

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



---

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PRINCIPALES  
PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO: PATRÓN,  
CON ADITIVO NATURAL (AZÚCAR) Y CON ADITIVO  
CHEMAPLAST”**

---

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: CONSTRUCCIÓN Y MATERIALES**

**Autores:**

**Br. ALCALDE IBAÑEZ, Alex Xavier**

**Br. ALCALDE IBAÑEZ, Julio César**

**Asesor:**

**Ing. PERRIGO SARMIENTO, Félix Gilberto**

**Trujillo - Perú**

**2019**

**N° DE REGISTRO:**

## ACREDITACIONES

TÍTULO: “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PRINCIPALES PROPIEDADES  
MECÁNICAS DE UN CONCRETO: PATRÓN, CON ADITIVO NATURAL  
(AZÚCAR) Y CON ADITIVO CHEMAPLAST”

AUTORES:

Br. Alcalde Ibañez, Alex Xavier.

Br. Alcalde Ibañez, Julio César.

APROBADO POR:

---

Ing. VEJARANO GELDRES, AUGUSTO ALEJANDRO.

PRESIDENTE

N° CIP 91982

---

Ing. MERINO MARTINEZ, MARCELO EDMUNDO

SECRETARIO

N° CIP 77111

---

Ing. HENRIQUEZ ULLOA, JUAN PAUL

VOCAL

N° CIP 118101

---

Ing. PERRIGO SARMIENTO, FÉLIX GILBERTO.

ASESOR

N° CIP 29401

# PRESENTACIÓN.

## Señores Miembros del Jurado:

Dando cumplimiento y conforme a las normas establecidas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada Antenor Orrego, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, se pone a vuestra consideración el Informe del Trabajo de Investigación Titulado **“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PRINCIPALES PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO: PATRÓN, CON ADITIVO NATURAL (AZÚCAR) Y CON ADITIVO CHEMAPLAST”**, con la convicción de alcanzar una justa evaluación y dictamen.

Atentamente,

Trujillo, febrero del 2019.

Br. Alcalde Ibañez, Alex Xavier.

Br. Alcalde Ibañez, Julio César.

## DEDICATORIA

**A Dios**, por brindarnos la oportunidad de vivir, habernos dado salud para poder lograr nuestros objetivos, por su infinito amor y cordialidad hacia nosotros.

Con todo nuestro amor y cariño, **a nuestra madre Fabiola Socorro**, por habernos dado la vida, creer siempre en nosotros en todo momento, por su tenacidad e inagotable esfuerzo para sacarnos adelante y vernos convertidos en hombres de bien, por su inconmensurable amor y bondad para con sus hijos

**A nuestro padre Juan Medardo**, por los consejos y ejemplos de constancia, esfuerzo y perseverancia que nos inculco para poder afrontar los caminos de la vida, por su interminable determinación para dejarnos, lo que en sus propias palabras se citaría, la mejor herencia de un padre para un hijo: una Profesión.

**A nuestra abuelita Lucia**, por su generoso amor y cuidados que recibimos de niños, por seguir cuidando y guiando nuestros pasos desde el cielo.

## **AGRADECIMIENTOS**

El presente informe es el resultado de un proyecto, el cual hubiera sido imposible verse hecho realidad sin el aporte de un conjunto de personas al cual quedamos profundamente agradecidos:

A nuestros familiares, de manera muy especial a nuestros padres Juan y Fabiola, por ser nuestra fuente de apoyo y perseverancia durante todo este proceso.

A la plana docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Privada Antenor Orrego por otorgarnos los conocimientos para una excelente formación académica.

A él Ingeniero Félix Gilberto Sarmiento Perrigo, asesor de la presente tesis por la orientación, paciencia y buenos consejos en todo el proceso que duro nuestra investigación.

A los jurados, por sus opiniones y sugerencias constructivas para mejorar nuestro trabajo de investigación.

**LOS AUTORES**

# RESUMEN

## “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PRINCIPALES PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO: PATRÓN, CON ADITIVO NATURAL (AZÚCAR) Y CON ADITIVO CHEMAPLAST”

**POR: Br. ALCALDE IBAÑEZ, Alex Xavier.**

**Br. ALCALDE IBAÑEZ, Julio César.**

En el presente estudio de investigación, tiene por objetivo realizar el análisis comparativo de las principales propiedades mecánicas de un concreto: patrón, con aditivo natural (azúcar) y con aditivo Chemaplast. Evaluando en el estado fresco del concreto, el tiempo de fraguado, la consistencia, la temperatura, el peso unitario; en el estado endurecido del concreto se evaluó la resistencia a la compresión a la edad de 3 días, 7 días, 14 días, 28 días para la cual se elaboraron 84 probetas cilíndricas según la norma NTP 339.034, 12 probetas para cada diseño, 3 probetas para cada edad propuesta. Para ello se realizaron 7 diseños de mezclas según la metodología propuesta por el comité 211 del ACI, utilizando Cemento Pacasmayo tipo I. Los agregados utilizados en el presente estudio, son de la cantera el Milagro cumpliendo las normas NTP.

Se estudió: un concreto patrón sin aditivo, un concreto con estímulo de azúcar blanca (como aditivo natural o de fácil procedencia) con tres variaciones en sus dosificaciones de 0.075%, 0.100% y 0.150% con respecto al peso del cemento, y para finalizar un concreto con estímulo de Chemaplast (como aditivo industrial) con tres variaciones en sus dosificaciones de 300 ml, 400 ml y 500 ml por bolsa de cemento que representa el 0.85%, 1.13%, 1.41% respectivamente con respecto al peso del cemento.

De los resultados obtenidos determinamos que el uso de azúcar blanca en una proporción del 0.075% nos brindó concretos con mayor trabajabilidad respecto a los demás diseños de mezcla ya que se mantuvo con una consistencia fluida a una hora de su preparación.

Del mismo modo se concluye que el diseño estimulado con azúcar en el porcentaje del 0.15% retarda 533% en el tiempo de fraguado inicial. Mientras que el diseño estimulado por el Chemaplast en 500 ml (1.41%), retarda 233% en el tiempo de

fraguado inicial. Manteniéndose la tendencia para el tiempo de fraguado final 354% para el diseño, con estímulo de azúcar y de 168% para el diseño, cuyo estímulo fue de Chemaplast.

El porcentaje de resistencia adquirida en función a la  $f'c$  de diseño a la edad de 28 días, el diseño que mejor dio resultado fue el que se adiciono 0.15% de azúcar, presentando un incremento de 221%. Utilizando el aditivo Chemaplast el que mejor dio resultado fue el diseño que se le adiciona 400 ml (1.13% respecto al peso del cemento), presentando un incremento del 172 %. Cabe mencionar que a la edad temprana de los 3 días el porcentaje de resistencia fue de 97% y 125 % para el diseño que utilizo azúcar y aditivo Chemaplast respectivamente. Podemos concluir que el azúcar nos brinda mayor resistencia a edades finales y no iniciales, de modo inverso que el Chemaplast.

El costo de elaboración de 1 m<sup>3</sup> de concreto patrón es de 253.15 soles. Haciendo la comparación en el uso de aditivos el diseño con azúcar en menor porcentaje (0.075% respecto al peso del cemento) es el más económico 0.41%. y el diseño con Chemaplast con mayor cantidad porcentaje 500 ml (1.41% respecto al peso del cemento) es el más caro. 13.13%, respecto al concreto patrón.

## ABSTRACT

In the present research study, it aims to perform the comparative analysis of the main mechanical properties of a concrete: standard, with natural additive (sugar) and with Chemaplast additive. Evaluating in the fresh state of the concrete, the setting time, the consistency, the temperature, the unit weight; In the hardened state of the concrete, the compressive strength was evaluated at the age of 3 days, 7 days, 14 days, 28 days for which 84 cylindrical test pieces were elaborated according to the NTP 339.034 standard, 12 specimens for each design, 3 specimens for each proposed age. For this, 7 mix designs were made according to the methodology proposed by the ACI 211 committee, using Pacasmayo Type I Cement. The aggregates used in the present study are from the Milagro quarry complying with the NTP standards.

We studied: a concrete pattern without additive, a concrete with white sugar stimulus (as a natural additive or easy source) with three variations in its dosages of 0.075%, 0.100% and 0.150% with respect to the weight of the cement, and finally a concrete with stimulation of Chemaplast (as an industrial additive) with three variations in its dosages of 300 ml, 400 ml and 500 ml per bag of cement representing 0.85%, 1.13%, 1.41% respectively with respect to the weight of the cement.

From the results obtained we determined that the use of white sugar in a proportion of 0.075% gave us concrete with greater workability with respect to the other mix designs since it was maintained with a fluid consistency at one hour of its preparation.

In the same way it is concluded that the design stimulated with sugar in the percentage of 0.15% delays 533% in the initial setting time. While the design stimulated by the Chemaplast in 500 ml (1.41%), delays 233% in the initial setting time. Maintaining the trend for the final setting time 354% for the design, with sugar stimulation and 168% for the design, whose stimulus was Chemaplast.



The percentage of resistance acquired according to the f'c of design at the age of 28 days, the design that gave the best result was the addition of 0.15% of sugar, presenting an increase of 221%. Using the Chemaplast additive that gave the best result was the design that adds 400 ml (1.13% of the weight of the cement), showing an increase of 172%. It is worth mentioning that at the early age of 3 days the resistance percentage was 97% and 125% for the design that used sugar and Chemaplast additive respectively. We can conclude that sugar gives us greater resistance to final and non-initial ages, in the opposite way than Chemaplast.

The cost of manufacturing 1 m<sup>3</sup> of concrete is 253.15 soles. Making the comparison in the use of additives the design with sugar in lower percentage (0.075% with respect to the weight of the cement) is the cheapest 0.41%. and the design with Chemaplast with a greater quantity of 500 ml (1.41% with respect to the weight of the cement) is the most expensive. 13.13%, with respect to the concrete pattern

# ÍNDICE

ACREDITACIONES .....	i
PRESENTACIÓN.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT .....	vii
ÍNDICE.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xv
CAPITULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	2
1.1. Realidad Problemática.....	2
1.2. Formulación del Problema.....	4
1.3. Objetivos de la Investigación.....	4
1.4. Justificación del Estudio.....	5
CAPITULO II.....	6
2. MARCO DE REFERENCIA.....	7
2.1. Antecedentes del estudio.....	7
2.2. MARCO TEÓRICO.....	13
2.2.1. Concreto.....	13
2.2.1.1. Componentes del concreto.....	13
2.2.1.1.1. Cemento.....	13
2.2.1.1.1.1. Tipos de cemento.....	14
2.2.1.1.1.2. Agregados.....	15
2.2.1.1.1.3. Agua para el concreto.....	16
2.2.1.1.1.4. Proporciones típicas en volumen de los componentes del concreto.....	18
2.2.2. Propiedades del concreto.....	18
2.2.2.1. Propiedades principales del concreto fresco.....	18
2.2.2.1.1. Trabajabilidad.....	18
2.2.2.1.2. Consistencia.....	19
2.2.2.1.3. Fraguado.....	20
2.2.2.1.4. Peso unitario.....	21
2.2.2.1.5. Temperatura.....	22

2.2.2.2.	Propiedades principales del concreto endurecido.....	23
2.2.2.2.1.	Resistencia a la compresión.....	23
2.2.3.	Aditivos.....	25
2.2.3.1.	Razones para usar aditivos.....	26
2.2.3.2.	Aspecto económico.....	26
2.2.3.3.	Dosificación de aditivos.....	28
2.2.3.4.	Clasificación de aditivos.....	29
2.2.3.4.1.	Aditivos retardadores.....	30
2.2.3.4.2.	Aditivos reductores de agua y retardadores de fraguado.....	31
2.2.3.5.	Aditivos naturales y de procedencia corriente.....	36
2.3.	MARCO CONCEPTUAL.....	37
2.3.1.	Características físicas de los agregados.....	37
2.3.1.1.	Análisis granulométrico.....	37
2.3.1.2.	Análisis granulométrico del agregado fino.....	37
2.3.1.3.	Análisis granulométrico del agregado grueso.....	38
2.3.1.4.	Peso específico del agregado fino.....	38
2.3.1.5.	Peso específico del agregado grueso.....	40
2.3.1.6.	Porcentaje de absorción.....	41
2.3.1.7.	Peso unitario del agregado fino y grueso.....	42
2.3.1.8.	Contenido de humedad del agregado fino y agregado grueso.....	43
2.3.2.	Diseño de mezclas.....	44
2.3.3.	Azúcar.....	45
2.3.3.1.	Tipos de azúcar.....	46
2.3.3.1.1.	Azúcar blanca.....	46
2.4.	SISTEMA DE HIPÓTESIS.....	47
2.4.1.	Formulación de hipótesis.....	47
2.4.2.	Variables.....	47
2.4.2.1.	Variable Independiente (V.I.).....	47
2.4.2.2.	Variable Dependiente (V.D.).....	47
2.4.3.	Operacionalización de variables.....	48
2.4.3.1.	Operacionalización de Variable Independiente.....	48
2.4.3.2.	Operacionalización de Variable Dependiente.....	48
CAPITULO III.....		49
3.	METODOLOGÍA EMPLEADA.....	50
3.1.	Tipo y nivel de investigación.....	50
3.1.1.	Tipo de investigación.....	50
3.1.2.	Nivel de investigación.....	50

3.2.	Población y muestra de estudio. ....	50
3.2.1.	Población.....	50
3.2.2.	Muestra.....	50
3.2.3.	Muestra para el estado fresco del concreto. ....	51
3.2.4.	Muestra para el estado endurecido del concreto. ....	52
3.3.	Diseño de investigación. ....	53
3.4.	Técnicas e instrumentos de investigación.....	54
3.4.1.	Para el agregado fino y grueso. ....	54
3.4.2.	Para el estado fresco del concreto. ....	55
3.4.3.	Para el estado endurecido del concreto. ....	56
3.5.	Procesamiento de datos.....	57
CAPITULO IV .....		58
4.	RESULTADOS. ....	59
4.1.	Características físicas de los agregados. ....	59
4.1.1.	Del agregado fino.....	59
4.1.1.1.	Granulometría (NTP 400.012).....	59
4.1.1.2.	Módulo de finura (NTP 400.012).....	61
4.1.1.3.	Peso unitario suelto (NTP 400.017). ....	62
4.1.1.4.	Peso unitario compactado (NTP 400.017).....	62
4.1.1.5.	Peso específico (NTP 400.022). ....	63
4.1.1.6.	Porcentaje de absorción (NTP 400.022).....	64
4.1.1.7.	Contenido de humedad (NTP 339.185).....	64
4.1.2.	Del agregado grueso.....	65
4.1.2.1.	Granulometría (NTP 400.012).....	65
4.1.2.2.	Módulo de finura (NTP 400.012).....	68
4.1.2.3.	Peso unitario suelto (NTP 400.017). ....	68
4.1.2.4.	Peso unitario compactado (NTP 400.017).....	69
4.1.2.5.	Peso específico (NTP 400.022). ....	70
4.1.2.6.	Porcentaje de absorción (NTP 400.022).....	71
4.1.2.7.	Contenido de humedad (NTP 339.185).....	71
4.1.2.8.	Tamaño máximo (NTP 400.037).....	72
4.1.2.9.	Tamaño máximo nominal (NTP 400.037).....	72
4.1.3.	Resumen de las propiedades del agregado fino y el agregado grueso. ....	72
4.2.	Diseño de mezcla por la metodología del comité ACI 211. ....	73
4.3.	Resultados de los ensayos del concreto. ....	76
4.3.1.	Para el concreto fresco. ....	76
4.3.1.1.	Peso unitario. ....	76

4.3.1.2.	Consistencia-Slump.....	78
4.3.1.3.	Temperatura.....	78
4.3.1.4.	Tiempo de fraguado por aguja de Vicat. ....	79
4.3.2.	Para el concreto endurecido. ....	86
4.3.2.1.	Resistencia a la compresión.....	86
4.3.3.	Análisis del costo de elaboración de 1 m <sup>3</sup> de concreto.....	90
4.3.3.1.	Resistencia a la compresión.....	90
CAPITULO V .....		94
5.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	95
5.1.	Del concreto en estado fresco. ....	95
5.1.1.	Slump y temperatura. ....	95
5.1.2.	Peso unitario.....	95
5.1.3.	Tiempo de fraguado. ....	97
5.2.	Del concreto en estado endurecido. ....	103
5.2.1.	Resistencia a la compresión. ....	103
5.3.	Del análisis del costo de elaboración de 1 m <sup>3</sup> de concreto. ....	108
CAPITULO VI.....		109
6.	CONCLUSIONES.....	110
CAPITULO VII.....		113
7.	RECOMENDACIONES .....	114
CAPITULO VIII .....		115
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	116
ANEXOS .....		119
ANEXO 1: DISEÑO DE MEZCLA POR EL MÉTODO ACI 211.....		120
ANEXO 2: SOLICITUD DE LABORATORIO A LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO PARA REALIZAR LOS ENSAYOS DE AGREGADOS Y DE CONCRETO. ....		125
ANEXO 3: FICHA TÉCNICA DE CEMENTO PACASMAYO TIPO I DEL MES DE OCTUBRE. ....		126
ANEXO 4: FICHA TÉCNICA DE ADITIVO CHEMAPLAST .....		127
ANEXO 5: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE MAQUINA DE COMPRESIÓN AXIAL ELECTRO-HIDRÁULICA DIGITAL. ....		129
ANEXO 6: INFORMES DE LOS ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS DISEÑOS E1, E2, E3, E4, E5, E6 Y E7.....		131
ANEXO 7: PANEL FOTOGRÁFICO. ....		138

## ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Descripción de los tipos de cemento portland.....	14
Tabla 2. Descripción de los límites permisibles para agua de mezcla y curado según la norma N.T.P. 339.088. ....	17
Tabla 3. Descripción del tipo de consistencia de acuerdo a su revenimiento .....	19
Tabla 4. Tolerancias permisibles de especímenes de concreto a diferentes edades .....	24
Tabla 5. Relación de agua/cemento de acuerdo al Fc requerido .....	25
Tabla 6. Operacionalización de variable independiente.....	48
Tabla 7. Operacionalización de variable dependiente.....	48
Tabla 8. Muestra de los tipos de dosificaciones evaluadas .....	50
Tabla 9. Muestra de evaluación de las principales propiedades del estado fresco del concreto. ....	51
Tabla 10. Muestra de evaluación de las principales propiedades del estado endurecido del concreto .....	52
Tabla 11. Resultados del ensayo granulométrico del agregado fino. ....	59
Tabla 12. Límites mínimos y máximos permisibles del agregado fino según norma ACTM C-33 .....	60
Tabla 13. Resultados del ensayo de peso unitario suelto del agregado fino. ....	62
Tabla 14. Resultados del ensayo de peso unitario compactado del agregado fino.....	63
Tabla 15. Resultados del ensayo de peso específico y absorción del agregado fino.....	64
Tabla 16. Resultado del ensayo de contenido de humedad del agregado fino. ....	65
Tabla 17. Resultado del ensayo de granulometría del agregado grueso.....	66
Tabla 18. Límites mínimos y máximos permisibles para la granulometría del agregado grueso. ....	67
Tabla 19. Resultados del ensayo de peso unitario suelto del agregado grueso. ....	69
Tabla 20. Resultados del ensayo de peso unitario compactado del agregado grueso. ....	70
Tabla 21. Resultado del ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso. ....	71
Tabla 22. Resultado del ensayo de contenido de humedad del agregado grueso.....	72
Tabla 23. Resumen de las propiedades del agregado fino y grueso. ....	73
Tabla 24. Dosificación del diseño de mezcla en kilogramos .....	74
Tabla 25. Dosificación del diseño de mezcla por una bolsa de cemento. ....	74
Tabla 26. Dosificación del diseño E1: concreto patrón.....	75
Tabla 27. Dosificación del diseño E2: concreto patrón + 0.075% de azúcar.....	75
Tabla 28. Dosificación del diseño E3: concreto patrón + 0.10% de azúcar. ....	75
Tabla 29. Dosificación del diseño E4: concreto patrón + 0.15% de azúcar. ....	75
Tabla 30. Dosificación del diseño E5: concreto patrón + 300ml Chemaplast. ....	75
Tabla 31. Dosificación del diseño E6: concreto patrón + 400ml Chemaplast .....	76
Tabla 32. Dosificación del diseño E7: concreto patrón + 500ml Chemaplast .....	76
Tabla 33. Resultado del ensayo de peso unitario del concreto de todas las dosificaciones estudiadas. ....	77
Tabla 34. Resultado del ensayo de Slump de todos los diseños estudiados.....	78
Tabla 35. Resultado del ensayo de temperatura de mezcla de todos los diseños estudiados. ....	79
Tabla 36. Resultados del ensayo de fragua por aparato de Vicat del diseño E1: concreto patrón.....	80
Tabla 37. Resultados del ensayo de fragua por aparato de Vicat del diseño E2: concreto patrón + 0.075 azúcar .....	81
Tabla 38. Resultados del ensayo de fragua por aparato de Vicat del diseño E3: concreto patrón + 0.10 azúcar .....	82

Tabla 39. Resultados del ensayo de fragua por aparato de Vicat del diseño E4: concreto patrón + 0.15 azúcar .....	83
Tabla 40. Resultados del ensayo de fragua por aparato de Vicat del diseño E5: concreto patrón + 300ml Chemaplast.....	84
Tabla 41. Resultados del ensayo de fragua por aparato de Vicat del diseño E6: concreto patrón + 400ml Chemaplast.....	85
Tabla 42. Resultados del ensayo de fragua por aparato de Vicat del diseño E7: concreto patrón + 500 ml Chemaplast.....	86
Tabla 43. Resultado de la fuerza de compresión a la edad de 3 días de todos los diseños estudiados. ....	87
Tabla 44. Resultado de la fuerza de compresión a la edad de 7 días de todos los diseños estudiados. ....	88
Tabla 45. Resultado de la fuerza de compresión a la edad de 14 días de todos los diseños estudiados. ....	88
Tabla 46. Resultado de la fuerza de compresión a la edad de 28 días de todos los diseños estudiados. ....	89
Tabla 47. Resumen de las resistencias alcanzadas de todos los diseños estudiados a las diferentes edades de roturas.....	90
Tabla 48. Análisis de costo unitario de elaboración de 1 m <sup>3</sup> de concreto E1.....	91
Tabla 49. Análisis de costo unitario de elaboración de 1 m <sup>3</sup> de concreto E2.....	91
Tabla 50. Análisis de costo unitario de elaboración de 1 m <sup>3</sup> de concreto E3.....	91
Tabla 51. Análisis de costo unitario de elaboración de 1 m <sup>3</sup> de concreto E4.....	92
Tabla 52. Análisis de costo unitario de elaboración de 1 m <sup>3</sup> de concreto E5.....	92
Tabla 53. Análisis de costo unitario de elaboración de 1 m <sup>3</sup> de concreto E6.....	92
Tabla 54. Análisis de costo unitario de elaboración de 1 m <sup>3</sup> de concreto E7.....	93
Tabla 55. Volumen unitario de Agua .....	120
Tabla 56. Contenido de Aire Atrapado.....	121
Tabla 57. Agua/cemento por Resistencia .....	121
Tabla 58. Peso del Agregado Grueso por Unidad de Volumen del Concreto .....	122

# ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: ESQUEMA DEL DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	53
FIGURA 2: FLUJOGRAMA DEL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS .....	57
FIGURA 3: CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO FINO.....	61
FIGURA 4: CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO GRUESO .....	67
FIGURA 5 ANÁLISIS COMPARATIVO DEL PESO UNITARIO DE LAS DIFERENTES DOSIFICACIONES ESTUDIADAS. ....	96
FIGURA 6: CURVA TIEMPO VS PENETRACIÓN DE AGUJA DE VICAT PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL Y FINAL DE LA PASTA DE CONCRETO DEL DISEÑO E1.....	97
FIGURA 7: CURVA TIEMPO VS PENETRACIÓN DE AGUJA DE VICAT PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL Y FINAL DE LA PASTA DE CONCRETO DEL DISEÑO E2.....	98
FIGURA 8: CURVA TIEMPO VS PENETRACIÓN DE AGUJA DE VICAT PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL Y FINAL DE LA PASTA DE CONCRETO DEL DISEÑO E3.....	98
FIGURA 9: CURVA TIEMPO VS PENETRACIÓN DE AGUJA DE VICAT PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL Y FINAL DE LA PASTA DE CONCRETO DEL DISEÑO E4.....	99
FIGURA 10: CURVA TIEMPO VS PENETRACIÓN DE AGUJA DE VICAT PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL Y FINAL DE LA PASTA DE CONCRETO DEL DISEÑO E5.....	99
FIGURA 11: : CURVA TIEMPO VS PENETRACIÓN DE AGUJA DE VICAT PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL Y FINAL DE LA PASTA DE CONCRETO DEL DISEÑO E6.....	100
FIGURA 12: CURVA TIEMPO VS PENETRACIÓN DE AGUJA DE VICAT PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL Y FINAL DE LA PASTA DE CONCRETO DEL DISEÑO E7.....	100
FIGURA 13: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS CURVAS TIEMPOS VS PENETRACIÓN DE AGUJA DE VICAT PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL Y FINAL DE LA PASTA DE LOS DIFERENTES DISEÑOS DE CONCRETOS ESTUDIADOS. ....	101
FIGURA 14: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS TIEMPOS INICIAL DE FRAGUA DE LOS DIFERENTES DISEÑOS DE CONCRETOS ESTUDIADOS. ....	102
FIGURA 15: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS TIEMPOS FINAL DE FRAGUA DE LOS DIFERENTES DISEÑOS DE CONCRETOS ESTUDIADOS. ....	102
FIGURA 16: COMPARATIVO DE LAS CURVAS: EDAD DE ROTURA VS RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, DE LOS DISEÑOS E1 Y E2.....	103
FIGURA 17:COMPARATIVO DE LAS CURVAS: EDAD DE ROTURA VS RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, DE LOS DISEÑOS E1 Y E3.....	103
FIGURA 18: COMPARATIVO DE LAS CURVAS: EDAD DE ROTURA VS RESISTENCIA A LA ..... ..	104
FIGURA 19: COMPARATIVO DE LAS CURVAS: EDAD DE ROTURA VS RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, DE LOS DISEÑOS E1 Y E5.....	104
FIGURA 20: COMPARATIVO DE LAS CURVAS: EDAD DE ROTURA VS RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, DE LOS DISEÑOS E1 Y E6.....	105



FIGURA 21: COMPARATIVO DE LAS CURVAS: EDAD DE ROTURA VS RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, DE LOS DISEÑOS E1 Y E7. ....	105
FIGURA 22: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN ALCANZADAS POR CADA DISEÑO EN SU RESPECTIVA EDAD DE ROTURA DE TODOS LOS DISEÑOS DE CONCRETO ESTUDIADOS. ....	106
FIGURA 23: ANÁLISIS COMPARATIVO DEL PORCENTAJE DE F'C DE DISEÑO ALCANZADA DE CADA MUESTRA ESTUDIADA EN SUS EDADES DIFERENTES DE ROTURA. ....	107
FIGURA 24: COMPARATIVO DEL COSTO DE ELABORACIÓN DE 1 M3 DE CONCRETO, INCLUIDO EL IGV, DE TODOS LOS DISEÑOS ESTUDIADOS. ....	108

# **CAPITULO I**

## 1. INTRODUCCIÓN.

### 1.1. Realidad Problemática.

La ingeniería y avances tecnológicos han hecho que el estudio de la tecnología del concreto sea una rama exponencial a investigar. La diversificación de soluciones frente a los diferentes problemas y desafíos en la construcción hacen que cada obra tenga un tipo de concreto de acuerdo a las demandas exigidas; y en cada caso es muy probable que se requirieron una tecnología de cementante y de aditivo distintas.

Mucho antes del “boom del “retail” en el norte del país, Trujillo era una de las plazas que captaba el interés no solo de migrantes, sino de las inversiones de muchas empresas. Es así como, de acuerdo a un estudio elaborado por la consultora Colliers, hoy la ciudad de la eterna primavera es la más activa del norte peruano. Según la Feria Inmobiliaria del Perú, Trujillo es una de las ciudades que tiene la mayor oferta y el m<sup>2</sup> más caro. Así, en el 2017 tenía 18 proyectos de condominios (de casas) y 150 de departamentos. Tal es el caso del proyecto inmobiliario Mar Verde, a cargo del grupo ComuniDar en alianza con el Fondo Mi vivienda, el cual consta de 2 mil casas (300 ya fueron entregadas). También desarrollan otro proyecto de 4.681 viviendas junto al programa Techo Propio. Artículo de periódico online: Paan Claudia (05/02/2018) ¿Cuál es el potencial inmobiliario de Trujillo? -*El Comercio*. Recuperado de <https://elcomercio.pe/economia/dia-1/potencial-inmobiliario-trujillo-noticia-494842>

Por la envergadura de grandes obras en edificaciones que experimenta la ciudad los nuevos retos asumidos de manejar grandes cantidades en volumen de concreto, traslados largos de bombeos, transporte de concreto en mixers a largas distancias, la temperatura elevada que se nos presenta en la estación de verano, vaciados complicados y voluminosos, la importancia de mantener al concreto plástico en situaciones de emergencia que obligan a interrumpir temporalmente los vaciados como cuando se malogra algún equipo o se retrasa el suministro

del concreto nos insta a utilizar un tipo de aditivo plastificante-retardante, que tienen como objetivo incrementar el tiempo de endurecimiento normal del concreto, con miras a disponer de un periodo de plasticidad mayor brindándonos una mayor trabajabilidad. (Pasquel,1998, p.123)

Los proyectos de edificaciones en la ciudad cada vez son de mayor envergadura, lo que naturalmente nos presenta al medio de la construcción retos a mayores escalas como, por ejemplo: vaciados voluminosos y/o complicados donde la secuencia de colación del concreto provocaría juntas frías si es que se utilizaría mezclas de concreto con fraguados normales, es decir sin algún aditivo del tipo plastificante-retardante.

Como es de conocimiento general Trujillo es una ciudad de clima benigno y escasas lluvias, con una Temperatura moderada que varía entre 14°C y 30°C. En los meses de verano la ciudad nos presenta un clima semi cálido, el vaciado a gran escala en estas condiciones hace que se incremente la velocidad de endurecimiento de las mezclas convencionales.

En la industria de los aditivos existen diversas ofertas, de acuerdo a las características que se desea alcanzar en la mezcla. En el mercado existen ofertas de aditivos en marcas como Chema y Sika, cuyo uso tiene como objetivo modificar las propiedades en el estado fresco y/o endurecido del concreto. Sin embargo, en tanto al conocimiento y uso de aditivos naturales o de procedencia corriente, se tiene poco conocimiento y escasas investigaciones de estos en la industria del concreto siendo el azúcar, por la sacarosa, un aditivo natural que puede cumplir el efecto de un plastificante-retardante si es utilizado en proporciones menores al 0.25% con respecto al peso del cemento.

Por todo lo expuesto anteriormente, es de gran importancia realizar un estudio comparativo de los efectos en las principales propiedades mecánicas del concreto tanto en estado fresco como endurecido a través de un diseño de mezclas donde se utilice un aditivo industrial plastificante-retardante (Chemoplast) comparándolo con un aditivo natural o de fácil

procedencia como es el azúcar respecto a un concreto patrón sin ningún tipo de aditivo.

## **1.2. Formulación del Problema.**

¿Cuáles serán los efectos producidos en las principales propiedades mecánicas de un concreto utilizando aditivo natural o de fácil procedencia (azúcar) y aditivo Chemaplast con respecto a un concreto patrón?

## **1.3. Objetivos de la Investigación.**

### **1.3.1. Objetivo General.**

Realizar el análisis comparativo de las principales propiedades mecánicas de un concreto: patrón, con aditivo natural (azúcar) y con aditivo Chemaplast

### **1.3.2. Objetivos Específicos.**

- Realizar un diseño de mezcla por el método del comité 211 del ACI de un concreto con cemento Pacasmayo tipo I, al que llamaremos un "Concreto patrón".
- Realizar tres tipos de dosificaciones añadiendo diferentes porcentajes en peso de azúcar blanca (0.075%, 0.10% y 0.15% respecto al peso del cemento), en función al diseño de mezcla del concreto patrón.
- Realizar tres tipos de dosificaciones añadiendo diferentes porcentajes de un aditivo Chemaplast (300 ml, 400 ml y 500 ml por bolsa de cemento, que representa 0.85%, 1.13%, 1.41% respectivamente respecto al peso del cemento), en función al diseño de mezcla del concreto patrón.
- Realizar en laboratorio la medición de algunas principales propiedades mecánicas de cada tipo de dosificación de las tres diferentes clases de Concreto (patrón, con azúcar como Aditivo natural o de fácil procedencia y con aditivo Chemaplast) en estado fresco: consistencia, peso unitario, tiempo de Fraguado, temperatura, y en estado endurecido: resistencia a la compresión a diferentes edades, tales como; 3 días, 7 días, 14 días y 28 días.

- Realizar de manera adicional un análisis de costo unitario por m<sup>3</sup> de cada tipo de dosificación de las tres diferentes clases de Concreto (patrón, con azúcar como Aditivo natural o de fácil procedencia y con aditivo Chemaplast)

#### **1.4. Justificación del Estudio.**

El presente proyecto de investigación se justifica porque representará un aporte en la tecnología de la industria de la construcción ya que nos permite presentar resultados comparativos de las principales propiedades mecánicas del concreto tanto en su estado fresco como: consistencia, peso unitario, tiempo de fraguado, y en estado endurecido como: resistencia a la compresión a diferentes edades, tales como; 3 días, 7 días, 14 días y 28 días; de un concreto con aditivo natural o de fácil procedencia (azúcar), con aditivo Chemaplast y de un concreto patrón, de donde no solo se podrán desprender algunas conclusiones sobre la resistencia a la compresión sino también sobre la Trabajabilidad y la economía de la elaboración de estos diferentes tipos de concretos mencionados.

