



ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

MANTENSOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOMBEADO  
ADICIONADO CON SACAROSA

Línea de Investigación:  
Construcción sostenible y sostenibilidad ambiental del territorio

Tesis para optar el Grado Académico de Doctor en Ingeniería Civil

Autor  
Reymundo Gamarra, Richard Hugo

Asesor  
Pumaricra Padilla, Raúl Valentín  
(ORCID: 0000-0002-7037-4396)

Jurado  
Ramos Flores, Miguel Angel  
Cancho Zuñiga, Gerardo Enrique  
Vales Carrillo, Jorge Alberto

Lima – Perú  
2022

## **DEDICATORIA**

A Dios, por brindarme la salud, el pan de cada día, la fuerza e iluminación para seguir luchando en mi vida.

A mi Madre, por sus esfuerzos y dedicación para formarme en el camino del bien; por cuidarme, ayudarme y mostrarme el verdadero amor de una madre hacia su hijo.

A mi Padre, por brindarme todo su amor, apoyo, dedicación, responsabilidad y ejemplo en mi vida; sobre todo por ser un padre que me enseña a luchar por mis objetivos y enseñarme el camino de la verdad y humildad.

A mi esposa Inerea, por estar siempre brindándome todo su apoyo, amor, paciencia y dedicación en mi vida; por haberme ayudado a ser cada día mejor persona y sobre todo gracias por ser mi fiel compañera de vida, te amo.

A mis hijos Rhamses, Christian y Gianmarco por ser el motor de mi vida. y a mi fiel compañera Sisi.

## INDICE

INDICE DE CONTENIDO .....	iii
INDICE DE TABLAS .....	vii
INDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Planteamiento del problema .....	3
1.2. Descripción del problema.....	4
1.3. Formulación del problema .....	6
1.3.1. Problema general .....	6
1.3.2. Problemas específicos .....	6
1.4. Antecedentes .....	6
1.4.1.Antecedentes Internacionales .....	6
1.4.1.1.Guatemala.....	6
1.4.1.2.Brazil .....	7
1.4.1.3.India.....	7
1.4.1.4.Alemania .....	8
1.4.1.5.Korea .....	9
1.4.1.6. Noruega.....	9
1.4.1.7.Paises bajo .....	10
1.4.1.8.Cuba.....	11
1.4.2. Antecedentes Nacionales.....	12
1.5. Justificación de la investigación.....	14
1.5.1. Fundamento.....	14
1.5.2. Justificación de la Investigación .....	15
1.5.3. Importancia de la Investigación .....	17
1.6. Limitación de la Investigación .....	17
1.6.1. Espacial .....	17
1.6.2. Temporal .....	17
1.6.3. Social.....	17
1.7. Objetivos de la investigación .....	17
1.7.1. Objetivo general .....	17
1.7.2. Objetivos específicos .....	18
1.8. Hipótesis.....	18
1.8.1. Hipótesis general.....	18
1.8.2. Hipótesis específicos .....	18
1.9. Estado del Arte.....	18
<b>II.MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>25</b>
2.1. Marccco Teorico .....	25
2.1.1. Generalidades del concreto .....	25
2.1.2. Componentes del concreto .....	26
2.1.2.1.Cemento .....	26
A. Composicion química del cemento .....	26
B. Tipos de cemento.....	29
C. Requisito de calidad del cemento .....	30
2.1.2.2.Agua .....	31
A. Requisito de calidad del agua.....	32
2.1.2.3.Agregados .....	32

A. Clasificacion de los agregados .....	33
B. Propiedades fisicas de los agregados.....	33
C. Agregado fino,agregado grueso y global.....	36
2.1.2.4. Aditivo .....	40
A. Aditivo superplastificane o reductores de agua de alto rango.....	41
B. Aditivo retardador de fraguado.....	42
C. Aditivo para bombeo de concreto.....	43
2.1.3. Sacarosa.....	44
2.1.3.1. Tipo de azúcar.....	44
A. Azúcar morena .....	44
B. Azúcar rubia .....	45
C. Azúcar blanca .....	45
D. Azúcar refinada o extra blanca.....	45
2.1.3.2.Poceso de producción del azúcar .....	45
2.1.3.3.Caracteristicas quimicas de los azucares .....	46
A. Sacarosa.....	47
B. Azucares reductores.....	48
C. Azucar blanca Cartavio S.A.A.....	50
D. Azucar como aditivo .....	53
2.1.4. Propiedades del concreto .....	56
2.1.4.1.Concreto fresco .....	56
A. Trabajabilidad.....	56
B. Consistencia.....	58
C. Segregación .....	59
D. Exudacion o sangrado .....	59
E. Temperatura de la mezcla .....	59
F. Tiempo de fraguado .....	60
2.1.4.2.Concreto endurecido .....	61
A. Resistencia a la compresión .....	61
2.1.5. Diseño de Mezcla .....	61
2.1.6. Concreto Bombeable .....	66
2.1.6.1.Definición .....	66
2.1.6.2.Caracteristicas del concreto bombeable .....	67
A. Docilidad .....	67
B. Cohesion .....	67
C. Auto lubricación .....	67
2.1.6.3.Dosificación para concreto bombeable .....	67
A. Agregados.....	67
B. Agua.....	70
C. Cemento.....	72
D. Aditivo,minerales y fibras .....	72
2.1.6.4.Causas de atasco de concreto bombeable .....	74
2.1.6.5.Pruebas de bombeabilidad del concreto .....	74
2.1.6.6.Ventaja del uso del concreto bombeable .....	82
2.1.6.7.Limitaciones de bombeo .....	82
2.1.7. Equipos de Bombeo .....	82
2.1.8. Concreto rheoplastico.....	85
2.1.8.1.Ventaja del concreto en estado plástico .....	85
2.1.8.2.Ventaja del concreto en estado endurecido.....	86
2.2. Marco Filosófico .....	88

2.3. Marco Tecnológico .....	91
2.4. Marco conceptual .....	95
2.5. Marco normativo legal .....	99
<b>III. MÉTODO.....</b>	<b>101</b>
3.1. Tipo de investigación .....	101
3.1.1. Tipo .....	101
3.1.1.1. De acuerdo a la orientacion.....	101
3.1.1.2. De acuerdo con la tecnica de contrastacion .....	101
3.1.1.3. De acuerdo con la direccionalidad .....	101
3.1.1.4. De acuerdo con el tipo de fuente de recoleccion de datos .....	101
3.1.1.5. De acuerdo con la evolucion del fenomeno estudiado.....	101
3.1.1.6. De acuerdo con la comparacion de las poblaciones.....	101
3.1.2. Nivel de investigacion.....	101
3.1.3. Codigo y Nomenclatura .....	101
3.1.4. Diseño de investigación .....	101
3.2. Poblacion y muestra .....	105
3.2.1. Población.....	105
3.2.2. Muestra .....	105
3.3. Operacionalizacion de variables.....	106
3.3.1. Variables e indicadores .....	106
3.3.1.1. Variables .....	106
A.Variables de la hipotesis general.....	106
B.Variables de las hipotesis especificas .....	106
C.Definicion operacional de variables .....	106
3.3.1.3. Indicadores .....	108
3.4. Instrumentos .....	110
3.5. Procedimientos .....	113
3.5.1. Diseño Estadistico.....	113
3.6. Análisis de datos.....	114
3.7. Consideraciones éticas .....	115
<b>IV. RESULTADOS.....</b>	<b>116</b>
4.1. Generalidades.....	116
4.2. Ensayos al concreto fresco.....	116
4.2.1 Asentamiento .....	116
4.2.2 Temperatura .....	122
4.2.3 Peso unitario.....	124
4.2.4 Tiempo de fraguado .....	127
4.3. Ensayos al concreto endurecido.....	130
4.3.1 Resistencia a la compresion .....	130
4.3.1.1 Resistencia a la compresion del concreto patrón .....	130
4.3.1.2 Resistencia a la compresion del concreto con sacarosa .....	131
4.4 Contrastación de hipótesis .....	136
4.4.1 Hipótesis específica 1 .....	136
4.4.2 Hipótesis específica 2 .....	143
4.4.3 Hipótesis específica 3 .....	148
<b>V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>151</b>
5.1 Discusión.....	151
5.1.1 Consistencia del concreto .....	151
5.1.2 Tiempo de fraguado del concreto .....	154
5.1.3 Resistencia a la compresion del concreto .....	156

<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>159</b>
6.1. Conclusiones .....	159
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>166</b>
<b>VIII. REFERENCIAS .....</b>	<b>168</b>
<b>IX. ANEXOS .....</b>	<b>177</b>
Anexo A. Matriz de consistencia .....	177
Anexo B. Instrumento N°01 asentamiento .....	178
Anexo C. Instrumento N°02 tiempo de fraguado .....	198
Anexo D. Instrumento N°03 resistencia a la compresión .....	207
Anexo E. Caracteristicas fisicas de los agregados .....	217
Anexo F. Diseño de mezcla .....	233
Anexo G. Validacion de instrumento.....	237
Anexo H. Tablas de shapiro wilk.....	247
Anexo I. Tabla t de student.....	249
Anexo J. Pruebas de normalidad.....	250
Anexo K. Validación de hipotesis .....	256
Anexo L. Ficha tecnica del azucar .....	271
Anexo M. Analisis de agua potable .....	272
Anexo N. Ficha tecica del cemento portland tipo I .....	273
Anexo Ñ. Fotos .....	275

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estado del arte.....	19
Tabla 2. Proporciones típicas en volumen absoluto de los componentes del concreto .....	25
Tabla 3. Materias primas usuales para la obtención de los óxidos componente.....	27
Tabla 4. Porcentaje típico de los óxidos componentes del cemento .....	27
Tabla 5. Porcentaje típico de los compuestos químicos principales del cemento .....	28
Tabla 6. Requisitos físicos del cemento.....	30
Tabla 7. Requisitos químicos del cemento.....	31
Tabla 8. Límites permisibles para el agua de mezcla y curado- agua potable SEDAM.....	32
Tabla 9. Requisitos granulométricos del agregado fino.....	36
Tabla 10. Límites máximos de sustancias perjudiciales permisibles del agregado fino .....	37
Tabla 11. Requisitos granulométricos del agregado grueso.....	38
Tabla 12. Límites máximos de sustancias perjudiciales permisibles del agregado grueso.....	39
Tabla 13. Requisitos granulométricos del agregado global.....	39
Tabla 14. Módulos de finura global según el equipo utilizado en obra.....	40
Tabla 15. Ficha Técnica Azúcar blanca Cartavio.....	52
Tabla 16. Factores que influyen en la trabajabilidad del concreto .....	57
Tabla 17. Consistencia- asentamiento del concreto.....	58
Tabla 18. Tolerancias en asentamientos del concreto.....	59
Tabla 19. Pesos de agregados gruesos redondeados para hormigón bombeable.....	63
Tabla 20. Pesos de agregados gruesos triturados para hormigone bombeable.....	63
Tabla 21. Limitación en el tamaño máximo.....	64
Tabla 22. Porcentaje que pasa mínimo recomendado.....	64
Tabla 23. Requisitos aproximados de agua de mezclado y contenido de aire para diferentes revenimientos y tamaño máximo de agregados.....	71
Tabla 24. Relación entre resistencia a la compresión del concreto y relación agua/cemento.....	71
Tabla 25. Resultados del experimento para ensayar el efecto de los vacíos sobre los agregados combinados relacionados con el contenido de cemento como un índice de la bombeabilidad.....	72
Tabla 26. Tipos de fibras.....	74
Tabla 27. Equipos de bombeo.....	83
Tabla 28. Ensayos actuales para evaluación del concreto.....	88
Tabla 29. Cambios paradigmáticos en la relación ser humano-naturaleza.....	90
Tabla 30. Identificación de los elementos de los diseños de investigación .....	103
Tabla 31. Operacionalización de variables.....	108
Tabla 32. Indicadores Hipótesis principal.....	109
Tabla 33. Indicadores Hipótesis secundaria.....	110
Tabla 34. Técnicas, instrumentos, validez y confiabilidad.....	112
Tabla 35. Resumen del ensayo de asentamiento del concreto en el tiempo con diferentes dosis de sacarosa.....	116
Tabla 36. Regresión lineal y coeficiente de correlación.....	117
Tabla 37. Resumen del ensayo de asentamiento máximo del concreto con diferente dosis de sacarosa.....	118

Tabla 38. Regresión polinómica y coeficiente de correlación.....	119
Tabla 39. Resumen del tiempo transcurrido en alcanzar un asentamiento de 4" con diferentes dosis de sacarosa .....	120
Tabla 40. Regresión polinómica y coeficiente de correlación.....	122
Tabla 41. Regresión polinómica y coeficiente de correlación.....	123
Tabla 42 Resumen del ensayo de peso unitario del concreto para diferentes dosis de sacarosa.....	124
Tabla 43. Regresión polinómica y coeficiente de correlación.....	126
Tabla 44 Resumen del ensayo de tiempo de fraguado del concreto para diferentes dosis de sacarosa.....	127
Tabla 45. Regresión polinómica y coeficiente de correlación.....	129
Tabla 46. Regresión lineal y coeficiente de correlación.....	129
Tabla 47. Resumen del ensayo de resistencia a la compresión del concreto para diferentes edades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	130
Tabla 48. Resumen del ensayo de resistencia a la compresión del concreto con dosis de sacarosa para diferentes edades del concreto.....	132
Tabla 49. Regresión lineal y coeficiente de correlación.....	133
Tabla 50. Resistencia a la compresión del concreto para diferentes dosis de sacarosa expresadas en porcentajes de la resistencia a la compresión $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	135
Tabla 51. Resistencia a la compresión del concreto para diferentes dosis de sacarosa expresadas como porcentajes de la resistencia a compresión de los 28 días $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	135
Tabla 52. Prueba de Normalidad Shapiro Wilk.....	137
Tabla 53. Prueba de Normalidad Shapiro Wilk.....	139
Tabla 54. Prueba de Normalidad Shapiro Wilk.....	141
Tabla 55. Prueba de Normalidad Shapiro Wilk.....	144
Tabla 56. Prueba de Normalidad Shapiro Wilk.....	145
Tabla 57. Prueba de Normalidad Shapiro Wilk.....	148
Tabla 58. Asentamiento e incremento en porcentaje.....	159
Tabla 59. Tiempo transcurrido en alcanzar asentamiento de 4" e incremento en porcentaje .....	160
Tabla 60. Temperatura del concreto e incremento en porcentaje.....	161
Tabla 61. Peso unitario e incremento en porcentaje.....	161
Tabla 62. Tiempo de fragua inicial e incremento en porcentaje.....	162
Tabla 63. Tiempo de fragua final e incremento en porcentaje.....	163
Tabla 64. Resistencia a la compresión en porcentaje del concreto patrón, máximos.....	164
Tabla 65. Resistencia a la compresión en porcentaje del concreto patrón, mínimos.....	164

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Desarrollo de la resistencia a la compresión en porcentaje de la resistencia a los 28 días, para los cementos sin adiciones.....	30
Figura 2. El agua que es buena para beber es buena para el concreto.....	33
Figura 3. Distribución de volúmenes de sólidos, poros y vacíos para agregado secado al horno.....	34
Figura 4. Condiciones de humedad de los agregados.....	35
Figura 5. Diagrama de operaciones del azúcar.....	46
Figura 6. Estructura de la sacarosa.....	48
Figura 7. Estructura de la glucosa .....	49
Figura 8. Estructura de la fructuosa.....	50
Figura 9. Azúcar Blanca Cartavio.....	52
Figura 10. Parámetros de la reología del concreto fresco.....	56
Figura 11. Medios para evaluar la trabajabilidad del concreto en estado fresco.....	57
Figura 12. Etapas de fraguado del concreto, utilizando las agujas de penetración.....	60
Figura 13. Factores que influyen en la resistencia a la compresión del concreto.....	61
Figura 14. Esquema del proceso de bombeo de concreto.....	67
Figura 15. Granulometría recomendable del agregado fino de peso normal (porcentaje que pasa).....	69
Figura 16. Granulometría recomendable del agregado fino de peso normal (porcentaje individual retenido).....	69
Figura 17. Analisis de bombeabilidad.....	70
Figura 18. Circuito de bombeo.....	75
Figura 19. Registros de la presión en tuberías.....	76
Figura 20. Nomograma para aplicar el bombeo de concreto en la obra.....	78
Figura 21. Estimación del comportamiento del bombeo de concreto.....	79
Figura 22. Nomograma Putzmeister.....	81
Figura 23. Nomograma Schwing.....	81
Figura 24. Nomograma que muestra una mala distribución de tubería.....	80
Figura 25. Nomograma que muestra una buena distribución de tubería.....	80
Figura 26. Comparación gráfica de concreto rheoplástico con y sin vibración.....	86
Figura 27. Grafica de Asentamiento vs horas del concreto rheoplástico.....	86
Figura 28.- Gráfica de desarrollo de resistencias del concreto rheoplástico.....	87
Figura 29. Prensa digital de concreto.....	92
Figura 30. Penetrometro.....	93
Figura 31. Cono de abrams.....	93
Figura 32. Mezcladora 9 pie3.....	94
Figura 33. Mixer de concreto 8m3.....	94
Figura 34. Bomba estacionaria de concreto.....	95
Figura 35. Esquema del diseño experimental con posprueba únicamente.....	102
Figura 36. Perdida de asentamiento del concreto en el tiempo para diferentes dosis de Sacarosa, con respecto $fc=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	117
Figura 37. Perdida de asentamiento del concreto en el tiempo para diferentes dosis de Sacarosa, con respecto $fc=210 \text{ kg/cm}^2$ -correlación.....	118
Figura 38. Asentamiento máximo del concreto con diferentes dosis de sacarosa.....	119
Figura 39. Asentamiento máximo del concreto con diferentes dosis de sacarosa-	

correlación.....	120
Figura 40 tiempo transcurrido en alcanzar un asentamiento de 4" con diferentes dosis de sacarosa.....	121
Figura 41 tiempo transcurrido en alcanzar un asentamiento de 4" con diferentes dosis de sacarosa.....	122
Figura 42. temperatura promedio del concreto para diferentes dosis de sacarosa.....	123
Figura 43. temperatura promedio del concreto para diferentes dosis de sacarosa-correlación.....	124
Figura 44. Peso unitario del concreto para diferentes dosis de sacarosa.....	125
Figura 45. Peso unitario porcentaje de variación del concreto para diferentes dosis de sacarosa.....	125
Figura 46. Peso unitario del concreto para diferentes dosis de sacarosa-correlación.....	126
Figura 47. Tiempo de fraguado del concreto para diferentes dosis de sacarosa.....	127
Figura 48. Tiempo de fraguado inicial del concreto para diferentes dosis de sacarosa.....	128
Figura 49. Tiempo de fraguado final del concreto para diferentes dosis de sacarosa.....	128
Figura 50. Tiempo de fraguado del concreto para diferentes dosis de sacarosa-correlación.....	130
Figura 51. Resumen del ensayo de resistencia a la compresión del concreto para diferentes edades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	131
Figura 52. Resumen del ensayo de resistencia a la compresión del concreto con dosis de sacarosa para diferentes edades del concreto.....	133
Figura 53. Resumen del ensayo de resistencia a la compresión del concreto con dosis de sacarosa para diferentes edades del concreto.....	133
Figura 54. Resumen del ensayo de resistencia a la compresión del concreto con dosis de sacarosa para diferentes edades del concreto-correlación.....	134
Figura 55. Consistencia del concreto $fc=210 \text{ kg/cm}^2$ con dosis de porcentaje de sacarosa.....	139
Figura 56. Consistencia del concreto $fc=210 \text{ kg/cm}^2$ con dosis de 0.20% de sacarosa.....	141
Figura 57. Consistencia del concreto $fc=210 \text{ kg/cm}^2$ con dosis de 0.20% de sacarosa.....	143
Figura 58. Tiempo de fraguado inicial $fc=210 \text{ kg/cm}^2$ con dosis de porcentaje de sacarosa.....	146
Figura 59. Tiempo de fraguado final $fc=210 \text{ kg/cm}^2$ con dosis de porcentaje de sacarosa.....	147
Figura 60. Resistencia a compresión $fc=210 \text{ kg/cm}^2$ con dosis de porcentaje de sacarosa.....	150

## RESUMEN

Los problemas de perdida de trabajabilidad para el bombeado del concreto, por esperas, cambios de puntos de vaciados, trafico, distancias a obra, longitudes de tubería y clima origina fisuras, cangrejeras, juntas frías y bajas resistencias del concreto bombeado. Existen investigaciones de sacarosa en pastas y concreto, investigaciones de evaluación y medición de bombeo del concreto sin y con aditivos químicos. La investigación fue experimental, diseño de dos grupos: el grupo de control: concreto patrón “concreto simple” y grupo experimental “concreto con sacarosa como aditivo para el bombeado”. Se realizó mezcla de concreto simple  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  y mezclas con sacarosa blanca “Cartavio”, dosis de 0.01%,0.07%,0.14%,0.20%,0.25%,0.28%,0.34% y 0.40% del peso del cemento portland tipo I Andino. Se evaluó la retención asentamiento en intervalos de tiempo de 10 minutos (10min a 120min.), tiempo de fraguado y resistencia a la compresión 1,3,7,28 y 60dias. El objetivo fue mejorar el concreto con el uso de sacarosa como aditivo para la elaboración de concreto bombeable. Los resultados con dosis de 0.01% y 0.20%; provocó que el tiempo transcurrido en alcanzar un asentamiento de 4”, mínimo 21.74% y máximo 204.35.1%. El tiempo de fraguado inicial, el mínimo con dosis de 0.40% (-16.47%), y máximo con dosis de 0.20% (152.94%). El tiempo de fraguado final, el mínimo con dosis de 0.01% (22.92%), y máximo con dosis de 0.40% (154.67%). La resistencia a compresión a 28 días dio el máximo con dosis de 0.20% (105%) y mínimo con dosis de 0.40% (30%). Lo que mejoró el concreto bombeado.

**Palabras clave:** sacarosa, tiempo de fraguado, consistencia, mezcla, aditivo, trabajabilidad, resistencia, azúcar, asentamiento, bombeado

## ABSTRACT

The problems of loss of workability for pumping concrete, due to waiting, changes in pouring points, traffic, distances to work, pipe lengths and weather, cause cracks, crabs, cold joints and low resistance of the pumped concrete. There are investigations of sucrose in pastes and concrete, investigations of evaluation and measurement of pumping of concrete without and with chemical additives. The investigation was experimental, design of two groups: the control group: concrete pattern "simple concrete" and experimental group "concrete with sucrose as an additive for pumping". Simple concrete mix  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  and mixtures with white sucrose "Cartavio" were made, doses of 0.01%, 0.07%, 0.14%, 0.20%, 0.25%, 0.28%, 0.34% and 0.40% of the weight. Andean type I portland cement. Settlement retention was evaluated at 10 minute time intervals (10min to 120min.), setting time and compressive strength 1,3,7,28 and 60 days. The objective was to improve the concrete with the use of sucrose as an additive for the elaboration of pumpable concrete. The results with doses of 0.01% and 0.20%; caused the time elapsed to reach a settlement of 4", minimum 21.74% and maximum 204.35.1%. The initial setting time, the minimum with a dose of 0.40% (-16.47%), and the maximum with a dose of 0.20% (152.94%). The final setting time, the minimum with a dose of 0.01% (22.92%), and the maximum with a dose of 0.40% (154.67%). The compressive strength at 28 days gave the maximum with a dose of 0.20% (105%) and a minimum with a dose of 0.40% (30%). What improved the pumped concrete.

**Keywords:** sucrose, setting time, consistency, mixture, additive, workability, resistance, sugar, settlement, pumped

## I. INTRODUCCION

A nivel nacional el sector construcción ha ido creciendo en los últimos años, por lo que se está aplicando en el concreto nuevas tecnologías tales como aditivos que son materiales orgánicos o inorgánicos que se añaden a la mezcla durante o luego de formada la pasta, actuando sobre el cemento y modificando en forma dirigida algunas características del proceso de hidratación, trabajabilidad, el endurecimiento e incluso la estructura interna del concreto. En nuestro país, no es frecuente el empleo de aditivos en las obras por la creencia generalizada de que su utilización incrementa innecesariamente el costo del concreto; pero si se hace un estudio detallado del aumento en el costo del m<sup>3</sup> (incremento que normalmente oscila entre el 0.5 al 5% dependiendo del producto en particular), y de la economía en mano de obra, horas de operación y mantenimiento del equipo, reducción de plazos de ejecución de las labores, mayor vida útil de las estructuras, disminución de riesgos por imprevistos o reparaciones, etc.

En la ciudad de Huancayo , la construcción de edificaciones , las losa de techo, columnas y placas de concreto armado, son uno de los principales problemas para que la calidad del concreto deseado no se llegase a alcanzarse, ya que la elaboración ,transporte , colocado y compactado del concreto son afectados por diferentes factores tales como cambios de puntos de vacíos, esperas por traslados de personal y equipos materiales que no cumplen los estándares de calidad, maquinas defectuosas (mezcladoras, vibradores para concreto, etc.), mano de obra no capacitada, mal diseño de la estructura, temperatura bajas ,cambios en el clima, etc., provocando una serie de defectos que pueden traer consigo baja resistencias, cangrejeras, juntas frías del concreto. Siendo la pérdida del asentamiento el problema principal que se tiene en el bombeo del concreto en obra afectando la trabajabilidad, tiempo de fraguado, resistencias iniciales y finales del concreto .el factor principal para evitar este problema es elaborar concretos que retenga el asentamiento por un tiempo prolongado para el bombeado , ya que básicamente esta parte del proceso de fabricación del concreto es dependiente de la

experiencia de operador a cargo, muchas veces la mano de obra capacitada es escasa y aquí es donde empiezan los problemas de la calidad del concreto.

Por lo tanto, la presente investigación trata de plantear la alternativa de mejoramiento del concreto con el uso de la sacarosa para la elaboración de concreto bombeable, buscaremos solucionar estos efectos negativos y mejorar la calidad en la fabricación de concreto en la ciudad de Huancayo.

Existen pocas investigaciones referido a la sacarosa y que estas han demostrado que la adición de sacarosa en dosis controladas en el concreto mejora algunas de las propiedades del concreto.

En nuestra investigación del uso de la sacarosa como aditivo se ha elegido la azúcar blanca “CARTAVIO”, en cuanto a los demás componentes del concreto como agregados, agua y cemento, han sido considerados y mantenidos como variables constantes.

En el capítulo I definimos y describimos, la realidad problemática, antecedentes, planteamiento del problema, con esta información se plantearon los objetivos, justificación, importancia y delimitaciones de la investigación.

En el capítulo II se plasman los marcos teóricos los componentes del concreto, cementos, agregados, aditivos, sacarosa, propiedades del concreto, diseño de mezcla y concreto bombeable, marco tecnológico, marco filosófico, marco legal, y marco conceptual que son las columnas de la presente investigación. Asimismo planteamiento de la hipótesis, variables e indicadores.

En el capítulo III se define la metodología de investigación usada, y en base a ésta se plasma el desarrollo de la investigación.

En el capítulo IV se presenta la descripción del modelo, en la se detalla los pasos y secuencia de trabajo de investigación.

En el capítulo V se describe los resultados, para nuestro caso la primera parte en estado fresco: asentamiento y tiempo de fraguado, la segunda parte la resistencia a la compresión

En el capítulo VI se realiza la discusión de los resultados obtenidos, contrastación de las hipótesis planteadas.

En el capítulo VII se formula la Conclusiones y recomendaciones de la investigación realizada.

### **1.1. Planteamiento del problema**

La economía basada en el comercio en nuestro país , ha permitido el crecimiento de la industria de la construcción, a lo largo de este crecimiento se ha observado que se han ejecutado proyectos de viviendas multifamiliares, edificios destinados a departamentos, de edificaciones para oficinas de gran envergadura, observando que en estas edificaciones se presenta una baja calidad en la construcción de losas de techos, columnas placas de concreto armado por el transporte y colocado de concreto, siendo una tarea difícil pero no imposible. Así mismo a ello se suma el efecto de las variabilidades de temperaturas típico de cada ciudad del país. En la construcción ha permitido la aparición de muchas empresas de concreto premezclado con el uso de mixers, bombas telescopica y bombas estacionarias para el transporte y colocado de concreto en edificaciones , las mismas que usa una diversidad de aditivos de origen químico, teniendo en cuenta el peso de cemento, de las más costosas a las más cómodas y que dependen muchas veces del cliente al solicitarlo, proceso constructivo, condiciones de las obras, productividad y hoy con menor número de personas en obra por la pandemia del covid 19.

En otro aspecto, existen aditivos de origen natural llamados también orgánicos, que lastimosamente tiene poco o nulo uso porque no son productos conocidos ni ofertados, esto debido a que la industria de la construcción no se ha tomado el tiempo de investigar sobre otros materiales como alternativas de solución, en este caso la sacarosa, que es usado en otros países, con resultados positivos.

Los aditivos se usan para optimizar la reología del concreto, en su estado fresco e incrementar la facilidad de bombeo, fraguado y la resistencia del concreto en estado endurecido, como la consistencia que se mide con el cono de Abrams y la resistencia se mide en base a la compresión en la máquina de rotura de probetas o especímenes. Entonces se puede afirmar que existen antecedentes históricos del uso positivo de aditivos naturales en estudios de investigación realizados en países del exterior y en nuestro país existen escasos trabajos de investigación.

## **1.2. Descripción del problema**

En la ciudad de Huancayo , en la construcción de edificaciones, cuando el colocado de concreto son con bombas telescopicas y/o bombas estacionarias a las estructuras de las losa de techo, columnas placas y cimentaciones de concreto armado, se tiene problemas de calidad del concreto, son uno de los principales problemas para que la calidad del concreto deseado no se llegase a alcanzarse, ya que la elaboración ,transporte , colocado y compactado del concreto son afectados por diferentes factores tales como cambios de puntos de vaciados, esperas por traslados de personal y equipos, no tener mayor estabilidad y tiempo de trabajabilidad, no se retiene la trabajabilidad por más tiempo, transporte del concreto a lo largo de grandes distancias, procesos constructivos que requieran mucho tiempo para la colocación y compactación del concreto ,concretos a suministrarse en obras ubicadas en lugares remotos o de elevado congestionamiento de tránsito, transportar y colocar concreto en condiciones medio ambientales rigurosas, como: baja humedad relativa, muy alta velocidad de viento y temperaturas extremas en el concreto, para elevar el tiempo de permanencia del concreto en tuberías y cañerías durante el bombeo, sin que la obstruya y materiales que no cumplen los estándares de calidad para concretos bombeables. Provocando una serie de defectos que pueden traer consigo baja resistencias, cangrejeras, juntas frías del concreto. Siendo la pérdida del asentamiento el problema principal que se tiene en el bombeado de concreto en obra afectando

las resistencias iniciales y finales .el factor principal para evitar este problema es elaborar concretos que retenga el asentamiento por un par de horas hasta terminar de bombeo el concreto, ya que básicamente esta parte del proceso de fabricación del concreto bombeado es dependiente de la experiencia de operador a cargo, muchas veces la mano de obra capacitada en el uso de los mixers y bombas de concreto es escasa y aquí es donde empiezan los problemas de la calidad del concreto.

El concreto, tiene dos estados, el estado fresco y el estado endurecido, de las características de estas dependerá su durabilidad. En la fase concreto en estado fresco, tenemos varias propiedades y una de ellas, la más importante, es la consistencia; que se mide con el cono de Abrams, esta prueba también nos permite medir en forma indirecta la trabajabilidad y tiempos de trabajabilidad para concretos bombeados. En la fase del concreto en estado endurecido, la propiedad más importante es la resistencia a la compresión o la prueba a la compresión axial, la que se determina con prensas para romper probetas o testigos de concreto. Son el uso casi masificado los aditivos químicos, por parte de los que elaboran el concreto en obra o las plantas de concreto pre mezclado, los que son estudiados con sus impactos ya descritos.

Ante esta realidad, hay que buscar nuevas alternativas, reemplazando por otros productos existentes en la zona que logren o cumplan funciones similares; A través del uso del concreto con la sacarosa como aditivo buscaremos solucionar estos efectos negativos, es decir buscaremos mejorar la calidad en la fabricación de concreto para ser bombeado a elementos estructurales en la ciudad de Huancayo.

En la investigación se pretende ver la influencia de la sacarosa como aditivo en la consistencia del concreto bombeado, retener la trabajabilidad por mayor tiempo y tiempo de fraguado del concreto en estado fresco, y la resistencia a la compresión en el concreto endurecido.

Estos beneficios redundarán en el mundo académico, la industria de la construcción y en la mejora socio-económico y ambiental de la zona.

### **1.3. Formulación del problema**

#### ***1.3.1. Problema general***

¿Con la dosis de sacarosa en el diseño de concreto, se logrará mantener la trabajabilidad del concreto bombeado a través de pruebas de mantensor?

#### ***1.3.2. Problemas específicos***

¿Con el porcentaje de sacarosa blanca en el concreto se obtendrá el rango de tiempo de la variación de consistencia en la trabajabilidad del concreto bombeado?

¿Con el porcentaje de sacarosa blanca en el concreto se obtendrá la variación en el tiempo de fraguado inicial y final en la trabajabilidad del concreto bombeado?

¿Con el porcentaje de sacarosa blanca en el concreto se obtendrá la variación de resistencia a la compresión en la trabajabilidad del concreto bombeado?

### **1.4. Antecedentes**

#### ***1.4.1. Antecedentes internacionales***

**1.4.1.1. Guatemala.** El uso del azúcar como aditivo retardante y modificador de resistencia de concreto muestra variaciones positivas con respecto al patrón si son controladas, Según Álvarez (2017) manifiesta que:

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. (p.115)

**1.4.1.2. Brasil.** En la producción de la caña de azúcar los desechos procesados como cenizas pueden ser usados como elemento ligante alternativo en el concreto. Según Bassan et al. (2015) mencionan que:

La producción de caña de azúcar está aumentando en Brasil debido a la demanda en la fabricación de azúcar y alcohol. Durante el proceso de producción se generan varios desechos, como la paja de caña de azúcar. Después de un proceso de quemado de este material de desecho, se obtiene ceniza de paja de caña de azúcar (SCSA), que puede ser utilizada en la producción de ligantes alternativos. Los morteros de cemento Portland mezclados se prepararon utilizando 0%, 20% y 30% de SCSA en reemplazo del cemento Portland. Para los morteros activados con álcali, la solución de activación se basa en una solución de hidróxido de sodio (NaOH) y se evaluaron diferentes proporciones de escoria / SCSA en masa: 100/0, 75/25 y 50/50. Se ensayó la resistencia mecánica de los morteros curados a temperatura ambiente durante 7 y 28 días de curado. Los resultados confirman que se pueden obtener propiedades mecánicas mejoradas para ambos aglutinantes alternativos utilizando SCSA en su composición. (p.1)

**1.4.1.3. India.** Algunos aditivos superplastificantes son compatible con la ceniza de bagazo de azúcar con la interacción entre el material puzolanico y el cemento .Bahurudeen et al. (2014) mencionan que:

La ceniza de bagazo de caña de azúcar es un subproducto de las industrias azucareras y se puede utilizar como material cementante complementario en el hormigón. La utilización de diversos materiales cementantes suplementarios influye significativamente en las propiedades frescas y endurecidas del hormigón. La interacción del material puzolanico con el cemento y los aditivos químicos produce

diversos efectos en las propiedades frescas del hormigón de cemento mezclado. Los cementos de puzolana Portland a base de ceniza de bagazo de caña de azúcar se produjeron con tres niveles diferentes de reemplazo: 10%, 15% y 20%. Se utilizaron pruebas de cono de pantano y mini-asentamiento para determinar el efecto del tipo de superplastificante y la proporción de aglutinante de agua sobre la dosis de saturación. A partir de este estudio, se observó que el superplastificante a base de éter policarboxílico era más compatible con el cemento mezclado con cenizas de bagazo que el superplastificante a base de naftaleno sulfonado. (p.1)

**1.4.1.4. Alemania.** La capacidad de bombeo de concreto está relacionado a la relación a diversas composiciones de mezclas, relación agua cemento, asentamiento, forma de agregados y aditivos. Mechtcherine et al. (2013) manifiestan que:

El bombeo de hormigón es una parte importante de los procesos de construcción modernos. Independientemente de la inmensa importancia práctica de este proceso, la presión de bombeo todavía se está estimando utilizando métodos convencionales como la prueba de asentamiento, El reómetro de tubo deslizante (Sliper) es un nuevo dispositivo desarrollado para resolver este problema y proporcionar estimaciones fiables de las presiones de bombeo. Con este dispositivo se realizó una serie de pruebas de laboratorio para investigar la capacidad de bombeo de hormigones con diversas composiciones. Los resultados obtenidos proporcionan una base sólida para demostrar los vínculos entre los parámetros de la mezcla, por ejemplo, la relación agua-aglutinante, la forma del agregado, los aditivos y la clase de consistencia, y la capacidad de bombeo del concreto. En aras de la comparación, todos los hormigones se probaron utilizando un viscosímetro de hormigón y también la prueba de la mesa de flujo. Esta comparación enfatizó las ventajas de utilizar Sliper para determinar el comportamiento reológico del hormigón durante el bombeo, mientras que se encontró una buena

correlación entre los resultados obtenidos en la serie de pruebas con Sliper y el viscosímetro de hormigón. Finalmente, la capacidad de predicción de Sliper se validó en condiciones de campo midiendo la presión de bombeo a gran escala. (p.312)

**1.4.1.5. Korea.** La forma de las partículas en la mezcla de concreto influye en el flujo del concreto bombeado. Sung et al. (2013) mencionan que:

Cuando el hormigón se transporta a través de una tubería, la capa de lubricación se forma en la interfaz entre el hormigón y la pared de la tubería y es el factor principal que facilita el bombeo del hormigón. Para predecir el rendimiento de bombeo, necesita encontrar las propiedades de la capa, como sus propiedades reológicas y su espesor. Un posible mecanismo que contribuye a la formación de la capa es la migración de partículas inducida por cizallamiento. En este estudio, el flujo de la tubería de hormigón bombeado se simuló numéricamente en función de su mecanismo. A partir del análisis numérico se encontró que la forma irregular de las partículas en la mezcla de concreto, especialmente arena y grava, influye mucho en el flujo de la tubería de concreto bombeado. La tasa de flujo y el perfil de velocidad calculados en base a la consideración de los efectos de la forma de las partículas para la arena y la grava reales muestran una buena concordancia con los resultados de las pruebas de bombeo a escala real. (p.1)

**1.4.1.6. Noruega.** La mejora de la trabajabilidad del concreto se logra a través del uso de plastificantes y esto a su vez puede originar retardos de fraguado. Colombo (2017) menciona que:

Las aplicaciones modernas de hormigón intensifican la necesidad de hormigones altamente fluidos, que sean al mismo tiempo duraderos y posean buenas propiedades mecánicas. La adición de plastificantes a la mezcla de concreto permite obtener hormigones altamente trabajables manteniendo bajas relaciones de agua a aglutinante, lo que es beneficioso para la resistencia a la compresión y la durabilidad.

Sin embargo, la adición de plastificante puede provocar un retraso en el tiempo de fraguado del hormigón, lo que limita la dosificación de plastificante utilizable en la práctica. Además, pueden existir problemas de incompatibilidad entre el plastificante y el cemento, lo que posiblemente lleve a una mayor dosis de LS necesaria para alcanzar una trabajabilidad determinada, retraso severo del fraguado, fraguado rápido y pérdida de asentamiento repentina. En esta tesis doctoral, se utilizó como plastificante un lignosulfonato cálcico de madera blanda (LS) reducido en azúcar. El LS se utilizó en pastas de dos cementos Portland con diferente composición química y superficie específica: un CEM I 52.5 N (ANL) y un CEM I 52.5 R (CX), según la definición de la Norma Europea EN197-1: 2011.

En conclusión, el uso de los LS estudiados en esta tesis doctoral en combinación con cemento caracterizado por un alto contenido de C3A y finura parece crítico, ya que posiblemente conduzca a problemas de incompatibilidad, como una mayor dosis de LS necesaria para alcanzar una trabajabilidad determinada, retraso severo de fraguado, rapidez conjunta y súbita caída por caída. Por lo tanto, antes de utilizar LS en la práctica del hormigón, se debe prestar especial atención a la combinación entre los LS y el cemento elegido. (p.6)

**1.4.1.7. Países bajos.** La capacidad de bombeo del concreto en la obra está relacionado con la consistencia y se puede medir a través del asentamiento, existen otros métodos que miden la consistencia pero que están limitados a ser usados en laboratorio y no en el lugar de la construcción. Cualquier aditivo que mejora la trabajabilidad mejorar el bombeo del concreto. Draijer (2007) manifiesta que:

Los problemas con la capacidad de bombeo del hormigón provocan retrasos, mayores costos y más mano de obra. Por lo tanto, es útil utilizar un método de prueba que pueda predecir si estos problemas ocurrirían con un lote de concreto. Por la presente, este lote

puede rechazarse evitando estos problemas. Para esta investigación se buscará un método de prueba que pueda ayudar a resolver los problemas que están presentes en China. Este método de prueba debe ser utilizable en el campo para evaluar la capacidad de bombeo del hormigón en el sitio de construcción. La búsqueda de este método de prueba se realizará mediante un análisis de los problemas actuales en China con respecto a la capacidad de bombeo y mediante la creación de conocimientos sobre los métodos de prueba para la capacidad de bombeo del hormigón.

