltez (H/D)	Factor	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm2)	Resistencia promedio (kg/cm2)	Coef. Var. (%)
W163			1	3 horas 30 min	20/01/2020	21/01/2020	28 horas 33 min	20.05	20.2	20.18	20.14	10.01	10.06	9.96	10.01	2.01	1.00	22030	279.93		
W164	0.42	1	2	3 horas 30 min	20/01/2020	21/01/2020	28 horas 34 min	20.15	20.05	20.04	20.08	9.93	10.00	10.05	9.99	2.01	1.00	22137	282.42	286.53	3.26
W165			3	3 horas 30 min	20/01/2020	21/01/2020	28 horas 37 min	20.01	20.01	20.11	20.04	9.97	9.93	9.93	9.94	2.02	1.00	23065	297.23		
W166			1	3 horas 30 min	20/01/2020	21/01/2020	28 horas 30 min	20.11	20.03	20.1	20.08	9.93	9.95	10.06	9.98	2.01	1.00	20686	264.44		
W167	0.44	2	2	3 horas 30 min	20/01/2020	21/01/2020	28 horas 34 min	20.01	20.06	20.16	20.08	10.04	9.97	10.06	10.02	2.00	1.00	20793	263.69	267.05	1.94
W168			3	3 horas 30 min	20/01/2020	21/01/2020	28 horas 40 min	20.1	20.12	20.14	20.12	10.05	9.99	9.94	9.99	2.01	1.00	21401	273.03		
W169			1	3 horas 30 min	21/01/2020	22/01/2020	28 horas 31 min	20.11	20.07	20.07	20.08	9.95	9.97	10.08	10.00	2.01	1.00	20469	260.62		
W170	0.46	3	2	3 horas 30 min	21/01/2020	22/01/2020	28 horas 36 min	20.05	20.01	20.02	20.03	9.92	10.08	10.04	10.01	2.00	1.00	21222	269.67	265.26	1.71
W171			3	3 horas 30 min	21/01/2020	22/01/2020	28 horas 37 min	20.05	20.06	20.05	20.05	10.01	9.97	9.93	9.97	2.01	1.00	20726	265.48		
W172			1	3 horas 30 min	21/01/2020	22/01/2020	28 horas 30 min	20.13	20.04	20.05	20.07	9.95	10.05	10.09	10.03	2.00	1.00	20395	258.13		
W173	0.48	4	2	3 horas 30 min	21/01/2020	22/01/2020	28 horas 36 min	20.1	20.1	20.14	20.11	10.02	9.99	9.92	9.98	2.02	1.00	20184	258.02	256.72	0.91
W174			3	3 horas 30 min	21/01/2020	22/01/2020	28 horas 39 min	20.18	20.02	20.18	20.13	9.99	9.98	9.96	9.98	2.02	1.00	19871	254.02		
W175			1	3 horas 30 min	22/01/2020	23/01/2020	28 horas 30 min	20.11	20.03	20.05	20.06	9.94	9.97	9.90	9.94	2.02	1.00	19912	256.60		
W176	0.50	5	2	3 horas 30 min	22/01/2020	23/01/2020	28 horas 34 min	20.18	20.03	20.14	20.12	9.95	9.93	10.06	9.98	2.02	1.00	19007	242.98	250.12	2.73
W177			3	3 horas 30 min	22/01/2020	23/01/2020	28 horas 40 min	20.15	20.03	20.2	20.13	10.03	10.01	10.07	10.04	2.00	1.00	19854	250.78		
W178			1	3 horas 30 min	22/01/2020	23/01/2020	28 horas 33 min	20.15	20.04	20.15	20.11	9.92	9.93	10.01	9.95	2.02	1.00	17916	230.41		
W179	0.52	6	2	3 horas 30 min	22/01/2020	23/01/2020	28 horas 34 min	20.01	20.16	20.16	20.11	9.90	10.07	9.93	9.97	2.02	1.00	18417	235.91	235.30	1.96
W180			3	3 horas 30 min	22/01/2020	23/01/2020	28 horas 39 min	20.2	20.08	20.13	20.14	9.92	10.00	9.90	9.94	2.03	1.00	18591	239.57		
W181			1	3 horas 30 min	23/01/2020	24/01/2020	28 horas 30 min	20.16	20.06	20.07	20.10	9.92	9.96	9.99	9.96	2.02	1.00	17832	228.87		
W182	0.54	7	2	3 horas 30 min	23/01/2020	24/01/2020	28 horas 36 min	20.17	20.15	20.11	20.14	10.07	10.00	10.03	10.03	2.01	1.00	17407	220.31	228.39	3.44
W183			3	3 horas 30 min	23/01/2020	24/01/2020	28 horas 39 min	20.12	20.2	20.13	20.15	9.94	10.10	9.95	10.00	2.02	1.00	18534	235.98		
W184			1	3 horas 30 min	23/01/2020	24/01/2020	28 horas 32 min	20.04	20.19	20.04	20.09	9.93	10.02	10.04	10.00	2.01	1.00	17364	221.09		
W185	0.56	8	2	3 horas 30 min	23/01/2020	24/01/2020	28 horas 35 min	20.15	20.08	20.15	20.13	9.92	9.93	9.94	9.93	2.03	1.00	16981	219.27	220.11	0.42
W186			3	3 horas 30 min	23/01/2020	24/01/2020	28 horas 40 min	20.15	20.16	20.1	20.14	9.97	10.03	9.95	9.98	2.02	1.00	17207	219.97		
W187			1	3 horas 30 min	27/01/2020	28/01/2020	28 horas 33 min	20.08	20.08	20.2	20.12	10.00	10.01	9.98	10.00	2.01	1.00	16580	211.10		
W188	0.58	9	2	3 horas 30 min	27/01/2020	28/01/2020	28 horas 34 min	20.09	20.13	20.05	20.09	9.99	9.95	10.00	9.98	2.01	1.00	17002	217.34	217.84	3.21
W189			3	3 horas 30 min	27/01/2020	28/01/2020	28 horas 37 min	20.04	20.15	20.18	20.12	9.96	9.90	9.91	9.92	2.03	1.00	17396	225.08		
W190			1	3 horas 30 min	27/01/2020	28/01/2020	28 horas 33 min	20.05	20.13	20.09	20.09	9.92	9.94	10.10	9.99	2.01	1.00	15797	201.54		
W191	0.60	10	2	3 horas 30 min	27/01/2020	28/01/2020	28 horas 36 min	20.03	20.07	20.03	20.04	10.01	9.98	9.97	9.99	2.01	1.00	15880	202.60	202.33	0.34
W192			3	3 horas 30 min	27/01/2020	28/01/2020	28 horas 39 min	20.17	20.09	20.12	20.13	9.98	10.08	10.08	10.05	2.00	1.00	16091	202.84		
W193			1	3 horas 30 min	28/01/2020	29/01/2020	28 horas 31 min	20.02	20.06	20.17	20.08	10.01	9.97	9.90	9.96	2.02	1.00	16361	209.99		
W194	0.62	11	2	3 horas 30 min	28/01/2020	29/01/2020	28 horas 35 min	20.11	20.05	20.02	20.06	10.06	9.94	9.91	9.97	2.01	1.00	15436	197.72	203.28	3.06
W195			3	3 horas 30 min	28/01/2020	29/01/2020	28 horas 40 min	20.03	20.07	20.06	20.05	10.00	10.07	9.99	10.02	2.00	1.00	15940	202.14		
W196			1	3 horas 30 min	28/01/2020	29/01/2020	28 horas 31 min	20.07	20.19	20.16	20.14	9.95	9.92	10.00	9.96	2.02	1.00	14197	182.22		
W197	0.64	12	2	3 horas 30 min	28/01/2020	29/01/2020	28 horas 35 min	20.03	20.08	20.16	20.09	9.91	9.94	10.07	9.97	2.02	1.00	15039	192.64	188.04	2.83
W198			3	3 horas 30 min	28/01/2020	29/01/2020	28 horas 38 min	20.18	20.03	20.01	20.07	10.10	10.02	9.92	10.01	2.00	1.00	14894	189.26		
W199			1	3 horas 30 min	29/01/2020	30/01/2020	28 horas 31 min	20.01	20.07	20.09	20.06	10.10	9.90	9.99	10.00	2.01	1.00	13476	171.58		
W200	0.66	13	2	3 horas 30 min	29/01/2020	30/01/2020	28 horas 35 min	20.11	20.2	20.2	20.17	9.91	9.94	10.04	9.96	2.03	1.00	14173	181.91	176.80	2.92
W201			3	3 horas 30 min	29/01/2020	30/01/2020	28 horas 37 min	20.12	20.17	20.01	20.10	10.01	10.00	10.06	10.02	2.01	1.00	13951	176.92		

Nombre del Testigo	a/c	N° de Tanda	N° de probeta	Duración curado (horas, minutos)	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad de Ensayo (horas, minutos)	Altura 1 (cm)	Altura 2 (cm)	Altura 3 (cm)	Altura Promedio (cm)	Diámetro 1 (cm)	Diámetro 2 (cm)	Diámetro 3 (cm)	Diámetro Promedio (cm)	Esbeltez (H/D)	Factor	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm2)	Resistencia promedio (kg/cm2)	Coef. Var. (%)
W202			1	3 horas 30 min	29/01/2020	30/01/2020	28 horas 30 min	20.1	20.09	20.08	20.09	9.93	10.01	10.08	10.01	2.01	1.00	12191	154.91		
W203	0.68	14	2	3 horas 30 min	29/01/2020	30/01/2020	28 horas 34 min	20.15	20.14	20.19	20.16	9.97	10.05	9.94	9.99	2.02	1.00	12295	156.86	158.16	2.57
W204			3	3 horas 30 min	29/01/2020	30/01/2020	28 horas 38 min	20.14	20.06	20.12	20.11	10.00	10.02	9.99	10.00	2.01	1.00	12779	162.71		
W205			1	3 horas 30 min	30/01/2020	31/01/2020	28 horas 31 min	20.04	20.04	20.03	20.04	10.00	9.95	10.01	9.99	2.01	1.00	12140	154.88		
W206	0.70	15	2	3 horas 30 min	30/01/2020	31/01/2020	28 horas 34 min	20.14	20.15	20.14	20.14	10.07	9.93	10.04	10.01	2.01	1.00	11653	148.07	150.30	2.64
W207			3	3 horas 30 min	30/01/2020	31/01/2020	28 horas 40 min	20.18	20.17	20.14	20.16	9.96	9.99	9.99	9.98	2.02	1.00	11574	147.96		
W208			1	3 horas 30 min	30/01/2020	31/01/2020	28 horas 30 min	20.12	20.1	20.14	20.12	9.99	9.96	10.09	10.01	2.01	1.00	11073	140.70		
W209	0.72	16	2	3 horas 30 min	30/01/2020	31/01/2020	28 horas 36 min	20.17	20.02	20.13	20.11	10.00	9.92	10.06	9.99	2.01	1.00	11669	148.87	143.89	3.04
W210			3	3 horas 30 min	30/01/2020	31/01/2020	28 horas 40 min	20.01	20.09	20.1	20.07	9.94	9.99	9.94	9.96	2.02	1.00	11071	142.09		
W211			1	3 horas 30 min	3/02/2020	4/02/2020	28 horas 31 min	20.04	20.2	20.17	20.14	10.07	9.99	9.96	10.01	2.01	1.00	10118	128.57		
W212	0.74	17	2	3 horas 30 min	3/02/2020	4/02/2020	28 horas 34 min	20.12	20.18	20.03	20.11	9.94	10.06	9.91	9.97	2.02	1.00	10287	131.77	129.65	1.42
W213			3	3 horas 30 min	3/02/2020	4/02/2020	28 horas 39 min	20.14	20.01	20.14	20.10	9.93	10.05	10.06	10.01	2.01	1.00	10121	128.61		
W214			1	3 horas 30 min	3/02/2020	4/02/2020	28 horas 30 min	20.18	20.03	20.03	20.08	10.00	10.00	10.04	10.01	2.01	1.00	9864	125.34		
W215	0.76	18	2	3 horas 30 min	3/02/2020	4/02/2020	28 horas 36 min	20.02	20.08	20.18	20.09	10.01	9.93	10.08	10.01	2.01	1.00	9577	121.69	123.83	1.54
W216			3	3 horas 30 min	3/02/2020	4/02/2020	28 horas 37 min	20.2	20.15	20.13	20.16	9.94	10.00	9.93	9.96	2.02	1.00	9696	124.45		
W217			1	3 horas 30 min	4/02/2020	5/02/2020	28 horas 30 min	20.02	20.08	20.15	20.08	10.02	9.90	10.06	9.99	2.01	1.00	9216	117.58		
W218	0.78	19	2	3 horas 30 min	4/02/2020	5/02/2020	28 horas 36 min	20.19	20.2	20.12	20.17	9.94	10.01	9.93	9.96	2.03	1.00	9316	119.57	119.61	1.72
W219			3	3 horas 30 min	4/02/2020	5/02/2020	28 horas 40 min	20.14	20.02	20.17	20.11	9.94	10.08	10.00	10.01	2.01	1.00	9577	121.69		
W220			1	3 horas 30 min	4/02/2020	5/02/2020	28 horas 32 min	20.08	20.19	20.01	20.09	9.98	9.91	10.00	9.96	2.02	1.00	8981	115.27		
W221	0.80	20	2	3 horas 30 min	4/02/2020	5/02/2020	28 horas 35 min	20.08	20.19	20.13	20.13	10.10	10.07	10.04	10.07	2.00	1.00	9620	120.79	119.02	2.73
W222			3	3 horas 30 min	4/02/2020	5/02/2020	28 horas 37 min	20.15	20.09	20.16	20.13	9.98	10.00	10.08	10.02	2.01	1.00	9541	121.00		
W223			1	3 horas 30 min	5/02/2020	6/02/2020	28 horas 33 min	20.15	20.15	20.17	20.16	9.91	10.05	9.91	9.96	2.02	1.00	9246	118.67		
W224	0.82	21	2	3 horas 30 min	5/02/2020	6/02/2020	28 horas 34 min	20.05	20.11	20.19	20.12	9.98	10.00	10.00	9.99	2.01	1.00	8730	111.38	114.65	3.23
W225			3	3 horas 30 min	5/02/2020	6/02/2020	28 horas 37 min	20.03	20.2	20.11	20.11	10.06	10.07	10.01	10.05	2.00	1.00	9036	113.91		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15
Resultados de los testigos para la gráfica de predicción (proceso B) con cemento Wari, curado normal

Nombre del Testigo	a/c	N° de Tanda	N° de probeta	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad de Ensayo (días)	Altura 1 (cm)	Altura 2 (cm)	Altura 3 (cm)	Altura Promedio (cm)	Diámetro 1 (cm)	Diámetro 2 (cm)	Diámetro 3 (cm)	Diámetro Promedio (cm)	Esbeltez (H/D)	Factor	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm2)	Resistencia a la compresion (kg/cm2)	Coef. Var. (%)
W226			1	20/01/2020	17/02/2020	28 días	20.02	20.14	20.14	20.10	9.99	10.10	9.99	10.03	2.00	1.00	45671	578.03		
W227	0.42	1	2	20/01/2020	17/02/2020	28 días	20.01	20.15	20.09	20.08	9.95	9.98	9.92	9.95	2.02	1.00	47230	607.41	594.52	2.53
W228			3	20/01/2020	17/02/2020	28 días	20.19	20.15	20.17	20.17	10.00	10.03	10.05	10.03	2.01	1.00	47258	598.11		
W229			1	20/01/2020	17/02/2020	28 días	20.03	20.01	20.15	20.06	9.97	10.06	10.09	10.04	2.00	1.00	44543	562.63		
W230	0.44	2	2	20/01/2020	17/02/2020	28 días	20.10	20.17	20.20	20.16	9.90	10.00	10.00	9.97	2.02	1.00	44191	566.05	567.38	0.98
W231			3	20/01/2020	17/02/2020	28 días	20.19	20.18	20.01	20.13	10.00	10.01	10.07	10.03	2.01	1.00	45310	573.46		
W232			1	21/01/2020	18/02/2020	28 días	20.02	20.04	20.13	20.06	9.91	9.95	9.90	9.92	2.02	1.00	41962	542.93		
W233	0.46	3	2	21/01/2020	18/02/2020	28 días	20.13	20.20	20.14	20.16	9.98	9.92	10.01	9.97	2.02	1.00	43567	558.06	545.25	2.17
W234			3	21/01/2020	18/02/2020	28 días	20.20	20.18	20.10	20.16	9.96	9.99	9.93	9.96	2.02	1.00	41666	534.78		
W235			1	21/01/2020	18/02/2020	28 días	20.20	20.07	20.13	20.13	9.93	10.06	9.92	9.97	2.02	1.00	40665	520.88		
W236	0.48	4	2	21/01/2020	18/02/2020	28 días	20.17	20.19	20.02	20.13	10.06	10.08	9.98	10.04	2.00	1.00	40119	506.75	511.47	1.59
W237			3	21/01/2020	18/02/2020	28 días	20.13	20.04	20.19	20.12	9.93	10.04	9.92	9.96	2.02	1.00	39484	506.77		
W238			1	22/01/2020	19/02/2020	28 días	20.20	20.05	20.05	20.10	10.05	9.91	10.06	10.01	2.01	1.00	36981	469.92		
W239	0.50	5	2	22/01/2020	19/02/2020	28 días	20.03	20.10	20.11	20.08	9.98	9.99	9.95	9.97	2.01	1.00	38416	492.08	483.94	2.52
W240			3	22/01/2020	19/02/2020	28 días	20.16	20.17	20.11	20.15	10.06	10.01	9.94	10.00	2.02	1.00	38471	489.83		
W241			1	22/01/2020	19/02/2020	28 días	20.15	20.18	20.17	20.17	9.91	10.09	10.08	10.03	2.01	1.00	36689	464.35		
W242	0.52	6	2	22/01/2020	19/02/2020	28 días	20.01	20.06	20.15	20.07	9.95	10.08	10.00	10.01	2.00	1.00	36566	464.64	458.24	2.37
W243			3	22/01/2020	19/02/2020	28 días	20.04	20.17	20.02	20.08	10.08	10.09	9.97	10.05	2.00	1.00	35358	445.72		
W244			1	23/01/2020	20/02/2020	28 días	20.10	20.18	20.01	20.10	9.95	10.00	10.03	9.99	2.01	1.00	34072	434.69		
W245	0.54	7	2	23/01/2020	20/02/2020	28 días	20.12	20.17	20.17	20.15	9.97	9.93	10.01	9.97	2.02	1.00	35006	448.40	447.20	2.67
W246			3	23/01/2020	20/02/2020	28 días	20.13	20.08	20.07	20.09	9.91	10.06	10.00	9.99	2.01	1.00	35939	458.51		
W247			1	23/01/2020	20/02/2020	28 días	20.18	20.13	20.08	20.13	10.06	10.05	9.95	10.02	2.01	1.00	34035	431.62		
W248	0.56	8	2	23/01/2020	20/02/2020	28 días	20.16	20.03	20.05	20.08	10.03	9.91	9.96	9.97	2.01	1.00	33304	426.60	432.61	1.52
W249			3	23/01/2020	20/02/2020	28 días	20.12	20.03	20.18	20.11	10.02	10.02	9.97	10.00	2.01	1.00	34527	439.61		
W250			1	27/01/2020	24/02/2020	28 días	20.13	20.01	20.09	20.08	10.09	10.00	10.08	10.06	2.00	1.00	31713	398.98		
W251	0.58	9	2	27/01/2020	24/02/2020	28 días	20.17	20.19	20.11	20.16	10.02	10.04	9.98	10.01	2.01	1.00	31644	402.10	404.35	1.68
W252			3	27/01/2020	24/02/2020	28 días	20.08	20.06	20.18	20.11	9.96	9.97	10.06	10.00	2.01	1.00	32356	411.97		
W253			1	27/01/2020	24/02/2020	28 días	20.02	20.07	20.10	20.06	10.06	9.94	9.95	9.98	2.01	1.00	31004	396.34		
W254	0.60	10	2	27/01/2020	24/02/2020	28 días	20.05	20.08	20.01	20.05	10.05	9.91	10.05	10.00	2.01	1.00	30938	393.91	400.08	2.17
W255			3	27/01/2020	24/02/2020	28 días	20.20	20.19	20.06	20.15	10.06	9.92	10.08	10.02	2.01	1.00	32330	410.00		
W256			1	28/01/2020	25/02/2020	28 días	20.04	20.05	20.02	20.04	9.91	10.06	10.05	10.01	2.00	1.00	28081	356.82		
W257	0.62	11	2	28/01/2020	25/02/2020	28 días	20.07	20.16	20.18	20.14	10.00	9.99	10.06	10.02	2.01	1.00	27442	348.01	347.27	2.86
W258			3	28/01/2020	25/02/2020	28 días	20.11	20.07	20.05	20.08	9.91	9.90	10.01	9.94	2.02	1.00	26149	336.97		
W259			1	28/01/2020	25/02/2020	28 días	20.17	20.13	20.12	20.14	10.00	10.01	9.98	10.00	2.01	1.00	26698	339.93		
W260	0.64	12	2	28/01/2020	25/02/2020	28 días	20.11	20.09	20.19	20.13	9.96	9.98	10.06	10.00	2.01	1.00	26184	333.39	333.29	2.01
W261			3	28/01/2020	25/02/2020	28 días	20.17	20.04	20.01	20.07	10.02	10.01	9.98	10.00	2.01	1.00	25648	326.56		
W262			1	29/01/2020	26/02/2020	28 días	20.18	20.09	20.16	20.14	9.90	10.10	10.06	10.02	2.01	1.00	25414	322.29		
W263	0.66	13	2	29/01/2020	26/02/2020	28 días	20.03	20.03	20.14	20.07	10.04	9.93	9.98	9.98	2.01	1.00	24004	306.85	313.12	2.59
W264			3	29/01/2020	26/02/2020	28 días	20.16	20.08	20.06	20.10	10.00	10.04	9.99	10.01	2.01	1.00	24412	310.20		

Nombre del Testigo	a/c	N° de Tanda	N° de probeta	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad de Ensayo (días)	Altura 1 (cm)	Altura 2 (cm)	Altura 3 (cm)	Altura Promedio (cm)	Diámetro 1 (cm)	Diámetro 2 (cm)	Diámetro 3 (cm)	Diámetro Promedio (cm)	Esbeltez (H/D)	Factor	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm2)	Resistencia a la compresion (kg/cm2)	Coef. Var. (%)
W265	0.68	14	1	29/01/2020	26/02/2020	28 días	20.10	20.20	20.20	20.17	10.04	9.99	9.98	10.00	2.02	1.00	20920	266.36	268.11	3.03
W266			2	29/01/2020	26/02/2020	28 días	20.14	20.20	20.14	20.16	9.92	10.00	9.92	9.95	2.03	1.00	21535	276.95		
W267			3	29/01/2020	26/02/2020	28 días	20.14	20.17	20.13	20.15	10.04	10.05	10.09	10.06	2.00	1.00	20747	261.02		
W268	0.70	15	1	30/01/2020	27/02/2020	28 días	20.08	20.18	20.16	20.14	10.05	10.08	10.01	10.05	2.00	1.00	19765	249.16	244.27	3.14
W269			2	30/01/2020	27/02/2020	28 días	20.08	20.04	20.15	20.09	10.08	10.07	9.93	10.03	2.00	1.00	19613	248.23		
W270			3	30/01/2020	27/02/2020	28 días	20.01	20.17	20.15	20.11	9.99	10.08	10.10	10.06	2.00	1.00	18713	235.43		
W271	0.72	16	1	30/01/2020	27/02/2020	28 días	20.03	20.07	20.14	20.08	10.01	10.00	9.96	9.99	2.01	1.00	16122	205.68	211.05	2.91
W272			2	30/01/2020	27/02/2020	28 días	20.14	20.07	20.15	20.12	9.98	9.97	9.91	9.95	2.02	1.00	16932	217.76		
W273			3	30/01/2020	27/02/2020	28 días	20.04	20.03	20.19	20.09	10.04	10.10	10.08	10.07	2.00	1.00	16701	209.70		
W274	0.74	17	1	3/02/2020	2/03/2020	28 días	20.11	20.20	20.19	20.17	10.02	10.08	9.92	10.01	2.01	1.00	14939	189.83	191.66	2.76
W275			2	3/02/2020	2/03/2020	28 días	20.14	20.18	20.11	20.14	9.98	9.97	10.00	9.98	2.02	1.00	15459	197.62		
W276			3	3/02/2020	2/03/2020	28 días	20.13	20.11	20.07	20.10	9.95	10.07	9.97	10.00	2.01	1.00	14729	187.54		
W277	0.76	18	1	3/02/2020	2/03/2020	28 días	20.13	20.14	20.17	20.15	10.00	9.93	10.10	10.01	2.01	1.00	14097	179.13	178.81	1.95
W278			2	3/02/2020	2/03/2020	28 días	20.02	20.01	20.07	20.03	9.93	9.96	10.00	9.96	2.01	1.00	14191	182.14		
W279			3	3/02/2020	2/03/2020	28 días	20.01	20.18	20.08	20.09	9.94	10.06	9.94	9.98	2.01	1.00	13703	175.17		
W280	0.78	19	1	4/02/2020	3/03/2020	28 días	20.04	20.02	20.07	20.04	10.01	9.98	10.05	10.01	2.00	1.00	13305	169.07	165.98	1.73
W281			2	4/02/2020	3/03/2020	28 días	20.15	20.15	20.11	20.14	9.95	10.04	10.03	10.01	2.01	1.00	12857	163.37		
W282			3	4/02/2020	3/03/2020	28 días	20.12	20.17	20.05	20.11	10.00	9.98	9.95	9.98	2.02	1.00	12947	165.51		
W283	0.80	20	1	4/02/2020	3/03/2020	28 días	20.07	20.13	20.15	20.12	10.02	10.00	10.06	10.03	2.01	1.00	12129	153.51	156.54	2.11
W284			2	4/02/2020	3/03/2020	28 días	20.03	20.06	20.10	20.06	9.90	9.93	9.91	9.91	2.02	1.00	12345	160.05		
W285			3	4/02/2020	3/03/2020	28 días	20.10	20.08	20.03	20.07	10.06	10.06	9.97	10.03	2.00	1.00	12330	156.05		
W286	0.82	21	1	5/02/2020	4/03/2020	28 días	20.13	20.10	20.15	20.13	10.05	10.04	9.94	10.01	2.01	1.00	11933	151.63	149.39	1.52
W287			2	5/02/2020	4/03/2020	28 días	20.20	20.03	20.08	20.10	9.91	10.08	10.07	10.02	2.01	1.00	11598	147.08		
W288			3	5/02/2020	4/03/2020	28 días	20.04	20.05	20.04	20.04	9.98	10.01	9.93	9.97	2.01	1.00	11667	149.44		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16
Resultados de los testigos para la comprobación de la gráfica de predicción proceso B (92°C) con cemento Wari

Nombre del Testigo	Resistencia	N° de Tanda	N° de probeta	Duración curado (horas, minutos)	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad de Ensayo (horas, minutos)	Altura 1 (cm)	Altura 2 (cm)	Altura 3 (cm)	Altura Promedio (cm)	Diámetro 1 (cm)	Diámetro 2 (cm)	Diámetro 3 (cm)	Diámetro Promedio (cm)	Esbeltez (H/D)	Factor	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Resistencia promedio (kg/cm ²)	Desv. Est	Coef. Var. (%)	ERROR
W289	fcr =175kg/cm2	22	1	3 horas 30 min	6/02/2020	7/02/2020	28 horas 35 min	20.01	20.05	20.07	20.13	10.02	9.98	9.97	9.99	2.02	1.00	10876	138.75	137.14	3.09	2.25	2.94
W290			2	3 horas 30 min	6/02/2020	7/02/2020	28 horas 39 min	20.1	20.08	20.19	20.13	10.03	9.98	9.95	9.99	2.02	1.00	10895	139.09				
W291			3	3 horas 30 min	6/02/2020	7/02/2020	28 horas 32 min	20.01	20.17	20.18	20.12	10.00	10.08	9.98	10.02	2.01	1.00	10533	133.58				
W292	fcr =175kg/cm2	22	1		6/02/2020	5/03/2020	28 días	20.1	20.16	20.02	20.06	10.00	9.92	9.90	9.94	2.02	1.00	15990	206.06	200.88	4.48	2.23	4.26
W293			2		6/02/2020	5/03/2020	28 días	20.18	20.06	20.05	20.08	9.95	9.94	10.08	9.99	2.01	1.00	15528	198.10				
W294			3		6/02/2020	5/03/2020	28 días	20.02	20.06	20.04	20.04	9.96	9.94	10.01	9.97	2.01	1.00	15496	198.49				
W295	fcr =210kg/cm2	23	1	3 horas 30 min	10/02/2020	11/02/2020	28 horas 34 min	20.03	20.1	20.12	20.14	10.00	10.02	10.00	10.01	2.01	1.00	13175	167.53	166.40	2.97	1.79	2.82
W296			2	3 horas 30 min	10/02/2020	11/02/2020	28 horas 37 min	20.02	20.06	20.11	20.16	9.95	10.10	10.10	10.05	2.01	1.00	12933	163.03				
W297			3	3 horas 30 min	10/02/2020	11/02/2020	28 horas 33 min	20.15	20.02	20.1	20.04	10.07	9.91	10.08	10.02	2.00	1.00	13299	168.65				
W298	fcr =210kg/cm2	23	1		10/02/2020	9/03/2020	28 días	20.09	20.02	20.01	20.19	9.93	9.96	10.00	9.96	2.03	1.00	21021	269.62	273.24	3.62	1.32	3.43
W299			2		10/02/2020	9/03/2020	28 días	20.18	20.18	20.14	20.20	10.10	9.91	9.92	9.98	2.02	1.00	21361	273.25				
W300			3		10/02/2020	9/03/2020	28 días	20.05	20.16	20.03	20.04	10.10	9.95	10.01	10.02	2.00	1.00	21831	276.85				
W301	fcr =280kg/cm2	24	1	3 horas 30 min	11/02/2020	12/02/2020	28 horas 36 min	20.02	20.07	20.09	20.14	10.09	9.92	9.98	10.00	2.01	1.00	16054	204.54	209.12	5.32	2.54	5.05
W302			2	3 horas 30 min	11/02/2020	12/02/2020	28 horas 39 min	20.01	20.01	20.17	20.16	10.02	9.95	10.09	10.02	2.01	1.00	16391	207.86				
W303			3	3 horas 30 min	11/02/2020	12/02/2020	28 horas 31 min	20.18	20.12	20.05	20.04	9.95	10.06	10.00	10.00	2.00	1.00	16894	214.96				
W304	fcr =280kg/cm2	24	1		11/02/2020	10/03/2020	28 días	20.08	20.12	20.18	20.19	10.05	10.04	10.10	10.06	2.01	1.00	30001	377.19	383.64	8.50	2.22	8.07
W305			2		11/02/2020	10/03/2020	28 días	20.12	20.05	20.05	20.20	9.99	9.94	10.03	9.99	2.02	1.00	29802	380.46				
W306			3		11/02/2020	10/03/2020	28 días	20.19	20.02	20.13	20.04	10.00	10.08	9.99	10.02	2.00	1.00	31032	393.27				
W307	fc =175kg/cm2	25	1	3 horas 30 min	12/02/2020	13/02/2020	28 horas 36 min	20.15	20.17	20.15	20.14	9.91	10.10	10.07	10.03	2.01	1.00	13894	175.96	174.73	5.18	2.97	4.92
W308			2	3 horas 30 min	12/02/2020	13/02/2020	28 horas 40 min	20.05	20.01	20.02	20.16	9.93	9.99	10.00	9.97	2.02	1.00	13206	169.04				
W309			3	3 horas 30 min	12/02/2020	13/02/2020	28 horas 33 min	20.19	20.03	20.09	20.04	10.07	10.07	9.97	10.04	2.00	1.00	14177	179.19				
W310	fc =175kg/cm2	25	1		12/02/2020	11/03/2020	28 días	20.16	20.16	20.1	20.19	10.00	10.09	10.09	10.06	2.01	1.00	24236	304.91	305.73	3.63	1.19	3.45
W311			2		12/02/2020	11/03/2020	28 días	20.1	20.15	20.01	20.20	10.04	10.03	9.97	10.01	2.02	1.00	24389	309.70				
W312			3		12/02/2020	11/03/2020	28 días	20.1	20.12	20.07	20.04	9.90	9.95	10.10	9.98	2.01	1.00	23685	302.57				
W313	fc =210kg/cm2	26	1	3 horas 30 min	13/02/2020	14/02/2020	28 horas 35 min	20.02	20.1	20.04	20.14	9.95	10.01	9.94	9.97	2.02	1.00	17410	223.16	226.83	4.78	2.11	4.54
W314			2	3 horas 30 min	13/02/2020	14/02/2020	28 horas 37 min	20.07	20.15	20.05	20.16	9.98	10.03	10.00	10.00	2.02	1.00	17691	225.10				
W315			3	3 horas 30 min	13/02/2020	14/02/2020	28 horas 30 min	20.1	20.06	20.1	20.04	10.04	9.91	10.08	10.01	2.00	1.00	18276	232.23				
W316	fc =210kg/cm2	26	1		13/02/2020	12/03/2020	28 días	20.04	20.2	20.09	20.19	10.07	9.99	10.09	10.05	2.01	1.00	33450	421.67	437.99	15.53	3.55	14.75
W317			2		13/02/2020	12/03/2020	28 días	20.2	20.13	20.14	20.20	10.09	9.99	10.07	10.05	2.01	1.00	35902	452.58				
W318			3		13/02/2020	12/03/2020	28 días	20.12	20.03	20.19	20.04	10.05	9.98	10.00	10.01	2.00	1.00	34604	439.71				
W319	fc =280kg/cm2	27	1	3 horas 30 min	6/06/2022	7/06/2022	28 horas 36 min	20.01	20.17	20.15	20.14	10.10	9.92	9.93	9.98	2.02	1.00	20474	261.55	265.80	3.72	1.40	3.53
W320			2	3 horas 30 min	6/06/2022	7/06/2022	28 horas 38 min	20.11	20.09	20.18	20.16	9.96	9.99	10.10	10.02	2.01	1.00	21154	268.45				
W321			3	3 horas 30 min	6/06/2022	7/06/2022	28 horas 31 min	20.11	20.07	20.18	20.04	9.95	9.99	9.92	9.95	2.01	1.00	20807	267.41				
W322	fc =280kg/cm2	27	1		6/06/2022	4/07/2022	28 días	20.07	20.12	20.12	20.19	9.93	10.02	9.91	9.95	2.03	1.00	43833	563.34	553.87	8.25	1.49	7.83
W323			2		6/06/2022	4/07/2022	28 días	20.12	20.19	20.2	20.20	9.97	10.06	9.92	9.98	2.02	1.00	43050	549.96				
W324			3		6/06/2022	4/07/2022	28 días	20.11	20.07	20.03	20.04	9.98	9.94	10.08	10.00	2.00	1.00	43064	548.31				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17
Resultados de los testigos para la gráfica de predicción con cemento Yura, curado acelerado modificado proceso B (92°C)

Nombre del Testigo	a/c	N° de Tanda	N° de probeta	Duración curado (horas, minutos)	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad de Ensayo (horas, minutos)	Altura 1 (cm)	Altura 2 (cm)	Altura 3 (cm)	Altura Promedio (cm)	Diámetro 1 (cm)	Diámetro 2 (cm)	Diámetro 3 (cm)	Diámetro Promedio (cm)	Esheltez (H/D)	Factor	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm2)	Resistencia promedio (kg/cm2)	Coef. Var. (%)
Y163	0.42	1	1	3 horas 30 min	7/06/2022	8/06/2022	28 horas 30 min	20.01	20.06	20.09	20.05	10.08	10.08	9.95	10.04	2.00	1.00	21189	267.64	269.45	0.63
Y164			2	3 horas 30 min	7/06/2022	8/06/2022	28 horas 35 min	20.05	20.11	20.07	20.08	9.90	10.02	10.00	9.97	2.01	1.00	21055	269.70		
Y165			3	3 horas 30 min	7/06/2022	8/06/2022	28 horas 37 min	20.06	20.16	20.03	20.08	10.08	10.04	10.07	10.06	2.00	1.00	21542	271.02		
Y166	0.44	2	1	3 horas 30 min	7/06/2022	8/06/2022	28 horas 33 min	20.05	20.06	20.14	20.08	10.03	9.94	9.90	9.96	2.02	1.00	19814	254.31	256.64	3.27
Y167			2	3 horas 30 min	7/06/2022	8/06/2022	28 horas 35 min	20.13	20.11	20.09	20.11	10.07	9.91	10.10	10.03	2.00	1.00	19726	249.66		
Y168			3	3 horas 30 min	7/06/2022	8/06/2022	28 horas 40 min	20.19	20.12	20.03	20.11	10.00	9.96	10.03	10.00	2.01	1.00	20887	265.94		
Y169	0.46	3	1	3 horas 30 min	8/06/2022	9/06/2022	28 horas 32 min	20.2	20.01	20.02	20.08	10.08	9.91	9.93	9.97	2.01	1.00	19066	244.22	251.85	2.70
Y170			2	3 horas 30 min	8/06/2022	9/06/2022	28 horas 36 min	20.05	20.16	20.06	20.09	9.92	10.01	10.05	9.99	2.01	1.00	20169	257.31		
Y171			3	3 horas 30 min	8/06/2022	9/06/2022	28 horas 39 min	20.05	20.19	20.09	20.11	9.91	9.97	9.90	9.93	2.03	1.00	19673	254.03		
Y172	0.48	4	1	3 horas 30 min	8/06/2022	9/06/2022	28 horas 32 min	20.12	20.01	20.09	20.07	9.99	10.10	10.02	10.04	2.00	1.00	19320	244.03	243.02	1.16
Y173			2	3 horas 30 min	8/06/2022	9/06/2022	28 horas 36 min	20.02	20.17	20.05	20.08	9.90	10.06	9.96	9.97	2.01	1.00	19142	245.19		
Y174			3	3 horas 30 min	8/06/2022	9/06/2022	28 horas 38 min	20.02	20.04	20.09	20.05	10.00	9.93	10.09	10.01	2.00	1.00	18875	239.84		
Y175	0.50	5	1	3 horas 30 min	9/06/2022	10/06/2022	28 horas 31 min	20.1	20.11	20.04	20.08	9.98	10.07	9.93	9.99	2.01	1.00	19312	246.38	239.68	2.42
Y176			2	3 horas 30 min	9/06/2022	10/06/2022	28 horas 35 min	20.15	20.15	20.08	20.13	9.93	10.03	9.93	9.96	2.02	1.00	18391	236.05		
Y177			3	3 horas 30 min	9/06/2022	10/06/2022	28 horas 37 min	20.09	20.16	20.18	20.14	9.92	9.98	10.04	9.98	2.02	1.00	18508	236.60		
Y178	0.52	6	1	3 horas 30 min	9/06/2022	10/06/2022	28 horas 31 min	20.13	20.12	20.17	20.14	10.05	10.00	10.04	10.03	2.01	1.00	17349	219.57	221.89	1.92
Y179			2	3 horas 30 min	9/06/2022	10/06/2022	28 horas 34 min	20.01	20.03	20.1	20.05	10.05	10.01	9.90	9.99	2.01	1.00	17188	219.28		
Y180			3	3 horas 30 min	9/06/2022	10/06/2022	28 horas 39 min	20.08	20.04	20.03	20.05	10.00	10.00	9.99	10.00	2.01	1.00	17814	226.81		
Y181	0.54	7	1	3 horas 30 min	13/06/2022	14/06/2022	28 horas 30 min	20.1	20.08	20.18	20.12	9.93	10.03	10.02	9.99	2.01	1.00	16732	213.47	215.23	2.83
Y182			2	3 horas 30 min	13/06/2022	14/06/2022	28 horas 35 min	20.13	20.08	20.04	20.08	9.97	9.94	9.98	9.96	2.02	1.00	16378	210.21		
Y183			3	3 horas 30 min	13/06/2022	14/06/2022	28 horas 39 min	20.04	20.17	20.2	20.14	10.00	9.90	10.00	9.97	2.02	1.00	17331	222.00		
Y184	0.56	8	1	3 horas 30 min	13/06/2022	14/06/2022	28 horas 31 min	20.13	20.03	20.06	20.07	10.00	10.00	10.04	10.01	2.00	1.00	16397	208.36	205.74	2.34
Y185			2	3 horas 30 min	13/06/2022	14/06/2022	28 horas 34 min	20.03	20.01	20.01	20.02	9.93	9.98	10.01	9.97	2.01	1.00	15627	200.17		
Y186			3	3 horas 30 min	13/06/2022	14/06/2022	28 horas 39 min	20.18	20.01	20.03	20.07	10.06	9.91	10.02	10.00	2.01	1.00	16390	208.68		
Y187	0.58	9	1	3 horas 30 min	14/06/2022	15/06/2022	28 horas 31 min	20.19	20.13	20.13	20.15	10.02	9.93	9.93	9.96	2.02	1.00	16044	205.92	203.07	1.22
Y188			2	3 horas 30 min	14/06/2022	15/06/2022	28 horas 36 min	20.01	20.12	20.02	20.05	10.07	9.92	10.08	10.02	2.00	1.00	15915	201.83		
Y189			3	3 horas 30 min	14/06/2022	15/06/2022	28 horas 40 min	20.01	20.04	20.2	20.08	10.05	9.95	10.10	10.03	2.00	1.00	15917	201.45		
Y190	0.60	10	1	3 horas 30 min	14/06/2022	15/06/2022	28 horas 30 min	20.15	20.02	20.09	20.09	10.09	9.94	9.97	10.00	2.01	1.00	14905	189.78	189.14	2.44
Y191			2	3 horas 30 min	14/06/2022	15/06/2022	28 horas 35 min	20.07	20.11	20.07	20.08	10.07	9.98	10.08	10.04	2.00	1.00	14586	184.24		
Y192			3	3 horas 30 min	14/06/2022	15/06/2022	28 horas 40 min	20.06	20.08	20.13	20.09	10.03	9.96	10.01	10.00	2.01	1.00	15189	193.39		
Y193	0.62	11	1	3 horas 30 min	15/06/2022	16/06/2022	28 horas 32 min	20.07	20.07	20.19	20.11	9.94	10.07	10.04	10.02	2.01	1.00	15357	194.75	190.53	1.94
Y194			2	3 horas 30 min	15/06/2022	16/06/2022	28 horas 35 min	20.06	20.07	20.16	20.10	10.04	10.07	9.91	10.01	2.01	1.00	14790	187.94		
Y195			3	3 horas 30 min	15/06/2022	16/06/2022	28 horas 37 min	20.07	20.13	20.2	20.13	9.93	10.06	10.07	10.02	2.01	1.00	14895	188.89		
Y196	0.64	12	1	3 horas 30 min	15/06/2022	16/06/2022	28 horas 31 min	20.07	20.01	20.19	20.09	10.10	9.90	10.05	10.02	2.00	1.00	13014	165.04	168.93	3.11
Y197			2	3 horas 30 min	15/06/2022	16/06/2022	28 horas 36 min	20.04	20.17	20.09	20.10	10.07	10.05	10.05	10.06	2.00	1.00	13262	166.85		
Y198			3	3 horas 30 min	15/06/2022	16/06/2022	28 horas 40 min	20.12	20.12	20.16	20.13	9.96	10.00	10.01	9.99	2.02	1.00	13710	174.91		
Y199	0.66	13	1	3 horas 30 min	16/06/2022	17/06/2022	28 horas 32 min	20.07	20.01	20.01	20.03	10.09	9.94	10.07	10.03	2.00	1.00	12904	163.32	166.12	2.30
Y200			2	3 horas 30 min	16/06/2022	17/06/2022	28 horas 34 min	20.03	20.1	20.05	20.06	10.05	9.91	10.05	10.00	2.01	1.00	13389	170.47		
Y201			3	3 horas 30 min	16/06/2022	17/06/2022	28 horas 40 min	20.04	20.15	20.05	20.08	9.90	10.08	10.04	10.01	2.01	1.00	12952	164.58		