Así mismo los que subscriben creen que esta investigación es relevante porque aborda un tema poco investigado, como es el uso de aditivos naturales o de fácil procedencia. De los resultados obtenidos se puede desprender como una posibilidad de uso alternativo al azúcar como aditivo del tipo plastificante-retardante que proporcione una Trabajabilidad y retraso en el tiempo de fraguado, sin ver daños colaterales en la resistencia a la compresión o alguna otra propiedad mecánica.

## **CAPITULO II**

## 2. MARCO DE REFERENCIA.

### 2.1. Antecedentes del estudio.

- **Tesis:** Elmer Aponte C. (2017) *Influencia de un Aditivo Retardante De Fragua en el Comportamiento Mecánico de concreto  $F'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  en la ciudad de Jaén.* (Tesis para la obtención del título de ingeniero civil) Universidad Nacional Cajamarca.

**Resumen:** Esta investigación tuvo como objetivos general, determinar la influencia del aditivo Z RETAR en el comportamiento físico y en la resistencia a la compresión a diferentes edades del concreto con  $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$ , y sus objetivos específicos fueron: Estudio de propiedades físico y mecánico del agregado; determinar la influencia del aditivo Z RETAR en el tiempo de fraguado del concreto; determinar la influencia del aditivo Z RETAR en la temperatura del concreto, peso unitario en el estado fresco y endurecido, con respecto al concreto patrón, determinar y comparar los resultados de los ensayos de la resistencia a la compresión, del concreto patrón y el concreto con aditivo Z RETAR.

#### **Conclusiones:**

- ✓ Se observó que el asentamiento con aditivo Z RETAR es de 9.86 cm, mientras del concreto patrón fue de 8.64 cm, representando un aumento porcentual con respecto al concreto patrón de 14.29%, deduciéndose entonces que a mayores porcentajes de adición del aditivo Z RETAR que la usada en esta investigación, el aumento de asentamiento será aún mayor.
- ✓ Los tiempos de fraguado del concreto sin aditivo es para el fraguado inicial es de 3.00 horas, el fraguado final desde iniciado la realización del concreto es de 6.60 horas, mientras para el concreto con aditivo Z RETAR es para el fraguado inicial de 4.10 horas y para el fraguado final desde iniciado la realización del concreto es de 8.30 horas. Lo cual tiene un aumento porcentual para el fraguado inicial con respecto al concreto patrón de 36.67%,



concluyendo de esta manera en que la incorporación del aditivo Z RETAR en la mezcla aumenta el tiempo de fraguado inicial.

- ✓ Se observa que la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días aumenta la variación porcentual en 4.85% con respecto al concreto patrón. Se puede decir, que la adición del aditivo Z RETAR influye en la resistencia a la compresión del concreto a través del tiempo, aumentando la resistencia a los 28 días de ensayo.

➤ **Tesis:** Julio. Álvarez G. (2017) *Azúcar como Aditivo Retardante y Modificador de Resistencia para mezclas de Concreto* (Tesis para la obtención del título de ingeniero civil) Universidad de San Carlos de Guatemala

**Resumen:** El trabajo de investigación muestra el análisis del uso de azúcar como aditivo en mezclas de concreto, con el fin de determinar si el uso de azúcar tiene un efecto nocivo o beneficioso en la resistencia del concreto, realizando ensayos a compresión y carbonatación; asimismo, se determinó con ensayos el tiempo de fraguado en cada mezcla. Al obtener los resultados se comparan y analizan. Para llevar a cabo la investigación se usaron dos tipos de azúcar: morena y blanca, los cuales se adicionaron en cantidades desde 0,03 % hasta 0,15 % por cada cantidad y tipo de azúcar; estas mezclas con azúcar se comparan con una mezcla patrón la cual no lleva adición de azúcar; por cada mezcla elaborada se realizaron ensayos al concreto fresco, tiempo de fraguado, resistencia a compresión y carbonatación.

**Conclusiones:**

- ✓ El uso de azúcar blanca o morena como aditivo en mezclas de concreto es beneficioso, sí y solo sí es usado en cantidades controladas. Los dos tipos de azúcar muestran un comportamiento similar en la modificación del tiempo de fraguado y resistencia a compresión, siendo estos un aumento proporcional a la cantidad de azúcar adicionada.

- ✓ Los ensayos de tiempo de fraguado demuestran que el azúcar al alcanzar el equilibrio químico con los componentes del cemento empieza la hidratación del cemento, pero al tener agua químicamente adherida a la molécula de azúcar, la resistencia a compresión se ve aumentada por la mayor hidratación a un nivel químico.
- ✓ El concreto con adición de azúcar blanca da mejor desempeño en su resistencia a compresión que las mezclas con azúcar morena, esto se debe a la pureza de la azúcar blanca.
- ✓ En cualquier tipo de construcción la cantidad de 0,03 % de azúcar blanca como aditivo, es la que mejor desempeño da por su aumento de resistencia y un aumento de 3 horas aproximadamente en el fraguado final de la mezcla de concreto.

➤ **Tesis:** Marianella Peredo R. (2000) *Estudio del comportamiento del concreto con Cemento Portland Tipo V y un aditivo Retardador de fragua y Reductor de Agua* (Tesis para la obtención del título de ingeniero civil) Universidad Nacional de Ingeniería - Lima.

**Resumen:** La presente investigación se basa en análisis de las propiedades del concreto con el aditivo EUCON 537 de la marca BUCO de The Euclid Chemical Company y el Cemento Portland Tipo V. Esta investigación se basa en ensayar en laboratorio las propiedades de este concreto con el aditivo correspondiente, tanto en su estado fresco como en su estado endurecido. Para el análisis se obtuvieron 12 diseños de mezcla, 3 de los cuales corresponden al concreto patrón y el resto con diferentes dosificaciones de aditivo. El rango de asentamiento se mantuvo constante entre 3" y 4" para todos los ensayos. En todos los diseños de mezcla se realizaron ensayos en el concreto fresco como asentamiento, peso unitario, tiempo de fraguado, exudación y contenido de aire y ensayos del concreto endurecido como resistencia a la compresión.

### **Conclusiones:**

- ✓ La máxima resistencia final a la compresión del concreto con aditivo EUCON 537, se obtiene para  $a/c = 0.50 + 1.40\%$  de aditivo/peso de cemento. La resistencia obtenida es de  $530 \text{ kg/cm}^2$  que equivale a un incremento de 145% respecto del concreto patrón a los 28 días.
- ✓ La plasticidad y trabajabilidad es un factor común en todos los diseños de concreto con aditivo EUCON 537, como hemos observado alcanzamos una máxima reducción que llega hasta un 26.87% respecto del concreto-patrón, con  $a/c = 0.50$  y 1.40% de aditivo/peso de cemento.
- ✓ El concreto con el aditivo EUCON 537 tiene importantes incrementos de los tiempos de fraguado inicial y poco menos en el fraguado final. Como promedio para las tres relaciones  $a/c$ , se cumple lo siguiente: Usando 0.80% de aditivo/peso de cemento se obtiene para el fraguado inicial un incremento de hasta 132%, para el fraguado final el incremento es de hasta 121%. Usando 1.10% de aditivo/peso de cemento se obtiene para el fraguado inicial un incremento de hasta 160%, para el fraguado final el incremento es de hasta 143%. Usando 1.40 % de aditivo/peso de cemento se obtiene para el fraguado inicial un incremento de hasta 275%, para el fraguado final el incremento es de hasta 227%.

- **Tesis:** Alberto Tesillo A. (2004) *Estudio de las Propiedades del Concreto en Estado Fresco y Endurecido con Cemento portland Tipo I y utilizando un aditivo Plastificante* (Tesis para la obtención del título de ingeniero civil) Universidad Nacional de Ingeniería - Lima.

**Resumen:** El objetivo de la presente tesis es investigar mediante ensayos en laboratorio los efectos en las propiedades del concreto tanto en estado fresco como endurecido al preparar concreto con cemento Pórtland tipo 1 adicionando un aditivo plastificante y reductor de agua. Para tal fin se preparó muestras de concreto con aditivo y sin aditivo. Para la realización de dicho objetivo se diseñaron muestras de concreto con y sin aditivo de mediana a baja resistencia, esto en las relaciones agua/ cemento: 0.60; 0.65 y 0.70. Donde los diseños de concreto sin aditivo son un concreto normal y en la preparación de concretos con aditivo se realizaron en tres dosificaciones (0.3%, 0.5% y 0.7% del peso

del cemento), donde en total se realizaron 12 diseños de mezclas previamente antes de realizar los ensayos comparativos tanto en concreto fresco como endurecido.

### **Conclusiones:**

- ✓ En el concreto con el aditivo utilizado, se logra retardar el tiempo de fraguado tanto para el fraguado inicial como final. Así para el tiempo de fraguado inicial, con adición en 0.3% se logra un incremento promedio de 13%; al preparar con 0.5% y 0.7% de aditivo se logra incrementar hasta 12% y 11% respectivamente. Para el tiempo de fraguado final, con adición de 0.3% se logra incrementar en promedio hasta 14%; con adición de aditivo en 0.5% y 0.7% obtenemos incrementos de 10% y 14%. Al preparar concreto en toda dosificación de aditivo utilizado, se logra aumentar la resistencia a los 7 días. Donde preparando con 0.3% de aditivo obtenemos incremento en promedio 9%, con 0.5% y 0.7% se obtiene 12% y 11%. Preparando en la relación  $a/c=0.60$  en toda dosificación de aditivo, obtenemos los mayores incrementos llegándose en promedio a un 17%.
- ✓ En el concreto con aditivo se logra aumentar las resistencias a la compresión a los 28 días. Así preparando con 0.3% de aditivo obtenemos incremento en promedio 14%, con 0.5% y 0.7% de aditivo se logra 11% y 09%.

### ➤ **Artículo científico:**

SOTOLONGO, R. GAYOSO, R. CALVEZ (1993, 21 de mayo), Recuperado de <http://materconstrucc.revistas.csic.es/index.php/materconstrucc/article/view/682/734>, Evalúa la influencia de la sacarosa como aditivo retardador del fraguado del cemento en la hidratación de la alita ( $C_3S$ ) y el desarrollo de las propiedades mecánicas de pastas de cemento portland hasta la edad de 90 días. El estudio contempló adiciones de sacarosa de 0 a 0,400 % /peso del cemento, así como la influencia de la finura del conglomerante y el uso del retardador mezclado con un

aditivo superplastificante y un mineral activo (puzolana natural) llegando a las siguientes conclusiones: El retardo en la hidratación del cemento depende, en primera instancia, del contenido de la adición de sacarosa y, además, de la superficie total del sólido en contacto con el agua de amasado que depende de la superficie específica del cemento, presencia de aditivos minerales activos o fracciones finas de áridos microporosos con granulometría similar al conglomerante y la acción dispersante de los aditivos químicos superplastificantes.

## **2.2. MARCO TEÓRICO.**

### **2.2.1. Concreto.**

El concreto es el material constituido por la mezcla en ciertas proporciones de cemento, agua, agregados y opcionalmente aditivos, que inicialmente denota una estructura plástica y moldeable, y que posteriormente adquiere una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes, lo que lo hace un material ideal para la construcción. (Pasquel,1998, p.11)

El concreto es una estructura compuesta por cemento Portland, agregados, agua y aire; en proporciones adecuadas, que permitan obtener un elemento que cumpla propiedades de durabilidad y de resistencia a la compresión, entre otras. En algunos casos se adiciona aditivos.

El cemento y el agua reaccionan químicamente uniendo las partículas de los agregados, constituyendo un material heterogéneo. Algunas veces se añaden ciertas sustancias, llamadas aditivos, que mejoran o modifican algunas propiedades del concreto.

Los agregados naturales se clasifican generalmente en finos y gruesos. Dentro de los agregados finos están las arenas y dentro de los agregados gruesos esta la grava (piedra). Para fines de proporción se escribe C: A: P (Cemento: Arena: Piedra) (Abanto, 2017, p.19).

#### **2.2.1.1. Componentes del concreto.**

##### **2.2.1.1.1. Cemento.**

Material pulverizado que por adición de una cantidad conveniente agua forma una pasta aglomerante capaz de endurecer, tanto bajo el agua como en el aire. Quedan excluidas las cales hidráulicas, cales aéreas y los yesos.

El cemento se obtiene de una mezcla de minerales finamente molidos, formados por piedra caliza y arcilla. Se calientan hasta altas temperaturas (1400 °C-1450 °C), usualmente en grandes hornos giratorios que pueden llegar a medir más de 200 m de longitud y 5.50 m de diámetro. Al material parcialmente fundido que sale del horno se

le denomina “Clinker” (pequeñas esferas de color gris negruzco, duras y de diferentes tamaños). El clinker enfriado y molido a polvo muy fino es lo que constituye el cemento Portland. Durante la molienda se le agrega una pequeña cantidad de yeso (3% A 4 %) para evitar que fragüe inmediatamente. (Abanto,2017, p.83)

Es un aglomerante hidrófilo, resultante de la calcinación de rocas calizas, areniscas y arcillas, de manera de obtener un polvo muy fino que en presencia de agua endurece adquiriendo propiedades resistentes y adherente. (Pasquel,1998, p.17)

En la presente investigación se utilizará un cemento portland tipo I ya que es de uso general en construcciones como viviendas, estructuras, etc. no requiere de propiedades especiales. Del mismo modo puede ser utilizado en edificaciones de mediana y gran envergadura.

#### 2.2.1.1.1. Tipos de cemento.

**Tabla 1. Descripción de los tipos de cemento portland**

<b>Tipos</b>	<b>Aplicaciones</b>
Tipo I	De uso general. Obras que no requieren propiedades especiales.
Tipo II	De uso general, específicamente cuando se desea modera resistencia a los sulfatos o moderado calor de hidratación.
Tipo III	Alta resistencia inicial. Desarrollará una resistencia a la compresión a los tres días

	igual a la desarrollada en 28 días por concreto elaborados con cemento tipo I o tipo II
Tipo IV	Bajo calor de hidratación
Tipo V	Alta resistencia a los sulfatos. Las aplicaciones típicas comprenden las estructuras hidráulicas expuestas a aguas con alto contenido de álcalis y estructuras expuestas al mar.

Fuente: (Abanto,2017, p.85)

**Cemento Portland Tipo I** Es el cemento más empleado en construcciones con concreto donde no hay exposición a sulfatos presentes en suelo o en agua del subsuelo. Es excelente cemento de aplicación general. (Neville y Brooks,1998, p. 54)

#### 2.2.1.1.2. Agregados.

Llamados también áridos, son materiales inertes que se combinan con los aglomerantes (cemento, cal, etc.) y el agua formando los concretos y morteros.

La importancia de los agregados radica en que constituyen alrededor del 75% en volumen, de una mezcla típica de concreto. Por eso es importante que los agregados tengan buena resistencia, durabilidad y resistencia a los elementos, que su superficie esté libre de impurezas como barro, limo y materia orgánica, que puedan debilitar el enlace con la pasta de cemento.



## **Clasificación**

**a.1** Agregados finos (arena fina, arena gruesa)

**a.2** Agregados gruesos (grava, piedra chancada)

**A.1 Agregados finos:** Se considera como agregados finos a la arena o piedra natural finamente triturada, de dimensiones reducidas y que pasan el tamiz 9,5 mm (3/8") y que cumple los límites establecidos en la norma NTP 400.037 o ASTM C33

Sus partículas serán limpias, de perfiles preferentemente angulares, duras, compactas y resistentes, deberá estar libre de partículas escamosas, materia orgánica y otras sustancias dañinas.

**A.2 Agregados gruesos:** Se define como agregado grueso al material retenido en el tamiz 4.75 mm (N° 4) proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas y que cumple con los límites establecidos en la norma NTP 400.037 o ASTM C33.

El agregado grueso podrá consistir de grava natural o triturada (piedra chancada). Sus partículas serán limpias, de perfil preferentemente angular o semi-angular, duras compactas, resistentes y de texturas preferentemente rugosa; deberá estar libre de partículas escamosas, materia orgánica u otras sustancias dañinas. (Abanto,2017, p.90)

### **2.2.1.1.3. Agua para el concreto.**

El agua es un elemento fundamental en la preparación del concreto, estando relacionado con la resistencia, trabajabilidad y propiedades del concreto endurecido.

El agua a emplearse en la preparación del concreto, deberá ser limpia y estará libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, material orgánico y otras sustancias que puedan ser nocivas al concreto.

Si se tuviera dudas de la calidad del agua a emplearse en la preparación de una mezcla de concreto, será necesario realizar un análisis químico de esta, para comprobar los resultados con los valores

máximo admisibles de las sustancias existentes en el agua a utilizarse en la preparación del concreto. (Abanto,2017, p.105)

El agua de mezcla en el concreto tiene tres funciones principales:

- i. Reaccionar con el cemento hidratado,
- ii. Actuar como lubricante para contribuir a la trabajabilidad del conjunto
- iii. Procurar la estructura de vacíos necesaria en la pasta para que los productos de hidratación tengan espacio para desarrollarse.

El problema principal del agua de mezcla reside en las impurezas y la cantidad de éstas, que ocasionan reacciones químicas que alteran el comportamiento de la pasta de cemento.

Los efectos más perniciosos que pueden esperarse de aguas de mezcla con impurezas son: retardo en el endurecimiento, reducción de la resistencia, manchas en el concreto endurecido, eflorescencias, contribución a la corrosión del acero, cambios volumétricos, etc. (Pasquel,1998, p.14)

TABLA 1: Descripción de los límites permisibles para agua de mezcla y curado según la norma

*Tabla 2. Descripción de los límites permisibles para agua de mezcla y curado según la norma N.T.P. 339.088.*

Descripción	Límite permisible
1) Sólidos en suspensión	5000 p.p.m      máximo
2) Materia orgánica	3      p.p.m      máximo
3) Alcalinidad (NAHCO <sub>3</sub> )	1000 p.p.m      máximo
4) Sulfato (Ión SO <sub>4</sub> )	600      p.p.m      máximo
5) Cloruros ( Ión Cl <sup>-</sup> )	1000 p.p.m      máximo
6) pH	5 a 8

#### **2.2.1.1.4. Proporciones típicas en volumen de los componentes del concreto.**

Aire	1 % a 3%
Cemento	7% a 15%
Agua	15% a 22%
Agregados	60% a 75%

Fuente: (Pasquel,1998, p.14)

#### **2.2.2. Propiedades del concreto.**

Si bien es cierto que la propiedad con la cual se mide la calidad del concreto es su resistencia a la compresión ( $f'c$ ), existen otras propiedades no menos importantes que se deben estudiar para lograr producir un concreto de calidad, que una vez colocado en los elementos estructurales (vigas, columnas, muros, losas, etc.) tenga un comportamiento estructural óptimo frente a las acciones mecánicas, físicas, químicas y/o biológicas; durante la vida útil de la estructura. (Abanto,2017, p.47).

##### **2.2.2.1. Propiedades principales del concreto fresco.**

###### **2.2.2.1.1. Trabajabilidad.**

Es la facilidad que presenta el concreto fresco para ser mezclado, transportado, colocado, compactado y acabado sin segregación alguna

No existe prueba alguna que permita cuantificar esta propiedad, generalmente se le aprecia en los ensayos de consistencia. Trabajabilidad y consistencia son propiedades que están relacionadas, lo que permite tomar la consistencia como un indicador de la trabajabilidad. (Abanto,2017, p.49)

Está influenciada principalmente por la pasta, el contenido de agua y el equilibrio adecuado entre gruesos y finos, que produce en el caso óptimo una suerte de continuidad en el desplazamiento natural y/o inducido de la masa. (Pasquel,1998, p.131)

### 2.2.2.1.2. Consistencia.

En su definición de términos, el comité ACI identifica la consistencia del concreto recién mezclado con su relativa movilidad para fluir, y admite que la manera más usual para evaluarla es por la prueba de revenimiento. Es una característica que se relaciona principalmente con el tercer aspecto de la trabajabilidad, definido como “movilidad”, pero también determina la facilidad con que una mezcla puede ser compactada, es decir, que también tiene relación con el segundo aspecto de trabajabilidad, designado como “compactabilidad”.

En la siguiente tabla se presenta información para evaluar las consistencias con el cono de revenimiento.

*Tabla 3. Descripción del tipo de consistencia de acuerdo a su revenimiento*

Designación de la consistencia ( de menor a mayor)	Revenimiento ( cm)
Fluida	Más de 20
Semi-fluida	20 a 12.5
Plástica	12.5 a 7.5
Semi-plástica	7.5 a 2.5
Dura	2.5 a 0
Muy dura	---
Extremadamente dura	---

*(Neville A. y Brooks J. (1998), p.142)*

Está definida por el grado de humedecimiento de la mezcla, depende principalmente de la cantidad de agua usada.

**a. Ensayo de consistencia del concreto** El ensayo de consistencia, llamado también de revenimiento o “slump”, es utilizado para caracterizar el comportamiento del concreto fresco. El ensayo consiste en consolidar una muestra de

concreto fresco en un molde troncocónico, midiendo el asiento de la mezcla luego de desmoldado.

El comportamiento del concreto en la prueba indica su "Consistencia" o sea su capacidad para adaptarse al encofrado o molde con facilidad, manteniéndose homogéneo con un mínimo de vacíos. (Abanto,2017, p.50).

### **2.2.2.1.3. Fraguado.**

Al mezclar el cemento con el agua, se forma una pasta en estado plástico, en el cual la pasta es trabajable y moldeable (fraguado inicial) después de un tiempo que depende de la composición química del cemento, la pasta adquiere rigidez; (fraguado fina). El endurecimiento, se refiere al aumento lento de la resistencia de una pasta fraguada. (Abanto,2017, p.86)

A partir del momento en que se elabora el concreto, dan principio las reacciones químicas entre el cemento y el agua que conducen primero a la pérdida de fluidez y rigidización de la mezcla y después a su endurecimiento y adquisición de resistencia mecánica. El proceso evolutivo de este cambio de aspecto y propiedades de caracteriza por un periodo inicial, también llamado "durmiente", durante el cual la mezcla de concreto permanece sin grandes cambios en su consistencia o fluidez inicial; a continuación, se manifiesta un segundo periodo en que la mezcla comienza a perder fluidez notoriamente hasta convertirse en una masa rígida pero quebradiza que ya no es moldeable, y al cual se le denomina periodo de fraguado.

No hay características precisas que permitan establecer con exactitud las fronteras entre estos periodos, ya que se trata de la evolución gradual de un mismo proceso.

La duración del tiempo de fraguado del concreto depende de diversas factoras extrínsecas dadas por las condiciones de trabajo en obra, entre los que destaca por sus efectos la temperatura. En

condiciones fijas de temperatura, el tiempo de fraguado puede experimentar variaciones de menor cuantía derivadas del contenido unitario, la clase y la finura del cemento.

Otro aspecto relacionado con la influencia del cemento sobre el tiempo de fraguado del concreto, se refiere al uso que frecuentemente se hace de aditivos con el fin de alargar ese tiempo en situaciones que lo requieren, como es el caso de los colados de grandes volúmenes de concreto, particularmente cuando se realizan en condiciones de alta temperatura ambiental. (Neville y Brooks, 1998, p. 112).

#### **2.2.2.1.4. Peso unitario.**

Se define como densidad del concreto a la relación del volumen de sólidos al volumen total de una unidad cúbica. Puede también entenderse como el porcentaje de un determinado volumen del concreto que es material sólido.

El peso unitario del concreto es el peso varillado de una muestra representativa del concreto. Se expresa en kilos por metro cúbico.

La gravedad específica y la cantidad de cada agregado deberán afectar el peso unitario resultante de la mezcla fresca. Con agregados de alta porosidad el peso unitario del concreto puede variar dependiendo de si la absorción ha sido satisfecha por pre humedecimiento del agregado antes de la dosificación.

Las variaciones en las propiedades del agregado pueden afectar el peso unitario y la densidad del concreto en forma diferente. Se puede tener modificaciones en el peso unitario del agregado las cuales incrementen o disminuyan el peso unitario del concreto sin afectar la densidad del mismo.

El peso unitario de los concretos livianos, preparados ya sea con agregado grueso natural o artificial de baja gravedad específica puede estar en valores de 480 a 1600 kg/m<sup>3</sup>. El peso unitario de los concretos pesados, preparados ya sea con agregado grueso natural o artificial de alta gravedad específica, puede elevarse hasta los 5,000 kg/m<sup>3</sup>. (Rivva, 2004, p.213)

Calcular la masa neta del concreto en kilogramos substrayendo la masa del recipiente de medida, Mm, de la masa del recipiente de medida lleno de concreto, Mc. Calcular la densidad, D, dividiendo la masa neta de concreto por el volumen de la medida, Vm como sigue:

$$D = \frac{Mc - Mm}{Vm} \times 100$$

Donde:

D = Peso unitario del concreto, en kg/m<sup>3</sup>

Mc= Masa del recipiente de medida lleno de concreto, en kg

D = Masa del recipiente de medida, en kg

(NTP 339.046,2008, p.11)

#### **2.2.2.1.5. Temperatura.**

La temperatura del concreto al ser mezclado es influenciada por la temperatura y calor específico de los materiales constituyentes. Por ello, el agregado al estar presente en la mezcla en el volumen más importante, puede tener un efecto sobre la temperatura del concreto.

En climas cálidos el riego de las pilas de agregado reduce la temperatura de éste y por ende la del concreto. En aquellos casos en que es necesario un concreto muy frío, el agregado grueso puede ser enfriado por inmersión en agua fría o por rociado de las pilas de agregado, de acuerdo a la recomendación ACI 305R. (Rivva, 2004, p.214)

Para la medición de la temperatura se utilizará la norma NTP 339.184, en donde se detalla el procedimiento a seguir.

## **2.2.2.2. Propiedades principales del concreto endurecido.**

### **2.2.2.2.1. Resistencia a la compresión.**

Es la capacidad de soportar cargas y esfuerzos, siendo su mejor comportamiento en compresión en comparación con la tracción, debido a las propiedades adherentes de la pasta de cemento.

Depende principalmente de la concentración de la pasta de cemento, que se acostumbra expresar en términos de la relación Agua/Cemento en peso. La afectan además los mismos factores que influyen en las características resistentes de la pasta, como son la temperatura y el tiempo, aunados a otros elementos adicionales constituidos por el tipo y características resistentes del cemento en particular que se use y de la calidad de los agregados, que complementan la estructura del concreto.

Un factor indirecto, pero no por eso menos importante en la resistencia, lo constituye el curado ya que es el componente del proceso de hidratación sin el cual no se llegan a desarrollar completamente las características del concreto.

Los concretos usualmente tienen resistencias en compresión del orden de 100 a 400 kg/cm<sup>2</sup>, habiéndose logrado optimizaciones de diseños sin aditivos que han permitido obtener resistencias sobre 700 kg/cm<sup>2</sup>. [Enrique Pasquel C. (1998) *Tópicos de tecnología del concreto* (2 ed.) Lima].

La resistencia a compresión se puede definir como la medida máxima de la resistencia a carga axial de especímenes de concreto. Normalmente, se expresa en kilogramos por centímetros cuadrados (kg/cm<sup>2</sup>), megapascuales (MPa) o en libras por pulgadas cuadradas (lb/pulg<sup>2</sup> o psi) a una edad de 28 días. Un megapascal equivale a la fuerza de un newton por milímetro cuadrado (N/mm<sup>2</sup>) o 10.2 kilogramos-fuerza por centímetro cuadrado. Se pueden usar



otras edades para las pruebas, pero es importante saber la relación entre la resistencia a los 28 días y la resistencia en otras edades. La resistencia a los 7 días normalmente se estima como 75% de la resistencia a los 28 días y las resistencias a los 56 y 90 días son aproximadamente 10% y 15% mayores que la resistencia a los 28 días.

La resistencia a compresión es una propiedad principalmente física y frecuentemente usada en los cálculos para diseño de puentes, edificios y otras estructuras. Los concretos para uso general tienen una resistencia a compresión entre 200 y 400 kg/cm<sup>2</sup> o 20 y 40 MPa (3000 y 6000 lb/pulg<sup>2</sup>). Concretos con resistencias a compresión de 700 y 1400 kg/cm<sup>2</sup> o 70 a 140 MPa (10,000 a 20,000 lb/pulg<sup>2</sup>) han sido empleados en puentes especiales y edificios altos. (Kosmatka, Kerkhoff, Panarese, Tanesi, 2004, p. 130)

Los ensayos de la resistencia a la compresión se pueden hacer considerando la NTP 339.034 o ASTM C192

**Tabla 4. Tolerancias permisibles de especímenes de concreto a diferentes edades**

<b>Edad del ensayo ( días)</b>	<b>Tolerancia permisible</b>
1	+ - 05 h
3	+ - 2h
7	+ - 6h
28	+ - 20h
90	+ - 48

*Fuente NTP 339.034*

La Resistencia en compresión y la relación Agua/Cemento (a/c) La resistencia es el máximo esfuerzo que puede ser soportado por el concreto sin romperse. La resistencia en compresión se utiliza como índice de la calidad del concreto. En pavimentos suele utilizarse la resistencia en flexión. La resistencia al corte no se utiliza.

Por su propia naturaleza, la resistencia del concreto no puede ser mayor que la de sus agregados. Sin embargo, la resistencia a la compresión de los concretos convencionales dista mucho de la que corresponde a la mayoría de las rocas empleadas como agregado, las mismas que se encuentran por encima de los 1,000 kg/cm<sup>2</sup>. (Rivva, 2004, p.232)

En esta relación agua/cemento, la importancia del agua resulta de gran magnitud, ya que ella y su relación con el cemento están altamente ligados a una gran cantidad de propiedades del material final que se obtendrá, en donde usualmente conforme más agua se adicione, aumenta la fluidez de la mezcla y, por lo tanto, su trabajabilidad y plasticidad, lo cual presenta grandes beneficios para la mano de obra; no obstante, también comienza a disminuir la resistencia debido al mayor volumen de espacios creados por el agua libre. Así, se puede afirmar que la resistencia del concreto depende altamente de la relación por peso entre el agua y el cemento. (Rojas, Segura, 2011, p.65)

*Tabla 5. Relación de agua/cemento de acuerdo al Fc requerido*

<b>F'c (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>a/c</b>
140	0.61
175	0.51
210	0.45
245	0.38
280	0.38

*Fuente CAPECO 2012*

### **2.2.3. Aditivos.**

Son materiales orgánicos o inorgánicos que se añaden a la mezcla durante o luego de formada la pasta de cemento y que modifican en forma dirigida algunas características del proceso de hidratación, el endurecimiento e incluso la estructura interna del concreto. (Pasquel, 1998, p.113)

Se denomina aditivo a las sustancias añadidas a los componentes fundamentales del concreto con el propósito de modificar alguna de sus propiedades y hacerlo mejor para el fin a que se destine.

#### **2.2.3.1. Razones para usar aditivos.**

Los aditivos son utilizados principalmente para mejorar una o varias de las siguientes características del concreto:

- ✓ Aumentar la trabajabilidad, sin modificar el contenido de agua.
  - ✓ Para reducir el contenido de agua con la misma Trabajabilidad.
  - ✓ Retardar o acelerar el tiempo de fraguado inicial
  - ✓ Acelerar el desarrollo o la resistencia en la primera edad
  - ✓ Modificar la velocidad de producción de calor de hidratación
  - ✓ Reducir la exudación y sangrado
  - ✓ Incrementar la durabilidad o resistencia en condiciones severas de exposición
  - ✓ Reducir la permeabilidad
  - ✓ Disminuir la segregación
  - ✓ Reducir la contracción
  - ✓ Incrementar la adherencia del concreto viejo y nuevo
  - ✓ Incrementar la resistencia (a la compresión, a la tensión o a la flexión)
  - ✓ Incrementar la durabilidad o resistencia a condiciones severas de exposición, incluyendo la aplicación de sales descongelantes.
- (Abanto,2017, p. 116)

#### **2.2.3.2. Aspecto económico.**

Debe tomarse en cuenta el costo cuando se utilice un componente adicional, así como cualquier efecto que pueda tener el empleo de un aditivo sobre el costo de transportación, colado y acabado del concreto. Frecuentemente, un aditivo permite la aplicación de métodos de construcción o de diseño menos costosos, para compensar cualquier incremento en el costo debido al uso de un aditivo. Por ejemplo, del empleo de aditivos retardantes han resultado

diseños novedosos y económicos de unidades estructurales. Dichos aditivos permiten el colado de grandes volúmenes de concreto durante periodos mayores minimizando, de esta manera, la necesidad de cimbrar, colar y unir unidades separadas. Las propiedades físicas que se requieren en concretos ligeros se logran comúnmente con pesos unitarios menores, mediante el uso de aditivos inclusores de aire y de aditivos de reductores de agua. (Neville y Brooks, 1998, p. 132)

La determinación del mayor costo del concreto debido al empleo de aditivos deberá basarse en los resultados obtenidos en concretos preparados en condiciones similares a aquellas que se espera en obra. Este estudio es fundamental cuando las características del concreto y los resultados obtenidos están directamente relacionados con:

- a) Las propiedades de los materiales empleados en la mezcla,
- b) Sus proporciones relativas en ésta,
- c) La temperatura y humedad relativas ambientes, y
- d) Las condiciones de curado.

Al evaluar la posibilidad de emplear un aditivo determinado debe considerarse su efecto sobre el volumen de la tanda; así como las posibles modificaciones en el rendimiento, a fin de poder determinar las causas reales de la variación de las propiedades y el costo de dicha variación.

Si el empleo de un aditivo produce cambios en la cantidad o características de los materiales empleados en la preparación del concreto, éste efecto debe ser considerado cuando se evalúa la acción del aditivo, los beneficios resultantes, y los mayores costos debidos a su empleo.