La capacidad de bombeo del hormigón se puede describir por la consistencia y la cohesión de esta mezcla. La consistencia es la capacidad relativa de fluir y en China esto se mide mediante la prueba de caída. La cohesión es la resistencia a la segregación y al sangrado. En China, esto solo se mide a pedido mediante la prueba de sangrado normal; una prueba que requiere mucho tiempo. (p.3)

**1.4.1.8. Cuba.** El retardo de fraguado del concreto depende mucho de la dosis de la sacarosa como aditivos a escoger en el concreto y de la superficie específica del cemento a usar con el agua. Stolongo et al. (1993) manifiesta que:

Se evalúa la influencia de la sacarosa como aditivo retardador del fraguado del cemento en la hidratación de la alita 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).

La selección del aditivo y el contenido de adición debe garantizar el efecto retardador durante el período inicial, favoreciendo el incremento de las propiedades mecánicas a edades avanzadas. Muchos productos orgánicos retardan perfectamente a

contenidos muy pequeños, y entre ellos la sacarosa está catalogada como un retardador por excelencia, con estabilidad estructural en solución alcalina. (p.37)

#### **1.4.2. Antecedentes nacionales**

El uso de los aditivos y adiciones afectan las propiedades del concreto, su empleo limitado a las propiedades que se requiere y en mención la ficha técnica. Gomero (2006) menciona que:

El propósito fundamental de la investigación fue establecer las aplicaciones y diferencias entre los aditivos y las adiciones usualmente empleados en nuestro país.

Agrupo los aditivos en 6 grupos: aditivos incorporadores de aire, acelerantes, reductores de agua (superplastificantes), floculantes y diversos; y las adiciones en 4 grupos: adiciones puzolanicas, escorias, cenizas y microsilices.

En base a la documentación obtenida, concluyo que los diferentes tipos de aditivos y adiciones afectan a las propiedades en estado plástico y endurecido de los concretos en general. Su empleo debe estar condicionado a las propiedades que se desea modificar en el concreto y a las recomendaciones del fabricante. (p.94)

Según Cotrina (2016) determinó que:

Dosis de 0.10% y 0.40% se adecuan a concretos masivos, La dosis de 0.40% es mejor transporte de largas distancias del concreto porque tiene un 29% más de fraguado inicial, pero no es adecuado para juntas frías porque tiene menos de 98% de resistencia. (p.18)

Según Alcalde y Alcalde (2019) mencionan que:

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 Chemoplast (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 Chemoplast 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 Chemoplast.

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 adicionó 0.15% de azúcar, presentando un incremento de 221%. Utilizando el aditivo Chemoplast 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 utilizó azúcar y aditivo Chemoplast respectivamente. Podemos concluir que el azúcar nos brinda mayor resistencia a edades finales y no iniciales, de modo inverso que el Chemoplast. (p.5)

Según Mego (2019) menciona que:

La comparación de cada aditivo en el momento de la elaborar el concreto dosificando sika retarder pe en dosis de 0.20% y 0.60 % y azúcar blanca en dosis de 0.075%; 0.15% y 0.25 %, estos porcentajes con respecto al peso del cemento. Para la resistencia a compresión del concreto con aditivo sika retarder pe y la azúcar blanca se realizaron a edades de 8, 14 y 28 días, donde en dosificación de 0.60% de aditivo sika retarder pe

fue la resistencia más alta que las demás dosificaciones obteniendo una resistencia de 383.80 kg/cm<sup>2</sup> y la dosificación mejor para el concreto adicionado azúcar blanca fue la dosis mínima de 0.075% obteniendo una resistencia de 345.37 kg/cm<sup>2</sup>.

Para el ensayo de asentamiento del concreto adicionado aditivo sika retarder pe y la azúcar blanca, la mejor fluidez lo obtuvo el aditivo sika retarder pe con dosis de 0.60% con un asentamiento de 8 1/2 pulgadas mediante el cono de abrams y por otro lado empleado azúcar blanca para el concreto la mejor dosis fue 0.25% con un asentamiento de concreto de 6 1/4 pulgadas.(p.5)

Apaza (2019) manifiesta que:

Se ha trabajado con diferentes porcentajes de sacarosa como: 0.03%, 0.075% y 0.15%; en el diseño de mezcla la cantidad de cemento obtenido es de 2kg para el cual la sacarosa utilizada es de: 0.6gr, 1.5gr. y 3gr.

Se concluye que al incorporar la sacarosa en un porcentaje de 0.075%, presenta una mejor resistencia a los 7 y 14 días obteniéndose una resistencia de 141.22kg/cm<sup>2</sup> y 185.11kg/cm<sup>2</sup>, que equivale a un 67.25% y 88.15% respectivamente. Al adicionar la sacarosa en el concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, el tiempo de fraguado es mayor que un concreto convencional, por lo tanto, la sacarosa es un retardante de fragua. El curado de este tipo de concreto que es con un incremento de sacarosa, se realiza con cemento el cual está al alcance en la obra. (p.11)

## **1.5. Justificación de la investigación**

### ***1.5.1. Fundamento***

Se busca elaborar un concreto apropiado para ser bombeado usando la sacarosa o azúcar como un aditivo, buscando tener una mayor trabajabilidad y retención de asentamiento para su colocado, así mismo una resistencia del concreto de acuerdo a lo especificado por el

proyectista, de esta manera evitando problemas de las propiedades del concreto en el estado fresco y endurecido.

### ***1.5.2. Justificación de la Investigación***

**1.5.2.1 Teórica.** Nuestra raíz tecnológica en relación al concreto es norteamericana y proviene del American Concrete Institute - ACI, y principalmente del Código ACI 318 que establece los Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural, siendo el Código privado para diseño en concreto armado mas empleado y referido a nivel mundial. En nuestro país la Norma NTE E.060-2009 Concreto Armado, es el código oficial vigente con fuerza de Ley ya que es emitido y publicado por D.S. del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento y está basado en el Código ACI 318-2014.

Con la presente investigación se desea estudiar el uso de la sacarosa como aditivo para el concreto, su efecto sobre sus propiedades, tomando como referencia lo indicado por el Código ACI 318-18 ( Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural), Reglamento nacional de edificaciones, Norma NTE E.60, NTP339.114-10 ( Concreto Premezclado), Comité ACI 211.R (Práctica estándar para seleccionar proporciones para concreto pesado, normal y en masa), ACI 304.2R-17( Guía para colocar hormigón mediante métodos de bombeo), y ASTM C494/C494M-19 (Especificación de estándar para aditivos químicos para hormigón) este último sobre la clasificación de aditivos para el concretos el uso, dosificaciones ventajas, desventajas y sus limitaciones.

**1.5.2.2. Practica.** Al realizar la presente investigación se podrá describir el comportamiento del concreto en su estado plástico, al que han sido adicionadas dosis de sacarosa, y con mayor razón su influencia en la trabajabilidad y retención de asentamiento para su bombeado. Esto se podrá lograr mediante la elaboración de prueba experimentales en laboratorio. Al confirmar que el uso de la sacarosa como aditivo y su aporte en trabajabilidad del concreto bombeado y la resistencia a la compresión del concreto, se tendrá beneficios

prácticos como el uso masificado y de industrialización de las plantaciones caña de azúcar en y con ello se bajarían los costos de los aditivos y consecuentemente bajarían los costos de producción.

**1.5.2.3. Metodológica.** La implicancia metodológica de esta investigación será cuantitativo, correlacional y aplicativo, de nivel explicativo y diseño experimental.

El uso de la sacarosa como aditivo en el concreto bombeado, cuya dosis se determina de acuerdo al peso del cemento, procediendo a cotejarse con el concreto patrón, en ella la consistencia a través del asentamiento (La norma ASTM C143 y la nacional equivalente NTP 339.035) , tiempo de fraguado (La norma ASTM C 403 y la nacional equivalente NTP339.082) y la resistencia a la compresión del concreto (ASTM C172/C172M-14“Standard Practice for Sampling Fresh Concrete”, ASTM C31/C31M-15“Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field”, ASTM C39/C39M-15 “Standard Practice for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens y la nacional equivalente NTP 339.034), se midiran según lo especificado en las normas establecidas para tal fin.

**1.5.2.4. Social.** Con el desarrollo de esta investigación se dará un gran aporte para el bombeo de concreto en la construcción de edificaciones, pues se podrá tener una posible solución para controlar los tiempos de esperas de dar resultados esperado.

Reducción del costo del concreto, con los valores agregados y la industrialización de la caña de azúcar, se mejorará la calidad de vida de la población, reduciendo a la vez los problemas ambientales.

En el aspecto socioeconómico, se intensificará el sembrío de la caña de azúcar, la cual redundará en el mejoramiento de la calidad de vida de la población los beneficiados, así como, las empresas de concreto premezclado, las constructoras de edificaciones y el medio ambiente.

### ***1.5.3. Importancia de la investigación***

Permitir a las empresas constructoras, empresas de concreto premezclado y residentes de obras de edificaciones una alternativa de solución al bombeado de concreto con el uso de la sacarosa como un material más y reducir los problemas de la trabajabilidad, mejorar la retención de asentamiento del concreto del concreto bombeado, así como su resistencia.

## **1.6. Limitación de la investigación**

### ***1.6.1 Espacial***

La presente investigación se realizará en la provincia de Huancayo, buscando mejorar la calidad del concreto de elementos de concreto armado vertical y horizontal en las edificaciones, bajo lo indicado en la NTP, ASTM y ACI.

### ***1.6.2 Temporal***

Las variaciones de temperatura, velocidad de viento y humedad relativa son de gran influencia en las propiedades del concreto, estos parámetros presentan diversas variaciones durante el transcurso del año, lo cual ha llevado a plantear que en el presente estudio sean evaluadas bajo condiciones normales de laboratorio y ambientales. Tendrá duración de 12 meses, durante los meses de marzo 2020 a marzo de 2021.

### ***1.6.3 Social***

Investigador

Laboratorio de concreto

Sencico

Universidades

Ministerio de Vivienda y Saneamiento

## **1.7. Objetivos de la investigación**

### ***1.7.1. Objetivo general***

Evaluar la dosis de sacarosa en el diseño de concreto con la finalidad de mantener la

trabajabilidad del concreto bombeado a través de pruebas de mantensor.

### ***1.7.2. Objetivos específicos***

Determinar el porcentaje de sacarosa blanca en el concreto, con la finalidad de obtener la variación de consistencia en un rango de tiempo en la trabajabilidad del concreto bombeado.

Determinar el porcentaje de sacarosa blanca en el concreto, con la finalidad de obtener la variación en el tiempo de fraguado inicial y final en la trabajabilidad del concreto bombeado.

Determinar el porcentaje de sacarosa blanca en el concreto bombeado, con la finalidad de obtener la variación de resistencia a la compresión en la trabajabilidad del concreto bombeado.

## **1.8 Hipótesis**

### ***1.8.1 Hipótesis general***

Con dosis de sacarosa en el diseño de concreto, se logra mantener la trabajabilidad del concreto bombeado a través de pruebas de mantensor.

### ***1.8.2 Hipótesis específicos***

La utilización del porcentaje de sacarosa blanca en el concreto, determina la variación de consistencia en un rango de tiempo en la trabajabilidad del concreto bombeado.

La utilización del porcentaje de sacarosa blanca en el concreto, determina la variación en el tiempo de fraguado inicial y final en la trabajabilidad del concreto bombeado.

La utilización del porcentaje de sacarosa blanca en el concreto, determina la variación de resistencia a la compresión en la trabajabilidad del concreto bombeado.

## **1.9. Estado del arte**

Se muestra en la Tabla 1 el estado del arte de la presente Investigación.

**Tabla 1***Estado del arte*

Fecha-autores	Título de la investigación	Variables principales	Resultado	Conclusión	Institución
De 1900 al 1940	Agregados, concreto, a/c	Densidad del concreto, agregados, proporcionamiento de mezcla ,mezcla de concreto, relación a/c, resistencia, granulometría, trabajabilidad	a. En 1907, Fuller y thompson, la densidad del concreto y en el como lograrla aplicando, la conocida "curva de Fuller" para graduar el agregado a máxima densidad. b. En 1918, Duff Abrams, teoría sobre el proporcionamiento de mezclas de concreto c. En 1923 ,Gilkey plantea primera observación a la ley de abrams d. En 1923 Talbot y Richart, indican procedimiento mezclas de concreto para diferentes densidades y resistencias. uso volumen absoluto de ingredientes. e. En 1926, Boloney propone una curva teórica modificada en granulometrías continuas.	La experiencia dio que las mezclas con este método tendían a Ser asperas y poco trabajable y requerían compactación vigorosa. E agregado no es un material inerte de relleno, sino influye en el comportamiento del concreto. El ensayo de asentamiento fueron empleados para dar alguna medida de la movilidad y trabajabilidad del concreto En 1938 diverso , el aire en la mezcla en forma de burbujas mejora la durabilidad frente a los procesos de congelación y deshielo.	EEUU
Año 1942	Módulo fineza	Relación a/c, módulo de fineza de la combinación de agregados	En 1942 Henrry presenta un método de proporcionamiento basado en la relación agua-cemento y modulo de fineza de la combinación de agregados	Llegar a una adecuada proporción de las partículas de agregado fino y grueso.	EEUU
Año 1944	Recomendaciones para el diseño de mezcla	Agua, cemento, agregados	Publicación de ACI 613-44 "Recommended practice for the desing of concrete mixed"	Tablas y procedimiento de diseño de mezcla	ACI EEUU
Año 1952	Uso cenizas en concreto masivo	Cenizas, calor de estructuras masivas	Se utiliza por primera vez cenizas provenientes de la combustión del carbon como material de reemplazo de una parte de cemento,	para reducir la velocidad de generación del calor en estructuras masivas	
Año 1955	Hormigón vibrado convencional	Fluidificantes, aireantes, plastificantes, consistencia, agua, calidad de hormigon	Utilizar los fluidificantes basados en lignosulfatos. Los aireantes de resina Vinsol Saponificada. Plastificante en polvo Pozzolith 8. Su rendimiento era aceptable (8% de reducción de agua de amasado).	Con efectos secundarios negativos notables. Mejor calidad que los convencionales de la época. En las obras se "peleaba" milímetro a milímetro la consistencia del hormigón en el Cono de Abrams. El cono era el parámetro más llamativo e inmediatamente relacionado con la calidad de hormigón.	EEUU Aditivos
Año 1970	Hormigón autonivelante y hormigón de alta resistencia	Superfluidificantes , concreto	El utilizar en la obra civil los primeros superfluidificantes procedentes de Japón y Alemania,fue usado en España, la Torre Europa (1982 en Azca, Madrid),en su cimentación, muy armada, se utilizó hormigón autonivelante (consistencia fluida en el cono de Abrams). El resultado dio una reducción del agua de amasado del orden del 25%, sin efectos secundarios negativos y por la rapidez, facilidad y garantía en la ejecución.	los aditivos son un componente más del concreto y son usados en la construcción como aditivo retardante del fraguado, plastificantes, reductores de agua, etc. La necesidad de saber del porcentaje óptimo de aditivo a adicionar en el concreto que satisfaga las necesidades para su transporte y colocación, dependerá mucha su validación según los ensayos en laboratorio.	Aditivos Japon, Alemania

2014/Juan jose olcina santos	Aditivos, concreto, resistencia, asentamiento	Tipos de aditivos, concreto, resistencia, trabajabilidad, tiempo de fragua	Composición química de sulfonatos, naftalenos sulfonados, lignosulfonatos, aireantes naftalenos sintéticos, melaninas sintéticas usados en el concreto altera la trabajabilidad, resistencia, fraguado, la incorporación de aire en función a diferentes dosis en función al peso de cemento y peso total del concreto	Aporte a la trabajabilidad, bombeabilidad, resistencia ,durabilidad en mención a la dosis de aditivos, estas mejoras se dan en según la generacion de aditivos	Aditivos Basf
mayo-junio 1972/Alejandr o Graf López/Ingenier o Civil, UNAM. Gerente Técnico de PRECONCRE TO, S. A. Asesor Técnico de SIKA MEXICANA, S. A. Profesor, Facultad de Ingeniería, UNAM. Miembro del ACI.	características del concreto bombeable	concreto bombeado; concreto normal; concreto ligero; agregados; diseño de mezclas; revenimiento; factor de cemento; pruebas de bombeo.	Procedimientos que se siguen en la actualidad para el diseño de las proporciones de los materiales de un concreto bombeable. Cantidades de los agregados en un concreto bombeable debe hacerse en base a experiencias previas. Se muestran los límites de una graduación para una combinación de agregado fino y grueso de 20 mm (3/4") y de 25 mm (1") en dos concretos. Estos límites son producto de la experiencia que reportó el Comité ACI 304 sobre concreto bombeable.	Obtener la muestra en el punto de descarga de la bomba. Se necesita hacer pruebas esporádicamente en el final de la tubería, para establecer comparaciones que determinen factores de relación entre ambas muestras y saber de esta manera, qué puede pasar con un concreto determinado en cada caso particular.	Facultad de Ingeniería, UNAM. Miembro del ACI.
06/1993/Sotol ongo, R. Gayoso, R. Calvez, M.	Contribución al estudio de la sacarosa como aditivo retardador de la hidratación del cemento	Sacarosa, superplasticante, retardador	La hidratación se incrementa para 0,025 %. De 0,100 a — 0,300 % la inhibición de la hidratación ocurre en un tiempo proporcional al contenido de la adición. Con 0,400 % el retardo es permanente en el período analizado.	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.	Consejo Superior de Investigaciones Científicas Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
Miguel Rodrigo López/Mayo20 11 tesis	Desarrollo de un dispositivo para la Determinación de la aptitud del hormigón para el bombeo	Presión, Hormigón, bombeo	Un fluido tipo Bingham, una relación que nos determina el caudal de hormigón bombeado a partir de una diferencia de presión, La mezcla F1, F2 y F3 es bombeable, se completa el ensayo de bombeo sin ningún inconveniente. Todas las mezclas eran bombeables al finalizar todos los ensayos de bombeo, comprobar que sus propiedades finales eran aceptables con el bombeabilímetro. Se constato que algunas mezclas se bombean con más dificultades que otras, caso de la mezcla F2 con más diferencia de presión necesita para conseguir un flujo, debido al menor asiento según ensayo del cono.	La ciencia que estudia la bombeabilidad del hormigón a partir de los parámetros reológicos es relativamente reciente y todavía queda mucho camino por delante. No hay consenso acerca de ningún método que pueda predecir con precisión los diferentes fenómenos existentes durante el bombeo del hormigón. Las mezclas con mayor cono necesitan, necesitan menor presión para obtener un mismo caudal. La mezcla con mayor dosificación de arena requiere menor presión que las demás para obtener un mismo caudal, crear capa de lubricación.	Universidad Politecnica de Catalunia/Barcel ona España
2015/Angel J.Rodriguez Lopez Teis Doctoral	Determinación automática de la eficiencia volumétrica y otros parámetros de operación de bombas alternativas de	Aditivos, consistencia, contenido de aire, presión, Bombeabilidad, eficiencia volumétrica	Las distintas mezclas utilizadas en el estudio a lo largo de bombeo se hizo mediante el ensayo de cono de Abrams y contenido de aire, con el fin de ratificar su capacidad para el bombeo atendiendo a los criterios	Que la consistencia de la mezcla cambia rápidamente cuando existe recirculación durante el bombeo que estando ese tiempo en camión hormigonera. La fricción de la tubería y a los efectos de compresión y descompresión causados	Universidad Politécnica de Madrid/ Escuela técnica superior de minas y energia

	hormigón mediante análisis de los pulsos de presión en su salida	establecidos en la normativa ACI 304.2R y otros . Los resultados de las mezclas cumplen los criterios de bombeabilidad dados por las normativas, consistencia estaban dentro del rango especificado de 7.5 a 15 cm) o encima, caso de mayor contenido en finos o aditivos mejorando la bombeabilidad.	por el propio proceso altera la temperatura el concreto
2017/Julio César Alvarez Guillén	Azúcar como aditivo retardante y modificador de resistencia para mezclas de concreto	Azúcar blanca, azúcar morena, propiedades del concreto Cualquier tipo de azúcar aumenta: el tiempo de fraguado, el contenido de aire y la resistencia a compresión, proporcional a la dosis usada Estos resultados favorables determinan su uso del azúcar aditivo para mezclas de concreto	El uso de azúcar blanca o morena como aditivo en mezclas de concreto es beneficioso usado en cantidades controladas. El comportamiento de los dos tipos de azúcar son parecidos en cambio de tiempo de fraguado y resistencia a compresión, aumento proporcional a dosis adicionada de azúcar. Según ensayos de carbonatación en los cilindros recién fracturados no existe pérdida de alcalinidad para ningún tipo y cantidad de azúcar adicionada. El concreto con adición de azúcar blanca da mejor comportamiento en su resistencia a compresión que la azúcar morena, La cantidad de 0,03 % de azúcar blanca como aditivo, mejor desempeño da por incremento de resistencia y un aumento de 3 horas en el fraguado final de la mezcla de concreto. Los ensayos de carbonatación manifiesta que la alcalinidad no es perdida por la adición de azúcar en la mezcla.
Setiembre 2019/Luis Felipe Soto Gutiérrez	Efecto del azúcar de caña en las propiedades físicas y mecánicas de las pastas y morteros elaborados con cemento tequendama	Azúcar, tiempo de fragua, resistencia a la compresión, consistencia,aditivo o eucon Se incrementa la consistencia al incrementar dosis de azúcar en la pasta sin aumentar agua. dosis de 0,03% a 0,15% de azúcar en la pasta presenta retraso del fraguado. A los 7 y 28 días, registró un pico de resistencia, que supera las resistencias de la muestra patrón.	Al ser adicionado azúcar de caña en las mezclas de pasta de cemento y motero, retarda y acelera según la concentración que se emplea partir del 0,15%, actúa como acelerante y a su vez reduce la resistencia por lo que no conviene su empleo en las obras.
2019/Mego Delgado, Juan Carlos	"Evaluación del efecto retardante del aditivo sika retarder pe y el azúcar blanca, en elemento columna para un concreto fc=210 kg/cm2, en Lima 2019"	Azúcar blanca, sika retarder pe. concreto fc 210 kg/cm2 en elemento Adicionar azúcar en dosificaciones de 0.15% y 0.25% tiene un asentamiento de 13.8 cm y 15.8 cm superan así al aditivo sika retarder pe en dosis de 0.20% en asentamiento.  La adición azúcar blanca en dosis 0.075% y 0.15% son superiores al concreto patrón a edades de 14 y 28 días	El aditivo sika retarder y el azúcar blanca influyen con todas sus dosificaciones como retardante, efecto a la resistencia y fluidez, siendo mejor el aditivo que el azúcar blanca pero ambos mejor que el concreto patrón

Diciembre 2019 Nilda Yurema Apaza Pinto	Análisis comparativo del concreto f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> mediante el uso de la sacarosa para el aumento de la resistencia producido con cemento IP en la ciudad de Juliaca	Sacarosa, concreto f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia a la compresión 7 días 0.03% :126.11 kg/cm <sup>2</sup> 60.05% 0.075% :141.22 kg/cm <sup>2</sup> 67.25% 0.15% : 5.93 kg/cm <sup>2</sup> 7.58%  Resistencia a la compresión 7 días 0.03% :158.60 kg/cm <sup>2</sup> 75.52% 0.075% :185.11 kg/cm <sup>2</sup> 88.15% 0.15% :31.67 kg/cm <sup>2</sup> 15.08%	Al incorporar la sacarosa con dosis 0.075%, presenta una mejor resistencia a los 7 y 14 días, el tiempo de fraguado es mayor que el concreto convencional, por lo tanto, la sacarosa es un retardante de fragua.	Universidad Peruana Unión Facultad de Ingeniería y Arquitectura Escuela Profesional de Ingeniería Civil Juliaca, Puno Trabajo de investigación
2019/ Alcalde Ibañez, Alex Xavier, Alcalde Ibañez, Julio César	Análisis comparativo de las principales propiedades mecánicas de un concreto: patrón, con aditivo natural (azúcar) y con aditivo chemaplast	Azúcar, aditivo chemaplast, slump, peso unitario, tiempo de fraguado, resistencia a la compresión, costo, diseño de mezcla 210	Slump El uso de azúcar logra mayor Trabajabilidad ya que el diseño E2 se logró una consistencia fluida a una hora de su preparación mientras los diseños E3 y E4 dieron consistencias plásticas después de la hora de su preparación En el tiempo de fragua inicial el diseño E2, E3 y E4, retardan en 450%, 500% y 533% El porcentaje de resistencia en función a f'c de diseño a los 28 dio: 172%, 193%, 201%, 221%, 170%, 172% y 161% de los diseños E1, E2, E3, E4, E5, E6 y E7	Se logra más trabajabilidad la fluidez de concreto con azúcar, logran retardar la mezclas ,los diseños donde se utilizó zúcar como estímulo adquieren mayor resistencia que el concreto patrón además de que a mayor cantidad de azúcar utilizada, mayor es la resistencia adquirida.	Universidad Privada Antenor Orrego Facultad de Ingeniería Escuela Profesional de Ingeniería Civil Trujillo.
Orawan Jantasuto <sup>1*</sup> , Narongchai Wiwattanachan g <sup>1</sup> /Diciembre 2020	Effects of sugar in calcium carbonate (CaCO <sub>3</sub> ) sludge on properties of concrete. (Efectos del azúcar en los lodos de carbonato de calcio (CaCO <sub>3</sub> ) sobre las propiedades del hormigón)	Lodo de carbonato de calcio, hormigón, trabajabilidad ,tiempo de fraguado, resistencia a la compresión	Cuando refinas el azúcar produce desechos, incluidos lodos y aguas residuales de carbonato de calcio (CaCO <sub>3</sub> ). Parte del cemento Portland fue reemplazado por lodos de CaCO <sub>3</sub> en 17, 50 y 83% en peso.  El reemplazo parcial de Cemento Portland por CaCO <sub>3</sub> el lodo logra reducir el costo de producción y afecta a los Aditivos de reducción de hormigón.	El lodo de carbonato de calcio es una Alternativa, material que se puede utilizar para reducir el costo de producción de hormigón. El hormigón utilizando lodo (CO) de CaCO <sub>3</sub> original con 2000 ppm de azúcar, amplio el tiempo de fraguado y redujo la trabajabilidad del concreto) que el lodo de CaCO <sub>3</sub> (CW) sin azúcar.	1 Department of Civil Engineering, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, Suphanburi, Thailand* Corresponding Author. E-mail: i.orawanj@hotmail.com
P Murthi <sup>1*</sup> , K Poongodi <sup>2</sup> and I Rajasri Reddy <sup>3</sup>	Effect of bacteria on strength and porosity of M-sand based pumpable concrete (Efecto de las bacterias sobre la resistencia y la porosidad del hormigón bombeable a base de arena M)	Bacterias, arena, hormigón bombeable	Se logró reducir el 8% en el hormigón de control y 6,5% en el hormigón de arena M después de 30 minutos. La reducción del asentamiento se dio hasta un 3,5% en el hormigón bacteriano después de la retención de 30 minutos, pero los resultados son mayores que el hormigón bombeable a base de arena M	Bacterias adicionadas en el hormigón bombeable reduce mínimamente la trabajabilidad a la presencia de arena M en comparación con el hormigón de control.	1 Centre for Construction Methods and Materials, S R University, Warangal, India. 2 Department of Civil Engineering, S R Engineering College, Warangal, India. 3Sumathi Reddy Institute of Technology for Women,Warangal, India.
Shengqiang Jiang <sup>a</sup> Xiaodong Chen <sup>a</sup>	Optimization of fresh concrete pumping pressure loss	Presión, bombeo, modelo CFD-DEM	Mediante un modelo CFD-DEM para el proceso bombeo, las influencias de los parámetros estructurales y ángulos de inclinación de	Se elaboró el modelo acoplamiento de dinámica de fluidos computacional-método de elementos	<sup>a</sup> School of Mechanical Engineering, Xiangtan University,

Guodong Cao <sup>a</sup> Yuanqiang Tan <sup>b</sup> Xiangwu Xiao <sup>a</sup> Yupeng Zhou <sup>a</sup> Sisi Liu <sup>a</sup> Zhenggang Tong <sup>c</sup> Yihui Wu/marzo 2021	with CFD- DEM approach. (Optimización de la pérdida de presión de presión de bombeo de hormigón fresco con enfoque CFD- DEM)	tubería cónica, la tubería curvada y su combinación en la pérdida de presión. Disminución de perdida de presión al 5.45%, reducción de velocidad de salida del agregado grueso.	discretos (CFD-DEM) para modelar tridimensional de una tubería de transporte de un camión bomba, simular el proceso de bombeo de concreto fresco en diferentes tuberías una comparación entre los modelos optimizados la disminución de perdida de presión	Xiangtan 411105, China <sup>b</sup> Institute of Manufacturing Engineering, Huqiao University, Xiamen 361021, China <sup>c</sup> SANY Industial Park, SANY Heavy Industry Co., Ltd., Changsha 411100, China	
Masoud Hosseinpoor Baba-Issa Ouro Koura Ammar Yahia/marzo 2021	Rheo- morphological investigation of Reynolds dilatancy and its effect on pumpability of self- consolidating concrete.  (Investigación reomorfológica de la dilatación de Reynolds y su efecto sobre la capacidad de bombeo del hormigón autocompactante nte)	Reynolds, capa de lubricación propiedades reológicas, capacidad de bombeo	Una mayor dilatación de Reynolds y menores propiedades reológicas del SCC suelen minimizar la pérdida de presión y mejora el proceso de bombeo.  La capacidad de bombeo del SCC es controlada por el volumen de pasta de cemento, la concentración y la densidad del agregado grueso.	La dilatación de Reynolds es uno de los principales mecanismos responsables de la formación de la capa de lubricación (LL) durante el bombeo del hormigón autocompactante (SCC). Las correlaciones establecidas revelaron que una mayor superficie 3D y rugosidad, como un menor diámetro medio y elongación del agregado grueso pueden llevar a una mayor dilatación de Reynolds.	Université de Sherbrooke, Department of Civil and Building Engineering, Sherbrooke, Québec, Canada

Como apreciamos en el estado del arte, la influencia de las formas de agregados, granulometría y módulo de finura en la trabajabilidad características propias el concreto bombeable, el azúcar como aditivo como afecta el tiempo de fragua, consistencia y resistencia a la compresión del concreto que según su tipo y dosificación se puede lograr mejorar las propiedades del concreto. Finalmente en los problemas y propuestas de solución del concreto bombeado, la perdida de trabajabilidad y su influencia en la presión de bombeo, la cantidad de cemento para su cohesividad y facilidad traslado dentro de la tubería, diseño de mezcla de concreto bombeado, el uso de aditivos químicos entre ellos los plastificantes, superplastificantes su costo y adquisición para facilitar el bombeado del concreto, ensayos a escalas con bombas para ver los resultados de presión, consistencia, segregación y exudación a la salidas de las tubería.

Según lo mostrado en el estado del arte, queda la necesidad de seguir investigando, en vez de uso de aditivos químicos del mercado por el uso de aditivos naturales como sacarosa (azúcar) para el bombeado de concreto.

## II. MARCO TEORICO

### 2.1. Marco Teórico

#### 2.1.1. *Generalidades del concreto*

El concreto es el segundo material más usado en el mundo, conformado por la mezcla de cemento, agua, agregados y opcionalmente aditivos, tal como se muestra en la Tabla 2, al principio una estructura plástica y moldeable, y para más adelante adquiera una consistencia rígida con propiedades aislantes, resistentes y durables, logrando un material perfecto para la construcción.

Para lograr conocer el concreto, no basta conocer solo como usarlo, sino comprender los materiales y su interrelación.

Como cualquier material, se contrae al bajar la temperatura, se dilata si ésta aumenta, se ve afectado por sustancias agresivas y se rompe si es sometido a esfuerzos que superan sus posibilidades, por lo que responde perfectamente a las leyes físicas y químicas. Luego pues, la explicación a sus diversos comportamientos siempre responde a alguna de estas leyes; y la no obtención de los resultados esperados, se debe al desconocimiento de la manera cómo actúan en el material, lo que constituye la utilización artesanal del mismo (por lo que el barco de la práctica sin el timón de la ciencia nos lleva a rumbos que no podemos predecir) o porque durante su empleo no se respetaron o se obviaron las consideraciones técnicas que nos da el conocimiento científico sobre él. (Pasquel, 1993, p.11)

**Tabla 2**

*Proporciones típicas en volumen absoluto de los componentes del concreto*

Componente	Porcentaje
Aditivo	0.1% a 0.2%
Aire	1% a 3%
Cemento	7.5% a 15%
Agua	15% a 22%
Agregados	60% a 75%

*Nota.* Pasquel 2015

### **2.1.2. Componentes del concreto**

Hoy en día la nueva Tecnología del concreto moderna define cuatro componentes: el cemento, el agua, los agregados y los aditivos como elementos activos y el aire como elemento pasivo.

Si bien la definición tradicional consideraba a los aditivos como un elemento opcional, en la práctica moderna mundial estos constituyen un ingrediente normal, por cuanto está científicamente demostrada la conveniencia de su empleo en mejorar condiciones de trabajabilidad, resistencia y durabilidad, siendo a la larga una solución más económica si se toma en cuenta el ahorro en mano de obra y equipo de colocación y compactación, mantenimiento, reparaciones e incluso en reducción de uso de cemento. (Pasquel, 1993, p.13)

**2.1.2.1. Cemento.** El cemento como componente del concreto, “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 adherentes” (Pasquel, 1998, p. 17).

El cemento Portland según la Norma Técnica Peruana (NTP 334.009 es un cemento hidráulico producto de la pulverización del Clinker conformado por silicatos de calcio, así mismo está conformado por Clinker Portland más yeso, polvo verdoso muy fino al mezclar con agua forma pasta plástica, moldeable, que fragua y alcanza una resistencia y durabilidad.

**A. Composición química del cemento.** Óxidos componentes, el cemento está conformado por el óxido de calcio (CaO), óxido de sílice (SiO<sub>2</sub>), óxido de aluminio (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) y óxido de fierro (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), siendo el total de éstos del 95% al 97%. “En pequeñas cantidades también se presentan otros óxidos: la magnesia, el anhídrido sulfúrico, los álcalis y otros de menor importancia” (Torre, 2004, p.10). apreciándose en la Tabla 3 y la Tabla 4.

**Tabla 3**

*Materias primas usuales para la obtención de los óxidos componente*

Porcentaje	Oxido Componente	Procedencia usual
95%	Oxido de calcio (CaO)	Rocas Calizas
	Oxido de Silice (SiO <sub>2</sub> )	Areniscas
	Oxido de aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Arcillas
	Oxido de Fierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Arcillas,Mineral de Hierro,Pirita
5%	Oxido de Magnesio, Sodio,Potasio,Titanio,Azufre, Fosforo y Manganese	Minerales Varios

*Nota.* Pasquel 1998

**Tabla 4**

*Porcentaje típico de los óxidos componentes del cemento*

Oxido Componente	Porcentaje Típico	Abreviatura
CaO	58% - 67%	C
SiO <sub>2</sub>	16% - 26%	S
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4% - 8%	A
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2% - 5%	F
SO <sub>3</sub>	0.1% - 2.5%	
MgO	1% - 5%	
K <sub>2</sub> O y Na <sub>2</sub> O	0% - 1%	
Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0% - 3%	
TiO <sub>2</sub>	0% - 0.5%	
cvP <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0% - 1.5%	
Pérdida x Calcinación	0.5% - 3%	

*Nota.* Torre 2004

Compuestos químicos. Torre (2004) manifiesta:

Durante la calcinación en la fabricación del clinker de cemento Pórtland los óxidos se combinan con los componentes ácidos de la materia prima entre si dando lugar a cuatro importantes compuestos. Los principales compuestos que constituyen aproximadamente el 90-95% del cemento, también se presentan en menores cantidades, otros compuestos secundarios. (p.10)

Estos compuestos lo vemos en la tabla 5.

**Tabla 5**

*Porcentaje típicos de los compuestos químicos principales del cemento*

Designación	Formula	Abreviatura	Porcentaje
Silicato tricálcico	3CaO.SiO <sub>2</sub>	C3S	30% a 50%
Silicato dicálcico	2CaO.SiO <sub>2</sub>	C2S	15% a 30%
Aluminato tricálcico	3CaO.Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	C3A	4% a 12%
Ferro aluminato tetracálcico	4CaO.Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	C4AF	8% a 13%
Cal libre	CaO		
Magnesia libre(periclasa)	MgO		

*Nota.* Torre 2004

Propiedades de los compuestos químicos principales:

Para el caso Silicato tricálcico (C3S), Torre (2004) define:

Se hidrata y endurece rápidamente.

Es el más importante de los compuestos del cemento.

Determina la rapidez o velocidad de fraguado.

Determina la resistencia inicial del cemento.

Libera gran cantidad de calor de hidratación es equivalente a 120 cal/gr. Este compuesto tiene mucha importancia en el calor de hidratación de los cementos.

Contribuye una buena estabilidad de volumen.

Contribuye a la resistencia al intemperismo. (p.11)

Al Silicato dicálcico (C2S) Torre (2004) lo define:

Contribuye con las resistencias a edades mayores a una semana.

Por su porcentaje en el clinker es el segundo en importancia.

Se hidrata y endurece con lentitud.

Alcanza elevada resistencia a la compresión a largo plazo (después de prolongado endurecimiento).

El valor de hidratación es equivalente a 63 cal/gr.

Contribuye a la resistencia al intemperismo junto al C3S.

Su contribución a la estabilidad de volumen es regular. (p.11)

Al Aluminato Tricálcico (C3A) Torre (2004) lo define:

Es el primero en hidratarse, o sea fragua con mucha rapidez (hidratación violenta).

Libera gran cantidad de calor durante los primeros días de la hidratación

Incide levemente en la resistencia mecánica.

Tiene baja resistencia al intemperismo (acción del hielo y deshielo).

Tiene mala estabilidad de volumen.

Escasa resistencia a la acción del ataque de los sulfatos y ataques químicos.

Calor de hidratación equivalente a 207 cal /gr. (9.11)

Al Ferro Alumínato Tetra cálcico (C4AF) Torre (2004) lo define:

Reduce la temperatura de formación del clinker

Rápida velocidad de hidratación

El calor de hidratación es equivalente a 100 cal/gr (moderado).

En la resistencia mecánica no está definida su influencia.

La estabilidad de volumen es mala.

Influye en el color final del cemento. (p.12)

**B. Tipos de cemento.** La norma NTP 334.009 lo clasifica de la siguiente manera:

Tipo I: Uso General sin propiedades especiales.

Tipo II: Uso general y para uso de moderada resistencia a sulfatos o moderado calor de hidratación.

Tipo III: Uso de altas resistencias iniciales.

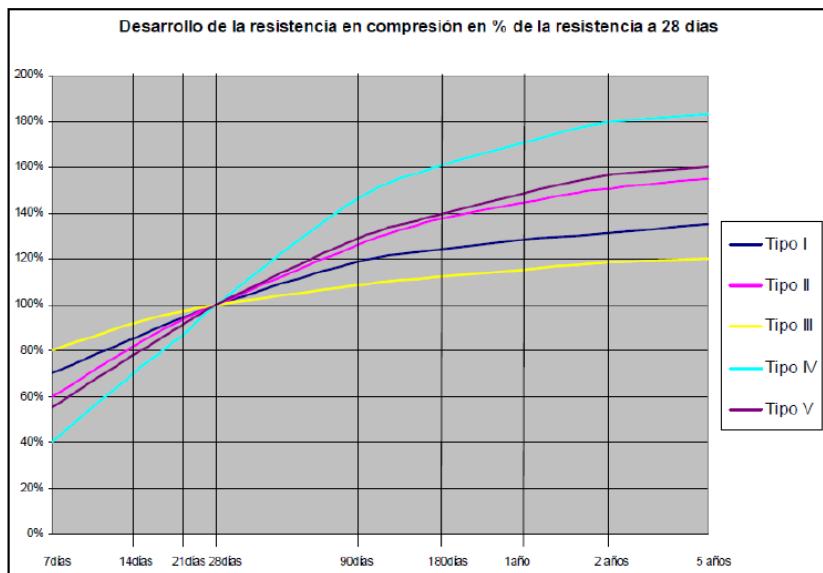
Tipo IV: Uso de bajo calor de hidratación.

Tipo V: Uso para alta resistencia a los sulfatos.

Se puede apreciar el desarrollo de sus resistencias en el tiempo en la Figura 1.

## Figura 1

*Desarrollo de la resistencia a la compresión en porcentaje de la resistencia a los 28 días, para los cementos sin adiciones.*



Nota. (ICG, 2013).