Nombre del Testigo	a/c	N° de Tanda	N° de probeta	Duración curado (horas, minutos)	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad de Ensayo (horas, minutos)	Altura 1 (cm)	Altura 2 (cm)	Altura 3 (cm)	Altura Promedio (cm)	Diámetro 1 (cm)	Diámetro 2 (cm)	Diámetro 3 (cm)	Diámetro Promedio (cm)	Esbeltez (H/D)	Factor	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm2)	Resistencia promedio (kg/cm2)	Coef. Var. (%)
Y202	0.68	14	1	3 horas 30 min	16/06/2022	17/06/2022	28 horas 32 min	20.03	20.05	20.11	20.06	10.10	10.02	10.00	10.04	2.00	1.00	12020	151.83	152.93	1.72
Y203			2	3 horas 30 min	16/06/2022	17/06/2022	28 horas 36 min	20.09	20.01	20.15	20.08	9.95	10.05	10.07	10.02	2.00	1.00	12295	155.92		
Y204			3	3 horas 30 min	16/06/2022	17/06/2022	28 horas 39 min	20.19	20.06	20.07	20.11	10.09	10.02	10.06	10.06	2.00	1.00	12005	151.03		
Y205	0.70	15	1	3 horas 30 min	20/06/2022	21/06/2022	28 horas 30 min	20.02	20.12	20.12	20.09	10.04	9.98	9.90	9.97	2.02	1.00	10583	135.56	137.22	1.45
Y206			2	3 horas 30 min	20/06/2022	21/06/2022	28 horas 34 min	20.08	20.18	20.09	20.12	10.03	10.06	9.92	10.00	2.01	1.00	10950	139.42		
Y207			3	3 horas 30 min	20/06/2022	21/06/2022	28 horas 38 min	20.17	20.14	20.11	20.14	10.06	10.07	9.93	10.02	2.01	1.00	10778	136.68		
Y208	0.72	16	1	3 horas 30 min	20/06/2022	21/06/2022	28 horas 32 min	20.07	20.11	20.12	20.10	9.90	10.00	10.00	9.97	2.02	1.00	10400	133.22	132.53	0.48
Y209			2	3 horas 30 min	20/06/2022	21/06/2022	28 horas 34 min	20.12	20.13	20.07	20.11	9.99	10.10	10.07	10.05	2.00	1.00	10468	131.96		
Y210			3	3 horas 30 min	20/06/2022	21/06/2022	28 horas 40 min	20.08	20.05	20.18	20.10	9.96	9.92	10.05	9.98	2.01	1.00	10359	132.42		
Y211	0.74	17	1	3 horas 30 min	21/06/2022	22/06/2022	28 horas 31 min	20.17	20.19	20.12	20.16	9.93	10.01	10.09	10.01	2.01	1.00	9165	116.46	120.19	2.94
Y212			2	3 horas 30 min	21/06/2022	22/06/2022	28 horas 35 min	20.12	20.04	20.1	20.09	10.05	9.95	9.97	9.99	2.01	1.00	9453	120.60		
Y213			3	3 horas 30 min	21/06/2022	22/06/2022	28 horas 38 min	20.09	20.03	20.06	20.06	10.06	9.93	9.98	9.99	2.01	1.00	9680	123.50		
Y214	0.76	18	1	3 horas 30 min	21/06/2022	22/06/2022	28 horas 30 min	20.07	20.15	20.18	20.13	9.99	10.06	9.90	9.98	2.02	1.00	9456	120.88	118.77	1.57
Y215			2	3 horas 30 min	21/06/2022	22/06/2022	28 horas 35 min	20.09	20.05	20.05	20.06	9.95	9.98	10.01	10.01	2.00	1.00	9232	117.31		
Y216			3	3 horas 30 min	21/06/2022	22/06/2022	28 horas 40 min	20.11	20.2	20.15	20.15	10.07	9.98	10.00	10.02	2.01	1.00	9315	118.13		
Y217	0.78	19	1	3 horas 30 min	22/06/2022	23/06/2022	28 horas 33 min	20.02	20.07	20.18	20.09	9.94	9.93	10.01	9.96	2.02	1.00	8485	108.90	109.31	0.50
Y218			2	3 horas 30 min	22/06/2022	23/06/2022	28 horas 36 min	20.01	20.19	20.06	20.09	9.94	9.90	9.90	9.91	2.03	1.00	8416	109.11		
Y219			3	3 horas 30 min	22/06/2022	23/06/2022	28 horas 39 min	20.04	20.2	20.09	20.11	9.97	9.98	9.99	9.98	2.02	1.00	8599	109.93		
Y220	0.80	20	1	3 horas 30 min	22/06/2022	23/06/2022	28 horas 30 min	20.16	20.02	20.12	20.10	10.07	10.06	10.10	10.08	1.99	1.00	8091	101.39	104.48	2.63
Y221			2	3 horas 30 min	22/06/2022	23/06/2022	28 horas 36 min	20.1	20.17	20.08	20.12	9.97	9.99	10.07	10.01	2.01	1.00	8293	105.38		
Y222			3	3 horas 30 min	22/06/2022	23/06/2022	28 horas 39 min	20.1	20.11	20.02	20.08	10.10	10.01	10.02	10.04	2.00	1.00	8444	106.66		
Y223	0.82	21	1	3 horas 30 min	23/06/2022	24/06/2022	28 horas 30 min	20.08	20.01	20.05	20.05	9.90	9.94	9.90	9.91	2.02	1.00	8001	103.73	101.28	2.11
Y224			2	3 horas 30 min	23/06/2022	24/06/2022	28 horas 34 min	20.19	20.02	20.2	20.14	9.94	10.00	10.08	10.01	2.01	1.00	7853	99.79		
Y225			3	3 horas 30 min	23/06/2022	24/06/2022	28 horas 39 min	20.14	20.2	20.2	20.18	10.00	10.08	9.94	10.01	2.02	1.00	7896	100.33		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18
Resultados de los testigos para la gráfica de predicción (proceso B) con cemento Yura, curado normal

Nombre del Testigo	a/c	N° de Tanda	N° de probeta	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad de Ensayo (días)	Altura 1 (cm)	Altura 2 (cm)	Altura 3 (cm)	Altura Promedio (cm)	Diámetro 1 (cm)	Diámetro 2 (cm)	Diámetro 3 (cm)	Diámetro Promedio (cm)	Esbeltez (H/D)	Factor	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm2)	Resistencia a la compresion (kg/cm2)	Coef. Var. (%)
Y226	0.42	1	1	7/06/2022	5/07/2022	28 días	20.11	20.20	20.07	20.13	10.02	10.04	10.06	10.04	2.00	1.00	43567	550.30	572.80	3.57
Y227			2	7/06/2022	5/07/2022	28 días	20.14	20.04	20.10	20.09	10.00	10.01	9.92	9.98	2.01	1.00	45203	577.85		
Y228			3	7/06/2022	5/07/2022	28 días	20.06	20.17	20.05	20.09	9.94	9.93	9.93	9.93	2.02	1.00	45711	590.25		
Y229	0.44	2	1	7/06/2022	5/07/2022	28 días	20.02	20.15	20.09	20.09	10.00	9.98	10.04	10.01	2.01	1.00	42986	546.22	541.53	1.19
Y230			2	7/06/2022	5/07/2022	28 días	20.01	20.14	20.09	20.08	10.05	10.01	10.09	10.05	2.00	1.00	42376	534.19		
Y231			3	7/06/2022	5/07/2022	28 días	20.04	20.20	20.04	20.09	10.08	10.05	9.99	10.04	2.00	1.00	43083	544.19		
Y232	0.46	3	1	8/06/2022	6/07/2022	28 días	20.11	20.03	20.06	20.07	10.03	9.99	9.97	10.00	2.01	1.00	40505	515.73	520.51	3.04
Y233			2	8/06/2022	6/07/2022	28 días	20.03	20.15	20.12	20.10	9.93	10.08	10.00	10.00	2.01	1.00	42268	538.17		
Y234			3	8/06/2022	6/07/2022	28 días	20.07	20.06	20.09	20.07	10.09	10.09	10.00	10.06	2.00	1.00	40349	507.63		
Y235	0.48	4	1	8/06/2022	6/07/2022	28 días	20.01	20.16	20.12	20.10	9.94	10.04	10.04	10.01	2.01	1.00	39443	501.20	495.08	1.07
Y236			2	8/06/2022	6/07/2022	28 días	20.03	20.06	20.10	20.06	9.97	9.93	10.10	10.00	2.01	1.00	38621	491.74		
Y237			3	8/06/2022	6/07/2022	28 días	20.07	20.05	20.08	20.07	9.95	9.92	9.97	9.95	2.02	1.00	38279	492.29		
Y238	0.50	5	1	9/06/2022	7/07/2022	28 días	20.02	20.06	20.03	20.04	9.95	10.02	9.99	9.99	2.01	1.00	35733	455.88	466.67	2.35
Y239			2	9/06/2022	7/07/2022	28 días	20.17	20.01	20.18	20.12	10.06	9.94	10.07	10.02	2.01	1.00	36772	466.33		
Y240			3	9/06/2022	7/07/2022	28 días	20.05	20.16	20.12	20.11	9.97	10.00	9.98	9.98	2.02	1.00	37377	477.81		
Y241	0.52	6	1	9/06/2022	7/07/2022	28 días	20.15	20.08	20.15	20.13	10.10	9.90	10.09	10.03	2.01	1.00	34950	442.34	443.19	1.65
Y242			2	9/06/2022	7/07/2022	28 días	20.16	20.07	20.04	20.09	10.01	10.05	9.99	10.02	2.00	1.00	35553	450.87		
Y243			3	9/06/2022	7/07/2022	28 días	20.05	20.03	20.20	20.09	9.90	10.02	10.10	10.01	2.01	1.00	34340	436.36		
Y244	0.54	7	1	13/06/2022	11/07/2022	28 días	20.03	20.02	20.16	20.07	9.99	10.00	10.09	10.03	2.00	1.00	32601	412.61	425.36	2.61
Y245			2	13/06/2022	11/07/2022	28 días	20.14	20.17	20.16	20.16	9.94	9.99	10.03	9.99	2.02	1.00	33740	430.45		
Y246			3	13/06/2022	11/07/2022	28 días	20.03	20.17	20.13	20.11	10.04	9.92	9.93	9.96	2.02	1.00	33737	433.01		
Y247	0.56	8	1	13/06/2022	11/07/2022	28 días	20.16	20.14	20.18	20.16	10.08	10.06	9.95	10.03	2.01	1.00	32414	410.24	408.87	0.82
Y248			2	13/06/2022	11/07/2022	28 días	20.14	20.15	20.06	20.12	9.91	9.96	9.90	9.92	2.03	1.00	31304	405.03		
Y249			3	13/06/2022	11/07/2022	28 días	20.14	20.06	20.17	20.12	9.95	10.04	10.08	10.02	2.01	1.00	32436	411.34		
Y250	0.58	9	1	14/06/2022	12/07/2022	28 días	20.13	20.20	20.07	20.13	10.08	10.00	10.01	10.03	2.01	1.00	30166	381.79	385.87	2.62
Y251			2	14/06/2022	12/07/2022	28 días	20.05	20.17	20.13	20.12	9.94	9.98	10.09	10.00	2.01	1.00	29722	378.43		
Y252			3	14/06/2022	12/07/2022	28 días	20.19	20.05	20.19	20.14	9.97	9.94	9.90	9.94	2.03	1.00	30838	397.40		
Y253	0.60	10	1	14/06/2022	12/07/2022	28 días	20.07	20.13	20.14	20.11	9.96	10.05	9.95	9.99	2.01	1.00	28985	369.79	373.19	3.00
Y254			2	14/06/2022	12/07/2022	28 días	20.17	20.02	20.12	20.10	10.02	10.03	9.95	10.00	2.01	1.00	28597	364.11		
Y255			3	14/06/2022	12/07/2022	28 días	20.11	20.15	20.02	20.09	10.06	10.05	9.96	10.02	2.00	1.00	30413	385.69		
Y256	0.62	11	1	15/06/2022	13/07/2022	28 días	20.05	20.14	20.03	20.07	9.97	9.90	10.02	9.96	2.02	1.00	25931	332.82	325.02	2.97
Y257			2	15/06/2022	13/07/2022	28 días	20.13	20.05	20.06	20.08	9.99	9.96	10.03	9.99	2.01	1.00	25711	328.02		
Y258			3	15/06/2022	13/07/2022	28 días	20.10	20.03	20.12	20.08	10.01	10.00	10.07	10.03	2.00	1.00	24828	314.23		
Y259	0.64	12	1	15/06/2022	13/07/2022	28 días	20.20	20.18	20.02	20.13	9.93	10.00	10.03	9.99	2.02	1.00	23895	304.85	309.65	1.77
Y260			2	15/06/2022	13/07/2022	28 días	20.15	20.04	20.06	20.08	9.94	10.09	9.98	10.00	2.01	1.00	24790	315.64		
Y261			3	15/06/2022	13/07/2022	28 días	20.09	20.03	20.17	20.10	9.94	9.93	10.02	9.96	2.02	1.00	24034	308.47		
Y262	0.66	13	1	16/06/2022	14/07/2022	28 días	20.13	20.20	20.19	20.17	9.94	10.03	10.01	9.99	2.02	1.00	22387	285.61	278.82	3.22
Y263			2	16/06/2022	14/07/2022	28 días	20.17	20.06	20.19	20.14	10.00	9.96	10.06	10.01	2.01	1.00	21141	268.64		
Y264			3	16/06/2022	14/07/2022	28 días	20.12	20.09	20.02	20.08	10.00	9.92	10.03	9.98	2.01	1.00	22076	282.21		

Nombre del Testigo	a/c	N° de Tanda	N° de probeta	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad de Ensayo (días)	Altura 1 (cm)	Altura 2 (cm)	Altura 3 (cm)	Altura Promedio (cm)	Diámetro 1 (cm)	Diámetro 2 (cm)	Diámetro 3 (cm)	Diámetro Promedio (cm)	Esbeltez (H/D)	Factor	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm2)	Resistencia a la compresion (kg/cm2)	Coef. Var. (%)
Y265	0.68	14	1	16/06/2022	14/07/2022	28 días	20.19	20.20	20.02	20.14	9.90	10.10	9.90	9.97	2.02	1.00	19646	251.65	253.99	0.82
Y266			2	16/06/2022	14/07/2022	28 días	20.13	20.06	20.10	20.10	9.95	10.08	10.08	10.04	2.00	1.00	20165	254.71		
Y267			3	16/06/2022	14/07/2022	28 días	20.09	20.09	20.11	20.10	10.02	9.91	10.02	9.98	2.01	1.00	19996	255.62		
Y268	0.70	15	1	20/06/2022	18/07/2022	28 días	20.03	20.14	20.17	20.11	10.06	10.07	10.00	10.04	2.00	1.00	18252	230.54	229.29	2.28
Y269			2	20/06/2022	18/07/2022	28 días	20.17	20.17	20.02	20.12	9.90	10.06	9.96	9.97	2.02	1.00	18251	233.78		
Y270			3	20/06/2022	18/07/2022	28 días	20.05	20.08	20.03	20.05	10.00	10.03	9.93	9.99	2.01	1.00	17522	223.54		
Y271	0.72	16	1	20/06/2022	18/07/2022	28 días	20.19	20.09	20.08	20.12	10.06	10.03	9.91	10.00	2.01	1.00	15680	199.64	201.09	1.96
Y272			2	20/06/2022	18/07/2022	28 días	20.12	20.14	20.12	20.13	9.97	9.93	9.98	9.96	2.02	1.00	16015	205.55		
Y273			3	20/06/2022	18/07/2022	28 días	20.13	20.02	20.05	20.07	10.07	10.08	10.02	10.06	2.00	1.00	15745	198.09		
Y274	0.74	17	1	21/06/2022	19/07/2022	28 días	20.20	20.16	20.04	20.13	10.07	10.01	9.95	10.01	2.01	1.00	14680	186.54	185.78	0.49
Y275			2	21/06/2022	19/07/2022	28 días	20.07	20.05	20.02	20.05	9.99	10.00	10.02	10.00	2.01	1.00	14511	184.76		
Y276			3	21/06/2022	19/07/2022	28 días	20.12	20.14	20.16	20.14	9.91	9.96	10.04	9.97	2.02	1.00	14523	186.03		
Y277	0.76	18	1	21/06/2022	19/07/2022	28 días	20.07	20.15	20.05	20.09	10.00	9.96	10.07	10.01	2.01	1.00	12745	161.95	162.88	1.37
Y278			2	21/06/2022	19/07/2022	28 días	20.03	20.18	20.15	20.12	10.02	9.93	10.05	10.00	2.01	1.00	12993	165.43		
Y279			3	21/06/2022	19/07/2022	28 días	20.20	20.07	20.20	20.16	9.90	9.94	9.90	9.91	2.03	1.00	12439	161.27		
Y280	0.78	19	1	22/06/2022	20/07/2022	28 días	20.06	20.06	20.14	20.09	10.05	9.94	10.08	10.02	2.00	1.00	12492	158.42	154.82	2.08
Y281			2	22/06/2022	20/07/2022	28 días	20.06	20.15	20.17	20.13	9.90	10.06	10.04	10.00	2.01	1.00	12082	153.83		
Y282			3	22/06/2022	20/07/2022	28 días	20.10	20.14	20.01	20.08	9.92	10.00	10.09	10.00	2.01	1.00	11954	152.20		
Y283	0.80	20	1	22/06/2022	20/07/2022	28 días	20.08	20.18	20.11	20.12	9.95	9.90	10.08	9.98	2.02	1.00	11142	142.43	143.13	1.08
Y284			2	22/06/2022	20/07/2022	28 días	20.18	20.18	20.15	20.17	9.95	10.10	10.08	10.04	2.01	1.00	11247	142.06		
Y285			3	22/06/2022	20/07/2022	28 días	20.08	20.11	20.10	20.10	9.96	9.92	9.91	9.93	2.02	1.00	11222	144.90		
Y286	0.82	21	1	23/06/2022	21/07/2022	28 días	20.05	20.06	20.11	20.07	10.07	9.93	10.05	10.02	2.00	1.00	10309	130.73	133.02	1.70
Y287			2	23/06/2022	21/07/2022	28 días	20.18	20.06	20.16	20.13	9.94	10.00	10.07	10.00	2.01	1.00	10622	135.24		
Y288			3	23/06/2022	21/07/2022	28 días	20.18	20.09	20.17	20.15	10.09	10.03	9.93	10.02	2.01	1.00	10494	133.08		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19
Resultados de los testigos para la comprobación de la gráfica de predicción proceso B (92°C) con cemento Yura

Nombre del Testigo	Resistencia	N° de Tanda	N° de probeta	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad de Ensayo (horas, minutos)	Altura 1 (cm)	Altura 2 (cm)	Altura 3 (cm)	Altura Promedio (cm)	Diámetro 1 (cm)	Diámetro 2 (cm)	Diámetro 3 (cm)	Diámetro Promedio (cm)	Esbeltez (H/D)	Factor	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm2)	Resistencia promedio (kg/cm2)	Desv. Est	Coef. Var. (%)	ERROR
Y289	fcr =175kg/cm2	22	1	28/06/2022	29/06/2022	28 horas 32 min	20.16	20.09	20.08	20.13	10.01	10.06	10.01	10.03	2.01	1.00	9452	119.71	121.44	3.30	2.72	3.14
Y290			2	28/06/2022	29/06/2022	28 horas 34 min	20.04	20.14	20.01	20.13	9.93	10.00	9.97	9.97	2.02	1.00	9772	125.25				
Y291			3	28/06/2022	29/06/2022	28 horas 40 min	20.03	20.19	20.1	20.12	9.91	10.10	10.06	10.02	2.01	1.00	9419	119.37				
Y292	fcr =175kg/cm2	22	1	28/06/2022	26/07/2022	28 días	20.06	20.18	20.12	20.06	9.93	10.01	10.01	9.98	2.01	1.00	15011	191.76	186.15	5.01	2.69	4.76
Y293			2	28/06/2022	26/07/2022	28 días	20.12	20.11	20.2	20.08	9.96	9.91	10.00	9.96	2.02	1.00	14371	184.57				
Y294			3	28/06/2022	26/07/2022	28 días	20.17	20.2	20.02	20.04	9.93	10.00	10.10	10.01	2.00	1.00	14332	182.12				
Y295	fcr =210kg/cm2	23	1	29/06/2022	30/06/2022	28 horas 32 min	20.05	20.1	20.17	20.14	10.04	9.90	10.05	10.00	2.01	1.00	11843	150.89	152.51	2.78	1.82	2.64
Y296			2	29/06/2022	30/06/2022	28 horas 35 min	20.02	20.01	20.11	20.16	9.90	9.91	10.06	9.96	2.02	1.00	11751	150.92				
Y297			3	29/06/2022	30/06/2022	28 horas 37 min	20.12	20.12	20.06	20.04	10.00	10.05	9.91	9.99	2.01	1.00	12198	155.72				
Y298	fcr =210kg/cm2	23	1	29/06/2022	27/07/2022	28 días	20.01	20.13	20.02	20.19	10.04	10.02	9.99	10.02	2.02	1.00	19223	243.94	251.04	7.42	2.96	7.05
Y299			2	29/06/2022	27/07/2022	28 días	20.13	20.16	20.09	20.20	9.91	10.01	9.99	9.97	2.03	1.00	19551	250.43				
Y300			3	29/06/2022	27/07/2022	28 días	20.14	20.08	20.2	20.04	9.95	10.08	10.00	10.01	2.00	1.00	20363	258.75				
Y301	fcr =280kg/cm2	24	1	30/06/2022	1/07/2022	28 horas 30 min	20.11	20.19	20.06	20.14	9.98	9.92	9.96	9.95	2.02	1.00	14906	191.57	197.30	5.64	2.86	5.36
Y302			2	30/06/2022	1/07/2022	28 horas 35 min	20.05	20.03	20.05	20.16	10.04	9.97	10.03	10.01	2.01	1.00	15551	197.47				
Y303			3	30/06/2022	1/07/2022	28 horas 39 min	20.17	20.01	20.19	20.04	10.06	9.96	9.98	10.00	2.00	1.00	15932	202.85				
Y304	fcr =280kg/cm2	24	1	30/06/2022	28/07/2022	28 días	20.16	20.13	20.03	20.19	9.96	9.91	10.00	9.96	2.03	1.00	29871	383.65	388.21	10.75	2.77	10.21
Y305			2	30/06/2022	28/07/2022	28 días	20.03	20.16	20.06	20.20	9.96	9.94	9.91	9.94	2.03	1.00	31057	400.49				
Y306			3	30/06/2022	28/07/2022	28 días	20.13	20.07	20.15	20.04	10.02	9.91	10.02	9.98	2.01	1.00	29784	380.49				
Y307	f'c =175kg/cm2	25	1	4/07/2022	5/07/2022	28 horas 33 min	20.03	20.08	20.06	20.14	10.07	9.94	9.92	9.98	2.02	1.00	14079	180.10	184.13	3.58	1.95	3.40
Y308			2	4/07/2022	5/07/2022	28 horas 34 min	20.2	20.2	20.03	20.16	9.90	9.93	10.00	9.94	2.03	1.00	14517	186.95				
Y309			3	4/07/2022	5/07/2022	28 horas 38 min	20.08	20.12	20.17	20.04	9.97	9.91	9.95	9.94	2.02	1.00	14393	185.35				
Y310	f'c =175kg/cm2	25	1	4/07/2022	1/08/2022	28 días	20.04	20.04	20.05	20.19	9.94	9.91	9.97	9.94	2.03	1.00	25951	334.42	332.29	7.83	2.36	7.44
Y311			2	4/07/2022	1/08/2022	28 días	20.06	20.09	20.12	20.20	10.03	9.91	9.98	9.97	2.03	1.00	25281	323.61				
Y312			3	4/07/2022	1/08/2022	28 días	20.14	20.13	20.08	20.04	10.09	9.91	10.08	10.03	2.00	1.00	26754	338.83				
Y313	f'c =210kg/cm2	26	1	5/07/2022	6/07/2022	28 horas 30 min	20.02	20.1	20.07	20.14	9.94	10.00	10.08	10.01	2.01	1.00	16683	212.13	217.16	4.58	2.11	4.35
Y314			2	5/07/2022	6/07/2022	28 horas 35 min	20.14	20.12	20.2	20.16	10.05	10.01	9.91	9.99	2.02	1.00	17108	218.26				
Y315			3	5/07/2022	6/07/2022	28 horas 39 min	20.13	20.19	20.11	20.04	9.99	9.93	10.06	9.99	2.01	1.00	17341	221.09				
Y316	f'c =210kg/cm2	26	1	5/07/2022	2/08/2022	28 días	20.02	20.16	20.03	20.19	9.94	9.95	10.00	9.96	2.03	1.00	32959	422.74	417.73	5.74	1.37	5.45
Y317			2	5/07/2022	2/08/2022	28 días	20.15	20.14	20.16	20.20	10.10	10.05	9.98	10.04	2.01	1.00	32597	411.46				
Y318			3	5/07/2022	2/08/2022	28 días	20.16	20.19	20.02	20.04	9.90	10.00	10.03	9.98	2.01	1.00	32754	418.99				
Y319	f'c =280kg/cm2	27	1	6/07/2022	7/07/2022	28 horas 31 min	20.03	20.08	20.11	20.14	9.98	9.96	9.92	9.95	2.02	1.00	19792	254.37	253.71	2.30	0.91	2.18
Y320			2	6/07/2022	7/07/2022	28 horas 34 min	20.07	20.14	20.02	20.16	10.07	10.00	10.05	10.04	2.01	1.00	20236	255.60				
Y321			3	6/07/2022	7/07/2022	28 horas 38 min	20.09	20.03	20.1	20.04	10.09	10.05	10.00	10.05	1.99	1.00	19910	251.15				
Y322	f'c =280kg/cm2	27	1	6/07/2022	3/08/2022	28 días	20.01	20.02	20.13	20.19	10.03	10.08	10.10	10.07	2.00	1.00	41374	519.49	514.49	4.80	0.93	4.56
Y323			2	6/07/2022	3/08/2022	28 días	20.15	20.14	20.12	20.20	9.90	10.07	10.03	10.00	2.02	1.00	40374	514.06				
Y324			3	6/07/2022	3/08/2022	28 días	20.04	20.08	20.02	20.04	10.00	10.02	10.08	10.03	2.00	1.00	40316	509.91				

Fuente: Elaboración propia

4.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se desarrollan los cálculos para realizar las gráficas de predicción de los 4 casos, en base al análisis estadístico recomendado por la NTP 339.213, el cual correlaciona las resistencias de las probetas sometidas a curado acelerado (proceso A, 24 horas y proceso B, 28.5 horas) con las resistencias de las probetas sometidas a curado durante 28 días (curado estándar).

4.2.1. COMPARATIVA DE ESPECÍMENES CON CEMENTO WARI TIPO 1, CURADO ACELERADO MODIFICADO PROCESO A (VS) CURADO ESTÁNDAR 28 DÍAS

4.2.1.1. *Determinación de la ecuación de regresión*

Según la NTP 339.213, (2015) “Ordinariamente será usado el análisis de regresión por mínimos cuadrados para obtener la ecuación de la línea que representa la relación entre las resistencias por curado estándar y curado acelerado” (pág. 30)

Según la NTP 339.213, (2015) “Sin embargo, para algunas mezclas de concreto, la relación entre estos dos tipos de resistencia puede no ser lineal. Para estas situaciones, el valor de resistencias medidas serán transformadas para tomar su logaritmo natural.” (pág. 30)

Según Córdova Zamora, (2003) “En muchos casos, cuando los valores en parejas de las variables X, e Y, no se ajustan a una línea recta, se puede conseguir una relación no lineal” (pág. 104)

Según Córdova Zamora, (2003) “ $r^2 = 94$, indica en cierto modo que si la muestra tuviera 100 pares de puntos 94 de estos estarían en la recta de regresión obtenida y sólo 6 de estos se ubicarían fuera de la recta de regresión” (pág. 100)

Según Córdova Zamora, (2003) “En general, es ideal tener una variabilidad de Y no explicada no mayor del 10%” (pág. 101)

Para la elección de la recta de regresión, se dará preferencia a la regresión lineal, siempre y cuando su coeficiente de determinación sea cercano a 1 (mayor al 90%), también se

determinará cual es la recta con mejor ajuste, y en el caso de que su coeficiente de determinación sea significativamente más cercano a 1 en comparación al de la regresión lineal, dicha regresión será elegida como base para la banda de confianza.

Para hacer los cálculos de regresión en este apartado, se utilizaron los datos de las tablas de acápite 4.1.2 “Resultados de los ensayos a la compresión”, donde el curado acelerado (1 día) para cada caso está en el eje de las abscisas (X) y la resistencia promedio (kg/cm²) (estándar 28 días) en el eje de las ordenadas (Y)

4.2.1.1.1. *Regresión lineal*

Ecuación 1
Regresión lineal

$$Y = a + b * X$$

Ecuación 2
Constante b en regresión lineal

$$b = S_{XY} / S_{XX} = S_{XY} / S_X^2$$

Ecuación 3
Constante a en regresión lineal

$$a = \bar{Y} - b * X$$

Ecuación 4
Sumatoria del producto de la diferencia del promedio con las resistencias en la abscisas y ordenadas respectivamente

$$S_{XY} = \sum (X_i - X) * (Y_i - \bar{Y})$$

Ecuación 5
Sumatoria al cuadrado de la diferencia de cada valor de resistencia acelerada con respecto al promedio de todos los valores de resistencia acelerada

$$S_{XX} = \sum (X_i - X)^2$$

Ecuación 6

Sumatoria al cuadrado de la diferencia de cada valor de resistencia estándar a 28 días con respecto al promedio de todos los valores de resistencia estándar a 28 días

$$S_{YY} = \sum (Y_i - \bar{Y})^2$$

Ecuación 7

Promedio de resistencias aceleradas para "n" pares ordenados

$$X = \sum X_i / n$$

Ecuación 8

Promedio de las resistencias estándar a 28 días para "n" pares ordenados

$$\bar{Y} = \sum Y_i / n$$

Ecuación 9

Coefficiente de correlación de Pearson

$$r_{xy} = \frac{S_{xy}}{S_x * S_y}$$

El coeficiente de correlación de Pearson de la muestra es un número real comprendido entre -1 y +1, si $r = 1$, se dice que hay una correlación perfecta positiva, si $r = -1$, se dice que hay una correlación perfecta negativa y si $r = 0$, se dice que no hay correlación entre las 2 variables. (Córdova Zamora, 2003, pág. 91)

Ecuación 10

Coefficiente de determinación

$$R^2 = r_{xy}^2$$

Desarrollo de Cálculos:

Tabla 20
Desarrollo de cálculos de la regresión lineal (Wari, proceso A modificado)

n_{ij}	x_i	y_j	$x_i^2 * n_{ij}$	$y_j^2 * n_{ij}$	$x_i * y_j * n_{ij}$
1	221.66	595.42	49134.63	354528.92	131983.52
1	205.54	570.22	42248.06	325152.42	117205.20
1	199.37	542.06	39747.07	293824.54	108067.87
1	199.53	510.57	39813.55	260681.45	101875.68
1	193.39	485.39	37399.69	235607.63	93870.40
1	182.97	460.56	33479.24	212115.55	84270.21
1	177.11	447.00	31367.95	199808.65	79168.10
1	169.76	431.64	28818.46	186316.49	73275.88
1	167.00	406.17	27887.89	164974.98	67829.22
1	158.24	397.31	25040.95	157854.94	62871.60
1	157.39	345.45	24772.66	119336.85	54371.79
1	146.29	327.56	21399.79	107296.58	47917.89
1	145.15	301.64	21069.49	90985.65	43783.80
1	138.17	268.63	19090.95	72159.80	37116.02
1	122.93	247.21	15111.78	61112.31	30389.41
1	118.07	212.54	13940.52	45173.99	25094.80
1	110.13	195.37	12128.62	38171.31	21516.62
1	106.28	175.92	11296.15	30947.54	18697.27
1	105.74	166.80	11180.95	27823.14	17637.72
1	104.77	154.67	10976.05	23922.18	16204.05
1	99.25	147.62	9851.22	21791.52	14651.73
N	x_{prom}	y_{prom}	$\sum x_i^2 * n_{ij}$	$\sum y_j^2 * n_{ij}$	$\sum x_i * y_j * n_{ij}$
21	153.75	351.89	525755.7	3029586.46	1247798.78

Fuente: Elaboración propia

$$S_x^2 = \frac{\sum x_i^2 * n_{ij}}{N} - x_{prom}^2 = 1396.82$$

$$S_x = \sqrt{S_x^2} = 37.37$$

$$S_y^2 = \frac{\sum y_i^2 * n_{ij}}{N} - y_{prom}^2 = 20437.07$$

$$S_y = \sqrt{S_y^2} = 142.96$$

$$S_{xy} = \frac{\sum x_i * y_j * n_{ij}}{N} - x_{prom} * y_{prom} = 5315.27$$

Ecuación de
regresión lineal:

$$y = a + b * x$$

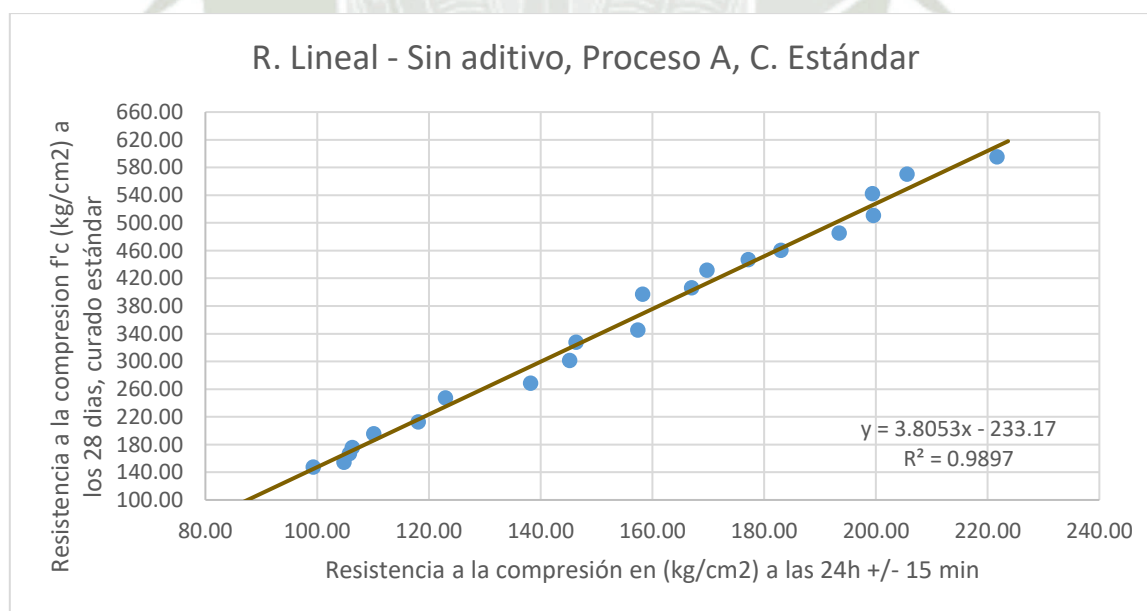
$$b = \frac{S_{xy}}{S_x^2} = 3.81$$

$$a = y_{prom} - b * x_{prom} = -233.17$$

$$r_{xy} = \frac{S_{xy}}{S_x * S_y} = 0.99$$

$$R^2 = r_{xy}^2 = 0.99$$

Figura 3
Regresión Lineal (Wari, proceso A modificado)



Fuente: Elaboración Propia

4.2.1.1.2. Regresión potencial

Cálculos

Tabla 21
Desarrollo de cálculos de la regresión potencial (Wari, proceso A modificado)

n_{ij}	X_i	Y_j	$x_i = \log X_i$	$y_i = \log Y_i$	$x_i^2 * n_{ij}$	$y_j^2 * n_{ij}$	$x_i * y_j * n_{ij}$
1	221.66	595.42	2.35	2.77	5.50	7.70	6.51
1	205.54	570.22	2.31	2.76	5.35	7.60	6.37
1	199.37	542.06	2.30	2.73	5.29	7.47	6.29
1	199.53	510.57	2.30	2.71	5.29	7.33	6.23
1	193.39	485.39	2.29	2.69	5.23	7.22	6.14
1	182.97	460.56	2.26	2.66	5.12	7.09	6.03
1	177.11	447.00	2.25	2.65	5.05	7.02	5.96
1	169.76	431.64	2.23	2.64	4.97	6.94	5.88
1	167.00	406.17	2.22	2.61	4.94	6.81	5.80
1	158.24	397.31	2.20	2.60	4.84	6.76	5.72
1	157.39	345.45	2.20	2.54	4.83	6.44	5.58
1	146.29	327.56	2.17	2.52	4.69	6.33	5.45
1	145.15	301.64	2.16	2.48	4.67	6.15	5.36
1	138.17	268.63	2.14	2.43	4.58	5.90	5.20
1	122.93	247.21	2.09	2.39	4.37	5.73	5.00
1	118.07	212.54	2.07	2.33	4.29	5.42	4.82
1	110.13	195.37	2.04	2.29	4.17	5.25	4.68
1	106.28	175.92	2.03	2.25	4.11	5.04	4.55
1	105.74	166.80	2.02	2.22	4.10	4.94	4.50
1	104.77	154.67	2.02	2.19	4.08	4.79	4.42
1	99.25	147.62	2.00	2.17	3.99	4.71	4.33
N			x_{prom}	y_{prom}	$\sum x_i^2 * n_{ij}$	$\sum y_j^2 * n_{ij}$	$\sum x_i^2 * y_j^2 * n_{ij}$
21			2.17	2.51	99.45	132.63	114.80

Fuente: Elaboración propia

$$S_x^2 = \frac{\sum x_i^2 * n_{ij}}{N} - x_{prom}^2 = 0.0118$$

$$S_x = \sqrt{S_x^2} = 0.1088$$

$$S_y^2 = \frac{\sum y_i^2 * n_{ij}}{N} - y_{prom}^2 = 0.0382$$

$$S_y = \sqrt{S_y^2} = 0.1955$$

$$S_{xy} = \frac{\sum x_i^2 * y_j^2 * n_{ij}}{N} - x_{prom} * y_{prom} = 0.0211$$

Ecuación de
regresión potencial:

$$y_p = a_p x_p^b$$

$$b = \frac{S_{xy}}{S_x^2} = 1.7838$$

$$a = y_{prom} - b * x_{prom} = -1.3716$$

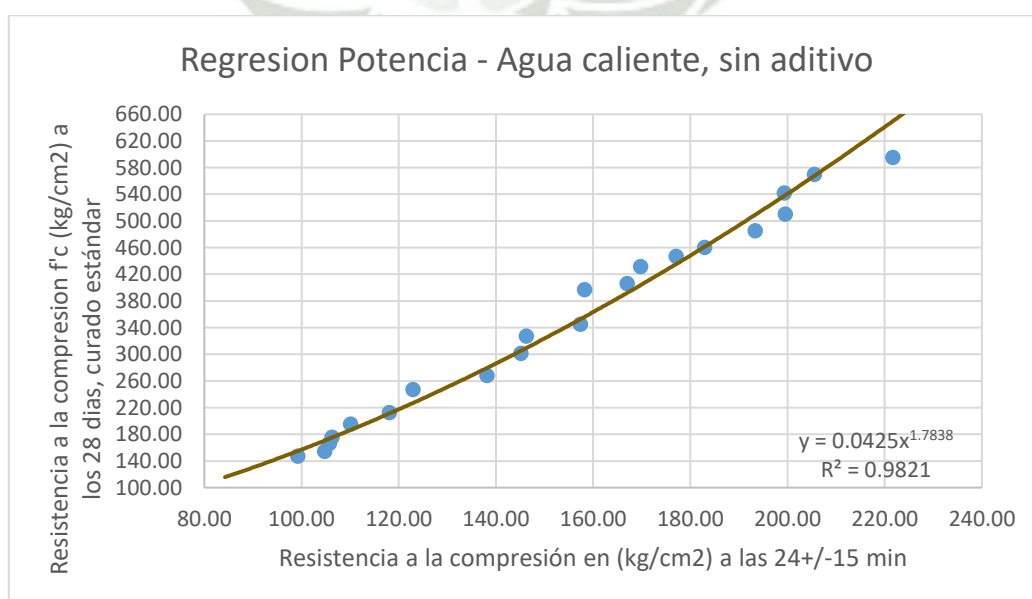
$$r_{xy} = \frac{S_{xy}}{S_x * S_y} = 0.9930$$

$$R^2 = r_{xy}^2 = 0.9860$$

$$a_p = 10^a = 0.0425$$

Figura 4

Regresión Potencial (Wari, proceso A modificado)