Adicionalmente, en todo análisis económico del empleo de un aditivo se debe considerar:

- a) El costo de utilizar un ingrediente extra y el efecto de ello sobre los costos de puesta del concreto;
- b) Los efectos económicos del aditivo sobre la trabajabilidad y consistencia del concreto; así como sobre la magnitud y velocidad de ganancia de resistencia;
- c) La posibilidad de emplear procedimientos menos costosos, o diseños más avanzados;
- d) Todos aquellos aspectos que puedan justificar el mayor costo del concreto debido al empleo del aditivo. (Rivva, 2004, p.268)

### **2.2.3.3. Dosificación de aditivos.**

Es importante que se observen las recomendaciones del fabricante o los procedimientos alternativos establecidos y aceptados, al almacenar y preparar los aditivos para la dosificación. El equipo de dosificación debe ser rápido, preciso, confiable y debe conservarse en buenas condiciones.

La adición de aditivos en una mezcla de concreto comprende no solo la velocidad de descarga, sino también hacerlo a tiempo en el que se agrega el aditivo durante el ciclo de mezclado puede, en algunas ocasiones, variar el grado de efectividad del mismo. Por ejemplo, se ha observado que el efecto Retardante de los retardantes reductores de agua depende, en algunos casos, del momento en el que retardante se agrega a la mezcla. En cualquier condición o proyecto determinados, debe establecerse y observarse estrechamente el procedimiento para controlar el momento y la velocidad de adición de un aditivo a la mezcla de concreto. Para asegurar una distribución uniforme del aditivo en toda la mezcla del concreto, durante el ciclo de carga, debe ajustarse la velocidad de descarga del aditivo.

En términos de sistemas de dosificación, los aditivos pueden agruparse en dos categorías

- ✓ Aquellos materiales agregados a la mezcla en forma líquida que pueden ser dosificados por peso o por volumen
- ✓ Aditivos en polvo que normalmente se dosifican por peso. (Neville y Brooks, 1998, p. 134)

#### **2.2.3.4. Clasificación de aditivos.**

Una clasificación de aditivos en función de sus efectos no es fácil debido a que ellos pueden ser clasificados genéricamente o con relación a los efectos característicos derivados de su empleo; pueden modificar más de una propiedad del concreto; así como a que los diversos productos existentes en el mercado no cumplen las mismas especificaciones.

En la clasificación debe considerarse que las múltiples posibilidades derivadas del empleo de aditivos; el constante desarrollo de materiales nuevos o modificaciones de los ya conocidos; y la variación de los efectos con los diferentes materiales integrantes del concreto, son factores que impiden presentar una clasificación demasiado extensa.

Adicionalmente debe indicarse que los aditivos comerciales pueden contener en su composición materiales los cuales, separadamente podrían ser incluidos en dos o más grupos, o podrían ser cubiertos por dos o más Normas ASTM o recomendaciones ACI.

En las clasificaciones que a continuación se presentan, aquellos aditivos que poseen propiedades identificables con más de un grupo son considerados en aquel que identifica a sus efectos más importantes.

De acuerdo a la Norma ASTM C 494, los aditivos se clasifican en:

- TIPO A: Reductores de agua.
- TIPO B: Retardadores de fragua.
- TIPO C: Acelerante.

- TIPO D: Reductores de agua-retardadores de fragua.

Existen otros tipos de clasificaciones de aditivos de acuerdo a los efectos de su empleo o a los tipos de materiales constituyentes. La Recomendación ACI 212 clasifica a los aditivos en los siguientes grupos:

- Acelerante
- Incorporadores de aire
- Reductores de agua y reguladores de fragua
- Aditivos minerales
- Generadores de gas
- Aditivos para inyecciones
- Productores de expansión
- Ligantes
- Ayudas para bombeo
- Colorantes
- Floculantes
- Impermeabilizantes
- Reductores de permeabilidad
- Controladores de reacción álcali-agregado
- Inhibidores de corrosión
- Superplastificantes (Rivva, 2004, p.270)

#### **2.2.3.4.1. Aditivos retardadores**

Los aditivos retardadores (retardantes) se usan para retrasar la tasa de fraguado del concreto. Pero hay otras maneras de hacerlo. Uno de los métodos más prácticos es la reducción de la temperatura del concreto a través del enfriamiento del agua de la mezcla y/o de los agregados. Esto porque las temperaturas elevadas del concreto fresco (30°C [86°F]) normalmente son la causa del aumento de la tasa de endurecimiento, que torna la colocación y el acabado del concreto más difíciles. Los retardadores no disminuyen la

temperatura inicial del concreto, en cambio aumentan la tasa de sangrado (exudación) y la capacidad de sangrado del concreto. Los aditivos retardadores son muy útiles para extender el tiempo de fraguado del concreto, pero también se usan para disminuir la pérdida de revenimiento y extender la trabajabilidad, especialmente antes de la colocación del concreto en ambientes con altas temperaturas.

Los retardadores algunas veces se usan para: (1) compensar el efecto acelerador de la temperatura sobre el fraguado del concreto; (2) retardar el fraguado inicial del concreto o de la lechada cuando ocurren condiciones de colocación difíciles o poco usuales, tales como el colado del concreto en pilares o cimentaciones de gran tamaño, la cementación de pozos de petróleo o el bombeo de concreto o lechadas a grandes distancias o, (3) retrasar el fraguado para la ejecución de técnicas de acabado especiales, tales como superficies con agregados expuestos. (Kosmatka, Kerkhoff, Panarese, Tanesi, 2004, p. 164)

Los aditivos exclusivamente retardantes son más bien poco usados en la construcción. Sin embargo, en algunos casos si se requieren tiempos de transporte extremadamente largos, si la temperatura ambiente o del concreto son muy altas o si se trata de disminuir el calor de hidratación del concreto (como es el caso de concretos masivos), el uso de retardantes aislados o dosificados de manera individual permite una mayor versatilidad al momento de regular los tiempos de fraguado.

#### **2.2.3.4.2. Aditivos reductores de agua y retardadores de fraguado.**

Este tipo de aditivos son utilizados para reducir los requisitos de agua de la mezcla, o para modificar las propiedades del fraguado, o para ambos fines. La disminución de agua da como resultado una adecuada reducción de relación



agua/cemento para una consistencia (revenimiento) y un contenido de cementos dados, o un incremento en la consistencia con la misma relación agua/cemento y el mismo contenido de cemento. Generalmente el efecto del empleo de estos materiales en el concreto endurecido es un incremento en la resistencia a la compresión. Una reducción en la relación agua/cemento incrementa la resistencia del concreto, pero lo que se gana en resistencia a la compresión a veces es mayor que lo indicado por esa sola relación.

Pueden esperarse diversos resultados con determinado aditivo debido a diferencia en dosis, cementos, agregado y otros materiales y condiciones ambientales. También pueden esperarse diferencias en tiempo de fraguado, con varios tipos y marcas de cemento y distintas temperaturas.

Estos aditivos generalmente incrementan la resistencia del concreto, lo que permite reducir el contenido de cemento originando ahorros en el costo.

Al usar aditivos reductores de agua, es posible reducir el contenido de cemento en proporción a la reducción del contenido de agua, conservando, así, la misma relación agua/cemento. En estas condiciones, es decir, con la misma relación agua/cemento, por lo general se observa algún incremento adicional en la resistencia, porque estos aditivos incrementan la eficiencia de hidratación de la reacción cemento-agua. A veces es preferible mantener constante el contenido de cemento, permitiendo que la reducción de agua baje la relación agua/cemento, siempre que la consistencia del concreto siga siendo la misma. Cuando se hace esto, el incremento en la resistencia es proporcionalmente mayor que el debido solo a la reducción en la relación agua/cemento, a causa de la eficiencia en la hidratación mencionada anteriormente.

Otro uso del aditivo reductor de agua permite el incremento en la consistencia del concreto sin aumentar la relación agua/cemento, conservando de esta manera el nivel de resistencia.

Los aditivos reductores de agua y reguladores de fraguado deben de cumplir con los requisitos aplicables de la norma ASTM C494, que los clasifica:

- ✓ Reductores de agua
- ✓ Retardantes
- ✓ Acelerantes
- ✓ Reductores de agua y retardantes
- ✓ Reductores de agua y acelerantes
- ✓ Reductores de agua de alto rango
- ✓ Reductores de agua de alto rango y retardantes.

(Neville y Brooks, 1998, p. 138)

**a. Aplicaciones de aditivos reductores de agua y reguladores de fraguado**

Los aditivos reductores de agua se utilizan para mejorar la calidad del concreto, obtener resistencias especificadas con menores contenidos de cemento, o para incrementar la consistencia de determinada mezcla, sin aumentar el contenido de agua. También pueden mejorar las propiedades de concretos que contienen agregados ásperos o pobremente graduados, o ambos, o pueden emplearse en concretos que se deben colocar en condiciones difíciles.

Los aditivos retardantes de fraguado se usa principalmente para compensar el efecto Acelerante y perjudicial de temperaturas elevadas, para conservar trabajable el concreto durante todo el periodo de colado y, por tanto, para eliminar grietas debidas a las deflexiones

de las cimbras. Este método es muy útil en la prevención del agrietamiento de vigas de concreto, de losas de puentes o de construcciones compuestas. Los retardantes de fraguado se emplean también para mantener plástico el concreto, durante periodos suficientemente largos para que puedan hacerse colados subsecuentes, sin el desarrollo de juntas frías o fallas de continuidad en la unidad estructural. Sin embargo, sus efectos sobre la tasa de consistencia varían según las diversas combinaciones de materiales.

**b. Efectos sobre propiedades del concreto utilizando aditivos reductores de agua y reguladores de fraguado**

Los efectos específicos de los aditivos reductores de agua y reguladores de fraguado varían según los diferentes tipos de cementos, la relación agua/cemento, la temperatura de mezclado, la temperatura ambiente y otras condiciones.

Los efectos principales sobre las propiedades del concreto son:

**b.1. Reducción de agua**

Los aditivos reductores de agua, Tipo A, reducen el agua requerida para la misma consistencia (revenimiento) del concreto, hasta en 10 % o más. La disminución de agua reduce la relación agua/cemento para un contenido dado de cemento, o permite una reducción del contenido de cemento manteniendo la misma relación agua/cemento.

**b.2. Resistencia**

La disminución en la relación agua/cemento causa incremento en la resistencia. Se observa un aumento adicional en la resistencia debido al aditivo reductor de

agua, aparte del debido a la reducción en la relación agua/cemento, debida a la modificación de la reacción de hidratación.

Los tipos retardantes producen incremento a la resistencia a las 24 horas, a menos que se empleen a tasas muy elevadas. Las resistencias más tardías pueden incrementarse hasta 25%, o más, con el mismo contenido de cemento. De esta manera pueden reducirse los contenidos de cemento, sin disminuir la resistencia a los 28 días. Generalmente se logran incrementos en la resistencia a la flexión de concreto que contiene un aditivo reductor de agua, pero no son proporcionalmente tan grandes como los incrementos en la resistencia a la compresión.

### **b.3. Tiempo de fraguado**

Los lignosulfonatos y los ácidos carboxílicos retardan los tiempos de fraguado de 1 a 3 horas, cuando se utilizan a temperaturas entre 18 °C y 38 °C. Los azúcares y sus ácidos, los carbohidratos, las sales de zinc, los boratos y fosfatos en forma modificada retardan el fraguado del cemento Portland en diversos grados.

### **b.4. Trabajabilidad**

Cuando se comparan concretos con y sin aditivos reductores de agua, con el mismo revenimiento y contenido de aire y en otros aspectos, es difícil descubrir diferencias de Trabajabilidad, puesto que no existe prueba alguna para la Trabajabilidad en sí.

### **b.5. Durabilidad**

Se logra una mejora con la reducción de la relación agua/cemento y con incrementos en la resistencia. De la reducción de agua, de la permeabilidad y el aumento de

resistencia resulta un pequeño incremento de resistencias en aguas y terrenos agresivos. (Neville y Brooks,1998, p. 140)

#### **2.2.3.5. Aditivos naturales y de procedencia corriente.**

Esta es una clasificación que se ha introducido para hacer algunos productos de uso o disponibilidad común, que actúan modificando propiedades del concreto y que ofrecen una fuente potencial de investigación local para desarrollar aditivos baratos

##### **a) Acelerantes**

El azúcar en dosificaciones mayores del 0.25 % del peso del cemento, la urea, el ácido de la leche, el ácido oxálico que se halla en muchos productos comerciales que sirven para quitar manchas y limpiar metales

##### **b) Incorporadores de aire**

Los detergentes, las piedras porosas de origen volcánico finalmente molidas, las algas.

##### **c) Plastificantes retardadores**

Los siguientes productos en porcentajes referenciales relativos al peso del cemento: El almidón 0.10%, el bicarbonato 0.14%, el ácido tartárico 0.25%, la celulosa 0.10. (Pasquel,1998, p. 126)

Comentario: En algunos estudios demuestran que el azúcar en porcentajes menores al 0.25% respecto al cemento actúa como un aditivo retardante. Siento esta una de las razones de la presente tesis comprobar en qué medidas de porcentajes de azúcar puede funcionar como un aditivo natural retardante.

## **2.3. MARCO CONCEPTUAL.**

### **2.3.1. Características físicas de los agregados.**

#### **2.3.1.1. Análisis granulométrico.**

Es tamizar el agregado por una serie de mallas de aberturas en % con respecto al peso total, también se puede decir que es la distribución volumétrica de las partículas por tamaño.

Los valores hallados se representan gráficamente en un sistema coordinado semi-logaritmico que permite apreciar la distribución acumulada.

El análisis granulométrico tiene por objetivo determinar las cantidades en las que están presentes las partículas de distintos tamaños en los agregados tanto fino como grueso. La distribución de las partículas de los agregados según su tamaño se determina mediante el empleo de mallas o tamices estándar. Las muestras de agregado tanto fino como grueso se hacen pasar a través de una serie de tamices, determinándose el porcentaje de material que se retiene en cada tamiz. (Pasquel,1998, p.69)

<b>Normas:</b>	NTP 400.012
	ASTM C-136

#### **2.3.1.2. Análisis granulométrico del agregado fino.**

Se llama también análisis mecánico y consiste en la determinación de la distribución por tamaño de las partículas de los agregados.

De la granulometría se obtiene el módulo de finura

La granulometría influye en la trabajabilidad y economía del concreto ya que si el agregado tiene una gradación discontinua consumirá mayor pasta de cemento. En lo posible se debe trabajar con agregados de gradación uniforme o continua.

**A. Módulo de finura:** Es un índice de finura del agregado; es una constante adimensional que nos representa el tamaño promedio ponderado del agregado.

Su valor se obtiene mediante la suma de porcentajes acumulados de los agregados retenidos en los tamices estándar dividiendo por 100 tal como se indica:

$$\text{MF (Agregado fino)} = \frac{\text{N}^{\circ}4 + \text{N}^{\circ}8 + \text{N}^{\circ}16 + \text{N}^{\circ}30 + \text{N}^{\circ}50 + \text{N}^{\circ}100}{100}$$

(NTP 400.012, 2001, p.3).

### **2.3.1.3. Análisis granulométrico del agregado grueso.**

El mismo concepto que el agregado fino, con el empleo de tamices estándar correspondientes.

**A. Módulo de finura:** Se sigue el mismo criterio del agregado fino; considerando los tamices estándar para el agregado grueso.

$$\text{MF (Agregado grueso)} = \frac{3'' + 3/4'' + 3/8'' + \text{N}^{\circ}4 + \text{N}^{\circ}8}{100}$$

**B. Tamaño máximo nominal del agregado:** Es el que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido. Se determina del análisis granulométrico.

**C. Tamaño máximo del agregado grueso:** El mayor tamaño de partículas de agregado grueso, presentes en cantidad suficiente para afectar las propiedades físicas del concreto es el que corresponde al menor tamiz por el que pasa toda la muestra del agregado grueso, su determinación es a partir del análisis granulométrico. (NTP 400.012, 2001, p.3).

### **2.3.1.4. Peso específico del agregado fino.**

Es el cociente de dividir el peso de las partículas entre el volumen de las mismas sin considerar los vacíos entre ellas. Las normas ASTM C-217 y C-128 establecen el procedimiento estandarizado para su determinación en laboratorio, distinguiéndose tres maneras

de expresarlo en función de las condiciones de saturación. A continuación, se muestra la distribución de volúmenes de sólidos, poro y vacíos para agregado secado al horno, estableciéndose las expresiones para la determinación en laboratorio y cálculo del peso específico. Hay que tomar en cuenta que las expresiones de la norma son adimensionales, luego hay que multiplicarlas por la densidad del agua en las unidades que se deseen para obtener el parámetro a usar en los cálculos. Su valor para agregados normales oscila entre 2500 y 2750 kg/m<sup>3</sup> (Pasquel,1998, p.74)

<b>Normas</b>	NTP 400.022
	ASTM C-136

- **Peso específico (Pem)**

Es la relación, a una temperatura estable, de la masa (o peso en aire) de un volumen unitario del material, a la masa del mismo volumen del agua a temperaturas indicadas. Los valores son adimensionales.

$$P_{em} = \frac{W_o}{V - V_a} \times 100$$

- **Peso específico de masa saturado con superficialmente seco (PeSSS)**

Es la relación, a una temperatura estable, a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de agregado incluyendo la masa de agua de los poros llenos hasta colmarse por sumersión en agua por 24 horas aproximadamente (pero no incluyendo los poros entre partículas), comparada con la masa en el aire de un igual volumen de agua destilada libre de gas.



$$PeSSS = \frac{500}{V - Va} \times 100$$

Donde:

Pem = Peso específico de masa

Wo = Peso en el aire de la muestra secada en el horno en gramos

V = Volumen del frasco en cm<sup>3</sup>

Va = Peso en gramos o volumen en cm<sup>3</sup> de agua añadida en el frasco.

- **Peso específico aparente (Pea)**

Es la relación a una temperatura estable, de la masa del aire de un volumen unitario del agregado (incluyendo los poros permeables e impermeables en las partículas, pero no incluyendo los poros entre partículas), a la masa en el aire de igual volumen de agua destilada libre de gas.

$$Pea = \frac{Wo}{(V - Va) - (500 - Wo)} \times 100$$

(NTP 400.022, 2001, p.8)

### 2.3.1.5. **Peso específico del agregado grueso.**

Se aplicarán las definiciones contenidas en la NTP 400.022

**Normas:** NTP 400.021  
ASTM C-136

- **Peso específico de masa (Pem)**

$$Pem = \frac{A}{B \times C} \times 100$$

- **Peso específico de masa saturado con superficialmente seco (PeSSS)**

$$PeSSS = \frac{B}{B - C} \times 100$$

- **Peso específico aparente (Pea)**

$$Pea = \frac{A}{A - C} \times 100$$

A = Peso de la muestra seca en el aire, en gramos.

B = Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire, en gramos.

C = Peso en el agua de la muestra saturada

(NTP 400.021, 2001, p.13)

#### **2.3.1.6. Porcentaje de absorción.**

Es la capacidad de los agregados de llenar con agua los vacíos al interior de las partículas. El fenómeno se produce por capilaridad, no llegándose a llenar absolutamente los poros indicados pues siempre queda aire atrapado. Tiene importancia pues se refleja en el concreto reduciendo el agua de mezcla, con influencia en las propiedades resistentes y en la trabajabilidad, por lo tanto, que es necesario tenerla siempre en cuenta para hacer las correcciones necesarias. (Pasquel,1998, p.76).

**Normas**

NTP 400.021

ASTM C-128

- **Porcentaje de Absorción Para Agregado Fino**

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 una temperatura  $100\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$  por tiempo suficiente para remover toda el agua sin combinar.

$$Ab = \frac{500 - W_o}{W_o} \times 100$$

Donde:

Ab = Porcentaje de absorción

Wo = Peso en el aire de la muestra secada en el horno en gramos

(NTP 400.022, 2001, p.4)

- **Porcentaje de Absorción Para Agregado Grueso**

Se aplicarán las definiciones contenidas en la NTP 400.022

$$Ab = \frac{A - C}{C} \times 100$$

Donde:

Ab = Porcentaje de absorción

A = Peso de la muestra seca en el aire, en gramos.

C = Peso en el agua de la muestra saturada

(NTP 400.021, 2001, p.12)

### **2.3.1.7. Peso unitario del agregado fino y grueso.**

Es el cociente de dividir el peso de las partículas entre el volumen total incluyendo vacíos. Al incluir los espacios entre partículas, está influenciado por la manera en que se acomodan estas, lo que se convierte en un parámetro hasta cierto punto relativo. El peso unitario de los agregados está en función directa del tamaño, forma y distribución de las partículas, y el grado de compactación (suelto o compactado).

El peso unitario está determinado por la relación de peso por unidad de volumen; esta relación se expresa en Kg/m<sup>3</sup>. Se distinguen dos tipos de peso unitario:

- Peso Unitario Suelto (P.U.S.)
  - Peso Unitario Compactado (P.U.C.)
- (Pasquel,1998, p.74).

**Normas**                      NTP 400.017  
                                      ASTM C-29

El cálculo para el peso unitario compactado o suelto, como sigue:

$$M = \frac{G - T}{V} \times 100$$

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

Donde:

M = Peso unitario del agregado en kg/m<sup>3</sup>

G = Peso del recipiente de medida más el agregado en kg

T = Peso del recipiente de medida en kg

V = Volumen de la medida en m<sup>3</sup>

F = Factor de la medida en m<sup>-3</sup>

(NTP 400.017, 1999, p. 6)

#### **2.3.1.8. Contenido de humedad del agregado fino y agregado grueso.**

Es la cantidad de agua superficial retenida en un momento determinado por las partículas de agregado.

Es una característica importante pues contribuye a incrementar el agua de mezcla en el concreto, razón por la que se debe tomar en cuenta conjuntamente con la absorción para efectuar las correcciones adecuadas en el proporcionamiento de las mezclas. (Pasquel, 1998, p.77).

**Normas**

NTP 339.185

ASTM C-566

El contenido de humedad superficial es igual a la diferencia entre el contenido de humedad total evaporable y la absorción, con todos los valores referidos a la masa de una muestra seca.

Calcular el contenido de humedad total evaporable de la siguiente manera

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

Donde:

P = Contenido total de humedad evaporable de la muestra en porcentaje

W = Masa de la muestra húmeda original en gramos

D = Masa de la muestra seca en gramos

(NTP 339.185,2013, p.11)

**2.3.2. Diseño de mezclas.**

El diseño de mezclas de concreto, es la aplicación técnica y practica de los conocimientos científicos sobre sus componentes y la interacción entre ellos, para lograr un material resultante que satisfaga de la manera más eficiente los requerimientos particulares del proyecto constructivo.

Existen en la actualidad una serie de métodos de diseño de mezclas que con mayor o menor refinamiento establecen tablas y/o gráficos para estimar cantidades de agua de amasado en función del tamaño máximo, geometría del agregado y el asentamiento; relaciones Agua/cemento a usar referidas a resistencias en compresión determinadas experimentalmente; las proporciones en que deben intervenir la grava y la arena en base a gradaciones y consideraciones teóricas y/o prácticas. (Pasquel,1998, p.171)

Siempre que sea posible, la dosificación del concreto deberá basarse en datos obtenidos de experiencias en laboratorio. Será útil la siguiente información de materiales disponibles:

- ✓ Análisis granulométrico del agregado fino y grueso
- ✓ Peso unitario del agregado grueso
- ✓ Peso específico, porcentaje de humedad de los agregados a utilizarse
- ✓ Tipo y marca del cemento Portland escogido
- ✓ Peso específico del cemento Portland
- ✓ Requerimientos de agua de mezclado
- ✓ Relaciones entre la resistencia y la relación agua/cemento, para las combinaciones posibles de cemento y agregados.

(Abanto, 2017, p.72)

### **2.3.3. Azúcar**

Sustancia cristalina, generalmente blanca, muy soluble en agua y de sabor muy dulce, que se encuentra en el jugo de muchas plantas y se extrae especialmente de la caña dulce y de la remolacha; se emplea en alimentación como edulcorante nutritivo y generalmente se presenta en polvo de cristales pequeños.

Se denomina azúcar, en el uso más extendido de la palabra, a la sacarosa, también llamada «azúcar común» o «azúcar de mesa».

La sacarosa es un disacárido formado por una molécula de glucosa y una de fructosa, que se obtiene principalmente de la caña de azúcar o de la remolacha. El 27 % de la producción total mundial se realiza a partir de la remolacha y el 73 % a partir de la caña de azúcar.

La sacarosa se encuentra en todas las plantas, y en cantidades apreciables en otras plantas distintas de la caña de azúcar o la remolacha, como el sorgo y el arce azucarero.

En ámbitos industriales se usa la palabra azúcar o azúcares para designar los diferentes monosacáridos y disacáridos, que

generalmente tienen sabor dulce, aunque por extensión se refiere a todos los hidratos de carbono. (Weiner, Cavero, 2005, p. 115)

#### **2.3.3.1. Tipos de azúcar.**

El azúcar se puede clasificar por su origen (de caña de azúcar o remolacha), pero también por su grado de refinación o sus características. Normalmente, la refinación se expresa visualmente a través del color (azúcar moreno, azúcar rubio, blanco), que está dado principalmente por el porcentaje de sacarosa que contienen los cristales (Weiner, Cavero, 2005, p. 121)

##### **2.3.3.1.1. Azúcar blanca.**

La azúcar blanca contiene alrededor de un 99% de sacarosa, un disacárido (perteneciente al grupo de nutrientes de hidratos de carbono o glúcidos) formado por una partícula de glucosa y otra de fructuosa. Por lo tanto, su aporte nutritivo es básicamente energético y de rápida asimilación por parte del organismo. (Weiner, Cavero, 2005, p. 123).

## **2.4. SISTEMA DE HIPÓTESIS.**

### **2.4.1. Formulación de hipótesis.**

El análisis comparativo de las principales propiedades mecánicas de un concreto: patrón, con aditivo natural (azúcar) y con aditivo Chemaplast nos permitirá obtener concretos resistentes y de mejor Trabajabilidad.

### **2.4.2. Variables.**

#### **2.4.2.1. Variable Independiente (V.I.).**

Diseño de mezcla de un concreto: patrón, con aditivo natural (azúcar) y con aditivo Chemaplast.

#### **2.4.2.2. Variable Dependiente (V.D.).**

Determinación de las principales propiedades mecánicas del concreto en estado fresco y endurecido.



### 2.4.3. Operacionalización de variables.

#### 2.4.3.1. Operacionalización de Variable Independiente.

**Tabla 6. Operacionalización de variable independiente**

Variable independiente: Diseño de mezcla de un concreto: patrón, con aditivo natural (azúcar) y con aditivo Chemaplast			
Dimensiones	Indicadores	Unidad de Medida	Instrumento de Investigación
Diseño de mezclas con cemento Pacasmayo tipo I	Concreto patrón	m <sup>3</sup>	ACI 211
	Concreto con aditivo natural (azúcar)	m <sup>3</sup>	ACI 211
	concreto con aditivo Chemaplast	m <sup>3</sup>	ACI 211

*Fuente: elaboración propia.*

#### 2.4.3.2. Operacionalización de Variable Dependiente.

**Tabla 7. Operacionalización de variable dependiente**

Variable dependiente: Propiedades mecánicas del concreto en estado fresco y endurecido			
Dimensiones	Indicadores	Unidad de Medida	Instrumentos de Investigación
Concreto en estado fresco	Peso Unitario	kg/m <sup>3</sup>	NTP 339.046
	Consistencia	Cm o pulgadas	NTP 339.035
	Temperatura	°C	NTP 339.184
	Tiempo de fraguado	hora	NTP 339.082
Concreto en estado endurecido	Resistencia a la compresión	kg/cm <sup>2</sup>	NTP 339.034

**Fuente: elaboración propia.**

## **CAPITULO III**

### 3. METOLOGÍA EMPLEADA.

#### 3.1. Tipo y nivel de investigación.

##### 3.1.1. Tipo de investigación.

Cuantitativa.

##### 3.1.2. Nivel de investigación.

Aplicada.

#### 3.2. Población y muestra de estudio.

##### 3.2.1. Población.

El diseño de mezcla se realizará con cemento Pacasmayo tipo I para los tres diferentes tipos de concreto: Patrón, con aditivo natural o de fácil procedencia (azúcar) y con aditivo Chemaplast.

##### 3.2.2. Muestra.

*Tabla 8. Muestra de los tipos de dosificaciones evaluadas*

DOSIFICACIONES EVALUADAS		
ESTÍMULO 1	Concreto Patrón	Sin Estímulo
ESTÍMULO 2	Concreto con Azúcar	Con E. 0.075%
ESTÍMULO 3		Con E. 0.10%
ESTÍMULO 4		Con E. 0.15%
ESTÍMULO 5	Concreto con CHEMAPLAST	Con E. 300ml (0.85%)
ESTÍMULO 6		Con E. 400ml (1.13%)
ESTÍMULO 7		Con E. 500ml (1.41%)

*Fuente: elaboración propia.*

Se estudiaron tres tipos diferentes de concretos: un concreto patrón sin ningún tipo de estímulo (sin aditivo), un concreto con estímulo de azúcar (como aditivo natural o de fácil procedencia) con tres variaciones en sus dosificaciones en el porcentaje de 0.075%, 0.10% y 0.15% con respecto al peso del cemento, y para finalizar un

concreto con estímulo de Chemaplast (como aditivo industrial) con tres variaciones en sus dosificaciones de 300 ml, 400 ml y 500 ml por bolsa de cemento que representa el 0.85%,1.13%,1.41% respectivamente con respecto al peso del cemento. Los cuáles fueron evaluados tanto en su estado fresco como en su estado endurecido, como se detalla a continuación.

### 3.2.3. Muestra para el estado fresco del concreto.

*Tabla 9. Muestra de evaluación de las principales propiedades del estado fresco del concreto.  
Fuente:*

FORMA DE EVALUACIÓN PARA LAS PRINCIPALES PROPIEDADES DEL ESTADO FRESCO DEL CONCRETO			
DOSIFICACIONES A EVALUAR			ENSAYOS
ESTÍMULO 1	Concreto Patrón	Sin Estímulo.	1.- PESO UNITARIO. 2.- CONSISTENCIA. 3.- TEMPERATURA. 4.-TIEMPO DE FRAGUADO
ESTÍMULO 2	Concreto con Azúcar	Con E. 0.075%	
ESTÍMULO 3		Con E. 0.10%	
ESTÍMULO 4		Con E. 0.15%	
ESTÍMULO 5	Concreto con CHEMAPLAST	Con E. 300 ml (0.85%)	
ESTÍMULO 6		Con E. 400 ml (1.13%)	
ESTÍMULO 7		Con E. 500 ml (1.41%)	

*elaboración propia.*

En el estado fresco del concreto se evaluará: Peso unitario según N.T.P. 339.046, consistencia (slump) según N.T.P. 339.035, temperatura según N.T.P. 339.184, contenido de aire (teórico) y tiempo de fraguado según N.T.P 339.082. para cada una de las dosificaciones propuestas, tanto como para el concreto patrón, como para el concreto con estímulos de azúcar (como aditivo natural o de fácil procedencia) y como para el concreto con estímulos de Chemaplast (como aditivo industrial).

Para cada dosificación de mezcla se utilizará 40 litros sobrepasando lo mínimo de 28 litros (1 pie<sup>3</sup>) que se estipula en la norma NTP 339.036.

### 3.2.4. Muestra para el estado endurecido del concreto.

*Tabla 10. Muestra de evaluación de las principales propiedades del estado endurecido del concreto*

FORMA DE EVALUACIÓN PARA LA PRINCIPAL PROPIEDAD DEL ESTADO ENDURECIDO DEL CONCRETO							
DOSIFICACIONES A EVALUAR			N° ESPECÍMENES EN SUS RESPECTIVOS DÍAS DE PRUEBA				N° TOTAL DE ESPECÍMENES
			3 DÍA	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS	
ESTÍMULO 1	Concreto Patrón	Sin Estímulo	3	3	3	3	12
ESTÍMULO 2	Concreto con Azúcar	Con E. 0.075%	3	3	3	3	12
ESTÍMULO 3		Con E. 0.10%	3	3	3	3	12
ESTÍMULO 4		Con E. 0.15%	3	3	3	3	12
ESTÍMULO 5	Concreto con CHEMAPLAST	Con E. 300 ml (0.85%)	3	3	3	3	12
ESTÍMULO 6		Con E. 400 ml (1.13%)	3	3	3	3	12
ESTÍMULO 7		Con E. 500 ml (1.41%)	3	3	3	3	12
							<b>84</b>

*Fuente: elaboración propia.*

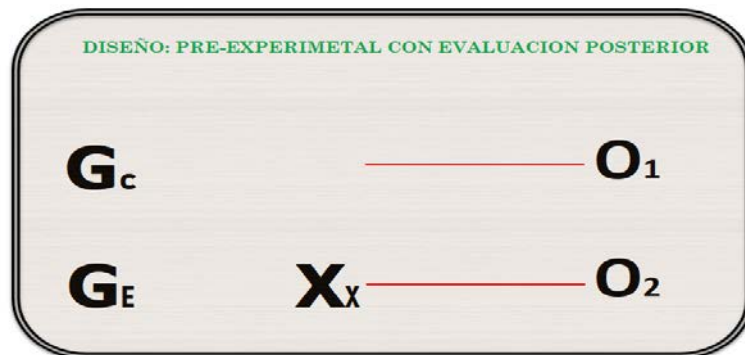
Se evaluaron un total de 84 especímenes de probetas cilíndricas de acuerdo a la N.T.P. 339.183, donde se obtuvieron sus respectivas resistencias a la compresión de acuerdo a las edades de 3 días, 7 días, 14 días y 28 días. Para el concreto patrón se realizaron un total de 12 especímenes sin ningún uso de estímulo (sin aditivo), analizándose 3 especímenes para cada respectiva edad. Para el concreto con dosificaciones donde se usó azúcar, como aditivo

natural o de fácil procedencia, cuyo estímulo 2, estímulo 3 y estímulo 4 correspondiente al 0.075%, 0.10% y 0.15% respecto al peso del cemento en cada dosificación; estudiándose 3 especímenes para cada edad y para cada porcentaje propuesto, haciendo un total de 36 especímenes evaluados. Y para finalizar para el concreto con dosificaciones donde se usó Chemaplast, como aditivo industrial, cuyo estímulo 5, estímulo 6 y estímulo 7 correspondiente 300 ml, 400 ml y 500 ml por bolsa de cemento, que representa 0.85%, 1.13%, 1.41% respectivamente respecto al peso del cemento en cada dosificación; estudiándose 3 especímenes para cada edad y para cada porcentaje propuesto, haciendo un total de 36 especímenes evaluados.