**C. Requisitos de calidad del cemento.** Tendrán que satisfacer los requisitos físicos-químicos, según las normas NTP 334.009 y ASTM C595 mostradas en la Tabla 6 y Tabla 7, que permitan el cumplimiento de estándares de calidad.

**Tabla 6**

*Requisitos físicos del cemento*

Requisitos Físicos	Tipos					
	I	II	V	MS	IP	ICo
Resistencia la Compresión mín						
3	120	100	80	100	130	130
7	190	170	150	170	200	200
28	280*	280*	210	280*	250	250
Tiempo de fraguado, minutos						
Inicial, mínimo	45	45	45	45	45	45
Final, máximo	375	375	375	420	420	420
Expansión en autoclave, %	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Resistencia a los Sulfatos	--	--	0.04*	0.1	0.10*	--
% máximo de expansión			14 días	6meses	6meses	
Calor de Hidratación, máx,						
7	--	290*	--	--	290*	--
28	--	--	--	--	330*	--

\* Opcionales

Nota. NTP 334.009

**Tabla 7***Requisitos químicos del cemento*

Requisitos Químicos	Tipos					
	I	II	V	MS	IP	ICo
Óxido de Magnesio (MgO), máx,	6	6	6	--	6	6
Trióxido de Azufre (SO <sub>3</sub> ), máx,	3.5	3	2.3	--	4	4
Pérdida por Ignición, máx, %	3	3	3	--	5	8
Residuo Insoluble, máx, %	0.75	0.75	0.75	--	--	--
Aluminato tricálcico (C <sub>3</sub> A), máx,	--	8	5	--	--	--
Álcalis equivalentes ( Na <sub>2</sub> O + 0.658 K <sub>2</sub> O ), máx,	0.6*	0.6*	0.6*	--	--	--

\* Opcionales

Nota. NTP 334.009

**2.1.2.2 Agua.** El agua es el elemento indispensable para la hidratación del cemento y el desarrollo de sus propiedades, por lo tanto, este componente debe cumplir ciertos requisitos para llevar a cabo su función en la combinación química, sin ocasionar problemas colaterales si tiene ciertas sustancias que pueden dañar al concreto.

Pasquel (1998) manifiesta:

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

- a. Reaccionar con el cemento para hidratarlo
- b. Actuar como lubricante para contribuir a la trabajabilidad del conjunto.
- c. Procurar la estructura de vacíos necesaria en la pasta para que los productos de hidratación tengan espacio para desarrollarse. (p.59)

Pasquel (1998) dice: “El problema principal del agua de mezcla reside en las impurezas y la cantidad de estas, que ocasionan reacciones químicas que alteran el comportamiento normal de la pasta de cemento” (p.59).

Pasquel (1998) dice:

Una regla empírica que sirve para estimar si determinada agua sirve o no para emplearse en la producción de concreto, consiste en establecer su habilidad para el consumo humano, ya que lo que no daña al hombre no daña al concreto. (p.60)

Ver Figura 2.

### **Figura 2**

*El agua que es buena para beber es buena para el concreto*



*Nota.* (Kosmatka et al, 2004).

**A. Requisitos de calidad del Agua.** Son aptas para la elaboración y curado del concreto, aguas cuyas propiedades y contenidos de sustancias disueltas del agua estén dentro de los límites según La Norma NTP 339.088 y señalados en la Tabla 8.

### **Tabla 8**

*Límites permisibles para el agua de mezcla y curado - Agua potable SEDAM*

Descripción	Límites permisibles NTP 339.088		Agua potable SEDAM
Sólidos en suspensión	5000 ppm	Máximo	92 ppm
Materia Orgánica	3 ppm	Máximo	-
Alcalinidad (NaCHCO <sub>3</sub> )	1000 ppm	Máximo	104 ppm
Sulfatos ( ión SO <sub>4</sub> )	600 ppm	Máximo	54 ppm
Cloruros ( ión Cl <sup>-</sup> )	1000 ppm	Máximo	39 ppm
pH	5 a 8		7.7

**2.1.2.3. Agregados.** Los agregados como elementos del concreto, “se definen los agregados como los elementos inertes del concreto que son aglomerados por la pasta de cemento para formar la estructura resistente”. (Pasquel, 1998, p. 69).

Ocupa el 60% al 75% del volumen del concreto, de ahí su importancia y de acuerdo a su propiedades físicas, químicas y térmicas influyen en las propiedades del concreto.

**A. Clasificación de los agregados.** Según Pasquel (1998) manifiesta. “la clasificación de agregados que describiremos a continuación no son necesariamente las únicas ni las más completas, pero responden a la práctica usual en tecnología del concreto” (p.69).

A su vez la clasificación se encuentra enmarcada en la norma NTP 400.011.

Según su procedencia

Naturales o artificiales. Los agregados naturales formados por procesos geológicos naturales realizados miles de años en el planeta, ideales para producir concreto. Los agregados artificiales originados por un proceso que transforman a los materiales naturales, tales como la escoria de altos hornos, arcilla horneada, concreto reciclado, microsílice y otros más.

Según su tamaño

Agregado grueso (piedra) y agregado fino (arena) relacionados con las partículas mayores y las menores de 4.75 mm (Malla Standard ASTM # 4).

Según su densidad

comprendiendo densidad como la Gravedad específica, normales con  $Ge = 2.5$  a  $2.75$ , agregados ligeros con  $Ge < 2.5$  y agregados pesados con  $Ge > 2.75$ .

**B. Propiedades físicas de los agregados.** Son la de mayor importancia el peso específico, peso unitario, humedad, porosidad y la granulometría o gradación.

Peso específico

División del peso de las partículas entre el volumen de las mismas sin considerar los vacíos entre ellas, su determinación en laboratorio está establecidos según Las normas NTP 400.021 y 400.022. En la distribución de volúmenes de sólidos, poros y vacíos para agregado secado al horno se aprecia en la Figura 3. Las expresiones matemáticas para la determinación en laboratorio:

Peso específico de masa seca.

$$Pem = \frac{A}{B-C} = \frac{A}{Vag \cdot Da}$$

Peso específico saturado superficialmente seco.

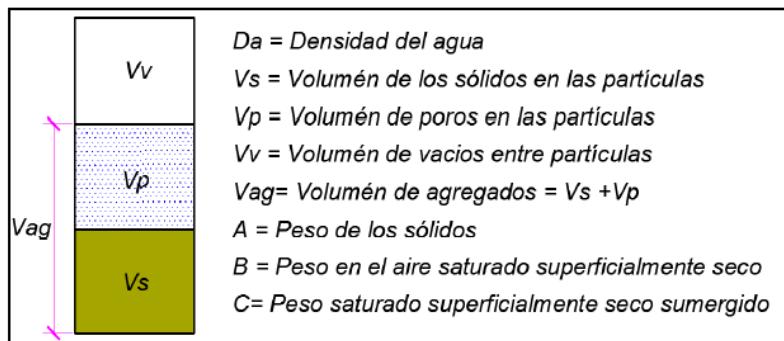
$$Pesss = \frac{B}{B-C} = \frac{B}{Vag \cdot Da}$$

Peso específico aparente.

$$Pea = \frac{A}{A-C} = \frac{A}{Vs \cdot Da}$$

**Figura 3**

Distribución de volúmenes de sólidos, poros y vacíos para agregado secado al horno.



Nota. (Pasquel, 1998).

Peso unitario

En la norma NTP 400.017 determina el procedimiento para el cálculo del peso unitario simple y compactado, usado en diseño de mezclas.

La expresión matemática:

$$\text{Peso Unitario} = \frac{\text{Peso seco}}{\text{Volumen total}}$$

Porcentaje de Vacíos

El volumen expresado en porcentaje de los espacios entre las partículas de agregados.

La misma norma NTP 400.017 indicada anteriormente establece la expresión matemática para calcularlo:

$$\% \text{ Vacíos} = \frac{\text{Pem} * \text{Da} - \text{P.U.} * 100\%}{\text{Pem} * \text{Da}}$$

Donde:

Pem: es el peso específico de la masa

Da: es la densidad del agua

P.U: pes el eso unitario seco

### Absorción

Es la cantidad de agua en los vacíos de la partícula, afecta la trabajabilidad y resistencia del concreto.

El procedimiento para su ensayo esta dado por las normas NTP 400.021 y 400.022, la expresión matemática:

$$\% \text{ Absorción} = \frac{\text{Peso S:S:S.} - \text{peso seco}}{\text{Peso seco}}$$

### Humedad

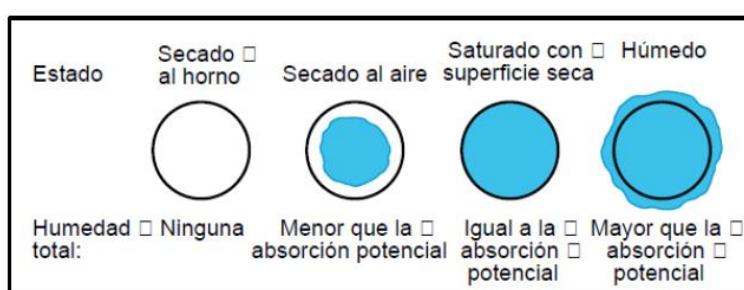
La relación de peso del agua contenido en el agregado y peso del agregado sólido seco, expresado en porcentaje. La expresión dada por la norma NTP 339.185:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{Peso original de la muestra} - \text{peso seco} * 100\%}{\text{Peso seco}}$$

Las condiciones de humedad de los agregados, se muestran en la Figura 4.

### Figura 4

*Condiciones de humedad de los agregados.*



Nota: Kosmatka et al., 2004.

### Porosidad

Es el volumen de espacios dentro de las partículas de agregados.

Los valores oscilan de 0% a 15%, pero el rango común de 1 al 5%.

### Granulometría

Distribución de los tamaños que tienen el agregado. La distribución es por tamizado para obtener masas retenida en porcentajes parciales y acumulados según la NTP 400.012.

Además, se calculará el módulo de finura (distribución volumétrica de agregados) y según Duff Abrams plantea la expresión matemática:

$$MF = \frac{\text{Sum. \% Acum. Ret. (}3", 1\frac{1}{2}", 3/4", 3/8", N^o 4, N^o 8, N^o 16, N^o 30, N^o 50, N^o 100\text{)}}{100}$$

El Tamaño máximo lo define la NTP 400.011, tamaño de la abertura del tamiz que deja pasar todo el agregado.

El Tamaño máximo nominal lo define La NTP 400.011, se produce el primer retenido en el Tamiz.

### *C. El Agregado fino, el agregado grueso y el agregado global.*

El Agregado fino

Según la NTP 400.011 partículas que pasa el tamiz 3/8".

Los requisitos granulométricos

El agregado fino graduado en los límites dado por la norma NTP 400.037, ver Tabla 9.

La granulometría continúa retenida en las mallas N°4, N°8, N°16, N°30, N°50 y N°100. El módulo de fineza valor entre 2.35 a 3.15, los módulos 2.2 a 2.8 generan concretos de buena trabajabilidad y reducida segregación; y 2.8 a 3.2 favorables para concretos de alta resistencia.

### Tabla 9

#### *Requisitos granulométricos del agregado fino*

Malla	% que pasa
3/8"	100
N°4	95-100
N°8	80-100
N°16	50-85
N°30	25-60
N°50	10-30
N°100	02-10

Nota. NTP 400.037.

## Límites de sustancias

Las partículas inconvenientes en % en el agregado fino no deberá superar los límites de la norma NTP 400.037, según la Tabla 10.

**Tabla 10**

*Límites máximos de sustancias perjudiciales permisibles del agregado fino*

Sustancias Perjudiciales	% Max.
Lentes de arcilla y partículas desmenuzables	3.0%
Material más fino que la malla N°200	
a. Concretos sujetos a abrasión	3.0%
b. B. otros concretos	5.0%
Carbón:	
a. Cuando la apariencia superficial del concreto es importante	0.5%
b. otros concretos	1.0%

*Nota.* NTP 400.037.

## El Agregado grueso

Partículas retenidas en el tamiz N°4 (4.75mm) según la NTP 400.011 que provienen de la desintegración natural o mecánica de las rocas.

## Los requisitos granulométricos

La gradación deberá estar dentro de los límites dado por la norma NTP 400.037, contemplado en la Tabla 11. Agregado retenido malla 1 ½" menor e igual a 5% y menor e igual a 6% que pasa la malla de ¼". El tamaño nominal máximo del agregado grueso no deberá superar a 1/5 de la menor sección de cara de encofrados, 1/3 del peralte de losas y ¾ de espacio libre entre barra de refuerzo individuales.

**Tabla 11**

*Requisitos granulométricos del agregado grueso.*

Huso	Tamaño Máximo Nominal	Porcentaje que Pasa por los Tamices Normalizados																
		100mm (4")	90mm (3 1/2")	75mm (3")	63mm (2 1/2")	50mm (2")	37.5 mm (1 1/2")	25.0mm (1")	19.0mm (3/4")	12.5mm (1/2")	9.5mm (3/8")	4.75mm (Nº 4)	2.36mm (Nº 8)	1.18mm (Nº 16)				
1	90 a 37.5mm (3 1/2" a 1 1/2")	100	90 a 100	25 a 60		0 a 15				0 a 5								
2	63 a 37.5mm (2 1/2" a 1 1/2")		100	90 a 100	35 a 70	0 a 15				0 a 5								
3	50 a 25.0mm (2" a 1")			100	90 a 100	35 a 70	0 a 15			0 a 5								
357	50 a 4.75 mm (2" a Nº 4)				100	95 a 100	35 a 70			10 a 30		0 a 5						
4	37.5 a 19.0 mm (1 1/2 " a 3/4")					100	90 a 100	20 a 55	0 a 15		0 a 5							
467	37.5 a 4.75 mm (1 1/2" a Nº 4)						100	95 a 100	35 a 70	10 a 30	0 a 5							
5	25.0 a 9.5 mm (1" a 1/2 ")							100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5						
5	25.0 a 9.5 mm (1" a 3/8")								100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 5					
6	25.0 a 4.75 mm (1" a Nº 4)									100	95 a 100	25 a 60	0 a 10	0 a 5				
5	19.0 a 9.5 mm (3/4" a 3/8")										100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5			
6	19.0 a 4.75 mm (3/4" a Nº 4)											100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5		
6	12.5 a 4.75 mm (1/2" a Nº 4)												100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	
7	9.5 a 2.36 mm (3/8" a Nº 8)													100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5

Nota. NTP 400.037.

### Límite de sustancias perjudiciales

La norma NTP 400.037 estipula límites permisibles de partículas inconvenientes en %, mostrados en la Tabla 12.

**Tabla 12**

*Límites máximos de sustancias perjudiciales permisibles del agregado grueso.*

Sustancias Perjudiciales	% Máx
Arcilla	0.25 %
Partículas desmenuzables	5.0%
Material más fino que la malla N°200	1.0%
Carbón:	
a. Cuando la apariencia superficial del concreto es importante	0.5%
b. B. otros concreto	1.0%

*Nota.* NTP 400.037.

### Agregado global

El agregado global está conformado por agregados finos y gruesos de origen natural o artificial según la norma NTP 400.011, cumpliendo la granulometría según la norma NTP 400.037 y se muestran en la Tabla 13.

**Tabla 13**

*Requisitos granulométricos del agregado global.*

Tamiz	Porcentaje que Pasa por los Tamices Normalizados		
	Tamaño Máximo Nominal		
	37.5 mm (1½)	19.0 mm (3/4)	9.5 mm (1½)
50 mm (2)	100		
37.5 mm (1 ½ )	95 a 100	100	
19,0 mm ( 3/4 )	45 a 80	95 a 100	
12.5 mm ( ½ )			100
9,5 mm ( 3/8 )			95 a 100
4.75 mm (Nº 4)	25 a 50	35 a 55	30 a 65
2.36 mm (Nº 8)			20 a 50
1.18 mm (Nº 16)			15 a 40
600 □m (Nº 30)	8 a 30	10 a 35	10 a 30
300 □m (Nº 50)			5 a 15
150 □m (Nº 100)	0 a 8*	0 a 8*	0 a 8*

\* Incrementa a 10% para finos de roca triturada

*Nota.* NTP 400.037.

Según el equipo utilizado en obra (mezcladora, mixer, equipo y/o sistema de bombeo) se establece módulo de finura según el ICG del 2013, que se ven en la Tabla 14.

**Tabla 14**

*Módulos de finura global según el equipo utilizado en obra*

Equipo Utilizado	Módulo de finura
Mezcladoras	5.40
Mixers	5.10
Equipo de Bombeo	4.90

*Nota.* ICG 2013.

Según el Ing. Carlos Barzola en el método de agregado global y módulo de finura según equipos a usar, manifiesta módulo de finura de 5.0 a 5.1 para bombeo, mixers de 5.2 a 5.4 y Mezcladoras de 5.4 a 5.6.

**2.1.2.4 Aditivo.** Según la norma UNE 83-200-84. Aditivos son productos o sustancias que incorporados al hormigón, mortero o pasta durante o después del amasado, en una proporción no superior al 5 % del peso de cemento (salvo casos especiales), producen la modificación deseada en dicho hormigón, mortero o pasta en estado fresco y/o endurecido.

La norma UNE-EN 934-2 (2002) clasifica a los aditivos en 11 grupos:

Reductores de agua/Plastificantes.

Reductores de agua de alta actividad/Superplastificantes.

Aceleradores de fraguado.

Aceleradores de endurecimiento.

Retardadores de fraguado.

Inclusores de aire.

Retenedores de agua.

Hidrófugos en masa.

Reductores de agua de alta actividad/Superplastificantes/Retardador de fraguado.

Reductores de agua/Plastificantes/Aceleradores de fraguado.

Reductores de agua/Plastificantes/Retardadores de fraguado.

Rivva (2020) manifiesta:

Un aditivo es definido, tanto por el comité 116R del American Concrete institute como por la Norma ASTM C 125, como “ un material que no siendo agua, agregado, cemento hidráulico, o fibra de refuerzo, es empleado como un ingrediente del mortero o concreto, y es añadido a la tanda inmediatamente antes o durante su mezclado”.(p 264)

La Asociación de Productores de Cemento (Asocem,2000), manifiesta que en armonía con el desarrollo de los aditivos y su aplicación más extensiva en nuestro medio esta dado por la nueva norma NTP 334.088, cuyo antecedente está en a ASTM C 494.

Las normas NTP 334.088 y ASTM C 494 separa en siete tipos de aditivos:

Tipo A: Reductor de agua.

Tipo B: Retardador de fraguado.

Tipo C: Acelerador de fraguado.

Tipo D: Reductor de agua y retardador.

Tipo E: Reductor de agua y acelerador.

Tipo F: Reductor de agua de alto rango.

Tipo G: Reductor de agua de alto rango y retardador.

**A. Aditivo superplastificante o reductor de agua de alto rango.** La norma NTP 334.088 y ASTM C 494 designa a los aditivos superplastificantes o reductores de agua de alto rango a los que se ubican en grupo “Tipo F”.

Portugal (2007): señala que los aditivos superplastificantes pueden ser usado en:

Incrementar la trabajabilidad (Función superplastificante).

Dada una mezcla de concreto con un asentamiento, relación agua/cemento, y cantidad de cemento definidos, el aditivo se utiliza para incrementar la trabajabilidad

de la mezcla, sin cambiar otra característica del diseño de mezcla, dependiendo de la dosis y tipo de aditivo en la prueba de cono de Abrams, el slump puede ser incrementado de manera considerable. (p88)

Portugal (2007): señala que los aditivos superplastificantes pueden ser usado en:

Incrementar la resistencia (Función reductor de agua).

Dada una mezcla de concreto con un asentamiento y cantidad de cemento definidos, el aditivo se utiliza para encontrar la cantidad de agua + aditivo que producirá el slump deseado; según la dosis y tipo de aditivo, la reducción de agua puede llegar hasta el orden del 40%, con el consiguiente incremento de resistencia, dada la menor relación agua/cemento; esta función es empleada para producir concretos de alta resistencia. (p.88)

Portugal (2007): señala que los aditivos superplastificantes pueden ser usado en:

Reducir la cantidad de cemento.

Dada una mezcla de concreto con una relación agua/cemento, slump y cantidad de cemento definidos, el aditivo se usa para reducir la cantidad de agua, manteniendo constante la relación agua/cemento, con la consiguiente reducción de la cantidad de cemento; esta función ha sido muy empleada, sin embargo no es muy recomendada usarla para reducir al máximo la cantidad de cemento, dada la reducción en la durabilidad del concreto; si bien puede conseguirse ahorros de hasta el 30% del contenido del cemento, en un análisis de los costos puede ser anti-económico por el mayor uso de aditivo. (p.89)

**B. Aditivo retardador de fraguado.** Rivva (2000) manifiesta:

Los aditivos retardadores de fragua son empleados especialmente para:

Compensar los efectos acelerantes de las altas temperaturas.

Mantener el concreto trabajable durante la colocación, eliminando las grietas por deflexión del encofrado.

Mantener el concreto en estado plástico por un periodo suficiente largo como para colocarlo en capas sucesivas sin producir juntas de vaciado o discontinuidad de la unidad estructural. (p.350)

Soto (2019) manifiesta:

La composición química de los aditivos retardantes pueden ser sustancias inorgánicas solubles y orgánicas, tales como:

- Sustancias inorgánicas solubles: cloruro de aluminio, nitrato de calcio, cloruro de cobre, sulfato de cobre, cloruro de zinc, bórax, fosfatos, fluoruros, ácido fosfórico, ácido bórico, óxidos de zinc y plomo.
- Sustancias orgánicas: glucosa, sacarosa, almidón, celulosa, glicerina, hidroxicarboxílicos, lignosulfonatos con azúcares, aminas, aminoácidos, etc. (Fernández Cánovas, 1989, pág. 199). (p.36)

**C. Aditivo para bombeo de concreto.** Mejorar la facilidad de bombeo, cuya función retener agua por la pasta bajo la acción de fuerzas que tienden a separarla.

Rivva (2000) expresa:

Desde que el principal efecto de un agua espesada es incrementar su viscosidad, un aumento importante en la densidad puede aumentar los requerimientos de agua y reducir la resistencia. El empleo de un aditivo dispersante en combinación con un agente espesante puede no requerir incrementos en el agua de mezclado. Algunos de estos aditivos pueden causar incorporación de aire o retardo en el tiempo de fraguado. Es recomendable evaluar los efectos secundarios sobre el concreto fresco y endurecido cuando se emplea este tipo de aditivos; debiendo recordarse que su efecto puede variar

cuando se modifica el dosaje, composición del cemento, temperatura de mezclado, etc.

(p. 360)

### **2.1.3. Sacarosa**

Se denomina coloquialmente azúcar a la sacarosa, también llamado azúcar común o azúcar de mesa, de origen natural. La sacarosa es un disacárido formado por una molécula de glucosa y una de fructosa, obtenido de la caña de azúcar o de la remolacha azucarera.

La refinación está dado por el color (azúcar moreno, azúcar rubio, blanco). La sacarosa, azúcar común o azúcar de mesa es un disacárido formado por alfa-glucopiranosa y beta-fructofuranosa. Su nombre químico es alfa-D-Glucopiranosil - (1→2) - beta-D-Fructofuranósido, mientras que su fórmula es C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>.

Un grano de azúcar tiene de 30 a 70 % menor que el grano de arroz. La producción total mundial el 27% es a partir de la remolacha y 73 % a partir de la caña de azúcar.

**2.1.3.1 Tipos de azúcar.** El azúcar o sacarosa por su origen se clasifica en caña de azúcar o remolacha, así como por su grado de refinación. La refinación expresada a través del color (azúcar morena, azúcar rubia, blanca) conformado por el porcentaje de sacarosa que contienen los cristales.

**A. Azúcar morena.** Álvarez (2019) manifiesta:

También llamada azúcar prieta, azúcar negra o azúcar cruda; se obtiene del jugo de caña de azúcar y no se somete a refinación, solo cristalizado y centrifugado. Este producto integral debe su color a una película de melaza que envuelve cada cristal. Normalmente tiene 6,5 % de melaza y 93,5 % de sacarosa.

El producto es naturalmente húmedo debido a la naturaleza higroscópica de la melaza. (p.1)

**B. Azúcar rubia.** Álvarez (2019) manifiesta. “Es menos oscuro que la azúcar morena y con un mayor porcentaje de sacarosa. El azúcar rubio incluye 3,5 % de melaza y 93,5 % de sacarosa, por esto es más claro que la azúcar morena” (p.2).

**C. Azúcar blanca.** Álvarez (2019) manifiesta:

También denominado azúcar común, el azúcar sulfatado corresponde al nombre obtenido por los procesos químicos de decoloración con azufre. El azúcar refinado no tiene vitaminas, minerales útiles, enzimas, microelementos, fibra, proteínas grasas y ningún beneficio en la alimentación humana. Con un nivel del 99,5 % de sacarosa. (p.2)

**D. Azúcar refinada o extra blanca.** Álvarez (2019) manifiesta:

Es altamente puro, es decir, entre 99,8 % y 99,9 % de sacarosa. La azúcar rubia se disuelve, se le aplican reactivos como fosfatos, carbonatos, cal para extraer la mayor cantidad de impurezas, hasta lograr su máxima pureza. En el proceso de refinamiento se desechan algunos de sus nutrientes complementarios, como minerales y vitaminas. (p.2)

**2.1.3.2. Procesos de producción del azúcar.** Álvarez (2019) manifiesta:

El azúcar se obtiene de la planta de caña o de remolacha por la reacción de fotosíntesis debiéndose separarse en el proceso de fabricación, otros componentes pueden ser la fibra, sales minerales, ácidos orgánicos e inorgánicos y otros, obteniéndose una sacarosa de alta pureza en forma de cristal. El proceso de fabricación de azúcar refinado de alta pureza de la caña de azúcar utiliza procesos físico-químicos naturales para eliminar las impurezas. (p.3)

Se puede apreciar en la Figura 5 el diagrama de la operación del azúcar elaborado por Sherly Fuentes.

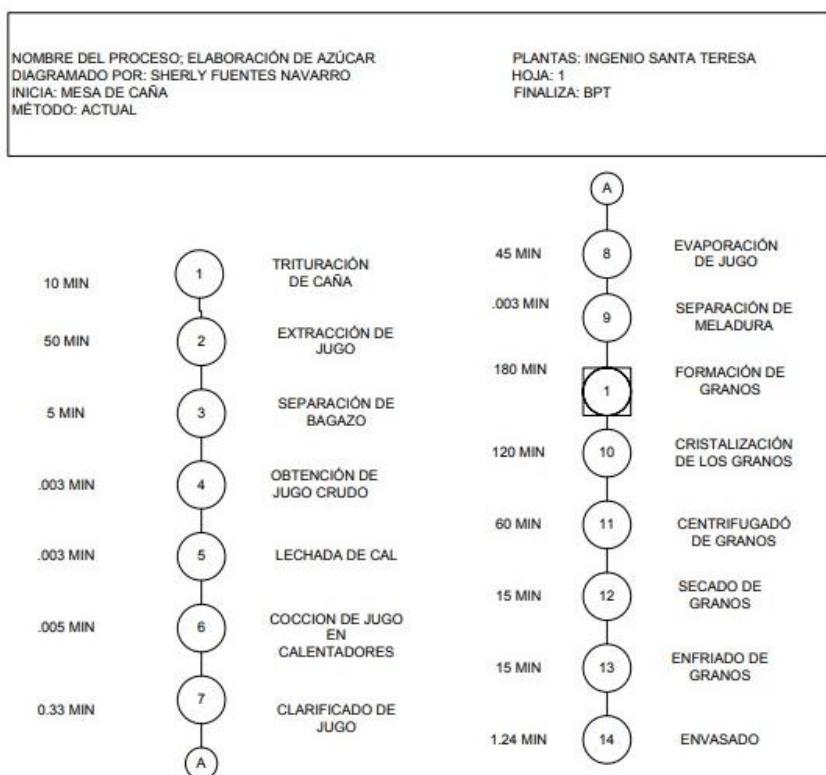
El proceso de fabricación del azúcar está conformado de los siguientes procesos:

Extracción del jugo

- Clarificación del jugo  
 Evaporación  
 Clarificación de meladura  
 Cristalización  
 Centrifugación  
 Enfriamiento, secado y envasado.

**Figura 5**

*Diagrama de Operación del azúcar*



**2.1.3.3. Características químicas de los azúcares.** Álvarez (2019) manifiesta:

Su fórmula general suele ser ( $\text{CH}_2\text{O}$ ) en donde oxígeno e hidrógeno se encuentran en la misma proporción que en el agua, de ahí su nombre clásico de hidratos de carbono, aunque su composición y propiedades no corresponde en absoluto con esta definición. Pueden clasificarse como azúcares sencillos (monosacáridos) o complejos (disacáridos).

Los monosacáridos son sólidos, cristalinos, incoloros, solubles en agua y de sabor dulce. Químicamente son polihidroxialdehídos o polihidroxicetonas y responden a la fórmula empírica  $(CH_2O)_n$ , en la que n tiene un valor igual o mayor que 3, siendo los más frecuentes los de 5 y 6 átomos de carbono.

Presentan en todos sus carbonos un grupo hidroxilo (-OH) excepto en uno, en el cual lleva un grupo carbonilo (-C=O). Si el grupo carbonilo se encuentra al final de la cadena el monosacárido es un aldehído y se denomina aldosa. Si se encuentra en un carbono secundario es una cetona y se llama cetosa. La mayoría de los monosacáridos poseen uno o más átomos de carbono asimétricos y son, por tanto, moléculas quirales; propiedad de los azúcares que ocasionan la rotación del plano de luz polarizada y la cual permite la determinación de la presencia de azúcares en jugos y productos de la fabricación de azúcar. (p.6)

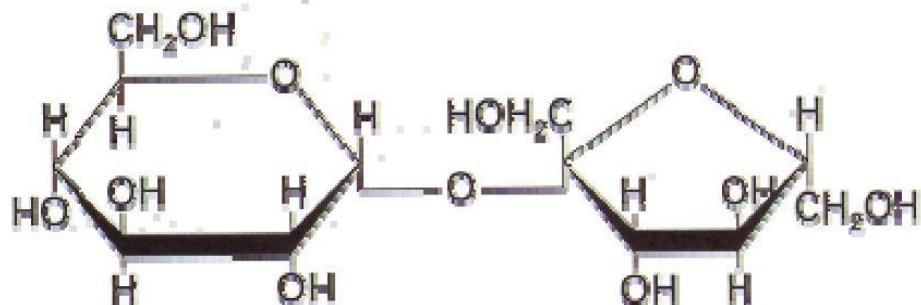
**A. Sacarosa.** Álvarez (2019) manifiesta:

La sacarosa, disacáridos obtenidos de la caña de azúcar, la remolacha y otras fuentes, es un componente importante de la dieta humana, como tal y en combinación con diversos alimentos comerciales. La sacarosa no contiene átomo de carbono anomérico libre; los de ambas hexosas se hallan unidos entre sí. La sacarosa, por tanto, no experimenta mutorrotación ni es un azúcar reductor. Se hidroliza con más facilidad que los otros disacáridos. La hidrólisis de la sacarosa a D-glucosa y D-fructosa se denomina frecuentemente inversión, ya que va acompañada de un cambio neto de rotación óptica, de dextrógira a levógira. La hidrólisis de la sacarosa, que también es catalizada por el enzima invertasa, puede seguirse mediante un polarímetro. (p.7)

La estructura de la sacarosa se aprecia en la Figura 6.

**Figura 6**

*Estructura de la sacarosa*



*Nota.* RAMÍREZ, J. Determinación de sacarosa invertida por efecto de recirculación de jugo clarificado de caña de azúcar, en un evaporador de placas de película descendente. p. 12.

**B. Azúcares reductores.** Los azúcares reductores tenemos a la glucosa, fructosa, lactosa maltosa que presentan un carbono libre en su estructura-

Glucosa, Álvarez (2019) manifiesta:

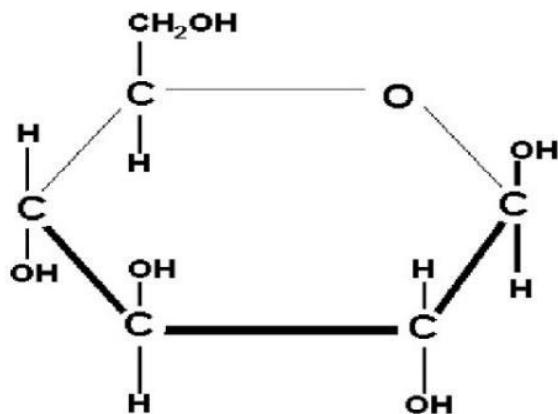
La glucosa es metabólicamente el azúcar más importante en las plantas y animales. Sólo en la porción en crecimiento activo de la planta el contenido de glucosa excede el de la sacarosa. Al comienzo de la zafra el contenido de glucosa del jugo es alto y disminuye con la madurez. A pesar de que cantidades iguales de glucosa y fructosa están implicadas en la hidrólisis y condensación de la sacarosa, la relación dextrosalevulosa raras veces es igual en el jugo crudo.

La fórmula empírica de la glucosa es C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> y el peso molecular es 180,2 g/mol. La glucosa es menos soluble en agua que la sacarosa, es soluble en etanol e insoluble en éter. Las moléculas de glucosa se condensan de diferente manera para formar almidón, dextrana y celulosa. (p.8)

La estructura de la glucosa se aprecia en la Figura 7.

**Figura 7**

*Estructura de la glucosa*



*Nota.* RAMÍREZ, J. Determinación de sacarosa invertida por efecto de recirculación de jugo clarificado de caña de azúcar, en un evaporador de placas de película descendente. p. 14.

Fructosa, Álvarez (2019) manifiesta:

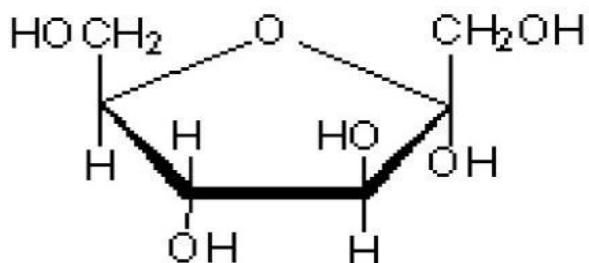
Conocida como azúcar de frutas. La fructosa es más dulce que la sacarosa y la glucosa; de las tres es la menos abundante en la caña. A semejanza de la glucosa, es más abundante en las partes en crecimiento de la planta y menos abundante en la parte inferior del tallo y las raíces. La fructosa disminuye en la maduración y puede ser imposible detectar en algunas variedades de alta pureza en la madurez.

La fórmula empírica de la fructosa es la misma que la glucosa ( $C_6H_{12}O_6$ ) y el peso molecular es de 180,2 g/mol. La fructosa es muy soluble en agua y ligeramente soluble en etanol. Igual que la glucosa, la fructosa es un azúcar reductor, pero posee un grupo cetona en lugar de un grupo aldehído. (p.9)

La estructura de la fructosa se aprecia en la Figura 8.

**Figura 8**

*Estructura de la fructosa*



*Nota.* RAMÍREZ, J. Determinación de sacarosa invertida por efecto de recirculación de jugo clarificado de caña de azúcar, en un evaporador de placas de película descendente. p. 15.

**C. Azúcar blanca Cartavio S.A.A.** La azucarera más antigua del Perú, Cartavio S.A.A. es una empresa agroindustrial dedicada al cultivo, transformación e industrialización de la caña de azúcar, y comercializa los productos y subproductos derivados de su actividad principal, tales como azúcares (refinada, blanca y rubia), alcoholes, melaza, bagazo, etc.

Se encuentra a 55 kilómetros al norte de la primaveral ciudad de Trujillo, kilómetro 600 de la carretera Panamericana, provincia de Ascope, Región La Libertad.

La azucarera más antigua del país, del Grupo Gloria, funcionando desde el 3 de mayo del 2007. Su superficie es de 7.902,95 hectáreas y sus campos son irrigados por el río Chicama. Con más de 6.500 hectáreas bajo cultivo, su molienda por día supera las 6.500 toneladas de caña y la producción de azúcar supera las 700 toneladas diarias.

Los productos con los más altos estándares de calidad, la producción cumple de los más altos estándares de calidad, cuenta con las certificaciones de calidad ISO 9001:2008 e ISO 22000.

#### El Azúcar

- El Azúcar rubia de exportación
- El Azúcar rubia
- El cartavio azúcar rubia x 1 kg x 25 bolsa

- El cartavio azúcar rubia x 2 kg bolsa
- El cartavio azúcar rubia x 5 kg bolsa
- El cartavio azúcar rubia x 50 kg saco
  - El Azúcar blanca
- El cartavio azúcar blanca x 1 kg x 25 bolsa
- El cartavio azúcar blanca x 2 kg bolsa
- El cartavio azúcar blanca x 5 kg bolsa
- El cartavio azúcar blanca x 50 kg saco

El Alcohol

- El Alcohol etílico rectificado
- El Alcohol etílico industrial

El Melaza

El Bagazo

Para la presente investigación la sacarosa a usado fue el Azúcar blanca CARTAVIO de 1.00 kg. como aditivo para el concreto.

Propiedades fisicoquímicas del azúcar, el Azúcar blanca Cartavio, elaborado con 100% jugo de caña de azúcar de los campos norteños del Perú. La Azúcar blanca embolsada Cartavio cuenta con la calidad garantizada, sin contaminación y con peso 100%, las presentaciones en bolsa de 250 gr., 500gr., 1 kg., 2 kg. Y 5 kg. Ver Figura 9.

### Figura 9

Azúcar blanca Cartavio.



Nota. <https://www.grupogloria.com/cartavioprod.html>

Así mismo en la Tabla 15 se aprecia la ficha técnica del Azúcar blanca Cartavio

**Tabla 15**

*Ficha Técnica Azúcar blanca Cartavio-Grupo Gloria*

INGREDIENTES PRINCIPALES	Caña	
INGREDIENTES SECUNDARIOS	No aplica	
CARACTERISTICAS FÍSICAS DE LA MATERIA PRIMA Y/O INSUMO	Apariencia	Granulada
	Color	Blanco
	Olor	Incolora
	Sabor	Dulce
	Ph	No
	Textura	Dura granulada
ESTADO DE LA MATERIA PRIMA Y/O INSUMO	Líquido	
	Sólido	Granulada
	Gaseoso	
EMPAQUES Y PRESENTACIONES	Bolsa de polietileno	
CANTIDAD	Bolsa de 5 kg, 2 kg, 1 kg, 500 g y 250 g.	
INSTRUCCIONES EN LA ETIQUETA	Consérvese en un lugar fresco y seco	
NUMERO DE REGISTRO SANITARIO (SI APlica)	No aplica	
VIDA UTIL ESPERADA	12	Meses
TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO	Ambiente	25-30°C
	Refrigeración	
	Congelación	
NORMATIVIDAD QUE RIGE LA MATERIA PRIMA Y/O INSUMO	NTC 611	
CONSIDERACIONES Y RECOMENDACIONES DE ALMACENAMIENTO	Conservar en un lugar fresco y evitar la humedad	

Propiedades Químicas, que se detalla a continuación:

Pureza(% w/w), no menor de 99.85% w/w por polarización directa o por la Pol calculada

como 100% de sacarosa menos humedad, cenizas y azúcar invertido

Humedad (% w/w), máximo 0.07%

Cenizas (%w/w) máximo 0.07%

Azúcar Invertido (%w/w), máximo 0.09%

Color, menor de 120 unidades ICUMSA

Flocs, no más de 0.14 unidades de absorbancia

Dióxido de azufre, menos de 10 mg/kg

Turbidez, no más de 80 unidades ICUMSA

Sedimento, no más de 80 mg/kg

cobre(ppm), no más de 1.5 mg/kg

arsénico ppm, no más 1.0 mg/kg

Plomo ppm, no más de 0.5 mg/kg

compuesto de amonio cuaternario, no más de 2 mg/kg

Propiedades Físicas, que se detalla a continuación:

Tamaño de partículas, 5.5% máximo en malla 65

Temperatura de fusión, 188 grados centígrados

Temperatura de autoignición: 150 grados centígrados

Peso molecular, 342

Material extraño, libre de cualquier material extraño, incluye bagazo, piedras, pedazos de madera, partículas metálicas u otras que degrade las características físicas o que sean peligrosa al consumo humano.

**D. Azúcar como aditivo.** Antecedentes del uso de azúcar como aditivo, los aditivos naturales y de procedencia corriente modifican propiedades del concreto, el azúcar como aditivo natural puede ser usado como plastificantes retardadores en el concreto:

“Plastificantes retardadores: Los siguientes productos en porcentajes referenciales relativos al peso del cemento: almidón (0.10%), el bicarbonato de sodio (0.14%), el ácido

tartárico (0.25), la celulosa (0.10%), el azúcar ( $<0.25$ ) , resinas de maderas" (Pasquel,1998, p.126).

Soto (2019) concluye:

Cuando se requiere emplear el azúcar de caña como retardante del fraguado, se recomienda una dosis entre 0,05% y 0,07%, puesto que demarcan un bajo tiempo de fraguado, pero se logra una mayor resistencia a los 7 y 28 días de edad, siendo la concentración de 0,07% la que aumenta en un 30% la resistencia de la mezcla respecto a la muestra patrón. (p.73)

Cada tipo de azúcar influye en el tiempo de fraguado y la resistencia a la compresión del concreto de manera diferente.