Fuente: Elaboración propia

4.2.1.1.3. *Regresión exponencial*

Cálculos

Tabla 22
Desarrollo de cálculos de la regresión exponencial (Wari, proceso A modificado)

n_{ij}	X_i	Y_j	$x_i = X_i$	$y_i = \ln Y_i$	$x_i^2 * n_{ij}$	$y_j^2 * n_{ij}$	$x_i * y_j * n_{ij}$
1	221.66	595.42	221.66	6.39	49134.63	40.82	1416.27
1	205.54	570.22	205.54	6.35	42248.06	40.27	1304.38
1	199.37	542.06	199.37	6.30	39747.07	39.63	1255.09
1	199.53	510.57	199.53	6.24	39813.55	38.88	1244.20
1	193.39	485.39	193.39	6.18	37399.69	38.25	1196.11
1	182.97	460.56	182.97	6.13	33479.24	37.61	1122.07
1	177.11	447.00	177.11	6.10	31367.95	37.24	1080.82
1	169.76	431.64	169.76	6.07	28818.46	36.82	1030.04
1	167.00	406.17	167.00	6.01	27887.89	36.08	1003.11
1	158.24	397.31	158.24	5.98	25040.95	35.82	947.04
1	157.39	345.45	157.39	5.84	24772.66	34.16	919.94
1	146.29	327.56	146.29	5.79	21399.79	33.54	847.24
1	145.15	301.64	145.15	5.71	21069.49	32.60	828.71
1	138.17	268.63	138.17	5.59	19090.95	31.29	772.83
1	122.93	247.21	122.93	5.51	15111.78	30.36	677.37
1	118.07	212.54	118.07	5.36	13940.52	28.72	632.75
1	110.13	195.37	110.13	5.27	12128.62	27.82	580.93
1	106.28	175.92	106.28	5.17	11296.15	26.73	549.49
1	105.74	166.80	105.74	5.12	11180.95	26.18	541.05
1	104.77	154.67	104.77	5.04	10976.05	25.41	528.16
1	99.25	147.62	99.25	4.99	9851.22	24.95	495.73
N			x_{prom}	y_{prom}	$\sum x_i^2 * n_{ij}$	$\sum y_j^2 * n_{ij}$	$\sum x_i^2 * y_j^2 * n_{ij}$
21			153.75	5.77	525755.69	703.19	18973.34

Fuente: Elaboración propia

$$S_x^2 = \frac{\sum x_i^2 * n_{ij}}{N} - x_{prom}^2 = 1396.82$$

$$S_x = \sqrt{S_x^2} = 37.37$$

$$S_y^2 = \frac{\sum y_i^2 * n_{ij}}{N} - y_{prom}^2 = 0.20$$

$$S_y = \sqrt{S_y^2} = 0.45$$

$$S_{xy} = \frac{\sum x_i^2 * y_j^2 * n_{ij}}{N} - x_{prom} * y_{prom} = 16.49$$

Ecuación de
regresión exponencial:

$$y_e = a_e e^{bx_e}$$

$$b = \frac{S_{xy}}{S_x^2} = 0.0118$$

$$a = y_{prom} - b * x_{prom} = 3.9541$$

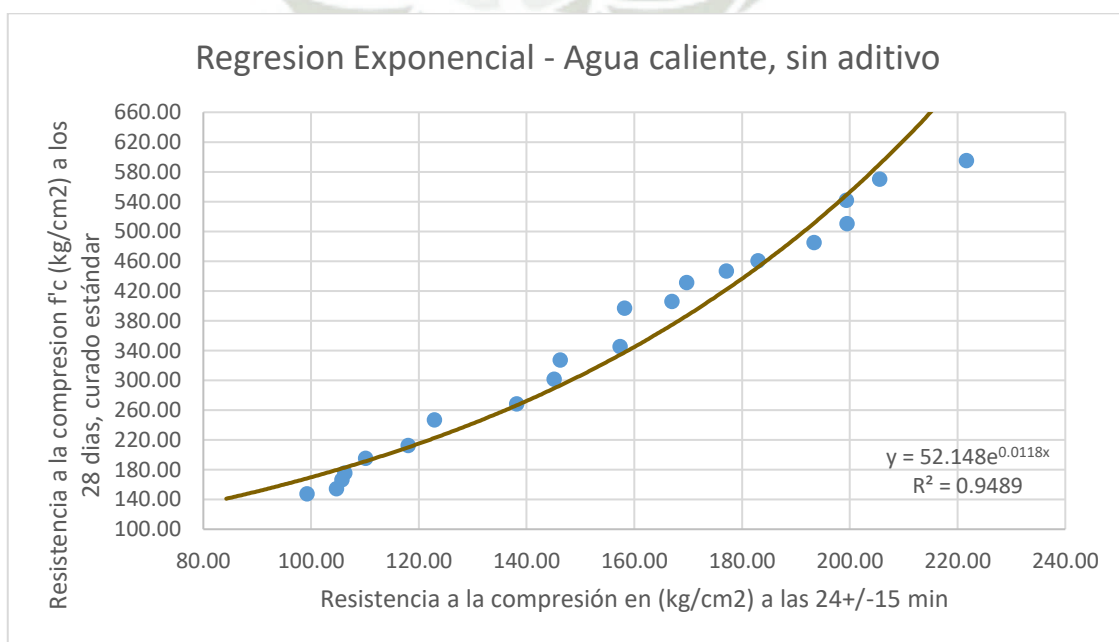
$$r_{xy} = \frac{S_{xy}}{S_x * S_y} = 0.9803$$

$$R^2 = r_{xy}^2 = 0.9609$$

$$a_e = e^a = 52.1481$$

Figura 5

Regresión Exponencial (Wari, proceso A modificado)



Fuente: Elaboración propia

4.2.1.1.4. Regresión logarítmica

Cálculos

Tabla 23
Desarrollo de cálculos de la regresión logarítmica (Wari, proceso A modificado)

n_{ij}	X_i	Y_j	$x_i = \ln X_i$	$y_j = Y_j$	$x_i^2 * n_{ij}$	$y_j^2 * n_{ij}$	$x_i * y_j * n_{ij}$
1	221.66	595.42	5.40	595.42	29.17	354528.92	3215.98
1	205.54	570.22	5.33	570.22	28.36	325152.42	3036.80
1	199.37	542.06	5.30	542.06	28.04	293824.54	2870.26
1	199.53	510.57	5.30	510.57	28.05	260681.45	2703.97
1	193.39	485.39	5.26	485.39	27.72	235607.63	2555.46
1	182.97	460.56	5.21	460.56	27.14	212115.55	2399.21
1	177.11	447.00	5.18	447.00	26.80	199808.65	2314.01
1	169.76	431.64	5.13	431.64	26.36	186316.49	2216.23
1	167.00	406.17	5.12	406.17	26.19	164974.98	2078.77
1	158.24	397.31	5.06	397.31	25.65	157854.94	2012.03
1	157.39	345.45	5.06	345.45	25.59	119336.85	1747.55
1	146.29	327.56	4.99	327.56	24.86	107296.58	1633.08
1	145.15	301.64	4.98	301.64	24.78	90985.65	1501.49
1	138.17	268.63	4.93	268.63	24.29	72159.80	1323.92
1	122.93	247.21	4.81	247.21	23.15	61112.31	1189.47
1	118.07	212.54	4.77	212.54	22.77	45173.99	1014.10
1	110.13	195.37	4.70	195.37	22.11	38171.31	918.59
1	106.28	175.92	4.67	175.92	21.77	30947.54	820.86
1	105.74	166.80	4.66	166.80	21.72	27823.14	777.46
1	104.77	154.67	4.65	154.67	21.64	23922.18	719.47
1	99.25	147.62	4.60	147.62	21.14	21791.52	678.71
N			x_{prom}	y_{prom}	$\sum x_i^2 * n_{ij}$	$\sum y_j^2 * n_{ij}$	$\sum x_i * y_j * n_{ij}$
21			5.00	351.89	527.29	3029586.46	37727.43

Fuente: Elaboración propia

$$S_x^2 = \frac{\sum x_i^2 * n_{ij}}{N} - x_{prom}^2 = 0.06$$

$$S_x = \sqrt{S_x^2} = 0.25$$

$$S_y^2 = \frac{\sum y_i^2 * n_{ij}}{N} - y_{prom}^2 = 20437.07$$

$$S_y = \sqrt{S_y^2} = 142.96$$

$$S_{xy} = \frac{\sum x_i^2 * y_j^2 * n_{ij}}{N} - x_{prom} * y_{prom} = 35.45$$

Ecuación de
regresion potencial:

$$y = a + b * \ln(x)$$

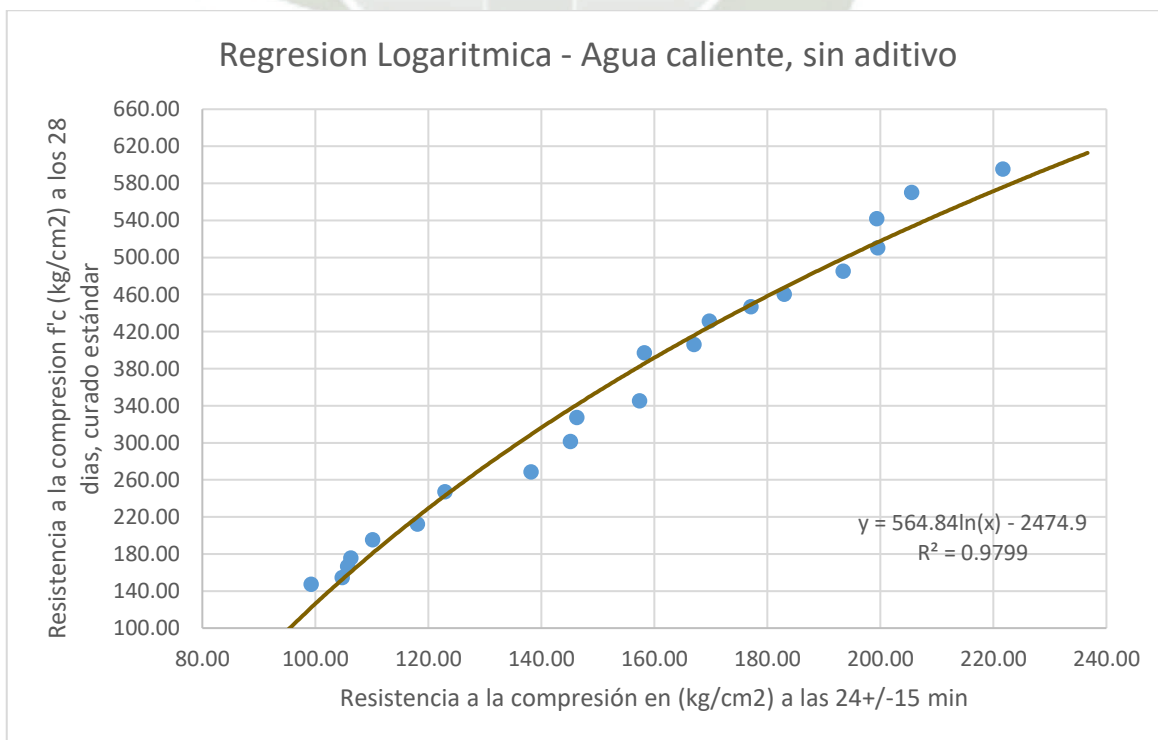
$$b = \frac{S_{xy}}{S_x^2} = 564.8368$$

$$a = y_{prom} - b * x_{prom} = -2474.8970$$

$$r_{xy} = \frac{S_{xy}}{S_x * S_y} = 0.9899$$

$$R^2 = r_{xy}^2 = 0.9799$$

Figura 6
Regresión Logarítmica (Wari, proceso A modificado)



Fuente: Elaboración propia

4.2.1.1.5. Elección de la regresión a utilizar

En la siguiente tabla se resumen los coeficientes de determinación en los diferentes tipos de regresión

Tabla 24
Resumen de los coeficientes de determinación para los diferentes tipos de regresión

Tipo R2	Valor
R ² lineal:	0.99
R ² potencial:	0.99
R ² exponencial:	0.96
R ² logaritmico:	0.98

Fuente: Elaboración propia

Según los criterios explicados en 4.2.1.1, elegimos la regresión lineal para hacer los cálculos de la banda de confianza, puesto que es mayor al 90%, además de ser el tipo de regresión que recomienda la NTP 339.213.2007 y de ser la regresión con el mayor coeficiente de determinación.

4.2.1.2. Cálculos y gráfica de la banda de confianza al 90% de confianza

Para los cálculos de esta sección nos basamos en el procedimiento indicado en el Anexo A.2 de la NTP 339.213, en el cual se utilizan las siguientes ecuaciones:

Ecuación 11

Sumatoria del producto entre las diferencias de las resistencias con curado acelerado - curado acelerado promedio y curado a los 28 días - curado a los 28 días promedio

$$S_{xy} = \sum (X_i - \bar{X}) * (Y_i - \bar{Y})$$

Ecuación 12

Sumatoria del cuadrado de las diferencias entre las resistencias con curado acelerado y curado acelerado promedio

$$S_{xx} = \sum (X_i - \bar{X})^2$$

Ecuación 13

Sumatoria del cuadrado de las diferencias entre las resistencias con curado a los 28 días y curado a los 28 días promedio

$$S_{yy} = \sum (Y_i - \bar{Y})^2$$

Ecuación 14

Promedio de las resistencias con curado acelerado

$$\bar{X} = \sum X_i / n$$

Ecuación 15

Promedio de las resistencias con curado a los 28 días

$$\bar{Y} = \sum Y_i / n$$

Ecuación 16

Constante de relación lineal b

$$b = S_{xy} / S_{xx}$$

Ecuación 17

Constante de relación lineal a

$$a = \bar{Y} - b * \bar{X}$$

Ecuación 18

Desviación estándar residual

$$S_e = \sqrt{\frac{1}{n-2} * (S_{yy} - \frac{S_{xy}^2}{S_{xx}})}$$

Ecuación 19

Ancho medio de la banda de confianza

$$W_i = S_e * (2 * F)^{0.5} * (((1/n) + ((X_i - \bar{X})^2 / S_{xx})))^{0.5}$$

Ecuación 20

Límite inferior de la banda de confianza

$$\text{Límite inferior} = Y_{est} - W_i$$

Ecuación 21

Límite superior de la banda de confianza

$$\text{Límite superior} = Y_{est} + W_i$$

Según la NTP 339.213, (2015) “F” es el valor de la distribución F para “2” y “n – 2” grados de libertad y nivel de significancia 0.10 (pág. 34)

Con las ecuaciones de éste apartado se establecieron los siguientes pasos para hacer el cálculo de las bandas de confianza al 90% confianza, donde se tomó como ejemplo el presente caso (comparativa de especímenes con curado acelerado proceso A y curado estándar sin aditivo).

PASO 1: Cálculo de la regresión lineal ($Y_{est} = a + b * X_i$)

PASO 2: Cálculo del valor estimado de la resistencia a los 28 días

Se procedió a calcular los valores de “ Y_{est} ” para cada resistencia acelerada “ X_i ” a partir de la ecuación de regresión lineal obtenida en el paso 1

PASO 3: Cálculo de la desviación estándar residual

Se hace el cálculo del valor S_{yy} que, junto a los valores ya calculados en el paso 1, se procede a hacer el cálculo de S_e .

PASO 4: Cálculo del ancho medio, límite inferior y límite superior de la banda de confianza al 90% de confianza.

En éste paso se utilizaron las ecuaciones 19, 20 y 21 donde los datos necesarios se calcularon en los pasos 1 y 3 exceptuando el valor de la distribución F; éste valor se determinó con la tabla de distribución F de Fisher, según la NTP 339.213, 2015 “ $V_1 = 2$ y $V_2 = n-2$ grados de libertad y nivel de significancia 0.10” (pág. 34), siendo n el número de datos usados para establecer la regresión lineal, en nuestro caso fueron 21 puntos para cada análisis, por lo tanto $V_2 = 19$. Haciendo uso de la tabla estadística de distribución F, $\alpha=0.10$, el valor utilizado de F es de 2.606

Tabla 25
*Desarrollo del cálculo para la determinación del ancho medio de la banda de confianza
(Wari, proceso A modificado)*

n	Xi resistencia acelerada	Yi (C.E.) resistencia 28 días	$(X_i - X_{prom})^2$	$(Y_i - Y_{prom})^2$	$(X_i - X_{prom}) * (Y_i - Y_{prom})$	$Y_{estimado}$	W_i	Límite inferior	Límite superior
1	221.66	595.42	4612.18	59306.82	16538.85	610.32	15.78	594.54	626.10
1	205.54	570.22	2682.52	47667.11	11307.87	548.98	13.01	535.97	561.98
1	199.37	542.06	2080.85	36161.76	8674.52	525.48	12.01	513.47	537.48
1	199.53	510.57	2096.08	25178.18	7264.68	526.11	12.03	514.07	538.14
1	193.39	485.39	1571.30	17822.50	5291.93	502.73	11.09	491.64	513.83
1	182.97	460.56	853.98	11808.44	3175.57	463.09	9.66	453.43	472.75
1	177.11	447.00	545.67	9045.19	2221.65	440.78	8.97	431.81	449.76
1	169.76	431.64	256.31	6360.15	1276.78	412.81	8.28	404.54	421.09
1	167.00	406.17	175.47	2946.07	718.98	402.30	8.07	394.22	410.37
1	158.24	397.31	20.19	2062.64	204.06	368.99	7.67	361.33	376.66
1	157.39	345.45	13.27	41.50	-23.47	365.76	7.65	358.11	373.40
1	146.29	327.56	55.71	592.04	181.60	323.49	7.76	315.73	331.25
1	145.15	301.64	73.91	2525.58	432.04	319.18	7.81	311.37	326.99
1	138.17	268.63	242.75	6933.50	1297.34	292.61	8.25	284.36	300.85
1	122.93	247.21	949.89	10958.81	3226.40	234.61	9.86	224.75	244.48
1	118.07	212.54	1273.09	19418.88	4972.11	216.12	10.52	205.60	226.64
1	110.13	195.37	1902.73	24498.07	6827.39	185.91	11.70	174.21	197.60
1	106.28	175.92	2253.11	30966.94	8352.97	171.27	12.30	158.97	183.57
1	105.74	166.80	2304.99	34258.56	8886.26	169.20	12.39	156.81	181.59
1	104.77	154.67	2399.40	38897.87	9660.82	165.50	12.55	152.95	178.04
1	99.25	147.62	2969.92	41727.81	11132.31	144.52	13.46	131.06	157.97

Fuente: Elaboración propia

$n = 21.00$
 $X_{prom} = 153.75$
 $Y_{prom} = 351.89$
 $S_{xx} = 29333.32$
 $S_{yy} = 429178.42$
 $S_{xy} = 111620.67$
 $Se = 15.28$

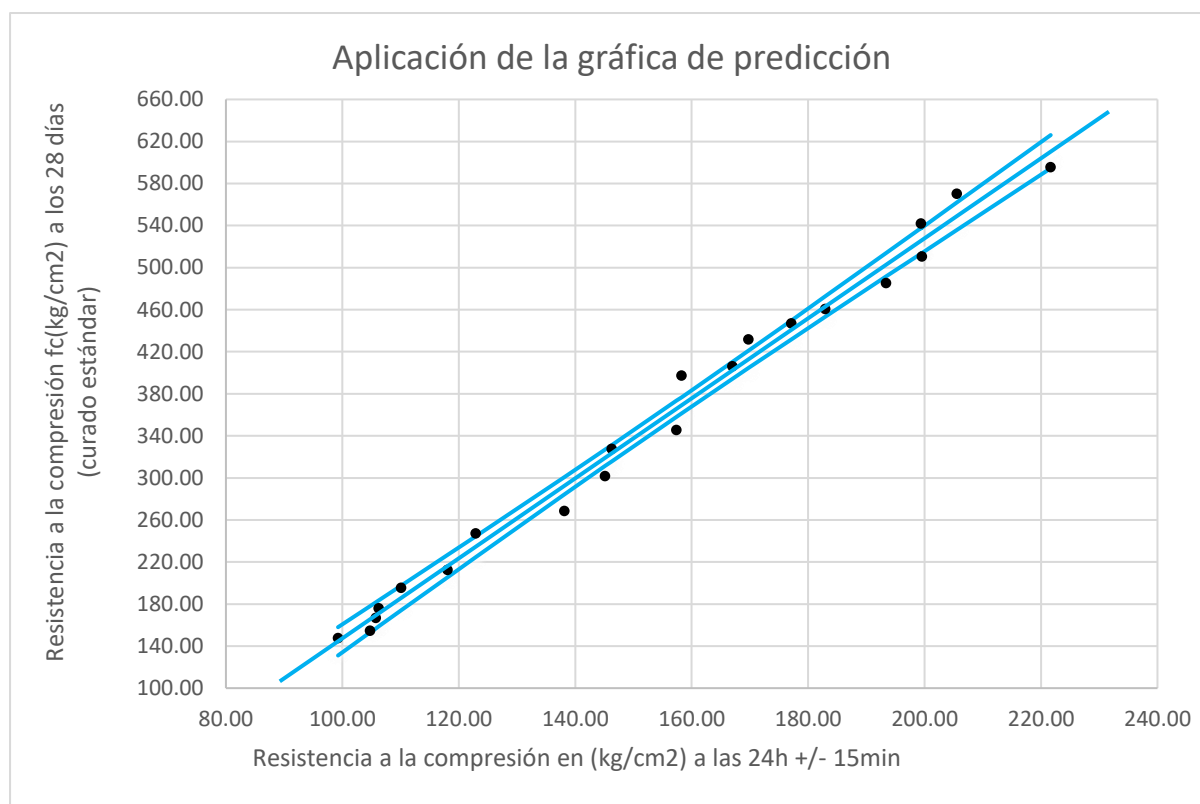
$a = -233.17$
 $b = 3.81$
 al 90%
 $\alpha = 0.10$

$F1 = 2.606$

v1	v2 = n-2
2	19.00

Con los datos obtenidos de la tabla anterior, se procedió a elaborar la siguiente figura

Figura 7
Bandas de confianza al 90 % de confianza (Wari, proceso A modificado)



Fuente: Elaboración propia

Descripción de la figura 8:

- A la figura 8 también se le llama gráfica de predicción, para su respectivo caso.
- La línea recta celeste, representa la regresión que en el presente caso es lineal.
- La línea curva celeste por encima de la recta de regresión, representa el límite superior de la banda de confianza al 90 % de confianza.
- La línea curva celeste por debajo de la recta de regresión, representa el límite inferior de la banda de confianza al 90 % de confianza.
- Los puntos de color negro, son los puntos obtenidos en el laboratorio mediante curado estándar, para la elaboración de las bandas de confianza al 90 % de confianza.

4.2.1.3. Aplicación y comprobación de la gráfica de predicción

En el presente estudio se utilizaron los diseños: $f_{cr} = 175 \text{ kg/cm}^2$, $f_{cr} = 210 \text{ kg/cm}^2$, $f_{cr} = 280 \text{ kg/cm}^2$, $f'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$, $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ para la aplicación y comprobación de todas las gráficas de predicción.

4.2.1.3.1. Aplicación de la gráfica de predicción

Paso 1: Cálculo del error

Tenemos que tener en cuenta que, los valores de los datos de la resistencia acelerada y a los 28 días en los ensayos de comprobación, tienen una incertidumbre que está descrita por la desviación estándar de cada tanda, es por eso que para el intervalo de confianza del 90 % para el promedio de resistencia acelerada de los cilindros es como sigue:

Ecuación 22

Intervalo de confianza del 90% para el promedio de resistencia acelerada y a los 28 días

$$IC_{90\%} = \bar{X} \pm ERROR$$

Ecuación 23

ERROR para un intervalo de confianza al 90%

$$ERROR = Z_{0.05} * \left(\frac{S}{\sqrt{N}} \right)$$

Donde:

$\bar{X}$ = Valor promedio de la resistencia (con curado acelerado o a los 28 días)

$Z_{0.05}$ = Valor de la distribución normal correspondiente al 5% del área bajo la curva de 1 cola. (Cabe resaltar que se obtiene por interpolación ya que en las tablas estadísticas no hay un valor exacto para 0.95)

Tabla 26
Cálculos de Z

Z	Area
1.64	0.9495
$Z_{0.05}$	0.95
1.65	0.9505

Elaboración: fuente propia

$$Z_{0.05} = 1.645$$

S = Desviación estándar que le pertenece a cada valor promedio de la resistencia.

N = Número de testigos utilizados al determinar el valor promedio de la resistencia.

En la presente tesis, el valor de N = 3

En la tabla 16 se desarrolló el cálculo de error en la última columna

Paso 2: Cálculos y gráfica para la aplicación de la gráfica de predicción

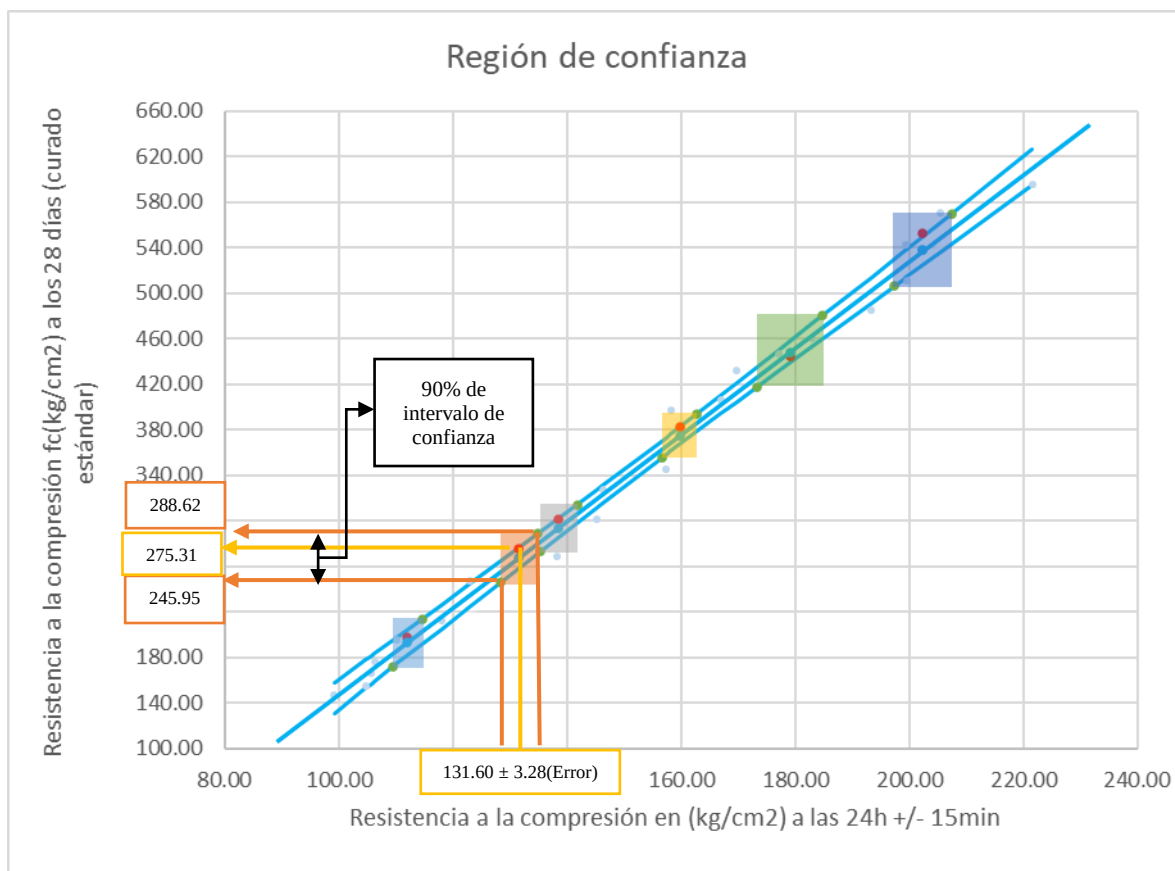
Se suma y se resta el error para cada resistencia acelerada, luego con estos 3 valores se procede a hallar el Y predecido, y se puede hallar la región de confianza para cada caso

Tabla 27
Cálculos para la aplicación de las gráficas de predicción (Wari, proceso A modificado)

Resistencia	Yi verificación 28 días	Xi resistencia acelerada	Error de resistencia acel	Xi + Error (Lim. Sup)	Xi - Error (Lim. Inf.)	Y (predecido) Curado Estándar	Wi Curado Estándar	Y estándar Lim. Sup. (kg/cm2)	Y estándar Lim. Inf. (kg/cm2)
f _{cr} =175kg/cm2	198.08	112.03	2.55			193.13	11.41		
				114.58		202.83	11.02	213.86	
					109.48	183.43	11.80		171.64
f _{cr} =210kg/cm2	275.31	131.60	3.28			267.62	8.85		
				134.88		280.09	8.53	288.62	
					128.33	255.15	9.20		245.95
f _{cr} =280kg/cm2	382.06	159.79	2.99			374.89	7.71		
				162.79		386.28	7.83	394.11	
					156.80	363.49	7.64		355.86
f _c =175kg/cm2	301.63	138.58	3.22			294.16	8.21		
				141.79		306.39	7.99	314.38	
					135.36	281.93	8.48		273.44
f _c =210kg/cm2	444.89	179.14	5.77			448.49	9.20		
				184.91		470.46	9.91	480.36	
					173.36	426.53	8.59		417.93
f _c =280kg/cm2	552.47	202.43	5.08			537.13	12.50		
				207.51		556.47	13.33	569.80	
					197.35	517.79	11.69		506.09

Fuente: Elaboración propia

Figura 8
Aplicación de la gráfica de predicción (Wari, proceso A modificado)



Elaboración: fuente propia

- Los puntos de color celeste claro son los puntos de los vaciados para la elaboración de la gráfica de predicción del presente caso.
- La línea recta celeste es la regresión lineal en el presente caso.
- Las 2 rectas celestes y curvas, por encima y debajo de la recta de regresión lineal son la banda de confianza al 90% de confianza en el presente caso.
- Los puntos de color verde son los puntos del intervalo de confianza para cada punto de comprobación en el presente caso.
- Los puntos de color celeste son la proyección del promedio de los ensayos de resistencia acelerada de los puntos de comprobación, en la recta de regresión para el presente caso.
- Las regiones sombreadas de diferentes colores son las regiones de confianza

- Los puntos de color rojo son los ensayos de comprobación que se hicieron en la casa del Tesista Giancarlo, los cuales se pueden observar que están dentro de las regiones de confianza
- Como se puede observar en la Figura 10 cogemos como ejemplo el punto que pertenece al diseño de mezcla $f'_{cr} = 210 \text{ kg/cm}^2$, para el promedio de resistencias aceleradas $f'_c = 131.60 \text{ kg/cm}^2$, el 90 % del intervalo de confianza es de 128.32 kg/cm^2 hasta 134.88 kg/cm^2 .
- Proyectando los límites de este intervalo a la parte inferior y superior de la banda de confianza al 90%, resulta el intervalo de confianza de 245.95 kg/cm^2 a 288.62 kg/cm^2 . Cada resistencia acelerada produce un nuevo intervalo de confianza para la resistencia promedio a los 28 días, siendo la resistencia de verificación 275.31 kg/cm^2 , el cual está dentro de este intervalo

4.2.1.3.2. *Análisis estadístico para la comprobación de la gráfica de predicción*

Con la finalidad de validar el presente estudio se realiza el análisis estadístico “t de student”, ya que es una prueba paramétrica para muestras independientes, haciendo los siguientes pasos:

Paso 1: Definición de hipótesis

hipótesis tipo desigualdades:

$$H_0: \mu \geq \mu_0$$

$$H_1: \mu < \mu_0$$

El promedio de las resistencias a los 28 días de los ensayos de comprobación es mayor o igual a la resistencia estimada en el límite inferior de la banda de confianza

Nivel de Significancia: $\alpha = 0.10$

$$\text{Estadística de prueba: } t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{S / \sqrt{n}}$$

Paso 2: Cálculo de t calculado

Tabla 28
Cálculo del "t" calculado (Wari, proceso A modificado)

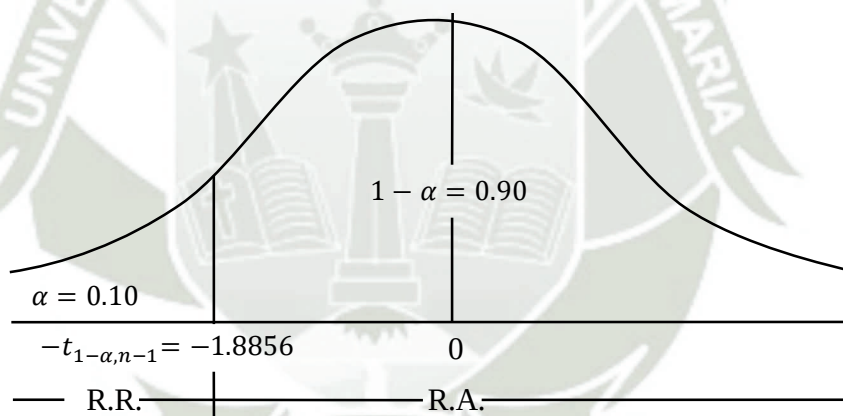
CASO	Resistencia	$\bar{X}$	μ_0	S	n	t
1	$f'_{cr} = 175 \text{ kg/cm}^2$	198.08	171.64	1.49	3	30.63
2	$f'_{cr} = 210 \text{ kg/cm}^2$	275.31	245.95	4.47	3	11.37
3	$f'_{cr} = 280 \text{ kg/cm}^2$	382.06	355.86	10.95	3	4.14
4	$f'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$	301.63	273.44	6.13	3	7.96
5	$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	444.89	417.93	9.27	3	5.03
6	$f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	552.47	506.09	7.23	3	11.11

Fuente: elaboración propia

Paso 3: Cálculo del "t" de tat

Hipótesis

Figura 9
"t" de tablas Hipótesis tipo I



Elaboración: fuente propia

R.R. (Región de Rechazo) = $< -\infty ; -1.89 >$

R.A. (Región de Aceptación) = $[-1.89 ; \infty >$

Aceptación: Para la aceptación de la H_0 , el $t(\text{calculado})$ debe pertenecer a la región de aceptación (R.A.)

Tabla 29
Aceptación de Hipótesis (Wari, proceso A modificado)

CASO	Resistencia	t	CONDICION
1	$f_{cr} = 175 \text{ kg/cm}^2$	30.63	Aceptamos H_0
2	$f_{cr} = 210 \text{ kg/cm}^2$	11.37	Aceptamos H_0
3	$f_{cr} = 280 \text{ kg/cm}^2$	4.14	Aceptamos H_0
4	$f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$	7.96	Aceptamos H_0
5	$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	5.03	Aceptamos H_0
6	$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	11.11	Aceptamos H_0

Elaboración: fuente propia

Es así que estadísticamente el presente gráfico de predicción tiene una aceptación del 100%

4.2.2. COMPARATIVA DE ESPECÍMENES CON CEMENTO YURA 1P, CURADO ACELERADO MODIFICADO PROCESO A (VS) CURADO ESTÁNDAR 28 DÍAS

4.2.2.1. Determinación de la ecuación de regresión

4.2.2.1.1. Regresión lineal

Desarrollo de Cálculos:

Tabla 30
Desarrollo de cálculos de la regresión lineal (Yura, proceso A modificado)

n_{ij}	x_i	y_j	$x_i^2 * n_{ij}$	$y_j^2 * n_{ij}$	$x_i * y_j * n_{ij}$
1	211.20	571.18	44606.85	326245.28	120634.88
1	192.23	550.75	36951.09	303320.27	105867.91
1	186.50	521.90	34781.01	272380.41	97332.75
1	184.92	491.26	34194.17	241331.75	90841.29
1	179.89	461.09	32360.41	212604.79	82945.64
1	170.64	442.25	29116.87	195585.76	75464.20
1	162.96	423.01	26557.05	178937.99	68935.22
1	154.87	408.08	23985.75	166531.72	63201.17
1	152.75	382.92	23332.56	146628.07	58491.10
1	146.80	372.96	21549.26	139098.35	54749.13
1	144.84	326.97	20979.59	106908.42	47359.21
1	135.72	304.53	18419.92	92739.78	41331.09
1	131.41	280.97	17267.71	78941.45	36920.70
1	125.78	252.30	15821.45	63653.40	31734.66
1	109.28	227.93	11942.85	51952.45	24909.04
1	106.09	200.92	11255.80	40368.70	21316.23
1	97.23	184.80	9454.32	34152.17	17969.02
1	92.92	161.40	8634.13	26051.27	14997.67
1	89.79	153.73	8062.24	23632.93	13803.42
1	89.53	140.21	8015.62	19659.25	12553.13
1	84.21	133.42	7090.76	17801.87	11235.16
N	x_{prom}	y_{prom}	$\sum x_i^2 * n_{ij}$	$\sum y_j^2 * n_{ij}$	$\sum x_i * y_j * n_{ij}$
21	140.46	332.98	444379.4	2738526.09	1092592.62

Fuente: Elaboración propia

$$S_x^2 = \frac{\sum x_i^2 * n_{ij}}{N} - x_{prom}^2 = 1433.21$$

$$S_x = \sqrt{S_x^2} = 37.86$$

$$S_y^2 = \frac{\sum y_i^2 * n_{ij}}{N} - y_{prom}^2 = 19530.34$$

$$S_y = \sqrt{S_y^2} = 139.75$$

$$S_{xy} = \frac{\sum x_i * y_j * n_{ij}}{N} - x_{prom} * y_{prom} = 5259.39$$

Ecuación de
regresión lineal:

$$y = a + b * x$$

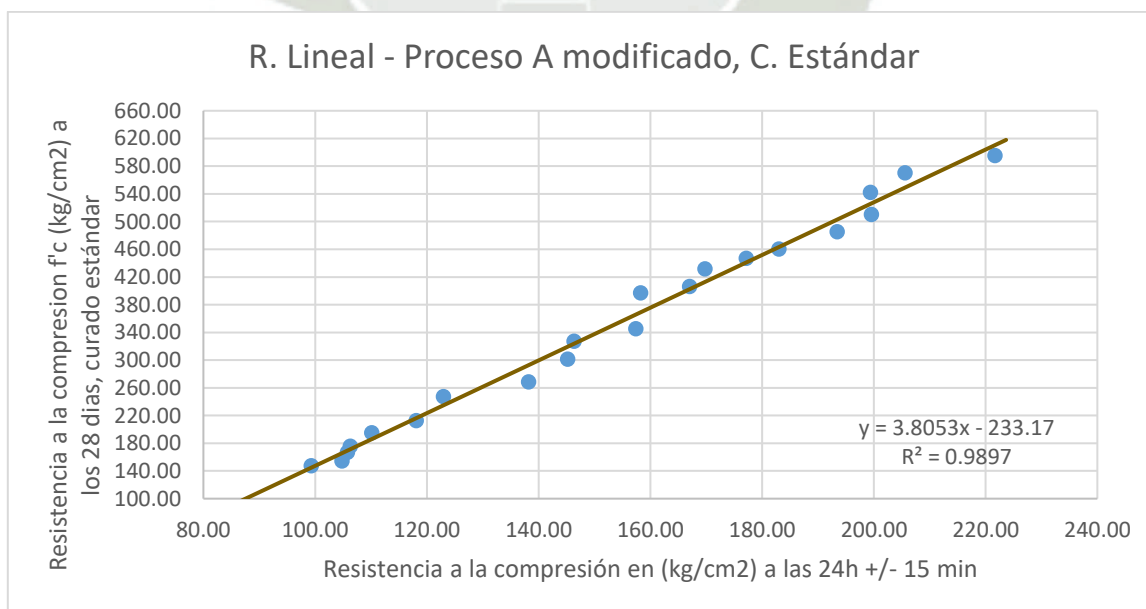
$$b = \frac{S_{xy}}{S_x^2} = 3.67$$

$$a = y_{prom} - b * x_{prom} = -182.44$$

$$r_{xy} = \frac{S_{xy}}{S_x * S_y} = 0.99$$

$$R^2 = r_{xy}^2 = 0.99$$

Figura 10
Regresión Lineal (Yura, proceso A modificado)



Fuente: Elaboración Propia

4.2.2.1.2. *Regresión potencial*

Cálculos

Tabla 31
Desarrollo de cálculos de la regresión potencial (Yura, proceso A modificado)

n_{ij}	X_i	Y_j	$x_i = \log X_i$	$y_i = \log Y_i$	$x_i^2 * n_{ij}$	$y_j^2 * n_{ij}$	$x_i * y_j * n_{ij}$
1	211.20	571.18	2.32	2.76	5.40	7.60	6.41
1	192.23	550.75	2.28	2.74	5.22	7.51	6.26
1	186.50	521.90	2.27	2.72	5.16	7.39	6.17
1	184.92	491.26	2.27	2.69	5.14	7.24	6.10
1	179.89	461.09	2.26	2.66	5.09	7.10	6.01
1	170.64	442.25	2.23	2.65	4.98	7.00	5.91
1	162.96	423.01	2.21	2.63	4.89	6.90	5.81
1	154.87	408.08	2.19	2.61	4.80	6.82	5.72
1	152.75	382.92	2.18	2.58	4.77	6.67	5.64
1	146.80	372.96	2.17	2.57	4.69	6.61	5.57
1	144.84	326.97	2.16	2.51	4.67	6.32	5.43
1	135.72	304.53	2.13	2.48	4.55	6.17	5.30
1	131.41	280.97	2.12	2.45	4.49	6.00	5.19
1	125.78	252.30	2.10	2.40	4.41	5.77	5.04
1	109.28	227.93	2.04	2.36	4.16	5.56	4.81
1	106.09	200.92	2.03	2.30	4.10	5.30	4.67
1	97.23	184.80	1.99	2.27	3.95	5.14	4.51
1	92.92	161.40	1.97	2.21	3.87	4.87	4.35
1	89.79	153.73	1.95	2.19	3.82	4.78	4.27
1	89.53	140.21	1.95	2.15	3.81	4.61	4.19
1	84.21	133.42	1.93	2.13	3.71	4.52	4.09
N			x_{prom}	y_{prom}	$\sum x_i^2 * n_{ij}$	$\sum y_j^2 * n_{ij}$	$\sum x_i^2 * y_j^2 * n_{ij}$
21			2.13	2.48	95.67	129.88	111.43

Fuente: Elaboración propia

$$S_x^2 = \frac{\sum x_i^2 * n_{ij}}{N} - x_{prom}^2 = 0.0149$$

$$s_x = \sqrt{S_x^2} = 0.1221$$

$$S_y^2 = \frac{\sum y_i^2 * n_{ij}}{N} - y_{prom}^2 = 0.0410$$

$$s_y = \sqrt{S_y^2} = 0.2025$$

$$S_{xy} = \frac{\sum x_i^2 * y_j^2 * n_{ij}}{N} - x_{prom} * y_{prom} = 0.0246$$