### 3.3. Diseño de investigación.

EXPERIMENTAL CON EVALUACIÓN POSTERIOR.

FIGURA 1: ESQUEMA DEL DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.



FUENTE: ELABORACION PROPIA.

DONDE:

- ✓ **G<sub>c</sub>**: Representa al Concreto Patrón.
- ✓ **G<sub>E</sub>**: Representa al concreto con los aditivos usados (Azúcar y Chemaplast)
- ✓ **X<sub>x</sub>**: Representa a los estímulos usados como aditivos (Azúcar y Chemaplast)

- ✓ **O1:** Representa la evaluación de las Principales Propiedades del Concreto Patrón.
- ✓ **O2:** Representa la evaluación de las Principales Propiedades de los Concretos estimulados con Azúcar (como aditivo natural o de fácil procedencia) y con Chemaplast (como aditivo industrial).

### **3.4. Técnicas e instrumentos de investigación.**

Las técnicas e instrumentos que se utilizaron para la recolección de datos de la presente investigación serán basada de acuerdo a las normas NTP

#### **3.4.1. Para el agregado fino y grueso.**

##### **3.4.1.1. Granulometría NTP 400.012.**

Este método cubre la determinación de la distribución por tamaño de las partículas de agregado fino y grueso mediante tamizado. Una muestra de agregado seco de masa conocida es separada en una serie de tamices colocados progresivamente desde el más pequeño al más grande para determinar su distribución por tamaño.

##### **3.4.1.2. Peso específico y absorción NTP 400.021.**

El peso específico es la relación entre la densidad del agregado y la del agua ( $1000 \text{ kg/cm}^3$ ). Sin embargo, todos los agregados son porosos hasta cierto punto, lo que permite la entrada de agua en los espacios de los poros o capilares cuando se colocan en la mezcla de hormigón, o bien, ya están húmedos cuando entran al hormigón. Por lo tanto, la definición cuidadosa del peso específico debe tomar en cuenta tanto el peso como el volumen de la porción de agua contenida dentro de las partículas. El agua libre que se encuentra sobre las superficies exteriores del agregado húmedo no entra en el cálculo del peso específico, pero contribuye a la relación agua/cemento del concreto.

##### **3.4.1.3. Peso Unitario Compactado y Suelto NTP 400.017.**

De forma resumida el peso unitario consiste en determinar la densidad total como el resultado de dividir la masa de un agregado en estado seco (en un determinado nivel de consolidación o compactación) y el volumen

que éste ocupa incluyendo los vacíos de aire entre partículas y los de absorción y se expresa en lbf/pie<sup>3</sup> (kg/m<sup>3</sup>). Los resultados obtenidos en este ensayo son necesarios para el proporcionamiento de mezclas de concreto hidráulico y para conversiones masa/volumen en la aceptación de materiales en la obra.

#### **3.4.1.4. Contenido de Humedad NTP 339.185**

El presente método de ensayo cubre la determinación del porcentaje de humedad evaporable en una muestra de agregado mediante el secado tanto de la humedad superficial como de la humedad en los poros del agregado. Los agregados pueden contener agua que esté combinada químicamente con los minerales que contengan. Dicha agua no es evaporable y no está incluida en el porcentaje determinado por este método de ensayo.

### **3.4.2. Para el estado fresco del concreto.**

#### **3.4.2.1. Peso unitario (Norma NTP 339.046).**

Es común determinar el peso unitario del concreto fresco compactado al medir la manejabilidad o el contenido de aire. El peso unitario se obtiene fácilmente al pesar el concreto fresco compactado en un contenedor estandarizado, de volumen y masa conocidos, en la norma NTP 339.046 (ASTM C 138) se describe los procedimientos.

#### **3.4.2.2. Consistencia-Slump (Norma NTP 339.035).**

Esta Norma Técnica Peruana se aplica para determinar el asentamiento del concreto plástico de cemento hidráulico. Este método de ensayo originalmente fue desarrollado para proporcionar al usuario de una técnica para monitorear la consistencia del concreto no endurecido. Bajo condiciones de laboratorio, con estricto control de todos los materiales del concreto, se ha encontrado que el asentamiento del concreto se incrementa proporcionalmente con el contenido de agua para una mezcla dada y, por lo tanto, está relacionado inversamente con la resistencia del concreto. Sin embargo,



bajo condiciones de campo, tal relación con la resistencia no se demuestra clara y consistentemente. Se debe tener cuidado en relacionar los resultados del asentamiento obtenido en campo con la resistencia del concreto.

#### **3.4.2.3. Tiempo de fraguado (NTP 339.082).**

Debido a que la fragua del concreto es un proceso gradual, cualquier definición de tiempo de fraguado debe necesariamente ser medida. En este método, el tiempo requerido para que el mortero alcance los valores especificados de resistencia a la penetración son usados para definir el tiempo de fraguado. Este método puede ser usado para determinar los efectos de las variables, tales como contenido de agua; marca, tipo y cantidad de material cementicio; o adiciones, en el tiempo de fragua.

#### **3.4.2.4. Temperatura de la Mezcla del Concreto (NTP 339.184)**

La temperatura del concreto depende del aporte calorífico de cada uno de sus componentes, además del calor liberado por la hidratación del cemento, la energía de mezclado y el medio ambiente.

Este método de ensayo provee un medio para medir la temperatura del concreto recién mezclado. La temperatura medida representa la temperatura al momento del ensayo y puede no indicar la temperatura del concreto recién mezclado un momento más tarde. Se puede usar para verificar el cumplimiento con un requisito específico de la temperatura del concreto.

### **3.4.3. Para el estado endurecido del concreto.**

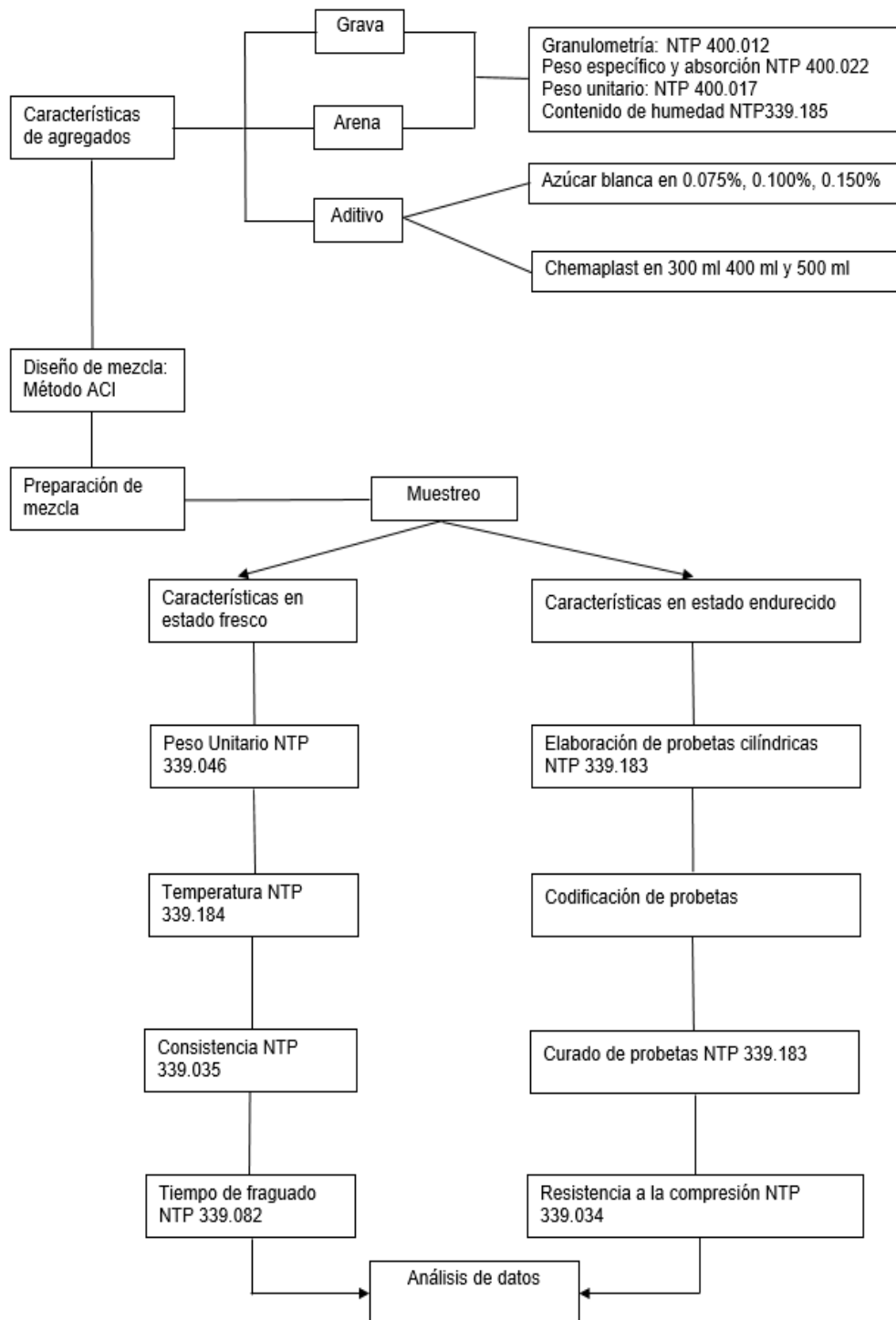
#### **3.4.3.1. Resistencia a la compresión (NTP 339.034).**

El método consiste en aplicar una carga de compresión axial a los cilindros moldeados o extracciones diamantinas a una velocidad normalizada en un rango prescrito mientras ocurre la falla. La resistencia a la compresión de la probeta es calculada por división de

la carga máxima alcanzada durante el ensayo, entre el área de la sección recta de la probeta.

### 3.5. Procesamiento de datos.

**FIGURA 2: FLUJOGRAMA DEL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS**



**FUENTE: ELABORACION PROPIA.**

## **CAPITULO IV**

## 4. RESULTADOS.

### 4.1. Características físicas de los agregados.

Los agregados utilizados para la presente investigación fueron adquiridos de la cantera “El Milagro” de la ciudad de Trujillo, dicha cantera está ubicada en el distrito de Huanchaco de la ciudad antes mencionada. Los ensayos para la obtener las características físicas de los agregados se siguieron de acuerdo a lo propuesto por cada norma técnica peruana, según ensayo y se obtuvieron los siguientes resultados:

#### 4.1.1. Del agregado fino.

##### 4.1.1.1. Granulometría (NTP 400.012).

La granulometría es la distribución de las partículas de materiales granulares de varios tamaños que se expresan en términos de porcentaje acumulados. De la muestra secada al horno seleccionada, por cuarteo, tomamos 3 muestras de 800 gr. cada una para repetir el ensayo 3 tres veces y se obtuvieron los siguientes resultados:

*Tabla 11. Resultados del ensayo granulométrico del agregado fino.*

RESULTADO DE GRANULOMETRÍA EN AGREGADO FINO								
N° TAMIZ	MASA DEL SUELO RETENIDO (gr)					PORCENTAJE RETENIDO (%)	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO (%)	PORCENTAJE QUE PASA (%)
	ENSAYO A (gr)	ENSAYO B (gr)	ENSAYO C (gr)	PROMEDIO	PROMEDIO CORREGIDO			
3/8"	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
N°4	37.15	29.60	32.75	33.17	33.40	4.18	4.18	95.82
N°8	77.60	78.15	71.64	75.80	76.03	9.50	13.68	86.32
N°16	164.50	174.60	170.60	169.90	170.13	21.27	34.95	65.05
N°30	269.15	275.16	242.62	262.31	262.54	32.82	67.76	32.24
N°50	153.90	140.90	164.30	153.03	153.27	19.16	86.92	13.08
N°100	52.51	58.16	58.94	56.54	56.77	7.10	94.02	5.98
N°200	30.14	26.17	43.79	33.37	33.60	4.20	98.22	1.78
FOND O	12.66	16.20	13.90	14.25	14.25	1.78	100.00	0.00

*FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.*

Masa inicial: 800 gr.  
 Masa final: 798.36 gr.  
 Número de tamices: 7

$$Error = \frac{800 - 798.36}{800} \times 100 = 0.205\%$$

Procedemos a corregir los errores causados por el cribado manual:

$$Corrección = \frac{\text{error en gramos}}{\# \text{ de tamices}} = \frac{1.64}{7} = 0.2342 \text{ gr.}$$

Los requisitos de granulometría según norma son los siguientes:

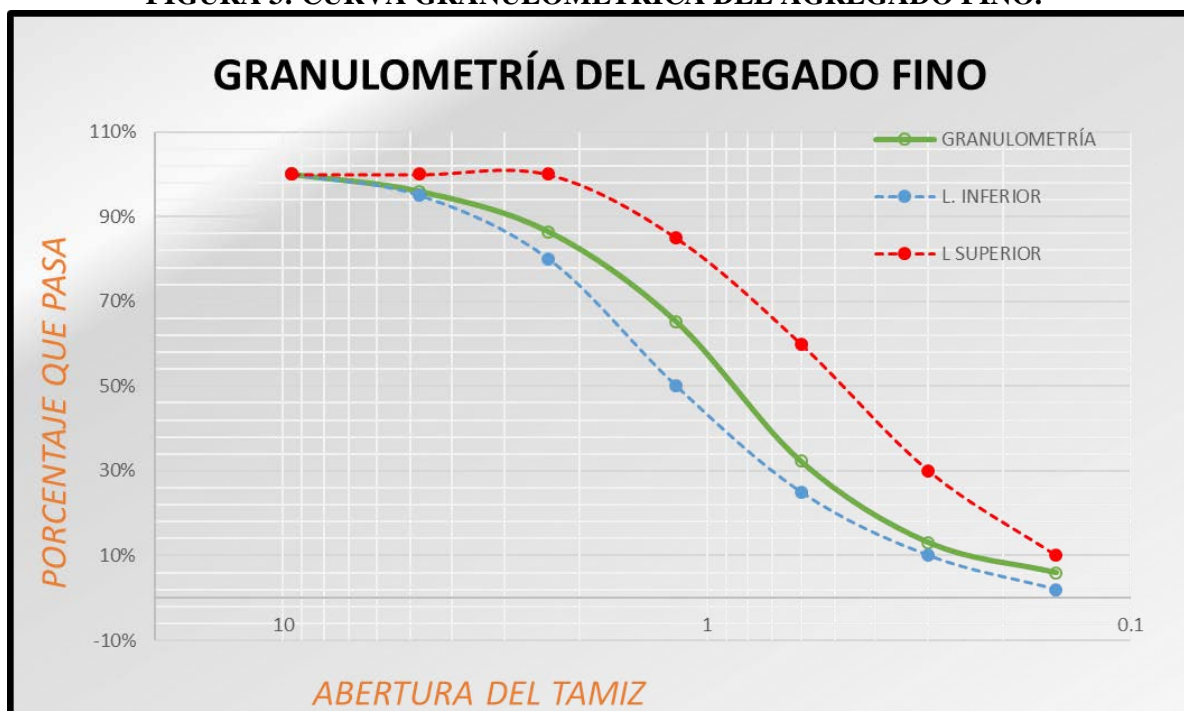
**Tabla 12. Límites mínimos y máximos permisibles del agregado fino según norma ASTM C-33**

REQUISITOS DE GRANULOMETRÍA PARA AGREGADO FINO SEGÚN ASTM C-33				
Nº TAMIZ	DIAMETRO (mm)	LIMITE SUPERIOR	LIMITE INFERIOR	PORCENTAJE QUE PASA
3/8"	9.500	100	100	100.00
Nº4	4.750	100	95	95.96
Nº8	2.360	100	80	86.46
Nº16	1.180	85	50	65.19
Nº30	0.600	60	25	32.24
Nº50	0.300	30	10	13.08
Nº100	0.150	10	2	5.98

FUENTE: NORMA ASTM C-33.

Verificamos que la curva granulométrica obtenida del ensayo está dentro de los límites superiores e inferiores que se recomiendan en la norma.

**FIGURA 3: CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO FINO.**



**FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.**

#### 4.1.1.2. Módulo de finura (NTP 400.012).

El módulo de finura se utiliza con frecuencia como un indicador de la finura de un agregado. El módulo de finura es calculado por medio de los datos obtenidos en la granulometría, sumando los porcentajes acumulados del agregado retenido de las mallas indicadas en la norma y dividiendo la sumatoria entre 100. Las mallas utilizadas para calcular el módulo de finura son: N° 100, N° 50, N° 30, N° 16, N° 8, 3/8.

Del análisis granulométrico del agregado fino procedimos a calcular el módulo de finura (M.F.)

$$M.F. = \frac{(4.18 + 13.68 + 34.95 + 67.76 + 86.92 + 94.02)}{100}$$

$$M.F. = 3.02$$

#### 4.1.1.3. Peso unitario suelto (NTP 400.017).

Proceso por el cual es llenado de manera continua sin interrupciones el agregado fino sin ejercer presión en un recipiente cilíndrico de volumen conocido. Para este ensayo de utilizo un cilindro de 1/10 pie<sup>3</sup> o de 28 litros de volumen. Los resultados del ensayo fueron los siguientes:

*Tabla 13. Resultados del ensayo de peso unitario suelto del agregado fino.*

RESULTADO DE PESO UNITARIO VOLUMÉTRICO SUELTO				
MUESTRAS		A	B	C
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + VASIJA	A (Kg)	7.30	7.27	7.33
PESO DE LA VASIJA	B (Kg)	2.74		
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	C=A-B (Kg)	4.56	4.53	4.59
PESO DE LA VASIJA + AGUA	L (Kg)	5.52		
PESO DEL AGUA	M=L-B (Kg)	2.78		
TEMPERATURA	T (°C)	21.40		
DENSIDAD DEL AGUA (TABLA N°3 NTP)	D (Kg/m <sup>3</sup> )	997.90		
VOLUMEN DE LA VASIJA	Vr=M/D (m <sup>3</sup> )	0.0028		
PESO UNITARIO VOLUMETRICO SUELTO	C/Vr (Kg/m <sup>3</sup> )	1,636.85	1,626.08	1,647.62
<b>PROMEDIO</b>	<b>(Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1,636.85</b>		

*FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.*

#### 4.1.1.4. Peso unitario compactado (NTP 400.017).

Proceso en el cual el agregado es llenado en tres capas y por cada capa una de ellas se ejerce presión en un recipiente de volumen conocido. Para este ensayo se utilizó el mismo cilindro que en el ensayo anterior. Los resultados del ensayo fueron los siguientes:

*Tabla 14. Resultados del ensayo de peso unitario compactado del agregado fino.*

RESULTADO DE PESO UNITARIO VOLUMÉTRICO COMPACTADO				
MUESTRAS		A	B	C
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + VASIJA	A (Kg)	7.66	7.67	7.67
PESO DE LA VASIJA	B (Kg)	2.74		
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	C=A-B (Kg)	4.92	4.93	4.93
PESO DE LA VASIJA + AGUA	L (Kg)	5.52		
PESO DEL AGUA	M=L-B (Kg)	2.78		
TEMPERATURA	T (°C)	21.40		
DENSIDAD DEL AGUA (TABLA N°3 NTP)	D (Kg/m <sup>3</sup> )	997.90		
VOLUMEN DE LA VASIJA	Vr=M/D (m <sup>3</sup> )	0.0028		
PESO UNITARIO VOLUMETRICO COMPACTADA	C/Vr (Kg/m <sup>3</sup> )	1,766.07	1,769.66	1,769.66
<b>PROMEDIO</b>	<b>(Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1,768.46</b>		

*FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.*

#### **4.1.1.5. Peso específico (NTP 400.022).**

Representa la densidad de las partículas individuales y no a la masa del agregado como un todo. Sin embargo, el peso específico también es un indicio del nivel de calidad, por ello tienen valores bajos indican que es un material poroso, absorbente y débil, mientras que los valores altos indican que son de buena calidad. Los resultados de los ensayos realizados fueron los siguientes:



*Tabla 15. Resultados del ensayo de peso específico y absorción del agregado fino.*

RESULTADO DE PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN					
MUESTRAS		A	B	C	PROMEDIO (Kg/m <sup>3</sup> )
PESO DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO	A (gr)	494.10	494.70	493.40	
PESO DE LA MUESTRA S.S.S.	B (gr)	500.00	500.00	500.00	
PESO DE AGUA + PROBETA + MUESTRA	Y (gr)	950.70	958.20	967.20	
PESO DE PROBETA + AGUA	X (gr)	641.20	650.10	657.10	
PESO DE LA MUESTRA SUMERGIDA	C (gr)	309.50	308.10	310.10	
<b>PESO ESPECIFICO DE MASA</b>	<b>A/(B-C)</b>	<b>2.59</b>	<b>2.58</b>	<b>2.60</b>	<b>2,589.94</b>
<b>PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S.</b>	<b>B/(B-C)</b>	<b>2.62</b>	<b>2.61</b>	<b>2.63</b>	<b>2,621.05</b>
<b>PESO ESPECIFICO APARENTE</b>	<b>A/(A-C)</b>	<b>2.68</b>	<b>2.65</b>	<b>2.69</b>	<b>2,673.16</b>
<b>PORCENTAJE DE ABSORCION (%)</b>	<b>((B-A)/A)*100</b>	<b>1.19</b>	<b>1.07</b>	<b>1.34</b>	<b>1.20</b>

*FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.*

#### 4.1.1.6. Porcentaje de absorción (NTP 400.022).

Nos indica la cantidad de agua absorbida por el agregado después de ser sumergido en agua durante 24 horas y secada por el mismo periodo de tiempo.

$$\%de\ ABSORCIÓN = 1.20\ \%$$

#### 4.1.1.7. Contenido de humedad (NTP 339.185).

Representa el exceso de agua en un estado saturado y con una superficie seca. Los resultados obtenidos en este ensayo fueron los siguientes:

*Tabla 16. Resultado del ensayo de contenido de humedad del agregado fino.*

RESULTADOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD				
MUESTRAS		A (gr)	B (gr)	C (gr)
PESO DE LA VASIJA		130.70	133.70	133.80
PESO DE LA VASIJA + MUESTRA HUMEDA		1,130.70	1,133.70	1,133.80
PESO DE LA VASIJA + MUESTRA SECA		1,125.60	1,128.50	1,128.10
PESO DE MUESTRA HUMEDA	MH	1,000.00	1,000.00	1,000.00
PESO DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO	MS	994.90	994.80	994.30
CONTENIDO DE AGUA	CA=MH-MS	5.10	5.20	5.70
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	(CA/MS)*100	0.51	0.52	0.57
<b>PROMEDIO W%</b>	<b>%</b>	<b>0.54</b>		

*FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.*

#### **4.1.2. Del agregado grueso.**

##### **4.1.2.1. Granulometría (NTP 400.012).**

La granulometría del agregado grueso se realizó de acuerdo a la norma mencionada y se expresa en términos de porcentajes retenidos en los tamices ASTM: ¼", 3/8", ½", ¾", 1", 1 ½" y mayores. De la muestra secada al horno seleccionada, por cuarteo, tomamos 3 muestras de 3 000 gr. cada una para repetir el ensayo 3 tres veces y se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 17. Resultado del ensayo de granulometría del agregado grueso.

RESULTADO DE GRANULOMETRÍA EN AGREGADO GRUESO								
N° TAMIZ	MASA DEL SUELO RETENIDO (gr)					PORCENTAJE RETENIDO (%)	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO (%)	PORCENTAJE QUE PASA (%)
	ENSAYO A (gr)	ENSAYO B (gr)	ENSAYO C (gr)	PROMEDIO	PROMEDIO CORREGIDO			
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	67.60	44.90	80.30	64.27	65.10	2.17	2.17	97.83
3/4"	175.80	314.00	115.80	201.87	202.70	6.76	8.93	91.07
1/2"	711.60	847.40	829.70	796.23	797.07	26.57	35.50	64.50
3/8"	510.80	553.20	570.20	544.73	545.57	18.19	53.68	46.32
5/16"	349.90	291.80	329.00	323.57	324.40	10.81	64.50	35.50
1/4"	371.50	346.20	393.10	370.27	371.10	12.37	76.87	23.13
N° 4	444.90	358.30	440.90	414.70	415.54	13.85	90.72	9.28
FONDO	362.30	239.70	233.50	278.50	278.50	9.28	100.00	0.00

FUENTE: ELABORACION PROPIA.

Masa inicial: 3000 gr.

Masa final: 798.36 gr.

Número de tamices: 7

$$Error = \frac{3000 - 2994.13}{3000} \times 100 = 0.196\%$$

Procedemos a corregir los errores causados por el cribado manual:

$$Corrección = \frac{error \text{ en gramos}}{\# \text{ de tamices}} = \frac{5.87}{7} = 0.84 \text{ gr.}$$

Los requisitos de granulometría según norma son los siguientes:

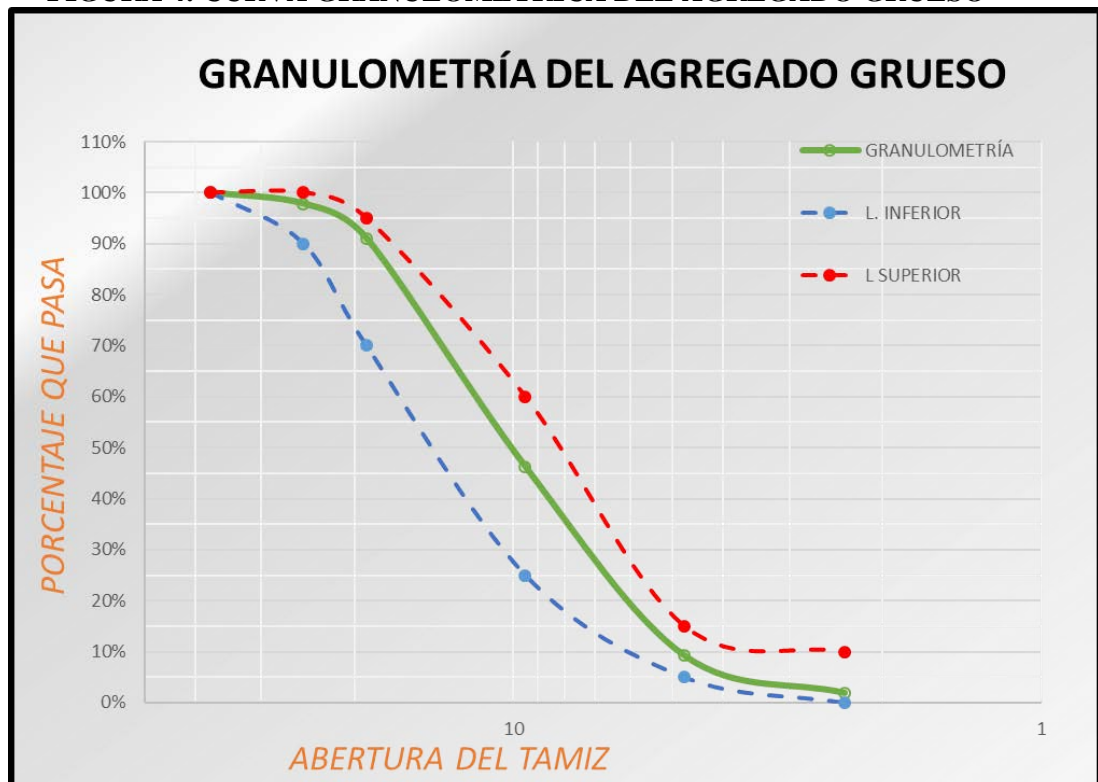
Tabla 18. Límites mínimos y máximos permisibles para la granulometría del agregado grueso.

REQUISITOS DE GRANULOMETRÍA PARA AGREGADO GRUESO				
N° TAMIZ	DIAMETRO (mm)	LIMITE SUPERIOR	LIMITE INFERIOR	PORCENTAJE QUE PASA
1 1/2"	37.500	100	100	100.00
1"	25.000	100	90	97.83
3/4"	19.000	95	70	91.07
3/8"	9.500	60	25	46.32
N° 4	4.750	15	5	9.28
N° 8	2.360	10	0	1.95

FUENTE: NORMA ASTM C 33

Verificamos que la curva granulométrica obtenida del ensayo está dentro de los límites superiores e inferiores que se recomiendan en la norma.

FIGURA 4: CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO GRUESO



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

#### 4.1.2.2. Módulo de finura (NTP 400.012).

El módulo de finura del agregado grueso es útil como un parámetro del valor lubricante de un agregado, es decir que cuanto más elevado es el módulo de finura del agregado, menor será el lubricante y la demanda de agua por área superficial.

El procedimiento para el cálculo del módulo de finura es igual al del agregado fino, los resultados obtenidos se presentan a continuación:

$$M.F. = \frac{(8.93 + 53.68 + 90.72 + 5x(100))}{100}$$

$$M.F. = 6.53$$

#### 4.1.2.3. Peso unitario suelto (NTP 400.017).

El procedimiento seguido fue según norma técnica peruana mencionada, usando un cilindro de capacidad de  $1/3 \text{ pie}^3$  o 9.44 litros. Los resultados del ensayo obtenidos fueron los siguientes:

**Tabla 19. Resultados del ensayo de peso unitario suelto del agregado grueso.**

<b>RESULTADO DE PESO UNITARIO VOLUMETRICO SUELTO</b>				
MUESTRAS		A	B	C
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + VASIJA	A (Kg)	22.37	22.39	22.36
PESO DE LA VASIJA	B (Kg)	7.28		
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	C=A-B (Kg)	15.08	15.15	15.07
PESO DE LA VASIJA + AGUA	L (Kg)	16.71		
PESO DEL AGUA	M=L-B (Kg)	9.43		
TEMPERATURA	T (°C)	21.80		
DENSIDAD DEL AGUA (TABLA N°3 NTP)	D (Kg/m <sup>3</sup> )	997.81		
VOLUMEN DE LA VASIJA	Vr=M/D (m <sup>3</sup> )	0.0095		
PESO UNITARIO VOLUMETRICO SUELTO	C/Vr (Kg/m <sup>3</sup> )	1,595.65	1,603.06	1,594.59
<b>PROMEDIO</b>	<b>(Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1,597.8</b>		

*FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.*

#### **4.1.2.4. Peso unitario compactado (NTP 400.017).**

El procedimiento es el mismo a seguir del ensayo del peso unitario compactado del agregado fino, exceptuando que se debe cambiar el recipiente cilíndrico por uno de volumen de 1/3 pie<sup>3</sup> o de 9.44 litros. Los resultados de este ensayo seguido según norma mencionada son los siguientes:

*Tabla 20. Resultados del ensayo de peso unitario compactado del agregado grueso.*

<b>RESULTADO DE PESO UNITARIO VOLUMÉTRICO COMPACTADO</b>				
MUESTRAS		A	B	C
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + VASIJA	A (Kg)	23.25	23.23	23.24
PESO DE LA VASIJA	B (Kg)	7.29		
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	C=A-B (Kg)	15.96	15.94	15.95
PESO DE LA VASIJA + AGUA	L (Kg)	16.71		
PESO DEL AGUA	M=L-B (Kg)	9.42		
TEMPERATURA	T (°C)	21.80		
DENSIDAD DEL AGUA (TABLA N°3 NTP)	D (Kg/m <sup>3</sup> )	997.81		
VOLUMEN DE LA VASIJA	Vr=M/D (m <sup>3</sup> )	0.0094		
PESO UNITARIO VOLUMETRICO COMPACTADA	C/Vr (Kg/m <sup>3</sup> )	1,690.56	1,688.44	1,689.50
<b>PROMEDIO</b>	<b>(Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1,689.50</b>		

*FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.*

#### **4.1.2.5. Peso específico (NTP 400.022).**

El valor de la densidad específica puede ser utilizado como un parámetro indirecto de la solidez o equilibrio de un agregado.

El procedimiento seguido fue según norma mencionada y los resultados obtenidos se presentan a continuación:

*Tabla 21. Resultado del ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso.*

RESULTADO DE PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN					
MUESTRAS		A	B	C	PROMEDIO (gr/cm <sup>3</sup> )
PESO DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO	A (gr)	2,766.70	2,770.50	2,771.20	
PESO DE LA MUESTRA S.S.S.	B (gr)	2,800.00	2,800.00	2,800.00	
PESO DE LA MUESTRA SATURADA DENTRO DEL AGUA + PESO DE CANASTILLA	L (gr)	2,697.30	2,704.70	2,703.10	
PESO DE LA CANASTILLA	M (gr)	924.20	924.20	924.20	
PESO DE MUESTRA SATURADA DENTRO DEL AGUA	C=L-M (gr)	1,773.10	1,780.50	1,778.90	
PESO ESPECIFICO DE MASA	A/(B-C)	2.6942	2.7175	2.7139	2.7086
PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S.	B/(B-C)	2.7267	2.7464	2.7421	2.7384
PESO ESPECIFICO APARENTE	A/(A-C)	2.7845	2.7985	2.7927	2.7919
PORCENTAJE DE ABSORCION (%)	$\frac{(B-A)*100}{A}$	1.20	1.06	1.04	1.10

FUENTE: ELABORACION PROPIA.