El azúcar al mezclarse con la masa obstaculiza en el proceso de fraguado rápido, existen varias teorías, una de ella es que las partículas de azúcar cubren de forma coloidal a las partículas de cemento, lo cual evita que se agrupen y formen la pasta que fragua con mucha velocidad.

Sin embargo, otra teoría muestra que el azúcar reacciona con el aluminio y el calcio, formando complejos insolubles, que obstaculizan en el proceso de endurecimiento el cual disminuye la cantidad de aluminio y calcio que puede reaccionar con el agua.

Es importante mencionar que no todos los azúcares actúan de la misma forma, en tanto que la sacarosa actúa bien, la lactosa lo realiza moderadamente, además como influye la cantidad, si sobrepasa del 1% de azúcar en masa total existe la amenaza de ya no endurecerse.

Como procede el azúcar en el asentamiento del concreto, el azúcar funciona como un aditivo reductor de agua, disminuyendo la cantidad de agua para lograr un asentamiento deseado. En la composición molecular de los componentes del azúcar está dado por ciclos y ramificaciones, los compuestos activos son elementos de las ramificaciones, concentrados en

la superficie de contacto en medio de dos fases inmiscible alterando las fuerzas fisicoquímicas en esta interfase.

Las partículas de cemento absorben los agentes de superficie activos, ofreciéndoles una carga negativa, conduciéndolo a la repulsión entre las partículas originado la estabilización de su dispersión, así mismo repelándose las burbujas de aire, de esta manera la carga negativa ocasiona que alrededor de las partículas de cemento se desarrolle cadenas de moléculas de agua, y el agua que no logró adherirse a la partícula cemento-azúcar, quede libre que permite lubricar e incrementa el asentamiento.

EL azúcar como aditivo retardante, en la publicación de la Revista Ingeniería Estructural. ISPJAE se contempló que dosis pequeñas % de sacarosa incrementaban la trabajabilidad de morteros de cemento y la inhibición del fraguado se desarrollaba en un tiempo proporcional al contenido de la adición. Sacarosa con contenidos inferiores a 0,3 % / peso del cemento, halló que las propiedades mecánicas no se veían afectados.” La sacarosa se comporta como agente plastificante-retardador” (Lopez,1965, p.158).

#### ***2.1.4. Propiedades del concreto***

Las características del concreto han de ser en función a que está destinado. Por ello estas características, “debe permitir obtener un concreto con la facilidad de colocación, densidad, resistencia, durabilidad u otras propiedades que se consideran necesarias para el caso particular para el cual la mezcla está siendo diseñada” (Rivva, 1992, p. 37).

##### **2.1.4.1 Concreto fresco.**

**A. Trabajabilidad.** Se entiende por trabajabilidad a aquella propiedad del concreto en el estado fresco, el cual determina su capacidad para ser manipulado, transportado, colocado y consolidado adecuadamente, con un mínimo de trabajo y un máximo de homogeneidad; así como para ser acabado sin que se presente segregación.

“Esta definición involucra conceptos tales como capacidad de moldeo, cohesividad y capacidad de compactación. Igualmente, la trabajabilidad involucra el concepto de fluidez, con énfasis en la plasticidad y uniformidad dado que ambas tienen marcada influencia en el comportamiento y apariencia final de la estructura” (Rivva, 1992, p. 37).

De acuerdo al comité ACI 309R, la trabajabilidad es aquella propiedad del mortero o del concreto recién mezclado que determina la facilidad y homogeneidad con que puede ser mezclado, transportado, colocado, compactado y acabado. Para alcanzar una mayor aproximación a la trabajabilidad, la reología, quien estudia el desplazamiento de los materiales, estableció conceptos.

Estabilidad, es el desplazamiento que se produce en el concreto sin mediar la aplicación de fuerzas externas, cuantificable por medio de la exudación y la segregación.

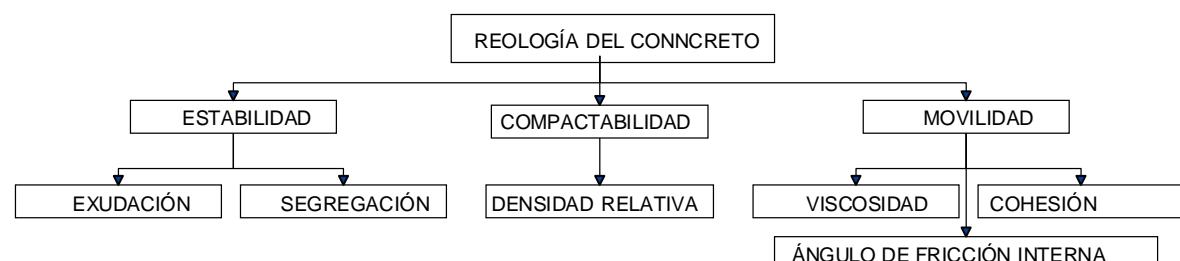
Compactabilidad, facilidad con que el concreto fresco es compactado para reducir el volumen de vacíos y por lo tanto el aire atrapado.

Movilidad, es la facilidad del concreto a ser desplazado mediante la aplicación de trabajo externo. Se evalúa en función de la viscosidad (la fricción entre las capas de la pasta de cemento), cohesión (fuerza de adherencia entre la pasta de cemento y los agregados) y resistencia interna al corte (la habilidad de las partículas de agregados a rotar y desplazarse dentro de la pasta).

Estos parámetros se aprecian en la Figura 10.

### **Figura 10**

*Parámetros de la reología del concreto fresco*



*Nota.* (ACI 309R).

Factores que gobiernan la trabajabilidad, los factores que gobiernan la trabajabilidad del concreto son gobernados por los factores descritos en la Tabla 16, son los mismos que gobiernan su reología.

**Tabla 16**

*Factores que influyen en la trabajabilidad del concreto.*

Factores						Factores Externos	
Cemento	Aqua	Agregados	Aditivos	Dosificación	Medioambiente	Condiciones Obra	
*Tipo	*Cantidad	*Forma	*Tipo	*Relación	*Temperatura	*Encofrados	
*Cantidad		*Textura		*Cantidad agua/cemento	*Velocidad de	*Acero de refuerzo	
*Finura		*Granulometría		*Relación	*Humedad relativa	*Método de compactación	
*Composición		*Tamaño		finos/qruesos			
*Calor de							

Nota. Portugal, 2007

Medios para evaluar la trabajabilidad del concreto fresco, las características del concreto que ofrecen su trabajabilidad:

Homogeneidad y uniformidad

Consistencia

Temperatura de la mezcla

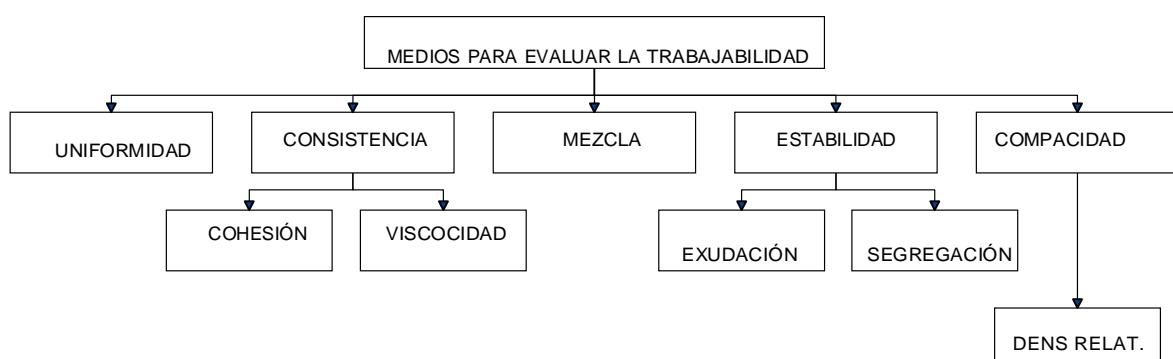
Estabilidad

Compacidad

Ver Figura 11.

**Figura 11**

Medios para evaluar la trabajabilidad del concreto en estado fresco.



Mantensor de trabajabilidad, el mantensor de trabajabilidad brinda una perdida de asentamiento controlado, prolonga de forma extendida el tiempo de trabajabilidad del concreto

**B. Consistencia.** Denominamos consistencia a la mayor o menor facilidad que tiene el concreto fresco para deformarse o adaptarse a una forma específica. Tabla 17 y Tabla 18. La consistencia depende:

Agua de amasado.

Tamaño máximo del agregado.

Granulometría.

Forma de los agregados influye mucho el método de compactación

Tipos de Consistencia:

- Seca – Vibrado enérgico.
- Plastica – Vibrado normal.
- Blanda – Apisonado
- Fluida – Barra.

**Tabla 17**

*Consistencia- asentamiento del concreto*

CONSISTENCIA	ASIENTO (cm)
SECA	0 – 2
PLÁSTICA	3 – 5
BLANDA	6 – 9
FLUIDA	10 – 15

*Nota.* Torre, A. (2004), Curso básico de tecnología del concreto para ingenieros civiles (pp. 82). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.

**Tabla 18**

Tolerancias en asentamientos del concreto

CONSISTENCIA	TOLERANCIA (cm)	ASIENTO (cm)
SECA	0	0 – 2
PLÁSTICA	+ - 1	3 – 5
BLANDA	+ - 1	6 – 9
FLUIDA	+ - 1	10 – 15

*Nota.* Torre, A. (2004), Curso básico de tecnología del concreto para ingenieros civiles (pp. 83). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.

**C. Segregación.** Pasquel (1993) expresa:

Las diferencias de densidades entre los componentes del concreto provocan una tendencia natural a que las partículas más pesadas desciendan, pero en general, la densidad de la pasta con los agregados finos es sólo un 20% menor que la de los gruesos (para agregados normales) lo cual sumado a su viscosidad produce que el agregado grueso quede suspendido e inmerso en la matriz. (p.139)

**D. Exudación o sangrado.** El agua de mezcla se separa de la masa y sube hacia la superficie del concreto.

Pasquel ((993) expresa:

Es un caso típico de sedimentación en que los sólidos se asientan dentro de la masa plástica. El fenómeno está gobernado por las leyes físicas del flujo de un líquido en un sistema capilar, antes que el efecto de la viscosidad y la diferencia de densidades. (p.140)

**E. Temperatura de mezcla.** Los cambios en la consistencia de las mezclas se deben a la variación de la temperatura del concreto al ser mezclado. La temperatura de una mezcla de concreto recién elaborada, depende básicamente de la temperatura de cada uno de sus

componentes y de las respectivas cantidades en que se emplean. Según la NTP 339.114 la máxima temperatura no debe exceder de 32°C durante su producción o transporte.

Para proteger las propiedades del concreto, su temperatura deberá encontrarse entre 13°C a 32°C.

**F. Tiempo de fraguado.** El Instituto del Concreto (1997) expresa que cuando se une el cemento y agua origina una reacción química, lo que origina la rigidización del concreto, se evalúa a través del método de las agujas de penetración según NTP 339.082 (ASTM C403). En la Figura 12 se aprecia las tres etapas de fraguado.

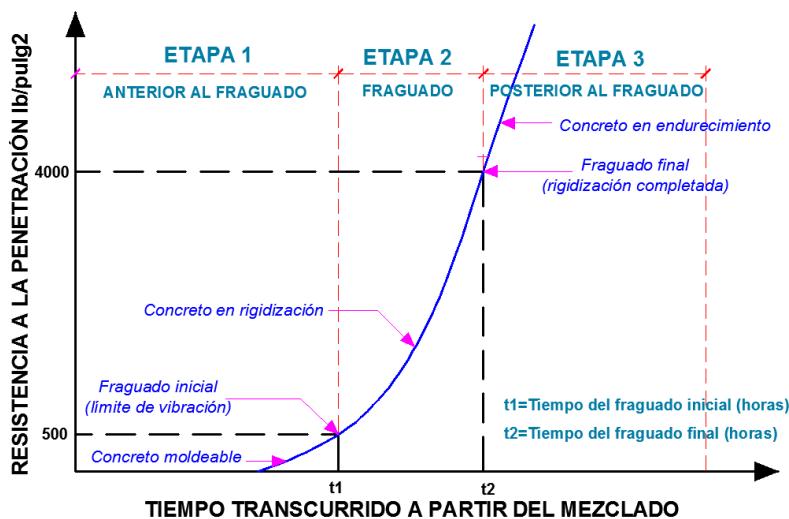
Etapa anterior al fraguado, la mezcla del concreto es blanda y moldeable, definido por la consistencia con que se elabora, concreto es moldeado o remoldeado.

Etapa de fraguado, la mezcla incrementa gradualmente de consistencia, para transformarse en una masa rígida que ya no es moldeable, y que aún no alcanza resistencia mecánica apreciable. Se encuentra en rigidización el concreto y es moldeado o remoldeado.

Etapa posterior al fraguado, comprende la etapa del endurecimiento de la mezcla de concreto, en esta etapa se da el curado adecuado para satisfacer la resistencia.

**Figura 12**

*Etapas de fraguado del concreto, utilizando las agujas de penetración*



*Nota.* Instituto del Concreto, 1997.

### 2.1.4.2. Concreto endurecido.

**A. Resistencia a Compresión.** La resistencia a la compresión del concreto normalmente se la cuantifica a los 28 días de vaciado el concreto, aunque en estructuras especiales como túneles y presas, o cuando se emplean cementos especiales, pueden especificarse tiempos menores o mayores a 28 días.

Rivva (1992) afirma:

La resistencia del concreto es definida como el máximo esfuerzo que puede ser soportado por dicho material sin romperse. Dado que el concreto está destinado principalmente a tomar esfuerzo de compresión, es la medida de su resistencia a dichos esfuerzos la que se utiliza como índice de su calidad. (p.36)

Factores que influyen en la resistencia a la compresión, la relación agua/cemento afecta la resistencia a la compresión del concreto, como se aprecia en la Figura 13.

**Figura 13**

*Factores que influyen en la resistencia a la compresión del concreto*



Nota. Portugal, 2007.

### 2.1.5. Diseño de Mezcla

Rivva (1992) expresa:

La selección de las proporciones de los materiales integrantes de la unidad cubica de concreto, conocida usualmente como diseño de mezcla, puede ser definida como el

proceso de selección de los ingredientes más adecuados y de la combinación más conveniente y económica de los mismos, con la finalidad de obtener un producto que en el estado no endurecido cumpla con los requisitos establecidos por el diseñador e indicados en los planos y/o las especificaciones de obra.

En la selección de las proporciones de la mezcla de concreto, el diseñador debe recordar que la composición de la misma está determinada por:

- a. Las propiedades que debe tener el concreto endurecido, los cuales son determinados por el ingeniero estructural y se encuentra indicada en los planos y/o especificaciones de obra.
- b. Las propiedades del concreto al estado no endurecido, las cuales generalmente son establecidas por el ingeniero constructor en función del tipo y características de la obra y de las técnicas a ser empleadas en la colocación del concreto.
- c. El costo de la unidad cubica de concreto

Los criterios presentados permiten tener una primera aproximación de las proporciones de los materiales integrantes de la unidad cubica de concreto. Estas proporciones, sea cual fuere el método empleado para determinarlas, deberán ser consideradas como valores de prueba sujetos a revisión y ajustes sobre la base de los resultados obtenidos en mezclas preparadas bajo condiciones de laboratorio y obra.

Dependiendo de las condiciones de cada caso particular, las mezclas de prueba deberán ser preparadas en el laboratorio y, de preferencia, como tandas de obra empleando el personal, materiales y equipo a ser utilizados en la construcción. Este procedimiento permite ajustar las proporciones seleccionadas en la medida que ello sea necesario hasta obtener un concreto que, tanto en estado fresco como endurecido, reúna las características y propiedades necesarias; evitando los errores derivados de asumir

que los valores obtenidos en el gabinete son enteramente representativos del comportamiento del concreto bajo condiciones de obra. (p.10)

**2.1.5.1. Características de los agregados.** Las tablas que se muestran obedecen a la experiencia en obra. Dependiendo del tipo y tamaño del agregado grueso y con la finura del agregado fino, si se usa agregados gruesos redondeados o chancado se puede estimarse un peso por metro cúbico de hormigón bombeable según la Tabla 19 y Tabla 20.

**Tabla 19**

*Pesos de agregados gruesos redondeados para hormigón bombeable*

PESOS SUGERIDOS DE AGREGADOS GRUESOS REDONDEADOS PARA HORMIGON BOMBEABLE (kg piedra/m <sup>3</sup> de H°)					
Tipo de arena MF	Tamaño del agregado grueso				
	3/8 a #4	1/2 a #4	3/4 a #4	1 a #4	1 1/2 a #4
2.8 a 3	599 a 659	742 a 801	896 a 955	973 a 1032	1044 a 1104
2.6 a 2.8	629 a 688	771 a 831	926 a 985	1003 a 1062	1074 a 1133
2.4 a 2.6	659 a 718	801 a 860	955 a 1015	1032 a 1092	1104 a 1163

Nota: Rivadavia, C. (2009), Colocación de hormigón por medio de bombas (pp.1).

Departamento de Promoción y Servicios Técnicos PCR S.A

**Tabla 20**

*Pesos de agregados gruesos triturados para hormigón bombeable*

PESOS SUGERIDOS DE AGREGADOS GRUESOS TRITURADO PARA HORMIGON BOMBEABLE (kg piedra/m <sup>3</sup> de H°)					
Tipo de arena MF	Tamaño del agregado grueso				
	3/8 a #4	1/2 a #4	3/4 a #4	1 a #4	1 1/2 a #4
2.8 a 3	534 a 581	653 a 700	789 a 837	860 a 908	931 a 979
2.6 a 2.8	558 a 605	676 a 724	813 a 860	884 a 931	955 a 1003
2.4 a 2.6	581 a 629	700 a 748	837 a 884	908 a 955	979 a 1023

Nota. Rivadavia, C. (2009), Colocación de hormigón por medio de bombas (pp.1).

Departamento de Promoción y Servicios Técnicos PCR S.A.

Las proporciones de mezcla están son afectadas por la forma de agregado, la superficie específica del agregado grueso triturado (chancado) es mayor al agregado de canto rodado y necesitan más mortero para cubrir la superficie y facilitar el bombeo.

Existen relación entre el diámetro interior de la tubería de bombeo y tamaños máximos recomendados de agregado grueso según su forma, tal como se aprecia en la Tabla 21.

**Tabla 21**

*Limitación en el tamaño máximo*

Tipo de agregado grueso	Limitación en el tamaño máximo d: diámetro interior de la tubería
Triturado	1/3 d
canto rodado	2/5 d

*Nota.* Rivadavia, C. (2009), Colocación de hormigón por medio de bombas (pp.2).

Departamento de Promoción y Servicios Técnicos PCR S.A.

Para el caso del agregado fino juega un papel importante en la mezcla de concreto, se recomienda que porcentajes mínimos para las porciones que pasan los tamices #50 y #100 sean según Tabla 22.

**Tabla 22**

*Porcentaje que pasa mínimo recomendado*

Tamiz	% que pasa mínimo recomendado
# 50	15 al 30
# 100	5 a 10

*Nota.* Rivadavia, C. (2009), Colocación de hormigón por medio de bombas (pp.2).

Departamento de Promoción y Servicios Técnicos PCR S.A

Para el caso del cemento que supere los 280 kg/m<sup>3</sup> puede ser considerado como material pasante por los tamices mencionados. El módulo de finura deberá encontrarse entre 2.3 y 3.1, con un promedio de 2.7 según lo especificado por las normas ASTM. Los valores bajos de

finura mejoran la bombeabilidad pero también observar la distribución de las partículas finas. También debería verificarse una constancia en el módulo de finura como para que las variaciones no se aparten en más de 0.20 del promedio estipulado.

**2.1.5.2. Cemento.** Las mezclas de concreto bombeable por lo general requieren mayor contenido de cemento, además debiendo cumplir los criterios de dosificación que para las mezclas convencionales, así como una adecuada cantidad de arena para los rangos de asentamiento más amplios.

Del mismo modo el incremento de cemento como la única solución lograr bombear es antieconómica. Es más apropiado y más económico corregir la deficiencia en la granulometría de los agregados, en este caso la fracción de finos.

No usar cementos muy gruesos ni muy finos, aumentan presión de bombeo, debe usarse cemento con superficie específica cercana a los 4.000 cm<sup>2</sup>/g. Dosis como 300 y 350 kgs / m<sup>3</sup>, así mismo deberá cumplir la cantidad de cemento para lograr la resistencia a la compresión.

**2.1.5.3. Aditivos.** Para mejorar la bombeabilidad del concreto, se requiere aumentar la trabajabilidad y por lo general se logran con los aditivos.

Los aditivos reductores de agua permiten reducción del contenido de agua de una mezcla de concreto manteniendo un asentamiento o incremento del mismo para una misma relación agua/cemento.

Algunos aditivos afectan el tiempo de fraguado y en algunos casos cumplir doble función, actuando además como incorporadores de aire. Los reductores de agua de alto rango o superplastificantes en concreto su descarga obedece a que tiene un tiempo limitado de efectividad, Los aditivos incorporadores de aire en el concreto son más cohesivas y trabajables permitiendo bombear con menor exudación, lo que disminuye la lubricación dificultando el paso de la mezcla de concreto por la tubería. Después de bombear el concreto la perdida de aire debe estar entre 1% a 1.55%.

## **2.1.6. Concreto Bombeable**

**2.1.6.1. Definición.** Es un concreto que se traslada a presión a través de una tubería, hasta el punto de su colocación permitiendo lograr largas distancias horizontales y verticales, diseñado bajo los parámetros del ACI, así como las buenas prácticas de bombeo.

“El concreto bombeado como el que es transportado a través de manguera o tubo empleando una bomba. El bombeo de concreto a través de líneas de tuberías metálicas por medio de bombas de pistón” (ACI 304, 1996, p.3).

Rodrigo (2011) expresa:

Es importante remarcar que, tal y como consideran un grupo de autores, la bombeabilidad no es una propiedad específica de la propia mezcla, sino que además está relacionada con el equipo de trabajo (ej; bomba) y de otras circunstancias (distancia, altura, temperatura). (p.14)

Es una de las prácticas más utilizadas en la industria de la construcción, teniendo ventajas en espacios limitados para equipos de bombeo.

El concreto fresco es bombeable, cuando la mezcla es apta de transferir la presión sobrado para vencer la resistencia originado por la fricción y el peso que genera la columna de concreto, ver Figura 14.

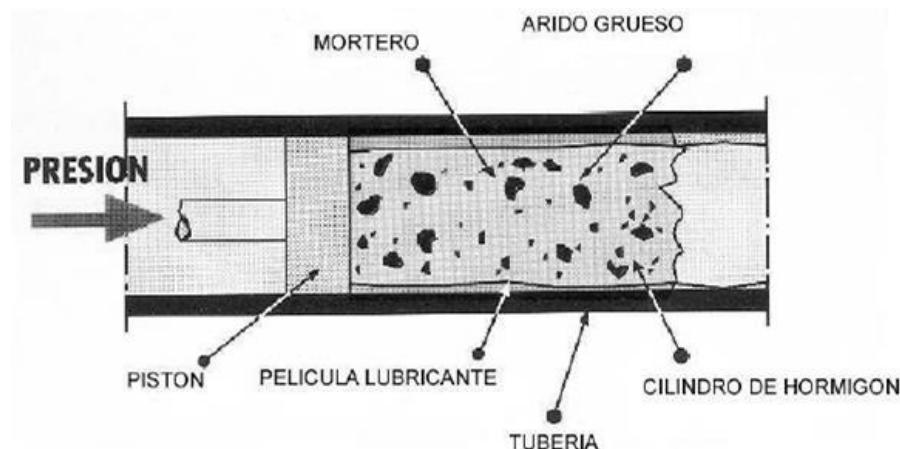
Básicamente su uso se da en estructuras con difícil acceso y espacios limitados, con distancias horizontales y verticales considerables. Colocado en elementos estructurales que requieran rapidez y eficiencia para ser vaciados, teniendo en cuenta sus requerimientos de acceso y volumen, así como la variabilidad que existe en la construcción.

Un bombeo es satisfactorio cuando su abastecimiento es constante de concreto, con especificaciones para su colocación, requiere buen control de calidad, distribución homogénea de agregados, granulometría adecuada, materiales dosificados uniformemente y mezclados perfectamente que cumplan su bombeo.

La tubería deberá lubricare o cebarse con lechada antes de bombear el concreto, dependiendo del equipo.

**Figura 14**

*Esquema del proceso de bombeo de concreto.*



Nota. <https://es.scribd.com/doc/7304192/HORMIGON-BOMBEADO>

### 2.1.6.2. Características del concreto bombeable.

**A. Docilidad.** Permite el cambio de forma y dirección de flujo que pasa por la bomba y tubería sin en la tubería La docilidad deberá ser la necesaria para permitir cambios de forma y de dirección de flujo durante su paso por la bomba y tubería sin presión exagerada. Los asentamientos del concreto bombeables normalmente se encuentran entre 5 y 15 cm., mientras con el uso de aditivos superplastificantes logra incrementos altos de asentamiento aumentando el rendimiento, en algunos casos dependido del equipo de bombeo.

**B. Cohesión.** Para impedir la exudación o segregación bajo presión.

**C. Auto lubricación.** El concreto bombeable se transporta en forma de cilindros semi – rígidos, para lo cual requiere formación de una película lubricante para reducir la fricción.

### 2.1.6.3. Dosificación para concreto bombeable.

**A. Agregados.** Cumplimiento de la granulometría de los agregados debe cumplir según requisitos de la norma ASTM C33 (Especificaciones de agregados para concreto),

recomendando su granulometría al valor medio de los límites de los Husos, para alcanzar una adecuada docilidad, cohesión y auto lubricación de las mezclas de concreto.

Evitar el sangrado en el concreto bombeado. con el exceso de una cantidad de un tamaño Se recomienda el uso de canto rodado, de usarse material chancado, éste deberá aproximarse a la forma cúbica, prevenir el uso partículas en forma de laja.

Según El tamaño máximo del agregado grueso angular o chancado deberá ser igual o menor que el 2/5 del diámetro interno de la tubería, en caso de material redondeado, e igual o menor que 1/3 del diámetro, cuando sea chancado manifestado en el ACI 304.

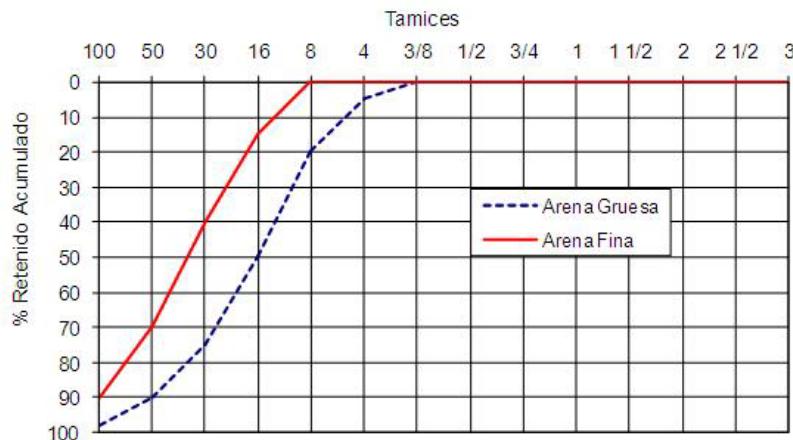
Las arenas deberán tener en la fracción más fina, entre un 15% y un 30% (malla N°50) y entre un 5% y un 10% malla N°100).

Es recomendable que las arenas tengan un módulo de finura entre 2.10 y 3.40 y su valor medio para la graduación recomendable es de 2.75, según ASTM C-33 los límites del módulo de finura están entre 2.40 y 3.00. En algunos casos la mejor bombeabilidad del concreto se da a medida que el módulo de finura es menor.

El ACI 304 expresa curvas límites que muestran en la norma ASTM C33 para un concreto bombeable la curva del agregado fino caiga al medio de ambas (módulo de finura cercano a 2.70), ver Figura 15. Granulometrías deseables los que están cercas de la curva superior que los que están cerca de la curva inferior, así como los porcentajes que deberían pasar los tamices #50 y #100 descritos anteriormente.

**Figura 15**

*Granulometría recomendable del agregado fino de peso normal (porcentaje que pasa)*

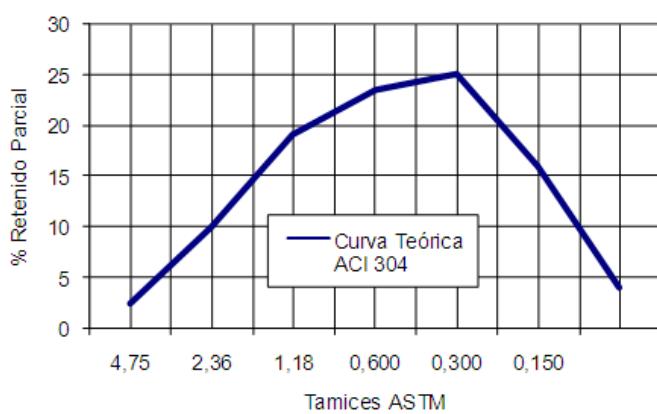


Nota. ACI 304

Para la arena usada en concreto bombeable se recomienda una curva propuesta sobre los retenidos parciales de los tamices ASTM. Ver Figura 16.

**Figura 16**

*Granulometría recomendable del agregado fino de peso normal (porcentaje individual retenido).*



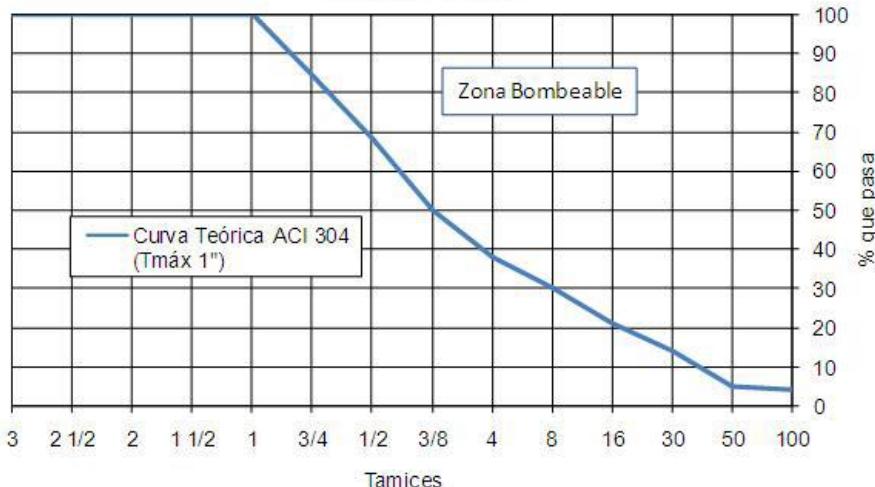
Nota. ACI 304

El ACI 304 presenta una curva límite para los agregados globales o totales en función del tamaño máximo de la mezcla (3/4", 1" ó 1 ½"). Si la curva real de agregados global cae por encima de esta frontera representa una mezcla de agregados con alta probabilidad de ser bombeable por los equipos disponibles. Ver Figura 17.

Así mismo según los husos DIN 1045 establecen límites para las curvas granulométricas globales que permiten concreto bombeables.

**Figura 17**

*Análisis de bombeabilidad, curva teórica agregado total*



*Nota.* ACI 304

**B. Agua.** La cantidad de agua por metro cubico de concreto se determina en una mezcla en función del tamaño máximo del agregado y del revenimiento o asentamiento, como se observa en la Tabla 23.

El agua afecta la durabilidad, la resistencia a la compresión del concreto con asentamiento mayor de 18 cm tiende a la segregación y sangrado del agua. Los concretos con agregado grueso triturado o chancado y elaboración de mezclas pobres se segregan con asentamiento mayores de 15 cm.

**Tabla 23**

*Requisitos aproximados de agua de mezclado y contenido de aire para diferentes revestimientos y tamaño máximo de agregados*

Revestimiento (cm)	Sin incorporador de aire							
	Agua, litros por metro cúbico de concreto para el tamaño máximo de agregado indicado mm (pulg.)							
	10 (3/8)	12.5 (1/2)	20 (3/4)	25 (1)	40 (1 ½)	50 (2)	75 (3)	150 (6)*
2.5 a 5	209	200	185	180	165	155	145	125
8 a 10	230	215	200	195	180	170	160	140
15 a 18	245	230	215	205	185	180	170	-
Contenido de aire (%)	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2

Revestimiento (cm)	Con incorporador de aire							
	Agua, litros por metro cúbico de concreto para el tamaño máximo de agregado indicado mm (pulg.)							
	10 (3/8)	12.5 (1/2)	20 (3/4)	25 (1)	40 (1 ½)	50 (2)	75 (3)	150 (6)
2.5 a 5	180	175	165	160	150	140	135	120
8 a 10	200	195	180	175	160	160	150	130
15 a 18	215	205	195	185	170	165	160	-
Contenido de aire (%)	8	7	6	5	4.5	4	3.5	3

*Nota.* ACI 211

Las cantidades de agua de mezclado deben aplicarse al determinar el factor cemento en mezclas de pruebas. La relación agua/cemento esta definido por la resistencia especificada a compresión y se reduce a medida que aumenta el aire. Ver tabla 24.

**Tabla 24**

*Relación entre resistencia a la compresión del concreto y relación agua/cemento*

Resistencia a la compresión a 28 días, kg/cm <sup>2</sup>	Relación agua/cemento, en peso	
	Concreto sin incorporador de aire	Concreto con incorporador de aire
450	0.39	-
400	0.43	-
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
280	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

*Nota.* ACI 211

La resistencia se basa en pruebas de cilindros de 150 x 300 mm. o 100 x 200 mm. según el ACI 318-2014.

**C. Cemento.** Recomienda cemento con menor a 4000cm<sup>2</sup>/g de superficie específica contenido mínimo de 300 y 350 kg/m<sup>3</sup>, es de mucha importancia su cantidad para la bombeabilidad del concreto. Recomendable de 7 a 15 cm de asentamiento, algunas concreteras sugieren como mínimo de 10 cm (4") para no tener inconvenientes en obra. En la tabla 25 aprecia ensayos realizados para lograr el bombeado del concreto con contenido de arena de 35 %, contenido de agua para lograr asentamiento de 7.5 cm y aquellos no fueron bombeado se agregaron eter de celulosa que permitieron luego ser bombeado.

El contenido de cemento debe ser mayor que la relación de vacíos obtenida en la combinación de los agregados.

### Tabla 25

*Resultados del experimento para ensayar el efecto de los vacíos sobre los agregados combinados relacionados con el contenido de cemento como un índice de la bombeabilidad*

	Contenido de cemento por volumen	Volumen de contenido de vacíos			
		17%		20%	
		1	2	3	4
Z 15%	Bombeado	Bombeo destruido durante el experimento		No bombeo*	No bombeo
	Y 20%	Bombeado	Bombeado	No bombeo*	No bombeo
	X 25%	Bombeado	Bombeado	Bombeado	No bombeo
	W 30%	Bombeo difícil	Bombeado	Bombeado	No bombeo

*Nota.* Características del hormigón destinado a ser bombeado, Revistas de obras públicas

1980

**D. Aditivos, minerales y fibras.** Aditivo Plastificantes (reductores de agua) o superplastificantes es imprescindible en los concretos bombeables y se utilizan principalmente para:

Mantener el nivel de trabajabilidad requerida disminuyendo la dosis de agua o sin reducir la dosis de agua aumentar la trabajabilidad sin afectar las resistencias mecánicas.

Obtener una mezcla más plástica con incremento del asentamiento.

Reducir la fricción en las paredes del conducto.

Aumentar la calidad de la película lubricante.

Incrementa su resistencia mecánica y la durabilidad.

Aditivo Incorporadores de aire:

Suministran una plasticidad extra al concreto

Disminuye la formación de exudación en mezclas de arena gruesa.

Minerales, existen de tres clases: los materiales relativamente químico-inertes, materiales cementantes y puzolanas.

Mejoran la trabajabilidad y la bombeabilidad.

Disminuyen la exudación.

Aumentan la resistencia del concreto.

Fibras, son fibras cortas, ver Tabla 26 que amasadas con el concreto y dispersadas en la masa, mejoran:

Resistencia a tracción

Retracción

Resistencia a la fatiga

Resistencia al impacto

## **Tabla 26**

### *Tipos de fibras*

Tipo	Resis. Tracción (N/mm <sup>2</sup> )	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Alargamiento de rotura (%)
Acero	500-3000	7800	3.5
Vidrio	2000	2700	3.6
Nylon	900	1100	13-15
Polipropileno	600	900	8-20
Poliester	800	1400	11-13

Concreto	5-8	2300	-----
----------	-----	------	-------

*Nota.* ACI 544. 1R-96

**2.1.6.4. Causas de atasco de concreto bombeable.** La bomba se atasca si es que se produce exudación o segregación en el concreto.

Una exageración de pasta, origina que los agregados giren libremente, originando turbulencias, esto produce mayor fricción y puede generar atascos en la tubería.

El agregado chancado requiere mayor cantidad de pasta y mayor posibilidad de atasco.

En las mezclas con elevado asentamiento existe una tendencia a la separación entre agregado grueso y mortero, lo cual puede ocasionar bloqueos en la tubería. Las mezclas con exceso de agua conllevan a exudación elevada, pérdida del aire intencionalmente incorporado y contracciones. Es importante obtener una mezcla de concreto con determinada plasticidad mediante una correcta dosificación, y no cubrir deficiencias en la mezcla con el agregado de agua.

**2.1.6.5. Pruebas de bombeabilidad del concreto.** Graf (1972) afirma:

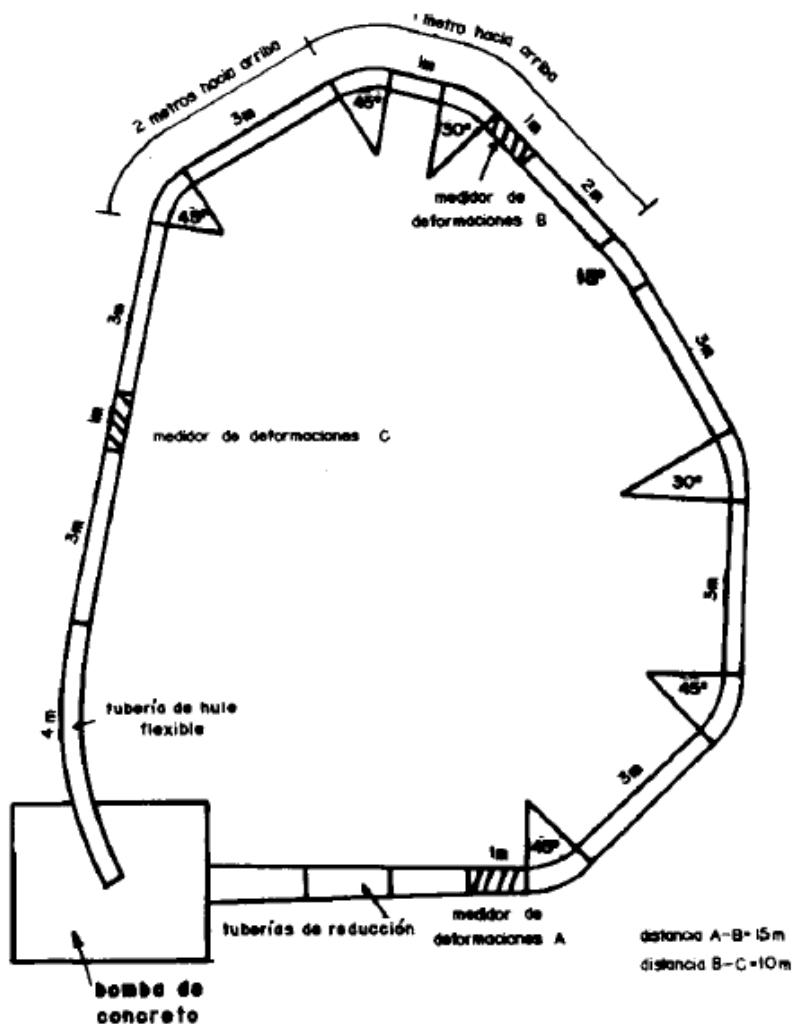
Para las afinaciones en las mezclas, se hacen pruebas con equipo estándar de los laboratorios para asegurar la resistencia especificada, el asentamiento, el peso volumétrico y otras propiedades físicas. Sin embargo, no hay hasta el momento un aparato de laboratorio reconocido que mida en una forma consistente la bombeabilidad de un concreto. Por lo tanto, ninguna mezcla puede decirse que es bombeable hasta que no ha sido probada en el campo y en las condiciones especiales de una mezcla dada y de una obra en particular (p. 24).

Las mezclas de concreto tentativas elaboradas de algunas concreteras son probadas con sus equipos de bombeo que usan en los proyectos y materiales a usarse.