Ecuación de
regresión potencial:

$$y_p = a_p x_p^b$$

$$b = \frac{S_{xy}}{S_x^2} = 1.6494$$

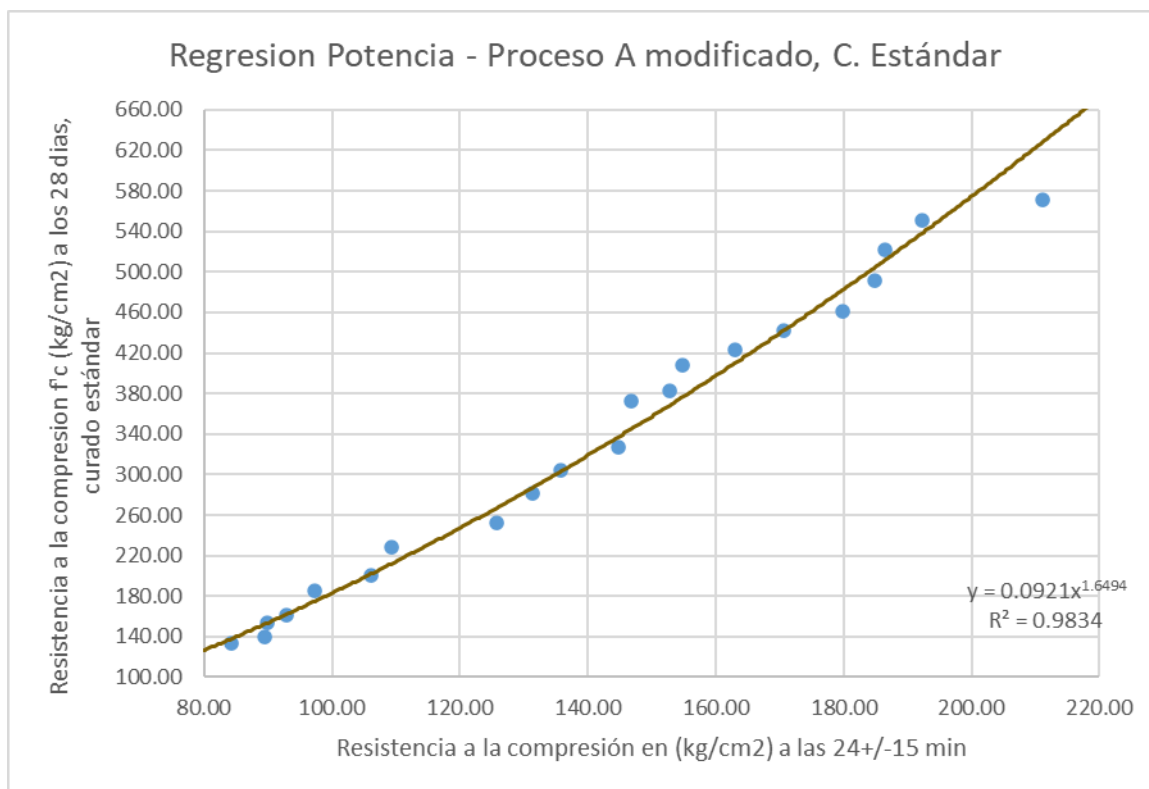
$$a = y_{prom} - b * x_{prom} = -1.0360$$

$$r_{xy} = \frac{S_{xy}}{S_x * S_y} = 0.9946$$

$$R^2 = r_{xy}^2 = 0.9892$$

$$a_p = 10^a = 0.0921$$

Figura 11
Regresión Potencial (Yura, proceso A modificado)



Fuente: Elaboración propia

4.2.2.1.3. *Regresión exponencial*

Cálculos

Tabla 32
Desarrollo de cálculos de la regresión exponencial (Yura, proceso A modificado)

n_{ij}	X_i	Y_j	$x_i = X_i$	$y_i = \ln Y_i$	$x_i^2 * n_{ij}$	$y_j^2 * n_{ij}$	$x_i * y_j * n_{ij}$
1	211.20	571.18	211.20	6.35	44606.85	40.29	1340.66
1	192.23	550.75	192.23	6.31	36951.09	39.83	1213.19
1	186.50	521.90	186.50	6.26	34781.01	39.16	1167.00
1	184.92	491.26	184.92	6.20	34194.17	38.40	1145.92
1	179.89	461.09	179.89	6.13	32360.41	37.62	1103.37
1	170.64	442.25	170.64	6.09	29116.87	37.11	1039.50
1	162.96	423.01	162.96	6.05	26557.05	36.57	985.50
1	154.87	408.08	154.87	6.01	23985.75	36.14	931.02
1	152.75	382.92	152.75	5.95	23332.56	35.38	908.53
1	146.80	372.96	146.80	5.92	21549.26	35.06	869.25
1	144.84	326.97	144.84	5.79	20979.59	33.52	838.62
1	135.72	304.53	135.72	5.72	18419.92	32.70	776.15
1	131.41	280.97	131.41	5.64	17267.71	31.79	740.90
1	125.78	252.30	125.78	5.53	15821.45	30.59	695.66
1	109.28	227.93	109.28	5.43	11942.85	29.47	593.30
1	106.09	200.92	106.09	5.30	11255.80	28.12	562.60
1	97.23	184.80	97.23	5.22	9454.32	27.24	507.49
1	92.92	161.40	92.92	5.08	8634.13	25.85	472.40
1	89.79	153.73	89.79	5.04	8062.24	25.35	452.11
1	89.53	140.21	89.53	4.94	8015.62	24.43	442.56
1	84.21	133.42	84.21	4.89	7090.76	23.95	412.07
N			x_{prom}	y_{prom}	$\sum x_i^2 * n_{ij}$	$\sum y_j^2 * n_{ij}$	$\sum x_i^2 * y_j^2 * n_{ij}$
21			140.46	5.71	444379.41	688.59	17197.81

Fuente: Elaboración propia

$$S_x^2 = \frac{\sum x_i^2 * n_{ij}}{N} - x_{prom}^2 = 1433.21$$

$$S_x = \sqrt{S_x^2} = 37.86$$

$$S_y^2 = \frac{\sum y_i^2 * n_{ij}}{N} - y_{prom}^2 = 0.22$$

$$S_y = \sqrt{S_y^2} = 0.47$$

$$S_{xy} = \frac{\sum x_i^2 * y_j^2 * n_{ij}}{N} - x_{prom} * y_{prom} = 17.33$$

Ecuación de
regresión exponencial:

$$y_e = a_e e^{bx_e}$$

$$b = \frac{S_{xy}}{S_x^2} = 0.0121$$

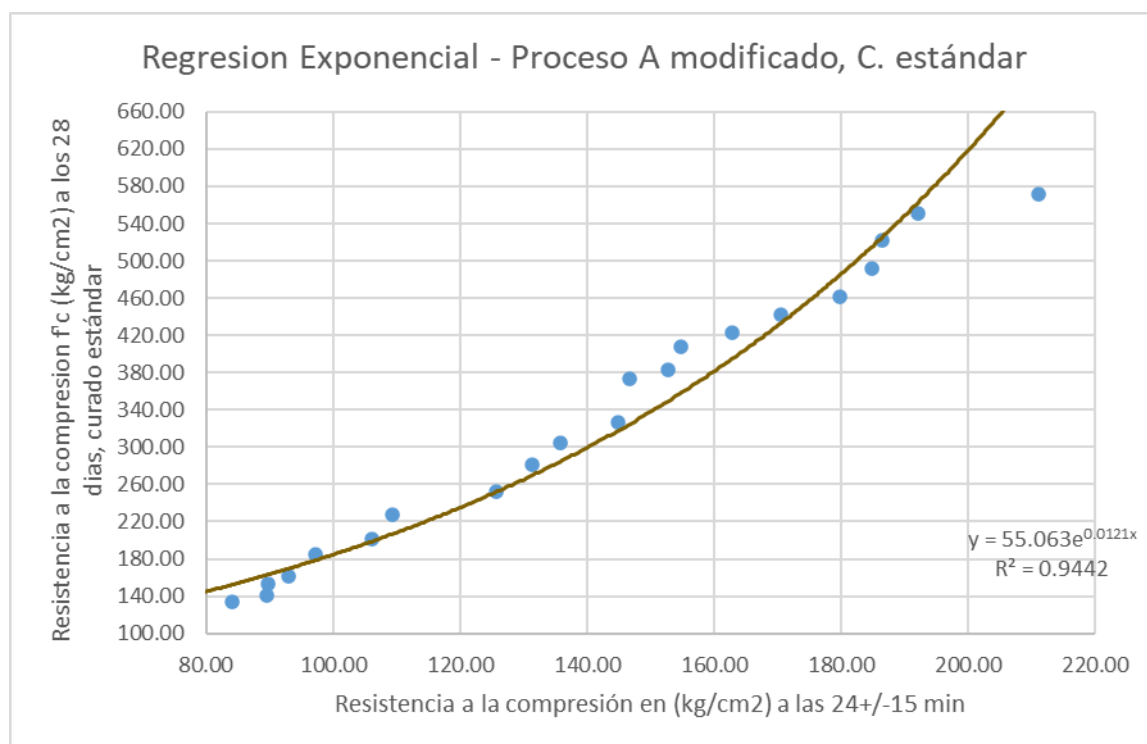
$$a = y_{prom} - b * x_{prom} = 4.0085$$

$$r_{xy} = \frac{S_{xy}}{S_x * S_y} = 0.9818$$

$$R^2 = r_{xy}^2 = 0.9639$$

$$a_e = e^a = 55.0630$$

Figura 12
Regresión Exponencial (Yura, proceso A modificado)



Fuente: Elaboración propia

4.2.2.1.4. Regresión logarítmica

Cálculos

Tabla 33
Desarrollo de cálculos de la regresión logarítmica (Yura, proceso A modificado)

n_{ij}	X_i	Y_j	$x_i = \ln X_i$	$y_j = Y_j$	$x_i^2 * n_{ij}$	$y_j^2 * n_{ij}$	$x_i * y_j * n_{ij}$
1	211.20	571.18	5.35	571.18	28.65	326245.28	3057.42
1	192.23	550.75	5.26	550.75	27.65	303320.27	2896.19
1	186.50	521.90	5.23	521.90	27.34	272380.41	2728.71
1	184.92	491.26	5.22	491.26	27.25	241331.75	2564.31
1	179.89	461.09	5.19	461.09	26.96	212604.79	2394.14
1	170.64	442.25	5.14	442.25	26.41	195585.76	2272.96
1	162.96	423.01	5.09	423.01	25.94	178937.99	2154.62
1	154.87	408.08	5.04	408.08	25.43	166531.72	2057.80
1	152.75	382.92	5.03	382.92	25.29	146628.07	1925.63
1	146.80	372.96	4.99	372.96	24.89	139098.35	1860.71
1	144.84	326.97	4.98	326.97	24.76	106908.42	1626.88
1	135.72	304.53	4.91	304.53	24.11	92739.78	1495.43
1	131.41	280.97	4.88	280.97	23.80	78941.45	1370.63
1	125.78	252.30	4.83	252.30	23.37	63653.40	1219.74
1	109.28	227.93	4.69	227.93	22.03	51952.45	1069.89
1	106.09	200.92	4.66	200.92	21.76	40368.70	937.15
1	97.23	184.80	4.58	184.80	20.95	34152.17	845.86
1	92.92	161.40	4.53	161.40	20.54	26051.27	731.44
1	89.79	153.73	4.50	153.73	20.23	23632.93	691.40
1	89.53	140.21	4.49	140.21	20.20	19659.25	630.19
1	84.21	133.42	4.43	133.42	19.65	17801.87	591.50
N			x_{prom}	y_{prom}	$\sum x_i^2 * n_{ij}$	$\sum y_j^2 * n_{ij}$	$\sum x_i^2 * y_j^2 * n_{ij}$
21			4.91	332.98	507.22	2738526.09	35122.63

Fuente: Elaboración propia

$$S_x^2 = \frac{\sum x_i^2 * n_{ij}}{N} - x_{prom}^2 = 0.08$$

$$S_x = \sqrt{S_x^2} = 0.28$$

$$S_y^2 = \frac{\sum y_i^2 * n_{ij}}{N} - y_{prom}^2 = 19530.34$$

$$S_y = \sqrt{S_y^2} = 139.75$$

$$S_{xy} = \frac{\sum x_i^2 * y_j^2 * n_{ij}}{N} - x_{prom} * y_{prom} = 38.73$$

Ecuación de
regresion potencial:

$$y = a + b * \ln(x)$$

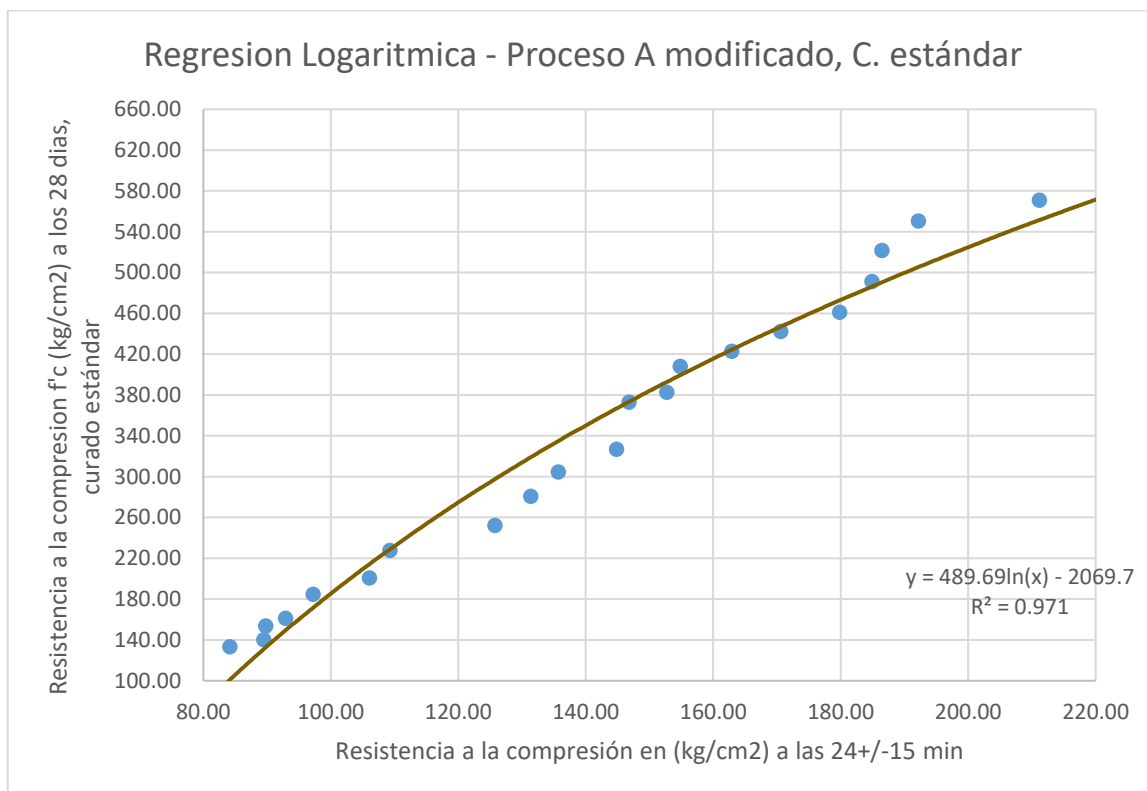
$$b = \frac{S_{xy}}{S_x^2} = 489.6883$$

$$a = y_{prom} - b * x_{prom} = -2069.6927$$

$$r_{xy} = \frac{S_{xy}}{S_x * S_y} = 0.9854$$

$$R^2 = r_{xy}^2 = 0.9710$$

Figura 13
Regresión Logarítmica (Yura, proceso A modificado)



Fuente: Elaboración propia

4.2.2.1.5. Elección de la regresión a utilizar

En la siguiente tabla se resumen los coeficientes de determinación en los diferentes tipos de regresión

Tabla 34
Resumen de los coeficientes de determinación para los diferentes tipos de regresión

Tipo R ²	Valor
R ² lineal:	0.99
R ² potencial:	0.99
R ² exponencial:	0.96
R ² logaritmico:	0.97

Fuente: Elaboración propia

Según los criterios explicados en 4.2.1.1, elegimos la regresión lineal para hacer los cálculos de la banda de confianza, puesto que es mayor al 90%, además de ser el tipo de regresión que recomienda la NTP 339.213.2007 y de ser la regresión con el mayor coeficiente de determinación.

4.2.2.2. Cálculos y gráfica de la banda de confianza al 90% de confianza

Tabla 35
Desarrollo del cálculo para la determinación del ancho medio de la banda de confianza
(Yura, proceso A modificado)

n	Xi resistencia acelerada	Yi (C.E.) resistencia 28 días	$(X_i - X_{prom})^2$	$(Y_i - Y_{prom})^2$	$(X_i - X_{prom}) * (Y_i - Y_{prom})$	$Y_{estimado}$	W_i	Límite inferior	Límite superior
1	211.20	571.18	5005.27	56738.70	16852.08	592.60	16.84	575.76	609.44
1	192.23	550.75	2680.26	47421.69	11273.98	522.96	13.46	509.50	536.42
1	186.50	521.90	2119.80	35691.07	8698.15	501.94	12.51	489.43	514.45
1	184.92	491.26	1976.80	25051.07	7037.12	496.14	12.26	483.88	508.39
1	179.89	461.09	1555.09	16412.40	5052.00	477.69	11.47	466.22	489.17
1	170.64	442.25	910.91	11940.11	3297.93	443.74	10.16	433.57	453.90
1	162.96	423.01	506.61	8105.52	2026.40	415.58	9.24	406.33	424.82
1	154.87	408.08	207.88	5640.46	1082.83	385.89	8.50	377.39	394.39
1	152.75	382.92	151.16	2494.05	614.00	378.10	8.35	369.74	386.45
1	146.80	372.96	40.21	1598.32	253.52	356.25	8.06	348.19	364.31
1	144.84	326.97	19.25	36.14	-26.38	349.08	8.00	341.08	357.08
1	135.72	304.53	22.42	809.28	134.71	315.60	8.01	307.59	323.61
1	131.41	280.97	81.88	2705.54	470.67	299.77	8.17	291.60	307.94
1	125.78	252.30	215.27	6509.86	1183.80	279.14	8.52	270.62	287.66
1	109.28	227.93	971.70	11035.33	3274.60	218.59	10.29	208.30	228.88
1	106.09	200.92	1180.75	17439.94	4537.87	206.88	10.73	196.15	217.61
1	97.23	184.80	1868.15	21956.40	6404.51	174.37	12.06	162.31	186.43
1	92.92	161.40	2259.61	29438.29	8155.93	158.54	12.75	145.79	171.30
1	89.79	153.73	2566.98	32130.53	9081.77	147.05	13.27	133.78	160.33
1	89.53	140.21	2593.40	37159.70	9816.81	146.10	13.32	132.78	159.42
1	84.21	133.42	3163.92	39822.73	11224.79	126.57	14.23	112.34	140.80

Fuente: Elaboración propia

$n = 21.00$
 $X_{prom} = 140.46$
 $Y_{prom} = 332.98$
 $S_{xx} = 30097.32$
 $S_{yy} = 410137.13$
 $S_{xy} = 110447.10$
 $Se = 15.95$

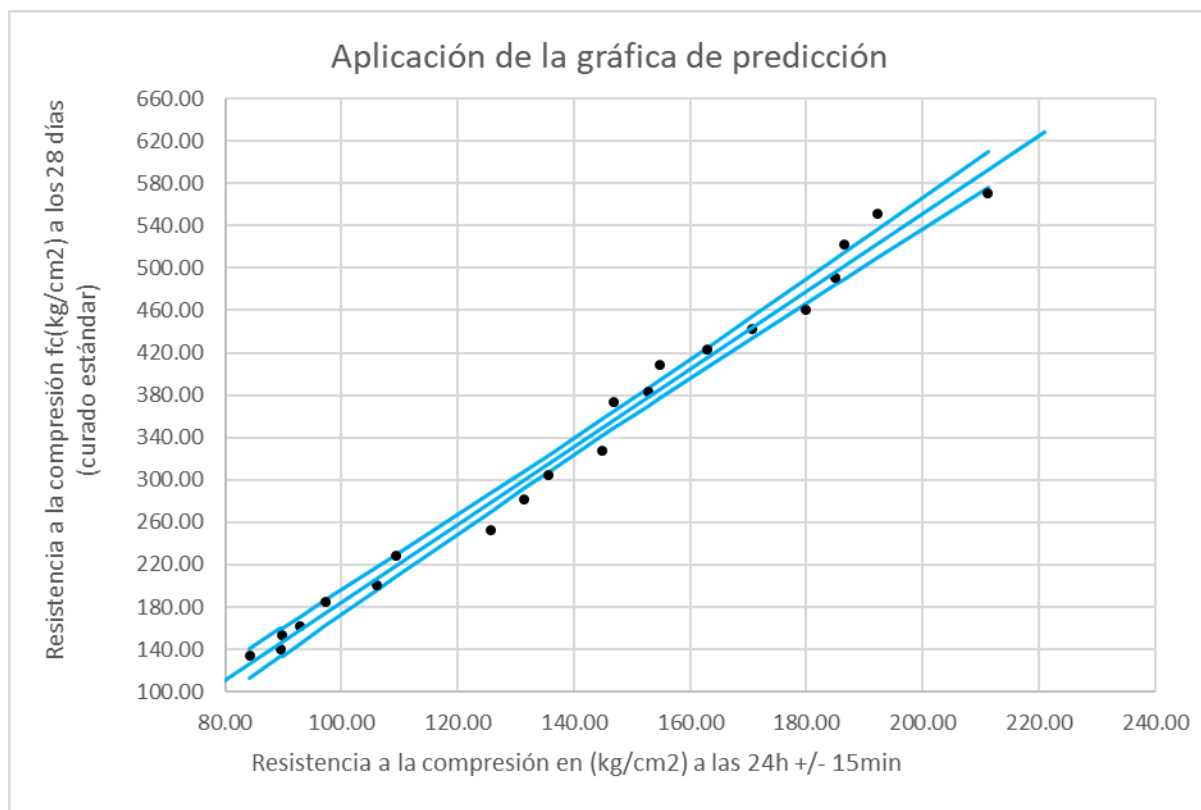
$a = -182.44$
 $b = 3.67$
 al 90%
 $\alpha = 0.10$

$F1 = 2.606$

v1	v2 =n-2
2	19.00

Con los datos obtenidos de la tabla anterior, se procedió a elaborar la siguiente figura

Figura 14
Bandas de confianza al 90 % de confianza (Yura, proceso A modificado)



Fuente: Elaboración propia

Descripción de la figura 16:

- A la figura 16 también se le llama gráfica de predicción, para su respectivo caso.
- La línea recta celeste, representa la regresión que en el presente caso es lineal.
- La línea curva celeste por encima de la recta de regresión, representa el límite superior de la banda de confianza al 90 % de confianza.
- La línea curva celeste por debajo de la recta de regresión, representa el límite inferior de la banda de confianza al 90 % de confianza.
- Los puntos de color negro, son los puntos obtenidos en el laboratorio mediante curado estándar, para la elaboración de las bandas de confianza al 90 % de confianza.

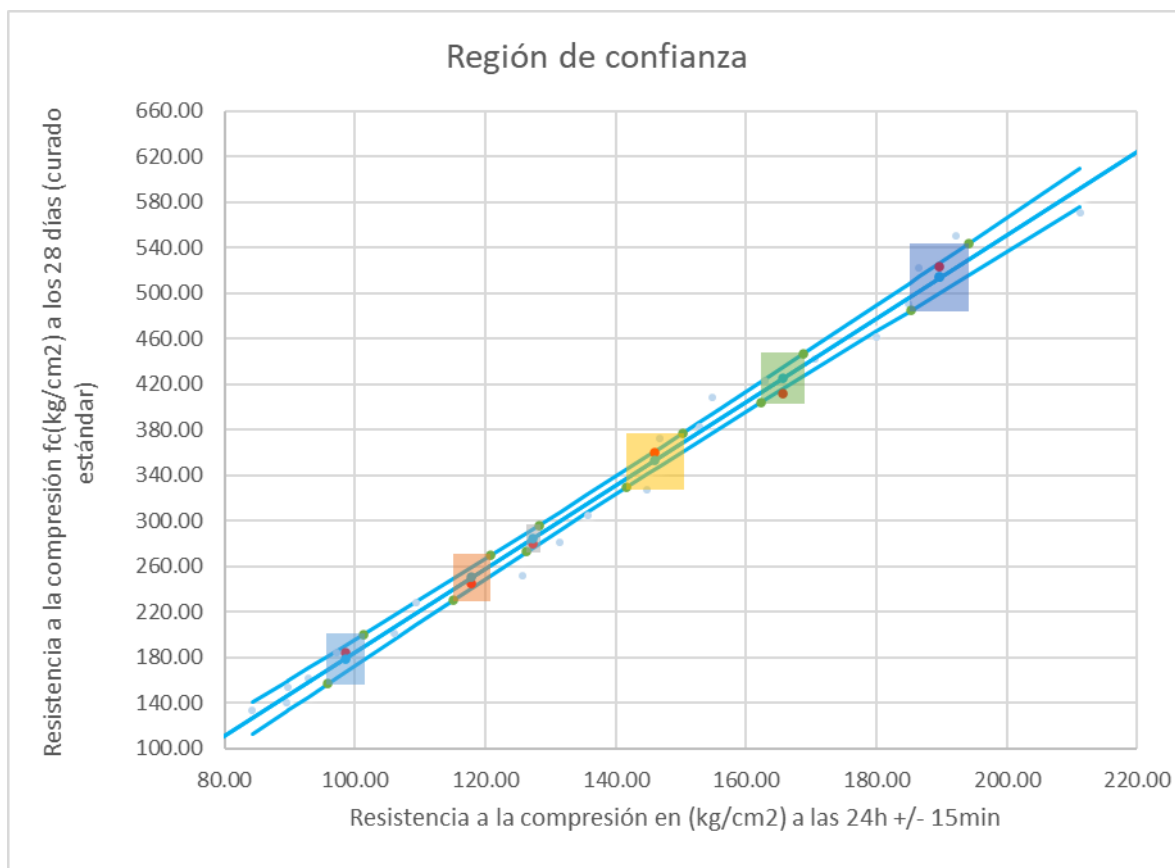
4.2.2.3. Aplicación y comprobación de la gráfica de predicción

Tabla 36
Cálculos para la aplicación de las gráficas de predicción (Yura, proceso A modificado)

Resistencia	Yi verificación 28 días	Xi resistencia acelerada	Error de resistencia acel	Xi + Error (Lim. Sup)	Xi - Error (Lim. Inf.)	Y (predicido) Curado Estándar	Wi Curado Estándar	Y estándar Lim. Sup. (kg/cm2)	Y estándar Lim. Inf. (kg/cm2)
f _{cr} =175kg/cm ²	184.00	98.50	2.71			179.03	11.86		
				101.21		188.98	11.44	200.42	
					95.79	169.08	12.29		156.79
f _{cr} =210kg/cm ²	245.60	117.92	2.80			250.27	9.25		
				120.72		260.56	8.96	269.52	
					115.11	239.98	9.56		230.42
f _{cr} =280kg/cm ²	360.16	145.94	4.36			353.12	8.03		
				150.31		369.13	8.21	377.34	
					141.58	337.11	7.95		329.17
f _c =175kg/cm ²	280.21	127.29	0.91			284.67	8.41		
				128.20		288.01	8.35	296.36	
					126.38	281.33	8.48		272.85
f _c =210kg/cm ²	411.81	165.56	3.28			425.11	9.53		
				168.84		437.13	9.93	447.06	
					162.28	413.09	9.17		403.91
f _c =280kg/cm ²	523.63	189.65	4.46			513.52	13.03		
				194.11		529.87	13.78	543.66	
					185.20	497.17	12.30		484.87

Fuente: Elaboración propia

Figura 15
Aplicación de la gráfica de predicción (Yura, proceso A modificado)



Elaboración: fuente propia

- Los puntos de color celeste claro son los puntos de los vaciados para la elaboración de la gráfica de predicción del presente caso.
- La línea recta celeste es la regresión lineal en el presente caso.
- Las 2 rectas celestes y curvas, por encima y debajo de la recta de regresión lineal son la banda de confianza al 90% de confianza en el presente caso.
- Los puntos de color verde son los puntos del intervalo de confianza para cada punto de comprobación en el presente caso.
- Los puntos de color celeste son la proyección del promedio de los ensayos de resistencia acelerada de los puntos de comprobación, en la recta de regresión para el presente caso.
- La región sombreada de diferentes colores son las regiones de confianza

- Los puntos de color rojo son los ensayos de comprobación que se hicieron en la casa del Tesista Giancarlo, los cuales se pueden observar que están dentro de las regiones de confianza

4.2.2.3.1. Análisis estadístico para la comprobación de la gráfica de predicción

Paso 1: Definición de hipótesis

Hipótesis tipo desigualdades:

$$H_0: \mu \geq \mu_0$$

$$H_1: \mu < \mu_0$$

El promedio de las resistencias a los 28 días de los ensayos de comprobación es mayor o igual a la resistencia estimada en el límite inferior de la banda de confianza

Nivel de Significancia: $\alpha = 0.10$

$$\text{Estadística de prueba: } t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{S/\sqrt{n}}$$

Paso 2: Cálculo de t calculado

Tabla 37
Cálculo del "t" calculado (Yura, proceso A modificado)

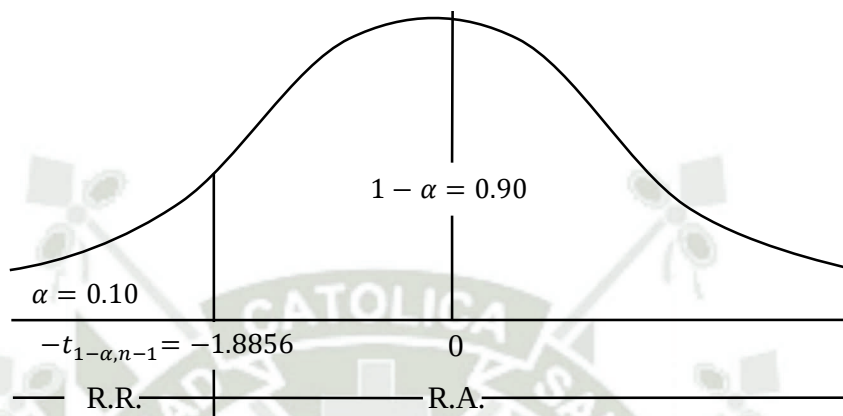
CASO	Resistencia	$\bar{X}$	μ_0	S	n	t
1	f _{cr} =175kg/cm ²	184.00	156.79	2.32	3	20.29
2	f _{cr} =210kg/cm ²	245.60	230.42	6.16	3	4.26
3	f _{cr} =280kg/cm ²	360.16	329.17	9.87	3	5.44
4	f _c =175kg/cm ²	280.21	272.85	4.98	3	2.56
5	f _c =210kg/cm ²	411.81	403.91	7.11	3	1.92
6	f _c =280kg/cm ²	523.63	484.87	8.87	3	7.57

Fuente: elaboración propia

Paso 3: Cálculo del "t" de tal

Hipótesis

Figura 16
"t" de tablas Hipótesis tipo 1



Elaboración: fuente propia

R.R. (Región de Rechazo) = $< -\infty ; -1.89 >$

R.A. (Región de Aceptación) = $[-1.89 ; \infty >$

Aceptación: Para la aceptación de la H_0 , el t (calculado) debe pertenecer a la región de aceptación (R.A.)

Tabla 38
Aceptación de Hipótesis (Wari, proceso A modificado)

CASO	Resistencia	t	CONDICION
1	$f'_{cr} = 175 \text{ kg/cm}^2$	20.29	Aceptamos H_0
2	$f'_{cr} = 210 \text{ kg/cm}^2$	4.26	Aceptamos H_0
3	$f'_{cr} = 280 \text{ kg/cm}^2$	5.44	Aceptamos H_0
4	$f'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$	2.56	Aceptamos H_0
5	$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	1.92	Aceptamos H_0
6	$f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	7.57	Aceptamos H_0

Elaboración: fuente propia

Es así que estadísticamente el presente gráfico de predicción tiene una aceptación del 100%

4.2.3. COMPARATIVA DE ESPECÍMENES CON CEMENTO WARI TIPO 1, CURADO ACELERADO MODIFICADO PROCESO B (VS) CURADO ESTÁNDAR 28 DÍAS

4.2.3.1. Determinación de la ecuación de regresión

4.2.3.1.1. Regresión lineal

Desarrollo de Cálculos:

Tabla 39
Desarrollo de cálculos de la regresión lineal (Wari, proceso B modificado)

n_{ij}	x_i	y_j	$x_i^2 * n_{ij}$	$y_j^2 * n_{ij}$	$x_i * y_j * n_{ij}$
1	286.53	594.52	82097.53	353450.58	170345.00
1	267.05	567.38	71317.48	321918.73	151520.41
1	265.26	545.25	70361.10	297301.97	144632.27
1	256.72	511.47	65906.87	261599.62	131305.80
1	250.12	483.94	62560.01	234197.96	121043.08
1	235.30	458.24	55364.52	209982.45	107821.97
1	228.39	447.20	52160.47	199984.80	102133.74
1	220.11	432.61	48448.41	187150.18	95221.47
1	217.84	404.35	47454.27	163498.66	88083.53
1	202.33	400.08	40936.08	160066.81	80947.56
1	203.28	347.27	41324.11	120595.13	70593.82
1	188.04	333.29	35359.04	111083.34	62672.17
1	176.80	313.12	31259.42	98041.58	55359.94
1	158.16	268.11	25014.59	71883.66	42404.48
1	150.30	244.27	22591.09	59668.58	36714.82
1	143.89	211.05	20703.37	44540.35	30366.69
1	129.65	191.66	16809.12	36734.15	24848.92
1	123.83	178.81	15333.04	31974.42	22141.93
1	119.61	165.98	14307.35	27550.18	19853.72
1	119.02	156.54	14165.76	24503.82	18631.03
1	114.65	149.39	13145.39	22316.16	17127.60
N	x_{prom}	y_{prom}	$\sum x_i^2 * n_{ij}$	$\sum y_j^2 * n_{ij}$	$\sum x_i * y_j * n_{ij}$
21	193.18	352.60	846619.0	3038043.15	1593769.95

Fuente: Elaboración propia

$$S_x^2 = \frac{\sum x_i^2 * n_{ij}}{N} - x_{prom}^2 = 2994.84$$

$$S_x = \sqrt{S_x^2} = 54.73$$

$$S_y^2 = \frac{\sum y_i^2 * n_{ij}}{N} - y_{prom}^2 = 20344.64$$

$$S_y = \sqrt{S_y^2} = 142.63$$

$$S_{xy} = \frac{\sum x_i * y_j * n_{ij}}{N} - x_{prom} * y_{prom} = 7777.60$$

Ecuación de
regresión lineal:

$$y = a + b * x$$

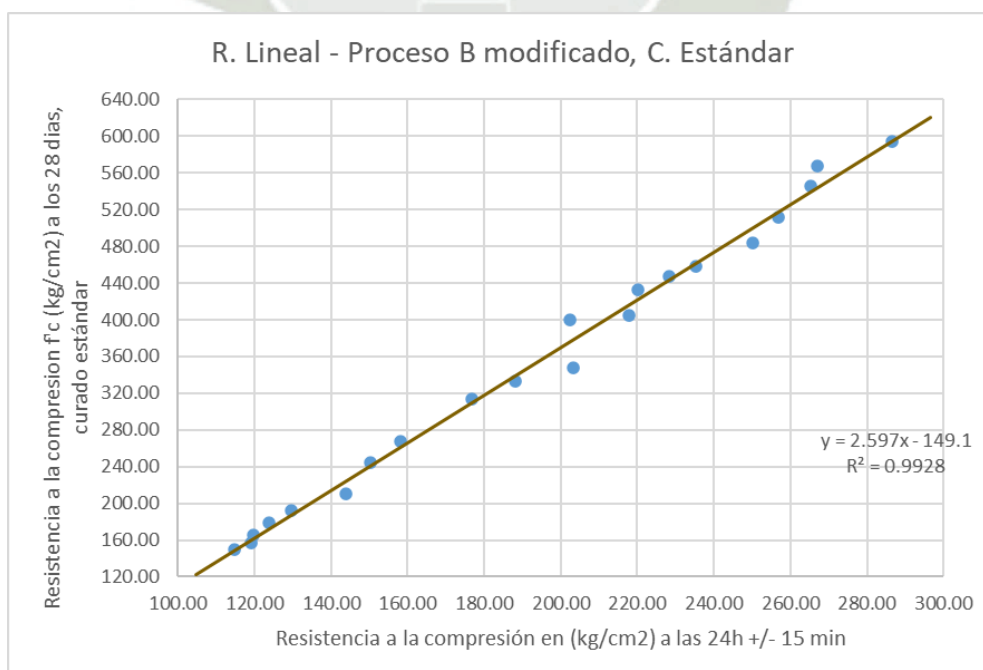
$$b = \frac{S_{xy}}{S_x^2} = 2.60$$

$$a = y_{prom} - b * x_{prom} = -149.10$$

$$r_{xy} = \frac{S_{xy}}{S_x * S_y} = 1.00$$

$$R^2 = r_{xy}^2 = 0.99$$

Figura 17
Regresión Lineal (Wari, proceso B modificado)



Fuente: Elaboración Propia

4.2.3.1.2. Regresión potencial

Cálculos

Tabla 40
Desarrollo de cálculos de la regresión potencial (Wari, proceso B modificado)

n_{ij}	X_i	Y_j	$x_i = \log X_i$	$y_i = \log Y_i$	$x_i^2 * n_{ij}$	$y_j^2 * n_{ij}$	$x_i * y_j * n_{ij}$
1	286.53	594.52	2.46	2.77	6.04	7.70	6.82
1	267.05	567.38	2.43	2.75	5.89	7.58	6.68
1	265.26	545.25	2.42	2.74	5.87	7.49	6.63
1	256.72	511.47	2.41	2.71	5.81	7.34	6.53
1	250.12	483.94	2.40	2.68	5.75	7.21	6.44
1	235.30	458.24	2.37	2.66	5.62	7.08	6.31
1	228.39	447.20	2.36	2.65	5.56	7.03	6.25
1	220.11	432.61	2.34	2.64	5.49	6.95	6.18
1	217.84	404.35	2.34	2.61	5.47	6.80	6.09
1	202.33	400.08	2.31	2.60	5.32	6.77	6.00
1	203.28	347.27	2.31	2.54	5.33	6.45	5.86
1	188.04	333.29	2.27	2.52	5.17	6.36	5.74
1	176.80	313.12	2.25	2.50	5.05	6.23	5.61
1	158.16	268.11	2.20	2.43	4.84	5.90	5.34
1	150.30	244.27	2.18	2.39	4.74	5.70	5.20
1	143.89	211.05	2.16	2.32	4.66	5.40	5.02
1	129.65	191.66	2.11	2.28	4.46	5.21	4.82
1	123.83	178.81	2.09	2.25	4.38	5.07	4.71
1	119.61	165.98	2.08	2.22	4.32	4.93	4.61
1	119.02	156.54	2.08	2.19	4.31	4.82	4.56
1	114.65	149.39	2.06	2.17	4.24	4.73	4.48
N			x_{prom}	y_{prom}	$\sum x_i^2 * n_{ij}$	$\sum y_j^2 * n_{ij}$	$\sum x_i^2 * y_j^2 * n_{ij}$
21			2.27	2.51	108.31	132.74	119.88

Fuente: Elaboración propia

$$S_x^2 = \frac{\sum x_i^2 * n_{ij}}{N} - x_{prom}^2 = 0.0167$$

$$S_x = \sqrt{S_x^2} = 0.1294$$

$$S_y^2 = \frac{\sum y_i^2 * n_{ij}}{N} - y_{prom}^2 = 0.0380$$

$$S_y = \sqrt{S_y^2} = 0.1950$$

$$S_{xy} = \frac{\sum x_i^2 * y_j^2 * n_{ij}}{N} - x_{prom} * y_{prom} = 0.0251$$

Ecuación de
regresión potencial:

$$y_p = a_p x_p^b$$

$$b = \frac{S_{xy}}{S_x^2} = 1.5010$$

$$a = y_{prom} - b * x_{prom} = -0.8967$$

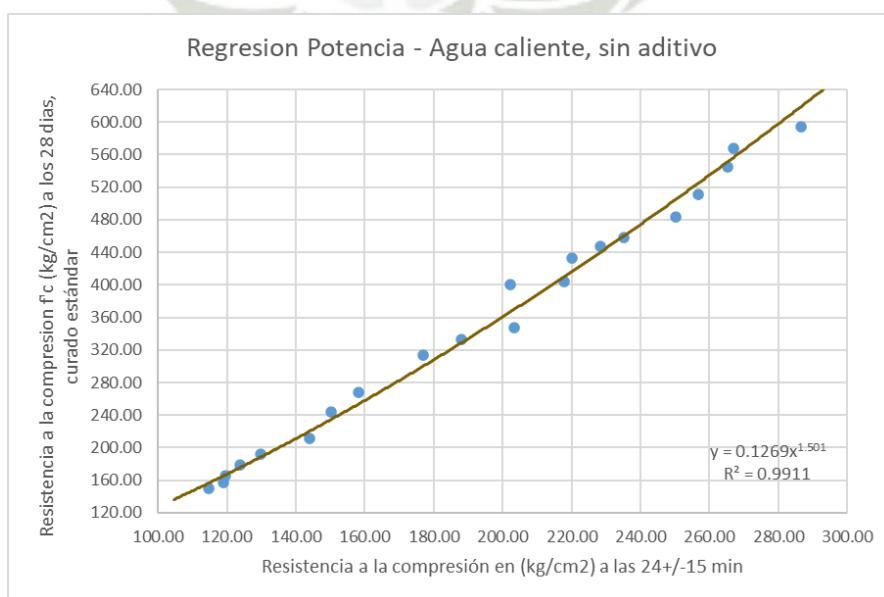
$$r_{xy} = \frac{S_{xy}}{S_x * S_y} = 0.9962$$

$$R^2 = r_{xy}^2 = 0.9924$$

$$a_p = 10^a = 0.1269$$

Figura 18

Regresión Potencial (Wari, proceso B modificado)



Fuente: Elaboración propia

4.2.3.1.3. *Regresión exponencial*

Cálculos

Tabla 41
Desarrollo de cálculos de la regresión exponencial (Wari, proceso B modificado)

n_{ij}	X_i	Y_j	$x_i = X_i$	$y_i = \ln Y_i$	$x_i^2 * n_{ij}$	$y_j^2 * n_{ij}$	$x_i * y_j * n_{ij}$
1	286.53	594.52	286.53	6.39	82097.53	40.80	1830.26
1	267.05	567.38	267.05	6.34	71317.48	40.21	1693.39
1	265.26	545.25	265.26	6.30	70361.10	39.71	1671.45
1	256.72	511.47	256.72	6.24	65906.87	38.90	1601.26
1	250.12	483.94	250.12	6.18	62560.01	38.22	1546.23
1	235.30	458.24	235.30	6.13	55364.52	37.54	1441.75
1	228.39	447.20	228.39	6.10	52160.47	37.25	1393.84
1	220.11	432.61	220.11	6.07	48448.41	36.84	1336.03
1	217.84	404.35	217.84	6.00	47454.27	36.03	1307.54
1	202.33	400.08	202.33	5.99	40936.08	35.90	1212.28
1	203.28	347.27	203.28	5.85	41324.11	34.22	1189.23
1	188.04	333.29	188.04	5.81	35359.04	33.74	1092.33
1	176.80	313.12	176.80	5.75	31259.42	33.02	1016.01
1	158.16	268.11	158.16	5.59	25014.59	31.26	884.34
1	150.30	244.27	150.30	5.50	22591.09	30.23	826.41
1	143.89	211.05	143.89	5.35	20703.37	28.64	770.09
1	129.65	191.66	129.65	5.26	16809.12	27.62	681.41
1	123.83	178.81	123.83	5.19	15333.04	26.90	642.21
1	119.61	165.98	119.61	5.11	14307.35	26.13	611.45
1	119.02	156.54	119.02	5.05	14165.76	25.54	601.44
1	114.65	149.39	114.65	5.01	13145.39	25.07	574.02
N			x_{prom}	y_{prom}	$\sum x_i^2 * n_{ij}$	$\sum y_j^2 * n_{ij}$	$\sum x_i^2 * y_j^2 * n_{ij}$
21			193.18	5.77	846619.03	703.78	23922.96