#### 4.1.2.6. Porcentaje de absorción (NTP 400.022).

Se determinó de acuerdo a norma técnica peruana indicada, y tiene un procedimiento casi similar al del agregado fino. Los resultados obtenidos del ensayo se presentan a continuación:

$$\%de\ ABSORCIÓN = 1.10\ \%$$

#### 4.1.2.7. Contenido de humedad (NTP 339.185).

El ensayo se procedió de acuerdo a norma técnica peruana indicada, con el conocimiento de que la exactitud para la determinación del contenido de humedad depende de la cantidad representativa que se tome, para este ensayo de agregado grueso optamos por tomar tres muestras de 3 000 gramos con un correcto cuarteo. Los resultados obtenidos del ensayo se muestran a continuación:



*Tabla 22. Resultado del ensayo de contenido de humedad del agregado grueso.*

RESULTADOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD				
MUESTRAS		A (gr)	B (gr)	C (gr)
PESO DE LA VASIJA		246.20	241.80	235.10
PESO DE LA VASIJA + MUESTRA HUMEDA		3,246.20	3,241.80	3,235.10
PESO DE LA VASIJA + MUESTRA SECA		3,232.30	3,227.80	3,220.40
PESO DE MUESTRA HUMEDA	MH	3,000.00	3,000.00	3,000.00
PESO DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO	MS	2,986.10	2,986.00	2,985.30
CONTENIDO DE AGUA	CA=MH-MS	13.90	14.00	14.70
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	(CA/MS)*100	0.47	0.47	0.49
<b>PROMEDIO W%</b>	<b>%</b>	<b>0.48</b>		

*FUENTE: ELABORACION PROPIA.*

#### 4.1.2.8. Tamaño máximo (NTP 400.037).

Corresponde al menor tamiz por el cual pasa toda la muestra del agregado grueso. El resultado es obtenido del proceso de granulometría y fue el siguiente:

*TAMAÑO MÁXIMO = 1 1/2"*

#### 4.1.2.9. Tamaño máximo nominal (NTP 400.037).

Es un parámetro importante para poder diseñar por el método seleccionado en esta investigación, cuanto más grande es el tamaño máximo nominal del agregado, más pequeña será el área de la superficie por unidad de volumen que ha de ser cubierta por la pasta cementante. El resultado obtenido mediante el cribado es el siguiente:

*TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL = 1"*

#### 4.1.3. Resumen de las propiedades del agregado fino y el agregado grueso.

A continuación, se presenta un resumen de las propiedades físicas de los agregados cuyos ensayos fueron realizados de acuerdo a normas

técnicas peruanas y cuyos valores nos servirán para el diseño de mezcla por el método seleccionado en esta investigación.

*Tabla 23. Resumen de las propiedades del agregado fino y grueso.*

<b>RESUMEN DE PROPIEDADES DEL AGREGADO FINO Y GRUESO</b>		
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>A. FINO</b>	<b>A. GRUESO</b>
PESO ESPECIFICO DE MASA	2,589.94	2,708.56
PESO ESPECÍFICO DE MASA S.S.S.	2,621.05	2,738.41
PESO ESPECÍFICO APARENTE	2,673.16	2,791.90
CONTENIDO DE HUMEDAD	0.54	0.48
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	1.20	1.10
PESO UNITARIO VOLUMÉTRICO SUELTO	1,636.85	1,597.77
PESO UNITARIO VOLUMÉTRICO COMPACTADO	1,768.46	1,689.50
MODULO DE FINURA	3.02	6.53
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	-	1"
TAMAÑO MÁXIMO	-	1 1/2"

*FUENTE: ELABORACION PROPIA.*

#### **4.2. Diseño de mezcla por la metodología del comité ACI 211.**

La estimación de las cantidades de materiales requeridas para preparar una unidad cúbica de concreto implica una secuencia cuyo cumplimiento permite, en función de las características de los materiales, preparar la mezcla adecuada para el trabajo.

Los parámetros de diseño que se utilizaron en la presente investigación fueron los siguientes:

- Peso específico del cemento Pacasmayo tipo I de  $3.08 \text{ gr/cm}^3$ .
- Resistencia a la compresión de diseño de  $210 \text{ Kg/cm}^2$ .
- Agua potable de la red de servicio publica de la ciudad de Trujillo.

Siguiendo la metodología propuesta, por el ACI 211, y tomando los valores de las propiedades físicas de los agregados mencionados en el ítem 4.1.3 del presente capítulo, y además los parámetros de diseño antes mencionado obtuvimos el siguiente resultado en el diseño de mezcla que fue estudiada y el cual corresponde el etiquetado de Concreto Patrón (CP).

La cuantificación obtenida de materiales en kilogramos y en litros, en el caso del agua, por unidad de metro cubico de concreto se presenta a continuación:

*Tabla 24. Dosificación del diseño de mezcla en kilogramos*

<b>CEMENTO</b>	<b>344.64</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>
<b>A FINO</b>	<b>714.36</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>
<b>A GRUESO</b>	<b>1,095.02</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>
<b>AGUA</b>	<b>204.54</b>	<b>L/m<sup>3</sup></b>

*FUENTE ELABORACIÓN PROPIA.*

Luego de realizar los cálculos necesarios la cuantificación de concreto por una bolsa de cemento es el siguiente:

*Tabla 25. Dosificación del diseño de mezcla por una bolsa de cemento.*

<b>CEMENTO</b>	<b>A. FINO</b>	<b>A. GRUESO</b>	<b>AGUA.</b>
<b>1.00</b>	<b>2.07</b>	<b>3.18</b>	<b>25.22</b>

*FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.*

Partiendo de este diseño de mezcla, en la presente investigación estudiamos 7 tipos diferentes de dosificaciones de concreto con variación, en calidad y cantidad de aditivo como estimulante retardador de fragua y plastificante.

Para estudiar las propiedades del concreto propuestas se elaboraron 40 litros o 0.04 m<sup>3</sup> de muestras de concreto según el tipo de estimulación que se aplicó. A continuación, se presentan las dosificaciones con sus diferentes estímulos en donde:

- La muestra E1 corresponde al concreto patrón.
- Las muestras E2, E3 y E4 corresponden a concretos con estimulación de Azúcar como aditivo, con diferentes porcentajes con respecto al peso del cemento.
- Las muestras E5, E6 y E7 corresponden a concretos con estimulación de Chemaplast, con diferentes cantidades en ml por bolsa de cemento.

**Tabla 26. Dosificación del diseño E1: concreto patrón.**

E1: CP	CEMENTO	13.79	Kg
	A FINO	28.57	Kg
	A GRUESO	43.80	Kg
	AGUA	8.18	L
	ADITIVO	0	gr

**FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.**

**Tabla 27. Dosificación del diseño E2: concreto patrón + 0.075% de azúcar.**

E2: CP + 0.075% AZÚCAR	CEMENTO	13.79	Kg
	A FINO	28.57	Kg
	A GRUESO	43.80	Kg
	AGUA	8.18	L
	ADITIVO	10	gr

**FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.**

**Tabla 28. Dosificación del diseño E3: concreto patrón + 0.10% de azúcar.**

E3: CP + 0.10% AZÚCAR	CEMENTO	13.79	Kg
	A FINO	28.57	Kg
	A GRUESO	43.80	Kg
	AGUA	8.18	L
	ADITIVO	14	gr

**FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.**

**Tabla 29. Dosificación del diseño E4: concreto patrón + 0.15% de azúcar.**

E4: CP + 0.15% AZÚCAR	CEMENTO	13.79	Kg
	A FINO	28.57	Kg
	A GRUESO	43.80	Kg
	AGUA	8.18	L
	ADITIVO	21	gr

**FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.**

**Tabla 30. Dosificación del diseño E5: concreto patrón + 300ml (0.85%) Chemaplast.**

E5: CP + 300ml (0.85%) CHEMAPLAST	CEMENTO	13.79	Kg
	A FINO	28.57	Kg
	A GRUESO	43.80	Kg
	AGUA	8.18	L
	ADITIVO	117	gr

**FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.**

**Tabla 31. Dosificación del diseño E6: concreto patrón + 400ml (1.13%) Chemaplast**

E6: CP + 400ml (1.13%) CHEMEMAPLAST	CEMENTO	13.79	Kg
	A FINO	28.57	Kg
	A GRUESO	43.80	Kg
	AGUA	8.18	L
	ADITIVO	156	gr

**FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.**

**Tabla 32. Dosificación del diseño E7: concreto patrón + 500ml (1.41%) Chemaplast**

E7: CP + 500ml (1.41%) CHEMEMAPLAST	CEMENTO	13.79	Kg
	A FINO	28.57	Kg
	A GRUESO	43.80	Kg
	AGUA	8.18	L
	ADITIVO	195	gr

**FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.**

### **4.3. Resultados de los ensayos del concreto.**

#### **4.3.1. Para el concreto fresco.**

##### **4.3.1.1. Peso unitario.**

El peso unitario del concreto se obtiene de una sencilla forma al pesar la muestra de concreto compactada en un recipiente de peso y volumen conocidos. El procedimiento fue seguido conforme sugiere la Norma Técnica Peruana mencionada y los resultados obtenidos fueron los siguientes:

**Tabla 33. Resultado del ensayo de peso unitario del concreto de todas las dosificaciones estudiadas.**

DATOS		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
		C°P° 210 (Kg/cm <sup>2</sup> )	C°P°+0.075% AZÚCAR	C°P°+0.10% AZÚCAR	C°P°+0.15% AZÚCAR	C°P°+300ml (0.85%) CHEMAPLAST	C°P°+400ml (1.13%) CHEMAPLAST	C°P°+500ml (1.41%) CHEMAPLAST
PESO DE LA VASIJA	Mm (Kg)	7.285						
PESO DE LA VASIJA + AGUA	B (Kg)	16.707						
PESO DEL AGUA	C (Kg)=B-Mn	9.422						
DENSIDAD DEL AGUA	Da (Kg/m <sup>3</sup> )	997.81						
VOLUMEN DE LA VASIJA	Vm=B/D (m <sup>3</sup> )	0.00944						
PESO DE LA MUESTRA + VASIJA	Mc(Kg)	30.15	30.16	30.01	30.14	29.71	29.58	29.37
PESO DE LA MUESTRA	Mmu(Kg)= Mc-Mn	22.87	22.87	22.72	22.86	22.43	22.29	22.08
<b><u>PESO UNITARIO</u></b>	D (Kg/m <sup>3</sup> )= (Mc- Mn)/Vm	2,421.8	2,422.2	2,406.2	2,420.7	2,375.3	2,360.6	2,338.7

**FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.**

#### 4.3.1.2. Consistencia-Slump.

Este parámetro de gran utilidad para medir la Trabajabilidad del concreto. Se usó el cono truncado para revenimiento como todo el procedimiento y materiales usados en el ensayo se realizaron según Norma Técnica Peruana para cada muestra elaborada según estímulo. En la investigación se planteó medir este parámetro cada media hora desde el tiempo de iniciado la preparación de las muestras. Los resultados obtenidos se muestran a continuación:

*Tabla 34. Resultado del ensayo de Slump de todos los diseños estudiados.*

ENSAYO DE CONSISTENCIA-SLUMP EN EL CONCRETO FRESCO (pulg)							
TIEMPO (h)	E1 C°P° 210 (Kg/cm <sup>2</sup> )	E2 C°P°+0.075% AZÚCAR	E3 C°P°+0.10% AZÚCAR	E4 C°P°+0.15% AZÚCAR	E5 C°P°+300ml (0.85%) CHEMAPLAST	E6 C°P°+400ml (1.13%) CHEMAPLAST	E7 C°P°+500ml (1.41%) CHEMAPLAST
0	5 1/2	8	6 3/4	8	6	6 3/4	6 3/4
1/2	2 1/2	7	5 1/2	5	3 1/2	4	3 3/4
1	1 1/2	6	4 3/4	4 1/2	2 1/2	2 1/2	2 1/2

*FUENTE: ELABORACION PROPIA.*

#### 4.3.1.3. Temperatura.

Al igual que el ensayo de consistencia se procedió a medir la temperatura cada media hora, según procedimiento y especificaciones mencionadas en la Norma Técnica Peruana mencionada. Los resultados obtenidos se presentan a continuación:

**Tabla 35. Resultado del ensayo de temperatura de mezcla de todos los diseños estudiados.**

ENSAYO DE TEMPERATURA EN EL CONCRETO FRESCO ( °C)							
TIEMPO (h)	E1 C°P° 210 (Kg/cm <sup>2</sup> )	E2 C°P°+0.075% AZÚCAR	E3 C°P°+0.10% AZÚCAR	E4 C°P°+0.15% AZÚCAR	E5 C°P°+300ml (0.85%) CHEMAPLAST	E6 C°P°+400ml (1.13%) CHEMAPLAST	E7 C°P°+500ml (1.41%) CHEMAPLAST
0	25.5	20.5	26.0	25.0	25.5	24.0	24.0
1/2	22.0	20.0	23.0	22.0	23.0	21.0	21.5
1	21.0	20.0	21.5	20.5	21.5	20.5	20.0

**FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.**

#### **4.3.1.4. Tiempo de fraguado por aguja de Vicat.**

En este ítem realizamos el procedimiento del ensayo de la aguja de Vicat. Medimos el tiempo de fraguado de los diferentes diseños y sus respectivos estímulos de la pasta obtenida del concreto a medir en estado fresco luego de ser tamizado por la malla N° 4. Los resultados obtenidos se muestran a continuación:

- Para el diseño E1 cuya dosificación corresponde al concreto patrón sin aditivo alguno se encontró que su tiempo de inicio de fragua fue de 3 horas, mientras que el tiempo de final de fragua fue de 5 horas y 30 minutos.



*Tabla 36. Resultados del ensayo de fragua por aparato de Vicat del diseño E1: concreto patrón.*

<b><u>GRADO DE PENETRACIÓN DE LA PASTA DEL DISEÑO E1: CP</u></b>			
<b>N° DE LECTURA</b>	<b>HORA DE PENETRACIÓN</b>	<b>PENETRACIÓN (mm)</b>	<b>TIEMPO DE PENETRACIÓN (h)</b>
1	7:35 a.m.	48	00:00
2	8:05 a.m.	48	00:30
3	8:35 a.m.	48	01:00
4	9:05 a.m.	47	01:30
5	9:35 a.m.	45	02:00
6	10:05 a.m.	43	02:30
7	10:35 a.m.	40	03:00
8	11:05 a.m.	38	03:30
9	11:20 a.m.	37	03:45
10	11:35 a.m.	32	04:00
11	11:50 a.m.	27	04:15
12	12:05 p.m.	22	04:30
13	12:20 p.m.	14	04:45
14	12:35 p.m.	9	05:00
15	12:50 p.m.	5	05:15
16	1:05 p.m.	1	05:30
17	1:20 p.m.	0	05:45

I.F.

F.F.

**FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.**

- Para el diseño E2 cuya dosificación corresponde al concreto patrón más 0.075% de azúcar se encontró que su tiempo de inicio de fragua fue de 13 horas y 30 minutos, mientras que el tiempo de final de fragua fue de 16 horas y 00 minutos.

*Tabla 37. Resultados del ensayo de fragua por aparato de Vicat del diseño E2: concreto patrón + 0.075% azúcar*

<b>GRADO DE PENETRACIÓN DE LA PASTA DEL DISEÑO E2: CP + 0.075%AZ</b>			
<b>N° DE LECTURA</b>	<b>HORA DE PENETRACIÓN</b>	<b>PENETRACIÓN (mm)</b>	<b>TIEMPO DE PENETRACIÓN (h)</b>
1	08:07	48	00:00
2	10:37	48	02:30
3	13:07	48	05:00
4	15:37	48	07:30
5	18:07	47	10:00
6	19:37	47	11:30
7	21:07	45	13:00
8	21:37	42	13:30
9	22:07	40	14:00
10	22:37	39	14:30
11	23:07	35	15:00
12	23:22	26	15:15
13	23:37	14	15:30
14	23:52	8	15:45
15	00:07	3	16:00
16	00:22	2	16:15
17	00:37	1	16:30

I.F.

F.F.

*FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.*

- Para el diseño E3 cuya dosificación corresponde al concreto patrón más 0.10% de azúcar se encontró que su tiempo de inicio de fragua fue de 15 horas y 00 minutos, mientras que el tiempo de final de fragua fue de 18 horas y 25 minutos.

**Tabla 38. Resultados del ensayo de fragua por aparato de Vicat del diseño E3: concreto patrón + 0.10% azúcar**

<b>GRADO DE PENETRACIÓN DE LA PASTA DEL DISEÑO E3: CP + 0.10%AZ</b>			
<b>N° DE LECTURA</b>	<b>HORA DE PENETRACIÓN</b>	<b>PENETRACIÓN (mm)</b>	<b>TIEMPO DE PENETRACIÓN (h)</b>
1	07:45	48	00:00
2	10:45	48	03:00
3	13:45	48	06:00
4	16:45	48	09:00
5	18:15	47	10:30
6	19:45	45	12:00
7	21:15	42	13:30
8	22:45	39	15:00
9	23:15	37	15:30
10	23:40	34	15:55
11	00:05	30	16:20
12	00:30	24	16:45
13	00:55	13	17:10
14	01:20	7	17:35
15	01:45	4	18:00
16	02:10	2	18:25
17	02:35	1	18:50

I.F.

F.F.

**FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.**

- Para el diseño E4 cuya dosificación corresponde al concreto patrón más 0.15% de azúcar se encontró que su tiempo de inicio de fragua fue de 16 horas y 00 minutos, mientras que el tiempo de final de fragua fue de 19 horas y 30 minutos.

**Tabla 39. Resultados del ensayo de fragua por aparato de Vicat del diseño E4: concreto patrón + 0.15% azúcar**

<b>GRADO DE PENETRACIÓN DE LA PASTA DEL DISEÑO E4: CP + 0.15%AZ</b>			
<b>N° DE LECTURA</b>	<b>HORA DE PENETRACIÓN</b>	<b>PENETRACIÓN (mm)</b>	<b>TIEMPO DE PENETRACIÓN (h)</b>
1	07:55	48	00:00
2	10:55	48	03:00
3	13:55	48	06:00
4	16:55	48	09:00
5	19:55	48	12:00
6	21:20	46	13:25
7	22:45	43	14:50
8	23:20	40	15:25
9	23:55	38	16:00
10	00:30	35	16:35
11	01:05	30	17:10
12	01:40	20	17:45
13	02:15	12	18:20
14	02:50	6	18:55
15	03:25	2	19:30
16	04:00	0	20:05
17	04:35	0	20:40

I.F.

F.F.

**FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.**

- Para el diseño E5 cuya dosificación corresponde al concreto patrón más 300ml por bolsa de cemento (0.85%) de Chemaplast se encontró que su tiempo de inicio de fragua fue de 4 horas y 40 minutos, mientras que el tiempo de final de fragua fue de 6 horas y 30 minutos.

**Tabla 40. Resultados del ensayo de fragua por aparato de Vicat del diseño E5: concreto patrón + 300ml por bolsa de cemento (0.85%) Chemaplast**

<b>GRADO DE PENETRACIÓN DE LA PASTA DEL DISEÑO E5: CP + 300ml (0.85%) CHEMAPLAST</b>				
<b>N° DE LECTURA</b>	<b>HORA DE PENETRACIÓN</b>	<b>PENETRACIÓN (mm)</b>	<b>TIEMPO DE PENETRACIÓN (h)</b>	
1	08:00	48	00:00	
2	09:00	48	01:00	
3	09:45	48	01:45	
4	10:30	47	02:30	
5	11:00	47	03:00	
6	11:30	46	03:30	
7	12:00	43	04:00	
8	12:20	42	04:20	
9	12:40	40	04:40	I.F.
10	13:00	35	05:00	
11	13:20	30	05:20	
12	13:40	24	05:40	
13	13:50	17	05:50	
14	14:00	11	06:00	
15	14:10	6	06:10	
16	14:20	2	06:20	
17	14:30	0	06:30	F.F.

**FUENTE: ELABORACION PROPIA.**

- Para el diseño E6 cuya dosificación corresponde al concreto patrón más 400ml por bolsa de cemento (1.13%) de Chemaplast se encontró que su tiempo de inicio de fragua fue de 5 horas y 45 minutos, mientras que el tiempo de final de fragua fue de 7 horas y 45 minutos.

**Tabla 41. Resultados del ensayo de fragua por aparato de Vicat del diseño E6: concreto patrón + 400ml por bolsa de cemento (1.13%) Chemaplast**

<b>GRADO DE PENETRACIÓN DE LA PASTA DEL DISEÑO E6: CP + 400ml (1.13%) CHEMAPLAST</b>			
<b>N° DE LECTURA</b>	<b>HORA DE PENETRACIÓN</b>	<b>PENETRACIÓN (mm)</b>	<b>TIEMPO DE PENETRACIÓN (h)</b>
1	08:30	48	00:00
2	09:15	48	00:45
3	10:00	48	01:30
4	10:45	48	02:15
5	11:30	47	03:00
6	12:15	46	03:45
7	12:45	45	04:15
8	13:15	44	04:45
9	13:45	42	05:15
10	14:15	38	05:45
11	14:45	34	06:15
12	15:15	28	06:45
13	15:30	20	07:00
14	15:45	10	07:15
15	16:00	5	07:30
16	16:15	2	07:45
17	16:30	1	08:00

I.F.

F.F.

**FUENTE: ELABORACION PROIA.**

- Para el diseño E7 cuya dosificación corresponde al concreto patrón más 500ml por bolsa de cemento (1.41%) de Chemaplast se encontró que su tiempo de inicio de fragua fue de 7 horas y 00 minutos, mientras que el tiempo de final de fragua fue de 9 horas y 15 minutos.

*Tabla 42. Resultados del ensayo de fragua por aparato de Vicat del diseño E7: concreto patrón + 500 ml (1.41%) Chemaplast*

<b>GRADO DE PENETRACIÓN DE LA PASTA DEL DISEÑO E7: CP + 500ml (1.41%) CHEMPLAST</b>			
<b>N° DE LECTURA</b>	<b>HORA DE PENETRACIÓN</b>	<b>PENETRACIÓN (mm)</b>	<b>TIEMPO DE PENETRACIÓN (h)</b>
1	08:10	48	00:00
2	09:10	48	01:00
3	10:10	48	02:00
4	11:10	48	03:00
5	11:55	47	03:45
6	12:40	47	04:30
7	13:25	46	05:15
8	14:10	43	06:00
9	14:40	41	06:30
10	15:10	39	07:00
11	15:40	34	07:30
12	16:10	28	08:00
13	16:25	15	08:15
14	16:40	9	08:30
15	16:55	5	08:45
16	17:10	3	09:00
17	17:25	1	09:15

I.F.

F.F.

**FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.**

#### **4.3.2. Para el concreto endurecido.**

##### **4.3.2.1. Resistencia a la compresión.**

La resistencia a la compresión es la propiedad más destacada por los diseñadores e ingenieros de calidad. Para la investigación planteada se elaboraron un total de 84 especímenes, 12 por cada diseño propuesto según su diferente estímulo. La elaboración de tales especímenes cilíndricos, cuyas dimensiones fueron de 2" por 4", se rigieron de acuerdo a la Norma Técnica Peruana 339.183 y cuya fecha de elaboración fueros las siguientes:

- El día 19/11/2018 se elaboraron las muestras E1 y E6.
- El día 20/11/2018 se elaboraron las muestras E5 y E7.
- El día 21/11/2018 se elaboraron las muestras E2, E3 y E4.

El curado de los especímenes se realizó según NTP 339.183.

A continuación, se presentan los datos obtenidos de las roturas a las edades de 3 días, 7 días, 14 días y 28 días de los especímenes cilíndricos estudiados:

*Tabla 43. Resultados de la fuerza de compresión a la edad de 3 días de todos los diseños estudiados.*

<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LA EDAD DE 3 DÍAS (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>							
<b>TESTIGO N°</b>	<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>	<b>E4</b>	<b>E5</b>	<b>E6</b>	<b>E7</b>
	<b>C°P° 210 (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>C°P°+0.075% AZÚCAR</b>	<b>C°P°+0.10% AZÚCAR</b>	<b>C°P°+0.15% AZÚCAR</b>	<b>C°P°+300ml (0.85%) CHEMAPLAST</b>	<b>C°P°+400ml (1.13%) CHEMAPLAST</b>	<b>C°P°+500ml (1.41%) CHEMAPLAST</b>
<b>1 (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	228.28	233.59	221.28	202.07	276.75	261.27	253.44
<b>2 (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	226.97	237.58	204.64	208.87	251.58	261.72	263.60
<b>3 (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	235.93	226.31	211.54	202.57	266.80	265.23	250.02
<b>PROMEDIO</b>	<b>230.39</b>	<b>232.49</b>	<b>212.49</b>	<b>204.50</b>	<b>265.04</b>	<b>262.74</b>	<b>255.69</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>	4.84	5.71	8.36	3.79	12.68	2.17	7.06
<b>% ALCANZADO</b>	<b>110%</b>	<b>111%</b>	<b>101%</b>	<b>97%</b>	<b>126%</b>	<b>125%</b>	<b>122%</b>
<b>F. DE ROTURA</b>	22/11/2018	24/11/2018	24/11/2018	24/11/2018	23/11/2018	22/11/2018	23/11/2018

*FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.*



*Tabla 44. Resultado de la fuerza de compresión a la edad de 7 días de todos los diseños estudiados.*

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LA EDAD DE 7 DÍAS (Kg/cm <sup>2</sup> )							
TESTIGO N°	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
	C°P° 210 (Kg/cm <sup>2</sup> )	C°P°+0.07 5% AZÚCAR	C°P°+0.10 % AZÚCAR	C°P°+0.15 % AZÚCAR	C°P°+300ml (0.85%) CHEMAPLAST	C°P°+400ml (1.13%) CHEMAPLAST	C°P°+500ml (1.41%) CHEMAPLAST
1 (Kg/cm <sup>2</sup> )	305.11	315.52	325.38	376.40	312.95	308.58	291.51
2 (Kg/cm <sup>2</sup> )	288.29	319.10	321.68	370.44	286.90	309.64	306.36
3 (Kg/cm <sup>2</sup> )	304.08	345.87	306.47	359.88	312.48	315.28	290.38
PROMEDIO	299.16	326.83	317.84	368.91	304.11	311.17	296.08
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	9.43	16.59	10.02	8.37	14.91	3.60	8.92
% ALCANZADO	142%	156%	151%	176%	145%	148%	141%
F. DE ROTURA	26/11/2018	28/11/2018	28/11/2018	28/11/2018	27/11/2018	26/11/2018	27/11/2018

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

*Tabla 45. Resultado de la fuerza de compresión a la edad de 14 días de todos los diseños estudiados.*

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LA EDAD DE 14 DÍAS (Kg/cm <sup>2</sup> )							
TESTIGO N°	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
	C°P° 210 (Kg/cm <sup>2</sup> )	C°P°+0.075 % AZÚCAR	C°P°+0.10 % AZÚCAR	C°P°+0.15 % AZÚCAR	C°P°+300ml (0.85%) CHEMAPLAST	C°P°+400ml (1.13%) CHEMAPLAST	C°P°+500ml (1.41%) CHEMAPLAST
1 (Kg/cm <sup>2</sup> )	310.32	338.40	343.96	388.64	325.02	324.23	324.78
2 (Kg/cm <sup>2</sup> )	342.74	354.16	347.17	410.44	338.02	329.40	319.09
3 (Kg/cm <sup>2</sup> )	311.50	356.73	342.70	407.13	320.82	335.14	310.85
PROMEDIO	321.52	349.76	344.61	402.07	327.95	329.59	318.24
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	18.39	9.92	2.30	11.75	8.97	5.46	7.00
% ALCANZADO	153%	167%	164%	191%	156%	157%	152%
F. DE ROTURA	03/12/2018	05/12/2018	05/12/2018	05/12/2018	04/12/2018	03/12/2018	04/12/2018

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

*Tabla 46. Resultado de la fuerza de compresión a la edad de 28 días de todos los diseños estudiados.*

<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LA EDAD DE 28 DÍAS (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>							
<b>TESTIGO N°</b>	<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>	<b>E4</b>	<b>E5</b>	<b>E6</b>	<b>E7</b>
	<b>C°P° 210 (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>C°P°+0.075 % AZÚCAR</b>	<b>C°P°+0.10 % AZÚCAR</b>	<b>C°P°+0.15 % AZÚCAR</b>	<b>C°P°+300ml (0.85%) CHEMAPLAST</b>	<b>C°P°+400ml (1.13%) CHEMAPLAST</b>	<b>C°P°+500ml (1.41%) CHEMAPLAST</b>
<b>1 (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	366.51	399.02	395.79	439.26	378.30	350.55	346.67
<b>2 (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	361.63	422.17	448.05	466.59	356.17	369.21	341.75
<b>3 (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	358.37	392.72	419.65	487.65	337.11	362.00	324.00
<b>PROMEDIO</b>	<b>362.17</b>	<b>404.64</b>	<b>421.16</b>	<b>464.50</b>	<b>357.19</b>	<b>360.59</b>	<b>337.47</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>	4.10	15.51	26.16	24.26	20.61	9.41	11.92
<b>% ALCANZADO</b>	<b>172%</b>	<b>193%</b>	<b>201%</b>	<b>221%</b>	<b>170%</b>	<b>172%</b>	<b>161%</b>
<b>F. DE ROTURA</b>	17/12/2018	19/12/2018	19/12/2018	19/12/2018	18/12/2018	17/12/2018	18/12/2018

*FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.*

*Tabla 47. Resumen de las resistencias alcanzadas de todos los diseños estudiados a las diferentes edades de roturas.*

<b>RESUMEN DE LOS DATOS OBTENIDOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A SUS DIFERENTES EDADES DE ROTURA</b>				
<b>DOSIFICACIONES</b>	<b>3 DÍAS</b>	<b>7 DÍAS</b>	<b>14 DÍAS</b>	<b>28 DÍAS</b>
	<b><u>PROMEDIO</u></b>	<b><u>PROMEDIO</u></b>	<b><u>PROMEDIO</u></b>	<b><u>PROMEDIO</u></b>
<b>E1: C°P°</b>	<b><u>230.39</u></b>	<b><u>299.16</u></b>	<b><u>321.52</u></b>	<b><u>362.17</u></b>
<b>E2: 0.075% + AZUCAR</b>	<b><u>232.49</u></b>	<b><u>326.83</u></b>	<b><u>349.76</u></b>	<b><u>404.64</u></b>
<b>E3: 0.100% + AZUCAR</b>	<b><u>212.49</u></b>	<b><u>317.84</u></b>	<b><u>344.44</u></b>	<b><u>421.16</u></b>
<b>E4: 0.150% + AZUCAR</b>	<b><u>204.50</u></b>	<b><u>368.91</u></b>	<b><u>402.07</u></b>	<b><u>464.50</u></b>
<b>E5: 300ml (0.85%) + CHEMAPLAST</b>	<b><u>265.04</u></b>	<b><u>304.11</u></b>	<b><u>327.95</u></b>	<b><u>357.19</u></b>
<b>E6: 400ml (1.13%) + CHEMAPLAST</b>	<b><u>262.74</u></b>	<b><u>311.17</u></b>	<b><u>329.59</u></b>	<b><u>360.59</u></b>
<b>E7: 500ml (1.41%) + CHEMAPLAST</b>	<b><u>255.69</u></b>	<b><u>296.08</u></b>	<b><u>318.24</u></b>	<b><u>337.47</u></b>

*FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.*

### **4.3.3. Análisis del costo de elaboración de 1 m<sup>3</sup> de concreto.**

#### **4.3.3.1. Resistencia a la compresión.**

A continuación, pasamos a mostrar los costos que implican la elaboración de los diferentes diseños de concreto propuestas en nuestra presente investigación. Cabe señalar que los precios de los materiales se incluyen el IGV.