En las Figuras 18 y 19 se muestra cómo se registró la medición de presión en forma gráfica en tres puntos diferentes A, B y C a través de líneas simulando a lo que sucede en obra.

**Figura 18**

*Circuito de bombeo.*

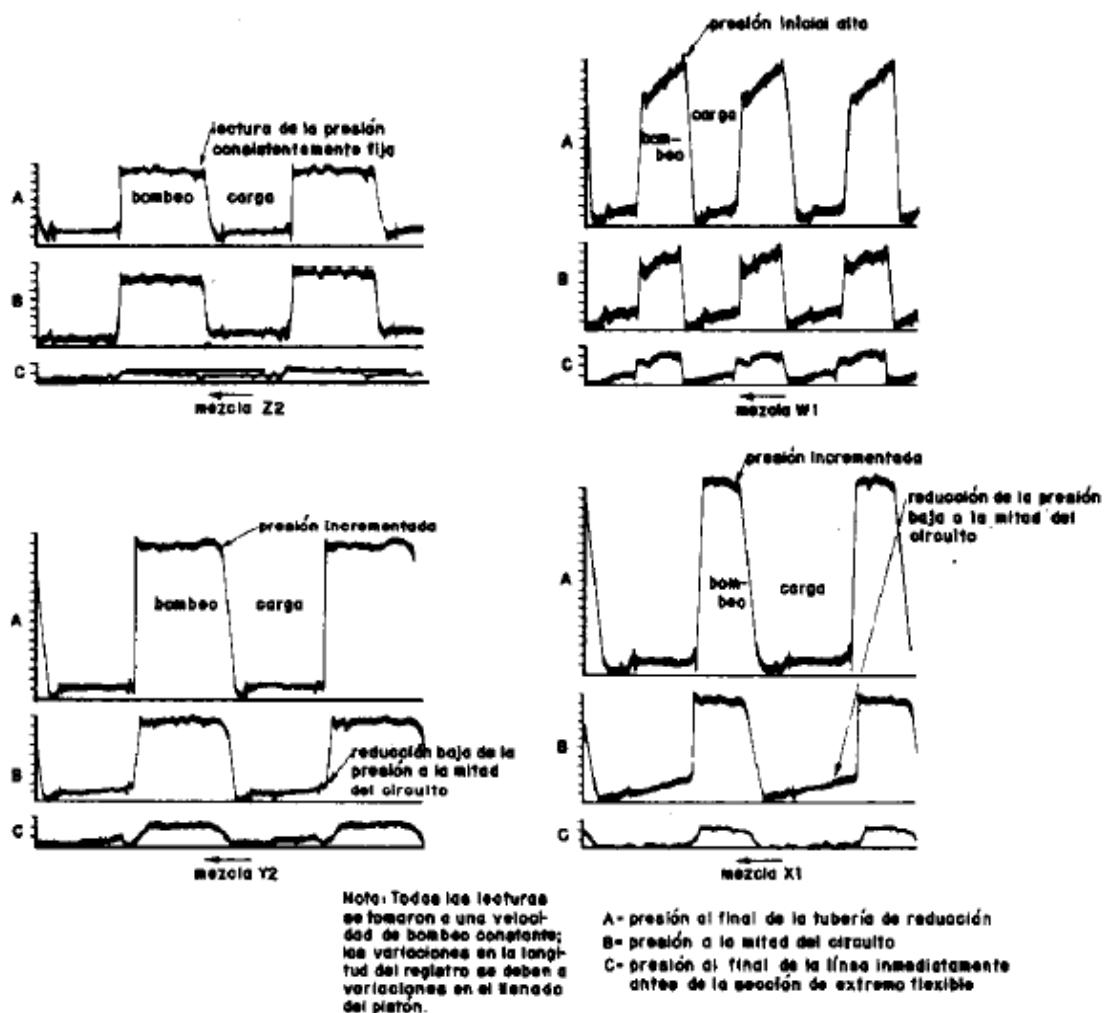


*Nota.* Alejandro Graf Lopez. Características del concreto bombeable. Revista IMCYC,

Vol. X, No. 56, mayo-junio 1972. Mexico

**Figura 19**

*Registros de la presión en tubería.*



*Nota.* Alejandro Graf López. Características del concreto bombeable. Revista IMCYC, Vol. X, No. 56, mayo-junio 1972. Mexico

Se desarrollaron varias dosificaciones de las descritas antes en la Tabla 23 y se apreciaron los efectos en los tres puntos.

Graf (1972) manifiesta:

En la mezcla W1 existe un máximo en la presión al principiar el golpe de la entrega y una disminución de la presión inicial después que es vencida esta presión inicial.

En la mezcla X1 la presión tendió a subir lentamente durante el golpe de entrega.

La mezcla Y2 fue la mejor bombeada. Es casi el bombeado ideal.

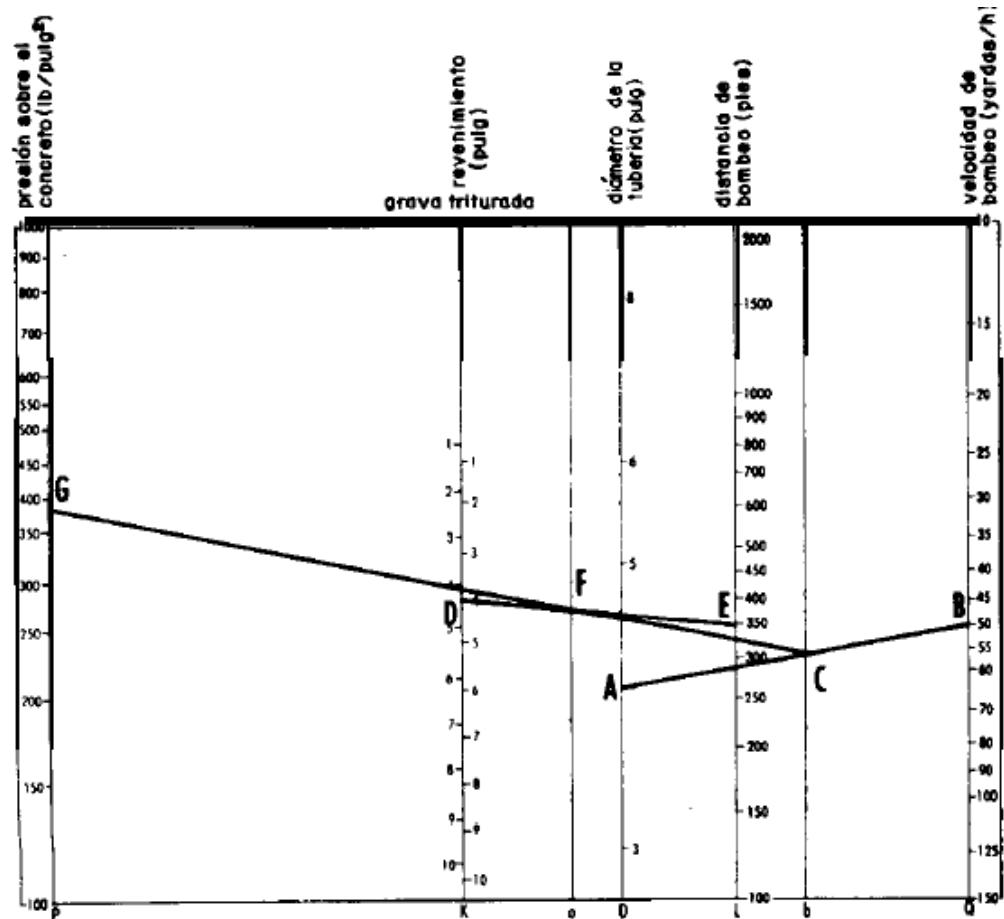
La mezcla Z2 casi puede compararse con un empuje del concreto.

Esta experiencia es muy valiosa sin duda, pero no da una conclusión completa, pues el solo registro de las presiones no es suficiente; hay otros factores que afectan a la eficiencia de una bomba. (p.24)

En las Figs. 20 y 21 se aprecia nomogramas que las empresas fabricantes de bombas han desarrollado y toman en otros factores que no afectan la bombeabilidad, cálculo de rendimiento de una bomba en diferentes condiciones de obra, varios diámetros de tubería, varios revestimientos o asentamientos, varias longitudes de tubería y varias presiones. Estos nomogramas van mejorándose en el tiempo y en función a los equipos que van fabricándose, tal es el caso del nomograma y manuales de bombas de SCHWING (Figura 23) y PUTZMEISTER (Figura 22).

**Figura 20**

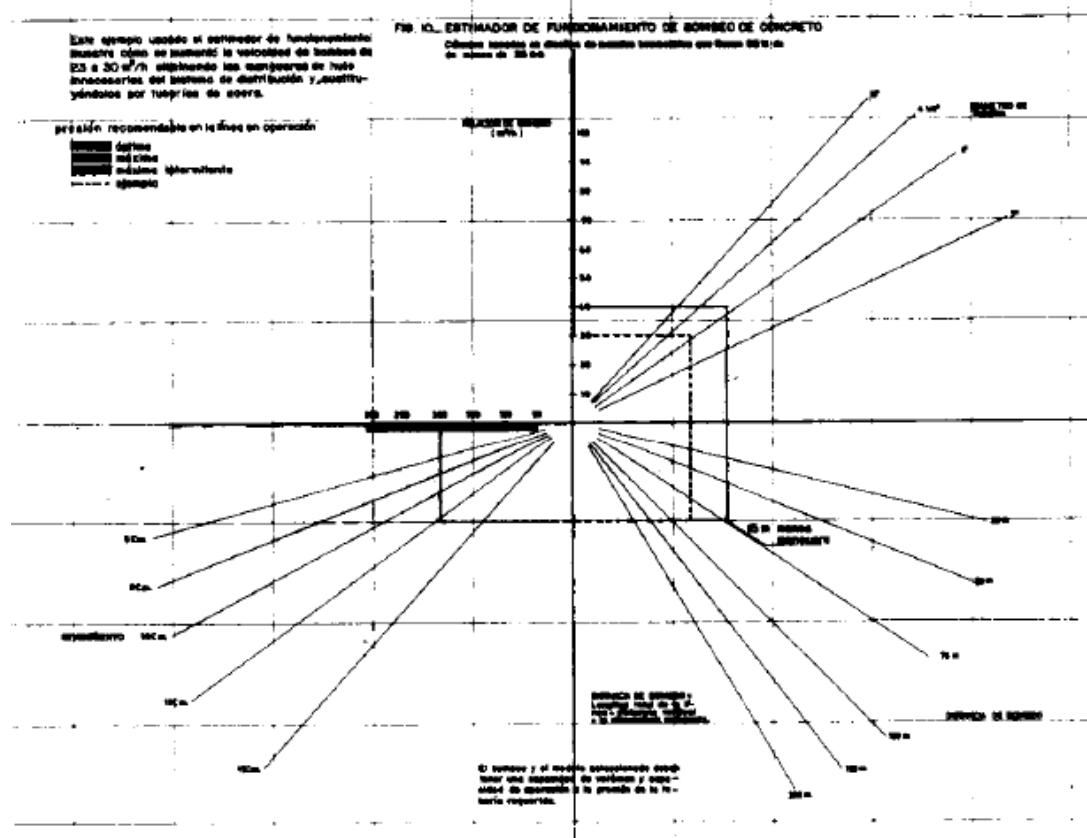
*Nomograma para aplicar el bombeo de concreto en la obra*



Nota. Alejandro Graf López. Características del concreto bombeable. Revista IMCYC, Vol. X, No. 56, mayo-junio 1972. Mexico

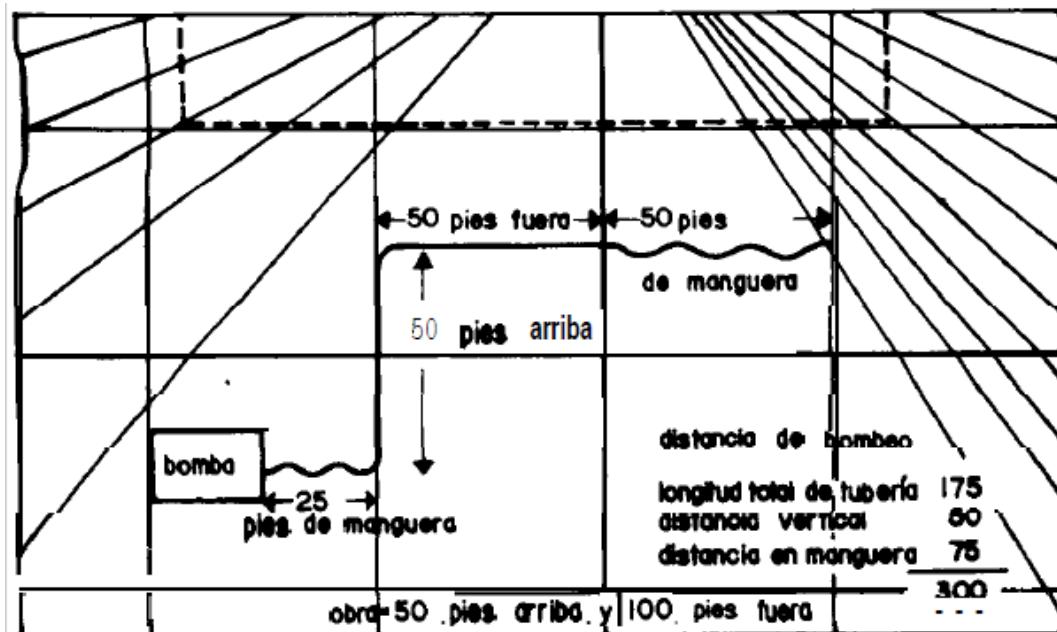
**Figura 21**

*Estimación del comportamiento del bombeo de concreto*



**Figura 24**

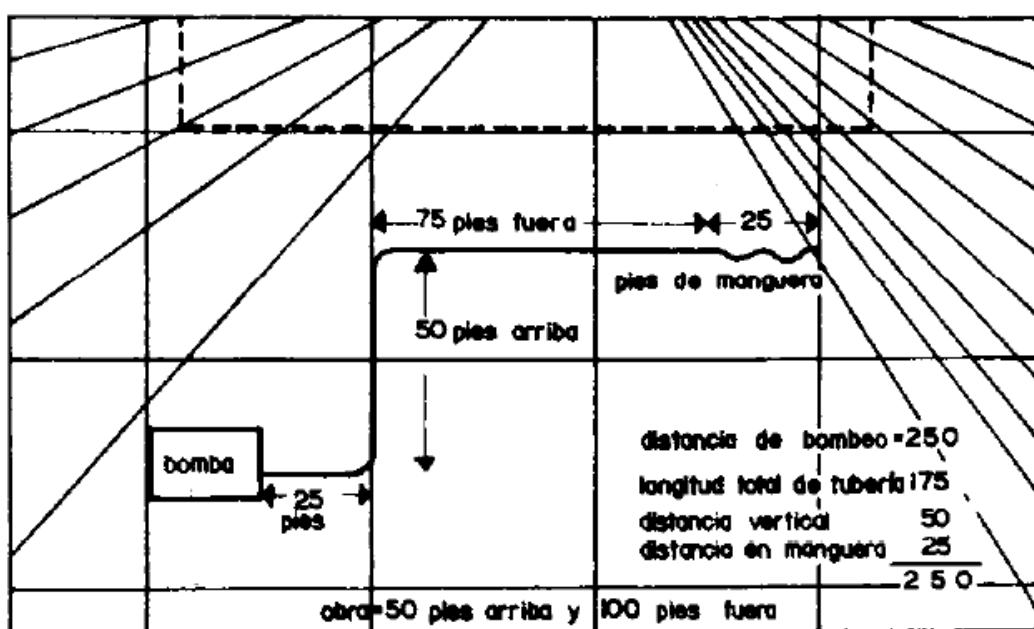
*Nomograma que muestra una mala distribución de tubería*



Nota. Alejandro Graf López. Características del concreto bombeable. Revista IMCYC, Vol. X, No. 56, mayo-junio 1972.Mexico

**Figura 25**

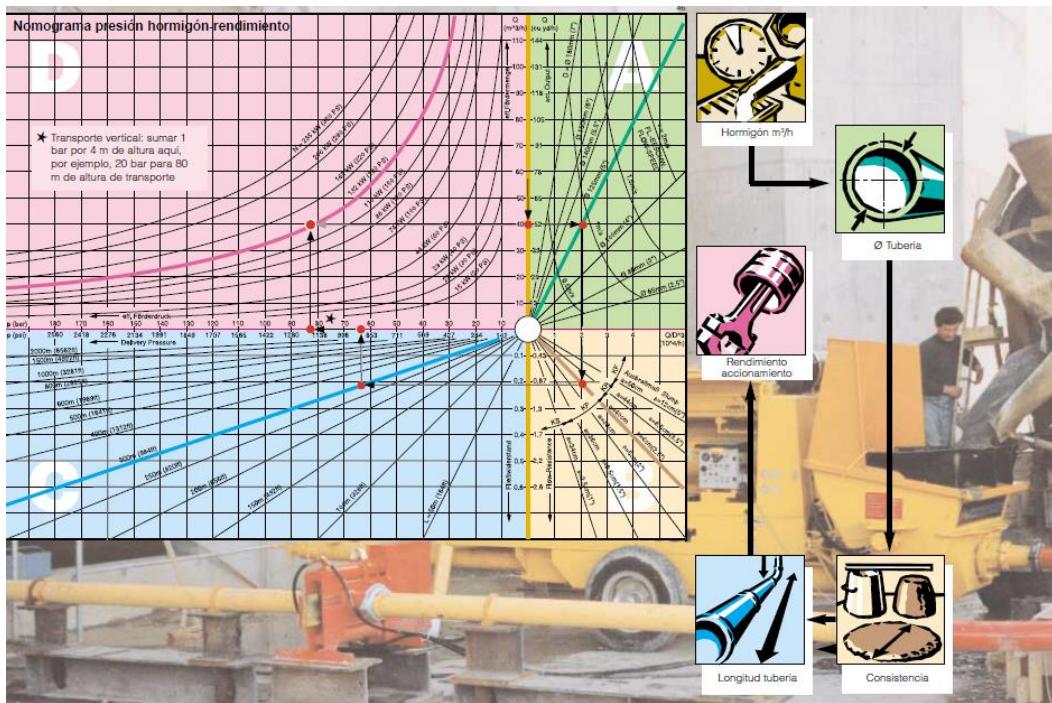
*Nomograma que muestra una buena distribución de tubería*



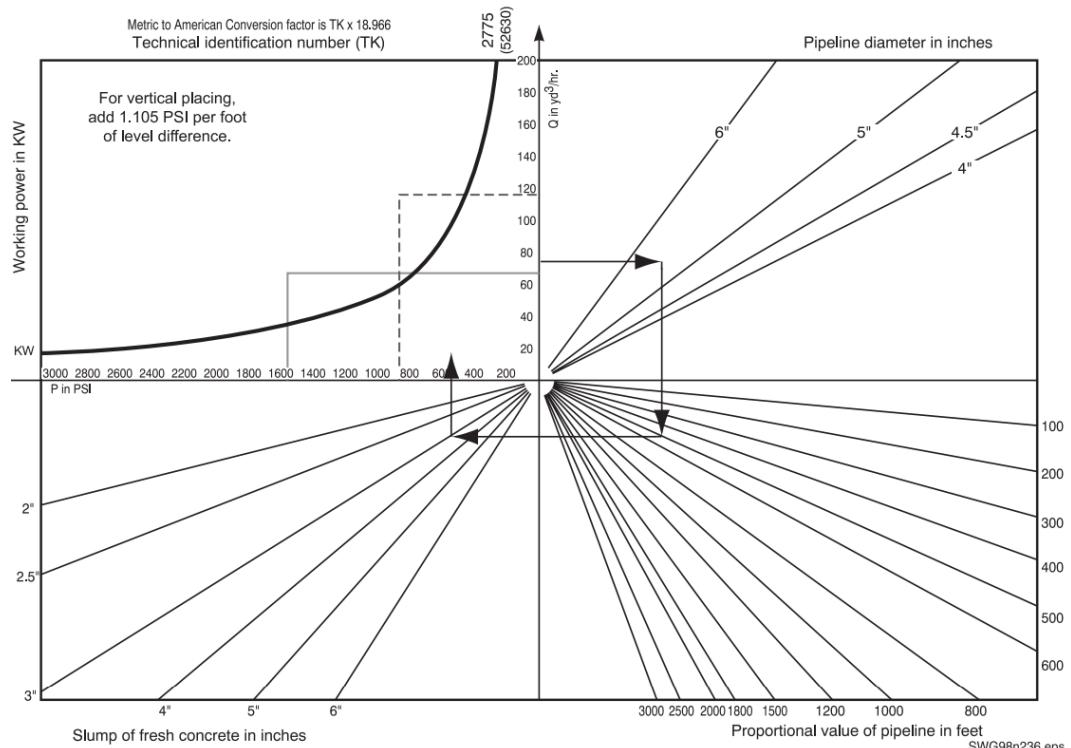
Nota. Alejandro Graf López. Características del concreto bombeable. Revista IMCYC, Vol. X, No. 56, mayo-junio 1972.Mexico

**Figura 22**

*Nomograma Putzmeister. Manual de Bombas de Hormigón Estacionaria*

**Figura 23**

*Nomograma Schwing. Manual de operación de bombas para tuberías de concreto*



**2.1.6.6. Ventajas del uso de concreto bombeable.** Requiere una bomba estacionaria y tuberías o bombas con plumas telescópica necesario para el transporte del concreto.

Para su transporte no requiere de otros equipos auxiliares

Mejora la Productividad debido a la continuidad del despacho de concreto

La calidad del concreto transportado no es afectado en la calidad por la tecnología usada

Minimiza el tiempo de inmovilización del concreto bombeado debido a la velocidad de trabajo que se desarrolla.

El concreto no se contamina con otros materiales

Por dificultades de acceso a lugares inaccesibles es la única forma de transportar concreto

Mayor cantidad de transporte de volúmenes de concreto, menor tiempo de colocación y mayor productividad.

Las horas hombre se reducen, por lo tanto, el costo de transporte de concreto, por el rendimiento de equipos de bombeo.

**2.1.6.7. Limitaciones del bombeo.** Elaborar un diseño especial para concreto bombeables.

Personal especializado y capacitado para el manipuleo de bombas

Para la maniobra de equipos de bombeo y mixer requiere de espacios suficientes

Modificación de tuberías en espesores, 4mm a 7mm debido al mayor empuje del concreto fluido sobre éstos.

### **2.1.7. *Equipos de Bombeo***

Los equipos de bombeo son usados para el transporte de concreto premezclado que llegan a obra a través de líneas de tuberías al elemento estructural de concreto armado (columnas, placas, losas, vigas, cimentación, etc.). Un eficiente diseño de mezcla de concreto

bombeable a través de estos equipos elevará la productividad en la obra. En la Tabla 27 se puede apreciar los equipos de bombeo que existe actualmente en nuestro país.

**Tabla 27**

*Equipos de bombeo*

Equipos de bombeo	Descripción	Usos	Ventajas	Datos técnicos
<b>Bomba en obra</b> 	Bomba que permanece instalada en obra para ser utilizada a demanda del cliente sin necesidad de programar el equipo	Sin esperas por llegada del equipo. Ocupa poco espacio en obra (1.40m x 4.5m). Obras con necesidad de bombear más de 40m <sup>3</sup> diarios.	Solución Práctica: Servicio exclusivo y disponible durante el proceso de bombeo del concreto. Elimina tiempos de espera en la llegada del equipo de bombeo a obra. Sistema de bombeo dentro de obra.	<b>Rendimiento:</b> 45m <sup>3</sup> /hora <b>Alcance vertical:</b> 130m <b>Alcance horizontal:</b> 300m
<b>Spider</b> 	Sistema móvil de bombeo compuesto por brazos móviles de 12 m de alcance (izados por grúa torre) y sistema giratorio. Puede conectarse directamente a la bomba y/o a la línea de tuberías prolongando su alcance.	Obras con requerimiento de bombeo entre 700 a 1000 m <sup>3</sup> por mes	Solución Plus: Minimiza el tiempo de instalación de tuberías de mediana extensión en 50% prolongando el alcance de bombeo.	<b>Rendimiento:</b> 70m <sup>3</sup> /hora <b>Alcance vertical:</b> Edificaciones hasta 130m de altura (método de izaje por grúa torre) <b>Alcance horizontal:</b> Hasta 12m de longitud de brazo más manguera de 3m.
<b>Brazo Hormigonador</b>	Solución compuesta por una torre auto trepadora con brazo distribuidor de	Obras con requerimiento de bombeo entre 1000 a 2500 m <sup>3</sup> por mes.	Solución Prime: Solución integral orientada a la productividad. Máximo rendimiento y	<b>Rendimiento:</b> 100m <sup>3</sup> /hora <b>Alcance vertical:</b> Edificaciones hasta 130m de

	<p>concreto, tuberías, bomba y soporte de personal especializado. Debe ser acompañada de la Bomba en obra.</p>	<p>Obras que requieren mayor eficiencia y velocidad en la ejecución. Minimiza los tiempos de armado y desarmado de tuberías en 98%, reduciendo desperdicios de concreto en 90%.</p>	<p>alcance de bombeo. alcance de bombeo. altura (método auto trepado)</p> <p><b>Alcance horizontal:</b> Desde 28m hasta 36m de longitud de brazo más manguera de 6m.</p>
<p><b>Bomba pluma o telescópica</b></p> 	<p>Equipo compuesto por una bomba integrada a un brazo telescópico articulado muy versátil y una línea de tuberías adosada, permitiendo transportar el concreto a distancia con el brazo móvil, el cual se izá y permite el bombeo a diversas alturas.</p>	<p>Edificaciones hasta 10 pisos de altura. Vaciados masivos. Vaciados horizontales. Obras de infraestructura y otros.</p>	<p>Permite una rápida instalación. Capacidad de descarga de concreto hasta 160m<sup>3</sup> por hora y grandes distancias.</p> <p><b>Rendimiento:</b> Schwing: 25 a 134m<sup>3</sup>/h Putzmeister: 60 a 160m<sup>3</sup>/h</p> <p><b>Alcance vertical:</b> Schwing: 38m Putzmeister: 38m</p> <p><b>Alcance horizontal:</b> Schwing: 36m Putzmeister: 36m</p>
<p><b>Bomba TK</b></p> 	<p>Pequeño camión con bomba montada de gran versatilidad. Es un equipo que requiere instalación previa de tuberías.</p>	<p>Obras con accesos restringidos o calles estrechas. Obras donde la bomba pluma no tiene alcance (mayores a 10 pisos de altura).</p>	<p>Fácil de operar y limpiar. La instalación ocupa un solo carril de vía y permite evitar posibles cierres de calle por estacionamiento del equipo.</p> <p><b>Rendimiento:</b> Schwing: 52m<sup>3</sup>/h Putzmeister: 57m<sup>3</sup>/h</p> <p><b>Alcance vertical:</b> Schwing: 90m Putzmeister: 80m</p> <p><b>Alcance horizontal:</b> Schwing: 300m Putzmeister: 300m</p>

---

<b>Bomba estacionaria</b> 	<p>Equipos remolcados y de gran potencia, capaces de transportar concreto hasta líneas de 550m en vertical y 1500m en horizontal. Es un equipo que requiere instalación previa de tuberías.</p>	<p>Estructuras de edificios de grandes alturas. Centrales hidroeléctricas, reservorios. Puntos de vaciado más distantes.</p>	<p>Se puede emplear en grandes proyectos con largo tendido de tubería en horizontal y vertical. Solución de gran potencia que impulsa el concreto a grandes distancias.</p>	<p><b>Rendimiento:</b> Schwing: 41 a 73m<sup>3</sup>/h Putzmeister: 60 a 102m<sup>3</sup>/h</p> <p><b>Alcance vertical:</b> Schwing: 80 a 160m Putzmeister: 100 a 550m</p> <p><b>Alcance horizontal:</b> Schwing: 450 a 650m Putzmeister: 300 a 1500m</p>
--	---	--	---	---

---

Nota. UNICON, página web

[https://www.unicon.com.pe/wpcontent/uploads/2019/04/Ficha\\_Bombas.pdf](https://www.unicon.com.pe/wpcontent/uploads/2019/04/Ficha_Bombas.pdf)

### 2.1.8. *Concreto rheoplástico*

Un concreto con cero asentamiento tiene una relación agua/cemento a un concreto rheoplástico, inmensamente plástico, homogéneo y casi autonivelante, fácil colocado y consolidado, mejorando sus resistencias tempranas y finales. Ver Figura 26.

**2.1.8.1. Ventajas del concreto en estado plástico.** El rango de plasticidad del concreto es de 20 a 28 cm (8 a 11").

Con amplia retención de asentamiento del concreto

El Tiempo de fraguado es controlado

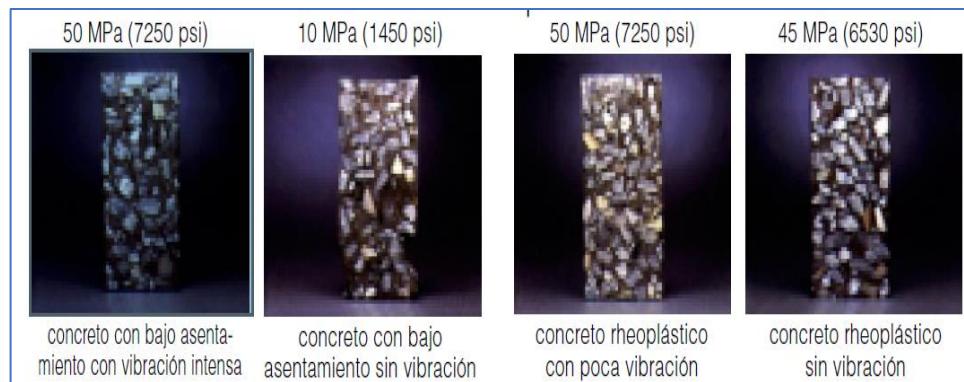
Concreto cohesivo y ninguna segregación

La exudación se minimiza

Ver Figura 27.

**Figura 26**

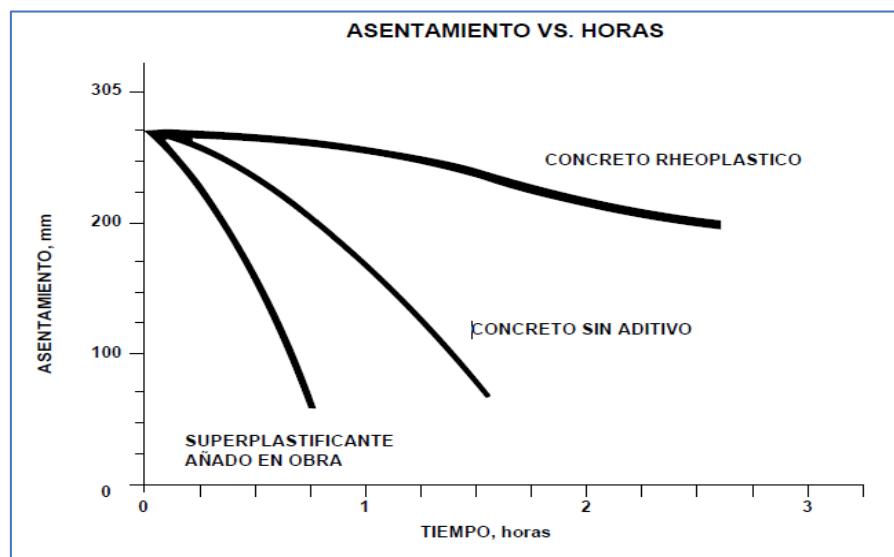
Comparación gráfica de concreto rheoplástico con y sin vibración.



Nota. :[http://issuu.com/bertoni\\_salazar/docs/concretosespeciales](http://issuu.com/bertoni_salazar/docs/concretosespeciales)

**Figura 27**

Grafica de Asentamiento vs horas del concreto rheoplastico.



Nota. [http://issuu.com/bertoni\\_salazar/docs/concretosespeciales](http://issuu.com/bertoni_salazar/docs/concretosespeciales)

**2.1.8.2. Ventajas del concreto en estado endurecido.** Debido a que Gracias a que la hidratación del cemento se mejora, la energía de la consolidación se minimiza y probables ajustes en la proporción de mezcla, el concreto elaborado con los aditivos Rheobuild brinda las siguientes propiedades:

Altas resistencias tempranas a compresión que con los convencionales superfluidificantes.

Resistencia final a compresión se ve incrementado.

Mayor módulo de elasticidad.

Mejor adherencia al acero.

La permeabilidad es baja.

Se eleva la durabilidad.

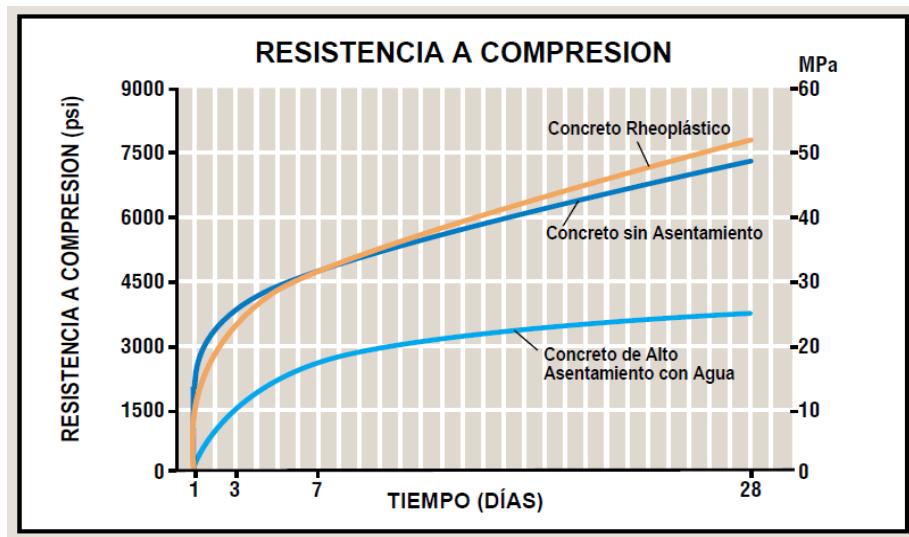
La corrosión es controlada.

Se reduce la retracción y fluencia.

Tal como se puede apreciar en la Figura 28.

**Figura 28**

*Gráfica de desarrollo de resistencias del concreto rheoplástico*



Nota. [http://issuu.com/bertoni\\_salazar/docs/concretosespeciales](http://issuu.com/bertoni_salazar/docs/concretosespeciales)

Hoy en día la reología (ciencia moderna dedicada a estudiar el flujo y deformación de la materia) juega un papel importante en el estudio de la bombeabilidad del concreto y autores Tattersall y Banfill (2003) estudiaron la reología del concreto coincidiendo que en estado fresco

el concreto se considera un fluido tipo Bingham considerando el esfuerzo de fluencia y la viscosidad plástica.

Respecto a la magnitud de parámetros reológicos importantes, Rodrigo (2011) define:

El esfuerzo de fluencia del hormigón puede ir desde los 50-200 N/m<sup>2</sup> en los hormigones autocompactables hasta los 500-2000 N/m<sup>2</sup> en los hormigones normales. La viscosidad plástica está comprendida entre los 20-100 Ns/m<sup>2</sup> en hormigones autocompactables y entre los 50-100 Ns/m<sup>2</sup> en los hormigones normales. Como se puede ver la diferencia entre los hormigones autocompactables y los normales está básicamente en el esfuerzo de fluencia, donde los primeros presentan un valor mucho más pequeño, lo que les proporciona esa propiedad característica de ser autocompactables. (p.10)

En la Tabla 28 se muestra algunas pruebas conocidas actuales para evaluar al concreto en estado fresco según el esfuerzo.

**Tabla 28**

*Ensayos actuales para evaluación del concreto*

Ensayo	Esfuerzo Aplicado	Comentarios
Ensayo Factor de compactacion	Gravedad	Relacionada con la compactacion
Metodo del asiento del cono	Gravedad	Relacionada al esfuerzo de fluencia
Asiento del cono modificado	Gravedad	Relacionada al esfuerzo de fluencia y la viscosidad
Esfera de Kelly	Presion por penetracion	Relaciona al esfuerzo de fluencia
Viscosímetro de esfera móvil	Gravedad y fuerza sobre la esfera	Relaciona a la viscosidad
Consistometro Vebe	Por vibración	Para concretos con alto esfuerzo de fluencia

*Nota.* Desarrollo de un dispositivo para la determinación de la aptitud del hormigón para el bombeo

## 2.2 Marco Filosófico

La filosofía de todo conocimiento involucra la crítica que conduce a la búsqueda de soluciones, conscientes que desarrollará o mejorará el conocimiento, los seres humanos no lo enfrentamos si no apreciamos la problemática, por ello el fin es mejorar el conocimiento como

alternativa de la solución del problema. No es un deber moral sino una necesidad el filosofar, para vivir un poco mejor debemos usar nuestra inteligencia y a que la vida para todos nosotros no es fácil.

El porqué de las cosas, muchas preguntas que nos ponían a pensar si era bueno o no usar o hacer algo sin pensar muchas veces las consecuencias. Los descubrimientos de nuevos materiales, nuevos conocimientos que aporten a la satisfacción de la necesidad de las personas, a veces descuidándonos de la otra parte que son los recursos naturales y el medio ambiente, esta pregunta por mucho tiempo no realizadas y que ahora son de gran importancia ya que tiene que ver con la vida de los seres vivos y de nuestra supervivencia.

El preguntarnos si las posibles soluciones que buscamos afectaran la actividad económica y social de las personas, afectara el ecosistema, el medio ambiente. Por tal motivo el emprender una investigación bajo estas premisas filosóficas facilitara la comprensión de la tarea que se ejecuta con todos los riesgos, potencialidades, obstáculos, logros, etc.

En nuestra investigación es fundamental en la medida que sea posible encontrar una alternativa de solución de los aditivos químicos con otras adiciones o aditivos naturales que tenga o alcance tener el mismo comportamiento en el concreto, esta alternativa de solución reduciría el uso del recurso cada día más escaso como es el agua para realizar concreto más trabajables para el bombeado, de ser así contribuiría a elevar la calidad, la productividad en la obra, contribución económica de la sociedad y menos impacto del medio ambiente.

Una filosofía verde al tener productos de menor huella de carbono que los convencionales en el mercado.

### ***2.2.1. Vinculación naturaleza-sociedad y su evolución hacia el ambiente***

La vinculación sociedad-naturaleza se tornó puramente económica y mercantil en el siglo XX, la modernidad, crecimiento poblacional y desarrollo de grandes proyectos. Una

explotación a en demasía para satisfacer las necesidades de una sociedad en busca de más bienes e insumos, para afianzar una cultura de superación fundamentado en lo material.

La existencia de conflictos en el uso del territorio han sido generados en los últimos siglos, al finalizar después de un inmenso tramo de periodo evolutivo del planeta , ver Tabla 29, en los que los avances productivos y tecnológicos produjeron el deterioro de los ecosistemas poniendo en peligro la calidad de vida de los seres vivos y esto afectando el derecho a la vida.

**Tabla 29**

*Cambios paradigmáticos en la relación ser humano-naturaleza*

Años	Relación	Sociedad	Concepción
10.000 a.c	Ser humano en la naturaleza	nómada	sagrada
1600-17000	Ser humano con la naturaleza	agrícola	dogmática
1700-1950	Ser humano sobre la naturaleza	industrial	Tecnológica-científica
1950 a la fecha	Ser humano-naturaleza	De la información	Sistémica-interactiva
1950 a la fecha	Ser humano-naturaleza	Social-natural-cultural	Sistema-sostenible-local

*Nota.* Florez&Mosquera (2013, p. 91), a partir de Gang (1989).

### **2.2.2. La Naturaleza y la sociedad bajo el enfoque del desarrollo sostenible**

El concepto de naturaleza es remplazado por el ambiente debido al nuevo enfoque de desarrollo sostenible, a través de ello se elaboran indicadores que permite medir avances en nuestro presente siglo.

### **2.2.3. El uso sustentable de recursos naturales (concreto verde)**

La protección de recursos naturales dependerá del papel fundamental que pueda desempeñar el concreto, encontrar las mejoras de equilibrio del ciclo de la naturaleza mediante la gestión de recursos y minimizando la contaminación del medioambiente. Es así que en la producción y suministro de concreto premezclado debe utilizar agregados los más cercanos posible y un minucioso control de calidad, el uso de agua de fuentes autorizadas, el uso de aditivos biodegradables, aditivos naturales y los de reductores de agua, optimización del uso

de cemento en el diseño y uso de quipos cada vez menos contaminantes de menos de 2 años de antigüedad.

En la actualidad el compromiso con el desarrollo sostenible del Perú, participación en proyectos de construcción con certificación LEED (Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental). Una construcción se considera “sostenible” cuando en el diseño y construcción se aprovechan los recursos naturales alcanzamos la reducción en los consumos de energía.

Producto del uso del cemento se origina la contracción, calor de hidratación y otros., se puede reducir usando adiciones minerales y usando aditivos de última tecnología. Esta optimización va de la mano con la filosofía verde al contar con productos de menor huella de carbono que los convencionales existentes en la industria de la construcción.