Fuente: Elaboración propia

$$S_x^2 = \frac{\sum x_i^2 * n_{ij}}{N} - x_{prom}^2 = 2994.84$$

$$S_x = \sqrt{S_x^2} = 54.73$$

$$S_y^2 = \frac{\sum y_i^2 * n_{ij}}{N} - y_{prom}^2 = 0.20$$

$$S_y = \sqrt{S_y^2} = 0.45$$

$$S_{xy} = \frac{\sum x_i^2 * y_j^2 * n_{ij}}{N} - x_{prom} * y_{prom} = 24.19$$

Ecuación de
regresión exponencial:

$$y_e = a_e e^{bx_e}$$

$$b = \frac{S_{xy}}{S_x^2} = 0.0081$$

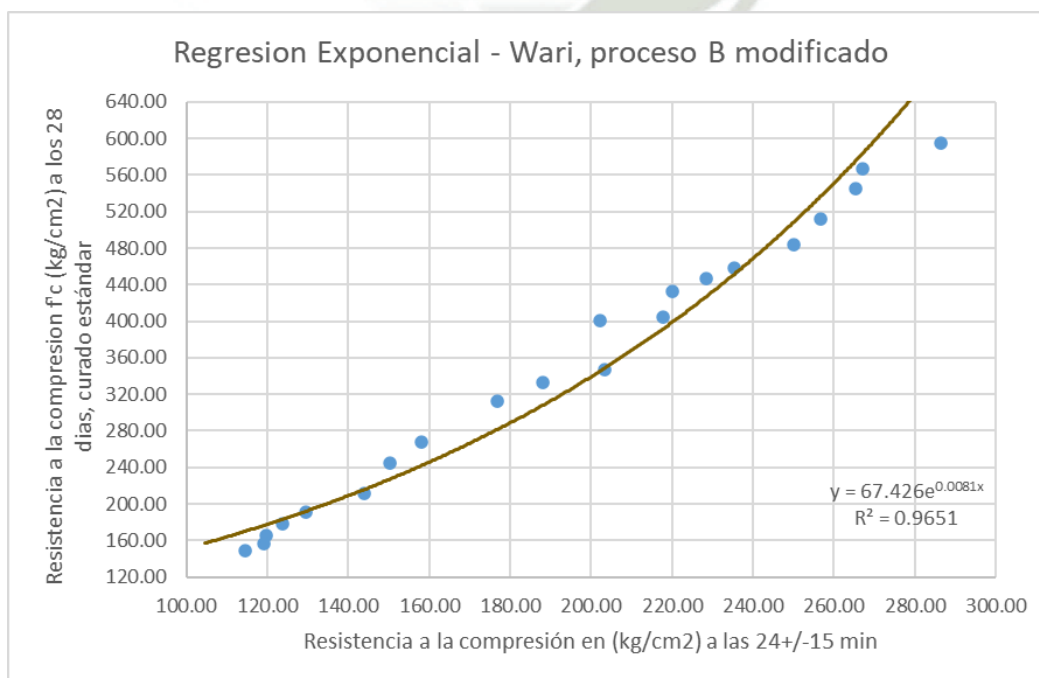
$$a = y_{prom} - b * x_{prom} = 4.2110$$

$$r_{xy} = \frac{S_{xy}}{S_x * S_y} = 0.9847$$

$$R^2 = r_{xy}^2 = 0.9696$$

$$a_e = e^a = 67.4261$$

Figura 19
Regresión Exponencial (Wari, proceso A modificado)



Fuente: Elaboración propia

4.2.3.1.4. Regresión logarítmica

Cálculos

Tabla 42
Desarrollo de cálculos de la regresión logarítmica (Wari, proceso B modificado)

n_{ij}	X_i	Y_j	$x_i = \ln X_i$	$y_j = Y_j$	$x_i^2 * n_{ij}$	$y_j^2 * n_{ij}$	$x_i * y_j * n_{ij}$
1	286.53	594.52	5.66	594.52	32.01	353450.58	3363.68
1	267.05	567.38	5.59	567.38	31.22	321918.73	3170.20
1	265.26	545.25	5.58	545.25	31.14	297301.97	3042.90
1	256.72	511.47	5.55	511.47	30.78	261599.62	2837.62
1	250.12	483.94	5.52	483.94	30.49	234197.96	2672.29
1	235.30	458.24	5.46	458.24	29.82	209982.45	2502.37
1	228.39	447.20	5.43	447.20	29.50	199984.80	2428.74
1	220.11	432.61	5.39	432.61	29.10	187150.18	2333.55
1	217.84	404.35	5.38	404.35	28.98	163498.66	2176.92
1	202.33	400.08	5.31	400.08	28.19	160066.81	2124.40
1	203.28	347.27	5.31	347.27	28.24	120595.13	1845.59
1	188.04	333.29	5.24	333.29	27.42	111083.34	1745.33
1	176.80	313.12	5.18	313.12	26.78	98041.58	1620.39
1	158.16	268.11	5.06	268.11	25.64	71883.66	1357.61
1	150.30	244.27	5.01	244.27	25.13	59668.58	1224.45
1	143.89	211.05	4.97	211.05	24.69	44540.35	1048.69
1	129.65	191.66	4.86	191.66	23.67	36734.15	932.40
1	123.83	178.81	4.82	178.81	23.22	31974.42	861.68
1	119.61	165.98	4.78	165.98	22.89	27550.18	794.10
1	119.02	156.54	4.78	156.54	22.84	24503.82	748.14
1	114.65	149.39	4.74	149.39	22.49	22316.16	708.38
N			x_{prom}	y_{prom}	$\sum x_i^2 * n_{ij}$	$\sum y_j^2 * n_{ij}$	$\sum x_i^2 * y_j^2 * n_{ij}$
21			5.22	352.60	574.25	3038043.15	39539.43

Fuente: Elaboración propia

$$S_x^2 = \frac{\sum x_i^2 * n_{ij}}{N} - x_{prom}^2 = 0.09$$

$$S_x = \sqrt{S_x^2} = 0.30$$

$$S_y^2 = \frac{\sum y_i^2 * n_{ij}}{N} - y_{prom}^2 = 20344.64$$

$$S_y = \sqrt{S_y^2} = 142.63$$

$$S_{xy} = \frac{\sum x_i^2 * y_j^2 * n_{ij}}{N} - x_{prom} * y_{prom} = 42.00$$

Ecuación de
regresión potencial:

$$y = a + b * \ln(x)$$

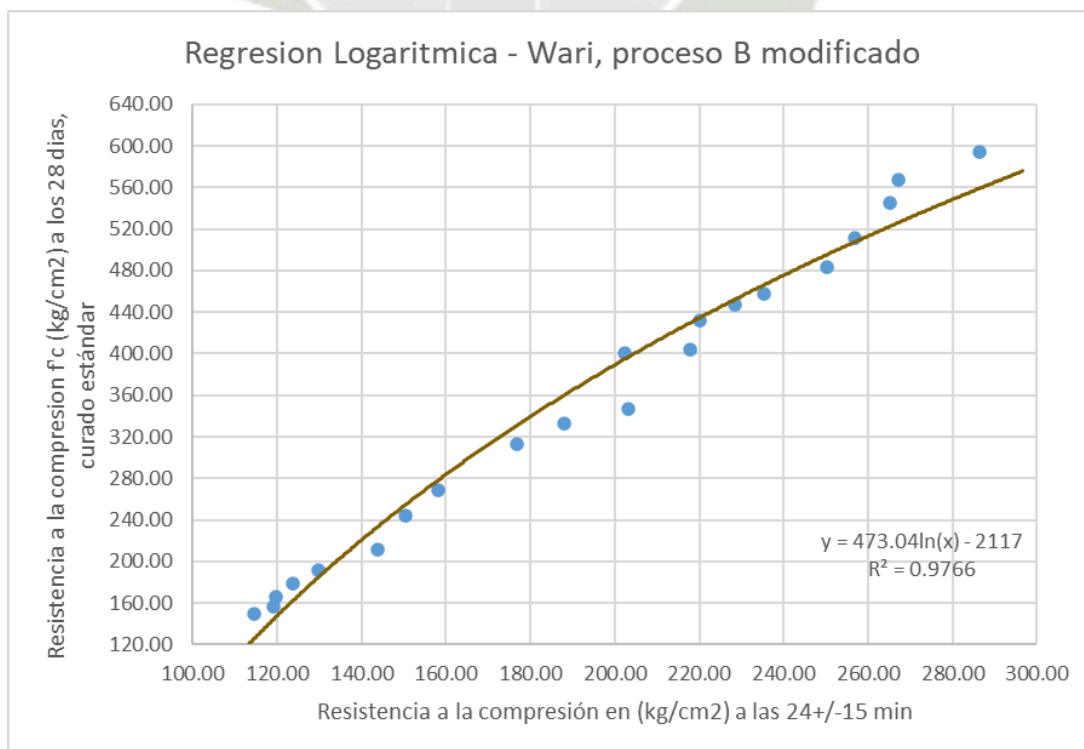
$$b = \frac{S_{xy}}{S_x^2} = 473.0366$$

$$a = y_{prom} - b * x_{prom} = -2117.0231$$

$$r_{xy} = \frac{S_{xy}}{S_x * S_y} = 0.9882$$

$$R^2 = r_{xy}^2 = 0.9766$$

Figura 20
Regresión Logarítmica (Wari, proceso B modificado)



Fuente: Elaboración propia

4.2.3.1.5. Elección de la regresión a utilizar

En la siguiente tabla se resumen los coeficientes de determinación en los diferentes tipos de regresión

Tabla 43
Resumen de los coeficientes de determinación para los diferentes tipos de regresión

Tipo R2	Valor
R ² lineal:	0.99
R ² potencial:	0.99
R ² exponencial:	0.97
R ² logaritmico:	0.98

Fuente: Elaboración propia

Según los criterios explicados en 4.2.1.1, elegimos la regresión lineal para hacer los cálculos de la banda de confianza, puesto que es mayor al 90%, además de ser el tipo de regresión que recomienda la NTP 339.213.2007 y de ser la regresión con el mayor coeficiente de determinación.

4.2.3.2. Cálculos y gráfica de la banda de confianza al 90% de confianza

Tabla 44
Desarrollo del cálculo para la determinación del ancho medio de la banda de confianza (Wari, proceso B modificado)

n	Xi resistencia acelerada	Yi (C.E.) resistencia 28 dias	$(X_i - X_{prom})^2$	$(Y_i - Y_{prom})^2$	$(X_i - X_{prom}) * (Y_i - Y_{prom})$	$Y_{estimado}$	W_i	Límite inferior	Límite superior
1	286.53	594.52	8712.71	58525.72	22581.36	595.00	12.52	582.48	607.53
1	267.05	567.38	5456.57	46131.58	15865.69	544.43	10.64	533.79	555.07
1	265.26	545.25	5194.36	37117.05	13885.22	539.77	10.47	529.29	550.24
1	256.72	511.47	4037.15	25240.28	10094.49	517.61	9.71	507.90	527.31
1	250.12	483.94	3241.62	17251.21	7478.09	500.46	9.14	491.32	509.60
1	235.30	458.24	1773.41	11160.28	4448.80	461.96	7.99	453.97	469.95
1	228.39	447.20	1239.17	8949.24	3330.11	444.02	7.53	436.48	451.55
1	220.11	432.61	724.97	6401.98	2154.35	422.52	7.06	415.46	429.58
1	217.84	404.35	607.88	2678.42	1275.99	416.63	6.95	409.68	423.57
1	202.33	400.08	83.57	2255.04	434.12	376.34	6.42	369.92	382.76
1	203.28	347.27	101.98	28.39	-53.81	378.82	6.44	372.38	385.26
1	188.04	333.29	26.47	372.66	99.32	339.24	6.36	332.87	345.60
1	176.80	313.12	268.35	1558.69	646.74	310.05	6.61	303.44	316.67
1	158.16	268.11	1226.73	7137.70	2959.06	261.64	7.52	254.12	269.16
1	150.30	244.27	1838.82	11734.24	4645.12	241.23	8.05	233.19	249.28
1	143.89	211.05	2430.30	20036.50	6978.16	224.57	8.52	216.04	233.09
1	129.65	191.66	4036.67	25899.96	10224.94	187.60	9.71	177.89	197.30
1	123.83	178.81	4810.55	30200.28	12053.21	172.47	10.23	162.25	182.70
1	119.61	165.98	5412.76	34824.68	13729.44	161.53	10.61	150.92	172.14
1	119.02	156.54	5500.41	38439.23	14540.69	159.99	10.67	149.32	170.66
1	114.65	149.39	6167.19	41294.40	15958.39	148.65	11.08	137.57	159.73

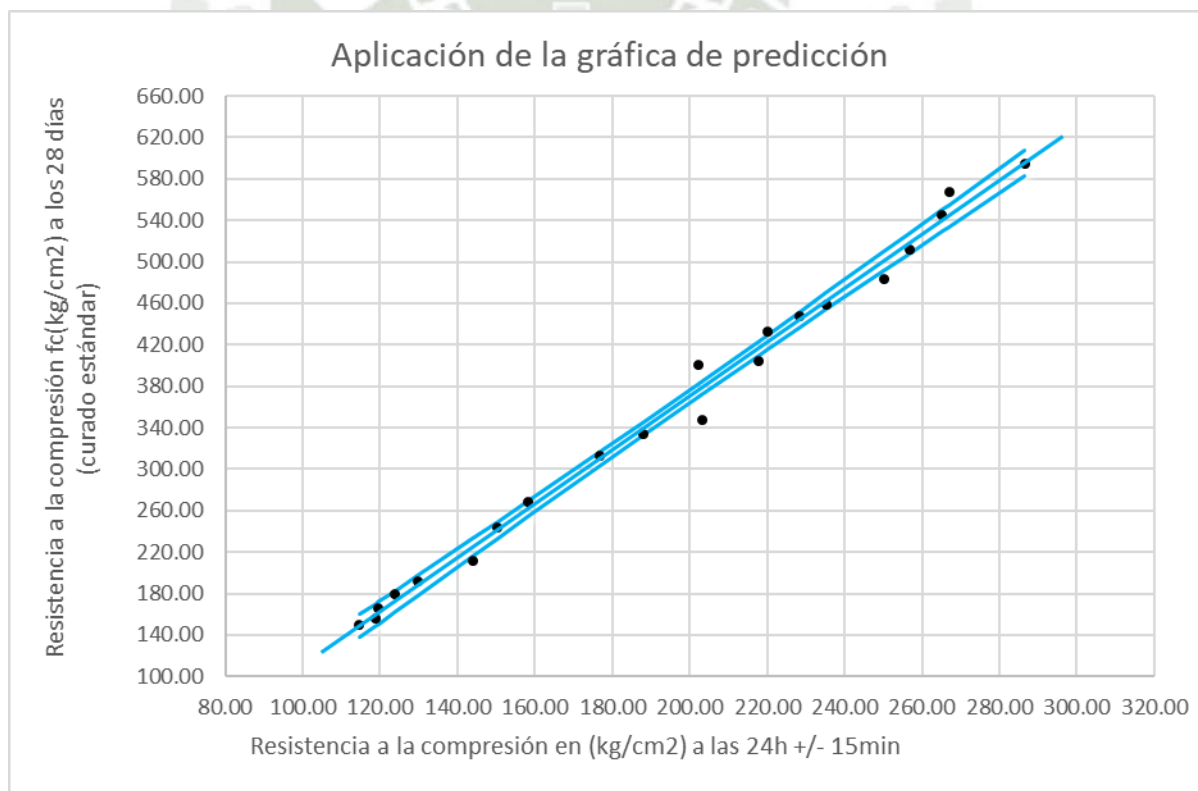
Fuente: Elaboración propia

$$\begin{aligned} n &= 21.00 & a &= -149.10 \\ X_{\text{prom}} &= 193.18 & b &= 2.60 \\ Y_{\text{prom}} &= 352.60 & \text{al } 90\% \\ S_{xx} &= 62891.64 & \alpha &= 0.10 \\ S_{yy} &= 427237.53 \\ S_{xy} &= 163329.50 \\ Se &= 12.71 & F1 &= 2.606 \end{aligned}$$

v1	v2 = n-2
2	19.00

Con los datos obtenidos de la tabla anterior, se procedió a elaborar la siguiente figura:

Figura 21
Bandas de confianza al 90 % de confianza (Wari, proceso B modificado)



Fuente: Elaboración propia

Descripción de la figura 22:

- A la figura 22 también se le llama gráfica de predicción, para su respectivo caso.
- La línea recta celeste, representa la regresión que en el presente caso es lineal.

- La línea curva celeste por encima de la recta de regresión, representa el límite superior de la banda de confianza al 90 % de confianza.
- La línea curva celeste por debajo de la recta de regresión, representa el límite inferior de la banda de confianza al 90 % de confianza.
- Los puntos de color negro, son los puntos obtenidos en el laboratorio mediante curado estándar, para la elaboración de las bandas de confianza al 90 % de confianza.

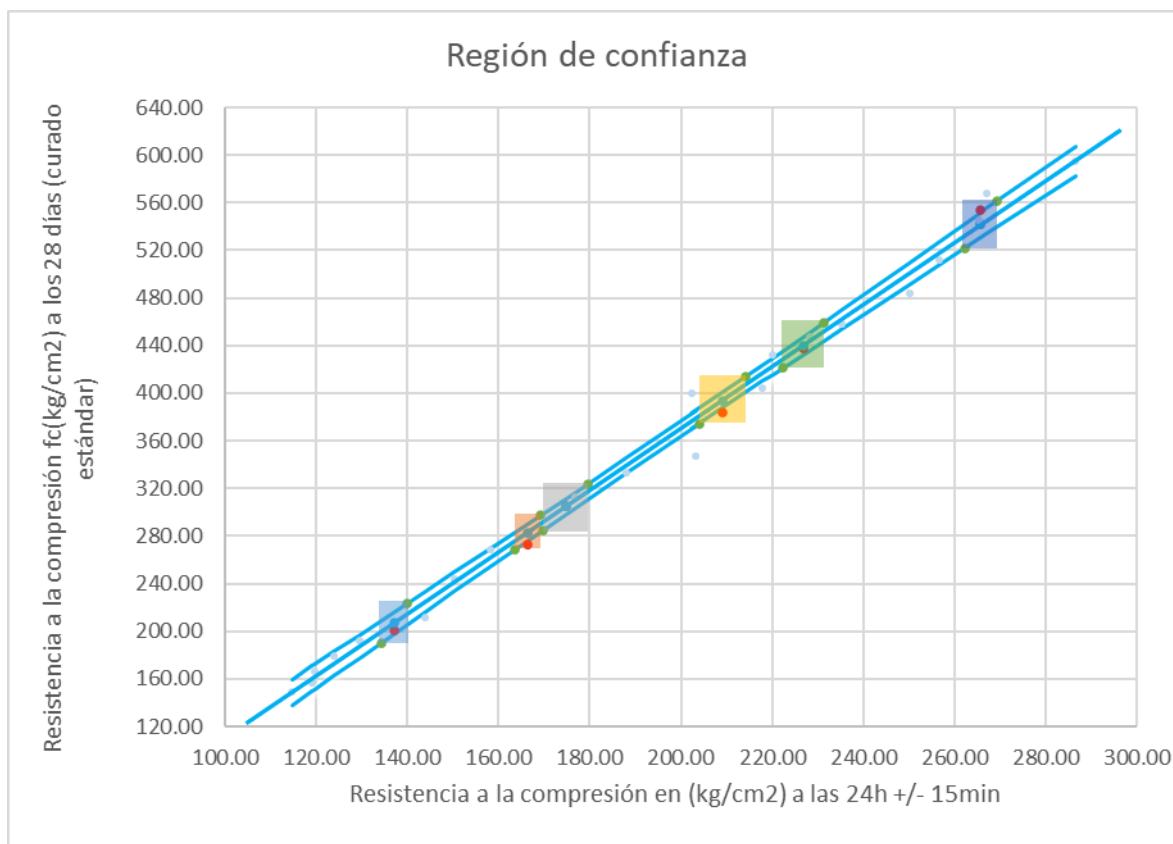
4.2.3.3. Aplicación y comprobación de la gráfica de predicción

Tabla 45
Cálculos para la aplicación de las gráficas de predicción (Wari, proceso B modificado)

Resistencia	Yi verificación 28 días	Xi resistencia acelerada	Error de resistencia acel	Xi + Error (Lim. Sup)	Xi - Error (Lim. Inf.)	Y (predicado) Curado Estándar	Wi Curado Estándar	Y estándar Lim. Sup. (kg/cm2)	Y estándar Lim. Inf. (kg/cm2)
f _{cr} =175kg/cm2	200.88	137.14	2.94	140.08	134.20	207.05	9.07	223.50	190.11
						214.67	8.83		
f _{cr} =210kg/cm2	273.24	166.40	2.82	169.23	163.58	283.05	7.05	297.29	268.51
						290.38	6.91		
f _{cr} =280kg/cm2	383.64	209.12	5.05	214.17	204.07	393.98	6.60	413.89	374.40
						407.11	6.78		
f _c =175kg/cm2	305.73	174.73	4.92	179.66	169.81	304.68	6.68	323.99	285.00
						317.46	6.52		
f _c =210kg/cm2	437.99	226.83	4.54	231.37	222.29	439.97	7.43	459.48	421.01
						451.76	7.72		
f _c =280kg/cm2	553.87	265.80	3.53	269.33	262.27	541.19	10.52	561.21	521.82
						550.36	10.85		
						532.02	10.20		

Fuente: Elaboración propia

Figura 22
Aplicación de la gráfica de predicción (Wari, proceso B modificado)



Elaboración: fuente propia

- Los puntos de color celeste claro son los puntos de los vaciados para la elaboración de la gráfica de predicción del presente caso.
- La línea recta celeste es la regresión lineal en el presente caso.
- Las 2 rectas celestes y curvas, por encima y debajo de la recta de regresión lineal son la banda de confianza al 90% de confianza en el presente caso.
- Los puntos de color verde son los puntos del intervalo de confianza para cada punto de comprobación en el presente caso.
- Los puntos de color celeste son la proyección del promedio de los ensayos de resistencia acelerada de los puntos de comprobación, en la recta de regresión para el presente caso.
- La región sombreada de diferentes colores son las regiones de confianza

- Los puntos de color rojo son los ensayos de comprobación que se hicieron en la casa del Tesista Giancarlo, los cuales se pueden observar que están dentro de las regiones de confianza

4.2.3.3.1. Análisis estadístico para la comprobación de la gráfica de predicción

Paso 1: Definición de hipótesis

Hipótesis tipo desigualdades:

$$H_0: \mu \geq \mu_0$$

$$H_1: \mu < \mu_0$$

El promedio de las resistencias a los 28 días de los ensayos de comprobación es mayor o igual a la resistencia estimada en el límite inferior de la banda de confianza

Nivel de Significancia: $\alpha = 0.10$

$$\text{Estadística de prueba: } t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{S/\sqrt{n}}$$

Paso 2: Cálculo de t calculado

Tabla 46
Cálculo del "t" calculado (Wari, proceso B modificado)

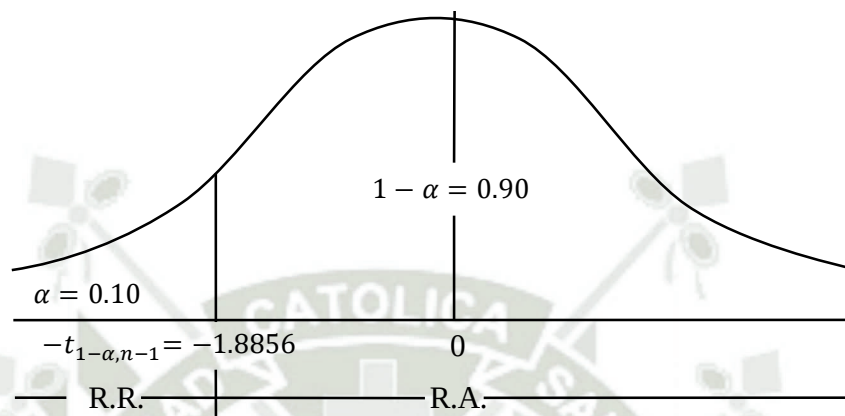
CASO	Resistencia	$\bar{X}$	μ_0	S	n	t
1	f'cr =175kg/cm2	200.88	190.11	4.48	3	4.16
2	f'cr =210kg/cm2	273.24	268.51	3.62	3	2.26
3	f'cr =280kg/cm2	383.64	374.40	8.50	3	1.88
4	f'c =175kg/cm2	305.73	285.00	3.63	3	9.88
5	f'c =210kg/cm2	437.99	421.01	15.53	3	1.89
6	f'c =280kg/cm2	553.87	521.82	8.25	3	6.73

Fuente: elaboración propia

Paso 3: Cálculo del "t" de tal

Hipótesis

Figura 23
"t" de tablas Hipótesis tipo 1



Elaboración: fuente propia

R.R. (Región de Rechazo) = $< -\infty ; -1.89 >$

R.A. (Región de Aceptación) = $[-1.89 ; \infty >$

Aceptación: Para la aceptación de la H_0 , el t (calculado) debe pertenecer a la región de aceptación (R.A.)

Tabla 47
Aceptación de Hipótesis (Wari, proceso B modificado)

CASO	Resistencia	t	t CONDICION
1	$f'_{cr} = 175 \text{ kg/cm}^2$	4.16	Aceptamos H_0
2	$f'_{cr} = 210 \text{ kg/cm}^2$	2.26	Aceptamos H_0
3	$f'_{cr} = 280 \text{ kg/cm}^2$	1.88	Aceptamos H_0
4	$f'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$	9.88	Aceptamos H_0
5	$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	1.89	Aceptamos H_0
6	$f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	6.73	Aceptamos H_0

Elaboración: fuente propia

Es así que estadísticamente el presente gráfico de predicción tiene una aceptación del 100%

4.2.4. COMPARATIVA DE ESPECÍMENES CON CEMENTO YURA 1P, CURADO ACELERADO MODIFICADO PROCESO B (VS) CURADO ESTÁNDAR 28 DÍAS

4.2.4.1. *Determinación de la ecuación de regresión*

4.2.4.1.1. *Regresión lineal*

Desarrollo de Cálculos:

Tabla 48
Desarrollo de cálculos de la regresión lineal (Yura, proceso B modificado)

n_{ij}	x_i	y_j	$x_i^2 * n_{ij}$	$y_j^2 * n_{ij}$	$x_i * y_j * n_{ij}$
1	269.45	572.80	72605.10	328098.95	154342.66
1	256.64	541.53	65862.38	293259.09	138977.49
1	251.85	520.51	63430.10	270930.02	131092.02
1	243.02	495.08	59058.72	245101.83	120313.76
1	239.68	466.67	57444.90	217782.29	111850.27
1	221.89	443.19	49233.69	196416.22	98337.66
1	215.23	425.36	46322.52	180928.56	91548.16
1	205.74	408.87	42327.58	167175.53	84119.77
1	203.07	385.87	41236.07	148898.12	78357.98
1	189.14	373.19	35772.68	139273.78	70584.67
1	190.53	325.02	36300.41	105640.39	61925.68
1	168.93	309.65	28538.47	95885.04	52310.73
1	166.12	278.82	27596.96	77740.07	46318.35
1	152.93	253.99	23386.57	64511.55	38842.03
1	137.22	229.29	18829.33	52573.46	31463.04
1	132.53	201.09	17565.08	40438.77	26651.65
1	120.19	185.78	14444.83	34512.37	22327.68
1	118.77	162.88	14107.10	26531.02	19346.21
1	109.31	154.82	11949.40	23968.68	16923.69
1	104.48	143.13	10915.37	20487.20	14954.11
1	101.28	133.02	10258.31	17694.25	13472.68
N	x_{prom}	y_{prom}	$\sum x_i^2 * n_{ij}$	$\sum y_j^2 * n_{ij}$	$\sum x_i * y_j * n_{ij}$
21	180.86	333.84	747185.6	2747847.18	1424060.31

Fuente: Elaboración propia

$$S_x^2 = \frac{\sum x_i^2 * n_{ij}}{N} - x_{prom}^2 = 2871.13$$

$$S_x = \sqrt{S_x^2} = 53.58$$

$$S_y^2 = \frac{\sum y_i^2 * n_{ij}}{N} - y_{prom}^2 = 19402.77$$

$$S_y = \sqrt{S_y^2} = 139.29$$

$$S_{xy} = \frac{\sum x_i * y_j * n_{ij}}{N} - x_{prom} * y_{prom} = 7435.76$$

Ecuación de
regresión lineal:

$$y = a + b * x$$

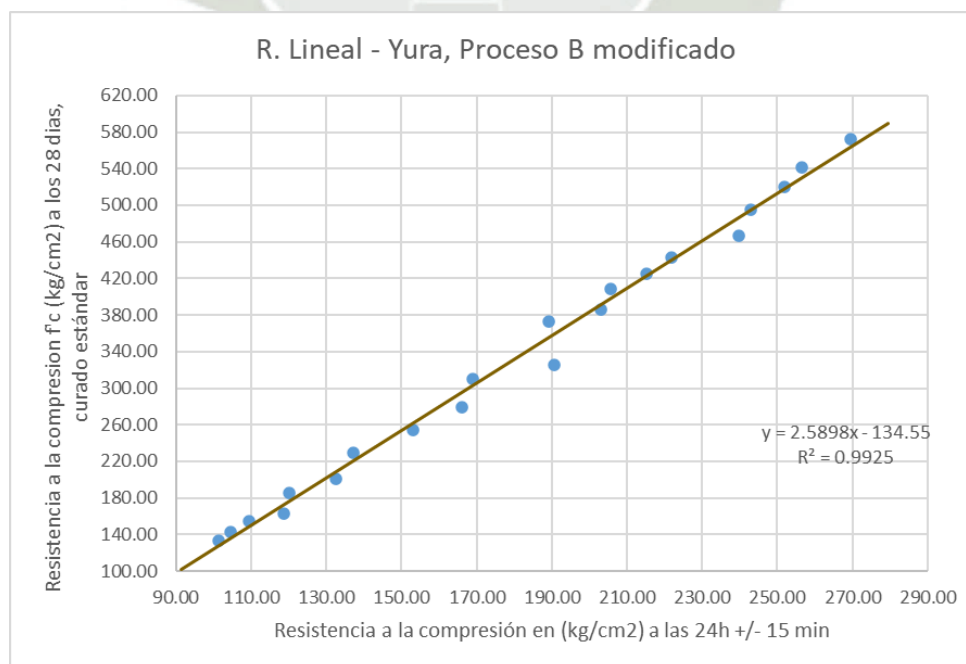
$$b = \frac{S_{xy}}{S_x^2} = 2.59$$

$$a = y_{prom} - b * x_{prom} = -134.55$$

$$r_{xy} = \frac{S_{xy}}{S_x * S_y} = 1.00$$

$$R^2 = r_{xy}^2 = 0.99$$

Figura 24
Regresión Lineal (Yura, proceso B modificado)



Fuente: Elaboración Propia

4.2.4.1.2. Regresión potencial

Cálculos

Tabla 49
Desarrollo de cálculos de la regresión potencial (Yura, proceso B modificado)

n_{ij}	X_i	Y_j	$x_i = \log X_i$	$y_i = \log Y_i$	$x_i^2 * n_{ij}$	$y_j^2 * n_{ij}$	$x_i * y_j * n_{ij}$
1	269.45	572.80	2.43	2.76	5.91	7.61	6.70
1	256.64	541.53	2.41	2.73	5.80	7.47	6.59
1	251.85	520.51	2.40	2.72	5.77	7.38	6.52
1	243.02	495.08	2.39	2.69	5.69	7.26	6.43
1	239.68	466.67	2.38	2.67	5.66	7.12	6.35
1	221.89	443.19	2.35	2.65	5.50	7.00	6.21
1	215.23	425.36	2.33	2.63	5.44	6.91	6.13
1	205.74	408.87	2.31	2.61	5.35	6.82	6.04
1	203.07	385.87	2.31	2.59	5.33	6.69	5.97
1	189.14	373.19	2.28	2.57	5.18	6.61	5.86
1	190.53	325.02	2.28	2.51	5.20	6.31	5.73
1	168.93	309.65	2.23	2.49	4.96	6.20	5.55
1	166.12	278.82	2.22	2.45	4.93	5.98	5.43
1	152.93	253.99	2.18	2.40	4.77	5.78	5.25
1	137.22	229.29	2.14	2.36	4.57	5.57	5.05
1	132.53	201.09	2.12	2.30	4.50	5.31	4.89
1	120.19	185.78	2.08	2.27	4.33	5.15	4.72
1	118.77	162.88	2.07	2.21	4.30	4.89	4.59
1	109.31	154.82	2.04	2.19	4.16	4.80	4.46
1	104.48	143.13	2.02	2.16	4.08	4.65	4.35
1	101.28	133.02	2.01	2.12	4.02	4.51	4.26
N			x_{prom}	y_{prom}	$\sum x_i^2 * n_{ij}$	$\sum y_j^2 * n_{ij}$	$\sum x_i^2 * y_j^2 * n_{ij}$
21			2.24	2.48	105.46	130.03	117.08

Fuente: Elaboración propia

$$S_x^2 = \frac{\sum x_i^2 * n_{ij}}{N} - x_{prom}^2 = 0.0185$$

$$S_x = \sqrt{S_x^2} = 0.1362$$

$$S_y^2 = \frac{\sum y_i^2 * n_{ij}}{N} - y_{prom}^2 = 0.0406$$

$$S_y = \sqrt{S_y^2} = 0.2015$$

$$S_{xy} = \frac{\sum x_i^2 * y_j^2 * n_{ij}}{N} - x_{prom} * y_{prom} = 0.0273$$

Ecuación de
regresión potencial:

$$y_p = a_p x_p^b$$

$$b = \frac{S_{xy}}{S_x^2} = 1.4740$$

$$a = y_{prom} - b * x_{prom} = -0.8168$$

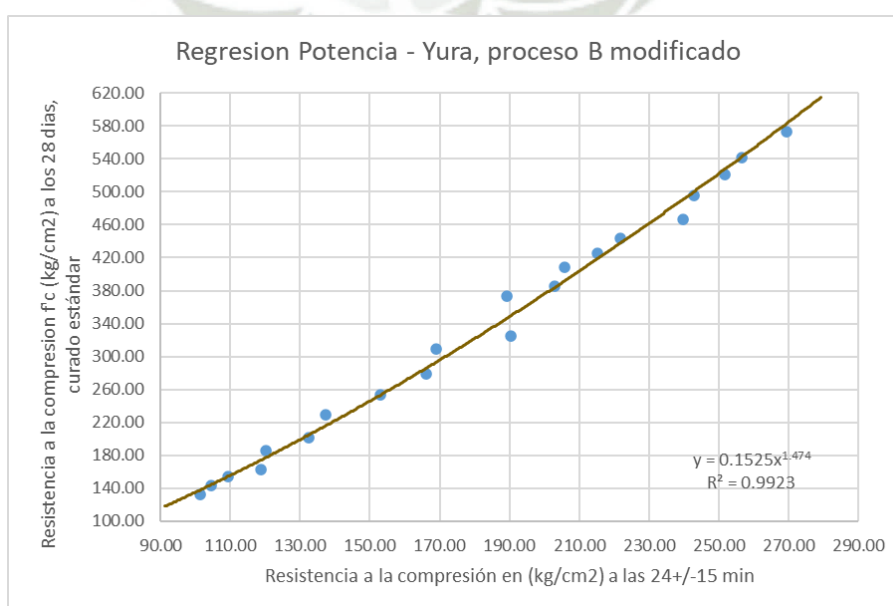
$$r_{xy} = \frac{S_{xy}}{S_x * S_y} = 0.9964$$

$$R^2 = r_{xy}^2 = 0.9928$$

$$a_p = 10^a = 0.1525$$

Figura 25

Regresión Potencial (Yura, proceso B modificado)



Fuente: Elaboración propia

4.2.4.1.3. *Regresión exponencial*

Cálculos

Tabla 50
Desarrollo de cálculos de la regresión exponencial (Yura, proceso B modificado)

n_{ij}	X_i	Y_j	$x_i = X_i$	$y_i = \ln Y_i$	$x_i^2 * n_{ij}$	$y_j^2 * n_{ij}$	$x_i * y_j * n_{ij}$
1	269.45	572.80	269.45	6.35	72605.10	40.33	1711.17
1	256.64	541.53	256.64	6.29	65862.38	39.62	1615.38
1	251.85	520.51	251.85	6.25	63430.10	39.12	1575.29
1	243.02	495.08	243.02	6.20	59058.72	38.50	1507.87
1	239.68	466.67	239.68	6.15	57444.90	37.77	1472.96
1	221.89	443.19	221.89	6.09	49233.69	37.14	1352.18
1	215.23	425.36	215.23	6.05	46322.52	36.64	1302.75
1	205.74	408.87	205.74	6.01	42327.58	36.16	1237.18
1	203.07	385.87	203.07	5.96	41236.07	35.47	1209.37
1	189.14	373.19	189.14	5.92	35772.68	35.07	1120.09
1	190.53	325.02	190.53	5.78	36300.41	33.45	1101.99
1	168.93	309.65	168.93	5.74	28538.47	32.90	968.91
1	166.12	278.82	166.12	5.63	27596.96	31.70	935.37
1	152.93	253.99	152.93	5.54	23386.57	30.66	846.80
1	137.22	229.29	137.22	5.43	18829.33	29.54	745.79
1	132.53	201.09	132.53	5.30	17565.08	28.13	702.93
1	120.19	185.78	120.19	5.22	14444.83	27.30	627.92
1	118.77	162.88	118.77	5.09	14107.10	25.94	604.92
1	109.31	154.82	109.31	5.04	11949.40	25.42	551.19
1	104.48	143.13	104.48	4.96	10915.37	24.64	518.60
1	101.28	133.02	101.28	4.89	10258.31	23.92	495.33
N			x_{prom}	y_{prom}	$\sum x_i^2 * n_{ij}$	$\sum y_j^2 * n_{ij}$	$\sum x_i^2 * y_j^2 * n_{ij}$
21			180.86	5.71	747185.59	689.41	22203.96

Fuente: Elaboración propia

$$S_x^2 = \frac{\sum x_i^2 * n_{ij}}{N} - x_{prom}^2 = 2871.13 \quad S_x = \sqrt{S_x^2} = 53.58$$

$$S_y^2 = \frac{\sum y_i^2 * n_{ij}}{N} - y_{prom}^2 = 0.22 \quad S_y = \sqrt{S_y^2} = 0.46$$

$$S_{xy} = \frac{\sum x_i^2 * y_j^2 * n_{ij}}{N} - x_{prom} * y_{prom} = 24.48$$

Ecuación de
regresión exponencial:

$$y_e = a_e e^{bx_e}$$

$$b = \frac{S_{xy}}{S_x^2} = 0.0085$$

$$a = y_{prom} - b * x_{prom} = 4.1686$$

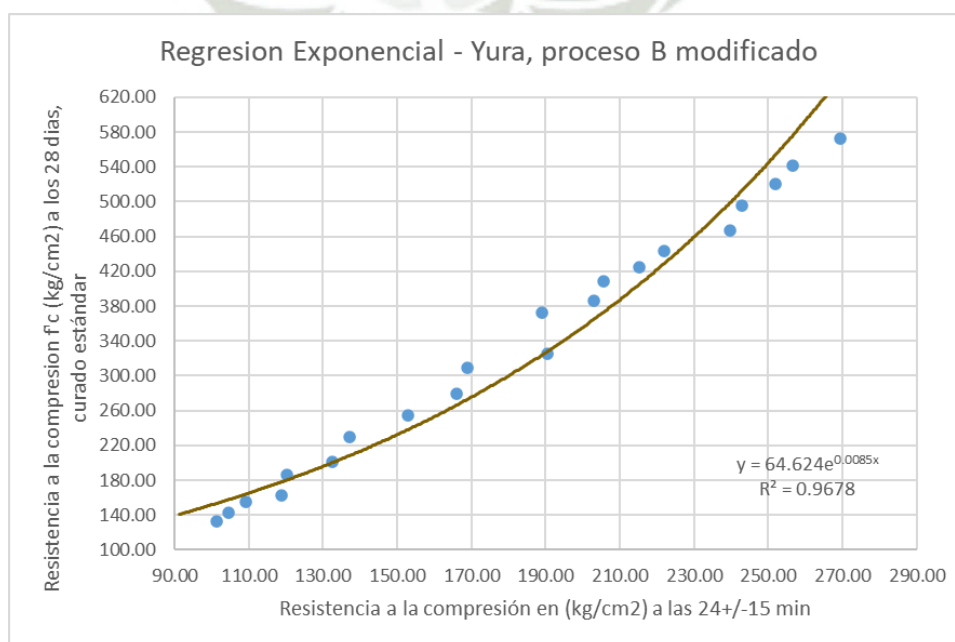
$$r_{xy} = \frac{S_{xy}}{S_x * S_y} = 0.9850$$

$$R^2 = r_{xy}^2 = 0.9703$$

$$a_e = e^a = 64.6237$$

Figura 26

Regresión Exponencial (Yura, proceso B modificado)



Fuente: Elaboración propia

4.2.4.1.4. Regresión logarítmica

Cálculos

Tabla 51
Desarrollo de cálculos de la regresión logarítmica (Yura, proceso B modificado)

n_{ij}	X_i	Y_j	$x_i = \ln X_i$	$y_j = Y_j$	$x_i^2 * n_{ij}$	$y_j^2 * n_{ij}$	$x_i * y_j * n_{ij}$
1	269.45	572.80	5.60	572.80	31.32	328098.95	3205.61
1	256.64	541.53	5.55	541.53	30.78	293259.09	3004.25
1	251.85	520.51	5.53	520.51	30.57	270930.02	2877.82
1	243.02	495.08	5.49	495.08	30.17	245101.83	2719.53
1	239.68	466.67	5.48	466.67	30.02	217782.29	2557.03
1	221.89	443.19	5.40	443.19	29.18	196416.22	2394.18
1	215.23	425.36	5.37	425.36	28.86	180928.56	2284.89
1	205.74	408.87	5.33	408.87	28.37	167175.53	2177.89
1	203.07	385.87	5.31	385.87	28.23	148898.12	2050.35
1	189.14	373.19	5.24	373.19	27.48	139273.78	1956.46
1	190.53	325.02	5.25	325.02	27.56	105640.39	1706.31
1	168.93	309.65	5.13	309.65	26.31	95885.04	1588.37
1	166.12	278.82	5.11	278.82	26.14	77740.07	1425.53
1	152.93	253.99	5.03	253.99	25.30	64511.55	1277.57
1	137.22	229.29	4.92	229.29	24.22	52573.46	1128.47
1	132.53	201.09	4.89	201.09	23.88	40438.77	982.71
1	120.19	185.78	4.79	185.78	22.93	34512.37	889.69
1	118.77	162.88	4.78	162.88	22.82	26531.02	778.13
1	109.31	154.82	4.69	154.82	22.04	23968.68	726.75
1	104.48	143.13	4.65	143.13	21.61	20487.20	665.42
1	101.28	133.02	4.62	133.02	21.33	17694.25	614.27
N			x_{prom}	y_{prom}	$\sum x_i^2 * n_{ij}$	$\sum y_j^2 * n_{ij}$	$\sum x_i^2 * y_j^2 * n_{ij}$
21			5.15	333.84	559.14	2747847.18	37011.21

Fuente: Elaboración propia

$$S_x^2 = \frac{\sum x_i^2 * n_{ij}}{N} - x_{prom}^2 = 0.10$$

$$S_x = \sqrt{S_x^2} = 0.31$$

$$S_y^2 = \frac{\sum y_i^2 * n_{ij}}{N} - y_{prom}^2 = 19402.77$$

$$S_y = \sqrt{S_y^2} = 139.29$$

$$S_{xy} = \frac{\sum x_i^2 * y_j^2 * n_{ij}}{N} - x_{prom} * y_{prom} = 43.03$$

Ecuación de
regresion potencial:

$$y = a + b * \ln(x)$$

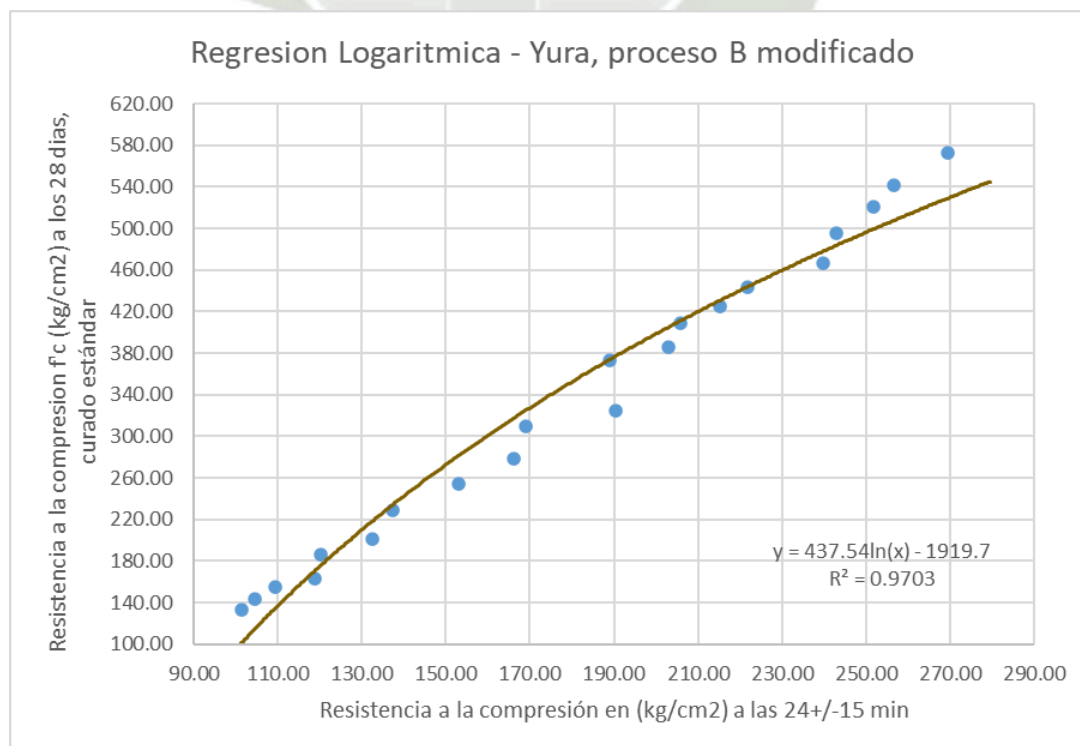
$$b = \frac{S_{xy}}{S_x^2} = 437.5408$$

$$a = y_{prom} - b * x_{prom} = -1919.6975$$

$$r_{xy} = \frac{S_{xy}}{S_x * S_y} = 0.9850$$

$$R^2 = r_{xy}^2 = 0.9703$$

Figura 27
Regresión Logarítmica (Yura, proceso B modificado)



Fuente: Elaboración propia

4.2.4.1.5. Elección de la regresión a utilizar

En la siguiente tabla se resumen los coeficientes de determinación en los diferentes tipos de regresión

Tabla 52
Resumen de los coeficientes de determinación para los diferentes tipos de regresión

Tipo R2	Valor
R ² lineal:	0.99
R ² potencial:	0.99
R ² exponencial:	0.97
R ² logaritmico:	0.97

Fuente: Elaboración propia

Según los criterios explicados en 4.2.1.1, elegimos la regresión lineal para hacer los cálculos de la banda de confianza, puesto que es mayor al 90%, además de ser el tipo de regresión que recomienda la NTP 339.213.2007 y de ser la regresión con el mayor coeficiente de determinación.