*Tabla 48. Análisis de costo unitario de elaboración de 1 m<sup>3</sup> de concreto E1.*

<b>COSTO DE 1 m<sup>3</sup> DEL DISEÑO E1: CONCRETO PATRÓN</b>				
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/)	P.PARCIAL
CEMENTO	Kg	344.64	0.63	216.43
AGUA	L	204.51	0.00342	0.70
AGREGADO FINO	m <sup>3</sup>	0.276	50.00	13.80
AGREGADO GRUESO	m <sup>3</sup>	0.404	55.00	22.22
<b>TOTAL (Soles/m<sup>3</sup>)</b>				<b>253.15</b>

*FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA*

*Tabla 49. Análisis de costo unitario de elaboración de 1 m<sup>3</sup> de concreto E2.*

<b>COSTO DE 1 m<sup>3</sup> DEL DISEÑO E2: CONCRETO PATRÓN + 0.075% AZÚCAR</b>				
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/)	P.PARCIAL
CEMENTO	Kg	344.64	0.63	216.43
AGUA	L	204.51	0.00342	0.70
AGREGADO FINO	m <sup>3</sup>	0.276	50.00	13.80
AGREGADO GRUESO	m <sup>3</sup>	0.404	55.00	22.22
AZUCAR BLANCA	Kg	0.258	4.10	1.06
<b>TOTAL (Soles/m<sup>3</sup>)</b>				<b>254.21</b>

*FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA*

*Tabla 50. Análisis de costo unitario de elaboración de 1 m<sup>3</sup> de concreto E3.*

<b>COSTO DE 1 m<sup>3</sup> DEL DISEÑO E3: CONCRETO PATRÓN + 0.10% AZÚCAR</b>				
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/)	P.PARCIAL
CEMENTO	Kg	344.64	0.63	216.43
AGUA	L	204.51	0.00342	0.70
AGREGADO FINO	m <sup>3</sup>	0.276	50.00	13.80
AGREGADO GRUESO	m <sup>3</sup>	0.404	55.00	22.22
AZUCAR BLANCA	Kg	0.345	4.10	1.41
<b>TOTAL (Soles/m<sup>3</sup>)</b>				<b>254.57</b>

*FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA*

*Tabla 51. Análisis de costo unitario de elaboración de 1 m<sup>3</sup> de concreto E4.*

<b>COSTO DE 1 m<sup>3</sup> DEL DISEÑO E4: CONCRETO PATRÓN + 0.15% AZÚCAR</b>				
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/)	P.PARCIAL
CEMENTO	Kg	344.64	0.63	216.43
AGUA	L	204.51	0.00342	0.70
AGREGADO FINO	m <sup>3</sup>	0.276	50.00	13.80
AGREGADO GRUESO	m <sup>3</sup>	0.404	55.00	22.22
AZUCAR BLANCA	Kg	0.517	4.10	2.12
<b>TOTAL (Soles/m<sup>3</sup>)</b>				<b>255.27</b>

*FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA*

*Tabla 52. Análisis de costo unitario de elaboración de 1 m<sup>3</sup> de concreto E5.*

<b>COSTO DE 1 m<sup>3</sup> DEL DISEÑO E5: CONCRETO PATRON + 300ml por bolsa de cemento (0.85%) CHEMAPLAST</b>				
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/)	P.PARCIAL
CEMENTO	Kg	344.64	0.63	216.43
AGUA	L	204.51	0.00342	0.70
AGREGADO FINO	m <sup>3</sup>	0.276	50.00	13.80
AGREGADO GRUESO	m <sup>3</sup>	0.404	55.00	22.22
CHEMAPLAST	Kg	2.929	6.84	20.03
<b>TOTAL (Soles/m<sup>3</sup>)</b>				<b>273.19</b>

*FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA*

*Tabla 53. Análisis de costo unitario de elaboración de 1 m<sup>3</sup> de concreto E6.*

<b>COSTO DE 1 m<sup>3</sup> DEL DISEÑO E6: CONCRETO PATRON + 400ml por bolsa de cemento (1.13%) CHEMAPLAST</b>				
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/)	P.PARCIAL
CEMENTO	Kg	344.64	0.63	216.43
AGUA	L	204.51	0.00342	0.70
AGREGADO FINO	m <sup>3</sup>	0.276	50.00	13.80
AGREGADO GRUESO	m <sup>3</sup>	0.404	55.00	22.22
CHEMAPLAST	Kg	3.894	6.84	26.63
<b>TOTAL (Soles/m<sup>3</sup>)</b>				<b>279.79</b>

*FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA*

*Tabla 54. Análisis de costo unitario de elaboración de 1 m<sup>3</sup> de concreto E7.*

<b>COSTO DE 1 m<sup>3</sup> DEL DISEÑO E7: CONCRETO PATRON + 500ml por bolsa de cemento (1.41%) CHEMAPLAST</b>				
<b>MATERIAL</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.U (S/)</b>	<b>P.PARCIAL</b>
CEMENTO	Kg	344.64	0.63	216.43
AGUA	L	204.51	0.00342	0.70
AGREGADO FINO	m <sup>3</sup>	0.276	50.00	13.80
AGREGADO GRUESO	m <sup>3</sup>	0.404	55.00	22.22
CHEMAPLAST	Kg	4.859	6.84	33.24
<b>TOTAL (Soles/m<sup>3</sup>)</b>				<b>286.39</b>

*FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA*

## **CAPITULO V**

## **5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.**

### **5.1. Del concreto en estado fresco.**

#### **5.1.1. Slump y temperatura.**

El uso de azúcar como aditivo nos brindó concretos con mayor Trabajabilidad ya que el diseño E2 se mantuvo con una consistencia fluida a una hora de su preparación mientras que los diseños E3 y E4 nos dieron consistencias plásticas después de la hora de su preparación. Los diseños con Chemaplast, E5, E6 y E7, iniciaron con una consistencia fluida al inicio que luego paso a una consistencia plástica pasada media hora de su preparación para luego caer en una consistencia seca a la hora de su preparación.

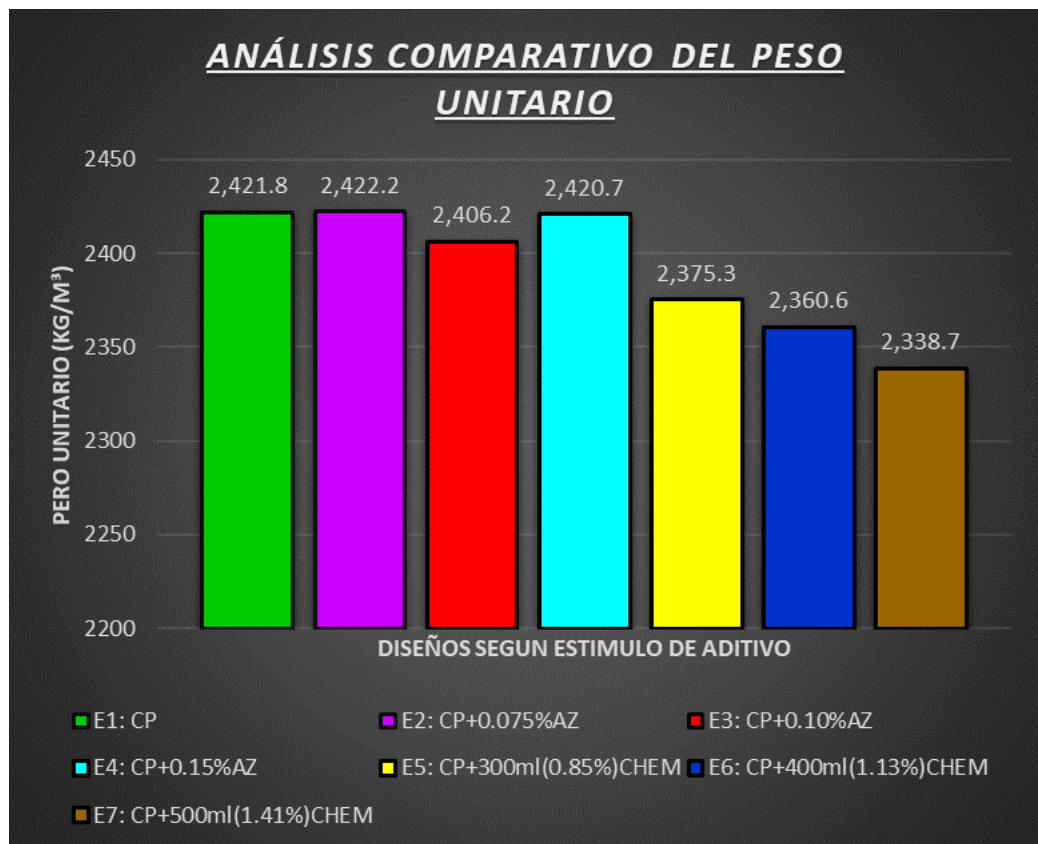
#### **5.1.2. Peso unitario.**

En la siguiente figura N°5 que presentamos se puede observar que los diseños E2, E3 y E4, cuyos estímulos responden al uso del azúcar en diferentes porcentajes, tienen un valor cercano o parecido al peso unitario del diseño E1. Por otro lado, notamos la diferencia que existe del grupo de diseños (E5, E6 y E7) donde se utilizó el estímulo del aditivo Chemaplast con respecto al concreto patrón.

A mayor cantidad de aditivo Chemaplast menor es el valor del peso unitario del concreto, mientras que por el otro lado el uso de aditivo natural (azúcar) el peso unitario del concreto se mantiene y no varía



**FIGURA 5 ANÁLISIS COMPARATIVO DEL PESO UNITARIO DE LAS DIFERENTES DOSIFICACIONES ESTUDIADAS.**



**FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.**

### 5.1.3. Tiempo de fraguado.

**FIGURA 6: CURVA TIEMPO VS PENETRACIÓN DE AGUJA DE VICAT PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL Y FINAL DE LA PASTA DE CONCRETO DEL DISEÑO E1**



**FUENTE: ELABORACION PROPIA.**

**FIGURA 7: CURVA TIEMPO VS PENETRACIÓN DE AGUJA DE VICAT PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL Y FINAL DE LA PASTA DE CONCRETO DEL DISEÑO E2**



**FUENTE: ELABORACION PROPIA.**

**FIGURA 8: CURVA TIEMPO VS PENETRACIÓN DE AGUJA DE VICAT PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL Y FINAL DE LA PASTA DE CONCRETO DEL DISEÑO E3.**



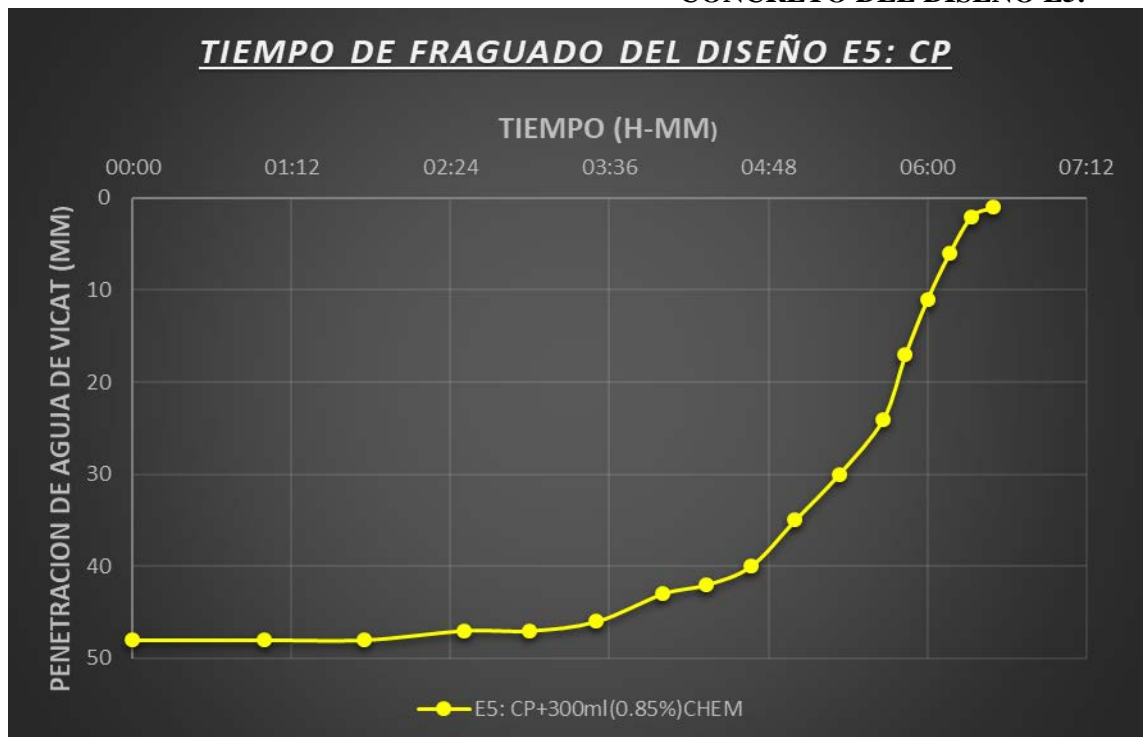
**FUENTE: ELABORACION PROPIA.**

**FIGURA 9: CURVA TIEMPO VS PENETRACIÓN DE AGUJA DE VICAT PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL Y FINAL DE LA PASTA DE CONCRETO DEL DISEÑO E4.**



**FUENTE: ELABORACION PROPIA.**

**FIGURA 10: CURVA TIEMPO VS PENETRACIÓN DE AGUJA DE VICAT PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL Y FINAL DE LA PASTA DE CONCRETO DEL DISEÑO E5.**



**FUENTE: ELABORACION PROPIA.**

**FIGURA 11: : CURVA TIEMPO VS PENETRACIÓN DE AGUJA DE VICAT PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL Y FINAL DE LA PASTA DE CONCRETO DEL DISEÑO E6.**



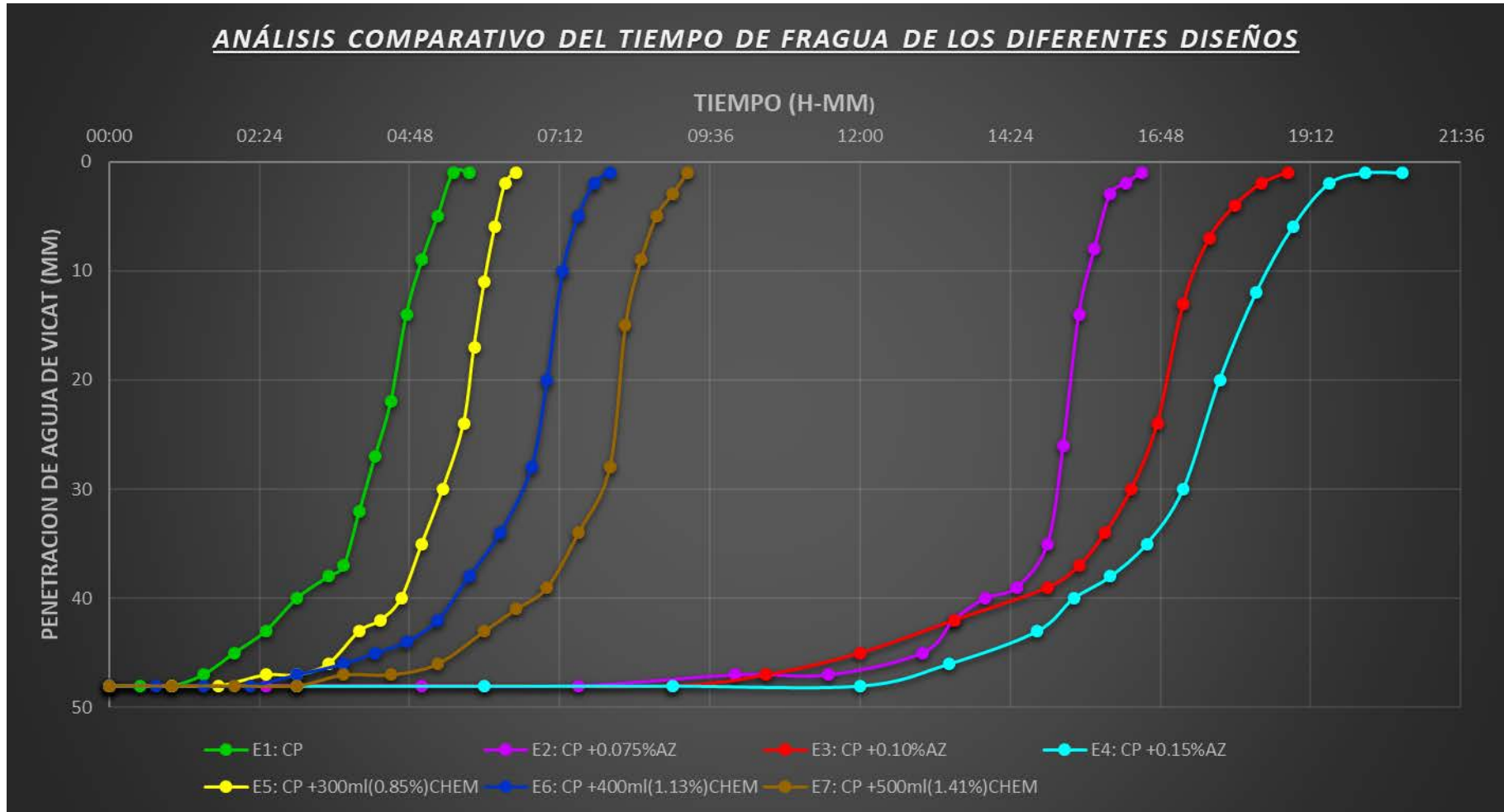
**FUENTE: ELABORACION PROPIA.**

**FIGURA 12: CURVA TIEMPO VS PENETRACIÓN DE AGUJA DE VICAT PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL Y FINAL DE LA PASTA DE CONCRETO DEL DISEÑO E7.**



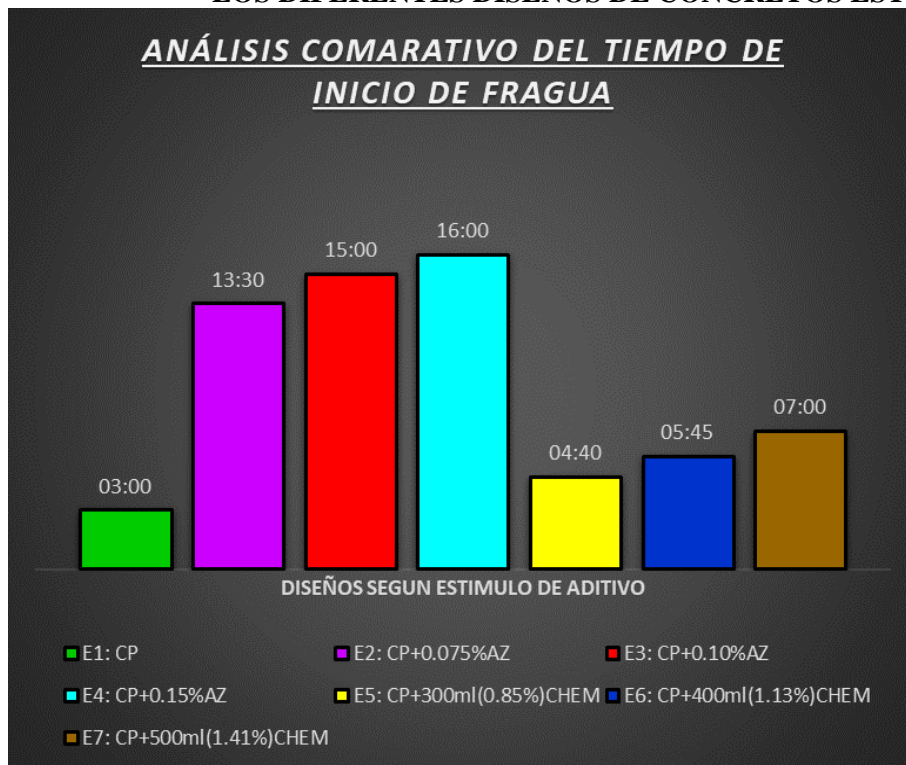
**FUENTE: ELABORACION PROPIA.**

**FIGURA 13: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS CURVAS TIEMPOS VS PENETRACIÓN DE AGUJA DE VICAT PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL Y FINAL DE LA PASTA DE LOS DIFERENTES DISEÑOS DE CONCRETOS ESTUDIADOS.**



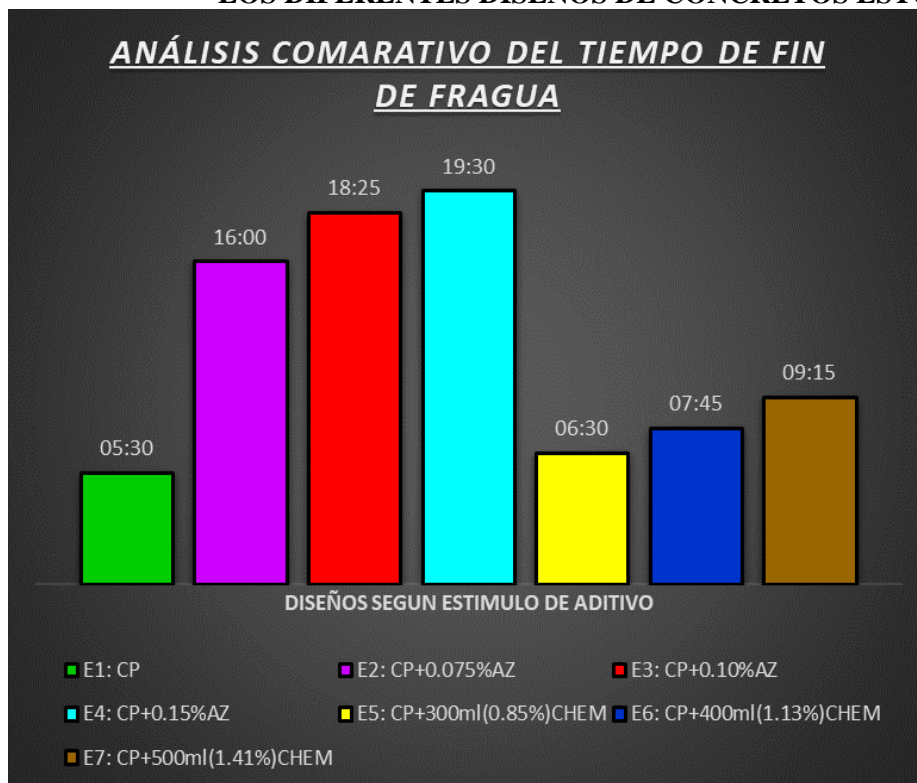
**FUENTE: ELABORACION PROPIA.**

**FIGURA 14: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS TIEMPOS INICIAL DE FRAGUA DE LOS DIFERENTES DISEÑOS DE CONCRETOS ESTUDIADOS.**



**FUENTE: ELABORACION PROPIA.**

**FIGURA 15: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS TIEMPOS FINAL DE FRAGUA DE LOS DIFERENTES DISEÑOS DE CONCRETOS ESTUDIADOS.**

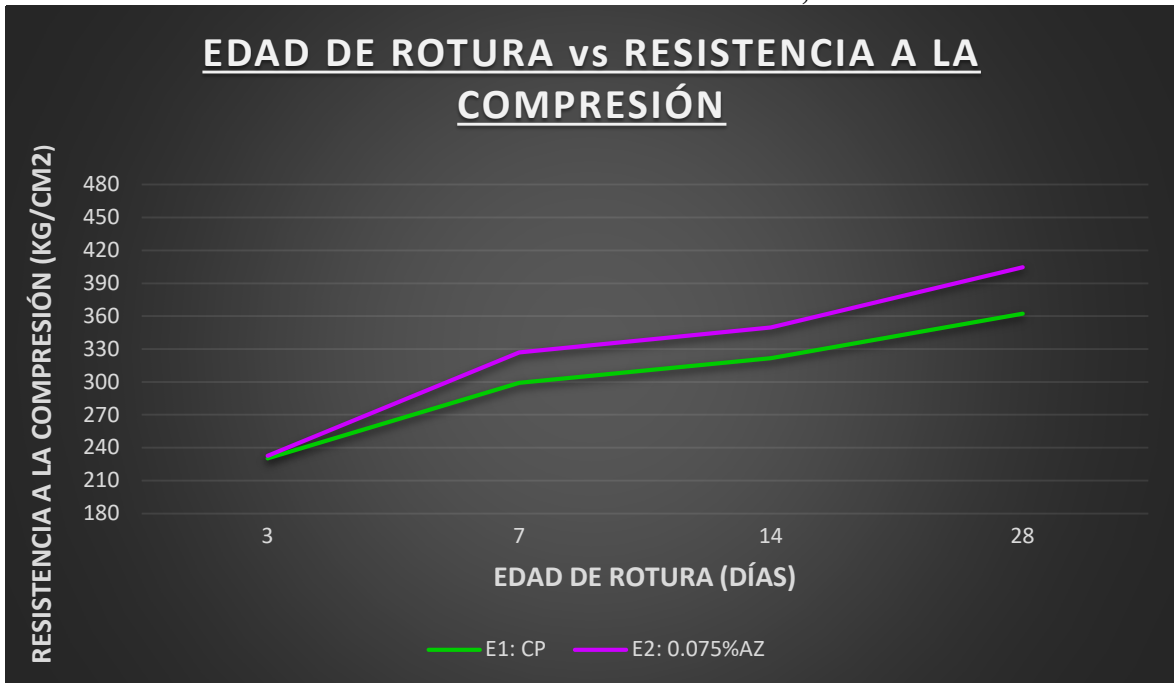


**FUENTE: ELABORACION PROPIA.**

## 5.2. Del concreto en estado endurecido.

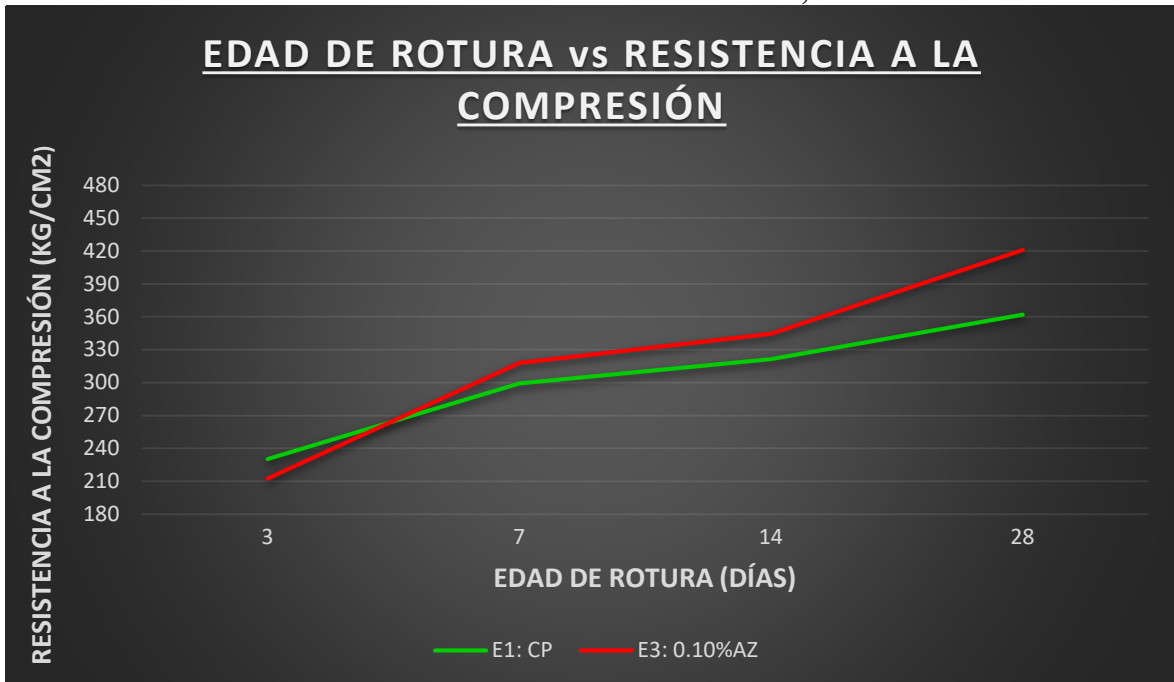
### 5.2.1. Resistencia a la compresión.

**FIGURA 16: COMPARATIVO DE LAS CURVAS: EDAD DE ROTURA VS RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, DE LOS DISEÑOS E1 Y E2.**



FUENTE: ELABORACION PROPIA.

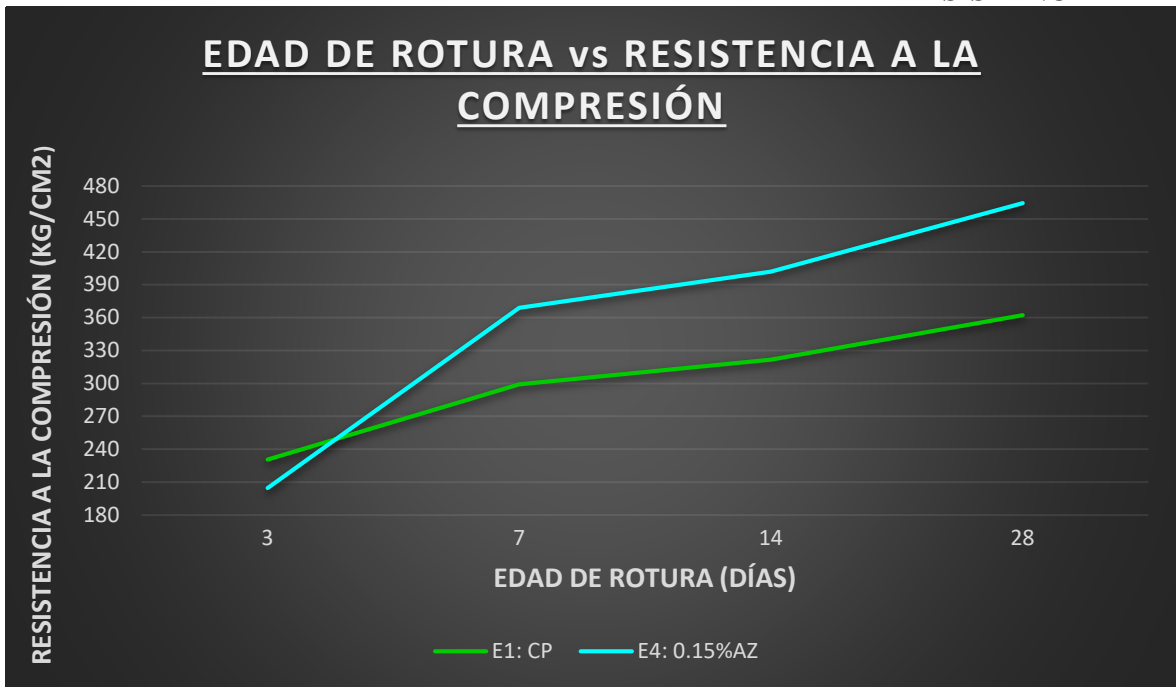
**FIGURA 17: COMPARATIVO DE LAS CURVAS: EDAD DE ROTURA VS RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, DE LOS DISEÑOS E1 Y E3.**



FUENTE: ELABORACION PROPIA.