La alta fluidez de los concreto auto compactado debe reducir los recursos de la obra, reduciendo el tiempo de colocación de concreto, sin uso de vibradora permitiendo minimizar la producción de ruido.

### **2.3. Marco Tecnológico**

Se procederá a generar soluciones alternativas del aditivo para el concreto como es el uso de la sacarosa. La situación de crecimiento, carencia de infraestructura y recursos limitados obliga a que las empresas relacionadas a industria de la construcción tengan que innovar permanentemente, y por ello que la presente investigación aportara a la industria del concreto en nuestro país. Para el desarrollo de la presente investigación se requeriría conocimiento referidos al avance tecnológico de concreto, aditivos y concreto bombeable y como esto ha permitido minimizar las patologías del concreto, así como elevar la productividad en la construcción.

#### ***2.3.1. Las nuevas tecnologías del concreto aumentan la vida útil***

Uno de los grandes problemas del concreto son las reparaciones y reemplazos, y las nuevas soluciones están los aditivos aumentando la vida útil de las infraestructuras civiles.

En la actualidad, las tecnologías del concreto están evolucionando rápidamente, permitiendo su aplicación para los proyectos de construcción.

### **2.3.2. Avance en la tecnología del concreto**

Los avances en la tecnología del concreto se han originado como resultado de la velocidad de construcción y la durabilidad del concreto. Problemas de trabajabilidad de concreto con relaciones bajas, originaba problemas de agua por incremento de agua.

Los avances tecnológicos recientes, concreto superfluidificado, de muy alta fluidez a cantidad de agua bajos. La alta resistencia y durabilidad obedece a la baja porosidad del concreto. La valoración tecnología del futuro será el comportamiento ambiental de los materiales

### **2.3.3. Equipos**

**2.3.3.1. Equipos de resistencia a la compresión.** Según las normas NTP 339.034/ ASTM C39, establecer el procedimiento para determinar la resistencia a la compresión de probetas cilíndricas, moldeadas con concreto. Sistema de control digital: configuración del protocolo de pruebas, visualización en el tiempo real de los datos de prueba y de transferencia de datos. (Figura 29).

**Figura 29**

*Prensa digital de concreto.*



**2.3.3.2 Equipos de Tiempo de fragua.** Según las normas NTP 339.082/ ASTM C403, establecer el procedimiento para determinar el tiempo de fraguado del concreto, midiendo la resistencia a la penetración producida en intervalos de tiempos regulares con el penetrómetro (Figura 30).

**Figura 30**

*Penetrómetro.*



**2.3.3.3. Equipos para prueba de abrams portátil.** Según las normas NTP 339.036/ ASTM C143, establecer el procedimiento para realizar la medición del asentamiento del concreto en estado fresco. La facilidad que presenta el concreto fresco para su mezclado, transporte, colocación y compactación es la trabajabilidad. Ver Figura 31.

**Figura 31**

*Cono de abrams*



**2.3.3.4. Equipo Mezclador.** Diseñadas para la preparación homogénea, y mezcla de concreto con un fácil manejo de carga y descarga. La olla tiene una capacidad de 9 p3 (1 bolsa de cemento) con 3 paletas internas que sirven para la mezcla homogénea. Ver Figura 32.

### **Figura 32**

*Mezcladora 9 pie<sup>3</sup>*



**2.3.3.5. Equipo Mezclador móvil o mixer.** Son aquellos dotadas de ruedas que se transportan al lugar donde va a elaborarse el concreto, equipado con una concretera, debido a esta disposición, le es posible transportar concreto premezclado al mismo tiempo que procede su amasado. Ver Figura 33.

### **Figura 33**

*Mixer de concreto 8 m<sup>3</sup>*



**2.3.3.6. Equipos de bomba estacionaria.** Están conformadas por una tolva receptora de la mezcla con una boca de salida a la cual se le debe conectar manualmente un sistema conformado por tubos, codos, reducciones, mangueras, entre otros, hasta llegar al sitio donde se desea realizar el vertido final. Este sistema es estático y solo lo podemos mover manualmente acoplando y desacoplando los tubos, codos, reducciones, mangueras, entre otros. Ver Figura 34.

### **Figura 34**

*Bomba estacionaria de concreto*



#### **2.3.4. Actividades-personal**

Muestro-Técnico grado I

Ensayos-Técnico grado I

Procesamiento de datos-Investigador

### **2.4. Marco conceptual**

#### **2.4.1. Aditivos**

El ACI 318 del 2005 define al aditivo como material distinto del agua, de los agregados o del cemento hidráulico, utilizado como componente del concreto, y que se añade a éste antes o durante su mezclado a fin de modificar sus propiedades.

#### **2.4.2. Aditivo reductor de alto rango**

Los aditivos reductores de agua de alto rango producen concretos de alta plasticidad, resistencias altas y durabilidad que obedecen las normas ASTM C 494 A y F así como la NTP 334.088.

#### **2.4.3. Agregados**

El ACI 318 del -2015 define al agregado como material granular, de origen natural o artificial, como arena, grava, piedra triturada y escoria de hierro de alto horno, empleado con un medio cementante para formar concreto o mortero hidráulico.

#### **2.4.4. Azúcar**

El azúcar es un endulzante de origen natural, sólido, cristalizado, constituido esencialmente por cristales sueltos de sacarosa, obtenidos a partir de la caña de azúcar o de la remolacha azucarera mediante procedimientos industriales apropiados.

#### **2.4.5. Cemento**

Material pulverizado que por adición de una cantidad conveniente de agua forma una pasta aglomerante capaz de endurecer, tanto bajo el agua como en el aire. (Comité ACI 318, 2005)

#### **2.4.6. Consistencia**

Se define como la humedad de la mezcla por el grado de fluidez de la misma; entendiéndose con ello que cuanta más humedad es la mezcla mayor será la facilidad con la que el concreto fluirá durante su colocación.

#### **2.4.7. Resistencia**

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.

#### **2.4.8. Tiempo de fraguado**

El tiempo de fraguado es un concepto convencional que se emplea para designar el periodo que necesita una mezcla para adquirir una dureza previamente fijada.

#### **2.4.9. Trabajabilidad**

Está definido por la mayor o menor dificultad para el mezclado, transporte, colocación y compactación del concreto.

#### **2.4.10. ASTM**

Siglas en inglés de la Sociedad Americana para el Ensayo e Inspección de los Materiales (*American Society for Testing and Materials*).

#### **2.4.11. Carbonatación**

Reacción entre el dióxido de carbono y un hidróxido u óxido para formar carbonato.

#### **2.4.12. Cohesión**

Atracción mutua a través de la cual los elementos de una sustancia se mantienen unidos.

#### **2.4.13. Curado**

Proceso a través del cual se mantiene el concreto y mortero en la condición húmeda y a una temperatura favorable a fin de que se desarrolle las propiedades deseadas del material. El curado garantiza la hidratación y el endurecimiento satisfactorio de los materiales cementantes.

#### **2.4.14. Dosificación**

Proceso de medición, por peso o volumen, de los ingredientes y su introducción en la mezcladora para una cantidad de concreto y mortero.

#### **2.4.15. Entropía**

Puede ser la magnitud física termodinámica que permite medir la parte no utilizable de la energía contenida en el sistema, esta parte de energía no utilizable no puede ser empleada para producir un trabajo. También puede ser usado como medida del desorden de un sistema.

#### **2.4.16. Fructosa**

Es una forma de azúcar encontrada en los vegetales, las frutas y la miel. Es un monosacárido con la misma fórmula empírica que la glucosa, pero con diferente estructura.

#### **2.4.17. Glucosa**

Es un monosacárido con forma de una hexosa, es decir, contiene 6 átomos de carbono y es una aldosa, esto es, el grupo carbonilo está en el extremo de la molécula. Es una forma de azúcar que se encuentra libre en las frutas y en la miel.

#### **2.4.18. Hidratación**

Es la reacción entre el cemento hidráulico y el agua a través de la cual se forman nuevos compuestos que confieren resistencia al concreto.

#### **2.4.19. Hidróxido**

Son compuestos iónicos formados por un metal (catión) y un elemento del grupo hidróxido (anión). Se trata de compuestos ternarios, aunque tanto su formulación y nomenclatura son idénticos a las de los compuestos binarios.

#### **2.4.20. Melaza**

Sustancia espesa, dulce y de color oscuro que queda como residuo de la cristalización del azúcar de caña; se emplea como alimento y en la elaboración de ron.

#### **2.4.21. Mortero**

Mezcla de materiales cementantes, agregado fino y agua, que puede contener aditivos y normalmente se usa para unir unidades de mampostería.

#### **2.4.22. Pasta**

Constituyente del concreto y mortero, consiste en cemento y agua.

#### **2.4.23. pH**

Símbolo químico que representa el logaritmo del recíproco de la concentración de iones de hidrógeno en átomos gramo por litro, usado para expresar la acidez y la alcalinidad (base) de la solución en una escala de 0 a 14, donde menos que 7 representa acidez y más que 7 alcalinidad.

#### **2.4.24. Sacarosa**

Azúcar que se encuentra en el jugo de muchas plantas y se extrae especialmente de la caña dulce y de la remolacha.

#### **2.4.25. Segregación**

Separación de los componentes del concreto fresco (agregados y mortero), resultando en una mezcla sin uniformidad.

#### **2.4.26. Mantensor de trabajabilidad**

Proporciona distintos grados de retención del asentamiento o slump de acuerdo a la dosificación que se especifique.

### **2.5. Marco normativo legal**

#### **2.5.1 Norma E-060 Concreto armado del Reglamento Nacional de Edificaciones**

Esta Norma fija los requisitos y exigencias mínimas para el análisis, el diseño, los materiales, la construcción, el control de calidad y la supervisión de estructuras de concreto armado, pre esforzado y simple.

Los planos y las especificaciones técnicas del proyecto estructural deberán cumplir con esta Norma. Lo establecido en esta Norma tiene prioridad cuando está en discrepancia con otras normas a las que ella hace referencia.

#### **2.5.2. Comité ACI (American Concrete Institute)**

El American Concrete Institute (ACI) o Instituto Americano del Concreto es una organización sin ánimo de lucro de los Estados Unidos de América que desarrolla estándares, normas y recomendaciones técnicas con referencia al hormigón reforzado. Se fundó en 1904 y su sede central se halla en Farmington Hills, Michigan, USA.

#### **2.5.3. Norma NTP (Norma Técnica Peruana)**

Son documentos que establecen las especificaciones o requisitos de Calidad para la estandarización de los productos, procesos y servicios

Las elaboran profesionales que conforman los Comités Técnicos de Normalización (CTN), y lo integran representantes de tres sectores:

Productores / Empresa Privada

Consumidores / Entidades Públicas

Técnicos / Academia

Para la aprobación de una Norma Técnica Peruana cada sector emite un SOLO voto por consenso y aprueba el Proyecto de Norma Técnica Peruana, el mismo que ingresa a la etapa de discusión pública por 30 a 90 días y luego de ese periodo se publica la NTP en el diario Oficial El Peruano.

Norma NTP 339.035 Método de ensayo de la medición de asentamiento del hormigón con el cono de abrams.

Norma NTP 339.082 Método de ensayo del tiempo de fraguado del hormigón con el penetrómetro.

Norma NTP 339.034 Método de ensayo de la resistencia a la compresión del concreto.

#### ***2.5.4. Norma ASTM (American Society of Materials)***

ASTM o ASTM International es una organización de normas internacionales que desarrolla y publica acuerdos voluntarios de normas técnicas para una amplia gama de materiales, productos, sistemas y servicios. Existen alrededor de 12.575 acuerdos voluntarios de normas de aplicación mundial.

### III. METODO

#### **3.1. Tipo de investigación**

##### *3.1.1. Tipo de investigación*

**3.1.1.1. De acuerdo a la orientación.** Aplicada, medir resultados del comportamiento del concreto bombeado con uso de la sacarosa y resolver el problema de la trabajabilidad, aplicación práctica concreta.

**3.1.1.2. De acuerdo a la Técnica de contratación.** Experimental, observación se manipula variable (causa y efecto).

**3.1.1.3. De acuerdo a la direccionalidad.** Prospectiva, estudio en el presente, se recogerán a medida que van sucediendo.

**3.1.1.4. De acuerdo al tipo de fuente de recolección de datos.** Prolectiva, se realiza la investigación y se recogerá información

**3.1.1.5. De acuerdo al fenómeno de evolución estudiado.** Transversal, en un periodo

**3.1.1.6. De acuerdo a la comparación de las poblaciones.** Comparativo, porque se comparó los resultados del comportamiento del concreto bombeado sin y con sacarosa.

#### **3.1.2. Nivel de Investigación**

El Nivel empleado en la investigación fue del nivel IV, pues se aportó un nuevo conocimiento acerca del uso de la sacarosa como aditivo en el mejoramiento del concreto bombeado Predictiva II, porque se hizo uso estadística compleja e inferencial en el procesamiento y análisis de resultados para la contrastación de hipótesis

#### **3.1.3. Código y Nomenclatura**

3305 tecnología de la construcción

05 tecnología del hormigón

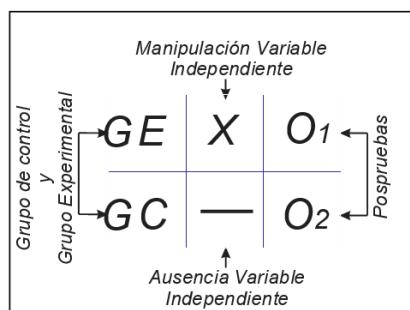
#### **3.1.4. Diseño de Investigación**

Experimental, aplicada (homogeneidad, representatividad, aleatoriedad).

El diseño experimental con posprueba únicamente y grupo de control, contando con dos grupos: uno recibe el tratamiento experimental y el otro grupo de control no. Eso quiere decir, la manipulación de la variable independiente logra tan solo dos niveles: presencia y ausencia. Cuando termina la manipulación, a ambos grupos se realiza la medición en la variable dependiente de estudio, ver Figura 35.

**Figura 35**

*Esquema del diseño experimental con posprueba únicamente*



*Nota.* Sampieri et al., 2010

Para el caso de la investigación la estructura de investigación fue el siguiente:

Grupo de control, estuvo conformado por el diseño de mezcla  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  sin sacarosa, además presento un asentamiento de 4”.

Las manipulaciones de la variable independiente fueron realizadas sobre las dosificaciones de la sacarosa (0.01%, 0.07%, 0.14%, 0.20%, 0.25%, 0.28%, 0.34%, 0.40% con respecto al peso del cemento).

Grupo experimental, lo conformaron las mezclas resultantes de agregar la sacarosa, en este caso mezclas de concreto con sacarosa.

Finalmente, las evaluaciones posprueba que se realizaron en ambos grupos, detallan las mediciones de las siguientes variables dependientes Consistencia, tiempo de fraguado y resistencia a la compresión del concreto. Ver Tabla 30.

**Tabla 30.**

*Identificación de los elementos de los diseños de investigación*

	Grupos	Variable independiente	Posprueba
GE	Diseño de mezclas de concreto bombeable fc=210 kg/cm <sup>2</sup> con sacarosa	X1 Dosis de sacarosa	O <sub>1</sub> *Asentamiento, *Tiempo de fraguado, *Resistencia a compresión del concreto
GC	Diseño de mezclas de concreto bombeable patrón fc=210 kg/cm <sup>2</sup>	- Sin sacarosa	O <sub>2</sub>

**3.1.4.1. Estrategia de pruebas de Hipótesis.** La prueba estadística para determinar las relaciones entre las variables es T Student, significancia  $\alpha=0.05$ , grados de libertad:  $n-1$ ;  $gl= 7$  (asentamiento, tiempo de fraguado, resistencia a la compresión), para lo cual se usará el Exel y tablas.

Partiendo de la premisa que Cuando la meta de un experimento es establecer una afirmación, la negación de la afirmación debe considerarse como la hipótesis nula. La afirmación se convierte en hipótesis alternativa

**A. Planteamiento de Hipótesis.** Planteamiento de la hipótesis alternativa:  $H_a$  (lo que se quiere demostrar).

**B. Determinación del nivel de significancia.** Nivel de significancia:  $\alpha = 0.05$  (5%).

**C. Estadístico de prueba.** Se aplicó la distribución T-Student.

**D. Regla de decisión.** En base a la evidencia disponible se aceptará o rechazará la hipótesis alternativa  $H_a$  de la siguiente manera:

Hipótesis específico 01:

La utilización de porcentaje de sacarosa blanca en el concreto bombeado, determina la variación de consistencia en un rango de tiempo.

H0: La utilización de porcentaje de sacarosa blanca en el concreto bombeable no determina la variación de consistencia en un rango de tiempo.

H1: La utilización de porcentaje de sacarosa blanca en el concreto bombeable determina la variación de consistencia en un rango de tiempo.

Ho:  $\mu = 4$  pulgadas

H1:  $\mu > 4$  pulgadas

Hipótesis específico 02:

La utilización de porcentaje de sacarosa blanca en el concreto bombeado, determina la variación en el tiempo de fraguado inicial y final.

H0: La utilización de porcentaje de sacarosa blanca en el concreto bombeado, no determina la variación en el tiempo de fraguado inicial y final.

H1: La utilización de porcentaje de sacarosa blanca en el concreto bombeado, determina la variación en el tiempo de fraguado inicial y final.

Ho:  $\mu = 85$  minutos y 240 minutos

H1:  $\mu > 85$  minutos y 240 minutos

Hipótesis específico 03:

La utilización de porcentaje de sacarosa blanca en el concreto bombeado, determina la variación de resistencia a la compresión.

H0: La utilización de porcentaje de sacarosa blanca en el concreto bombeado, no determina la variación de resistencia a la compresión.

H1: La utilización de porcentaje de sacarosa blanca en el concreto bombeado, determina la variación de resistencia a la compresión.

Ho:  $\mu = 253.91$  kg/cm<sup>2</sup>

H1:  $\mu > 253.91$  kg/cm<sup>2</sup>

### **3.2. Población y muestra**

#### **3.2.1. Población**

El universo poblacional está conformado por los diseños de mezclas de concreto bombeables, los criterios de inclusión y exclusión para la delimitación poblacional son:

\*Tipo diseño de mezcla: Diseño de mezcla de concreto bombeables con sacarosa.

\*Espacial: los diseños de mezclas elaborados en la ciudad de Huancayo, bajo condiciones de laboratorio-ambiental, donde la humedad relativa promedio es de 82.8%, la temperatura ambiente promedio 17 °C, el viento promedio es de 8 km/h.

\*Temporal: Se incluirán únicamente diseños de mezclas realizados en los meses de marzo 2020 a marzo a 2021.

#### **3.2.2. Muestra**

Para el caso de muestra conformada con diseño de mezcla de resistencia a compresión  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , cuya materiales tiene las características (Cemento Portland tipo I Andino, Agregado fino: MF= 3.28, Agregado Grueso: TMN=3/4”, Agregado Global: MF=4.99, agua potable y Aditivo: Sacarosa blanca (azúcar blanca) .

La técnica de muestreo fue no probabilístico e intencional.

El tamaño de la muestra estuvo conformado por nueve diseños de mezclas agrupados de la siguiente forma:

Grupo de Control, 01 diseño de mezcla  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  sin sacarosa, presentando un asentamiento de 4”.

Grupo experimental, 08 diseños de mezclas  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  con sacarosa, como resultado de mezclar 8 dosis diferentes de sacarosa (0.01%,0.07%,0.14%,0.20%,0.25%,0.28%,0.34%,0.40% con respecto al peso del cemento).

Por lo tanto para cada diseños de mezclas se realizaron los controles de consistencia, tiempo de fraguado y resistencia a la compresión según las normas técnicas peruana, y que

detallamos a continuación: una vez obtenida las muestras patrón ( $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  sin sacarosa), se realizaron muestras de comparación que será con el diseño de mezcla de concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  con sacarosa en varias dosis, se tomaron datos durante todo el proceso que engloba esta investigación, para el caso de retención asentamiento se extrajeron en intervalos de tiempo de 10 minutos (10min., 20min., 30min., 40min., 50min., 60min., 70min., 80min., 90min., 100min., 120m in.), con un total de 108 ensayos, tiempo de fraguado con un total de 9 ensayos y desarrollo de resistencia a la compresión testigos de 100 mm x 200 mm (resistencia a 1dia, 3dias, 7dias, 28dias, 60dias), con un total de 135 ensayos. La sacarosa usada fue la azúcar blanca para la investigación, y los ensayos fueron realizados con temperatura ambiente de 13°C a 26° C.

### **3.3. Operacionalización de variables**

#### **3.3.1. Variables e Indicadores**

**3.3.1.1. Variables.** Se detallan a continuación:

**A. Variables de la hipótesis general.**

Variable Independiente: La sacarosa

Variable dependiente: Trabajabilidad de concreto bombeado

**B. Variables de las hipótesis específicas.**

Variable Independiente: La sacarosa

Variable dependiente: variación de consistencia

Variable Independiente: La sacarosa

Variable dependiente: Tiempo de fraguado

Variable Independiente: La sacarosa

Variable dependiente: variación de resistencia a la compresión

**C. Definición operacional de variables.**

*Variables de la hipótesis principal.*

**Variable Independiente:** La sacarosa. Se denomina coloquialmente azúcar a la sacarosa, también llamado 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 azucarera, la misma que adquiere por kilos.

**Variable Dependiente:** Trabajabilidad de concreto bombeado. Son aquellas características que tiene el concreto en estado fresco, mezclado, transportado, colocado y compactado, presentar una consistencia que permita una buena trabajabilidad en el lugar del bombeo a través de la tubería empleando una bomba.

*Variables de las hipótesis secundarias.*

**Variable Independiente:** La sacarosa

Se denomina coloquialmente azúcar a la sacarosa, también llamado 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 azucarera, la misma que adquiere por kilos.

**Variable dependiente:** variación de consistencia

Denominamos consistencia a la mayor o menor facilidad que tiene el hormigón fresco para deformarse o adaptarse a una forma específica. La consistencia depende de agua de amasado, Tamaño máximo del agregado, granulometría y forma de los agregados influye mucho el método de compactación.

**Variable dependiente:** Tiempo de fraguado

Según Diseño y Control de Mezclas del PCA define al fraguado como:

La condición alcanzada por una pasta cementicia, mortero u hormigón que ha perdido plasticidad hasta un nivel arbitrario, generalmente medido en términos de la resistencia a la penetración; fraguado inicial se refiere a la primera rigidización; fraguado final se refiere a una rigidez significativa; también, deformación remanente luego de retirada la tensión.

Variable dependiente: variación de resistencia a la compresión

Según Diseño y Control de Mezclas del PCA define a la resistencia como: La resistencia a compresión se puede definir como la medida máxima de la resistencia a carga axial de especímenes de concreto. La resistencia a compresión que el concreto logra  $f'_c$ , es función de la relación agua-cemento (o relación agua-materiales cementantes), cuanto la hidratación ha progresado, el curado, las condiciones ambientales y la edad del concreto.

Se puede apreciar la operacionalización de variables en la tabla 31.

**Tabla 31**

*Operacionalización de variables*

Objetivo	Variables principales	
	Variable independiente	Variable dependiente
	X: Sacarosa	Y: trabajabilidad del concreto bombeado
Evaluar la dosis de sacarosa en el diseño de concreto con la finalidad de mantener la trabajabilidad del concreto bombeado a través de pruebas de mantensor.	Dimensiones de X X1 sacarosa blanca	Dimensiones de Y Y1 variación de Consistencia Y2 Tiempo de fraguado Y3 variación de resistencia a la compresión
Objetivo específico 1	Indicadores de X X1 % peso	Indicadores de Y Y1 Asentamiento Y2 minutos Y3 Kg/cm <sup>2</sup>
Objetivo específico 2	Determinar el porcentaje de sacarosa blanca en el concreto, con la finalidad de obtener la variación de consistencia en un rango de tiempo en la trabajabilidad del concreto bombeado.	Determinar el porcentaje de sacarosa blanca en el concreto, con la finalidad de obtener la variación en el tiempo de fraguado inicial y final en la trabajabilidad del concreto bombeado.
Objetivo específico 3	Determinar el porcentaje de sacarosa blanca en el concreto, con la finalidad de obtener la variación de resistencia a la compresión en la trabajabilidad del concreto bombeado.	

### 3.3.1.3. Indicadores.

**A. Indicadores de la hipótesis principal.** El Peso y la Trabajabilidad.

Peso, Estará en función al porcentaje del cemento que se usará en la mezcla. Se expresará en gramos.

Trabajabilidad, La mayor o menor facilidad que tiene el concreto fresco para deformarse o adaptarse a una forma específica. Engloba la consistencia, cohesión, homogeneidad y plasticidad. Se calcula determinando el asentamiento del concreto mayores a 4 pulgadas. Se expresa en pulgadas. Ver Tabla 32.

**Tabla 32**

*Indicadores Hipótesis principal*

<b>HIPOTESIS</b>		
	<b>VARIABLE</b>	<b>INDICADOR</b>
X.	INDEPENDIENTE Sacarosa	X1. % peso
<b>HIPOTESIS</b>		
Y.	<b>VARIABLE</b> DEPENDIENTE Trabajabilidad de concreto bombeado	<b>INDICADOR</b> Y1. Trabajabilidad

**B. Indicadores de las hipótesis secundarias.** Asentamiento, minutos y kg/cm<sup>2</sup>.

Asentamiento, se calcula determinando el asentamiento del concreto. Se expresa en pulgadas

Minutos, es la unidad del tiempo, se determina el tiempo que ha perdido la plasticidad en minutos, generalmente medido en términos de la resistencia a la penetración; fraguado inicial se refiere a la primera rigidización; fraguado final se refiere a una rigidez significativa; también, deformación remanente luego de retirada la tensión. Se expresa en minutos.

kg/cm<sup>2</sup>, es la unidad de la resistencia la resistencia se determina como la medida máxima de la resistencia a carga axial de especímenes de concreto. Dividiendo la carga axial en kg. sobre el área del espécimen en cm<sup>2</sup>. Se expresa en kg/cm<sup>2</sup>. Ver Tabla 33.

**Tabla 33***Indicadores Hipótesis secundaria*

HIPOTESIS.		DIMENSION	INDICADOR
X1. INDEPENDIENTE La sacarosa blanca			X1. % peso
HIPOTESIS			
DIMENSION		INDICADOR	
Y1. DEPENDIENTE Variación de Consistencia			Y1. Asentamiento
Y2. DEPENDIENTE Tiempo de fragua			Y2. Minutos
Y3. DEPENDIENTE Variación de resistencia a la compresión			Y3. Kg/cm <sup>2</sup>

**3.4. Instrumentos****3.4.1. Técnicas e instrumentos y/o fuentes de recolección de datos**

**3.4.1.1. Técnicas.** Será la observación directa como técnica de recolección de datos y experimental, por ello se usaron las normas técnicas peruanas NTP 339 y las normas técnicas americanas ASTM C para el caso de las propiedades de concreto estado fresco y endurecido. Para el diseño de mezcla se usó el ACI 211, teniendo en cuenta las características y dosificación para un concreto bombeable.

Para el desarrollo de la investigación se realizó las siguientes técnicas:

Cono de Abrans: es una técnica que se utilizó en el ensayo que se le realizó al concreto en su estado fresco para medir su consistencia (fluidez del concreto), para la presente investigación en el tiempo, tanto en el campo o en el laboratorio. (Normas Técnicas Peruanas 339.035, 2009).

Probetas cilíndricas de concreto: se utilizó para medir la resistencia a la compresión en una máquina de ensayos de compresión, calculándose a partir de la carga de ruptura dividida por el área de la sección que resiste a la carga y se reporta en unidades de libra – fuerza por pulgada cuadrada (psi) en unidades (Normas Técnicas Peruanas 339.034, 2008).

Resistencia a la penetración: se utiliza para determinar el tiempo de fragua inicial y fragua final del concreto. (Normas Técnicas Peruanas 339.082, 2009).

**3.4.1.2. Instrumentos de medición de actividades.** Cono de abrams, Penetrómetro, moldes y prensa.

Cono de abrams para medir la consistencia: Molde de cono de fierro galvanizado, forma de tronco de cono, altura de 0,30 m. y las bases de diámetros de 0,20 y 0,10 m. Una plancha metálica lisa, y resistente de 0,30 x 0,30 metros para base del cono abrams. Una barra lisa metálica diámetro 5/8" y longitud de 60 cm. punta redonda. Una pequeña pala. Un cucharon de albañil. Un flexómetro en centímetros o pulgadas para medir el asentamiento.

Equipo de Penetrómetro para el control para el fraguado.

Moldes de testigos 100 mm x 200mm (4" x 8") para elaboración de testigos de resistencia a la Compresión

Equipo de Prensa digital de rotura de testigo de concreto para medir resistencia.

**3.4.1.3. Instrumentos de recolección de datos.** Formatos ficha de registro de datos de control asentamiento (Instrumento N°01)

Formato ficha registro de datos de control de tiempo de fraguado (Instrumento N°02).

Formatos ficha registro de datos de control de Resistencia a la Compresión (Instrumento N°03).

#### **3.4.2. Validación de los instrumentos por juicios de expertos**

La validación del instrumento para este caso se usará lo aprobado de las normas técnicas peruanas versión 2018 sobre hormigón, concreto, agregados y cementos, según la RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 016-2018-INACAL/DN.

Las NTP las mismas que son revisadas y aprobadas por Comité Permanente de Normalización. INACAL, es la autoridad competente en materia de normalización

En la Tabla 34, se puede apreciar el resumen de técnicas, instrumentos, validez y Confiabilidad.

**Tabla 34**

*Técnicas, instrumentos, validez y confiabilidad*

Objetivo	Técnica	Instrumento	Fuente	Validez Instrumento	Confiabilidad Instrumento
Diseño de Mezcla de concreto bombeable	ACI 211 ACI 304	Hoja calculo	Laboratorio	-Código ACI 211 Y ACI 304	-Hoja de cálculo exel según ACI 211 y ACI 304
Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento portland.	NTP 339.035	Observación-Formato de Ensayo	Ensayo de laboratorio	-Inacal RESOLUCIÓN DIRECTORAL Nº 016-2018- INACAL/DN -NTP 339.035 -Calibración de Equipos	- NTP 339.035 -Ficha Técnica -Calibración de Equipos -Técnico de grado I
Método de ensayo gravimétrico para determinar el peso por metro cúbico del concreto	NTP 339.046	Formato de Ensayo	Ensayo de laboratorio	-Inacal RESOLUCIÓN DIRECTORAL Nº 016-2018- INACAL/DN -NTP 339.046 -Calibración de Equipos	- NTP 339.046 -Ficha Técnica -Calibración de Equipos -Técnico de grado I
Método de ensayo normalizado para la determinación del tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración.	NTP 339.082	Formato de Ensayo	Ensayo de laboratorio	-Inacal RESOLUCIÓN DIRECTORAL Nº 016-2018- INACAL/DN -NTP 339.082 -Calibración de Equipos	- NTP 339.082 -Ficha Técnica -Calibración de Equipos -Técnico de grado I
Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de concreto.	NTP 339.184	Observación-Formato de Ensayo	Ensayo de laboratorio	-Inacal RESOLUCIÓN DIRECTORAL Nº 016-2018- INACAL/DN -NTP 339.184 -Calibración de Equipos	- NTP 339.184 -Ficha Técnica -Calibración de Equipos -Técnico de grado I
Métodos de ensayo para la elaboración de testigos de concreto	NTP 339.033	Formato de Ensayo	Ensayo de laboratorio	-Inacal RESOLUCIÓN DIRECTORAL Nº 016-2018- INACAL/DN -NTP 339.033 -Calibración de Equipos	- NTP 339.033 -Ficha Técnica -Calibración de Equipos -Técnico de grado I
Método de ensayo normalizado para la determinación de la	NTP 339.034	Formato de Ensayo	Ensayo de laboratorio	-Inacal RESOLUCIÓN DIRECTORAL Nº	- NTP 339.034 -Ficha Técnica -Calibración de

resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas	016-2018- INACAL/DN -NTP 339.034 -Calibración de Equipos	Equipos -Técnico de grado I Equipos
---	---	---

---

### ***3.4.3. Técnicas de procesamiento de datos.***

Para el procesamiento de datos, se desarrolló la siguiente secuencia de trabajo:

Proceso I: Selección de los materiales.

Proceso II: Marco normativo para los ensayos de materiales

Proceso III: Investigación de las propiedades de los materiales

Proceso IV: Diseño de mezclas de concreto bombeable

Proceso V: Ensayos del concreto en estado fresco.

Proceso VI: Ensayo del concreto en estado endurecido.

Para el análisis y procesamientos de datos se hizo uso del programa computacional Excel (media, variación y dispersión) y a través de los equipos usados para la realización de ensayos en el Laboratorio (mezcladora de 9 pie3, cono de abrams, penetrómetro, prensa digital hidráulica). Los ensayos se realizarán con temperatura ambiente de 13°C a 26°C.

### ***3.4.4. Técnicas de análisis e interpretación de la Información***

Para el análisis e interpretación de información de los datos se hizo uso de la estadística descriptiva e inferencial empleando el programa computacional Excel. Se evaluó la normalidad de la distribución de las mediciones a través de la prueba de Shapiro Wilk, así mismo se analizó el rango de distribución T student para evaluar los resultados.

El análisis fue comparativo y cuantitativo, para la información se presentó a través de gráficos y tablas para su mejor ilustración.

## **3.5. Procedimiento**

### ***3.5.1. Diseño Estadístico***

La prueba estadística para determinar las relaciones entre las variables es T Student.

significancia  $\alpha=0.05$ , grados de libertad n-8; gl= 7 (asentamiento), grados de libertad n-8; gl= 7 (tiempo de fragua). grados de libertad n-8; gl= 7 (resistencia a la compresión).

El cemento a usar fue del tipo I que satisfaga la norma ASTM C-150 (2017) por lo que fue el cemento comercial que se usa mayormente en la zona.

El agua a que se usó fue el agua potable de la ciudad de Huancayo, satisfaga la norma NTP 339.088.

Los agregados de origen natural y procedencia fluvial, esto es del río Mantaro del distrito de Pilcomayo de la provincia de Chupaca, los procedimientos de ensayo se realizaron de acuerdo a la norma ASTM C-33

Se usó como aditivo natural la sacarosa o azúcar blanca Cartavio de venta en tiendas, bodegas, mercados y centro comerciales

Procedimiento de medición del asentamiento del concreto, según norma ASTM 143 y norma NTP 339-035.

Procedimiento de medición de tiempo de fraguado del concreto, según norma ASTM C-403 y norma NTP 339-082.

Procedimiento para la elaboración y curado de probetas cilíndricas de concreto de 100mm x 200 mm en obra según la norma NTP 339.033 y norma ASTM C31.

Procedimiento para ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión de muestras cilíndricas NTP 339.034 y norma ASTM C39.

### **3.6. Análisis de datos**

#### **3.6.1 Técnicas**

Para el desarrollo de la investigación se realizó las siguientes técnicas:

Normas Técnicas Peruanas 339.035, 2009-Cono de Abrans:

Es una técnica que se utilizó en el ensayo que se le realizó al concreto en su estado fresco para medir su consistencia (fluidez del concreto), para la presente investigación en el

tiempo, tanto en el campo o en el laboratorio.

Normas Técnicas Peruanas 339.082, 2009-Resistencia a la penetración:

Técnica que se utiliza para determinar el tiempo de fragua inicial y fragua final del concreto.

Normas Técnicas Peruanas 339.034, 2008-Probetas cilíndricas de concreto:

Técnica que se utilizó para medir la resistencia a la compresión en una máquina de ensayos de compresión, calculándose a partir de la carga de ruptura dividida por el área de la sección que resiste a la carga y se reporta en unidades de libra – fuerza por pulgada cuadrada (psi) y en unidades de kilogramo-fuerza por centímetro cuadrado (kg/cm<sup>2</sup>)

### ***3.6.2 Análisis de datos***

Los datos recopilados de laboratorio fueron procesados y tabulados en tablas y gráficos a través de programa computacional Exel, utilizando la estadística descriptiva e inferencial para la demostración de la hipótesis.

Análisis estadístico

Pruebas de contrastación de hipótesis

### **3.7. Consideraciones éticas**

Elaboración, análisis de la investigación a realizar, aplicación del conocimiento y difusión.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Generalidades

El análisis de los resultados es la parte más importante de la presente investigación, pues debido a esté obtendremos las conclusiones y recomendaciones acerca del uso de la sacarosa: azúcar blanca “CARTAVIO” en las propiedades del concreto para ser bombeado. Este capítulo comprende la presentación y análisis de resultados, mediante tablas y gráficos, en torno a las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido versus la tasa de dosificación de la sacarosa.

### 4.2. Ensayos al concreto fresco

#### 4.2.1. Asentamiento

La pérdida de asentamiento del concreto en el tiempo, para las mezclas con sacarosa con dosis de 0.01%,0.07%,0.14%,0.20%,0.25%,0.28%,0.34%,0.40% con respecto al peso del cemento, referido al concreto patrón  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  se aprecian en la Tabla 35 y Figura 36.

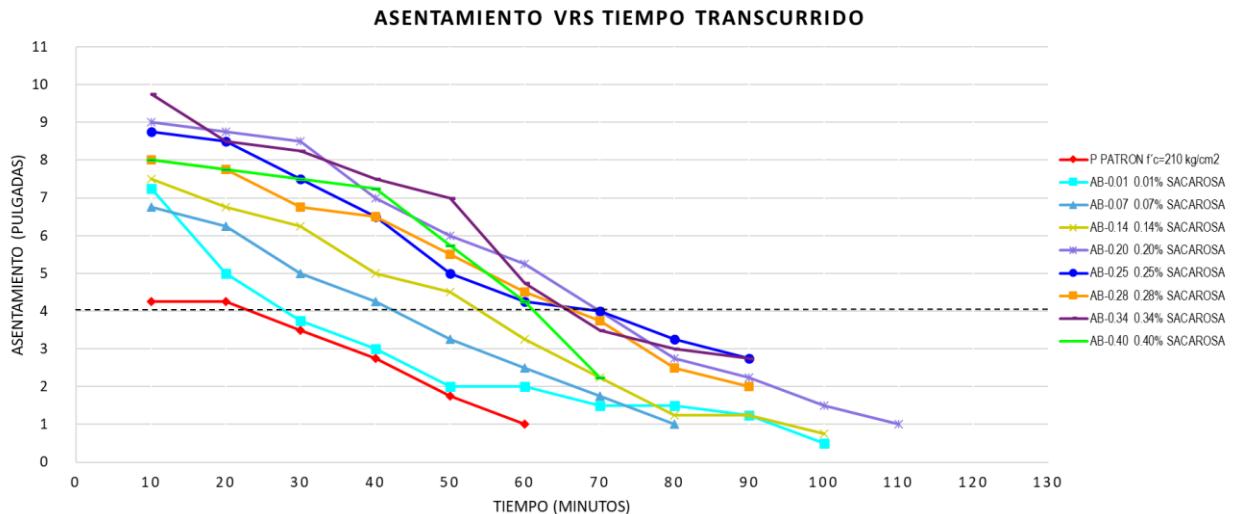
**Tabla 35**

*Resumen del ensayo de asentamiento del concreto en el tiempo con diferentes dosis de sacarosa*

CODIGO	DOSIS SACAROSA	TIEMPO (MINUTOS)											
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
P	PATRON $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	4 1/4	4 1/4	3 1/2	2 3/4	1 3/4	1						
AB-0.01	0.01% SACAROSA	7 1/4	5	3 3/4	3	2	2	1 1/2	1 1/2	1 1/4	1/2		
AB-0.07	0.07% SACAROSA	6 3/4	6 1/4	5	4 1/4	3 1/4	2 1/2	1 3/4	1				
AB-0.14	0.14% SACAROSA	7 1/2	6 3/4	6 1/4	5	4 1/2	3 1/4	2 1/4	1 1/4	1 1/4	3/4		
AB-0.20	0.20% SACAROSA	9	8 3/4	8.5	7	6	5 1/4	4	2 3/4	2 1/4	1 1/2	1	
AB-0.25	0.25% SACAROSA	8 3/4	8 1/2	7 1/2	6 1/2	5	4 1/4	4	3 1/4	2 3/4			
AB-0.28	0.28% SACAROSA	8	7 3/4	6 3/4	6 1/2	5 1/2	4 1/2	3 3/4	2 1/2	2			
AB-0.34	0.34% SACAROSA	9 3/4	8 1/2	8 1/4	7 1/2	7	4 3/4	3.5	3	2 3/4			
AB-0.40	0.40% SACAROSA	8	7 3/4	7 1/2	7 1/4	5 3/4	4 1/4	2 1/4					

**Figura 36**

*Perdida de asentamiento del concreto en el tiempo para diferentes dosis de Sacarosa, con respecto  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$*



En la Figura 37 se observa que el asentamiento está relacionado linealmente con el tiempo, las medidas de asentamiento tienen una tendencia decreciente, correlación negativa. La regresión lineal del asentamiento ( $A$ ) sobre el tiempo transcurrido ( $T$ ) para cada dosis en % de sacarosa se aprecia en la Tabla 36.