4.2.4.2. Cálculos y gráfica de la banda de confianza al 90% de confianza

Tabla 53
Desarrollo del cálculo para la determinación del ancho medio de la banda de confianza (yura, proceso B modificado)

n	Xi resistencia acelerada	Yi (C.E.) resistencia 28 días	$(X_i - X_{prom})^2$	$(Y_i - Y_{prom})^2$	$(X_i - X_{prom}) * (Y_i - Y_{prom})$	$Y_{estimado}$	W_i	Límite inferior	Límite superior
1	269.45	572.80	7849.37	57102.97	21171.26	563.29	12.20	551.09	575.49
1	256.64	541.53	5742.61	43138.08	15739.28	530.09	10.94	519.16	541.03
1	251.85	520.51	5040.53	34846.60	13253.12	517.71	10.48	507.22	528.19
1	243.02	495.08	3864.28	25998.55	10023.26	494.83	9.67	485.16	504.50
1	239.68	466.67	3459.79	17645.02	7813.33	486.17	9.38	476.79	495.55
1	221.89	443.19	1683.46	11957.81	4486.70	440.10	7.95	432.14	448.05
1	215.23	425.36	1181.30	8375.92	3145.54	422.85	7.50	415.35	430.35
1	205.74	408.87	619.01	5630.12	1866.85	398.27	6.96	391.31	405.23
1	203.07	385.87	493.28	2707.77	1155.73	391.36	6.84	384.52	398.19
1	189.14	373.19	68.56	1548.98	325.88	355.28	6.39	348.89	361.67
1	190.53	325.02	93.51	77.67	-85.22	358.88	6.42	352.46	365.30
1	168.93	309.65	142.17	584.86	288.35	302.96	6.47	296.49	309.43
1	166.12	278.82	217.07	3026.97	810.60	295.68	6.55	289.13	302.23
1	152.93	253.99	780.08	6375.34	2230.09	261.50	7.12	254.38	268.62
1	137.22	229.29	1904.16	10930.27	4562.12	220.83	8.14	212.68	228.97
1	132.53	201.09	2335.14	17620.71	6414.58	208.69	8.50	200.18	217.19
1	120.19	185.78	3680.85	21922.32	8982.91	176.71	9.54	167.17	186.25
1	118.77	162.88	3854.34	29225.09	10613.36	173.05	9.66	163.39	182.72
1	109.31	154.82	5118.45	32047.70	12807.60	148.55	10.53	138.02	159.09
1	104.48	143.13	5833.90	36367.80	14565.93	136.03	11.00	125.03	147.02
1	101.28	133.02	6331.92	40327.55	15979.69	127.76	11.31	116.45	139.06

Fuente: Elaboración propia

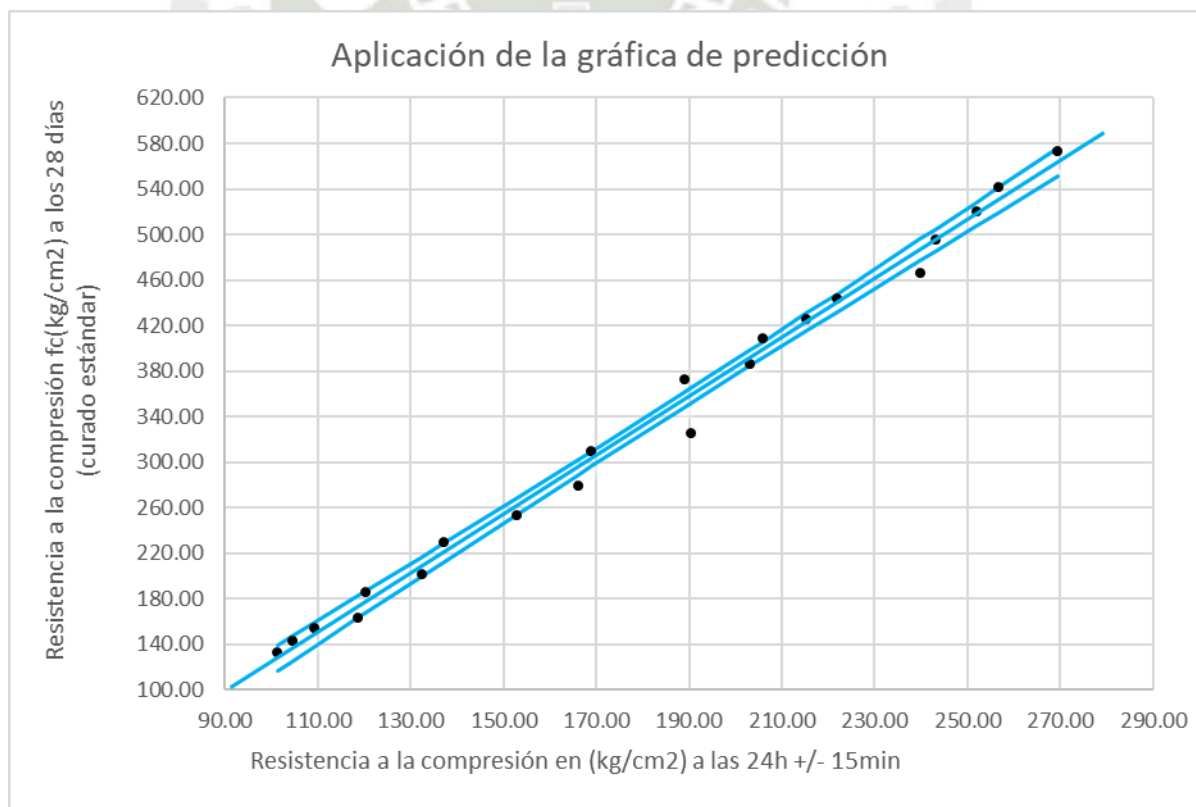
$n = 21.00$
 $X_{prom} = 180.86$
 $Y_{prom} = 333.84$
 $S_{xx} = 60293.78$
 $S_{yy} = 407458.10$
 $S_{xy} = 156150.97$
 $Se = 12.68$

$a = -134.55$
 $b = 2.59$
 al 90%
 $\alpha = 0.10$
 $F1 = 2.606$

v1	v2 = n-2
2	19.00

Con los datos obtenidos de la tabla anterior, se procedió a elaborar la siguiente figura:

Figura 28
Bandas de confianza al 90 % de confianza (Yura, proceso B modificado)



Fuente: Elaboración propia

Descripción de la figura 29:

- A la figura 29 también se le llama gráfica de predicción, para su respectivo caso.
- La línea recta celeste, representa la regresión que en el presente caso es lineal.

- La línea curva celeste por encima de la recta de regresión, representa el límite superior de la banda de confianza al 90 % de confianza.
- La línea curva celeste por debajo de la recta de regresión, representa el límite inferior de la banda de confianza al 90 % de confianza.
- Los puntos de color negro, son los puntos obtenidos en el laboratorio mediante curado estándar, para la elaboración de las bandas de confianza al 90 % de confianza.

4.2.4.3. Aplicación y comprobación de la gráfica de predicción

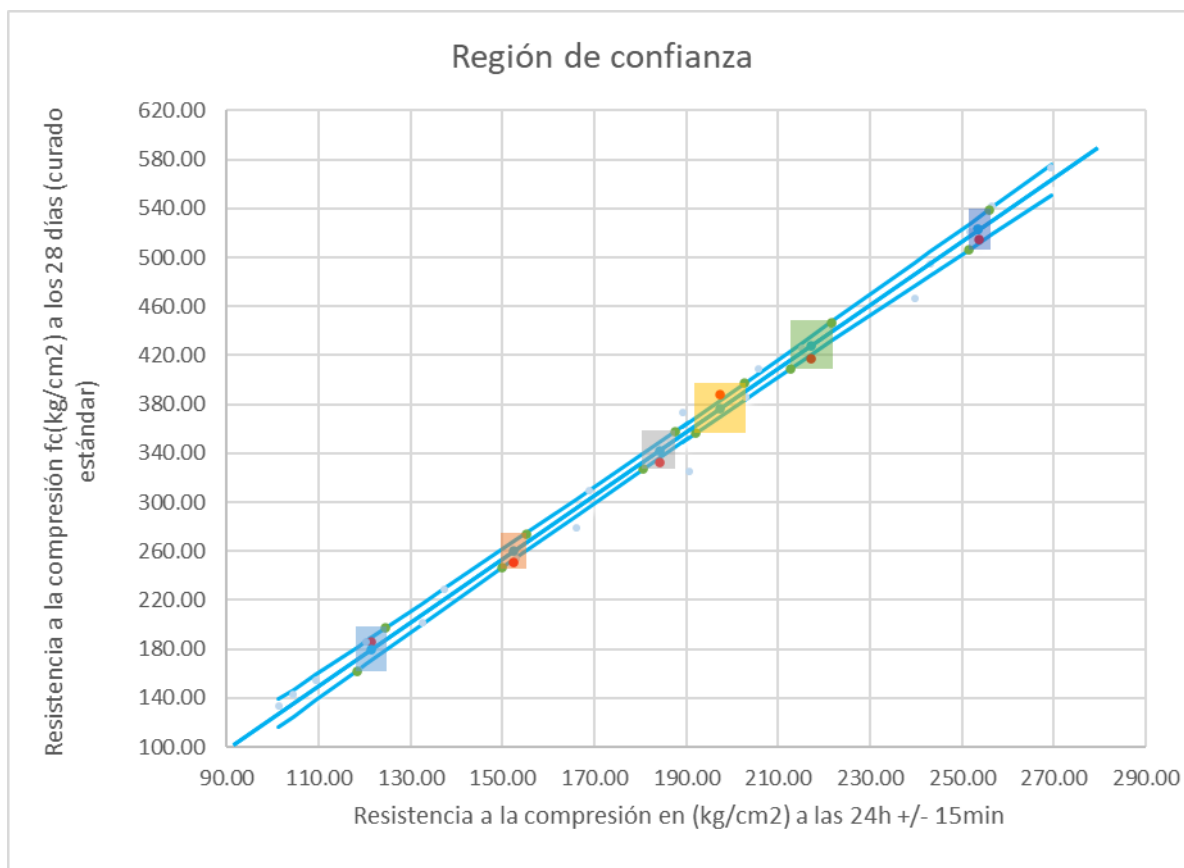
Tabla 54

Cálculos para la aplicación de las gráficas de predicción (Yura, proceso B modificado)

Resistencia	Yi verificación 28 días	Xi resistencia acelerada	Error de resistencia acel	Xi + Error (Lim. Sup)	Xi - Error (Lim. Inf.)	Y (predecido) Curado Estándar	Wi Curado Estándar	Y estándar Lim. Sup. (kg/cm2)	Y estándar Lim. Inf. (kg/cm2)
f _{cr} =175kg/cm2	186.15	121.44	3.14			179.97	9.43		
				124.58		188.10	9.16	197.25	
					118.30	171.84	9.71		162.13
f _{cr} =210kg/cm2	251.04	152.51	2.64			260.43	7.14		
				155.15		267.27	7.00	274.28	
					149.87	253.59	7.29		246.29
f _{cr} =280kg/cm2	388.21	197.30	5.36			376.42	6.61		
				202.66		390.30	6.82	397.12	
					191.94	362.55	6.45		356.10
f _c =175kg/cm2	332.29	184.13	3.40			342.32	6.33		
				187.54		351.14	6.36	357.50	
					180.73	333.51	6.31		327.19
f _c =210kg/cm2	417.73	217.16	4.35			427.86	7.63		
				221.51		439.12	7.93	447.05	
					212.81	416.60	7.35		409.24
f _c =280kg/cm2	514.49	253.71	2.18			522.51	10.66		
				255.89		528.16	10.87	539.03	
					251.53	516.86	10.45		506.41

Fuente: Elaboración propia

Figura 29
Aplicación de la gráfica de predicción (yura, proceso B modificado)



Elaboración: fuente propia

- Los puntos de color celeste claro son los puntos de los vaciados para la elaboración de la gráfica de predicción del presente caso.
- La línea recta celeste es la regresión lineal en el presente caso.
- Las 2 rectas celestes y curvas, por encima y debajo de la recta de regresión lineal son la banda de confianza al 90% de confianza en el presente caso.
- Los puntos de color verde son los puntos del intervalo de confianza para cada punto de comprobación en el presente caso.
- Los puntos de color celeste son la proyección del promedio de los ensayos de resistencia acelerada de los puntos de comprobación, en la recta de regresión para el presente caso.
- La región sombreada de diferentes colores son las regiones de confianza

- Los puntos de color rojo son los ensayos de comprobación que se hicieron en la casa del Tesista Giancarlo, los cuales se pueden observar que están dentro de las regiones de confianza

4.2.4.3.1. Análisis estadístico para la comprobación de la gráfica de predicción

Paso 1: Definición de hipótesis

Hipótesis tipo desigualdades:

$$H_0: \mu \geq \mu_0$$

$$H_1: \mu < \mu_0$$

El promedio de las resistencias a los 28 días de los ensayos de comprobación es mayor o igual a la resistencia estimada en el límite inferior de la banda de confianza

Nivel de Significancia: $\alpha = 0.10$

$$\text{Estadística de prueba: } t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{S/\sqrt{n}}$$

Paso 2: Cálculo de t calculado

Tabla 55
Cálculo del "t" calculado (Yura, proceso B modificado)

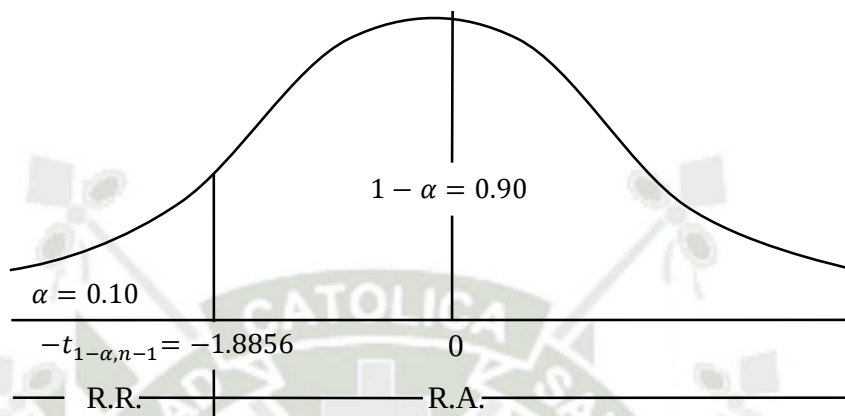
CASO	Resistencia	$\bar{X}$	μ_0	S	n	t
1	f'cr =175kg/cm2	186.15	162.13	5.01	3	8.30
2	f'cr =210kg/cm2	251.04	246.29	7.42	3	1.11
3	f'cr =280kg/cm2	388.21	356.10	10.75	3	5.17
4	f'c =175kg/cm2	332.29	327.19	7.83	3	1.13
5	f'c =210kg/cm2	417.73	409.24	5.74	3	2.56
6	f'c =280kg/cm2	514.49	506.41	4.80	3	2.91

Fuente: elaboración propia

Paso 3: Cálculo del "t" de tal

Hipótesis

Figura 30
"t" de tablas Hipótesis tipo 1



Elaboración: fuente propia

R.R. (Región de Rechazo) = $< -\infty ; -1.89 >$

R.A. (Región de Aceptación) = $[-1.89 ; \infty >$

Aceptación: Para la aceptación de la H_0 , el t (calculado) debe pertenecer a la región de aceptación (R.A.)

Tabla 56
Aceptación de Hipótesis (Yura, proceso B modificado)

CASO	Resistencia	t	CONDICION
1	$f'_{cr} = 175 \text{ kg/cm}^2$	8.30	Aceptamos H_0
2	$f'_{cr} = 210 \text{ kg/cm}^2$	1.11	Aceptamos H_0
3	$f'_{cr} = 280 \text{ kg/cm}^2$	5.17	Aceptamos H_0
4	$f'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$	1.13	Aceptamos H_0
5	$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	2.56	Aceptamos H_0
6	$f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	2.91	Aceptamos H_0

Elaboración: fuente propia

Es así que estadísticamente el presente gráfico de predicción tiene una aceptación del 100%

CONCLUSIONES

- a. Se implementaron satisfactoriamente, los dos métodos de curado acelerado modificado (proceso A y B) establecidos en la NTP 339.21 al adicionarles aditivo SikaRapid 1, pudiéndose predecir la resistencia a la compresión a los 28 días en todos los casos, en la ciudad de Arequipa.
- b. Se concluye que, para todos los casos, que con los métodos A y B modificados se generan gráficas de predicción confiables.
- c. Se determinó que en las gráficas de predicción existen correlaciones lineal, potencial, exponencial, logarítmica, pero al evaluarlas por su coeficiente de determinación se concluye que la mejor correlación es de tipo lineal para todos los casos.
- d. En todos los casos, las probetas de concreto vaciadas sin curado acelerado, al ser sometidas 1 día después a la rotura, no presentaron un valor de resistencia, por lo que se concluye que el curado acelerado es vital para que las probetas adquieran resistencia al día siguiente del vaciado.
- e. Según los ensayos de consistencia, para todos los casos, el porcentaje de aditivo acelerante respecto al cemento, con el que se presenta poca variación en el fraguado final es de 2%.
- f. Los 2 tipos de cemento presentan predicciones de la resistencia del concreto al 100%, por lo que se concluye que no depende del tipo de cemento para hacer una mejor predicción.

RECOMENDACIONES

- a. Se recomienda continuar estudios sobre el control de calidad de resistencia a los 28 días en base a métodos acelerados intentando mejorar estos métodos
- b. Se recomienda para un futuro estudio hacer una comparación entre gráficas de predicción obtenidas por los métodos A y B (vs) gráficas de predicción obtenidas por los métodos A y B modificados.
- c. Se recomienda estar muy al pendiente de la máquina de curado acelerado, puesto que se tiene que ser minucioso para controlar los tiempos.
- d. Se recomienda que para hacer la predicción de la resistencia del concreto en gráficas de predicción se tome el valor inferior por motivos de seguridad.
- e. Se recomienda que, para estimar el potencial de resistencia a los 28 días mediante métodos acelerados para el control de calidad, este estudio inicie por lo menos 1 mes antes, utilizando el agregado que se dispondrá en obra y que las dosificaciones con las que se hagan estos ensayos, sean las mismas con las que se hagan en obra

REFERENCIA

- Abanto Castillo, F. (2009). *TECNOLOGIA DEL CONCRETO (Teoría y problemas)*. Lima: San Marcos E.I.R.L.
- Alva Cáceres, R. (2013). Experiencia de Implementación en laboratorio de la norma NTP 339.213 para el curado acelerado de probetas de concreto mediante uso de agua hirviendo. *(Tesis de título profesional)*. Universidad de Piura, Piura.
- American Concrete Institute (ACI 214 R). (2002). Evaluation of Strength Test Results of Concrete (ACI 214 R). EEUU: American Concrete Institute.
- American Concrete Institute. (1991). Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete (ACI 211.1-91). EEUU: American Concrete Institute.
- Apaza Choquemamani, L., & Condori Cuchuyrumi, L. A. (2020). Influencia del curado acelerado en la predicción de la resistencia del concreto con aditivos. *(Tesis de título profesional)*. Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa.
- ASTM C 231. (2014). Método de Ensayo Normalizado de Contenido de Aire del Concreto Recién Mezclado Mediante el Método por Presión. *ASTM C 231*. USA: ASTM.
- Cardenas Lopez, A. E., & Huillcañahui Taco, I. (2021). Influencia de las condiciones de curado en la predicción de la resistencia del concreto utilizando métodos acelerados. *(Tesis de título profesional)*. Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa.
- Córdova Zamora, M. (2003). *ESTADISTICA Descriptiva e inferencial, Aplicaciones*. Lima: MOSHERA S.R.L.
- Cruzado Ruiz, J. (2018). Efecto de la aplicación de curado acelerado en la resistencia a la compresión de especímenes de concreto utilizando el método de la NTP 339.213, año 2015. *(Tesis de título profesional)*. Universidad Privada del Norte, Cajamarca.

- Del Carpio Tejada, O. M. (2016). Implementación del sistema de curado acelerado para la optimización de diseños de mezcla de concreto, estimando resistencia a edades mayores, en la ciudad de Arequipa. (*Tesis de título profesional*). Universidad Católica de Santa María, Arequipa.
- El Comercio. (15 de 01 de 2019). *El Comercio*. Obtenido de <https://elcomercio.pe/economia/construccion-liderara-crecimiento-pbi-2019-estima-ccl-noticia-nndc-597704>
- Kosmatka, H., S., Kerkhoff, B., Panarese, C., W., & Tanesi, J. (2004). *Diseño y Control de Mezclas de Concreto*. Illinois, Skokie, EE.UU.: Portland Cement Association.
- M. Neville, A. (2013). *Tecnología del concreto*. Ciudad de México: M. en A. Soledad Moliné Venanzi.
- Manuel Mena Ferrer, C. J. (1995). *PRUEBA DE RESISTENCIA ACELERADA DEL CONCRETO, Método con aditivo acelerante y curado adiabático*. Ciudad de Mexico: UNAM.
- NTP 334.009. (2016). CEMENTOS. Cemento Pórtland. Requisitos. *Norma Técnica Peruana*.
- NTP 339.034. (2008). HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. *Norma Técnica Peruana*.
- NTP 339.035. (2009). HORMIGON (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland. *Norma Técnica Peruana*.
- NTP 339.088. (2014). REQUISITOS DE CALIDAD DEL AGUA PARA EL CONCRETO. *Norma técnica peruana*.
- NTP 339.185. (2013). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. *Norma técnica peruana*.

NTP 339.213. (2015). HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para elaboración, curado acelerado y ensayo en compresión de especímenes de concreto. *Norma Técnica Peruana*, 37.

NTP 400.011. (2008). AGREGADOS. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concreto). *Norma Técnica Peruana*, 2-12.

NTP 400.012. (2001). Agregados. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. *Norma Técnica Peruana*.

NTP 400.017. (2011). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitatio") y los vacíos en los agregados. *Norma técnica peruana*.

NTP 400.018. (2002). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 μm (N° 200) por lavado en agregados. *Norma técnica peruana*.

NTP 400.018. (2002). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 μm (N°200) por lavado en agregados. *Norma técnica peruana*.

NTP 400.021. (2002). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso. *Norma técnica peruana*.

NTP 400.022. (2002). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino. *Norma técnica peruana*.

NTP 400.037. (2014). AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto. *Norma Técnica Peruana*.

Pasquel Carbajal, E. (1998). *Tópicos de Tecnología del concreto en el Perú*. Lima: Hozlo.

Ramirez Bencosme, M. (8 de 2011). *Arquitectura21.com*. Obtenido de <https://www.arquitectura21.com/2011/08/peso-volumetrico-del-concreto.html>

Sika Perú S.A. (19 de 11 de 2014). Building trust Sika. *Sika Aer*. Lima, Lima, Perú: Sika Perú S.A.

Torre Carrillo, A. (2004). *Curso Básico de Tecnología de Concreto*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.

UNICON. (s.f.). *AGREGADOS PARA CONCRETO - UNICON*. Obtenido de <http://www.unicon.com.pe/repositorioaps/0/0/jer/prodagre/files/FichaTecnicaAgregadosparaConcretoUNICON.pdf>

Yura. (2019). *Yura*. Obtenido de <https://www.yura.com.pe/wp-content/uploads/2019/03/Ficha-tecnica-IP-2019.pdf>

Zorrilla Rodríguez, C. E. (2018). Estudio de la Influencia del curado acelerado del concreto para un $f'c=280$ kg/cm². (*Tesis de título profesional*). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca.

ANEXOS

ANEXO A: MÁQUINA DE CURADO ACELERADO

A.2 Instrucciones del uso de la caja de control

- a) Mover el interruptor de giro a la posición de ON para activar el sistema.
- b) Mover el interruptor de palanca color azul a modo automático y el interruptor de palanca color verde a modo OFF.
- c) Programar en el pirómetro la temperatura a la cual el agua deberá de llegar y mantenerse constante.
- d) Abrir el tablero y programar en el temporizador el día y la hora en que queramos que el pirómetro se active y empiece a funcionar.
- e) Mover el interruptor de giro a la posición de OFF, de esta manera desactivaremos el sistema, sin embargo, este se activará el día y la hora programada en el temporizador y el pirómetro empezará a funcionar mediante encendido y apagado.
- f) Si deseamos calentar el agua sin emplear el pirómetro, es decir, sin controlar la temperatura, debemos mover el interruptor de palanca color azul a modo MANUAL y el interruptor de palanca color verde a modo ON.
- g) El modo MANUAL resulta útil, ya que las resistencias no se prenden y apagan, sino que están siempre prendidas, sin embargo, hay que estar al tanto para que no supere la temperatura requerida, por ello, es recomendable activar la alarma, esta se programa en el mismo pirómetro, y es independiente del modo en que se encuentre el interruptor de palanca color azul, de esta forma, cuando la temperatura del agua llega a la medida programada, la alarma suena.
- h) Aparte tenemos tres focos de luz circulares, el color rojo se prende cuando la alarma se activa, el color amarillo se enciende cuando las resistencias están inactivas, y el color verde se enciende cuando las resistencias están funcionando.

i) De todas formas, en nuestro tablero hemos colocado instrucciones de uso si es que desean emplearlo desde luego.

ANEXO B: CALCULO DE LOS DISEÑOS DE MEZCLAS

B.1 DISEÑO DE MEZCLAS A/C = 0.42 CEMENTO YURA

Relación a/c = 0.42

Paso 1 :	TMN =	3/4"	
Paso 2 :	Asentamiento =	3" a 4"	
Paso 3 :	Volumen Unitario de agua =	205	L/m3
Paso 4 :	Contenido de aire atrapado =	2	%
Paso 5 :	Relación agua/cemento =	0.42	
Paso 6 :	Factor cemento =	488.095	kg/m3
Paso 7 :	Volumen de A.G. por unidad de concreto =	0.6014	
	A.G. en peso seco =	968.254	kg/m3
	Peso del A.G.S.S.S. =	976.939	kg/m3
Paso 8 :	Volúmenes Absolutos		
	Volumen de cemento =	0.171	m3
	Volumen de agua =	0.205	m3
	Volumen de aire =	0.02	m3
	Volumen de A.G. =	0.356	m3
	Volumen total =	0.752	m3
Paso 9 :	Contenido de Agregado Fino		
	Volumen de A. F. =	0.248	m3
	Peso de A.F. =	627.44	kg
Paso 10 :	Valores de diseño de mezcla para materiales SSS		
	Cemento =	488.095	kg/m3
	Agua =	205	L/m3
	A.F. seco =	627.44	kg/m3
	A.G. seco =	976.939	kg/m3
Paso 11 :	Corrección por humedad del agregado :		
	Cemento =	488.095	kg/m3
	Agua efectiv	219.856	L/m3
	AF húmedo :	619.911	kg/m3
	AG húmedo	969.612	kg/m3
Paso 12 :	Peso de los materiales para vaciado		
	Cantidad de concreto =	0.0066	m3
	Cemento =	3.22	kg
	A.F. =	4.09	kg
	A.G. =	6.40	kg
	Agua =	1.45	L

B.2 DISEÑO DE MEZCLAS A/C = 0.44 CEMENTO YURA

Relación a/c = 0.44

Paso 1 :	TMN =	3/4"	
Paso 2 :	Asentamiento =	3" a 4"	
Paso 3 :	Volumen Unitario de agua =	205	L/m ³
Paso 4 :	Contenido de aire atrapado =	2	%
Paso 5 :	Relación agua/cemento =	0.44	
Paso 6 :	Factor cemento =	465.909	kg/m ³
Paso 7 :	Volumen de A.G. por unidad de concreto =	0.6014	
	A.G. en peso seco =	968.254	kg/m ³
	Peso del A.G.S.S.S. =	976.939	kg/m ³
Paso 8 :	Volúmenes Absolutos		
	Volumen de cemento =	0.163	m ³
	Volumen de agua =	0.205	m ³
	Volumen de aire =	0.02	m ³
	Volumen de A.G. =	0.356	m ³
	Volumen total =	0.744	m ³
Paso 9 :	Contenido de Agregado Fino		
	Volumen de A. F. =	0.256	m ³
	Peso de A.F. =	647.68	kg
Paso 10 :	Valores de diseño de mezcla para materiales SSS		
	Cemento =	465.909	kg/m ³
	Agua =	205	L/m ³
	A.F. seco =	647.68	kg/m ³
	A.G. seco =	976.939	kg/m ³
Paso 11 :	Corrección por humedad del agregado :		
	Cemento =	465.909	kg/m ³
	Agua efectiv	220.099	L/m ³
	AF húmedo :	639.908	kg/m ³
	AG húmedo	969.612	kg/m ³
Paso 12 :	Peso de los materiales para vaciado		
	Cantidad de concreto =	0.0066	m ³
	Cemento =	3.07	kg
	A.F. =	4.22	kg
	A.G. =	6.40	kg
	Agua =	1.45	L

B.3 DISEÑO DE MEZCLAS A/C = 0.46 CEMENTO YURA

Relación a/c = 0.46

Paso 1 :	TMN =	3/4"		
Paso 2 :	Asentamiento =	3" a 4"		
Paso 3 :	Volumen Unitario de agua =	205	L/m3	
Paso 4 :	Contenido de aire atrapado =	2	%	
Paso 5 :	Relación agua/cemento =	0.46		
Paso 6 :	Factor cemento =	445.652	kg/m3	
Paso 7 :	Volumen de A.G. por unidad de concreto =	0.6014		
	A.G. en peso seco =	968.254	kg/m3	
	Peso del A.G.S.S.S. =	976.939	kg/m3	
Paso 8 :	Volúmenes Absolutos			
	Volumen de cemento =	0.156	m3	
	Volumen de agua =	0.205	m3	
	Volumen de aire =	0.02	m3	
	Volumen de A.G. =	0.356	m3	
	Volumen total =	0.737	m3	
Paso 9 :	Contenido de Agregado Fino			
	Volumen de A. F. =	0.263	m3	
	Peso de A.F. =	665.39	kg	
Paso 10 :	Valores de diseño de mezcla para materiales SSS			
	Cemento =	445.652	kg/m3	
	Agua =	205	L/m3	
	A.F. seco =	665.39	kg/m3	
	A.G. seco =	976.939	kg/m3	
Paso 11 :	Corrección por humedad del agregado :			
	Cemento =	445.652	kg/m3	
	Agua efectiv	220.312	L/m3	
	AF húmedo :	657.405	kg/m3	
	AG húmedo	969.612	kg/m3	
Paso 12 :	Peso de los materiales para vaciado			
	Cantidad de concreto =	0.0066	m3	
	Cemento =	2.94	kg	
	A.F. =	4.34	kg	
	A.G. =	6.40	kg	
	Agua =	1.45	L	

B.4 DISEÑO DE MEZCLAS A/C = 0.48 CEMENTO YURA

Relación a/c = 0.48

Paso 1 :	TMN =	3/4"	
Paso 2 :	Asentamiento =	3" a 4"	
Paso 3 :	Volumen Unitario de agua =	205	L/m3
Paso 4 :	Contenido de aire atrapado =	2	%
Paso 5 :	Relación agua/cemento =	0.48	
Paso 6 :	Factor cemento =	427.083	kg/m3
Paso 7 :	Volumen de A.G. por unidad de concreto =	0.6014	
	A.G. en peso seco =	968.254	kg/m3
	Peso del A.G.S.S.S. =	976.939	kg/m3
Paso 8 :	Volúmenes Absolutos		
	Volumen de cemento =	0.15	m3
	Volumen de agua =	0.205	m3
	Volumen de aire =	0.02	m3
	Volumen de A.G. =	0.356	m3
	Volumen total =	0.731	m3
Paso 9 :	Contenido de Agregado Fino		
	Volumen de A. F. =	0.269	m3
	Peso de A.F. =	680.57	kg
Paso 10 :	Valores de diseño de mezcla para materiales SSS		
	Cemento =	427.083	kg/m3
	Agua =	205	L/m3
	A.F. seco =	680.57	kg/m3
	A.G. seco =	976.939	kg/m3
Paso 11 :	Corrección por humedad del agregado :		
	Cemento =	427.083	kg/m3
	Agua efectiv	220.494	L/m3
	AF húmedo :	672.403	kg/m3
	AG húmedo	969.612	kg/m3
Paso 12 :	Peso de los materiales para vaciado		
	Cantidad de concreto =	0.0066	m3
	Cemento =	2.82	kg
	A.F. =	4.44	kg
	A.G. =	6.40	kg
	Agua =	1.46	L

B.5 DISEÑO DE MEZCLAS A/C = 0.50 CEMENTO YURA

Relación a/c = 0.5

Paso 1 : TMN = 3/4"

Paso 2 : Asentamiento = 3" a 4"

Paso 3 : Volumen Unitario de agua = 205 L/m³

Paso 4 : Contenido de aire atrapado = 2 %

Paso 5 : Relación agua/cemento = 0.5

Paso 6 : Factor cemento = 410 kg/m³

Paso 7 : Volumen de A.G. por unidad de concreto = 0.6014

A.G. en peso seco = 968.254 kg/m³

Peso del A.G.S.S.S. = 976.939 kg/m³

Paso 8 : Volúmenes Absolutos

Volumen de cemento = 0.144 m³

Volumen de agua = 0.205 m³

Volumen de aire = 0.02 m³

Volumen de A.G. = 0.356 m³

Volumen total = 0.725 m³

Paso 9 : Contenido de Agregado Fino

Volumen de A. F. = 0.275 m³

Peso de A.F. = 695.75 kg

Paso 10 : Valores de diseño de mezcla para materiales SSS

Cemento = 410 kg/m³

Agua = 205 L/m³

A.F. seco = 695.75 kg/m³

A.G. seco = 976.939 kg/m³

Paso 11 : Corrección por humedad del agregado :

Cemento = 410 kg/m³

Agua efectiv 220.676 L/m³

AF húmedo : 687.401 kg/m³

AG húmedo 969.612 kg/m³

Paso 12 : Peso de los materiales para vaciado

Cantidad de concreto = 0.0066 m³

Cemento = 2.71 kg

A.F. = 4.54 kg

A.G. = 6.40 kg

Agua = 1.46 L

B.6 DISEÑO DE MEZCLAS A/C = 0.52 CEMENTO YURA

Relación a/c = 0.52

Paso 1 :	TMN =	3/4"	
Paso 2 :	Asentamiento =	3" a 4"	
Paso 3 :	Volumen Unitario de agua =	205	L/m ³
Paso 4 :	Contenido de aire atrapado =	2	%
Paso 5 :	Relación agua/cemento =	0.52	
Paso 6 :	Factor cemento =	394.231	kg/m ³
Paso 7 :	Volumen de A.G. por unidad de concreto =	0.6014	
	A.G. en peso seco =	968.254	kg/m ³
	Peso del A.G.S.S.S. =	976.939	kg/m ³
Paso 8 :	Volúmenes Absolutos		
	Volumen de cemento =	0.138	m ³
	Volumen de agua =	0.205	m ³
	Volumen de aire =	0.02	m ³
	Volumen de A.G. =	0.356	m ³
	Volumen total =	0.719	m ³
Paso 9 :	Contenido de Agregado Fino		
	Volumen de A. F. =	0.281	m ³
	Peso de A.F. =	710.93	kg
Paso 10 :	Valores de diseño de mezcla para materiales SSS		
	Cemento =	394.231	kg/m ³
	Agua =	205	L/m ³
	A.F. seco =	710.93	kg/m ³
	A.G. seco =	976.939	kg/m ³
Paso 11 :	Corrección por humedad del agregado :		
	Cemento =	394.231	kg/m ³
	Agua efectiv	220.858	L/m ³
	AF húmedo :	702.399	kg/m ³
	AG húmedo	969.612	kg/m ³
Paso 12 :	Peso de los materiales para vaciado		
	Cantidad de concreto =	0.0066	m ³
	Cemento =	2.60	kg
	A.F. =	4.64	kg
	A.G. =	6.40	kg
	Agua =	1.46	L

B.7 DISEÑO DE MEZCLAS A/C = 0.54 CEMENTO YURA

Relación a/c = 0.54

Paso 1 :	TMN =	3/4"	
Paso 2 :	Asentamiento =	3" a 4"	
Paso 3 :	Volumen Unitario de agua =	205	L/m ³
Paso 4 :	Contenido de aire atrapado =	2	%
Paso 5 :	Relación agua/cemento =	0.54	
Paso 6 :	Factor cemento =	379.63	kg/m ³
Paso 7 :	Volumen de A.G. por unidad de concreto =	0.6014	
	A.G. en peso seco =	968.254	kg/m ³
	Peso del A.G.S.S.S. =	976.939	kg/m ³
Paso 8 :	Volúmenes Absolutos		
	Volumen de cemento =	0.133	m ³
	Volumen de agua =	0.205	m ³
	Volumen de aire =	0.02	m ³
	Volumen de A.G. =	0.356	m ³
	Volumen total =	0.714	m ³
Paso 9 :	Contenido de Agregado Fino		
	Volumen de A. F. =	0.286	m ³
	Peso de A.F. =	723.58	kg
Paso 10 :	Valores de diseño de mezcla para materiales SSS		
	Cemento =	379.63	kg/m ³
	Agua =	205	L/m ³
	A.F. seco =	723.58	kg/m ³
	A.G. seco =	976.939	kg/m ³
Paso 11 :	Corrección por humedad del agregado :		
	Cemento =	379.63	kg/m ³
	Agua efectiv	221.01	L/m ³
	AF húmedo :	714.897	kg/m ³
	AG húmedo	969.612	kg/m ³
Paso 12 :	Peso de los materiales para vaciado		
	Cantidad de concreto =	0.0066	m ³
	Cemento =	2.51	kg
	A.F. =	4.72	kg
	A.G. =	6.40	kg
	Agua =	1.46	L