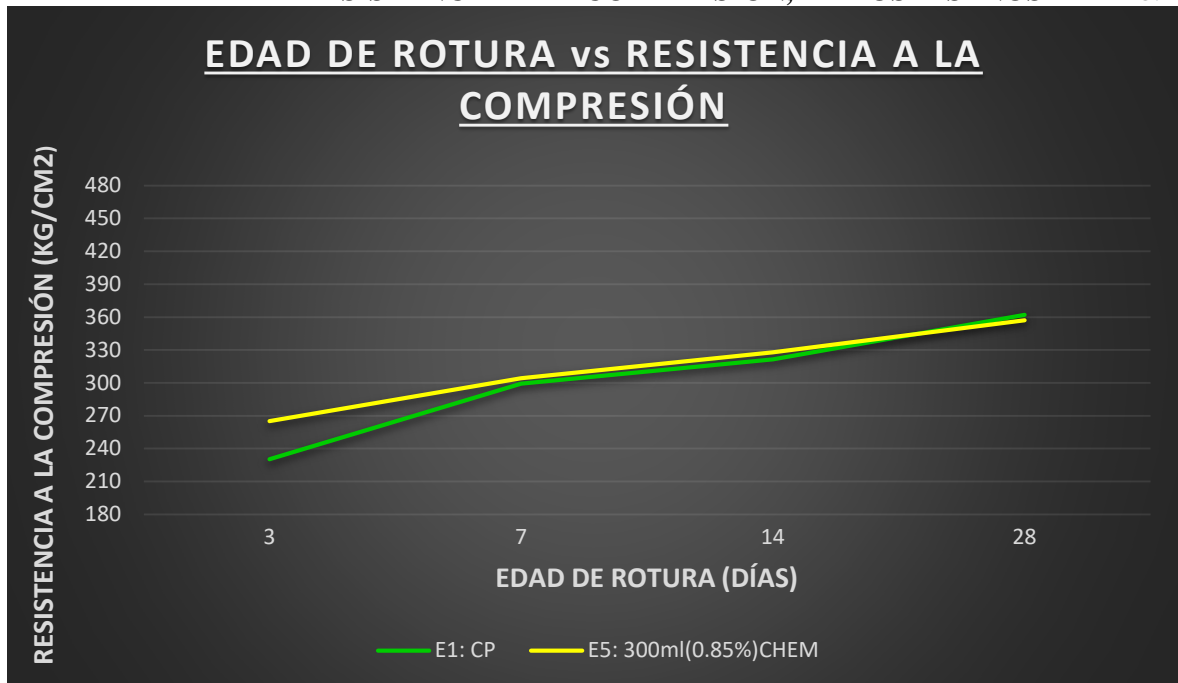


**FIGURA 18: COMPARATIVO DE LAS CURVAS: EDAD DE ROTURA VS RESISTENCIA A LA**



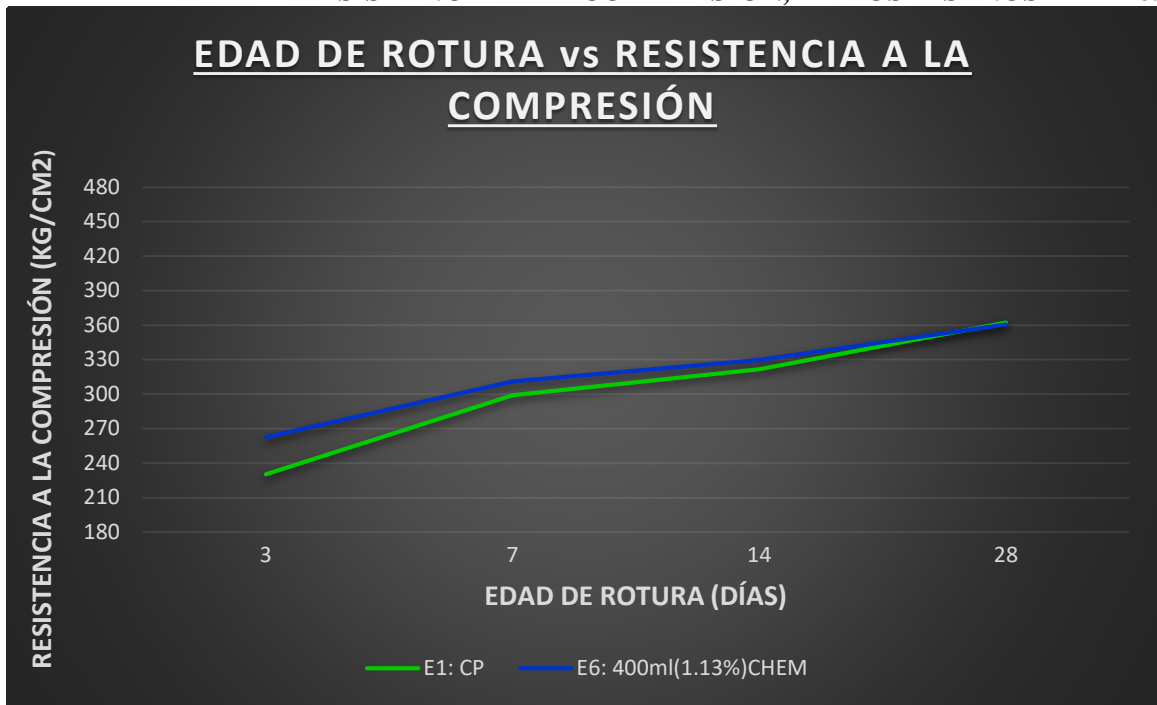
**FUENTE: ELABORACION PROPIA.**

**FIGURA 19: COMPARATIVO DE LAS CURVAS: EDAD DE ROTURA VS RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, DE LOS DISEÑOS E1 Y E5.**



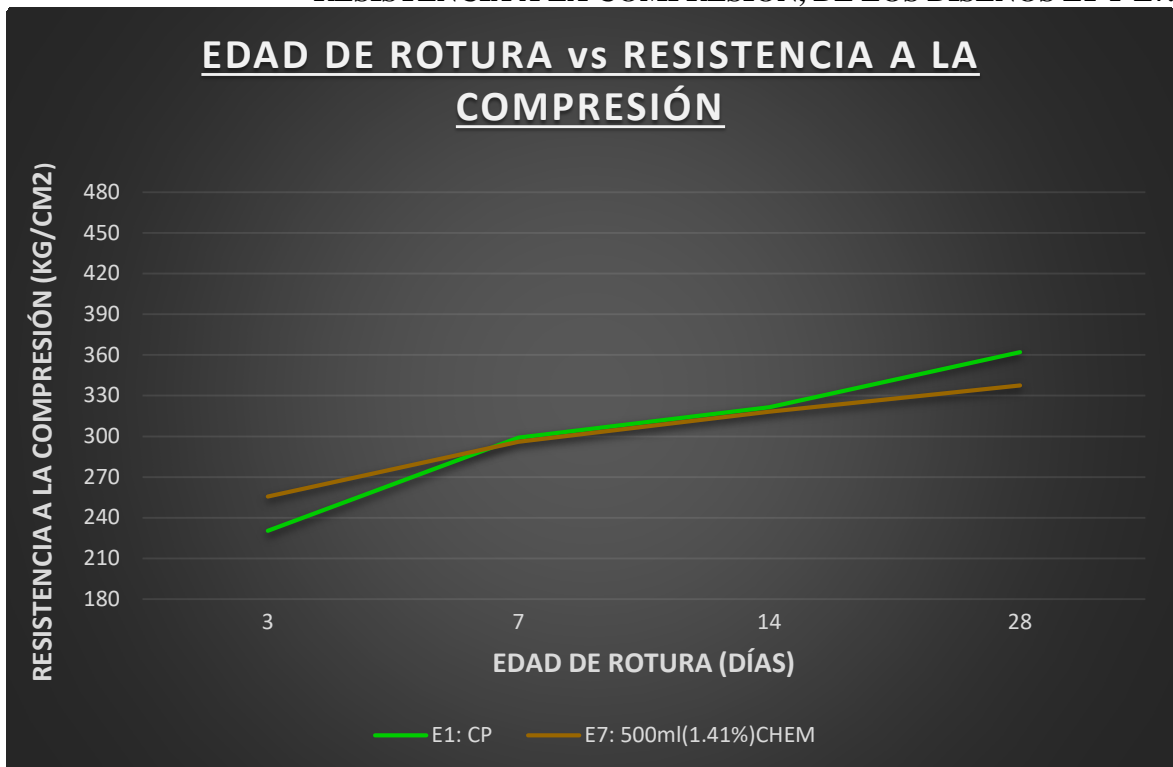
**FUENTE: ELABORACION PROPIA.**

**FIGURA 20: COMPARATIVO DE LAS CURVAS: EDAD DE ROTURA VS RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, DE LOS DISEÑOS E1 Y E6.**



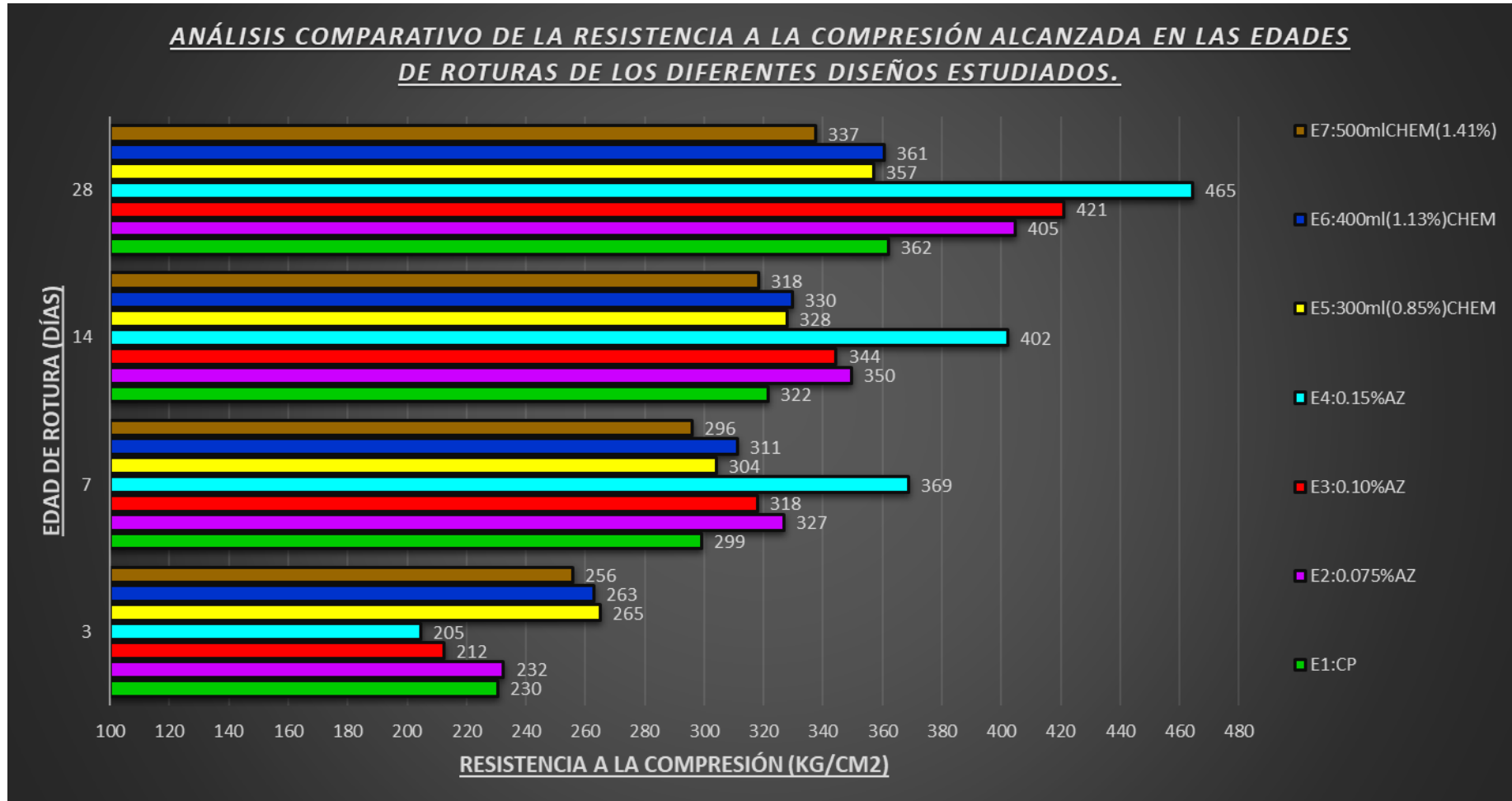
**FUENTE: ELABORACION PROPIA.**

**FIGURA 21: COMPARATIVO DE LAS CURVAS: EDAD DE ROTURA VS RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, DE LOS DISEÑOS E1 Y E7.**



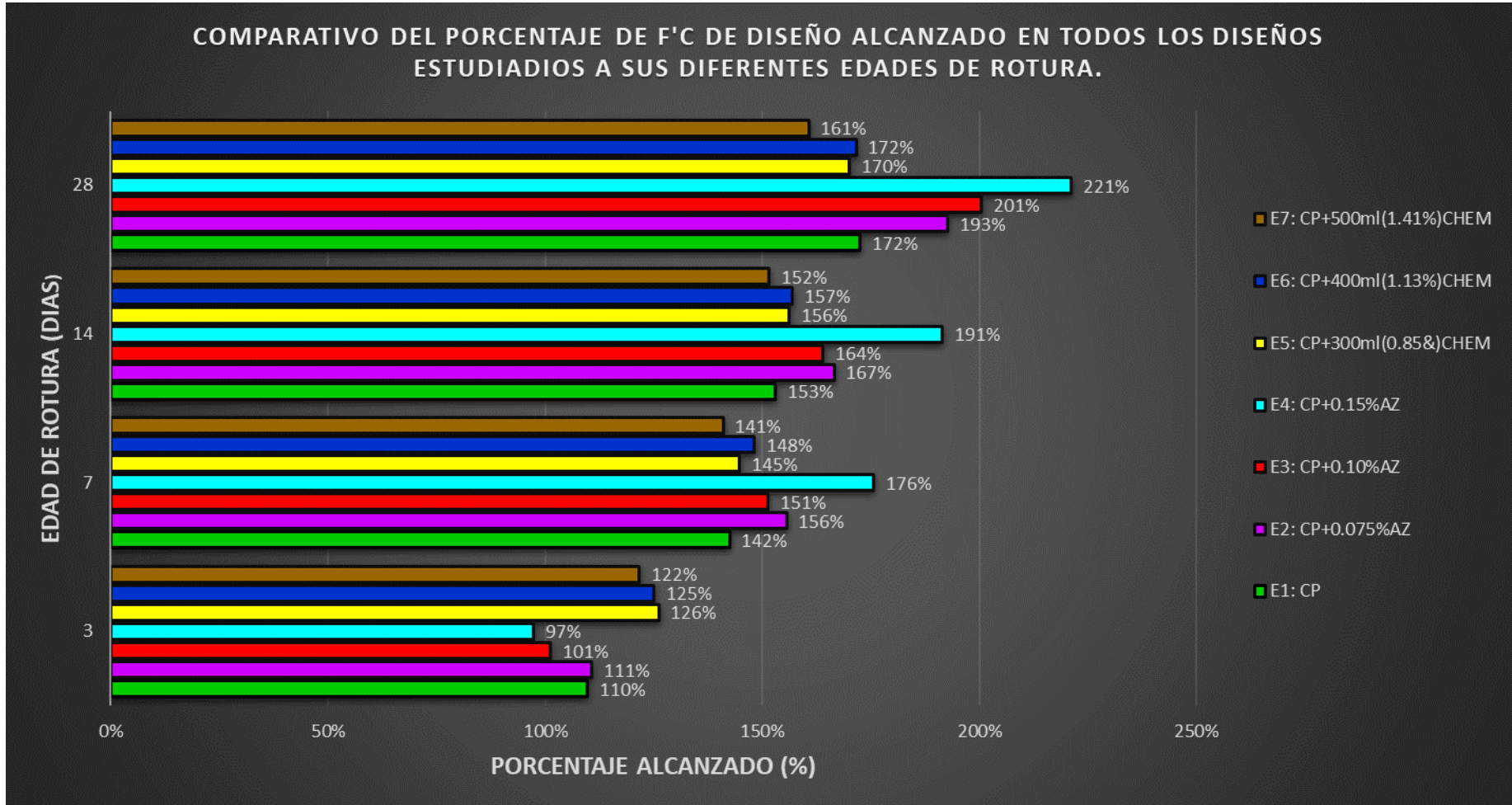
**FUENTE: ELABORACION PROPIA.**

**FIGURA 22: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN ALCANZADAS POR CADA DISEÑO EN SU RESPECTIVA EDAD DE ROTURA DE TODOS LOS DISEÑOS DE CONCRETO ESTUDIADOS.**



**FUENTE: ELABORACION PROPIA.**

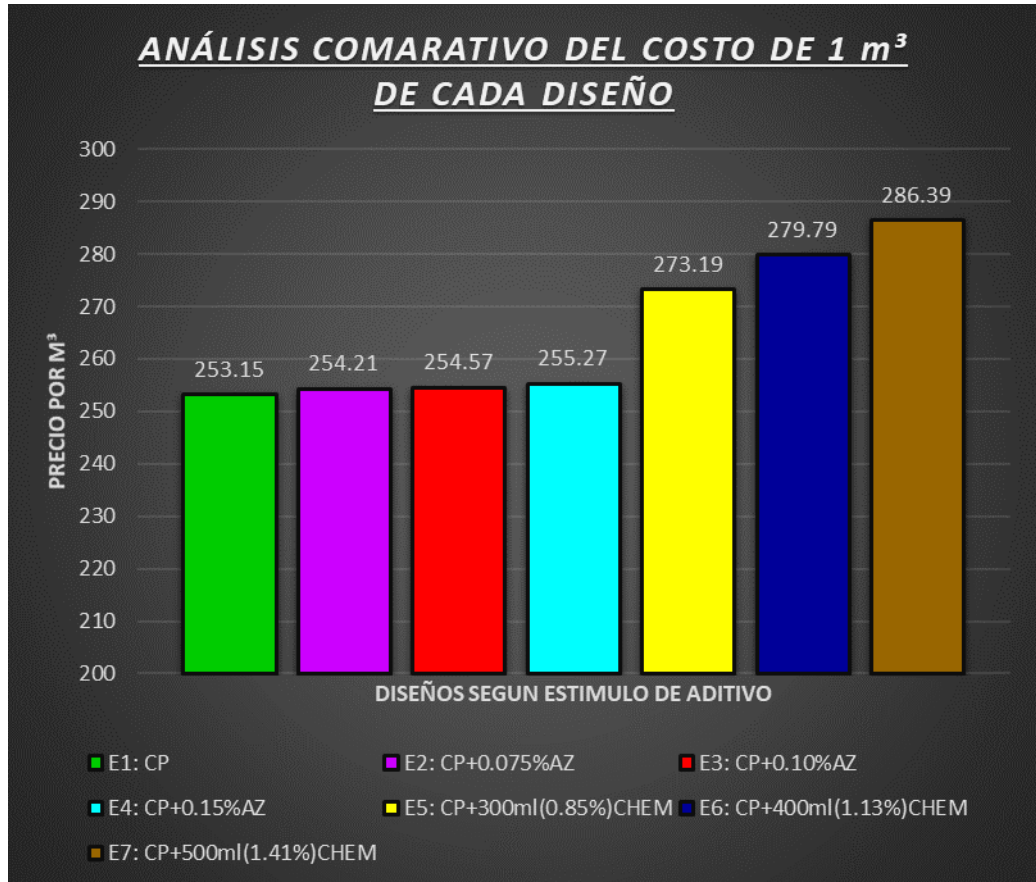
**FIGURA 23: ANÁLISIS COMPARATIVO DEL PORCENTAJE DE F'C DE DISEÑO ALCANZADA DE CADA MUESTRA ESTUDIADA EN SUS EDADES DIFERENTES DE ROTURA.**



**FUENTE: ELABORACION PROPIA.**

### 5.3. Del análisis del costo de elaboración de 1 m<sup>3</sup> de concreto.

**FIGURA 24: COMPARATIVO DEL COSTO DE ELABORACIÓN DE 1 M<sup>3</sup> DE CONCRETO, INCLUIDO EL IGV, DE TODOS LOS DISEÑOS ESTUDIADOS.**



**FUENTE: ELABORACION PROPIA.**

## **CAPITULO VI**

## 6. CONCLUSIONES.

A continuación, presentamos las conclusiones obtenidas de la presente investigación:

- ✓ Se realizó de manera satisfactoria el diseño de mezcla por el método del comité ACI 211 para un concreto cuyos parámetros de diseño fueron:
  - Resistencia a la compresión de 210 Kg/cm<sup>2</sup>.
  - Cemento Pacasmayo tipo I.
  - Propiedades de los agregados de la cantera el milagro de la ciudad de Trujillo, del cual podemos deducir del ensayo granulométrico que tanto el agregado fino como grueso cumplen con las especificaciones técnicas en las normas referenciadas.

Este diseño fue rotulado como diseño E1: Concreto patrón.

- ✓ Se realizó la preparación, ensayo y análisis de resultados de las principales propiedades mecánicas del concreto en sus dos estados de los diseños E2, E3 y E4 a los que se añadieron 0.075%, 0.10% y 0.15% de azúcar.
- ✓ Se realizó la preparación, ensayo y análisis de resultados de las principales propiedades mecánicas del concreto en sus dos estados de los diseños E5, E6 y E7 a los que se añadieron 300ml, 400ml, y 500ml de Chemaplast por bolsa de cemento que representa (0.85%), (1.13%), (1.41%) respectivamente, respecto al peso del cemento.
- ✓ De los resultados de los ensayos y su posterior análisis comparativo de las propiedades del concreto se concluye lo siguiente:
  - El uso de azúcar como aditivo nos brindó concretos con mayor Trabajabilidad ya que el diseño E2 se mantuvo con una consistencia fluida a una hora de su preparación mientras que los diseños E3 y E4 nos dieron consistencias plásticas después de la hora de su preparación. Los diseños con Chemaplast, E5, E6 y E7, iniciaron con una consistencia fluida al inicio que luego paso a una consistencia

plástica pasada media hora de su preparación para luego caer en una consistencia seca a la hora de su preparación.

- El peso unitario de los diseños con azúcar, E2, E3 Y E4, variaron un 0.02%, 0.06% y 0.66% menos respectivamente en comparación del diseño E1: concreto patrón de donde se puede deducir que el azúcar como aditivo le aporta pequeñas cantidades de aire a un concreto. Mientras que los diseños con Chemaplast, E5, E6 y E7, variaron en 1.94%, 2.54% y 3.40% menos respectivamente lo que nos indica que el aporte de aire del aditivo Chemaplast es mayor que el azúcar.
- Se concluye que los diseños estimulados con azúcar, E2, E3 y E4, retardan en 450%, 500% y 533% respectivamente el tiempo de fraguado inicial. Mientras que los diseños estimulados por el Chemaplast, E5, E6 y E7, retardan 156%, 191% y 233% respectivamente el tiempo de fraguado inicial. Manteniéndose la tendencia para el tiempo de fraguado final siendo 290%, 334% y 354% más retardados para los diseños, E2, E3 y E4, con estímulo de azúcar respectivamente y de 118%, 140% y 168% para los diseños, E5, E6 y E7, cuyo estímulo fue de Chemaplast.
- El porcentaje de resistencia adquirida en función a la  $f'c$  de diseño a la edad de 28 días fueron de: 172%, 193%, 201%, 221%, 170%, 172% y 161% para los diseños E1, E2, E3, E4, E5, E6 y E7 respectivamente. Concluyendo que los diseños donde se utilizó azúcar como estímulo adquieren mayor resistencia que el concreto patrón además de que a mayor cantidad de azúcar utilizada, mayor es la resistencia adquirida; y los diseños estimulados por Chemaplast adquieren valores similares a los del concreto patrón. Cabe mencionar que a la edad temprana de los 3 días el porcentaje de resistencia fue de 110%, 111%, 101%, 97%, 126% 125% y 122% para los diseños de E1, E2, E3, E4, E5, E6 y E7 respectivamente concluyendo que a edad temprana los diseños que adquieren mayor resistencia son los estimulados por el aditivo Chemaplast. Bajo las premisas mencionadas podemos deducir que el azúcar nos brinda mayor resistencia a edades finales y no a iniciales, de modo inverso que el Chemaplast.



- ✓ El costo de elaboración de 1 m<sup>3</sup> de concreto patrón es de 253.15 nuevos soles, luego de realizar el análisis comparativo de los costos de los diferentes diseños con el concreto patrón: concluimos que los diseños E2, E3, E4, E5, E6 y E7 cuestan un 0.41%, 0.56%, 0.84%, 7.92%, 10.52% y 13.13% respectivamente, más que el concreto patrón. Siendo el diseño con azúcar en menor cantidad (E2) el más económico y el diseño con Chemaplast con mayor cantidad (E7) el más caro.

## **CAPITULO VII**

## 7. RECOMENDACIONES

- Se recomienda para estudios posteriores manejar en menor cantidad el proporcionamiento del cemento y agua cuando se utilice el azúcar como aditivo natural o de fácil procedencia ya que funciona incrementando la resistencia a la compresión, de este modo la elaboración de un diseño de mezcla de concreto será más barata.
- Se recomienda evaluar la influencia de los aditivos propuestos en esta investigación para un concreto elaborado con distintos tipos de cementos.
- Se recomienda evaluar la influencia de los aditivos propuestos en esta investigación para concretos de alta resistencia.
- Se recomienda utilizar el azúcar como aditivo natural o de fácil procedencia en el porcentaje de 0.15% respecto al cemento para obtener concretos de mayor resistencia a la compresión y tiempo de fraguado.
- Realizar el ensayo del tiempo de fraguado por el método del penetrómetro para obtener datos más precisos en el ensayo de tiempo de fraguado.
- Estudiar la influencia en otras propiedades del concreto a lo propuesto en esta investigación, tal como es, la exudación, permeabilidad, contenido de aire, fluidez.
- Es necesario conocer más sobre los efectos que puede tener la azúcar blanca en como aditivo retardante de fragua, por lo que se recomienda hacer una investigación manejando más dosificaciones en los porcentajes entre el 0.15% y 0.03 % respecto al cemento.
- Se recomienda realizar un estudio de la resistencia a la compresión a los 90 días ya que es cuando un concreto alcanza su máxima resistencia con los diseños de mezcla propuesto en esta investigación

## **CAPITULO VIII**

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ✓ Aponte E. (2017) *Influencia de un Aditivo Retardante De Fragua en el Comportamiento Mecánico de concreto  $F'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  en la ciudad de Jaén.* (Tesis de pregrado) Universidad Nacional Cajamarca, Perú.
- ✓ Álvarez J. (2017) *Azúcar como Aditivo Retardante y Modificador de Resistencia para mezclas de Concreto* (Tesis de pregrado) Universidad de San Carlos, Guatemala
- ✓ Peredo M. (2000) *Estudio del comportamiento del concreto con Cemento Portland Tipo V y un aditivo Retardador de fragua y Reductor de Agua* (Tesis de pregrado) Universidad Nacional de Ingeniería, Lima.
- ✓ Tesillo A. (2004) *Estudio de las Propiedades del Concreto en Estado Fresco y Endurecido con Cemento portland Tipo I y utilizando un aditivo Plastificante* (Tesis de pregrado) Universidad Nacional de Ingeniería – Lima
- ✓ Pasquel E. (1998). *Tópicos de tecnología del concreto.* Lima, Perú.
- ✓ Abanto T. (2017). *Tecnología del Concreto.* Lima, Perú: San Marcos.
- ✓ Neville A.M y Brooks J.J (1998) *Tecnología del concreto.* México: McGraw-Hill.
- ✓ Rivvas E. (2004). *Naturaleza y materiales del Concreto.* Lima, Perú: Fondo Editorial ICG.
- ✓ CFE, (1994), *Manual de Tecnología del Concreto, Sección II "Concreto Fresco y en Curso de Endurecimiento.* México: Limusa.
- ✓ Kosmatka S., Kerkhoff, B., Panarese W. y Tanesi J. (2004) *Diseño y Control de Mezclas de Concreto.* EE. UU: Portland.

- ✓ Paan, C. (2018, 02 de mayo) ¿Cuál es el potencial inmobiliario de Trujillo? *El Comercio*. Recuperado de <https://elcomercio.pe/economia/dia-1/potencial-inmobiliario-trujillo-noticia-494842>
- ✓ Sotolongo, Gayoso R. y Calvez R., (1993, 21 de mayo), Contribución al estudio de la sacarosa como aditivo retardador de la hidratación del cemento. *Colaboraciones*. Recuperado de <http://materconstrucc.revistas.csic.es/index.php/materconstrucc/article/view/682/734>
- ✓ Rojas L. (2011) *Efecto de la variación agua/cemento en el concreto*, Costa Rica
- ✓ Weiner, Earl M. y J. P. Cavero (2005). Nueva Enciclopedia Universal. Volumen 3. Azúcar. Durvan.
- ✓ NTP 400.012 (2001) *Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global*, Lima-Perú.
- ✓ NTP 400.022 (2001) *Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino*, Lima-Perú.
- ✓ NTP 400.021 (2001) *Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso*, Lima-Perú.
- ✓ NTP 400.017 (1999) *Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado*, Lima-Perú.
- ✓ NTP 339.185 (2013) *Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado*, Lima-Perú.

- ✓ NTP 339.034 (2008) *Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas*, Lima-Perú.
  
- ✓ NTP 339.046 (2008) *Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto*, Lima-Perú.
  
- ✓ NTP 339.184 (1999) *Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de las mezclas de concreto*, Lima-Perú.
  
- ✓ NTP 339.033 (2015) *Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo*, Lima-Perú.
  
- ✓ NTP 339.033 (1999) *Práctica normalizada para muestreo mezcla de concreto fresco*, Lima-Perú.

## **ANEXOS**



## ANEXO 1: DISEÑO DE MEZCLA POR EL MÉTODO ACI 211.

### A. Especificaciones de los Materiales

- ✓ Peso específico Cemento Pacasmayo Portland Tipo I = 3.08 gr/cm<sup>3</sup>
- ✓ Resistencia a la compresión F'c=210 kg/cm<sup>2</sup>
- ✓ Agua potable de la red de servicio pública de Trujillo
- ✓ Las propiedades del agregado fino y grueso de la tabla N°

### B. Determinación de la resistencia promedio

La resistencia promedio se determinará mediante el siguiente cuadro cuando no tenemos registro de resistencias de probetas anteriores

F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	F'cr kg/cm <sup>2</sup> )
Menos de 210	F'c+70
210-350	F'c+84
Mayor de 350	F'c+98

Enrique Riva L. (2014) *Diseño de Mezclas, Capítulo 7* (2 ed.) Lima].

Para la presente investigación la resistencia a la compresión (F'c) es de 210 kg/m<sup>2</sup>.

$$F'cr = F'c + 84$$

$$F'cr = 210 + 84$$

$$F'cr = 294 \text{ kg/cm}^2$$

### C. Selección del asentamiento

De acuerdo a las especificaciones, la mezcla debe tener una consistencia plástica a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4".

### D. Volumen unitario de agua

Tabla 55. Volumen unitario de Agua

Asentamiento	Agua, en lt/m <sup>3</sup> , para los tamaños máximo nominales de agregados grueso y consistencias indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
<b>Concreto sin aire incorporado</b>								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	....
<b>Concreto con aire incorporado</b>								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	....

Fuente: Enrique Riva L. (2014) *Diseño de Mezclas, Capítulo 10, pg.58* (2 ed.) Lima].

De la tabla anterior, con nuestros datos de TMN del agregado grueso = 1" y un asentamiento entre 3" a 4", el volumen unitario de agua, es de 193 l/m<sup>3</sup>

### E. Contenido de Aire

*Tabla 56. Contenido de Aire Atrapado*

Tamaño Máximo Nominal	Aire Atrapado
3/8"	3.0%
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%
6"	0.2%

*Fuente: Enrique Riva L. (2014) Diseño de Mezclas, Capítulo 11, pg.62 (2 ed.) Lima].*

De la tabla anterior, se determina que el contenido de aire atrapado para un agregado grueso de TMN=1" es de 1.5%

### F. Relación Agua/Cemento

Entrando a la tabla para una resistencia promedio correspondiente a 294 kg/cm<sup>2</sup>, se encuentra una relación agua cemento por resistencia de

*Tabla 57. Agua/cemento por Resistencia*

f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	Relación agua/cemento en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	
450	0.38	

*Fuente: Enrique Riva L. (2014) Diseño de Mezclas, Capítulo 12, pg.66 (2 ed.) Lima].*

Con el valor  $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , tenemos:

Interpolamos.

$F'c$	$a/c$
300	0.55
294	$x$
250	0.62

$$\frac{300 - 250}{294 - 250} = \frac{0.55 - 0.62}{x - 0.62}$$

$X = 0.56$  Es la relación agua/cemento ( $a/c$ ).

### F. Factor cemento

El factor cemento se determina dividiendo el volumen unitario de agua entre la relación agua/cemento:

$$\text{Factor cemento} = 193/0.56 = 344.64 \text{ kg/m}^3 = 8.11 \text{ bolsas/m}^3$$

### G. Contenido de agregado grueso

Para determinar el contenido de agregado grueso, se debe entrar en la siguiente tabla con un Módulo de Finura del agregado fino = 2.62 y un tamaño máximo nominal del agregado grueso de 1" encontrándose un valor de  $b/b_0$ , metros cúbicos de agregado grueso seco compactado por unidad de volumen del concreto

*Tabla 58. Peso del Agregado Grueso por Unidad de Volumen del Concreto*

TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO	Volumen de agregado grueso, seco y compactado (*) por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de finura del agregado fino			
	MODULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

*Fuente: Enrique Riva L. (2014) Diseño de Mezclas, Capítulo 16, pg.78 (2 ed.) Lima].*

Con nuestros valores de MF= 3.02 y de TMN= 1" entramos en la tabla

TMN	MF	
1"	2.80	0.67
1"	3.02	x
1"	3.00	0.65

$$\frac{3.00 - 2.80}{3.02 - 3.00} = \frac{0.65 - 0.67}{x - 0.65}$$

Interpolando, Obtenemos  $x = b/b_0 = 0.648$

Peso del agregado grueso =  $0.648 \times 1689.50 = 1094.79 \text{ kg/m}^3$

#### H. Cálculo de volúmenes absolutos

✓ Cemento	344.64/ (3.08 x 1000)	= 0.112 m <sup>3</sup>
✓ Agua	193/(1 x 1000)	= 0.193 m <sup>3</sup>
✓ Aire	1.5 %	= 0.015 m <sup>3</sup>
✓ Agregado grueso	1162.52.62/ (2708.56)	= 0.404 m <sup>3</sup>
✓ Suma de Volúmenes conocidos	$\Sigma$	= 0.724 m <sup>3</sup>

#### I. Contenido de agregado fino

Volumen absoluto del agregado fino =  $1 - 0.724 = 0.276 \text{ m}^3$

Peso del agregado fino seco =  $0.276 \times 2589.94 = 714.58 \text{ kg/ m}^3$

#### J. Valores de diseño

✓ Cemento	= 344.64	kg/m <sup>3</sup>
✓ Agua	= 193	lt/m <sup>3</sup>
✓ Agregado fino	= 714.58	kg/m <sup>3</sup>
✓ Agregado grueso	= 1094.72	kg/m <sup>3</sup>

#### K. Corrección por humedad

Para hacer la corrección de los agregados se utilizará la siguiente formula.

$$\text{Peso seco} \times \left( \frac{\text{Contenido de humedad}}{100} + 1 \right)$$

$$\text{Agregado fino} = 714.58 \times \left( \frac{0.54}{100} + 1 \right) = 718.43 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado grueso} = 1094.79 \times \left( \frac{0.48}{100} + 1 \right) = 1100.05 \text{ kg/m}^3$$

#### L. Aporte del agua a la mezcla

Para el aporte del agua a los agregados se utilizará la siguiente fórmula.

$$\left( \frac{\text{Contenido de humedad} - \text{Porcentaje de absorción}}{100} \right) \times \text{Peso seco agregado}$$

$$\text{Agregado fino} = \left( \frac{0.54 - 1.20}{100} \right) \times 718.43 = -4.72 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Agregado grueso} = \left( \frac{0.48 - 1.10}{100} \right) \times 1100.05 = -4.72 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Aporte de humedad de los agregados } \Sigma = -11.54 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Agua efectiva} = 193 - (-11.51) = 204.54 \text{ lt/m}^3$$

Y los pesos de los materiales, ya corregidos por humedad del agregado, a ser empleados en las mezclas de prueba son:

✓ Cemento	= 344.64	kg/m <sup>3</sup>
✓ Agua	= 204.54	lt/m <sup>3</sup>
✓ Agregado fino	= 714.36	kg/m <sup>3</sup>
✓ Agregado grueso	= 1095.02	kg/m <sup>3</sup>

#### M. Proporción en peso en 1 m<sup>3</sup>

$$\frac{344.64}{344.64} : \frac{714.36}{344.64} : \frac{1095.02}{344.64} / \frac{204.54}{8.11} = 1 : 2.07 : 3.18 / 25.22 \text{ lt/bolsa}$$

$$\text{-Relación agua/cemento de diseño} = 193/344.64 = 0.56$$

$$\text{- Relación agua/ cemento efectivo} = 204.51/344.64 = 0.59$$

**ANEXO 2: SOLICITUD DE LABORATORIO A LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO PARA REALIZAR LOS ENSAYOS DE AGREGADOS Y DE CONCRETO.**



**UPAO**

Facultad de Ingeniería  
Programa de Desarrollo de Tesis Asistida

Trujillo, 23 de octubre de 2018

**OFICIO N° 0003-2018-PADT-FI-UPAO**

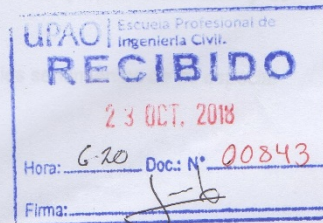
Señor Ms.