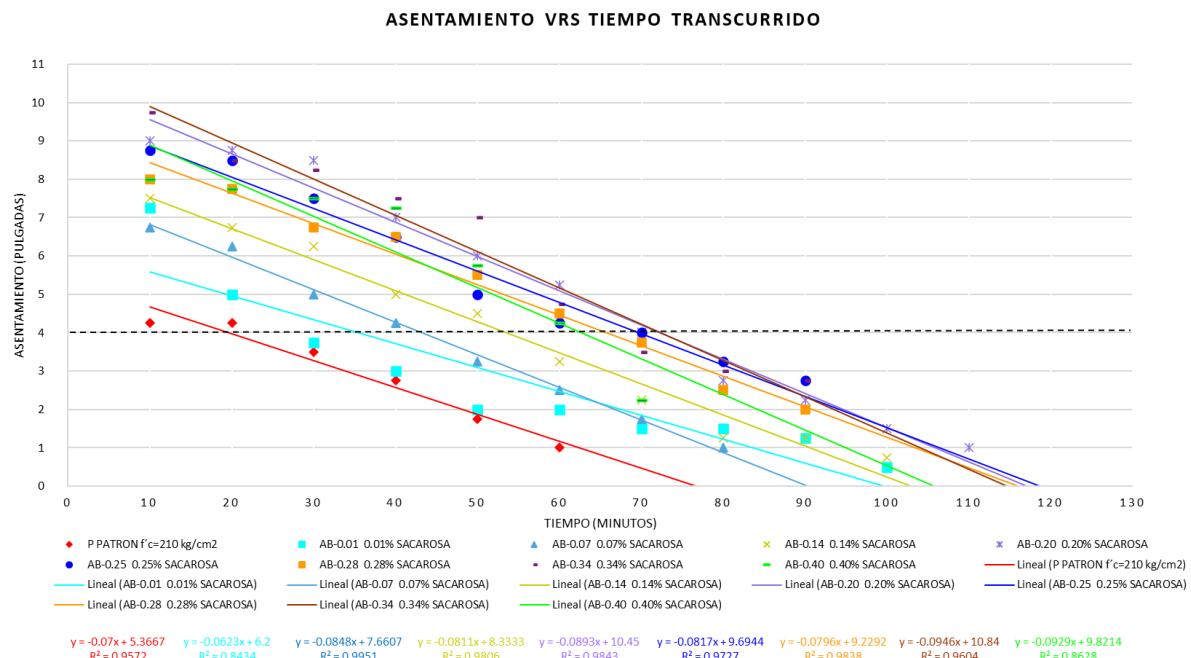
**Tabla 36**

*Regresión lineal y coeficiente de correlación*

CODIGO	REGRESION LINEAL	COEFICIENTE DE CORRELACION (R)
PATRON $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$	$A = 5.3667 - 0.07T$	0.978365
0.01% SACAROSA	$A = 6.2 - 0.0623T$	0.918368
0.07% SACAROSA	$A = 7.6607 - 0.084T$	0.997546
0.14% SACAROSA	$A = 8.3333 - 0.0811T$	0.990252
0.20% SACAROSA	$A = 10.45 - 0.0893T$	0.992118
0.25% SACAROSA	$A = 9.6944 - 0.0817T$	0.986255
0.28% SACAROSA	$A = 9.2292 - 0.0796T$	0.991866
0.34% SACAROSA	$A = 10.84 - 0.0946T$	0.980000
0.40% SACAROSA	$A = 0.8628 - 0.0929T$	0.928870

**Figura 37**

*Perdida de asentamiento del concreto en el tiempo para diferentes dosis de Sacarosa, con respecto  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ -correlacion*



La relación entre el asentamiento máximo inicial y las dosis de sacarosa (0.01%, 0.07%, 0.14%, 0.20%, 0.25%, 0.28%, 0.34%, 0.40% con respecto al peso del cemento), referido al concreto patrón  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$  se contempla en la Tabla 37 y Figura 38 respectivamente.

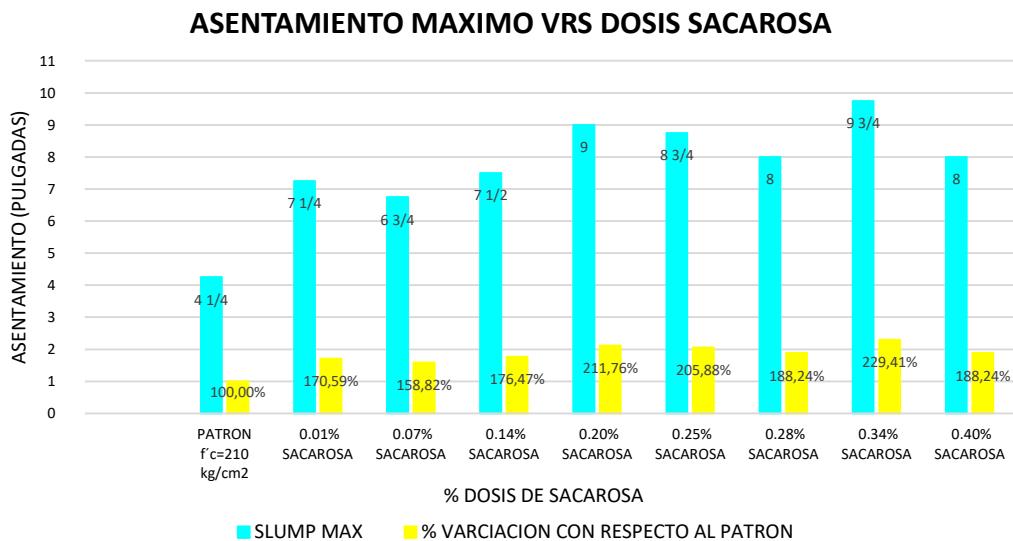
**Tabla 37**

*Resumen del ensayo de asentamiento máximo del concreto con diferentes dosis de sacarosa*

CODIGO	DOSIS SACAROSA	ASENTAMIENTO MAX	% VARCIACION CON RESPECTO AL PATRON
P	PATRON $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$	4 1/4	100.00%
AB-0.01	0.01% SACAROSA	7 1/4	170.59%
AB-0.07	0.07% SACAROSA	6 3/4	158.82%
AB-0.14	0.14% SACAROSA	7 1/2	176.47%
AB-0.20	0.20% SACAROSA	9	211.76%
AB-0.25	0.25% SACAROSA	8 3/4	205.88%
AB-0.28	0.28% SACAROSA	8	188.24%
AB-0.34	0.34% SACAROSA	9 3/4	229.41%
AB-0.40	0.40% SACAROSA	8	188.24%

**Figura 38**

*Asentamiento máximo del concreto con diferentes dosis de sacarosa*



En la Figura 39 se observa que el asentamiento máximo del concreto está relacionada polinómicamente con dosis de sacarosa. La regresión polinómica de segundo grado del asentamiento máximo del concreto (AM) sobre la dosis de sacarosa (D), se aprecia en la Tabla 38.

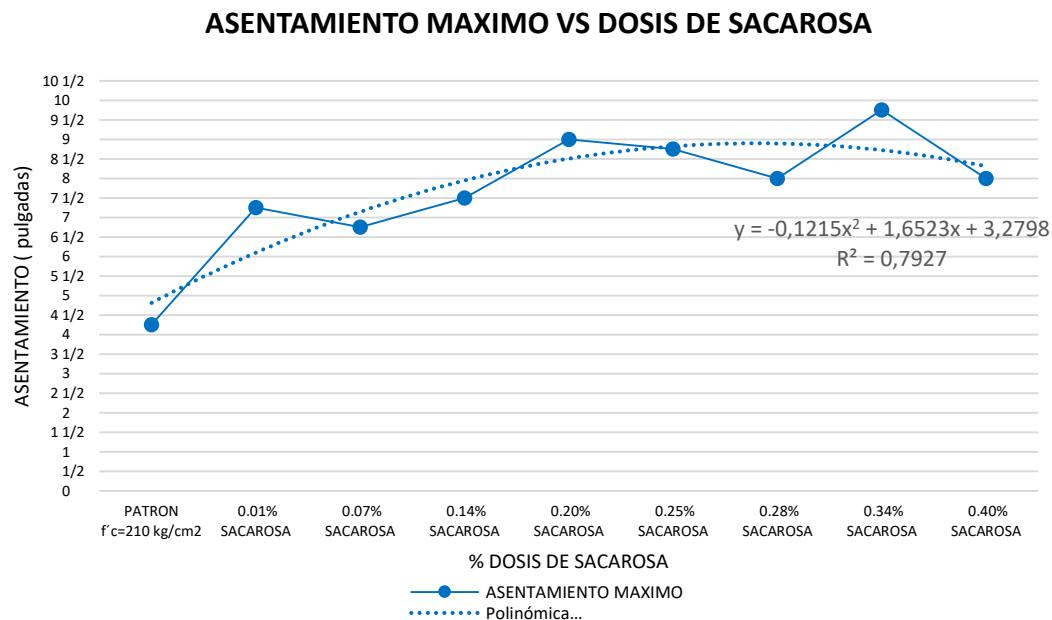
**Tabla 38**

*Regresión polinómica y coeficiente de correlación.*

REGRESION POLIGOMICA SEGUNDO GRADO	COEFICIENTE DE CORRELACION (R)
$AM = 3.2798 + 1.6523D - 0.1215D^2$	0.890337015

**Figura 39**

Asentamiento máximo del concreto con diferentes dosis de sacarosa-correlación



La relación entre el tiempo transcurrido, para alcanzar un asentamiento de 4 pulgadas, y las dosis de sacarosa (0.01%,0.07%,0.14%,0.20%,0.25%,0.28%,0.34%,0.40% con respecto al peso del cemento), referido al concreto patrón  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  se contempla en la Tabla 39 y Figura 40.

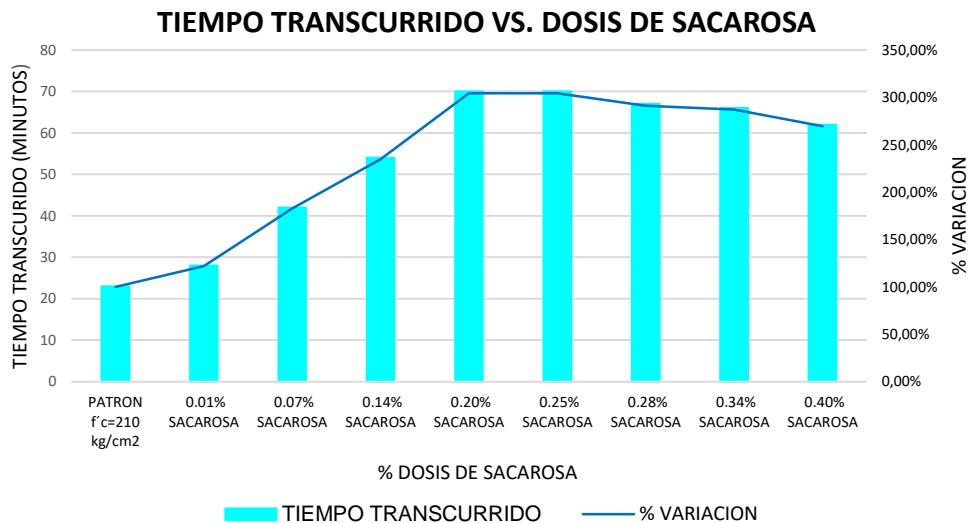
**Tabla 39**

*Resumen del tiempo transcurrido en alcanzar un asentamiento de 4" con diferentes dosis de sacarosa*

CODIGO	DOSIS SACAROSA	TIEMPO TRANSCURRIDO EN ALCANZAR ASENTAMIENTO DE 4" min.	% VARCIACION CON RESPECTO AL PATRON
P	PATRON $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	23	100.00%
AB-0.01	0.01% SACAROSA	28	121.74%
AB-0.07	0.07% SACAROSA	42	182.61%
AB-0.14	0.14% SACAROSA	54	234.78%
AB-0.20	0.20% SACAROSA	70	304.35%
AB-0.25	0.25% SACAROSA	70	304.35%
AB-0.28	0.28% SACAROSA	67	291.30%
AB-0.34	0.34% SACAROSA	66	286.96%
AB-0.40	0.40% SACAROSA	62	269.57%

**Figura 40**

*Tiempo transcurrido en alcanzar un asentamiento de 4" con diferentes dosis de sacarosa*



Del análisis de la Figura 38 se confirma que existe una relación directa entre el asentamiento máximo inicial y la dosis de sacarosa.

Del estudio de la Figura 40 se aprecia que el tiempo transcurrido en alcanzar un asentamiento de 4", guarda una relación directa con la dosis de sacarosa, debido a que la dosis de sacarosa suministrada en la mezcla incrementa el asentamiento inicial, luego este pierde su manejabilidad en el tiempo.

El Incremento de asentamiento con sacarosa obedece a disminución del mojado de granos de cemento, originando disminución de agua absorbida, aumentando el agua libre y originando lubricación de la mezcla de concreto.

En la Figura 41 se observa que el Tiempo transcurrido en alcanzar un asentamiento de 4" está relacionado polinómicamente con dosis de sacarosa. La regresión polinómica de segundo grado Tiempo transcurrido en alcanzar un asentamiento de 4" (TT) sobre la dosis de sacarosa (D), se aprecia en la Tabla 40.

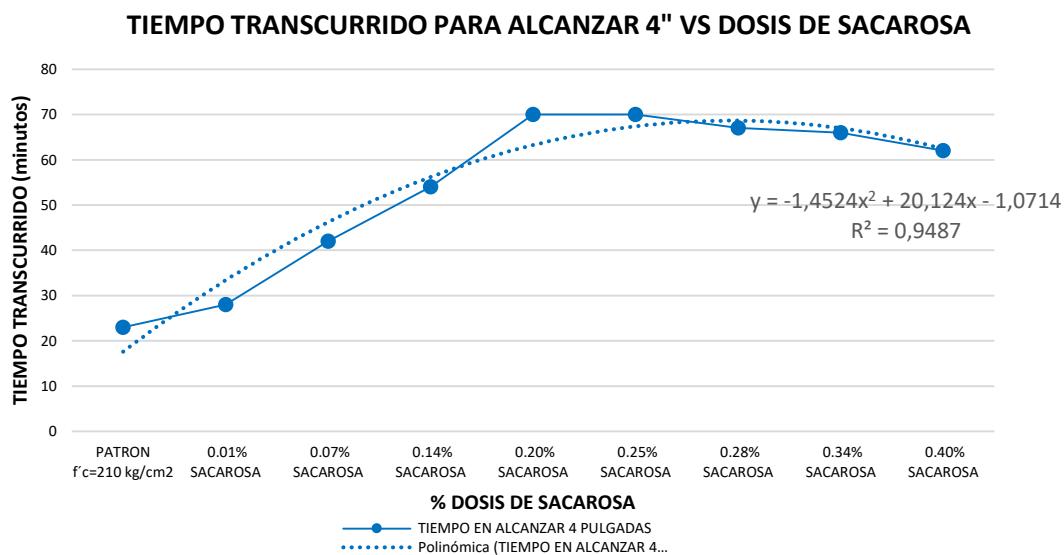
**Tabla 40**

*Regresión polinómica y coeficiente de correlación.*

REGRESION POLIGOMICA SEGUNDO GRADO	COEFICIENTE DE CORRELACION (R)
TT = -1.0714 + 20.124D – 1.4524D <sup>2</sup>	0.97401232

**Figura 41**

*Tiempo transcurrido en alcanzar un asentamiento de 4" con diferentes dosis de sacarosa-correlación*

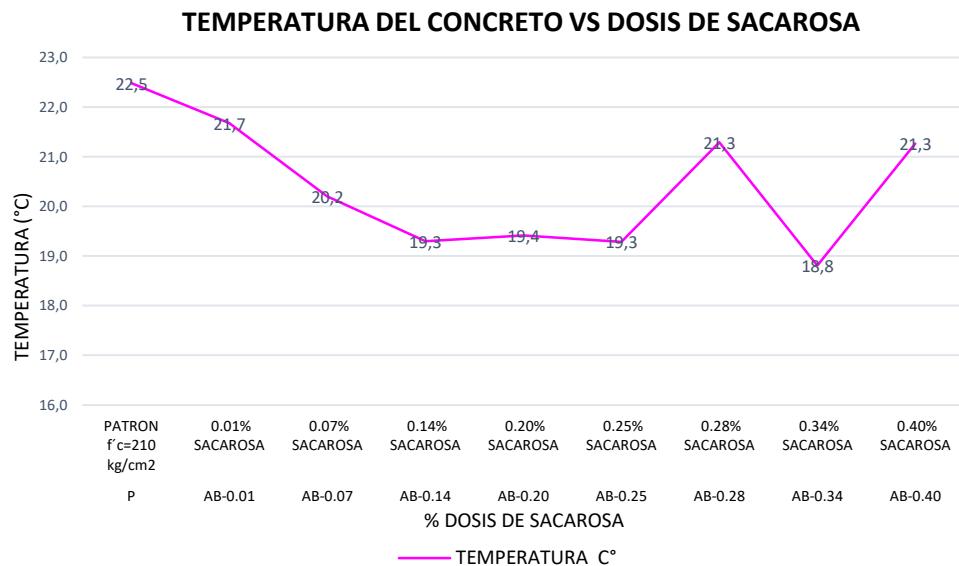


#### 4.2.2. Temperatura

La correlación entre la temperatura promedio del concreto y las dosis sacarosa (0.01%, 0.07%, 0.14%, 0.20%, 0.25%, 0.28%, 0.34%, 0.40% con respecto al peso del cemento), referido al concreto patrón  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  se contempla en la Figura 42.

**Figura 42**

*Temperatura promedio del concreto para diferentes dosis de sacarosa*



Del análisis de la Figura 42 se muestra una relación entre la temperatura del concreto y la dosis de la sacarosa. Los resultados obtenidos, muestran que no hay una diferencia significativa de la temperatura promedio entre las distintas mezclas. La máxima variación registrada entre las mezclas fue de 3.7 °C.

En la Figura 43 se observa que la temperatura del concreto está relacionada polinómicamente con dosis de sacarosa. La regresión polinómica de tercer grado de la temperatura del concreto (T) sobre la dosis de sacarosa (D), se aprecia en la Tabla 41.

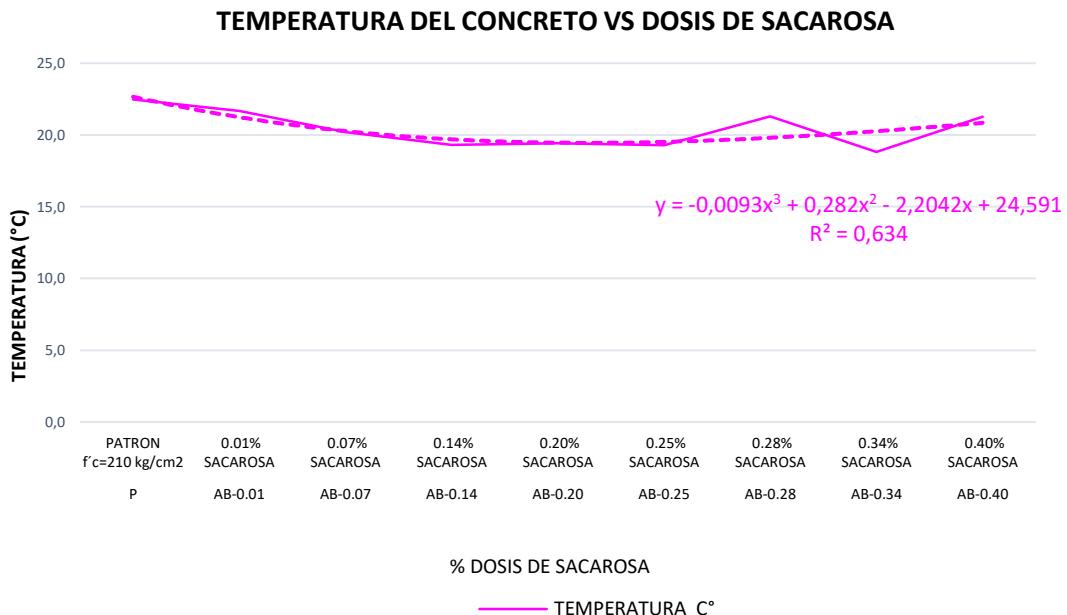
**Tabla 41**

*Regresión polinómica y coeficiente de correlación.*

REGRESION POLIGOMICA TERCER GRADO	COEFICIENTE DE CORRELACION (R)
T = 24.591-2.2042D + 0.282D <sup>2</sup> - 0.0093D <sup>3</sup>	0.796429532

**Figura 43**

*Temperatura promedio del concreto para diferentes dosis de sacarosa-correlación*



#### 4.2.3. Peso unitario

La relación entre el peso unitario del concreto y las dosis de la sacarosa (0.01%,0.07%,0.14%,0.20%,0.25%,0.28%,0.34%,0.40% con respecto al peso del cemento), referido al concreto patrón  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  se observan en la Tabla 42 y Figura 44 y 45.

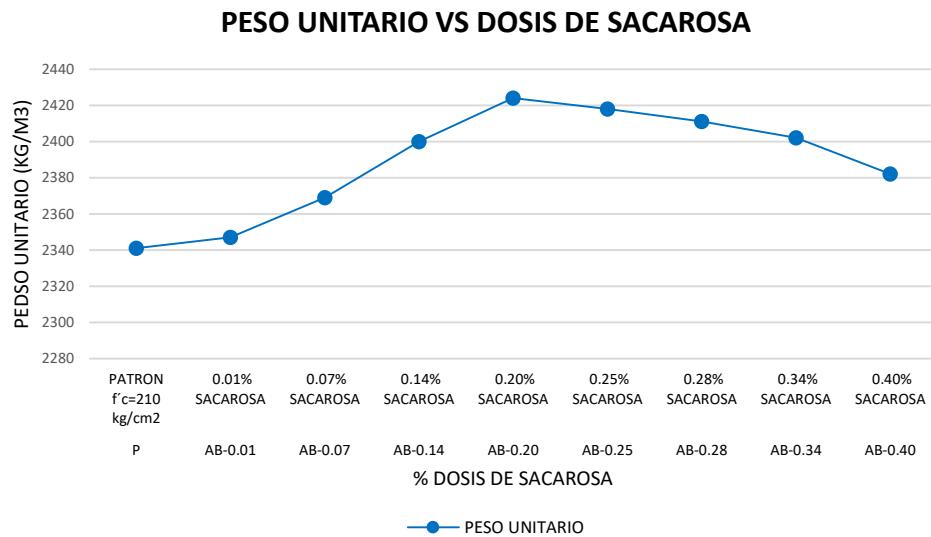
**Tabla 42**

*Resumen del ensayo de peso unitario del concreto para diferentes dosis de sacarosa*

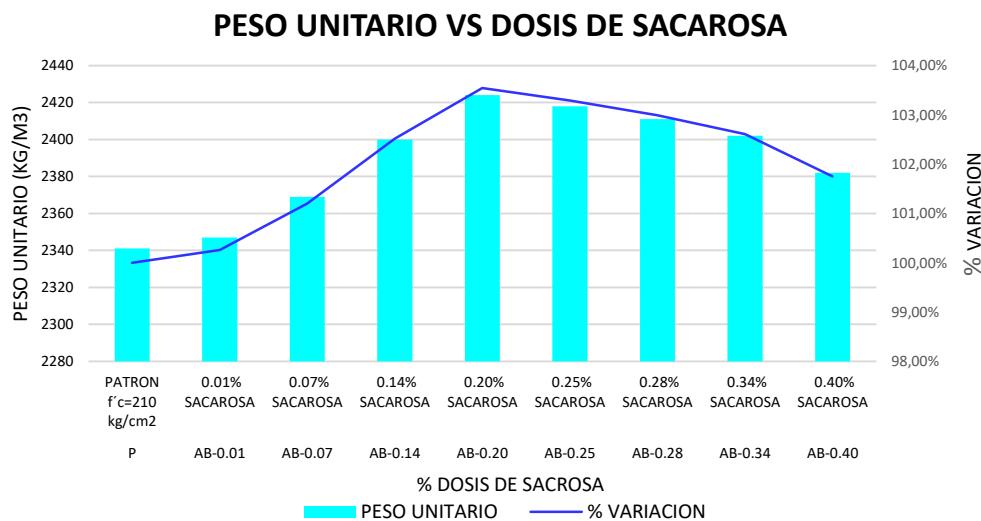
CODIGO	DOSIS SACAROSA	PESO UNITARIO Kg/m <sup>3</sup>	% VARIACION CON RESPECTO AL PATRON
P	PATRON $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	2341	100.00%
AB-0.01	0.01% SACAROSA	2347	100.26%
AB-0.07	0.07% SACAROSA	2369	101.20%
AB-0.14	0.14% SACAROSA	2400	102.52%
AB-0.20	0.20% SACAROSA	2424	103.55%
AB-0.25	0.25% SACAROSA	2418	103.29%
AB-0.28	0.28% SACAROSA	2411	102.99%
AB-0.34	0.34% SACAROSA	2402	102.61%
AB-0.40	0.40% SACAROSA	2382	101.75%

**Figura 44**

*Peso unitario del concreto para diferentes dosis de sacarosa*

**Figura 45**

*Peso unitario porcentaje de variación del concreto para diferentes dosis de sacarosa*



En la Figura 46 se observa que el peso unitario del concreto está relacionado polinómicamente con las dosis de sacarosa. La regresión polinómica de segundo grado del peso Unitario (P) sobre la dosis de sacarosa (D), se aprecia en la Tabla 43.

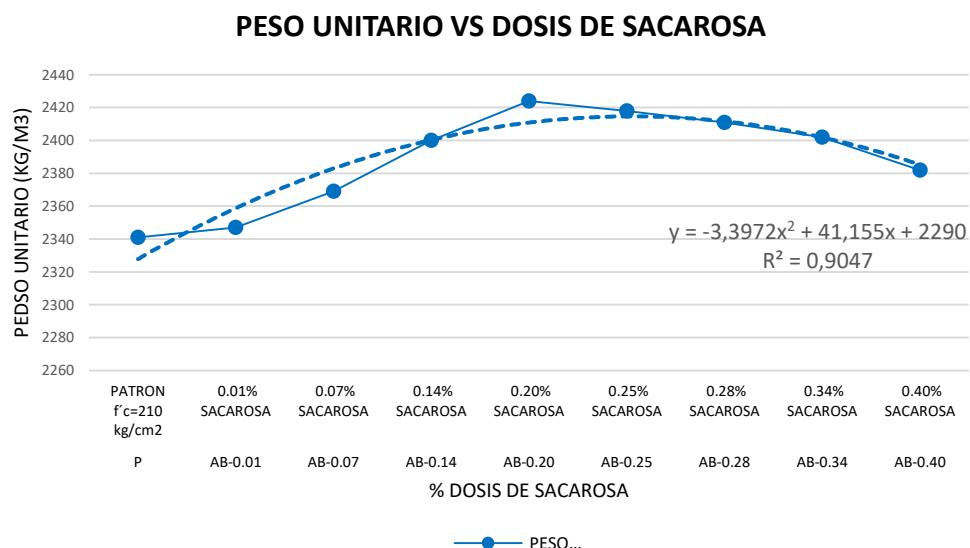
**Tabla 43**

*Regresión polinómica y coeficiente de correlación.*

REGRESION POLIGOMICA SEGUNDO GRADO	COEFICIENTE DE CORRELACION (R)
$P = 2290 + 41.115D - 3.3972D^2$	0.095115719

**Figura 46**

*Peso unitario del concreto para diferentes dosis de sacarosa-correlación*



Del análisis de la Figura 44 y 45 se encontró que las mezclas diseñadas para dosis de sacarosa por debajo de 0.20%, el peso unitario del concreto crece con la dosis suministrada; sin embargo, para dosis superiores a 0.20%, el peso unitario del concreto experimenta un decrecimiento, no obstante, este valor se encuentra mayormente por encima del peso unitario de la mezcla patrón.

El aumento del peso unitario del concreto en un primer momento, se debe a que el efecto fluidificante de la sacarosa produce una hidratación más eficaz y por lo tanto se genera una microestructura algo más homogénea (mayor compacidad); sin embargo, a partir de ciertas dosis sacarosa, el valor del peso unitario disminuye debido a la inclusión de aire en la mezcla de concreto (efecto secundario de la sacarosa).

#### 4.2.4. Tiempo de fraguado

La correlación entre el tiempo de fraguado del concreto y las dosis de sacarosa (0.01%, 0.07%, 0.14%, 0.20%, 0.25%, 0.28%, 0.34%, 0.40% con respecto al peso del cemento), referido al concreto patrón  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  se observan en la Tabla 44 y Figura 47, 48 y 49.

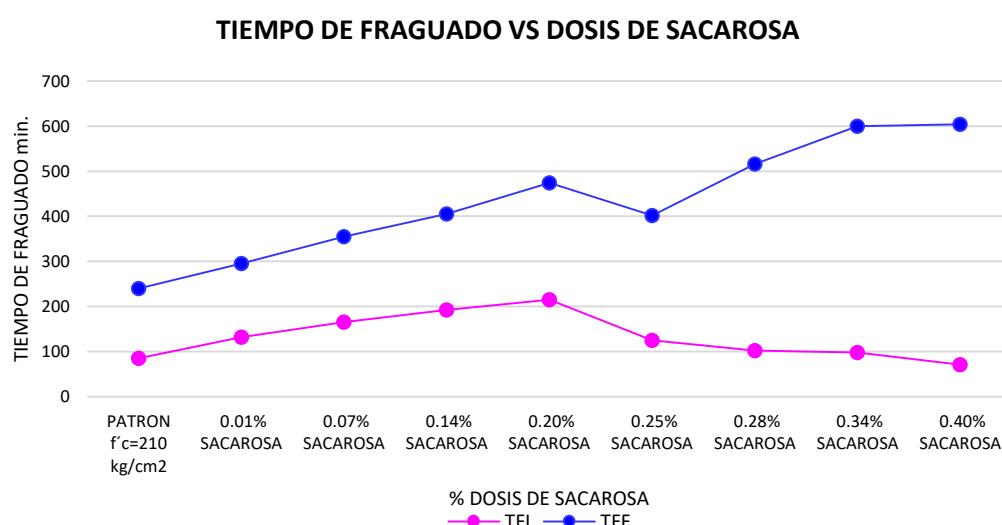
**Tabla 44**

*Resumen del ensayo de tiempo de fraguado del concreto para diferentes dosis de sacarosa*

DISEÑO DE MEZCLA		TIEMPO DE FRAGUA(MIN.)			
CODIGO	DOSIS SACROSA	TFI (min.)	% VARIACION CON RESPECTO AL PATRON	TFF (min.)	% VARIACION CON RESPECTO AL PATRON
P	PATRON $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	85	100.00%	240	100.00%
AB-0.01	0.01% SACAROSA	132	155.29%	295	122.92%
AB-0.07	0.07% SACAROSA	165	194.12%	355	147.92%
AB-0.14	0.14% SACAROSA	192	225.88%	405	168.75%
AB-0.20	0.20% SACAROSA	215	252.94%	474	197.50%
AB-0.25	0.25% SACAROSA	125	147.06%	402	167.50%
AB-0.28	0.28% SACAROSA	102	120.00%	516	215.00%
AB-0.34	0.34% SACAROSA	98	115.29%	600	250.00%
AB-0.40	0.40% SACAROSA	71	83.53%	604	251.67%

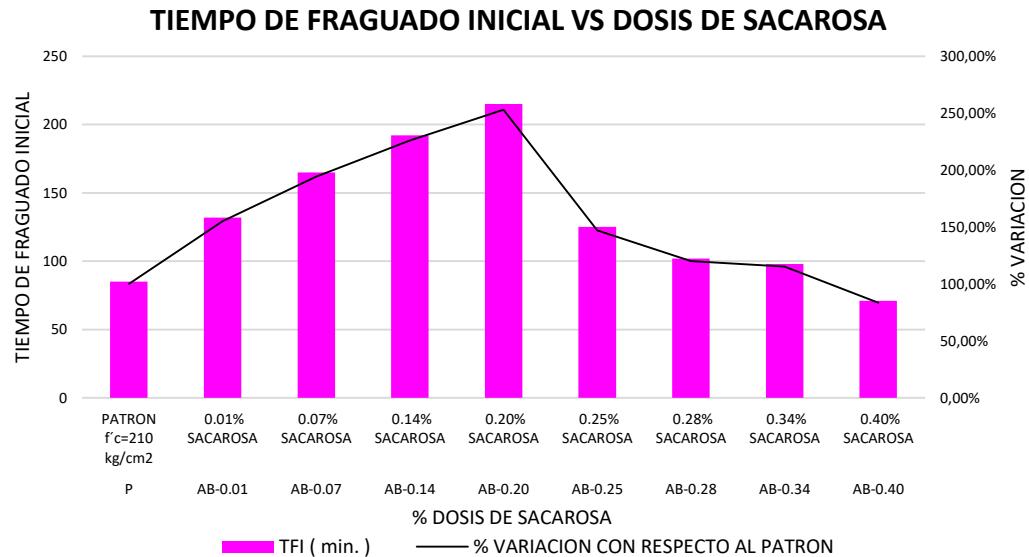
**Figura 47**

*Tiempo de fraguado del concreto para diferentes dosis de sacaros*

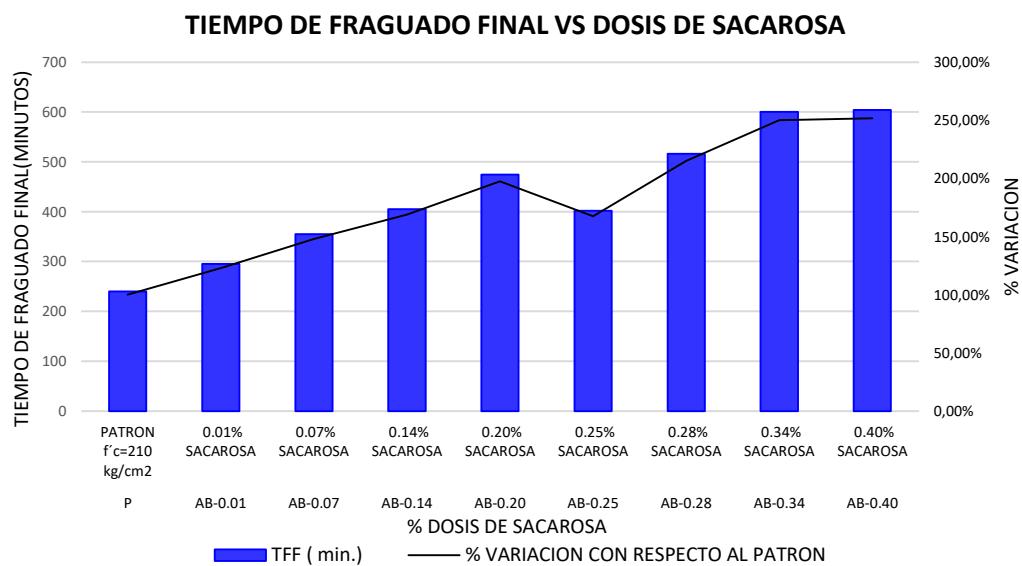


**Figura 48**

*Tiempo de fraguado inicial del concreto para diferentes dosis de sacarosa*

**Figura 49**

*Tiempo de fraguado final del concreto para diferentes dosis de sacarosa*



Del análisis de la Figura 47,48 y 49 se aprecia que las mezclas diseñadas para un  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> para las diferentes dosis de sacarosa, experimentan en su gran mayoría retraso en el tiempo de fraguado con respecto al concreto patrón, siendo estos volares

mayores para la dosis de 0.20% de sacarosa respecto del tiempo de fraguado inicial y dosis de 0.40% de sacarosa respecto del fraguado final.

El retraso que se observa en el tiempo de fraguado del concreto, es consecuencia de la naturaleza o composición química de la sacarosa aísla los granos del cemento durante algún tiempo hace que afecte la hidratación retrasando la demora de formación de cristales de silicatos por aislamiento en función a la dosis de sacarosa.

En la Figura 50 se observa que el tiempo de fragua inicial del concreto están relacionada polinómicamente con las dosis de sacarosa. La regresión polinómica de segundo grado del tiempo de fragua inicial (TFI) sobre la dosis de sacarosa (D), se aprecia en la Tabla 45.

**Tabla 45**

*Regresión polinómica y coeficiente de correlación.*

CODIGO	REGRESION POLINOMICA SEGUNDO GRADO	COEFICIENTE DE CORRELACION (R)
Tiempo de fragua inicial	$TFI = 44.905 + 57.429D - 6.3279D^2$	0.85650452

En la Figura 50 se observa que el tiempo de fragua final del concreto están relacionada linealmente con las dosis de sacarosa. La regresión lineal del tiempo de fragua final (TFF) sobre la dosis de sacarosa (D), se aprecia en la Tabla 46.

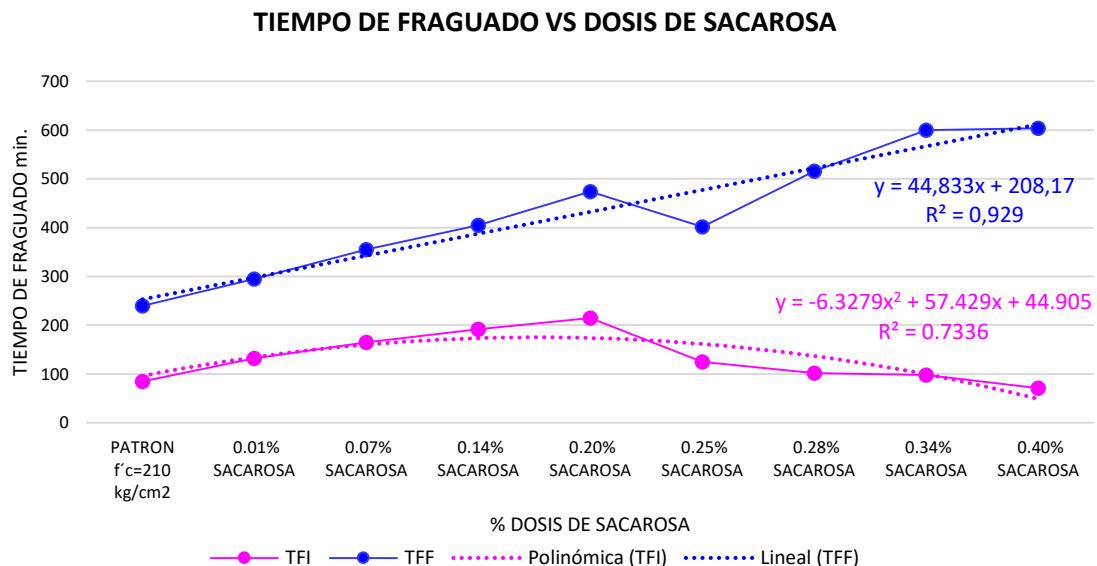
**Tabla 46**

*Regresión lineal y coeficiente de correlación.*

CODIGO	REGRESION LINEAL	COEFICIENTE DE CORRELACION (R)
Tiempo de fragua final	$TFF = 208.17 + 44.833D$	0.96384646

**Figura 50**

*Tiempo de fraguado del concreto para diferentes dosis de sacarosa-correlación*



### 4.3. Ensayo al concreto endurecido

#### 4.3.1. Resistencia a la compresión

A continuación, mostraremos los resultados del ensayo de resistencia a la compresión y su análisis respectivo en dos grupos:

Resistencia a la compresión del concreto patrón

Resistencia a la compresión del concreto con sacarosa

**4.3.1.1. Resistencia a la compresión del concreto patrón.** Los resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión, para la mezcla  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , a edades de 1,3, 7, 28 y 60 días pueden apreciarse en la Tabla 47 y Figura 51.

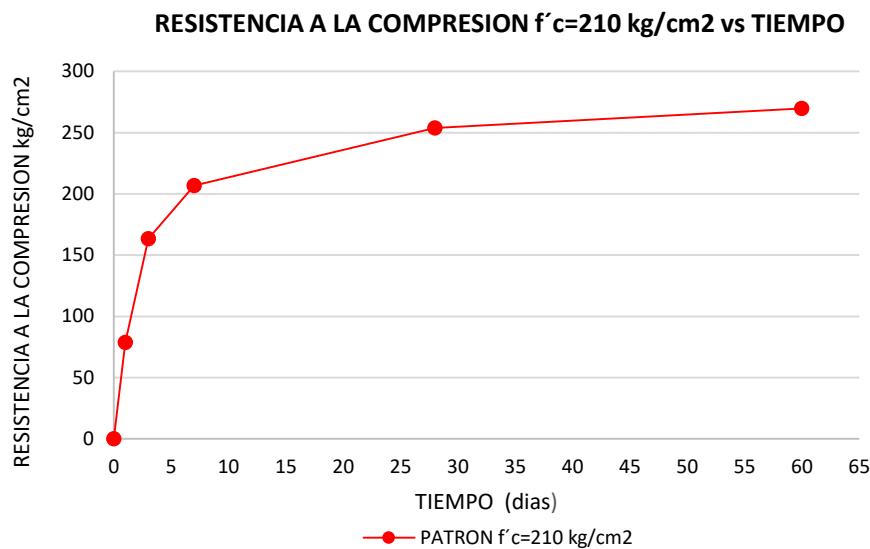
**Tabla 47**

*Resumen del ensayo de resistencia a la compresión del concreto para diferentes edades del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$*

CÓDIGO	DOSIS SACAROSA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $\text{kg/cm}^2$				
		1 día	3 días	7 días	28 días	60 días
P	PATRON $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	78.84	163.34	206.79	253.91	269.71

**Figura 51**

*Resumen del ensayo de resistencia a la compresión del concreto para diferentes edades del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$*



Del análisis de la Figura 51 se comprueba que la resistencia a la compresión se incrementa con el aumento de la edad.