B.8 DISEÑO DE MEZCLAS A/C = 0.56 CEMENTO YURA

Relación a/c = 0.56

Paso 1 :	TMN =	3/4"	
Paso 2 :	Asentamiento =	3" a 4"	
Paso 3 :	Volumen Unitario de agua =	205	L/m ³
Paso 4 :	Contenido de aire atrapado =	2	%
Paso 5 :	Relación agua/cemento =	0.56	
Paso 6 :	Factor cemento =	366.071	kg/m ³
Paso 7 :	Volumen de A.G. por unidad de concreto =	0.6014	
	A.G. en peso seco =	968.254	kg/m ³
	Peso del A.G.S.S.S. =	976.939	kg/m ³
Paso 8 :	Volúmenes Absolutos		
	Volumen de cemento =	0.128	m ³
	Volumen de agua =	0.205	m ³
	Volumen de aire =	0.02	m ³
	Volumen de A.G. =	0.356	m ³
	Volumen total =	0.709	m ³
Paso 9 :	Contenido de Agregado Fino		
	Volumen de A. F. =	0.291	m ³
	Peso de A.F. =	736.23	kg
Paso 10 :	Valores de diseño de mezcla para materiales SSS		
	Cemento =	366.071	kg/m ³
	Agua =	205	L/m ³
	A.F. seco =	736.23	kg/m ³
	A.G. seco =	976.939	kg/m ³
Paso 11 :	Corrección por humedad del agregado :		
	Cemento =	366.071	kg/m ³
	Agua efectiv	221.162	L/m ³
	AF húmedo :	727.395	kg/m ³
	AG húmedo	969.612	kg/m ³
Paso 12 :	Peso de los materiales para vaciado		
	Cantidad de concreto =	0.0066	m ³
	Cemento =	2.42	kg
	A.F. =	4.80	kg
	A.G. =	6.40	kg
	Agua =	1.46	L

B.9 DISEÑO DE MEZCLAS A/C = 0.58 CEMENTO YURA

Relación a/c = 0.58

Paso 1 :	TMN =	3/4"	
Paso 2 :	Asentamiento =	3" a 4"	
Paso 3 :	Volumen Unitario de agua =	205	L/m ³
Paso 4 :	Contenido de aire atrapado =	2	%
Paso 5 :	Relación agua/cemento =	0.58	
Paso 6 :	Factor cemento =	353.448	kg/m ³
Paso 7 :	Volumen de A.G. por unidad de concreto =	0.6014	
	A.G. en peso seco =	968.254	kg/m ³
	Peso del A.G.S.S.S. =	976.939	kg/m ³
Paso 8 :	Volúmenes Absolutos		
	Volumen de cemento =	0.124	m ³
	Volumen de agua =	0.205	m ³
	Volumen de aire =	0.02	m ³
	Volumen de A.G. =	0.356	m ³
	Volumen total =	0.705	m ³
Paso 9 :	Contenido de Agregado Fino		
	Volumen de A. F. =	0.295	m ³
	Peso de A.F. =	746.35	kg
Paso 10 :	Valores de diseño de mezcla para materiales SSS		
	Cemento =	353.448	kg/m ³
	Agua =	205	L/m ³
	A.F. seco =	746.35	kg/m ³
	A.G. seco =	976.939	kg/m ³
Paso 11 :	Corrección por humedad del agregado :		
	Cemento =	353.448	kg/m ³
	Agua efectiv	221.283	L/m ³
	AF húmedo :	737.394	kg/m ³
	AG húmedo	969.612	kg/m ³
Paso 12 :	Peso de los materiales para vaciado		
	Cantidad de concreto =	0.0066	m ³
	Cemento =	2.33	kg
	A.F. =	4.87	kg
	A.G. =	6.40	kg
	Agua =	1.46	L

B.10 DISEÑO DE MEZCLAS A/C = 0.60 CEMENTO YURA

Relación a/c = 0.6

Paso 1 :	TMN =	3/4"	
Paso 2 :	Asentamiento =	3" a 4"	
Paso 3 :	Volumen Unitario de agua =	205	L/m ³
Paso 4 :	Contenido de aire atrapado =	2	%
Paso 5 :	Relación agua/cemento =	0.6	
Paso 6 :	Factor cemento =	341.667	kg/m ³
Paso 7 :	Volumen de A.G. por unidad de concreto =	0.6014	
	A.G. en peso seco =	968.254	kg/m ³
	Peso del A.G.S.S.S. =	976.939	kg/m ³
Paso 8 :	Volúmenes Absolutos		
	Volumen de cemento =	0.12	m ³
	Volumen de agua =	0.205	m ³
	Volumen de aire =	0.02	m ³
	Volumen de A.G. =	0.356	m ³
	Volumen total =	0.701	m ³
Paso 9 :	Contenido de Agregado Fino		
	Volumen de A. F. =	0.299	m ³
	Peso de A.F. =	756.47	kg
Paso 10 :	Valores de diseño de mezcla para materiales SSS		
	Cemento =	341.667	kg/m ³
	Agua =	205	L/m ³
	A.F. seco =	756.47	kg/m ³
	A.G. seco =	976.939	kg/m ³
Paso 11 :	Corrección por humedad del agregado :		
	Cemento =	341.667	kg/m ³
	Agua efectiv	221.405	L/m ³
	AF húmedo :	747.392	kg/m ³
	AG húmedo	969.612	kg/m ³
Paso 12 :	Peso de los materiales para vaciado		
	Cantidad de concreto =	0.0066	m ³
	Cemento =	2.26	kg
	A.F. =	4.93	kg
	A.G. =	6.40	kg
	Agua =	1.46	L

B.11 DISEÑO DE MEZCLAS A/C = 0.62 CEMENTO YURA

Relación a/c = 0.62

Paso 1 :	TMN =	3/4"	
Paso 2 :	Asentamiento =	3" a 4"	
Paso 3 :	Volumen Unitario de agua =	205	L/m ³
Paso 4 :	Contenido de aire atrapado =	2	%
Paso 5 :	Relación agua/cemento =	0.62	
Paso 6 :	Factor cemento =	330.645	kg/m ³
Paso 7 :	Volumen de A.G. por unidad de concreto =	0.6014	
	A.G. en peso seco =	968.254	kg/m ³
	Peso del A.G.S.S.S. =	976.939	kg/m ³
Paso 8 :	Volúmenes Absolutos		
	Volumen de cemento =	0.116	m ³
	Volumen de agua =	0.205	m ³
	Volumen de aire =	0.02	m ³
	Volumen de A.G. =	0.356	m ³
	Volumen total =	0.697	m ³
Paso 9 :	Contenido de Agregado Fino		
	Volumen de A. F. =	0.303	m ³
	Peso de A.F. =	766.59	kg
Paso 10 :	Valores de diseño de mezcla para materiales SSS		
	Cemento =	330.645	kg/m ³
	Agua =	205	L/m ³
	A.F. seco =	766.59	kg/m ³
	A.G. seco =	976.939	kg/m ³
Paso 11 :	Corrección por humedad del agregado :		
	Cemento =	330.645	kg/m ³
	Agua efectiv	221.526	L/m ³
	AF húmedo :	757.391	kg/m ³
	AG húmedo	969.612	kg/m ³
Paso 12 :	Peso de los materiales para vaciado		
	Cantidad de concreto =	0.0066	m ³
	Cemento =	2.18	kg
	A.F. =	5.00	kg
	A.G. =	6.40	kg
	Agua =	1.46	L

B.12 DISEÑO DE MEZCLAS A/C = 0.64 CEMENTO YURA

Relación a/c = 0.64

Paso 1 :	TMN =	3/4"	
Paso 2 :	Asentamiento =	3" a 4"	
Paso 3 :	Volumen Unitario de agua =	205	L/m3
Paso 4 :	Contenido de aire atrapado =	2	%
Paso 5 :	Relación agua/cemento =	0.64	
Paso 6 :	Factor cemento =	320.313	kg/m3
Paso 7 :	Volumen de A.G. por unidad de concreto =	0.6014	
	A.G. en peso seco =	968.254	kg/m3
	Peso del A.G.S.S.S. =	976.939	kg/m3
Paso 8 :	Volúmenes Absolutos		
	Volumen de cemento =	0.112	m3
	Volumen de agua =	0.205	m3
	Volumen de aire =	0.02	m3
	Volumen de A.G. =	0.356	m3
	Volumen total =	0.693	m3
Paso 9 :	Contenido de Agregado Fino		
	Volumen de A. F. =	0.307	m3
	Peso de A.F. =	776.71	kg
Paso 10 :	Valores de diseño de mezcla para materiales SSS		
	Cemento =	320.313	kg/m3
	Agua =	205	L/m3
	A.F. seco =	776.71	kg/m3
	A.G. seco =	976.939	kg/m3
Paso 11 :	Corrección por humedad del agregado :		
	Cemento =	320.313	kg/m3
	Agua efectiv	221.648	L/m3
	AF húmedo :	767.389	kg/m3
	AG húmedo	969.612	kg/m3
Paso 12 :	Peso de los materiales para vaciado		
	Cantidad de concreto =	0.0066	m3
	Cemento =	2.11	kg
	A.F. =	5.06	kg
	A.G. =	6.40	kg
	Agua =	1.46	L

B.13 DISEÑO DE MEZCLAS A/C = 0.66 CEMENTO YURA

Relación a/c = 0.66

Paso 1 :	TMN =	3/4"	
Paso 2 :	Asentamiento =	3" a 4"	
Paso 3 :	Volumen Unitario de agua =	205	L/m ³
Paso 4 :	Contenido de aire atrapado =	2	%
Paso 5 :	Relación agua/cemento =	0.66	
Paso 6 :	Factor cemento =	310.606	kg/m ³
Paso 7 :	Volumen de A.G. por unidad de concreto =	0.6014	
	A.G. en peso seco =	968.254	kg/m ³
	Peso del A.G.S.S.S. =	976.939	kg/m ³
Paso 8 :	Volúmenes Absolutos		
	Volumen de cemento =	0.109	m ³
	Volumen de agua =	0.205	m ³
	Volumen de aire =	0.02	m ³
	Volumen de A.G. =	0.356	m ³
	Volumen total =	0.69	m ³
Paso 9 :	Contenido de Agregado Fino		
	Volumen de A. F. =	0.31	m ³
	Peso de A.F. =	784.3	kg
Paso 10 :	Valores de diseño de mezcla para materiales SSS		
	Cemento =	310.606	kg/m ³
	Agua =	205	L/m ³
	A.F. seco =	784.3	kg/m ³
	A.G. seco =	976.939	kg/m ³
Paso 11 :	Corrección por humedad del agregado :		
	Cemento =	310.606	kg/m ³
	Agua efectiv	221.739	L/m ³
	AF húmedo :	774.888	kg/m ³
	AG húmedo	969.612	kg/m ³
Paso 12 :	Peso de los materiales para vaciado		
	Cantidad de concreto =	0.0066	m ³
	Cemento =	2.05	kg
	A.F. =	5.11	kg
	A.G. =	6.40	kg
	Agua =	1.46	L

B.14 DISEÑO DE MEZCLAS A/C = 0.68 CEMENTO YURA

Relación a/c = 0.68

Paso 1 :	TMN =	3/4"	
Paso 2 :	Asentamiento =	3" a 4"	
Paso 3 :	Volumen Unitario de agua =	205	L/m3
Paso 4 :	Contenido de aire atrapado =	2	%
Paso 5 :	Relación agua/cemento =	0.68	
Paso 6 :	Factor cemento =	301.471	kg/m3
Paso 7 :	Volumen de A.G. por unidad de concreto =	0.6014	
	A.G. en peso seco =	968.254	kg/m3
	Peso del A.G.S.S.S. =	976.939	kg/m3
Paso 8 :	Volúmenes Absolutos		
	Volumen de cemento =	0.106	m3
	Volumen de agua =	0.205	m3
	Volumen de aire =	0.02	m3
	Volumen de A.G. =	0.356	m3
	Volumen total =	0.687	m3
Paso 9 :	Contenido de Agregado Fino		
	Volumen de A. F. =	0.313	m3
	Peso de A.F. =	791.89	kg
Paso 10 :	Valores de diseño de mezcla para materiales SSS		
	Cemento =	301.471	kg/m3
	Agua =	205	L/m3
	A.F. seco =	791.89	kg/m3
	A.G. seco =	976.939	kg/m3
Paso 11 :	Corrección por humedad del agregado :		
	Cemento =	301.471	kg/m3
	Agua efectiv	221.83	L/m3
	AF húmedo :	782.387	kg/m3
	AG húmedo	969.612	kg/m3
Paso 12 :	Peso de los materiales para vaciado		
	Cantidad de concreto =	0.0066	m3
	Cemento =	1.99	kg
	A.F. =	5.16	kg
	A.G. =	6.40	kg
	Agua =	1.46	L

B.15 DISEÑO DE MEZCLAS A/C = 0.70 CEMENTO YURA

Relación a/c = 0.7

Paso 1 :	TMN =	3/4"	
Paso 2 :	Asentamiento =	3" a 4"	
Paso 3 :	Volumen Unitario de agua =	205	L/m ³
Paso 4 :	Contenido de aire atrapado =	2	%
Paso 5 :	Relación agua/cemento =	0.7	
Paso 6 :	Factor cemento =	292.857	kg/m ³
Paso 7 :	Volumen de A.G. por unidad de concreto =	0.6014	
	A.G. en peso seco =	968.254	kg/m ³
	Peso del A.G.S.S.S. =	976.939	kg/m ³
Paso 8 :	Volúmenes Absolutos		
	Volumen de cemento =	0.103	m ³
	Volumen de agua =	0.205	m ³
	Volumen de aire =	0.02	m ³
	Volumen de A.G. =	0.356	m ³
	Volumen total =	0.684	m ³
Paso 9 :	Contenido de Agregado Fino		
	Volumen de A. F. =	0.316	m ³
	Peso de A.F. =	799.48	kg
Paso 10 :	Valores de diseño de mezcla para materiales SSS		
	Cemento =	292.857	kg/m ³
	Agua =	205	L/m ³
	A.F. seco =	799.48	kg/m ³
	A.G. seco =	976.939	kg/m ³
Paso 11 :	Corrección por humedad del agregado :		
	Cemento =	292.857	kg/m ³
	Agua efectiv	221.921	L/m ³
	AF húmedo :	789.886	kg/m ³
	AG húmedo	969.612	kg/m ³
Paso 12 :	Peso de los materiales para vaciado		
	Cantidad de concreto =	0.0066	m ³
	Cemento =	1.93	kg
	A.F. =	5.21	kg
	A.G. =	6.40	kg
	Agua =	1.46	L

B.16 DISEÑO DE MEZCLAS A/C = 0.72 CEMENTO YURA

Relación a/c = 0.72

Paso 1 :	TMN =	3/4"	
Paso 2 :	Asentamiento =	3" a 4"	
Paso 3 :	Volumen Unitario de agua =	205	L/m3
Paso 4 :	Contenido de aire atrapado =	2	%
Paso 5 :	Relación agua/cemento =	0.72	
Paso 6 :	Factor cemento =	284.722	kg/m3
Paso 7 :	Volumen de A.G. por unidad de concreto =	0.6014	
	A.G. en peso seco =	968.254	kg/m3
	Peso del A.G.S.S.S. =	976.939	kg/m3
Paso 8 :	Volúmenes Absolutos		
	Volumen de cemento =	0.1	m3
	Volumen de agua =	0.205	m3
	Volumen de aire =	0.02	m3
	Volumen de A.G. =	0.356	m3
	Volumen total =	0.681	m3
Paso 9 :	Contenido de Agregado Fino		
	Volumen de A. F. =	0.319	m3
	Peso de A.F. =	807.07	kg
Paso 10 :	Valores de diseño de mezcla para materiales SSS		
	Cemento =	284.722	kg/m3
	Agua =	205	L/m3
	A.F. seco =	807.07	kg/m3
	A.G. seco =	976.939	kg/m3
Paso 11 :	Corrección por humedad del agregado :		
	Cemento =	284.722	kg/m3
	Agua efectiv	222.012	L/m3
	AF húmedo :	797.385	kg/m3
	AG húmedo	969.612	kg/m3
Paso 12 :	Peso de los materiales para vaciado		
	Cantidad de concreto =	0.0066	m3
	Cemento =	1.88	kg
	A.F. =	5.26	kg
	A.G. =	6.40	kg
	Agua =	1.47	L

B.17 DISEÑO DE MEZCLAS A/C = 0.74 CEMENTO YURA

Relación a/c = 0.74

Paso 1 :	TMN =	3/4"	
Paso 2 :	Asentamiento =	3" a 4"	
Paso 3 :	Volumen Unitario de agua =	205	L/m ³
Paso 4 :	Contenido de aire atrapado =	2	%
Paso 5 :	Relación agua/cemento =	0.74	
Paso 6 :	Factor cemento =	277.027	kg/m ³
Paso 7 :	Volumen de A.G. por unidad de concreto =	0.6014	
	A.G. en peso seco =	968.254	kg/m ³
	Peso del A.G.S.S.S. =	976.939	kg/m ³
Paso 8 :	Volúmenes Absolutos		
	Volumen de cemento =	0.097	m ³
	Volumen de agua =	0.205	m ³
	Volumen de aire =	0.02	m ³
	Volumen de A.G. =	0.356	m ³
	Volumen total =	0.678	m ³
Paso 9 :	Contenido de Agregado Fino		
	Volumen de A. F. =	0.322	m ³
	Peso de A.F. =	814.66	kg
Paso 10 :	Valores de diseño de mezcla para materiales SSS		
	Cemento =	277.027	kg/m ³
	Agua =	205	L/m ³
	A.F. seco =	814.66	kg/m ³
	A.G. seco =	976.939	kg/m ³
Paso 11 :	Corrección por humedad del agregado :		
	Cemento =	277.027	kg/m ³
	Agua efectiv	222.103	L/m ³
	AF húmedo :	804.884	kg/m ³
	AG húmedo	969.612	kg/m ³
Paso 12 :	Peso de los materiales para vaciado		
	Cantidad de concreto =	0.0066	m ³
	Cemento =	1.83	kg
	A.F. =	5.31	kg
	A.G. =	6.40	kg
	Agua =	1.47	L

B.18 DISEÑO DE MEZCLAS A/C = 0.76 CEMENTO YURA

Relación a/c = 0.76

Paso 1 :	TMN =	3/4"	
Paso 2 :	Asentamiento =	3" a 4"	
Paso 3 :	Volumen Unitario de agua =	205	L/m3
Paso 4 :	Contenido de aire atrapado =	2	%
Paso 5 :	Relación agua/cemento =	0.76	
Paso 6 :	Factor cemento =	269.737	kg/m3
Paso 7 :	Volumen de A.G. por unidad de concreto =	0.6014	
	A.G. en peso seco =	968.254	kg/m3
	Peso del A.G.S.S.S. =	976.939	kg/m3
Paso 8 :	Volúmenes Absolutos		
	Volumen de cemento =	0.095	m3
	Volumen de agua =	0.205	m3
	Volumen de aire =	0.02	m3
	Volumen de A.G. =	0.356	m3
	Volumen total =	0.676	m3
Paso 9 :	Contenido de Agregado Fino		
	Volumen de A. F. =	0.324	m3
	Peso de A.F. =	819.72	kg
Paso 10 :	Valores de diseño de mezcla para materiales SSS		
	Cemento =	269.737	kg/m3
	Agua =	205	L/m3
	A.F. seco =	819.72	kg/m3
	A.G. seco =	976.939	kg/m3
Paso 11 :	Corrección por humedad del agregado :		
	Cemento =	269.737	kg/m3
	Agua efectiv	222.164	L/m3
	AF húmedo :	809.883	kg/m3
	AG húmedo	969.612	kg/m3
Paso 12 :	Peso de los materiales para vaciado		
	Cantidad de concreto =	0.0066	m3
	Cemento =	1.78	kg
	A.F. =	5.35	kg
	A.G. =	6.40	kg
	Agua =	1.47	L

B.19 DISEÑO DE MEZCLAS A/C = 0.78 CEMENTO YURA

Relación a/c = 0.78

Paso 1 :	TMN =	3/4"	
Paso 2 :	Asentamiento =	3" a 4"	
Paso 3 :	Volumen Unitario de agua =	205	L/m ³
Paso 4 :	Contenido de aire atrapado =	2	%
Paso 5 :	Relación agua/cemento =	0.78	
Paso 6 :	Factor cemento =	262.821	kg/m ³
Paso 7 :	Volumen de A.G. por unidad de concreto =	0.6014	
	A.G. en peso seco =	968.254	kg/m ³
	Peso del A.G.S.S.S. =	976.939	kg/m ³
Paso 8 :	Volúmenes Absolutos		
	Volumen de cemento =	0.092	m ³
	Volumen de agua =	0.205	m ³
	Volumen de aire =	0.02	m ³
	Volumen de A.G. =	0.356	m ³
	Volumen total =	0.673	m ³
Paso 9 :	Contenido de Agregado Fino		
	Volumen de A. F. =	0.327	m ³
	Peso de A.F. =	827.31	kg
Paso 10 :	Valores de diseño de mezcla para materiales SSS		
	Cemento =	262.821	kg/m ³
	Agua =	205	L/m ³
	A.F. seco =	827.31	kg/m ³
	A.G. seco =	976.939	kg/m ³
Paso 11 :	Corrección por humedad del agregado :		
	Cemento =	262.821	kg/m ³
	Agua efectiv	222.255	L/m ³
	AF húmedo :	817.382	kg/m ³
	AG húmedo	969.612	kg/m ³
Paso 12 :	Peso de los materiales para vaciado		
	Cantidad de concreto =	0.0066	m ³
	Cemento =	1.73	kg
	A.F. =	5.39	kg
	A.G. =	6.40	kg
	Agua =	1.47	L

B.20 DISEÑO DE MEZCLAS A/C = 0.80 CEMENTO YURA

Relación a/c = 0.8

Paso 1 :	TMN =	3/4"	
Paso 2 :	Asentamiento =	3" a 4"	
Paso 3 :	Volumen Unitario de agua =	205	L/m3
Paso 4 :	Contenido de aire atrapado =	2	%
Paso 5 :	Relación agua/cemento =	0.8	
Paso 6 :	Factor cemento =	256.25	kg/m3
Paso 7 :	Volumen de A.G. por unidad de concreto =	0.6014	
	A.G. en peso seco =	968.254	kg/m3
	Peso del A.G.S.S.S. =	976.939	kg/m3
Paso 8 :	Volúmenes Absolutos		
	Volumen de cemento =	0.09	m3
	Volumen de agua =	0.205	m3
	Volumen de aire =	0.02	m3
	Volumen de A.G. =	0.356	m3
	Volumen total =	0.671	m3
Paso 9 :	Contenido de Agregado Fino		
	Volumen de A. F. =	0.329	m3
	Peso de A.F. =	832.37	kg
Paso 10 :	Valores de diseño de mezcla para materiales SSS		
	Cemento =	256.25	kg/m3
	Agua =	205	L/m3
	A.F. seco =	832.37	kg/m3
	A.G. seco =	976.939	kg/m3
Paso 11 :	Corrección por humedad del agregado :		
	Cemento =	256.25	kg/m3
	Agua efectiv	222.315	L/m3
	AF húmedo :	822.382	kg/m3
	AG húmedo	969.612	kg/m3
Paso 12 :	Peso de los materiales para vaciado		
	Cantidad de concreto =	0.0066	m3
	Cemento =	1.69	kg
	A.F. =	5.43	kg
	A.G. =	6.40	kg
	Agua =	1.47	L

B.21 DISEÑO DE MEZCLAS A/C = 0.82 CEMENTO YURA

Relación a/c = 0.82

Paso 1 :	TMN =	3/4"	
Paso 2 :	Asentamiento =	3" a 4"	
Paso 3 :	Volumen Unitario de agua =	205	L/m ³
Paso 4 :	Contenido de aire atrapado =	2	%
Paso 5 :	Relación agua/cemento =	0.82	
Paso 6 :	Factor cemento =	250	kg/m ³
Paso 7 :	Volumen de A.G. por unidad de concreto =	0.6014	
	A.G. en peso seco =	968.254	kg/m ³
	Peso del A.G.S.S.S. =	976.939	kg/m ³
Paso 8 :	Volúmenes Absolutos		
	Volumen de cemento =	0.088	m ³
	Volumen de agua =	0.205	m ³
	Volumen de aire =	0.02	m ³
	Volumen de A.G. =	0.356	m ³
	Volumen total =	0.669	m ³
Paso 9 :	Contenido de Agregado Fino		
	Volumen de A. F. =	0.331	m ³
	Peso de A.F. =	837.43	kg
Paso 10 :	Valores de diseño de mezcla para materiales SSS		
	Cemento =	250	kg/m ³
	Agua =	205	L/m ³
	A.F. seco =	837.43	kg/m ³
	A.G. seco =	976.939	kg/m ³
Paso 11 :	Corrección por humedad del agregado :		
	Cemento =	250	kg/m ³
	Agua efectiv	222.376	L/m ³
	AF húmedo :	827.381	kg/m ³
	AG húmedo	969.612	kg/m ³
Paso 12 :	Peso de los materiales para vaciado		
	Cantidad de concreto =	0.0066	m ³
	Cemento =	1.65	kg
	A.F. =	5.46	kg
	A.G. =	6.40	kg
	Agua =	1.47	L

B.22 DISEÑO DE MEZCLAS A/C = 0.42 CEMENTO WARI

Relación a/c = 0.42

Paso 1 :	TMN =	3/4"	
Paso 2 :	Asentamiento =	3" a 4"	
Paso 3 :	Volumen Unitario de agua =	205	L/m ³
Paso 4 :	Contenido de aire atrapado =	2	%
Paso 5 :	Relación agua/cemento =	0.42	
Paso 6 :	Factor cemento =	488.095	kg/m ³
Paso 7 :	Volumen de A.G. por unidad de concreto =	0.6014	
	A.G. en peso seco =	968.254	kg/m ³
	Peso del A.G.S.S.S. =	976.939	kg/m ³
Paso 8 :	Volúmenes Absolutos		
	Volumen de cemento =	0.155	m ³
	Volumen de agua =	0.205	m ³
	Volumen de aire =	0.02	m ³
	Volumen de A.G. =	0.356	m ³
	Volumen total =	0.736	m ³
Paso 9 :	Contenido de Agregado Fino		
	Volumen de A. F. =	0.264	m ³
	Peso de A.F. =	667.92	kg
Paso 10 :	Valores de diseño de mezcla para materiales SSS		
	Cemento =	488.095	kg/m ³
	Agua =	205	L/m ³
	A.F. seco =	667.92	kg/m ³
	A.G. seco =	976.939	kg/m ³
Paso 11 :	Corrección por humedad del agregado :		
	Cemento =	488.095	kg/m ³
	Agua efectiv	220.342	L/m ³
	AF húmedo :	659.905	kg/m ³
	AG húmedo	969.612	kg/m ³
Paso 12 :	Peso de los materiales para vaciado		
	Cantidad de concreto =	0.0066	m ³
	Cemento =	3.22	kg
	A.F. =	4.36	kg
	A.G. =	6.40	kg
	Agua =	1.45	L

B.23 DISEÑO DE MEZCLAS A/C = 0.44 CEMENTO WARI

Relación a/c = 0.44

Paso 1 :	TMN =	3/4"	
Paso 2 :	Asentamiento =	3" a 4"	
Paso 3 :	Volumen Unitario de agua =	205	L/m ³
Paso 4 :	Contenido de aire atrapado =	2	%
Paso 5 :	Relación agua/cemento =	0.44	
Paso 6 :	Factor cemento =	465.909	kg/m ³
Paso 7 :	Volumen de A.G. por unidad de concreto =	0.6014	
	A.G. en peso seco =	968.254	kg/m ³
	Peso del A.G.S.S.S. =	976.939	kg/m ³
Paso 8 :	Volúmenes Absolutos		
	Volumen de cemento =	0.148	m ³
	Volumen de agua =	0.205	m ³
	Volumen de aire =	0.02	m ³
	Volumen de A.G. =	0.356	m ³
	Volumen total =	0.729	m ³
Paso 9 :	Contenido de Agregado Fino		
	Volumen de A. F. =	0.271	m ³
	Peso de A.F. =	685.63	kg
Paso 10 :	Valores de diseño de mezcla para materiales SSS		
	Cemento =	465.909	kg/m ³
	Agua =	205	L/m ³
	A.F. seco =	685.63	kg/m ³
	A.G. seco =	976.939	kg/m ³
Paso 11 :	Corrección por humedad del agregado :		
	Cemento =	465.909	kg/m ³
	Agua efectiv	220.555	L/m ³
	AF húmedo :	677.402	kg/m ³
	AG húmedo	969.612	kg/m ³
Paso 12 :	Peso de los materiales para vaciado		
	Cantidad de concreto =	0.0066	m ³
	Cemento =	3.07	kg
	A.F. =	4.47	kg
	A.G. =	6.40	kg
	Agua =	1.46	L

B.24 DISEÑO DE MEZCLAS A/C = 0.46 CEMENTO WARI

Relación a/c = 0.46

Paso 1 :	TMN =	3/4"	
Paso 2 :	Asentamiento =	3" a 4"	
Paso 3 :	Volumen Unitario de agua =	205	L/m ³
Paso 4 :	Contenido de aire atrapado =	2	%
Paso 5 :	Relación agua/cemento =	0.46	
Paso 6 :	Factor cemento =	445.652	kg/m ³
Paso 7 :	Volumen de A.G. por unidad de concreto =	0.6014	
	A.G. en peso seco =	968.254	kg/m ³
	Peso del A.G.S.S.S. =	976.939	kg/m ³
Paso 8 :	Volúmenes Absolutos		
	Volumen de cemento =	0.142	m ³
	Volumen de agua =	0.205	m ³
	Volumen de aire =	0.02	m ³
	Volumen de A.G. =	0.356	m ³
	Volumen total =	0.723	m ³
Paso 9 :	Contenido de Agregado Fino		
	Volumen de A. F. =	0.277	m ³
	Peso de A.F. =	700.81	kg
Paso 10 :	Valores de diseño de mezcla para materiales SSS		
	Cemento =	445.652	kg/m ³
	Agua =	205	L/m ³
	A.F. seco =	700.81	kg/m ³
	A.G. seco =	976.939	kg/m ³
Paso 11 :	Corrección por humedad del agregado :		
	Cemento =	445.652	kg/m ³
	Agua efectiv	220.737	L/m ³
	AF húmedo :	692.4	kg/m ³
	AG húmedo	969.612	kg/m ³
Paso 12 :	Peso de los materiales para vaciado		
	Cantidad de concreto =	0.0066	m ³
	Cemento =	2.94	kg
	A.F. =	4.57	kg
	A.G. =	6.40	kg
	Agua =	1.46	L

B.25 DISEÑO DE MEZCLAS A/C = 0.48 CEMENTO WARI

Relación a/c = 0.48

Paso 1 :	TMN =	3/4"	
Paso 2 :	Asentamiento =	3" a 4"	
Paso 3 :	Volumen Unitario de agua =	205	L/m3
Paso 4 :	Contenido de aire atrapado =	2	%
Paso 5 :	Relación agua/cemento =	0.48	
Paso 6 :	Factor cemento =	427.083	kg/m3
Paso 7 :	Volumen de A.G. por unidad de concreto =	0.6014	
	A.G. en peso seco =	968.254	kg/m3
	Peso del A.G.S.S.S. =	976.939	kg/m3
Paso 8 :	Volúmenes Absolutos		
	Volumen de cemento =	0.136	m3
	Volumen de agua =	0.205	m3
	Volumen de aire =	0.02	m3
	Volumen de A.G. =	0.356	m3
	Volumen total =	0.717	m3
Paso 9 :	Contenido de Agregado Fino		
	Volumen de A. F. =	0.283	m3
	Peso de A.F. =	715.99	kg
Paso 10 :	Valores de diseño de mezcla para materiales SSS		
	Cemento =	427.083	kg/m3
	Agua =	205	L/m3
	A.F. seco =	715.99	kg/m3
	A.G. seco =	976.939	kg/m3
Paso 11 :	Corrección por humedad del agregado :		
	Cemento =	427.083	kg/m3
	Agua efectiv	220.919	L/m3
	AF húmedo :	707.398	kg/m3
	AG húmedo	969.612	kg/m3
Paso 12 :	Peso de los materiales para vaciado		
	Cantidad de concreto =	0.0066	m3
	Cemento =	2.82	kg
	A.F. =	4.67	kg
	A.G. =	6.40	kg
	Agua =	1.46	L

B.26 DISEÑO DE MEZCLAS A/C = 0.50 CEMENTO WARI

Relación a/c = 0.5

Paso 1 :	TMN =	3/4"	
Paso 2 :	Asentamiento =	3" a 4"	
Paso 3 :	Volumen Unitario de agua =	205	L/m ³
Paso 4 :	Contenido de aire atrapado =	2	%
Paso 5 :	Relación agua/cemento =	0.5	
Paso 6 :	Factor cemento =	410	kg/m ³
Paso 7 :	Volumen de A.G. por unidad de concreto =	0.6014	
	A.G. en peso seco =	968.254	kg/m ³
	Peso del A.G.S.S.S. =	976.939	kg/m ³
Paso 8 :	Volúmenes Absolutos		
	Volumen de cemento =	0.131	m ³
	Volumen de agua =	0.205	m ³
	Volumen de aire =	0.02	m ³
	Volumen de A.G. =	0.356	m ³
	Volumen total =	0.712	m ³
Paso 9 :	Contenido de Agregado Fino		
	Volumen de A. F. =	0.288	m ³
	Peso de A.F. =	728.64	kg
Paso 10 :	Valores de diseño de mezcla para materiales SSS		
	Cemento =	410	kg/m ³
	Agua =	205	L/m ³
	A.F. seco =	728.64	kg/m ³
	A.G. seco =	976.939	kg/m ³
Paso 11 :	Corrección por humedad del agregado :		
	Cemento =	410	kg/m ³
	Agua efectiv	221.071	L/m ³
	AF húmedo :	719.896	kg/m ³
	AG húmedo	969.612	kg/m ³
Paso 12 :	Peso de los materiales para vaciado		
	Cantidad de concreto =	0.0066	m ³
	Cemento =	2.71	kg
	A.F. =	4.75	kg
	A.G. =	6.40	kg
	Agua =	1.46	L

B.27 DISEÑO DE MEZCLAS A/C = 0.52 CEMENTO WARI

Relación a/c = 0.52

Paso 1 :	TMN =	3/4"	
Paso 2 :	Asentamiento =	3" a 4"	
Paso 3 :	Volumen Unitario de agua =	205	L/m3
Paso 4 :	Contenido de aire atrapado =	2	%
Paso 5 :	Relación agua/cemento =	0.52	
Paso 6 :	Factor cemento =	394.231	kg/m3
Paso 7 :	Volumen de A.G. por unidad de concreto =	0.6014	
	A.G. en peso seco =	968.254	kg/m3
	Peso del A.G.S.S.S. =	976.939	kg/m3
Paso 8 :	Volúmenes Absolutos		
	Volumen de cemento =	0.126	m3
	Volumen de agua =	0.205	m3
	Volumen de aire =	0.02	m3
	Volumen de A.G. =	0.356	m3
	Volumen total =	0.707	m3
Paso 9 :	Contenido de Agregado Fino		
	Volumen de A. F. =	0.293	m3
	Peso de A.F. =	741.29	kg
Paso 10 :	Valores de diseño de mezcla para materiales SSS		
	Cemento =	394.231	kg/m3
	Agua =	205	L/m3
	A.F. seco =	741.29	kg/m3
	A.G. seco =	976.939	kg/m3
Paso 11 :	Corrección por humedad del agregado :		
	Cemento =	394.231	kg/m3
	Agua efectiv	221.222	L/m3
	AF húmedo :	732.395	kg/m3
	AG húmedo	969.612	kg/m3
Paso 12 :	Peso de los materiales para vaciado		
	Cantidad de concreto =	0.0066	m3
	Cemento =	2.60	kg
	A.F. =	4.83	kg
	A.G. =	6.40	kg
	Agua =	1.46	L

B.28 DISEÑO DE MEZCLAS A/C = 0.54 CEMENTO WARI

Relación a/c = 0.54

Paso 1 :	TMN =	3/4"	
Paso 2 :	Asentamiento =	3" a 4"	
Paso 3 :	Volumen Unitario de agua =	205	L/m3
Paso 4 :	Contenido de aire atrapado =	2	%
Paso 5 :	Relación agua/cemento =	0.54	
Paso 6 :	Factor cemento =	379.63	kg/m3
Paso 7 :	Volumen de A.G. por unidad de concreto =	0.6014	
	A.G. en peso seco =	968.254	kg/m3
	Peso del A.G.S.S.S. =	976.939	kg/m3
Paso 8 :	Volúmenes Absolutos		
	Volumen de cemento =	0.121	m3
	Volumen de agua =	0.205	m3
	Volumen de aire =	0.02	m3
	Volumen de A.G. =	0.356	m3
	Volumen total =	0.702	m3
Paso 9 :	Contenido de Agregado Fino		
	Volumen de A. F. =	0.298	m3
	Peso de A.F. =	753.94	kg
Paso 10 :	Valores de diseño de mezcla para materiales SSS		
	Cemento =	379.63	kg/m3
	Agua =	205	L/m3
	A.F. seco =	753.94	kg/m3
	A.G. seco =	976.939	kg/m3
Paso 11 :	Corrección por humedad del agregado :		
	Cemento =	379.63	kg/m3
	Agua efectiv	221.374	L/m3
	AF húmedo :	744.893	kg/m3
	AG húmedo	969.612	kg/m3
Paso 12 :	Peso de los materiales para vaciado		
	Cantidad de concreto =	0.0066	m3
	Cemento =	2.51	kg
	A.F. =	4.92	kg
	A.G. =	6.40	kg
	Agua =	1.46	L

B.29 DISEÑO DE MEZCLAS A/C = 0.56 CEMENTO WARI

Relación a/c = 0.56

Paso 1 :	TMN =	3/4"	
Paso 2 :	Asentamiento =	3" a 4"	
Paso 3 :	Volumen Unitario de agua =	205	L/m ³
Paso 4 :	Contenido de aire atrapado =	2	%
Paso 5 :	Relación agua/cemento =	0.56	
Paso 6 :	Factor cemento =	366.071	kg/m ³
Paso 7 :	Volumen de A.G. por unidad de concreto =	0.6014	
	A.G. en peso seco =	968.254	kg/m ³
	Peso del A.G.S.S.S. =	976.939	kg/m ³
Paso 8 :	Volúmenes Absolutos		
	Volumen de cemento =	0.117	m ³
	Volumen de agua =	0.205	m ³
	Volumen de aire =	0.02	m ³
	Volumen de A.G. =	0.356	m ³
	Volumen total =	0.698	m ³
Paso 9 :	Contenido de Agregado Fino		
	Volumen de A. F. =	0.302	m ³
	Peso de A.F. =	764.06	kg
Paso 10 :	Valores de diseño de mezcla para materiales SSS		
	Cemento =	366.071	kg/m ³
	Agua =	205	L/m ³
	A.F. seco =	764.06	kg/m ³
	A.G. seco =	976.939	kg/m ³
Paso 11 :	Corrección por humedad del agregado :		
	Cemento =	366.071	kg/m ³
	Agua efectiv	221.496	L/m ³
	AF húmedo :	754.891	kg/m ³
	AG húmedo	969.612	kg/m ³
Paso 12 :	Peso de los materiales para vaciado		
	Cantidad de concreto =	0.0066	m ³
	Cemento =	2.42	kg
	A.F. =	4.98	kg
	A.G. =	6.40	kg
	Agua =	1.46	L

B.30 DISEÑO DE MEZCLAS A/C = 0.58 CEMENTO WARI

Relación a/c = 0.58

Paso 1 :	TMN =	3/4"	
Paso 2 :	Asentamiento =	3" a 4"	
Paso 3 :	Volumen Unitario de agua =	205	L/m3
Paso 4 :	Contenido de aire atrapado =	2	%
Paso 5 :	Relación agua/cemento =	0.58	
Paso 6 :	Factor cemento =	353.448	kg/m3
Paso 7 :	Volumen de A.G. por unidad de concreto =	0.6014	
	A.G. en peso seco =	968.254	kg/m3
	Peso del A.G.S.S.S. =	976.939	kg/m3
Paso 8 :	Volúmenes Absolutos		
	Volumen de cemento =	0.113	m3
	Volumen de agua =	0.205	m3
	Volumen de aire =	0.02	m3
	Volumen de A.G. =	0.356	m3
	Volumen total =	0.694	m3
Paso 9 :	Contenido de Agregado Fino		
	Volumen de A. F. =	0.306	m3
	Peso de A.F. =	774.18	kg
Paso 10 :	Valores de diseño de mezcla para materiales SSS		
	Cemento =	353.448	kg/m3
	Agua =	205	L/m3
	A.F. seco =	774.18	kg/m3
	A.G. seco =	976.939	kg/m3
Paso 11 :	Corrección por humedad del agregado :		
	Cemento =	353.448	kg/m3
	Agua efectiv	221.617	L/m3
	AF húmedo :	764.89	kg/m3
	AG húmedo	969.612	kg/m3
Paso 12 :	Peso de los materiales para vaciado		
	Cantidad de concreto =	0.0066	m3
	Cemento =	2.33	kg
	A.F. =	5.05	kg
	A.G. =	6.40	kg
	Agua =	1.46	L

B.31 DISEÑO DE MEZCLAS A/C = 0.60 CEMENTO WARI

Relación a/c = 0.6

Paso 1 :	TMN =	3/4"	
Paso 2 :	Asentamiento =	3" a 4"	
Paso 3 :	Volumen Unitario de agua =	205	L/m3
Paso 4 :	Contenido de aire atrapado =	2	%
Paso 5 :	Relación agua/cemento =	0.6	
Paso 6 :	Factor cemento =	341.667	kg/m3
Paso 7 :	Volumen de A.G. por unidad de concreto =	0.6014	
	A.G. en peso seco =	968.254	kg/m3
	Peso del A.G.S.S.S. =	976.939	kg/m3
Paso 8 :	Volúmenes Absolutos		
	Volumen de cemento =	0.109	m3
	Volumen de agua =	0.205	m3
	Volumen de aire =	0.02	m3
	Volumen de A.G. =	0.356	m3
	Volumen total =	0.69	m3
Paso 9 :	Contenido de Agregado Fino		
	Volumen de A. F. =	0.31	m3
	Peso de A.F. =	784.3	kg
Paso 10 :	Valores de diseño de mezcla para materiales SSS		
	Cemento =	341.667	kg/m3
	Agua =	205	L/m3
	A.F. seco =	784.3	kg/m3
	A.G. seco =	976.939	kg/m3
Paso 11 :	Corrección por humedad del agregado :		
	Cemento =	341.667	kg/m3
	Agua efectiv	221.739	L/m3
	AF húmedo :	774.888	kg/m3
	AG húmedo	969.612	kg/m3
Paso 12 :	Peso de los materiales para vaciado		
	Cantidad de concreto =	0.0066	m3
	Cemento =	2.26	kg
	A.F. =	5.11	kg
	A.G. =	6.40	kg
	Agua =	1.46	L