**ENRIQUE FRANCISCO LUJAN SILVA**

Director de Escuela Ingeniería Civil - UPAO

**Presente.**

De mi especial consideración:



Es grato dirigirme a usted, para saludarlo cordialmente y a la vez informarle que a solicitud de los señores bachilleres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil **ALCALDE IBAÑEZ, ALEX** con ID: 000125151 y **ALCALDE IBAÑEZ, JULIO** con ID: 000105105 se encuentra en nuestro programa de Apoyo a la Tesis Asistida 2018 20, desarrollando la Tesis: **"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PRINCIPALES PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO: PATRÓN, CON ADITIVO NATURAL (AZÚCAR) Y CON ADITIVO CHEMAPLAST"** teniendo como asesor al Ing. PERRIGO SARMIENTO, Felix Gilberto con CIP: 29401, y dentro de sus estudios requieren realizar las siguiente pruebas en el laboratorio de ensayo de materiales, para lo cual le solicito autorice los permisos correspondientes para lograr dicha investigación.

**1.- PARA AGREGADOS: ARENA GRUESA Y GRAVA DE 1/2"**

Granulometría  
Contenido de humedad y Absorción  
Peso específico.  
Peso unitario volumétrico suelto y compactado

**2. - PARA CONCRETO EN ESTADO FRESCO**

Temperatura  
Peso Unitario  
Consistencia (SLUMP)  
Tiempo de Fraguado  
Contenido de aire

**3.- PARA CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO**

Resistencia a la compresión

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO  
www.upao.edu.pe

Av. América Sur 3145 Monserrate Trujillo - Perú  
Telf: (+51)[044] 604444 anexo 2251

*Se de trámite a lo solicitado por los bachilleres... Coordinar Autorización*  
Atte [Signature]  
T/ 25/10/18  
Enrique Francisco Luján Silva  
DIRECTOR  
Escuela de Ingeniería Civil

# ANEXO 3: FICHA TÉCNICA DE CEMENTO PACASMAYO TIPO I DEL MES DE OCTUBRE.



**CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.**

Calle La colónia Nro. 150 Urb. El Vivero de Monterrico Santiago de Surco - Lima  
Carretera Panamericana Norte Km. 666 Pacasmayo - La Libertad  
Teléfono 317 - 6006



G-CC-F-04  
Versión 04

Planta: Pacasmayo

**Cemento Portland Tipo I**

13 de noviembre de 2018

Periodo de despacho 01 de Octubre de 2018 - 31 de Octubre de 2018

**REQUISITOS NORMALIZADOS**

NTP 334.009 Tablas 1 y 3

## QUÍMICOS

Requisitos	Especificación	Resultado de ensayos
MgO (%)	6.0 máx.	2.1
SO <sub>3</sub> (%)	3.0 máx.	2.8
Pérdida por ignición (%)	3.5 máx.	3.0
Residuo insoluble (%)	1.5 máx.	0.6

## FÍSICOS

Requisitos	Especificación	Resultado de ensayos
Contenido de aire del mortero (volumen %)	12 máx.	8
Superficie específica (cm <sup>2</sup> /g)	2600 mín.	4060
Expansión en autoclave (%)	0.80 máx.	0.08
Densidad (g/mL)	A	3.08
<b>Resistencia a la compresión</b> min. (MPa)		
1 día	A	15.5
3 días	12.0	28.3
7 días	19.0	35.0
28 días <sup>(1)</sup>	28.0	41.9
<b>Tiempo de fraguado,</b> minutos, Vicat		
Inicial, no menor que:	45	111
Final, no mayor que:	375	237

A No especifica.

<sup>(1)</sup> Requisito opcional.

La resistencia a 28 días corresponde al mes de Septiembre del 2018.

Certificamos que el cemento descrito arriba, al tiempo del envío, cumple con los requisitos químicos y físicos de la NTP 334.009.2016.

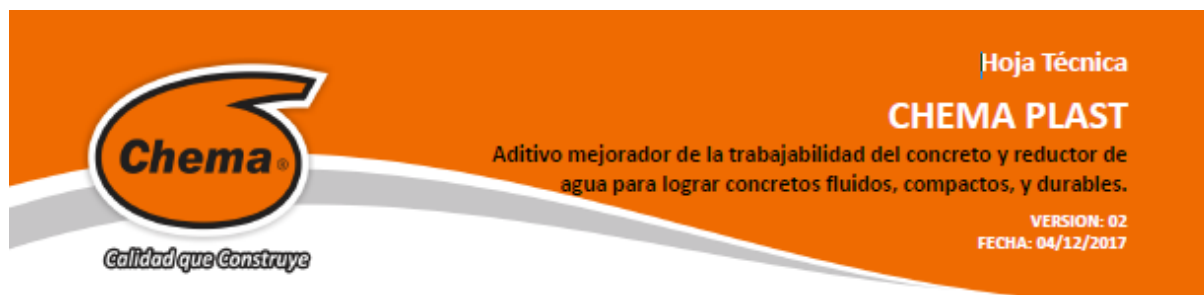
Ing. Dennis R. Rodas Lavado  
Superintendente de Control de Calidad

Solicitado por:

Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

Está totalmente prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Cementos Pacasmayo S.A.A.

## ANEXO 4: FICHA TÉCNICA DE ADITIVO CHEMAPLAST



**Chema**  
Calidad que Construye

Hoja Técnica  
**CHEMA PLAST**  
Aditivo mejorador de la trabajabilidad del concreto y reductor de agua para lograr concretos fluidos, compactos, y durables.  
VERSION: 02  
FECHA: 04/12/2017

**DESCRIPCIÓN** CHEMA PLAST es un aditivo reductor de agua y plastificante de color marrón de uso universal, que hace posible diseñar mezclas de concreto de fácil colocación. Permite una reducción de agua hasta 10%, generando aumento en la resistencia a la compresión y durabilidad del concreto. Tiene además propiedades de reducir la permeabilidad del concreto. Cumple con los requerimientos de la norma ASTM C-494 tipo A.

**VENTAJAS** El concreto tratado con CHEMAPLAST tiene las siguientes ventajas:

- Mejor acabado: La plasticidad permite un mejor acabado, por lo tanto, aumenta la durabilidad.
- Aumenta la trabajabilidad y facilita la colocación del concreto en elementos con alta densidad de armadura sin necesidad de aumentar la relación agua / cemento.
- Disminuye la contracción debido a la mejor retención de agua así como mayor aglomeración interna del concreto en estado plástico.
- Aumenta la hermeticidad al agua impermeabilizándolo y produciendo mayor resistencia a la penetración de la humedad y por consiguiente al ataque de sales.
- Aumenta la durabilidad debido a su alto grado de resistencia al salitre, sulfatos y cloruros.
- No contiene cloruros.
- Aumenta la resistencia a la compresión y flexión a todas las edades; mejora la adherencia al acero de construcción.
- No transmite olor ni sabor al agua potable, ni la contamina. Cuenta con certificado CEPIS<sup>1</sup>.

**USOS** Como reductor de agua y plastificante en:

- En concretos estructurales de edificaciones y en elementos esbeltos.
- En concreto caravista.
- En concretos pretensados y post-tensados.
- En obras hidráulicas.
- En concretos para elementos pre-fabricados: postes, buzones, cajas, tuberías, etc.
- En concretos para pavimentos y puentes.
- En concretos que deben ser desencofrados a temprana edad.
- En concretos de reparación en general.
- En construcciones frente al mar se recomienda utilizarlo desde los cimientos, en el concreto de techos, vigas, columnas, pisos, en el mortero de asentado y en el tarrajeo.
- En esculturas de concreto.

**DATOS TÉCNICOS**

- Apariencia : Líquido
- Color : Marrón oscuro
- Densidad : 1.2 g/ml ± 0.06
- pH : 9.00 - 12.50
- VOC : 0 g/L





Calidad que Construye

Hoja Técnica

## CHEMA PLAST

Aditivo mejorador de la trabajabilidad del concreto y reductor de agua para lograr concretos fluidos, compactos, y durables.

VERSION: 02  
FECHA: 04/12/2017

<b>PREPARACIÓN Y APLICACIÓN DEL PRODUCTO</b>	<p>Agregar de 145 ml a 360 ml de CHEMA PLAST por bolsa de cemento al agua de amasado de acuerdo al efecto deseado, sin combinarlo con otros aditivos. Dosificar por separado cuando se usen otros aditivos en la misma mezcla. Se sugiere realizar pruebas previas con los materiales, tipo de cemento y condiciones de obra.</p> <p>Para morteros impermeables usar diseño 1:3 (1 de cemento+ 3 de arena fina) utilizando la mayor dosis de aditivo.</p> <p>Es indispensable realizar el curado del concreto con agua o alguno de nuestros curadores como Membranil Económico Reforzado antes y después del fraguado</p>
<b>RENDIMIENTO</b>	<p>La dosis sugerida es de 145 ml a 360 ml de CHEMAPLAST por bolsa de cemento. La dosis óptima se debe determinar mediante ensayos con los materiales, tipo de cemento y en las condiciones de obra.</p>
<b>PRESENTACIÓN</b>	<p>Envase de 1 gal. Envase de 5 gal. Envase de 55 gal.</p>
<b>ALMACENAMIENTO</b>	<p>1 año almacenado en su envase original, sellado en lugar fresco, ventilado y bajo techo.</p>
<b>PRECAUCIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<p>En caso de emergencia, llame al CETOX (Centro Toxicológico).</p> <p>Durante su manipulación no beber ni comer alimentos. Lavarse las manos luego de manipular el producto. Utilizar guantes, gafas protectoras y ropa de trabajo. En caso de contacto con los ojos y la piel, lávese con abundante agua. Es tóxico si es ingerido, no provocar vómitos; procurar ayuda médica inmediata.</p>

**"La presente Edición anula y reemplaza la Versión N° 1 para todos los fines"**

La información que suministramos está basada en ensayos que consideramos seguros y correctos de acuerdo a nuestra experiencia. Los usuarios quedan en libertad de efectuar las pruebas y ensayos previos que estimen conveniente, para determinar si son apropiados para un uso en particular. El uso, aplicación y manejo correcto de los productos, quedan fuera de nuestro control y es de exclusiva responsabilidad del usuario.

ATENCIÓN AL CLIENTE:  
(511) 336-8407

Página 2 de 2

**ANEXO 5: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE MAQUINA DE COMPRESIÓN  
AXIAL ELECTRO-HIDRÁULICA DIGITAL.**



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CMC-012-2018**

Peticionario : QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.  
 Atención : QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.  
 Lugar de calibración : Av. América Sur N° 4138 Urb. San Andres - Trujillo.  
 Tipo de equipo : Máquina de compresión axial electro-hidráulica digital  
 Capacidad del equipo : 2,000 kN  
 División de escala : 1 kgf.  
 Marca : ALFA  
 Modelo : B-001/LCD/2  
 N° de serie del equipo : 050220/21  
 Panel digital : DIGITAL ALFA  
 Número serie panel digital : 050220/21  
 Código : No Indica.  
 Procedencia : Turquía.  
 Método de calibración : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing machines"  
 Temp. (°C) y H.R.(%) inicial : 28,8°C / 63%  
 Temp. (°C) y H.R.(%) final : 28,9°C / 63%  
 Patrón de referencia : Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology), patrón utilizado Morehouse, N° de serie C-8517, clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-13a, certificado de calibración reporte N° C-8517B0416  
 Número de páginas : 2  
 Fecha de calibración : 2018-02-09

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.

El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Seillo	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2018-02-13	 Vladimir Tello Torote TÉCNICO DE LABORATORIO	 JOSÉ FRANCISCO RIQUELME JAPÚA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84286

CMC-012-2018

Página 1 de 2

Av. Brasil 1361 Int. 602 - Jesús María - Lima Telf: (01)4371145 - 3322711 web: www.celdaeirl.com email: celda@celdaeirl.com

**Resultados de medición**

Dirección de carga : Compresión

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio (kgf)	Error (%)	Incertidumbre K=2 U (%)
(%)	(kgf)	1º ascenso (kgf)	2º ascenso (kgf)	3º ascenso (kgf)			
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
5	10000	10028	10002	10041	10024	-0,2	0,1
10	20000	20056	20063	19989	20036	-0,2	0,1
15	30000	30046	30043	30031	30040	-0,1	0,1
20	40000	40026	40017	40048	40030	-0,1	0,1
25	50000	50073	50054	49953	50027	-0,1	0,1
29	60000	60375	60308	60358	60347	-0,6	0,1
34	70000	70366	70382	70355	70368	-0,5	0,1
39	80000	80401	80422	80382	80402	-0,5	0,1
49	100000	99689	99764	99822	99758	0,2	0,1
59	120000	119794	119669	119742	119735	0,2	0,1
69	140000	140394	140218	140316	140309	-0,2	0,1
76	160000	159822	159873	159768	159821	0,1	0,1

**Incertidumbre**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$  y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

**Notas**

El usuario está obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado y cumple con los requisitos de la norma ASTM C39



## ANEXO 6: INFORMES DE LOS ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS DISEÑOS E1, E2, E3, E4, E5, E6 Y E7.



QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.  
 Mz. G L 1, 16 Cpo. 208 Urb. Vista Hermosa - Trujillo  
 Av. América Sur N° 4138 Urb. San Andrés - Trujillo  
 (044) 705879 / 951441992

### INFORME DE ENSAYO N° 1192-2018-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 17/12/2018

#### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

CLIENTE	JULIO CESAR ALCALDE IBAÑEZ / ALEX XAVIER ALCALDE IBAÑEZ
PROYECTO	TESIS DE INVESTIGACION UNIVERSITARIA
UBICACIÓN	TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
ID MUESTRA	CONCRETO PATRON $f_c = 210$ KG/CM2

#### 2. TIPO DE ENSAYO:


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

#### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	$f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Díámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Resistencia Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
CP210-1	210	19/11/2018	22/11/2018	3	10.1	80.12	18289	228	109%	1
CP210-2	210	19/11/2018	22/11/2018	3	10.1	80.12	18184	227	108%	2
CP210-3	210	19/11/2018	22/11/2018	3	10.1	80.12	18902	236	112%	1
Promedio								230	110%	
CP210-4	210	19/11/2018	26/11/2018	7	10.1	80.12	24444	305	145%	1
CP210-5	210	19/11/2018	26/11/2018	7	10.1	80.12	24362	304	145%	1
CP210-6	210	19/11/2018	26/11/2018	7	10.1	80.12	23097	288	137%	3
Promedio								299	142%	
CP210-7	210	19/11/2018	03/12/2018	14	10.1	80.12	24862	310	148%	1
CP210-8	210	19/11/2018	03/12/2018	14	10.1	80.12	27459	343	163%	1
CP210-9	210	19/11/2018	03/12/2018	14	10.1	80.12	24956	311	148%	2
Promedio								321	153%	
CP210-10	210	19/11/2018	17/12/2018	28	10.1	80.12	29363	366	174%	1
CP210-11	210	19/11/2018	17/12/2018	28	10.1	80.12	28972	362	172%	1
CP210-12	210	19/11/2018	17/12/2018	28	10.1	80.12	28711	358	170%	4
Promedio								362	172%	

#### NOTAS

- La identificación de probetas, resistencia especificada ( $f_c$ ), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° CMO-012-2018, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39

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



QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.  
 Mr. G.L. 16 Dpto. 208 Urb. Vista Hermosa - Trujillo  
 Av. América Sur N° 4138 Urb. San Andrés - Trujillo  
 (044) 705873 / 951441999

## INFORME DE ENSAYO N° 1207-2018-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 19/12/2018

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

CLIENTE	JULIO CESAR ALCALDE IBAÑEZ / ALEX XAVIER ALCALDE IBAÑEZ
PROYECTO	TESIS DE INVESTIGACION UNIVERSITARIA
UBICACIÓN	TRUJILLO - TRUJILLO -LA LIBERTAD
ID MUESTRA	CONCRETO $f_c = 210$ KG/CM2 + AZUCAR (0.075%)

### 2. TIPO DE ENSAYO:


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

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	$f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Diametro (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
210AZ(0.075)-1	210	21/11/2018	24/11/2018	3	10.1	80.12	18714	234	111%	1
210AZ(0.075)-2	210	21/11/2018	24/11/2018	3	10.1	80.12	19034	238	113%	1
210AZ(0.075)-3	210	21/11/2018	24/11/2018	3	10.1	80.12	18131	226	108%	4
Promedio								233	111%	
210AZ(0.075)-4	210	21/11/2018	28/11/2018	7	10.1	80.12	25278	316	150%	2
210AZ(0.075)-5	210	21/11/2018	28/11/2018	7	10.1	80.12	25563	319	152%	1
210AZ(0.075)-6	210	21/11/2018	28/11/2018	7	10.1	80.12	27710	346	165%	1
Promedio								327	156%	
210AZ(0.075)-7	210	21/11/2018	05/12/2018	14	10.1	80.12	27111	338	161%	2
210AZ(0.075)-8	210	21/11/2018	05/12/2018	14	10.1	80.12	28374	354	169%	2
210AZ(0.075)-9	210	21/11/2018	05/12/2018	14	10.1	80.12	28380	357	170%	1
Promedio								350	167%	
210AZ(0.075)-10	210	21/11/2018	19/12/2018	28	10.1	80.12	31968	399	190%	1
210AZ(0.075)-11	210	21/11/2018	19/12/2018	28	10.1	80.12	33823	422	201%	1
210AZ(0.075)-12	210	21/11/2018	19/12/2018	28	10.1	80.12	31463	393	187%	3
Promedio								405	193%	

#### NOTAS

- La identificación de probetas, resistencia especificada ( $f_c$ ), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LC02, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° CMC-012-2018, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39

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



QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.  
 Mr. G.L. 16 Dpto. 208 Urb. Viza Hermosa - Trujillo  
 Av. América Sur N° 4138 Urb. San Andrés - Trujillo  
 (044) 705879 / 951441999

## INFORME DE ENSAYO N° 1205-2018-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 19/12/2018

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

CUENTE	JULIO CESAR ALCALDE IBAÑEZ / ALEX XAVIER ALCALDE IBAÑEZ
PROYECTO	TESIS DE INVESTIGACION UNIVERSITARIA
UBICACIÓN	TRUJILLO - TRUJILLO -LA LIBERTAD
ID MUESTRA	CONCRETO $f_c = 210$ KG/CM <sup>2</sup> + AZUCAR (0.1%)

### 2. TIPO DE ENSAYO:


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

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	$f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Diametro (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
210AZ(0.1)-1	210	21/11/2018	24/11/2018	3	10.1	80.12	17728	221	105%	1
210AZ(0.1)-2	210	21/11/2018	24/11/2018	3	10.1	80.12	16395	205	98%	2
210AZ(0.1)-3	210	21/11/2018	24/11/2018	3	10.1	80.12	16948	212	101%	2
Promedio								213	101%	
210AZ(0.1)-4	210	21/11/2018	28/11/2018	7	10.1	80.12	26068	325	155%	1
210AZ(0.1)-5	210	21/11/2018	28/11/2018	7	10.1	80.12	25772	322	153%	1
210AZ(0.1)-6	210	21/11/2018	28/11/2018	7	10.1	80.12	24553	306	146%	2
Promedio								318	151%	
210AZ(0.1)-7	210	21/11/2018	05/12/2018	14	10.1	80.12	27557	344	164%	1
210AZ(0.1)-8	210	21/11/2018	05/12/2018	14	10.1	80.12	27814	347	165%	4
210AZ(0.1)-9	210	21/11/2018	05/12/2018	14	10.1	80.12	27456	343	163%	2
Promedio								345	164%	
210AZ(0.1)-10	210	21/11/2018	19/12/2018	28	10.1	80.12	31709	396	189%	2
210AZ(0.1)-11	210	21/11/2018	19/12/2018	28	10.1	80.12	35896	448	213%	1
210AZ(0.1)-12	210	21/11/2018	19/12/2018	28	10.1	80.12	33621	420	200%	1
Promedio								421	200%	

#### NOTAS

- La identificación de probetas, resistencia especificada ( $f_c$ ), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LC/D/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° CMC-012-2018, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39

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



QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.  
 Mz. G.11, 16 Dpto. 208 Urb. Viza Hermosa - Trujillo  
 Av. América Sur N° 4138 Urb. San Andrés - Trujillo  
 (044) 705879 / 951441959

## INFORME DE ENSAYO N° 1206-2018-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 19/12/2018

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

CLIENTE	JULIO CESAR ALCALDE IBAÑEZ / ALEX XAVIER ALCALDE IBAÑEZ
PROYECTO	TESIS DE INVESTIGACION UNIVERSITARIA
UBICACIÓN	TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
ID MUESTRA	CONCRETO f'c = 210 KG/CM2 + AZUCAR (0.15%)

### 2. TIPO DE ENSAYO:

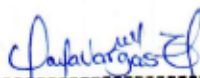
RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
 (Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Diametro (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
210AZ(0.15)-1	210	21/11/2018	24/11/2018	3	10.1	80.12	16189	202	96%	2
210AZ(0.15)-2	210	21/11/2018	24/11/2018	3	10.1	80.12	16734	209	100%	1
210AZ(0.15)-3	210	21/11/2018	24/11/2018	3	10.1	80.12	16229	203	97%	1
Promedio								205	98%	
210AZ(0.15)-4	210	21/11/2018	28/11/2018	7	10.1	80.12	30156	376	179%	1
210AZ(0.15)-5	210	21/11/2018	28/11/2018	7	10.1	80.12	29678	370	176%	1
210AZ(0.15)-6	210	21/11/2018	28/11/2018	7	10.1	80.12	28832	360	171%	5
Promedio								369	176%	
210AZ(0.15)-7	210	21/11/2018	05/12/2018	14	10.1	80.12	31136	389	185%	4
210AZ(0.15)-8	210	21/11/2018	05/12/2018	14	10.1	80.12	32883	410	195%	1
210AZ(0.15)-9	210	21/11/2018	05/12/2018	14	10.1	80.12	32618	407	194%	2
Promedio								402	191%	
210AZ(0.15)-10	210	21/11/2018	19/12/2018	28	10.1	80.12	35192	439	209%	1
210AZ(0.15)-11	210	21/11/2018	19/12/2018	28	10.1	80.12	37381	467	222%	1
210AZ(0.15)-12	210	21/11/2018	19/12/2018	28	10.1	80.12	39069	488	232%	2
Promedio								465	221%	

#### NOTAS

- La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LC02, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° CMC-012-2018, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39

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



QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.  
 Mz. G.11, 16 Cjpo. 208 Urb. Vista Hermosa - Trujillo  
 Av. América Sur N° 4138 Urb. San Andrés - Trujillo  
 (044) 706879 / 951441969

## INFORME DE ENSAYO N° 1201-2018-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 18/12/2018

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

CLIENTE	JULIO CESAR ALCALDE IBAÑEZ / ALEX XAVIER ALCALDE IBAÑEZ
PROYECTO	TESIS DE INVESTIGACION UNIVERSITARIA
UBICACIÓN	TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
ID MUESTRA	CONCRETO $f'c = 210 \text{ KG/CM}^2 + \text{ADITIVO CHEMAPLAST (300ML)}$

### 2. TIPO DE ENSAYO:

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

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Díametro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Resistencia Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
210CH(300)-1	210	20/11/2018	23/11/2018	3	10.1	80.12	22172	277	132%	1
210CH(300)-2	210	20/11/2018	23/11/2018	3	10.1	80.12	20156	252	120%	1
210CH(300)-3	210	20/11/2018	23/11/2018	3	10.1	80.12	21375	267	127%	2
Promedio								265	126%	
210CH(300)-4	210	20/11/2018	27/11/2018	7	10.1	80.12	25072	313	149%	2
210CH(300)-5	210	20/11/2018	27/11/2018	7	10.1	80.12	22985	287	137%	2
210CH(300)-6	210	20/11/2018	27/11/2018	7	10.1	80.12	25035	312	149%	1
Promedio								304	145%	
210CH(300)-7	210	20/11/2018	04/12/2018	14	10.1	80.12	26039	325	155%	2
210CH(300)-8	210	20/11/2018	04/12/2018	14	10.1	80.12	27129	339	161%	1
210CH(300)-9	210	20/11/2018	04/12/2018	14	10.1	80.12	25703	321	153%	1
Promedio								328	156%	
210CH(300)-10	210	20/11/2018	18/12/2018	28	10.1	80.12	30308	378	180%	1
210CH(300)-11	210	20/11/2018	18/12/2018	28	10.1	80.12	28533	356	170%	1
210CH(300)-12	210	20/11/2018	18/12/2018	28	10.1	80.12	27008	337	160%	4
Promedio								357	170%	

#### NOTAS

- La identificación de probetas, resistencia especificada ( $f'c$ ), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LC0/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° CMC-012-2018, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39

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





QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.  
 Mr. G.L. 16 Dpto. 208 Urb. Vista Hermosa - Trujillo  
 Av. América Sur N° 4138 Urb. San Andrés - Trujillo  
 (044) 705673 / 951441999

## INFORME DE ENSAYO N° 1193-2018-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 17/12/2018

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

CLIENTE	JULIO CESAR ALCALDE IBAÑEZ / ALEX XAVIER ALCALDE IBAÑEZ
PROYECTO	TESIS DE INVESTIGACION UNIVERSITARIA
UBICACIÓN	TRUJILLO - TRUJILLO -LA LIBERTAD
ID MUESTRA	CONCRETO f'c = 210 KG/CM2 + ADITIVO CHEMAPLAST (400ML)

### 2. TIPO DE ENSAYO:


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

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Diametro (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
210CH(400)-1	210	19/11/2018	22/11/2018	3	10.1	80.12	20932	261	124%	4
210CH(400)-2	210	19/11/2018	22/11/2018	3	10.1	80.12	20968	262	125%	2
210CH(400)-3	210	19/11/2018	22/11/2018	3	10.1	80.12	21249	265	126%	1
Promedio								263	125%	
210CH(400)-4	210	19/11/2018	26/11/2018	7	10.1	80.12	24722	309	147%	1
210CH(400)-5	210	19/11/2018	26/11/2018	7	10.1	80.12	24807	310	148%	1
210CH(400)-6	210	19/11/2018	26/11/2018	7	10.1	80.12	25259	315	150%	1
Promedio								311	148%	
210CH(400)-7	210	19/11/2018	03/12/2018	14	10.1	80.12	25976	324	154%	2
210CH(400)-8	210	19/11/2018	03/12/2018	14	10.1	80.12	26390	329	157%	1
210CH(400)-9	210	19/11/2018	03/12/2018	14	10.1	80.12	26850	335	160%	1
Promedio								329	157%	
210CH(400)-10	210	19/11/2018	17/12/2018	28	10.1	80.12	28085	351	167%	5
210CH(400)-11	210	19/11/2018	17/12/2018	28	10.1	80.12	29580	369	176%	1
210CH(400)-12	210	19/11/2018	17/12/2018	28	10.1	80.12	29002	362	172%	1
Promedio								361	172%	

#### NOTAS

- La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCDI2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° CMO-012-2018, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39

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



QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.  
 Mr. G.L. 16 Cpto. 208 Urb. Viza Hermosa - Trujillo  
 Av. América Sur N° 4138 Urb. San Andrés - Trujillo  
 (044) 706679 / 951441959

## INFORME DE ENSAYO N° 1202-2018-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 18/12/2018

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

CLIENTE	JULIO CESAR ALCALDE IBAÑEZ / ALEX XAVIER ALCALDE IBAÑEZ
PROYECTO	TESIS DE INVESTIGACION UNIVERSITARIA
UBICACIÓN	TRUJILLO - TRUJILLO -LA LIBERTAD
ID MUESTRA	CONCRETO f'c = 210 KG/CM2 + ADITIVO CHEMAPLAST (500ML)

### 2. TIPO DE ENSAYO:

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

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Diámetro (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
210CH(500)-1	210	20/11/2018	23/11/2018	3	10.1	80.12	20305	253	120%	3
210CH(500)-2	210	20/11/2018	23/11/2018	3	10.1	80.12	21119	264	126%	1
210CH(500)-3	210	20/11/2018	23/11/2018	3	10.1	80.12	20031	250	119%	2
Promedio								256	122%	
210CH(500)-4	210	20/11/2018	27/11/2018	7	10.1	80.12	23355	292	139%	4
210CH(500)-5	210	20/11/2018	27/11/2018	7	10.1	80.12	24544	306	146%	1
210CH(500)-6	210	20/11/2018	27/11/2018	7	10.1	80.12	23264	290	136%	1
Promedio								296	141%	
210CH(500)-7	210	20/11/2018	04/12/2018	14	10.1	80.12	26020	325	155%	1
210CH(500)-8	210	20/11/2018	04/12/2018	14	10.1	80.12	25564	319	152%	2
210CH(500)-9	210	20/11/2018	04/12/2018	14	10.1	80.12	24804	311	148%	2
Promedio								318	151%	
210CH(500)-10	210	20/11/2018	18/12/2018	28	10.1	80.12	27774	347	163%	1
210CH(500)-11	210	20/11/2018	18/12/2018	28	10.1	80.12	27380	342	163%	1
210CH(500)-12	210	20/11/2018	18/12/2018	28	10.1	80.12	25956	324	154%	2
Promedio								338	161%	

#### NOTAS

- La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCO/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° CMC-012-2018, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39.
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39.

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

**ANEXO 7: PANEL FOTOGRÁFICO.**



**Fotografía 1. Cuarteo del agregado grueso  
Fuente propia.**



**Fotografía 2. Cuarteo del agregado fino.  
Fuente propia.**



**Fotografía 3. Peso del agregado grueso  
Fuente propia.**



**Fotografía 4. Peso del agregado fino  
Fuente propia.**



**Fotografía 5. Muestra de agregados en horno.  
Fuente propia.**



**Fotografía 6. Secado superficial del agregado grueso  
Fuente propia.**



**Fotografía 7. Sumergiendo el agregado grueso en estado saturado.  
Fuente propia.**



**Fotografía 8. Agregado fino superficialmente saturado.  
Fuente propia.**



**Fotografía 9. Muestra de agregado fino en fiola.  
Fuente propia.**



**Fotografía 10. Sacando el aire del agregado fino de manera manual  
Fuente propia.**



**Fotografía 11. Tamizado.  
Fuente propia.**



**Fotografía 12. Tamizado.  
Fuente propia.**





**Fotografía 13. Peso solo del recipiente cilíndrico.  
Fuente propia.**



**Fotografía 14. Calibración del volumen del recipiente.  
Fuente propia.**



**Fotografía 15. Colocando el agregado fino al recipiente.**  
**Fuente propia.**



**Fotografía 16. Enrasado del agregado fino en el recipiente.**  
**Fuente propia.**



**Fotografía 17. Peso de agregado grueso más el recipiente.  
Fuente propia.**



**Fotografía 18. Peso del agregado fino más el recipiente.  
Fuente propia.**



**Fotografía 19. Materiales para el diseño de mezcla.  
Fuente propia.**



**Fotografía 20. Slump.  
Fuente propia.**



**Fotografía 21. Muestra de concreto fresco en probetas cilíndricas.**  
**Fuente propia.**



**Fotografía 22. Codificación de las probetas.**  
**Fuente propia.**



**Fotografía 23. Curado de probetas.  
Fuente propia.**



**fotografía 24. Aditivo Chemaplast.  
Fuente propia.**





**fotografía 27. Peso del agua de mezcla.  
Fuente propia.**



**fotografía 28. Aditivo Chemaplast.  
Fuente propia.**

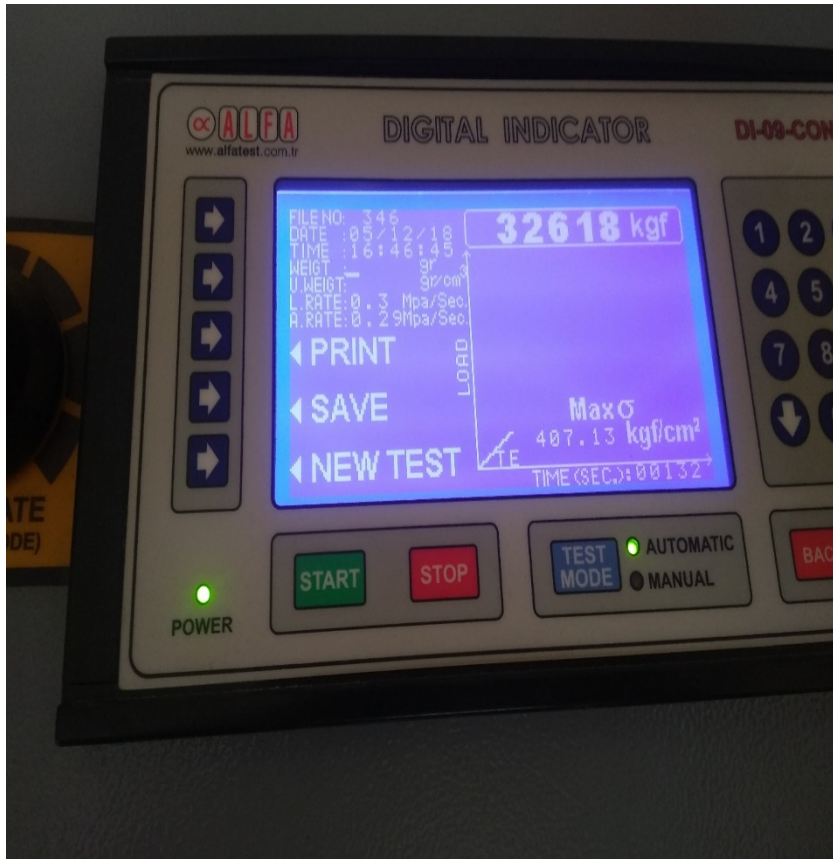




**fotografía 29. Peso del azúcar blanco.  
Fuente propia.**



**fotografía 30. Diseños de mezcla en probetas.  
Fuente propia.**



**fotografía 31. Lectura de máquina de compresión axial digital.  
Fuente propia.**



**fotografía 32. Falla de testigo.  
Fuente propia.**