B.32 DISEÑO DE MEZCLAS A/C = 0.62 CEMENTO WARI

Relación a/c = 0.62

Paso 1 :	TMN =	3/4"	
Paso 2 :	Asentamiento =	3" a 4"	
Paso 3 :	Volumen Unitario de agua =	205	L/m3
Paso 4 :	Contenido de aire atrapado =	2	%
Paso 5 :	Relación agua/cemento =	0.62	
Paso 6 :	Factor cemento =	330.645	kg/m3
Paso 7 :	Volumen de A.G. por unidad de concreto =	0.6014	
	A.G. en peso seco =	968.254	kg/m3
	Peso del A.G.S.S.S. =	976.939	kg/m3
Paso 8 :	Volúmenes Absolutos		
	Volumen de cemento =	0.105	m3
	Volumen de agua =	0.205	m3
	Volumen de aire =	0.02	m3
	Volumen de A.G. =	0.356	m3
	Volumen total =	0.686	m3
Paso 9 :	Contenido de Agregado Fino		
	Volumen de A. F. =	0.314	m3
	Peso de A.F. =	794.42	kg
Paso 10 :	Valores de diseño de mezcla para materiales SSS		
	Cemento =	330.645	kg/m3
	Agua =	205	L/m3
	A.F. seco =	794.42	kg/m3
	A.G. seco =	976.939	kg/m3
Paso 11 :	Corrección por humedad del agregado :		
	Cemento =	330.645	kg/m3
	Agua efectiv	221.86	L/m3
	AF húmedo :	784.887	kg/m3
	AG húmedo	969.612	kg/m3
Paso 12 :	Peso de los materiales para vaciado		
	Cantidad de concreto =	0.0066	m3
	Cemento =	2.18	kg
	A.F. =	5.18	kg
	A.G. =	6.40	kg
	Agua =	1.46	L

B.33 DISEÑO DE MEZCLAS A/C = 0.64 CEMENTO WARI

Relación a/c = 0.64

Paso 1 :	TMN =	3/4"	
Paso 2 :	Asentamiento =	3" a 4"	
Paso 3 :	Volumen Unitario de agua =	205	L/m3
Paso 4 :	Contenido de aire atrapado =	2	%
Paso 5 :	Relación agua/cemento =	0.64	
Paso 6 :	Factor cemento =	320.313	kg/m3
Paso 7 :	Volumen de A.G. por unidad de concreto =	0.6014	
	A.G. en peso seco =	968.254	kg/m3
	Peso del A.G.S.S.S. =	976.939	kg/m3
Paso 8 :	Volúmenes Absolutos		
	Volumen de cemento =	0.102	m3
	Volumen de agua =	0.205	m3
	Volumen de aire =	0.02	m3
	Volumen de A.G. =	0.356	m3
	Volumen total =	0.683	m3
Paso 9 :	Contenido de Agregado Fino		
	Volumen de A. F. =	0.317	m3
	Peso de A.F. =	802.01	kg
Paso 10 :	Valores de diseño de mezcla para materiales SSS		
	Cemento =	320.313	kg/m3
	Agua =	205	L/m3
	A.F. seco =	802.01	kg/m3
	A.G. seco =	976.939	kg/m3
Paso 11 :	Corrección por humedad del agregado :		
	Cemento =	320.313	kg/m3
	Agua efectiv	221.951	L/m3
	AF húmedo :	792.386	kg/m3
	AG húmedo	969.612	kg/m3
Paso 12 :	Peso de los materiales para vaciado		
	Cantidad de concreto =	0.0066	m3
	Cemento =	2.11	kg
	A.F. =	5.23	kg
	A.G. =	6.40	kg
	Agua =	1.46	L

B.34 DISEÑO DE MEZCLAS A/C = 0.66 CEMENTO WARI

Relación a/c = 0.66

Paso 1 :	TMN =	3/4"	
Paso 2 :	Asentamiento =	3" a 4"	
Paso 3 :	Volumen Unitario de agua =	205	L/m ³
Paso 4 :	Contenido de aire atrapado =	2	%
Paso 5 :	Relación agua/cemento =	0.66	
Paso 6 :	Factor cemento =	310.606	kg/m ³
Paso 7 :	Volumen de A.G. por unidad de concreto =	0.6014	
	A.G. en peso seco =	968.254	kg/m ³
	Peso del A.G.S.S.S. =	976.939	kg/m ³
Paso 8 :	Volúmenes Absolutos		
	Volumen de cemento =	0.099	m ³
	Volumen de agua =	0.205	m ³
	Volumen de aire =	0.02	m ³
	Volumen de A.G. =	0.356	m ³
	Volumen total =	0.68	m ³
Paso 9 :	Contenido de Agregado Fino		
	Volumen de A. F. =	0.32	m ³
	Peso de A.F. =	809.6	kg
Paso 10 :	Valores de diseño de mezcla para materiales SSS		
	Cemento =	310.606	kg/m ³
	Agua =	205	L/m ³
	A.F. seco =	809.6	kg/m ³
	A.G. seco =	976.939	kg/m ³
Paso 11 :	Corrección por humedad del agregado :		
	Cemento =	310.606	kg/m ³
	Agua efectiv	222.042	L/m ³
	AF húmedo :	799.885	kg/m ³
	AG húmedo	969.612	kg/m ³
Paso 12 :	Peso de los materiales para vaciado		
	Cantidad de concreto =	0.0066	m ³
	Cemento =	2.05	kg
	A.F. =	5.28	kg
	A.G. =	6.40	kg
	Agua =	1.47	L

B.35 DISEÑO DE MEZCLAS A/C = 0.68 CEMENTO WARI

Relación a/c = 0.68

Paso 1 :	TMN =	3/4"	
Paso 2 :	Asentamiento =	3" a 4"	
Paso 3 :	Volumen Unitario de agua =	205	L/m3
Paso 4 :	Contenido de aire atrapado =	2	%
Paso 5 :	Relación agua/cemento =	0.68	
Paso 6 :	Factor cemento =	301.471	kg/m3
Paso 7 :	Volumen de A.G. por unidad de concreto =	0.6014	
	A.G. en peso seco =	968.254	kg/m3
	Peso del A.G.S.S.S. =	976.939	kg/m3
Paso 8 :	Volúmenes Absolutos		
	Volumen de cemento =	0.096	m3
	Volumen de agua =	0.205	m3
	Volumen de aire =	0.02	m3
	Volumen de A.G. =	0.356	m3
	Volumen total =	0.677	m3
Paso 9 :	Contenido de Agregado Fino		
	Volumen de A. F. =	0.323	m3
	Peso de A.F. =	817.19	kg
Paso 10 :	Valores de diseño de mezcla para materiales SSS		
	Cemento =	301.471	kg/m3
	Agua =	205	L/m3
	A.F. seco =	817.19	kg/m3
	A.G. seco =	976.939	kg/m3
Paso 11 :	Corrección por humedad del agregado :		
	Cemento =	301.471	kg/m3
	Agua efectiv	222.133	L/m3
	AF húmedo :	807.384	kg/m3
	AG húmedo	969.612	kg/m3
Paso 12 :	Peso de los materiales para vaciado		
	Cantidad de concreto =	0.0066	m3
	Cemento =	1.99	kg
	A.F. =	5.33	kg
	A.G. =	6.40	kg
	Agua =	1.47	L

B.36 DISEÑO DE MEZCLAS A/C = 0.70 CEMENTO WARI

Relación a/c = 0.7

Paso 1 :	TMN =	3/4"	
Paso 2 :	Asentamiento =	3" a 4"	
Paso 3 :	Volumen Unitario de agua =	205	L/m ³
Paso 4 :	Contenido de aire atrapado =	2	%
Paso 5 :	Relación agua/cemento =	0.7	
Paso 6 :	Factor cemento =	292.857	kg/m ³
Paso 7 :	Volumen de A.G. por unidad de concreto =	0.6014	
	A.G. en peso seco =	968.254	kg/m ³
	Peso del A.G.S.S.S. =	976.939	kg/m ³
Paso 8 :	Volúmenes Absolutos		
	Volumen de cemento =	0.093	m ³
	Volumen de agua =	0.205	m ³
	Volumen de aire =	0.02	m ³
	Volumen de A.G. =	0.356	m ³
	Volumen total =	0.674	m ³
Paso 9 :	Contenido de Agregado Fino		
	Volumen de A. F. =	0.326	m ³
	Peso de A.F. =	824.78	kg
Paso 10 :	Valores de diseño de mezcla para materiales SSS		
	Cemento =	292.857	kg/m ³
	Agua =	205	L/m ³
	A.F. seco =	824.78	kg/m ³
	A.G. seco =	976.939	kg/m ³
Paso 11 :	Corrección por humedad del agregado :		
	Cemento =	292.857	kg/m ³
	Agua efectiv	222.224	L/m ³
	AF húmedo :	814.883	kg/m ³
	AG húmedo	969.612	kg/m ³
Paso 12 :	Peso de los materiales para vaciado		
	Cantidad de concreto =	0.0066	m ³
	Cemento =	1.93	kg
	A.F. =	5.38	kg
	A.G. =	6.40	kg
	Agua =	1.47	L

B.37 DISEÑO DE MEZCLAS A/C = 0.72 CEMENTO WARI

Relación a/c = 0.72

Paso 1 :	TMN =	3/4"	
Paso 2 :	Asentamiento =	3" a 4"	
Paso 3 :	Volumen Unitario de agua =	205	L/m3
Paso 4 :	Contenido de aire atrapado =	2	%
Paso 5 :	Relación agua/cemento =	0.72	
Paso 6 :	Factor cemento =	284.722	kg/m3
Paso 7 :	Volumen de A.G. por unidad de concreto =	0.6014	
	A.G. en peso seco =	968.254	kg/m3
	Peso del A.G.S.S.S. =	976.939	kg/m3
Paso 8 :	Volúmenes Absolutos		
	Volumen de cemento =	0.091	m3
	Volumen de agua =	0.205	m3
	Volumen de aire =	0.02	m3
	Volumen de A.G. =	0.356	m3
	Volumen total =	0.672	m3
Paso 9 :	Contenido de Agregado Fino		
	Volumen de A. F. =	0.328	m3
	Peso de A.F. =	829.84	kg
Paso 10 :	Valores de diseño de mezcla para materiales SSS		
	Cemento =	284.722	kg/m3
	Agua =	205	L/m3
	A.F. seco =	829.84	kg/m3
	A.G. seco =	976.939	kg/m3
Paso 11 :	Corrección por humedad del agregado :		
	Cemento =	284.722	kg/m3
	Agua efectiv	222.285	L/m3
	AF húmedo :	819.882	kg/m3
	AG húmedo	969.612	kg/m3
Paso 12 :	Peso de los materiales para vaciado		
	Cantidad de concreto =	0.0066	m3
	Cemento =	1.88	kg
	A.F. =	5.41	kg
	A.G. =	6.40	kg
	Agua =	1.47	L

B.38 DISEÑO DE MEZCLAS A/C = 0.74 CEMENTO WARI

Relación a/c = 0.74

Paso 1 :	TMN =	3/4"	
Paso 2 :	Asentamiento =	3" a 4"	
Paso 3 :	Volumen Unitario de agua =	205	L/m ³
Paso 4 :	Contenido de aire atrapado =	2	%
Paso 5 :	Relación agua/cemento =	0.74	
Paso 6 :	Factor cemento =	277.027	kg/m ³
Paso 7 :	Volumen de A.G. por unidad de concreto =	0.6014	
	A.G. en peso seco =	968.254	kg/m ³
	Peso del A.G.S.S.S. =	976.939	kg/m ³
Paso 8 :	Volúmenes Absolutos		
	Volumen de cemento =	0.088	m ³
	Volumen de agua =	0.205	m ³
	Volumen de aire =	0.02	m ³
	Volumen de A.G. =	0.356	m ³
	Volumen total =	0.669	m ³
Paso 9 :	Contenido de Agregado Fino		
	Volumen de A. F. =	0.331	m ³
	Peso de A.F. =	837.43	kg
Paso 10 :	Valores de diseño de mezcla para materiales SSS		
	Cemento =	277.027	kg/m ³
	Agua =	205	L/m ³
	A.F. seco =	837.43	kg/m ³
	A.G. seco =	976.939	kg/m ³
Paso 11 :	Corrección por humedad del agregado :		
	Cemento =	277.027	kg/m ³
	Agua efectiv	222.376	L/m ³
	AF húmedo :	827.381	kg/m ³
	AG húmedo	969.612	kg/m ³
Paso 12 :	Peso de los materiales para vaciado		
	Cantidad de concreto =	0.0066	m ³
	Cemento =	1.83	kg
	A.F. =	5.46	kg
	A.G. =	6.40	kg
	Agua =	1.47	L

B.39 DISEÑO DE MEZCLAS A/C = 0.76 CEMENTO WARI

Relación a/c = 0.76

Paso 1 :	TMN =	3/4"	
Paso 2 :	Asentamiento =	3" a 4"	
Paso 3 :	Volumen Unitario de agua =	205	L/m ³
Paso 4 :	Contenido de aire atrapado =	2	%
Paso 5 :	Relación agua/cemento =	0.76	
Paso 6 :	Factor cemento =	269.737	kg/m ³
Paso 7 :	Volumen de A.G. por unidad de concreto =	0.6014	
	A.G. en peso seco =	968.254	kg/m ³
	Peso del A.G.S.S.S. =	976.939	kg/m ³
Paso 8 :	Volúmenes Absolutos		
	Volumen de cemento =	0.086	m ³
	Volumen de agua =	0.205	m ³
	Volumen de aire =	0.02	m ³
	Volumen de A.G. =	0.356	m ³
	Volumen total =	0.667	m ³
Paso 9 :	Contenido de Agregado Fino		
	Volumen de A. F. =	0.333	m ³
	Peso de A.F. =	842.49	kg
Paso 10 :	Valores de diseño de mezcla para materiales SSS		
	Cemento =	269.737	kg/m ³
	Agua =	205	L/m ³
	A.F. seco =	842.49	kg/m ³
	A.G. seco =	976.939	kg/m ³
Paso 11 :	Corrección por humedad del agregado :		
	Cemento =	269.737	kg/m ³
	Agua efectiv	222.437	L/m ³
	AF húmedo :	832.38	kg/m ³
	AG húmedo	969.612	kg/m ³
Paso 12 :	Peso de los materiales para vaciado		
	Cantidad de concreto =	0.0066	m ³
	Cemento =	1.78	kg
	A.F. =	5.49	kg
	A.G. =	6.40	kg
	Agua =	1.47	L

B.40 DISEÑO DE MEZCLAS A/C = 0.78 CEMENTO WARI

Relación a/c = 0.78

Paso 1 :	TMN =	3/4"	
Paso 2 :	Asentamiento =	3" a 4"	
Paso 3 :	Volumen Unitario de agua =	205	L/m3
Paso 4 :	Contenido de aire atrapado =	2	%
Paso 5 :	Relación agua/cemento =	0.78	
Paso 6 :	Factor cemento =	262.821	kg/m3
Paso 7 :	Volumen de A.G. por unidad de concreto =	0.6014	
	A.G. en peso seco =	968.254	kg/m3
	Peso del A.G.S.S.S. =	976.939	kg/m3
Paso 8 :	Volúmenes Absolutos		
	Volumen de cemento =	0.084	m3
	Volumen de agua =	0.205	m3
	Volumen de aire =	0.02	m3
	Volumen de A.G. =	0.356	m3
	Volumen total =	0.665	m3
Paso 9 :	Contenido de Agregado Fino		
	Volumen de A. F. =	0.335	m3
	Peso de A.F. =	847.55	kg
Paso 10 :	Valores de diseño de mezcla para materiales SSS		
	Cemento =	262.821	kg/m3
	Agua =	205	L/m3
	A.F. seco =	847.55	kg/m3
	A.G. seco =	976.939	kg/m3
Paso 11 :	Corrección por humedad del agregado :		
	Cemento =	262.821	kg/m3
	Agua efectiv	222.498	L/m3
	AF húmedo :	837.379	kg/m3
	AG húmedo	969.612	kg/m3
Paso 12 :	Peso de los materiales para vaciado		
	Cantidad de concreto =	0.0066	m3
	Cemento =	1.73	kg
	A.F. =	5.53	kg
	A.G. =	6.40	kg
	Agua =	1.47	L

B.41 DISEÑO DE MEZCLAS A/C = 0.80 CEMENTO WARI

Relación a/c = 0.8

Paso 1 :	TMN =	3/4"	
Paso 2 :	Asentamiento =	3" a 4"	
Paso 3 :	Volumen Unitario de agua =	205	L/m3
Paso 4 :	Contenido de aire atrapado =	2	%
Paso 5 :	Relación agua/cemento =	0.8	
Paso 6 :	Factor cemento =	256.25	kg/m3
Paso 7 :	Volumen de A.G. por unidad de concreto =	0.6014	
	A.G. en peso seco =	968.254	kg/m3
	Peso del A.G.S.S.S. =	976.939	kg/m3
Paso 8 :	Volúmenes Absolutos		
	Volumen de cemento =	0.082	m3
	Volumen de agua =	0.205	m3
	Volumen de aire =	0.02	m3
	Volumen de A.G. =	0.356	m3
	Volumen total =	0.663	m3
Paso 9 :	Contenido de Agregado Fino		
	Volumen de A. F. =	0.337	m3
	Peso de A.F. =	852.61	kg
Paso 10 :	Valores de diseño de mezcla para materiales SSS		
	Cemento =	256.25	kg/m3
	Agua =	205	L/m3
	A.F. seco =	852.61	kg/m3
	A.G. seco =	976.939	kg/m3
Paso 11 :	Corrección por humedad del agregado :		
	Cemento =	256.25	kg/m3
	Agua efectiv	222.558	L/m3
	AF húmedo :	842.379	kg/m3
	AG húmedo	969.612	kg/m3
Paso 12 :	Peso de los materiales para vaciado		
	Cantidad de concreto =	0.0066	m3
	Cemento =	1.69	kg
	A.F. =	5.56	kg
	A.G. =	6.40	kg
	Agua =	1.47	L

B.42 DISEÑO DE MEZCLAS A/C = 0.82 CEMENTO WARI

Relación a/c = 0.82

Paso 1 :	TMN =	3/4"	
Paso 2 :	Asentamiento =	3" a 4"	
Paso 3 :	Volumen Unitario de agua =	205	L/m3
Paso 4 :	Contenido de aire atrapado =	2	%
Paso 5 :	Relación agua/cemento =	0.82	
Paso 6 :	Factor cemento =	250	kg/m3
Paso 7 :	Volumen de A.G. por unidad de concreto =	0.6014	
	A.G. en peso seco =	968.254	kg/m3
	Peso del A.G.S.S.S. =	976.939	kg/m3
Paso 8 :	Volúmenes Absolutos		
	Volumen de cemento =	0.08	m3
	Volumen de agua =	0.205	m3
	Volumen de aire =	0.02	m3
	Volumen de A.G. =	0.356	m3
	Volumen total =	0.661	m3
Paso 9 :	Contenido de Agregado Fino		
	Volumen de A. F. =	0.339	m3
	Peso de A.F. =	857.67	kg
Paso 10 :	Valores de diseño de mezcla para materiales SSS		
	Cemento =	250	kg/m3
	Agua =	205	L/m3
	A.F. seco =	857.67	kg/m3
	A.G. seco =	976.939	kg/m3
Paso 11 :	Corrección por humedad del agregado :		
	Cemento =	250	kg/m3
	Agua efectiv	222.619	L/m3
	AF húmedo :	847.378	kg/m3
	AG húmedo	969.612	kg/m3
Paso 12 :	Peso de los materiales para vaciado		
	Cantidad de concreto =	0.0066	m3
	Cemento =	1.65	kg
	A.F. =	5.59	kg
	A.G. =	6.40	kg
	Agua =	1.47	L

B.43 DISEÑO DE MEZCLAS $F'_{cr} = 175 \text{ kg/cm}^2$ CEMENTO WARI

Por tablas, relación a/c = 0.75

Paso 1 :	TMN =	3/4"	
Paso 2 :	Asentamiento =	3" a 4"	
Paso 3 :	Volumen Unitario de agua =	205	L/m ³
Paso 4 :	Contenido de aire atrapado =	2	%
Paso 5 :	Relación agua/cemento =	0.7498	
Paso 6 :	Factor cemento =	273.406	kg/m ³
Paso 7 :	Volumen de A.G. por unidad de concreto =	0.6014	
	A.G. en peso seco =	968.254	kg/m ³
	Peso del A.G.S.S.S. =	976.939	kg/m ³
Paso 8 :	Volúmenes Absolutos		
	Volumen de cemento =	0.087	m ³
	Volumen de agua =	0.205	m ³
	Volumen de aire =	0.02	m ³
	Volumen de A.G. =	0.356	m ³
	Volumen total =	0.668	m ³
Paso 9 :	Contenido de Agregado Fino		
	Volumen de A. F. =	0.332	m ³
	Peso de A.F. =	839.96	kg
Paso 10 :	Valores de diseño de mezcla para materiales SSS		
	Cemento =	273.406	kg/m ³
	Agua =	205	L/m ³
	A.F. seco =	839.96	kg/m ³
	A.G. seco =	976.939	kg/m ³
Paso 11 :	Corrección por humedad del agregado :		
	Cemento =	273.406	kg/m ³
	Agua efectiv	222.407	L/m ³
	AF húmedo :	829.88	kg/m ³
	AG húmedo	969.612	kg/m ³
Paso 12 :	Peso de los materiales para vaciado		
	Cantidad de concreto =	0.0066	m ³
	Cemento =	1.80	kg
	A.F. =	5.48	kg
	A.G. =	6.40	kg
	Agua =	1.47	L

B.44 DISEÑO DE MEZCLAS $F'_{cr} = 210 \text{ kg/cm}^2$ CEMENTO WARI

Por tablas, relación $a/c = 0.684$

Paso 1 :	TMN =	3/4"	
Paso 2 :	Asentamiento =	3" a 4"	
Paso 3 :	Volumen Unitario de agua =	205	L/m ³
Paso 4 :	Contenido de aire atrapado =	2	%
Paso 5 :	Relación agua/cemento =	0.6838	
Paso 6 :	Factor cemento =	299.795	kg/m ³
Paso 7 :	Volumen de A.G. por unidad de concreto =	0.6014	
	A.G. en peso seco =	968.254	kg/m ³
	Peso del A.G.S.S.S. =	976.939	kg/m ³
Paso 8 :	Volúmenes Absolutos		
	Volumen de cemento =	0.095	m ³
	Volumen de agua =	0.205	m ³
	Volumen de aire =	0.02	m ³
	Volumen de A.G. =	0.356	m ³
	Volumen total =	0.676	m ³
Paso 9 :	Contenido de Agregado Fino		
	Volumen de A. F. =	0.324	m ³
	Peso de A.F. =	819.72	kg
Paso 10 :	Valores de diseño de mezcla para materiales SSS		
	Cemento =	299.795	kg/m ³
	Agua =	205	L/m ³
	A.F. seco =	819.72	kg/m ³
	A.G. seco =	976.939	kg/m ³
Paso 11 :	Corrección por humedad del agregado :		
	Cemento =	299.795	kg/m ³
	Agua efectiv	222.164	L/m ³
	AF húmedo :	809.883	kg/m ³
	AG húmedo	969.612	kg/m ³
Paso 12 :	Peso de los materiales para vaciado		
	Cantidad de concreto =	0.0066	m ³
	Cemento =	1.98	kg
	A.F. =	5.35	kg
	A.G. =	6.40	kg
	Agua =	1.47	L

B.45 DISEÑO DE MEZCLAS $F'_{cr} = 280 \text{ kg/cm}^2$ CEMENTO WARI

Por tablas, relación $a/c = 0.578$

Paso 1 :	TMN =	3/4"	
Paso 2 :	Asentamiento =	3" a 4"	
Paso 3 :	Volumen Unitario de agua =	205	L/m ³
Paso 4 :	Contenido de aire atrapado =	2	%
Paso 5 :	Relación agua/cemento =	0.5777	
Paso 6 :	Factor cemento =	354.855	kg/m ³
Paso 7 :	Volumen de A.G. por unidad de concreto =	0.6014	
	A.G. en peso seco =	968.254	kg/m ³
	Peso del A.G.S.S.S. =	976.939	kg/m ³
Paso 8 :	Volúmenes Absolutos		
	Volumen de cemento =	0.113	m ³
	Volumen de agua =	0.205	m ³
	Volumen de aire =	0.02	m ³
	Volumen de A.G. =	0.356	m ³
	Volumen total =	0.694	m ³
Paso 9 :	Contenido de Agregado Fino		
	Volumen de A. F. =	0.306	m ³
	Peso de A.F. =	774.18	kg
Paso 10 :	Valores de diseño de mezcla para materiales SSS		
	Cemento =	354.855	kg/m ³
	Agua =	205	L/m ³
	A.F. seco =	774.18	kg/m ³
	A.G. seco =	976.939	kg/m ³
Paso 11 :	Corrección por humedad del agregado :		
	Cemento =	354.855	kg/m ³
	Agua efectiv	221.617	L/m ³
	AF húmedo :	764.89	kg/m ³
	AG húmedo	969.612	kg/m ³
Paso 12 :	Peso de los materiales para vaciado		
	Cantidad de concreto =	0.0066	m ³
	Cemento =	2.34	kg
	A.F. =	5.05	kg
	A.G. =	6.40	kg
	Agua =	1.46	L

B.46 DISEÑO DE MEZCLAS $F'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ CEMENTO WARI

Por tablas, relación a/c = 0.626

Paso 1 :	TMN =	3/4"	
Paso 2 :	Asentamiento =	3" a 4"	
Paso 3 :	Volumen Unitario de agua =	205	L/m ³
Paso 4 :	Contenido de aire atrapado =	2	%
Paso 5 :	Relación agua/cemento =	0.6256	
Paso 6 :	Factor cemento =	327.685	kg/m ³
Paso 7 :	Volumen de A.G. por unidad de concreto =	0.6014	
	A.G. en peso seco =	968.254	kg/m ³
	Peso del A.G.S.S.S. =	976.939	kg/m ³
Paso 8 :	Volúmenes Absolutos		
	Volumen de cemento =	0.104	m ³
	Volumen de agua =	0.205	m ³
	Volumen de aire =	0.02	m ³
	Volumen de A.G. =	0.356	m ³
	Volumen total =	0.685	m ³
Paso 9 :	Contenido de Agregado Fino		
	Volumen de A. F. =	0.315	m ³
	Peso de A.F. =	796.95	kg
Paso 10 :	Valores de diseño de mezcla para materiales SSS		
	Cemento =	327.685	kg/m ³
	Agua =	205	L/m ³
	A.F. seco =	796.95	kg/m ³
	A.G. seco =	976.939	kg/m ³
Paso 11 :	Corrección por humedad del agregado :		
	Cemento =	327.685	kg/m ³
	Agua efectiv	221.89	L/m ³
	AF húmedo :	787.387	kg/m ³
	AG húmedo	969.612	kg/m ³
Paso 12 :	Peso de los materiales para vaciado		
	Cantidad de concreto =	0.0066	m ³
	Cemento =	2.16	kg
	A.F. =	5.20	kg
	A.G. =	6.40	kg
	Agua =	1.46	L

B.47 DISEÑO DE MEZCLAS $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ CEMENTO WARI

Por tablas, relación $a/c = 0.576$

Paso 1 :	TMN =	3/4"	
Paso 2 :	Asentamiento =	3" a 4"	
Paso 3 :	Volumen Unitario de agua =	205	L/m ³
Paso 4 :	Contenido de aire atrapado =	2	%
Paso 5 :	Relación agua/cemento =	0.5758	
Paso 6 :	Factor cemento =	356.026	kg/m ³
Paso 7 :	Volumen de A.G. por unidad de concreto =	0.6014	
	A.G. en peso seco =	968.254	kg/m ³
	Peso del A.G.S.S.S. =	976.939	kg/m ³
Paso 8 :	Volúmenes Absolutos		
	Volumen de cemento =	0.113	m ³
	Volumen de agua =	0.205	m ³
	Volumen de aire =	0.02	m ³
	Volumen de A.G. =	0.356	m ³
	Volumen total =	0.694	m ³
Paso 9 :	Contenido de Agregado Fino		
	Volumen de A. F. =	0.306	m ³
	Peso de A.F. =	774.18	kg
Paso 10 :	Valores de diseño de mezcla para materiales SSS		
	Cemento =	356.026	kg/m ³
	Agua =	205	L/m ³
	A.F. seco =	774.18	kg/m ³
	A.G. seco =	976.939	kg/m ³
Paso 11 :	Corrección por humedad del agregado :		
	Cemento =	356.026	kg/m ³
	Agua efectiv	221.617	L/m ³
	AF húmedo :	764.89	kg/m ³
	AG húmedo	969.612	kg/m ³
Paso 12 :	Peso de los materiales para vaciado		
	Cantidad de concreto =	0.0066	m ³
	Cemento =	2.35	kg
	A.F. =	5.05	kg
	A.G. =	6.40	kg
	Agua =	1.46	L

B.48 DISEÑO DE MEZCLAS $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ CEMENTO WARI

Por tablas, relación $a/c = 0.471$

Paso 1 :	TMN =	3/4"	
Paso 2 :	Asentamiento =	3" a 4"	
Paso 3 :	Volumen Unitario de agua =	205	L/m ³
Paso 4 :	Contenido de aire atrapado =	2	%
Paso 5 :	Relación agua/cemento =	0.4708	
Paso 6 :	Factor cemento =	435.429	kg/m ³
Paso 7 :	Volumen de A.G. por unidad de concreto =	0.6014	
	A.G. en peso seco =	968.254	kg/m ³
	Peso del A.G.S.S.S. =	976.939	kg/m ³
Paso 8 :	Volúmenes Absolutos		
	Volumen de cemento =	0.139	m ³
	Volumen de agua =	0.205	m ³
	Volumen de aire =	0.02	m ³
	Volumen de A.G. =	0.356	m ³
	Volumen total =	0.72	m ³
Paso 9 :	Contenido de Agregado Fino		
	Volumen de A. F. =	0.28	m ³
	Peso de A.F. =	708.4	kg
Paso 10 :	Valores de diseño de mezcla para materiales SSS		
	Cemento =	435.429	kg/m ³
	Agua =	205	L/m ³
	A.F. seco =	708.4	kg/m ³
	A.G. seco =	976.939	kg/m ³
Paso 11 :	Corrección por humedad del agregado :		
	Cemento =	435.429	kg/m ³
	Agua efectiv	220.828	L/m ³
	AF húmedo :	699.899	kg/m ³
	AG húmedo	969.612	kg/m ³
Paso 12 :	Peso de los materiales para vaciado		
	Cantidad de concreto =	0.0066	m ³
	Cemento =	2.87	kg
	A.F. =	4.62	kg
	A.G. =	6.40	kg
	Agua =	1.46	L

B.49 DISEÑO DE MEZCLAS $F'_{cr} = 175 \text{ kg/cm}^2$ CEMENTO YURA

Por tablas, relación $a/c = 0.75$

Paso 1 :	TMN =	3/4"	
Paso 2 :	Asentamiento =	3" a 4"	
Paso 3 :	Volumen Unitario de agua =	205	L/m ³
Paso 4 :	Contenido de aire atrapado =	2	%
Paso 5 :	Relación agua/cemento =	0.7498	
Paso 6 :	Factor cemento =	273.406	kg/m ³
Paso 7 :	Volumen de A.G. por unidad de concreto =	0.6014	
	A.G. en peso seco =	968.254	kg/m ³
	Peso del A.G.S.S.S. =	976.939	kg/m ³
Paso 8 :	Volúmenes Absolutos		
	Volumen de cemento =	0.096	m ³
	Volumen de agua =	0.205	m ³
	Volumen de aire =	0.02	m ³
	Volumen de A.G. =	0.356	m ³
	Volumen total =	0.677	m ³
Paso 9 :	Contenido de Agregado Fino		
	Volumen de A. F. =	0.323	m ³
	Peso de A.F. =	817.19	kg
Paso 10 :	Valores de diseño de mezcla para materiales SSS		
	Cemento =	273.406	kg/m ³
	Agua =	205	L/m ³
	A.F. seco =	817.19	kg/m ³
	A.G. seco =	976.939	kg/m ³
Paso 11 :	Corrección por humedad del agregado :		
	Cemento =	273.406	kg/m ³
	Agua efectiv	222.133	L/m ³
	AF húmedo :	807.384	kg/m ³
	AG húmedo	969.612	kg/m ³
Paso 12 :	Peso de los materiales para vaciado		
	Cantidad de concreto =	0.0066	m ³
	Cemento =	1.80	kg
	A.F. =	5.33	kg
	A.G. =	6.40	kg
	Agua =	1.47	L

B.50 DISEÑO DE MEZCLAS $F'_{cr} = 210 \text{ kg/cm}^2$ CEMENTO YURA

Por tablas, relación $a/c = 0.684$

Paso 1 :	TMN =	3/4"	
Paso 2 :	Asentamiento =	3" a 4"	
Paso 3 :	Volumen Unitario de agua =	205	L/m ³
Paso 4 :	Contenido de aire atrapado =	2	%
Paso 5 :	Relación agua/cemento =	0.6838	
Paso 6 :	Factor cemento =	299.795	kg/m ³
Paso 7 :	Volumen de A.G. por unidad de concreto =	0.6014	
	A.G. en peso seco =	968.254	kg/m ³
	Peso del A.G.S.S.S. =	976.939	kg/m ³
Paso 8 :	Volúmenes Absolutos		
	Volumen de cemento =	0.105	m ³
	Volumen de agua =	0.205	m ³
	Volumen de aire =	0.02	m ³
	Volumen de A.G. =	0.356	m ³
	Volumen total =	0.686	m ³
Paso 9 :	Contenido de Agregado Fino		
	Volumen de A. F. =	0.314	m ³
	Peso de A.F. =	794.42	kg
Paso 10 :	Valores de diseño de mezcla para materiales SSS		
	Cemento =	299.795	kg/m ³
	Agua =	205	L/m ³
	A.F. seco =	794.42	kg/m ³
	A.G. seco =	976.939	kg/m ³
Paso 11 :	Corrección por humedad del agregado :		
	Cemento =	299.795	kg/m ³
	Agua efectiv	221.86	L/m ³
	AF húmedo :	784.887	kg/m ³
	AG húmedo	969.612	kg/m ³
Paso 12 :	Peso de los materiales para vaciado		
	Cantidad de concreto =	0.0066	m ³
	Cemento =	1.98	kg
	A.F. =	5.18	kg
	A.G. =	6.40	kg
	Agua =	1.46	L

B.51 DISEÑO DE MEZCLAS $F'_{cr} = 280 \text{ kg/cm}^2$ CEMENTO YURA

Por tablas, relación a/c = 0.578

Paso 1 :	TMN =	3/4"	
Paso 2 :	Asentamiento =	3" a 4"	
Paso 3 :	Volumen Unitario de agua =	205	L/m ³
Paso 4 :	Contenido de aire atrapado =	2	%
Paso 5 :	Relación agua/cemento =	0.5777	
Paso 6 :	Factor cemento =	354.855	kg/m ³
Paso 7 :	Volumen de A.G. por unidad de concreto =	0.6014	
	A.G. en peso seco =	968.254	kg/m ³
	Peso del A.G.S.S.S. =	976.939	kg/m ³
Paso 8 :	Volúmenes Absolutos		
	Volumen de cemento =	0.125	m ³
	Volumen de agua =	0.205	m ³
	Volumen de aire =	0.02	m ³
	Volumen de A.G. =	0.356	m ³
	Volumen total =	0.706	m ³
Paso 9 :	Contenido de Agregado Fino		
	Volumen de A. F. =	0.294	m ³
	Peso de A.F. =	743.82	kg
Paso 10 :	Valores de diseño de mezcla para materiales SSS		
	Cemento =	354.855	kg/m ³
	Agua =	205	L/m ³
	A.F. seco =	743.82	kg/m ³
	A.G. seco =	976.939	kg/m ³
Paso 11 :	Corrección por humedad del agregado :		
	Cemento =	354.855	kg/m ³
	Agua efectiv	221.253	L/m ³
	AF húmedo :	734.894	kg/m ³
	AG húmedo	969.612	kg/m ³
Paso 12 :	Peso de los materiales para vaciado		
	Cantidad de concreto =	0.0066	m ³
	Cemento =	2.34	kg
	A.F. =	4.85	kg
	A.G. =	6.40	kg
	Agua =	1.46	L

B.52 DISEÑO DE MEZCLAS $F'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ CEMENTO YURA

Por tablas, relación a/c = 0.626

Paso 1 :	TMN =	3/4"	
Paso 2 :	Asentamiento =	3" a 4"	
Paso 3 :	Volumen Unitario de agua =	205	L/m ³
Paso 4 :	Contenido de aire atrapado =	2	%
Paso 5 :	Relación agua/cemento =	0.6255	
Paso 6 :	Factor cemento =	327.738	kg/m ³
Paso 7 :	Volumen de A.G. por unidad de concreto =	0.6014	
	A.G. en peso seco =	968.254	kg/m ³
	Peso del A.G.S.S.S. =	976.939	kg/m ³
Paso 8 :	Volúmenes Absolutos		
	Volumen de cemento =	0.115	m ³
	Volumen de agua =	0.205	m ³
	Volumen de aire =	0.02	m ³
	Volumen de A.G. =	0.356	m ³
	Volumen total =	0.696	m ³
Paso 9 :	Contenido de Agregado Fino		
	Volumen de A. F. =	0.304	m ³
	Peso de A.F. =	769.12	kg
Paso 10 :	Valores de diseño de mezcla para materiales SSS		
	Cemento =	327.738	kg/m ³
	Agua =	205	L/m ³
	A.F. seco =	769.12	kg/m ³
	A.G. seco =	976.939	kg/m ³
Paso 11 :	Corrección por humedad del agregado :		
	Cemento =	327.738	kg/m ³
	Agua efectiv	221.556	L/m ³
	AF húmedo :	759.891	kg/m ³
	AG húmedo	969.612	kg/m ³
Paso 12 :	Peso de los materiales para vaciado		
	Cantidad de concreto =	0.0066	m ³
	Cemento =	2.16	kg
	A.F. =	5.02	kg
	A.G. =	6.40	kg
	Agua =	1.46	L

B.53 DISEÑO DE MEZCLAS $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ CEMENTO YURA

Por tablas, relación $a/c = 0.576$

Paso 1 :	TMN =	3/4"	
Paso 2 :	Asentamiento =	3" a 4"	
Paso 3 :	Volumen Unitario de agua =	205	L/m ³
Paso 4 :	Contenido de aire atrapado =	2	%
Paso 5 :	Relación agua/cemento =	0.5758	
Paso 6 :	Factor cemento =	356.026	kg/m ³
Paso 7 :	Volumen de A.G. por unidad de concreto =	0.6014	
	A.G. en peso seco =	968.254	kg/m ³
	Peso del A.G.S.S.S. =	976.939	kg/m ³
Paso 8 :	Volúmenes Absolutos		
	Volumen de cemento =	0.125	m ³
	Volumen de agua =	0.205	m ³
	Volumen de aire =	0.02	m ³
	Volumen de A.G. =	0.356	m ³
	Volumen total =	0.706	m ³
Paso 9 :	Contenido de Agregado Fino		
	Volumen de A. F. =	0.294	m ³
	Peso de A.F. =	743.82	kg
Paso 10 :	Valores de diseño de mezcla para materiales SSS		
	Cemento =	356.026	kg/m ³
	Agua =	205	L/m ³
	A.F. seco =	743.82	kg/m ³
	A.G. seco =	976.939	kg/m ³
Paso 11 :	Corrección por humedad del agregado :		
	Cemento =	356.026	kg/m ³
	Agua efectiv	221.253	L/m ³
	AF húmedo :	734.894	kg/m ³
	AG húmedo	969.612	kg/m ³
Paso 12 :	Peso de los materiales para vaciado		
	Cantidad de concreto =	0.0066	m ³
	Cemento =	2.35	kg
	A.F. =	4.85	kg
	A.G. =	6.40	kg
	Agua =	1.46	L

B.54 DISEÑO DE MEZCLAS $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ CEMENTO YURA

Por tablas, relación $a/c = 0.471$

Paso 1 :	TMN =	3/4"	
Paso 2 :	Asentamiento =	3" a 4"	
Paso 3 :	Volumen Unitario de agua =	205	L/m ³
Paso 4 :	Contenido de aire atrapado =	2	%
Paso 5 :	Relación agua/cemento =	0.4708	
Paso 6 :	Factor cemento =	435.429	kg/m ³
Paso 7 :	Volumen de A.G. por unidad de concreto =	0.6014	
	A.G. en peso seco =	968.254	kg/m ³
	Peso del A.G.S.S.S. =	976.939	kg/m ³
Paso 8 :	Volúmenes Absolutos		
	Volumen de cemento =	0.153	m ³
	Volumen de agua =	0.205	m ³
	Volumen de aire =	0.02	m ³
	Volumen de A.G. =	0.356	m ³
	Volumen total =	0.734	m ³
Paso 9 :	Contenido de Agregado Fino		
	Volumen de A. F. =	0.266	m ³
	Peso de A.F. =	672.98	kg
Paso 10 :	Valores de diseño de mezcla para materiales SSS		
	Cemento =	435.429	kg/m ³
	Agua =	205	L/m ³
	A.F. seco =	672.98	kg/m ³
	A.G. seco =	976.939	kg/m ³
Paso 11 :	Corrección por humedad del agregado :		
	Cemento =	435.429	kg/m ³
	Agua efectiv	220.403	L/m ³
	AF húmedo :	664.904	kg/m ³
	AG húmedo	969.612	kg/m ³
Paso 12 :	Peso de los materiales para vaciado		
	Cantidad de concreto =	0.0066	m ³
	Cemento =	2.87	kg
	A.F. =	4.39	kg
	A.G. =	6.40	kg
	Agua =	1.45	L

ANÁLISIS COMPARATIVO A LOS PROCESOS DE CURADO ACELERADO CON AGUA CALIENTE (35 °C) Y AGUA HIRVIENDO (92°C) DE LA NTP 339.213 AL AÑADIR ADITIVO ACELERANTE SIKARAPID-1 PARA ESTIMAR RESISTENCIAS DEL CON

INFORME DE ORIGINALIDAD

12%

INDICE DE SIMILITUD

12%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

www.solobtt.com

Fuente de Internet

2%

2

Submitted to Universidad Católica de Santa
María

Trabajo del estudiante

2%

3

repositorio.unsa.edu.pe

Fuente de Internet

1%

4

hdl.handle.net

Fuente de Internet

1%

5

www.slideshare.net

Fuente de Internet

1%

6

repositorio.uss.edu.pe

Fuente de Internet

1%

7

Submitted to Universidad Andina del Cusco

Trabajo del estudiante

1%

www.lastfashionnews.com

8	Fuente de Internet	1 %
9	adoc.pub Fuente de Internet	1 %
10	doku.pub Fuente de Internet	1 %
11	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	1 %
12	transparencia.mtc.gob.pe Fuente de Internet	1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Apagado