**4.3.1.2. Resistencia a la compresión del concreto con sacarosa.** Los resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión para diferentes dosis de sacarosa (0.01%, 0.07%, 0.14%, 0.20%, 0.25%, 0.28%, 0.34%, 0.40% con respecto al peso del cemento referido al concreto patrón  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , a edades de 1, 3, 7, 28 y 60 días pueden apreciarse en la Tabla 48, Figura 52 y Figura 53.

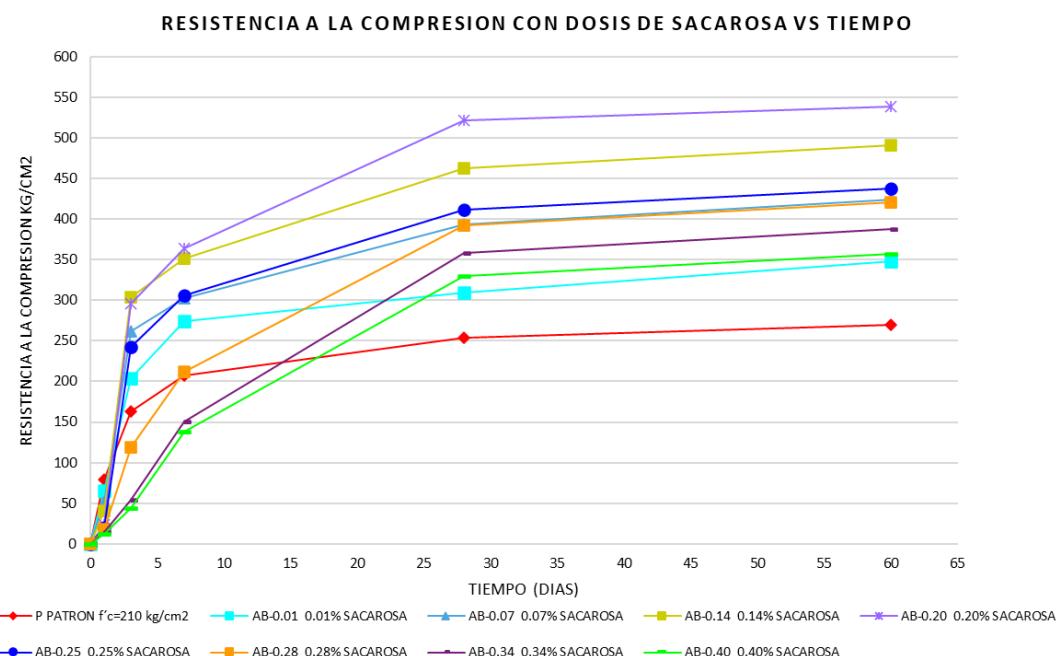
**Tabla 48**

*Resumen del ensayo de resistencia a la compresión del concreto con dosis de sacarosa para diferentes edades del concreto*

CODIGO	DOSIS SACAROSA	RESISTENCIA A LA COMPRESION kg/cm <sup>2</sup>				
		1día	3 días	7 días	28días	60días
P	PATRON $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	78.84	163.34	206.79	253.91	269.71
AB-0.01	0.01% SACAROSA	65.33	203.67	274.33	309.67	348.00
AB-0.07	0.07% SACAROSA	52.33	261.67	302.67	393.33	423.33
AB-0.14	0.14% SACAROSA	40.33	303.33	351.33	462.33	490.33
AB-0.20	0.20% SACAROSA	23.33	295.83	363.56	520.84	538.07
AB-0.25	0.25% SACAROSA	20.33	242.67	306.00	411.33	437.51
AB-0.28	0.28% SACAROSA	18.00	119.00	212.33	392.67	420.90
AB-0.34	0.34% SACAROSA	15.00	53.68	150.21	358.21	387.26
AB-0.40	0.40% SACAROSA	12.00	44.00	137.67	329.33	357.41

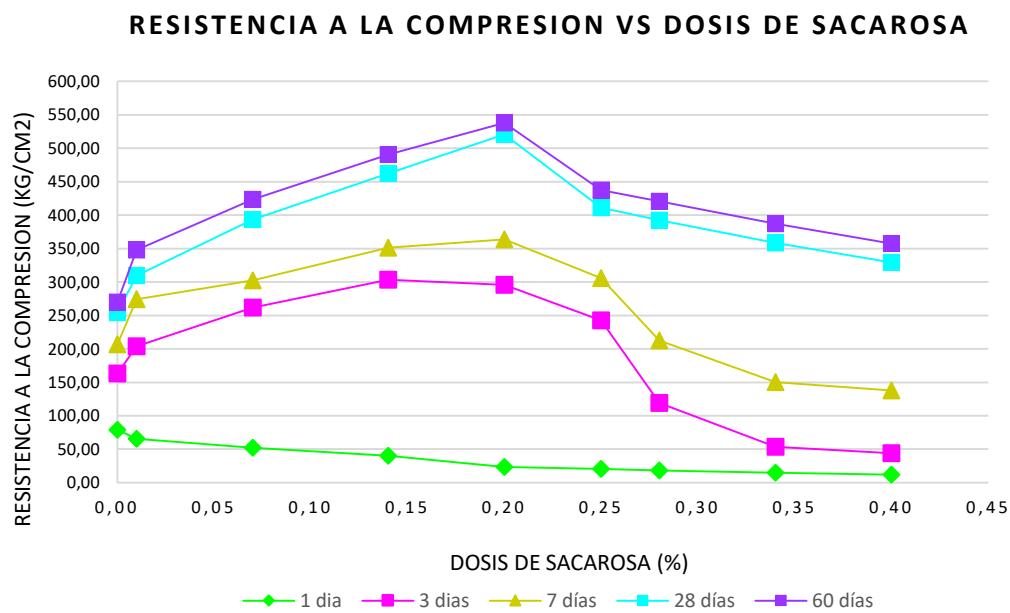
**Figura 52**

*Resumen del ensayo de resistencia a la compresión del concreto con dosis de sacarosa para diferentes edades del concreto*



**Figura 53**

*Resumen del ensayo de resistencia a la compresión del concreto con dosis de sacarosa para diferentes edades del concreto*



En la Figura 54 se observa que la resistencia a compresión del concreto está relacionada linealmente a 1 día y polinómicamente a 3,7,28 y 60 días con las dosis de sacarosa. La regresión lineal y polinómica de la resistencia a la compresión (R) sobre la dosis de sacarosa (D), se aprecia en la Tabla 49.

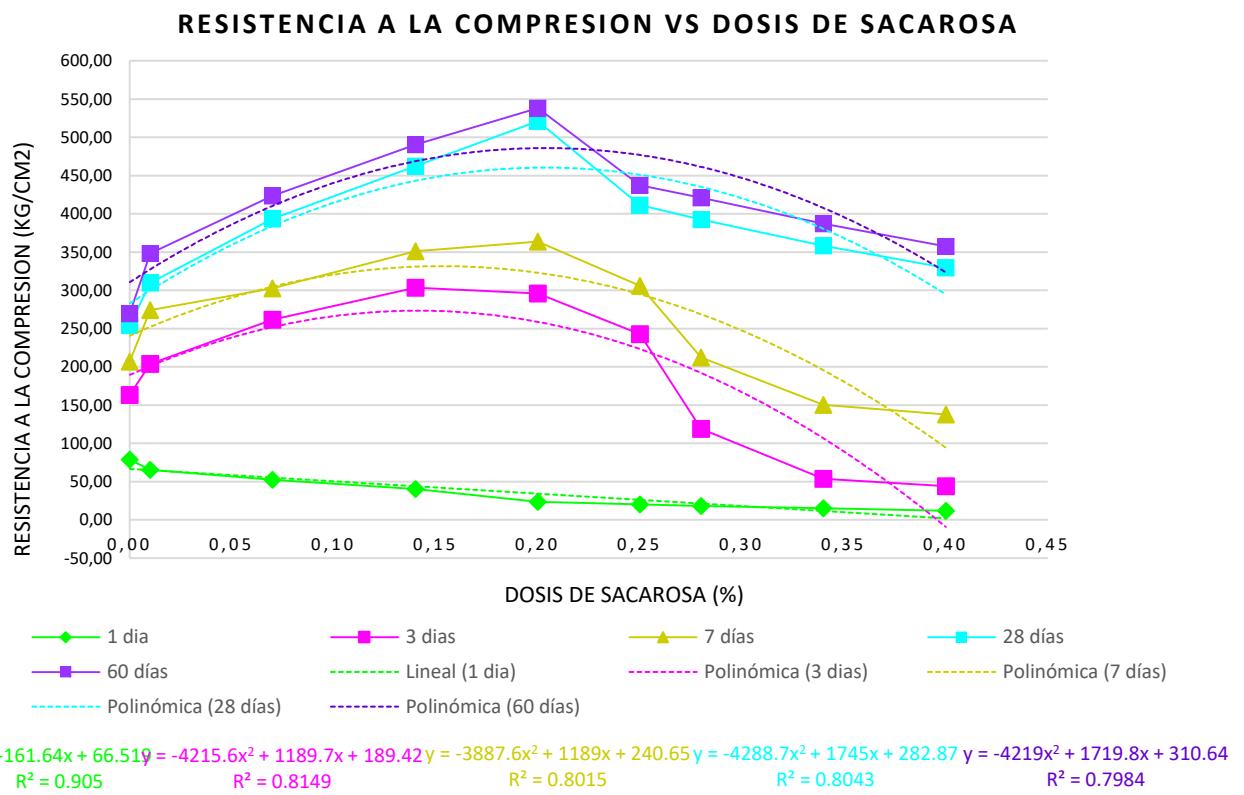
**Tabla 49**

*Regresión lineal y coeficiente de correlación.*

EDAD	ECUACION	REGRESION	COEFICIENTE DE CORRELACION (R)
1 día	$R = 66.519 - 161.64D$	Polinómica lineal	0.95131488
3 días	$R = 189.42 + 1189.7D - 4215.6D^2$	Polinómica 2 grado	0.902718118
7 días	$R = 240.65 + 1189D - 3887.6D^2$	Polinómica 2 grado	0.895265324
28 días	$R = 282.87 + 1745D - 4288.7D^2$	Polinómica 2 grado	0.896827743
60 días	$R = 310.64 + 1719.8D - 4219D^2$	Polinómica 2 grado	0.893532316

**Figura 54**

*Resumen del ensayo de resistencia a la compresión del concreto con dosis de sacarosa para diferentes edades del concreto-correlación*



Los valores de la resistencia a la compresión presentados en la Tabla 50 y Tabla 51 son expresados como:

Porcentaje de la resistencia a compresión de mezclas con sacarosa con respecto a el concreto patrón se aprecia en la Tabla 50

Porcentaje de la resistencia a compresión de mezclas con sacarosa con respecto a los 28 días del concreto patrón se aprecia en la Tabla 51

**Tabla 50**

*Resistencia a la compresión del concreto para diferentes dosis de sacarosa expresadas en porcentajes de la resistencia a la compresión  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$*

CODIGO	DOSIS SACAROSA	RESISTENCIA A LA COMPRESION %				
		1día	3días	7días	28días	60días
P	PATRON $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	100%	100%	100%	100%	100%
AB-0.01	0.01% SACAROSA	83%	125%	133%	122%	129%
AB-0.07	0.07% SACAROSA	66%	160%	146%	155%	157%
AB-0.14	0.14% SACAROSA	51%	186%	170%	182%	182%
AB-0.20	0.20% SACAROSA	30%	181%	176%	205%	199%
AB-0.25	0.25% SACAROSA	26%	149%	148%	162%	162%
AB-0.28	0.28% SACAROSA	23%	73%	103%	155%	156%
AB-0.34	0.34% SACAROSA	19%	33%	73%	141%	144%
AB-0.40	0.40% SACAROSA	15%	27%	67%	130%	133%

**Tabla 51**

*Resistencia a la compresión del concreto para diferentes dosis de sacarosa expresadas como porcentajes de la resistencia a compresión de los 28 días  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .*

CODIGO	DOSIS SACAROSA	RESISTENCIA A LA COMPRESION %				
		1d	3d	7d	28d	60d
P	PATRON $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	31%	64%	81%	100%	106%
AB-0.01	0.01% SACAROSA	26%	80%	108%	122%	137%
AB-0.07	0.07% SACAROSA	21%	103%	119%	155%	167%
AB-0.14	0.14% SACAROSA	16%	119%	138%	182%	193%
AB-0.20	0.20% SACAROSA	9%	117%	143%	205%	212%
AB-0.25	0.25% SACAROSA	8%	96%	121%	162%	172%
AB-0.28	0.28% SACAROSA	7%	44%	84%	155%	166%
AB-0.34	0.34% SACAROSA	6%	21%	59%	141%	153%
AB-0.40	0.40% SACAROSA	5%	17%	54%	130%	141%

Del análisis de las Figuras 59 y 60, así como la Tabla 37, se encontró que las mezcla diseñada para  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  para dosis de sacarosa por debajo e igual a 0.20%, la resistencia a la compresión del concreto crece en forma se incrementa con la dosis suministrada; sin embargo, para dosis superiores a 0.20%, la resistencia al compresión del concreto experimenta un decrecimiento, no obstante éste valor se encuentra mayormente

por encima de la resistencia a la compresión de la mezcla patrón, salvo para el diseño AB-0.28 está por debajo hasta los 7 días, en cambio para el diseño AB-0.34 y AB-0.40 que están por debajo hasta los 14 días.

El ligero incremento de la resistencia a la compresión del concreto en un primer momento, se debe a que el efecto dispersante y fluidificante de la sacarosa produce una hidratación más eficaz y por lo tanto se genera una microestructura algo más homogénea que produce una cierta mejoría de las resistencia mecánica a compresión; sin embargo, a partir de ciertas dosis de sacarosa, el valor de la resistencia disminuye debido a la inclusión de aire en la mezcla de concreto (efecto secundario de la sacarosa).

En la Tabla 38 se observa que las probetas logran alcanzar valores de resistencia mayores al 70% respecto al concreto patrón (referente a 28 días) en 3 días, para dosis de 0.01%, 0.07%, 0.14%, 0.20% y 0.25% de. Esto hace prever que la sacarosa se comporta ligeramente como un acelerador de resistencia temprano.

#### **4.4. Contrastación de hipótesis**

##### ***4.4.1. Hipótesis específica 1***

La utilización de porcentaje de sacarosa blanca en el concreto, determina la variación de consistencia en un rango de tiempo en la trabajabilidad del concreto bombeado.

H<sub>0</sub>: La utilización de porcentaje de sacarosa blanca en el concreto no determina la variación de consistencia en un rango de tiempo en la trabajabilidad del concreto bombeado.

H<sub>1</sub>: La utilización de porcentaje de sacarosa blanca en el concreto determina la variación de consistencia en un rango de tiempo en la trabajabilidad del concreto bombeado.

Prueba de Normalidad-Shapiro Wilk

Criterios para determinar Normalidad:

P-value  $\geq \alpha$  Aceptar H<sub>0</sub>  $\rightarrow$  La distribución de las mediciones de consistencia provienen de una distribución normal.

P-value <  $\alpha$  Aceptar  $H_0 \rightarrow$  La distribución de las mediciones de consistencia NO provienen de una distribución normal

n=8

nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

Ver Tabla 52.

### Tabla 52

#### Prueba de Normalidad Shapiro Wilk

n°	% de sacarosa	asentamiento pulg.	$\bar{x}$	$(\bar{x}-MED)^2$	a <sub>i</sub>	X <sub>i</sub> inversa	dif (X <sub>i</sub> -X <sub>i</sub> inversa)
1	0.01%	7.25	7.25	0.765625	0.6052	9.75	-2.50
2	0.07%	6.75	6.75	1.890625	0.3164	9.00	-2.25
3	0.14%	7.50	7.50	0.390625	0.1743	8.75	-1.25
4	0.20%	9.00	8.00	0.015625	0.0561	8.00	0.00
5	0.25%	8.75	8.00	0.015625		8.00	
6	0.28%	8.00	8.75	0.390625		7.50	
7	0.34%	9.75	9.00	0.765625		7.25	
8	0.40%	8.00	9.75	2.640625		6.75	

#### Resultados de la prueba de normalidad

x =	8.13
S(Xi-MED)2 =	6.88
a <sub>i</sub> *dif	-2.442775
SWc	0.867949047
SWt	0.818
SWc > SWt	
p-value =	0.2
p-value >	$\alpha = 0.05$

#### Conclusión

Los valores de consistencia muestran que provienen de una distribución normal (p-value > 0.05).

Prueba T de Student – Consistencia para concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> con sacarosa-Dosificaciones 0.01%,0.07%,0.14%,0.20%,0.25%,0.28%,0.34%,0.40%.

$H_0: \mu = 4$  pulgadas

$H_1: \mu > 4$  pulgadas

*Primer paso.* - Elegimos el nivel de significancia  $\alpha=0.05$

*Segundo paso.* - Elegimos los grados de libertad  $n-8$ ;  $gl= 7$

*Tercer paso.* - Ubicamos  $t_c$  (t critico) en la tabla;  $t_c= 1.94579 = 1.89$

*Cuarto paso.* - Calculo del t estadístico aplicando la fórmula:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

Ver Anexo 12

Reemplazamos los valores en la Figura 55:

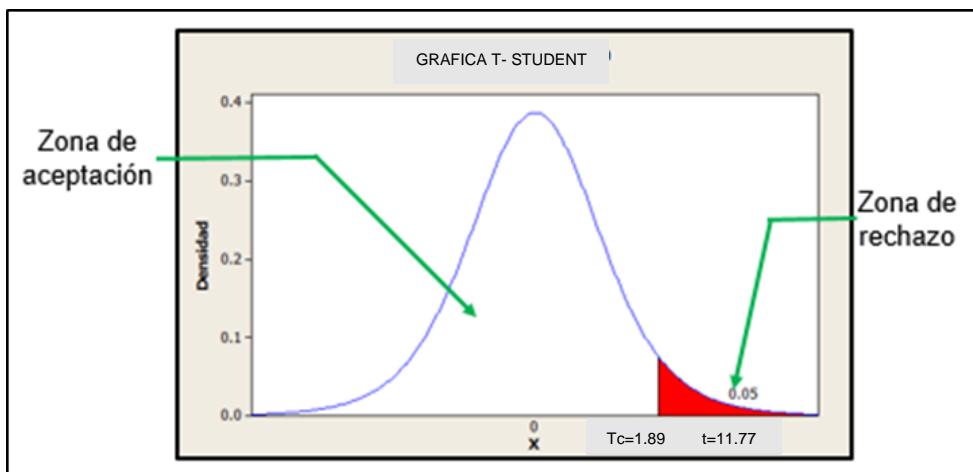
$$n=8, \bar{x}=8.125", s= 0.991$$

$$t=(8.125-4)/(0.991/\sqrt{8})$$

$$t=11.7728$$

### Figura 55

*Consistencia del concreto  $fc=210 \text{ kg/cm}^2$  con dosis de porcentaje de sacarosa*



Decisión y Conclusión

De acuerdo al estadístico calculado  $t=11.7728$  se encuentra en la región de rechazo por lo tanto se rechaza la hipótesis nula; se acepta la hipótesis alterna la cual es: "La utilización

de porcentaje de sacarosa blanca en el concreto bombeable determinaría la variación de consistencia en un rango de tiempo ”

Criterios para determinar Normalidad:

$P\text{-value} \geq \alpha$  Aceptar  $H_0 \rightarrow$  La distribución de las mediciones de consistencia provienen de una distribución normal.

$P\text{-value} < \alpha$  Aceptar  $H_0 \rightarrow$  La distribución de las mediciones de consistencia NO provienen de una distribución normal

$n=8$

nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

Ver Tabla 53.

### Tabla 53

#### Prueba de Normalidad Shapiro Wilk

nº	Tiempo (0.20%)	asentamiento pulg.	$\bar{X}_i$	$(\bar{X}_i - \text{MED})^2$	$a_i$	$X_i$ inversa	$dif (\bar{X}_i - X_i \text{ inversa})$
1	10.00	9.00	2.75	13.3681641	0.6052	9.00	-6.25
2	20.00	8.75	4.00	5.79003906	0.3164	8.75	-4.75
3	30.00	8.50	5.25	1.33691406	0.1743	8.50	-3.25
4	40.00	7.00	6.00	0.16503906	0.0561	7.00	-1.00
5	50.00	6.00	7.00	0.35253906		6.00	
6	60.00	5.25	8.50	4.38378906		5.25	
7	70.00	4.00	8.75	5.49316406		4.00	
8	80.00	2.75	9.00	6.72753906		2.75	

Resultados de la prueba de normalidad

---

$\bar{X} =$	6.41
$S(\bar{X}_i - \text{MED})^2 =$	37.62
$a_i * dif$	-5.907975

$S_{Wc}$	0.92787821
$S_{Wt}$	0.818
$S_{Wc} > S_{Wt}$	
<u>p-value</u>	= 0.41

---

<u>p-value</u>	>	$\alpha = 0.05$
----------------	---	-----------------

## Conclusión

Los valores de consistencia con dosis 0.20 % muestran que provienen de una distribución normal (p-value > 0.05).

Prueba T de Student – Consistencia para concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> con sacarosa-

Dosificación 0.20%

$H_0: \mu = 4$  pulgadas

$H_1: \mu > 4$  pulgadas

*Primer paso.* - Elegimos el nivel de significancia  $\alpha=0.05$

*Segundo paso.* - Elegimos los grados de libertad  $n-8$ ;  $gl= 7$

*Tercer paso.* - Ubicamos  $t_c$  (t crítico) en la tabla;  $t_c= 1.894579 = 1.89$

*Cuarto paso.* - Calculo del t estadístico aplicando la fórmula:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

Ver Anexo 12

Reemplazamos los valores en la Figura 56:

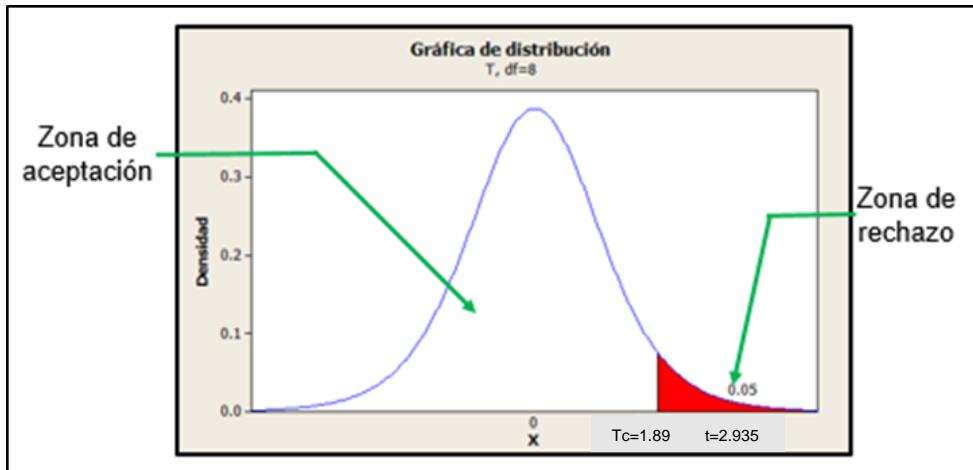
$n=8$ ,  $\bar{x}=6.406"$ ,  $s= 2.318$

$$t=(6.406-4)/(2.318/\sqrt{8})$$

$$t=2.935902$$

**Figura 56**

Consistencia del concreto  $fc=210 \text{ kg/cm}^2$  con dosis de 0.20% de sacarosa



#### Decisión y Conclusión

De acuerdo al estadístico calculado  $t=2.935902$  se encuentra en la región de rechazo por lo tanto se rechaza la hipótesis nula; se acepta la hipótesis alterna la cual es: "La utilización de porcentaje de sacarosa blanca en el concreto determina la variación de consistencia en un rango de tiempo en la trabajabilidad del concreto bombeado"

Criterios para determinar Normalidad:

$P\text{-value} \geq \alpha$  Aceptar  $H_0 \rightarrow$  La distribución de las mediciones de consistencia provienen de una distribución normal.

$P\text{-value} < \alpha$  Aceptar  $H_0 \rightarrow$  La distribución de las mediciones de consistencia NO provienen de una distribución normal.

$n=8$

nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

Ver Tabla 54.

**Tabla 54**

Prueba de Normalidad Shapiro Wilk

n°	Tiempo (0.25%)	asentamiento pulg.	$X_i$	$(X_i - MED)^2$	$a_i$	$X_i$ inversa	$dif (X_i - X_i \text{ inversa})$
1	10.00	8.75	3.25	7.39160156	0.6052	8.75	-5.50

2	20.00	8.50	4.00	3.87597656	0.3164	8.50	-4.50
3	30.00	7.50	4.25	2.95410156	0.1743	7.50	-3.25
4	40.00	6.50	5.00	0.93847656	0.0561	6.50	-1.50
5	50.00	5.00	6.50	0.28222656			
6	60.00	4.25	7.50	2.34472656			
7	70.00	4.00	8.50	6.40722656			
8	80.00	3.25	8.75	7.73535156			

### Resultados de la prueba de normalidad

x =	5.97
S(Xi-MED)2 =	31.93
ai *dif	-5.403025
SWc	0.91428014
SWt	0.818
SWc > SWt	
p-value =	0.39
p-value > α =	0.05

Los valores de consistencia con dosis 0.25 % muestran que provienen de una distribución normal (p-value > 0.05).

Prueba T de Student – Consistencia para concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> con sacarosa-Dosificación 0.25%

H<sub>0</sub>:  $\mu = 4$  pulgadas

H<sub>1</sub>:  $\mu > 4$  pulgadas

*Primer paso.* - Elegimos el nivel de significancia  $\alpha=0.05$

*Segundo paso.* - Elegimos los grados de libertad n-8; gl= 7

*Tercer paso.* - Ubicamos tc (t critico) en la tabla; tc= 1.894579 =1.89

*Cuarto paso.* - Calculo del t estadístico aplicando la fórmula:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

Ver Anexo 12

Reemplazamos los valores en la Figura 57:

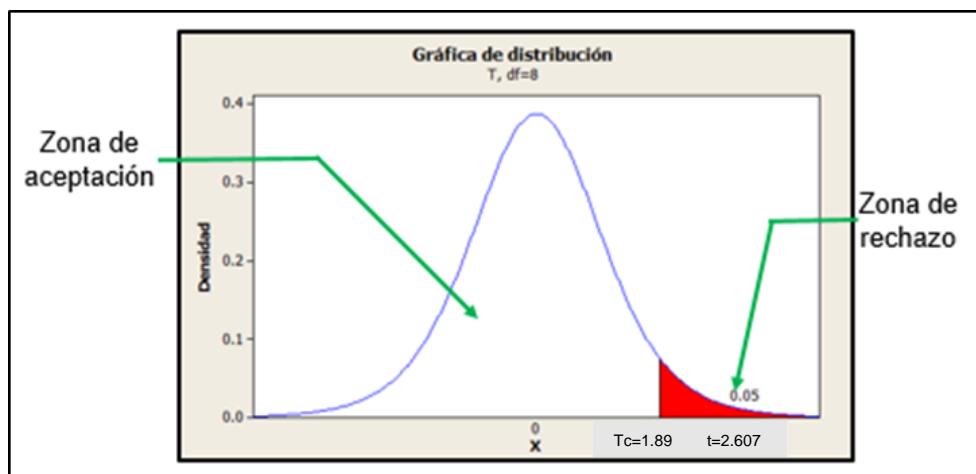
$$n=8, \bar{x}=5.969", s= 2.136$$

$$t=(5.969-4)/(2.136/\sqrt{8})$$

$$t=2.607277$$

**Figura 57**

Consistencia del concreto  $fc=210 \text{ kg/cm}^2$  con dosis de 0.25% de sacarosa



#### Decisión y Conclusión

De acuerdo al estadístico calculado  $t=2.607277$  se encuentra en la región de rechazo por lo tanto se rechaza la hipótesis nula; se acepta la hipótesis alterna la cual es: “La utilización de porcentaje de sacarosa blanca en el concreto determina la variación de consistencia en un rango de tiempo en la trabajabilidad del concreto bombeado”

#### 4.4.2. Hipótesis específica 2

La utilización de porcentaje de sacarosa blanca en el concreto, determina la variación en el tiempo de fraguado inicial y final en la trabajabilidad del concreto bombeado.

H0: La utilización de porcentaje de sacarosa blanca en el concreto, no determina la variación en el tiempo de fraguado inicial y final en la trabajabilidad del concreto bombeado.

H1: La utilización de porcentaje de sacarosa blanca en el concreto, determina la variación en el tiempo de fraguado inicial y final en la trabajabilidad del concreto bombeado.

### Prueba de Normalidad-Shapiro Wilk

Criterios para determinar Normalidad:

P-value  $\geq \alpha$  Aceptar  $H_0 \rightarrow$  La distribución de las mediciones de tiempo de fraguado inicial y final provienen de una distribución normal.

P-value  $< \alpha$  Aceptar  $H_0 \rightarrow$  La distribución de las mediciones de tiempo de fraguado inicial y final NO provienen de una distribución normal

$n=8$ ,

nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

Para el tiempo de fraguado inicial ver Tabla 55.

**Tabla 55**

#### *Prueba de Normalidad Shapiro Wilk*

nº	% de sacarosa	Tiempo de fraguado inicial min.	$X_i$	$(X_i - MED)^2$	$a_i$	$X_i$ inversa	dif ( $X_i - X_i$ inversa)
1	0.01%	132.00	71.00	4422.25	0.6052	215.00	-144.00
2	0.07%	165.00	98.00	1560.25	0.3164	192.00	-94.00
3	0.14%	192.00	102.00	1260.25	0.1743	165.00	-63.00
4	0.20%	215.00	125.00	156.25	0.0561	132.00	-7.00
5	0.25%	125.00	132.00	30.25		125.00	7.00
6	0.28%	102.00	165.00	756.25		102.00	63.00
7	0.34%	98.00	192.00	2970.25		98.00	94.00
8	0.40%	71.00	215.00	6006.25		71.00	144.00

Resultados de la prueba de normalidad

$$x = 137.50$$

$$S(X_i - MED)^2 = 17162.00$$

$$a_i * dif = -128.264$$

$$SW_c = 0.958609352$$

$$SW_t = 0.818$$

$$SW_c > SW_t$$

$$p\text{-value} = 0.6$$

$$p\text{-value} > \alpha = 0.05$$

Conclusión

Los valores de tiempo de fraguado inicial muestran que provienen de una distribución normal (p-value > 0.05).

Para el fraguado final ver Tabla 56.

**Tabla 56**

*Prueba de Normalidad Shapiro Wilk*

nº	% de sacarosa	Tiempo de fraguado final min.	Xi	(Xi-MED)2	ai	Xi inversa	dif (Xi-Xi inversa)
1	0.01%	295.00	295.00	26041.8906	0.6052	604.00	-309.00
2	0.07%	355.00	355.00	10276.8906	0.3164	600.00	-245.00
3	0.14%	405.00	402.00	2956.64063	0.1743	516.00	-114.00
4	0.20%	474.00	405.00	2639.39063	0.0561	474.00	-69.00
5	0.25%	402.00	474.00	310.640625		405.00	69.00
6	0.28%	516.00	516.00	3555.14063		402.00	114.00
7	0.34%	600.00	600.00	20628.1406		355.00	245.00
8	0.40%	604.00	604.00	21793.1406		295.00	309.00

Resultados de la prueba de normalidad

x =	456.38
S(Xi-MED)2 =	88201.88
ai *dif	-288.2659
SWc	0.942125427
SWt	0.818
SWc > SWt	
p-value =	0.7
<hr/>	
p-value >	$\alpha = 0.05$

### Conclusión

Los valores de tiempo de fragua final muestran que provienen de una distribución normal (p-value > 0.05).

Prueba T de Student – tiempo de fraguado inicial para concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> con sacarosa- Dosificaciones 0.01%,0.07%,0.14%,0.20%,0.25%,0.28%,0.34%,0.40%.

Ho:  $\mu = 85$  minutos

H1:  $\mu > 85$  minutos

*Primer paso.* - Elegimos el nivel de significancia  $\alpha=0.05$

*Segundo paso.* - Elegimos los grados de libertad  $n-8; gl= 7$

*Tercer paso.* - Ubicamos  $t_c$  (t critico) en la tabla;  $t_c= 1.894579 =1.89$

*Cuarto paso.* - Calculo del t estadístico aplicando la fórmula:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

Ver Anexo 13

Reemplazamos los valores en la Figura 58:

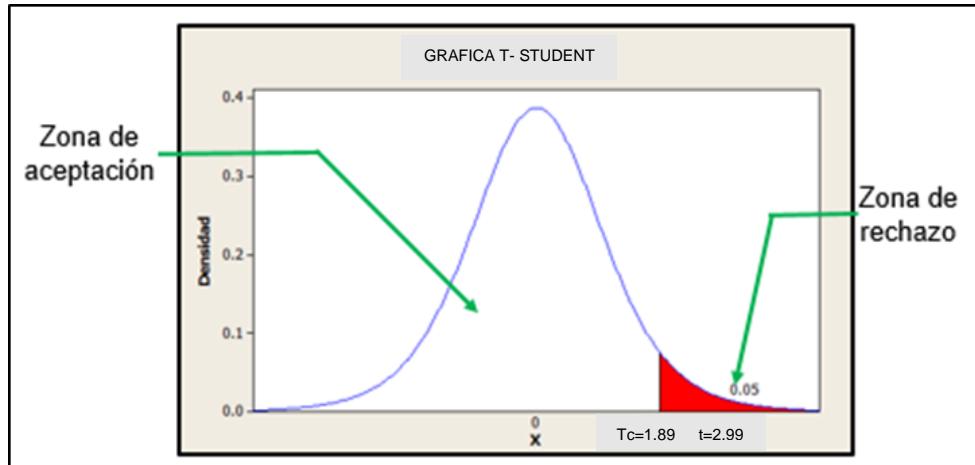
$$n=8, \bar{x}=137.5 \text{ min}, s= 49.515$$

$$t=(137.5-85)/(49.51/\sqrt{8})$$

$$t=2.9989$$

### Figura 58

*Tiempo de fraguado inicial  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$  con dosis de porcentaje de sacarosa*



Prueba T de Student – tiempo de fraguado final para concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> con sacarosa- Dosificaciones 0.01%,0.07%,0.14%,0.20%,0.25%,0.28%,0.34%,0.40%.

$H_0: \mu = 240$  minutos

$H_1: \mu > 240$  minutos

*Primer paso.* - Elegimos el nivel de significancia  $\alpha=0.05$

*Segundo paso.-* Elegimos los grados de libertad  $n-8$ ;  $gl=7$

*Tercer paso.-* Ubicamos  $t_c$  ( $t$  critico) en la tabla;  $t_c = 1.894 = 1.89$

*Cuarto paso.-* Calculo del  $t$  estadístico aplicando la fórmula:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

Ver Anexo 13

Reemplazamos los valores en la Figura 59:

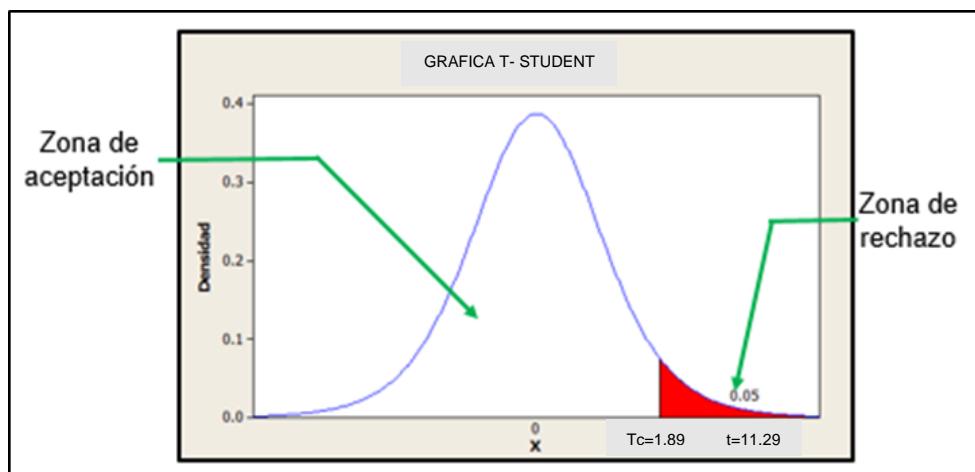
$$n=8, \bar{x}=456.375 \text{ min}, s= 112.251$$

$$t=(456.375-240)/(112.251/\sqrt{8})$$

$$t=11.29031$$

**Figura 59**

*Tiempo de fraguado final  $fc=210 \text{ kg/cm}^2$  con dosis de porcentaje de sacarosa*



Decisión y Conclusión

De acuerdo al estadístico calculado  $t=2.9989$  (tiempo de fraguado inicial) y  $t=11.29031$  (tiempo de fraguado final) se encuentra en la región de rechazo por lo tanto se rechaza la hipótesis nula; se acepta la hipótesis alterna la cual es: "La utilización de porcentaje de sacarosa blanca en el concreto, determina la variación en el tiempo de fraguado inicial y final en la trabajabilidad del concreto bombeado"

#### 4.4.3. Hipótesis específica 3

La utilización de porcentaje de sacarosa blanca en el concreto, determina la variación de resistencia a la compresión en la trabajabilidad del concreto bombeado.

$H_0$ : La utilización de porcentaje de sacarosa blanca en el concreto, no determina la variación de resistencia a la compresión en la trabajabilidad del concreto bombeado.

$H_1$ : La utilización de porcentaje de sacarosa blanca en el concreto, determina la variación de resistencia a la compresión en la trabajabilidad del concreto bombeado.

Prueba de Normalidad-Shapiro Wilk

Criterios para determinar Normalidad:

$P\text{-value} \geq \alpha$  Aceptar  $H_0 \rightarrow$  La distribución de las mediciones de resistencia a compresión provienen de una distribución normal.

$P\text{-value} < \alpha$  Aceptar  $H_0 \rightarrow$  La distribución de las mediciones de resistencia a compresión NO provienen de una distribución normal

$n=8$ ,

nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

Ver Tabla 57

**Tabla 57**

*Prueba de Normalidad Shapiro Wilk*

nº	% de sacarosa	resistencia a compresión kg/cm <sup>2</sup> .	Xi	(Xi-MED) <sup>2</sup>	ai	Xi inversa	dif (Xi-Xi inversa)
1	0.01%	309.67	309.67	7663.90816	0.6052	520.84	-211.17
2	0.07%	393.33	329.33	4608.20351	0.3164	462.33	-133.00
3	0.14%	462.33	358.21	1521.29251	0.1743	411.33	-53.12
4	0.20%	520.84	392.67	20.6456641	0.0561	393.33	-0.66
5	0.25%	411.33	393.33	15.0835141		392.67	
6	0.28%	392.67	411.33	199.268514		358.21	
7	0.34%	358.21	462.33	4240.12601		329.33	
8	0.40%	329.33	520.84	15283.4497		309.67	

Resultados de la prueba de normalidad

x =	397.21
S(Xi-MED)2 =	33551.98
ai *dif	-179.177126
SWc	0.956856936
SWt	0.818
SWc > SWt	
<u>p-value = 0.7</u>	
<u>p-value &gt; <math>\alpha = 0.05</math></u>	

## Conclusión

Los valores de resistencia a compresión muestran que provienen de una distribución normal ( $p\text{-value} > 0.05$ ).

Prueba T de Student – Resistencia a la compresión para concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> con sacarosa- Dosificaciones 0.01%,0.07%,0.14%,0.20%,0.25%,0.28%,0.34%,0.40%.

Para realizar esta prueba utilizamos las resistencias de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días con dosificaciones en % de sacarosa.

$$H_0: \mu = 253.91 \text{ kg/cm}^2$$

$$H_1: \mu > 253.91 \text{ kg/cm}^2$$

*Primer paso.*- Elegimos el nivel de significancia  $\alpha=0.05$

*Segundo paso.*- Elegimos los grados de libertad = n-8; gl= 7

*Tercer paso.*- Ubicamos tc (t critico) en la tabla; tc= 1.894579 =1.89

*Cuarto paso.*- Calculo del t estadístico aplicando la fórmula:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

Reemplazamos los valores en la Figura 60:

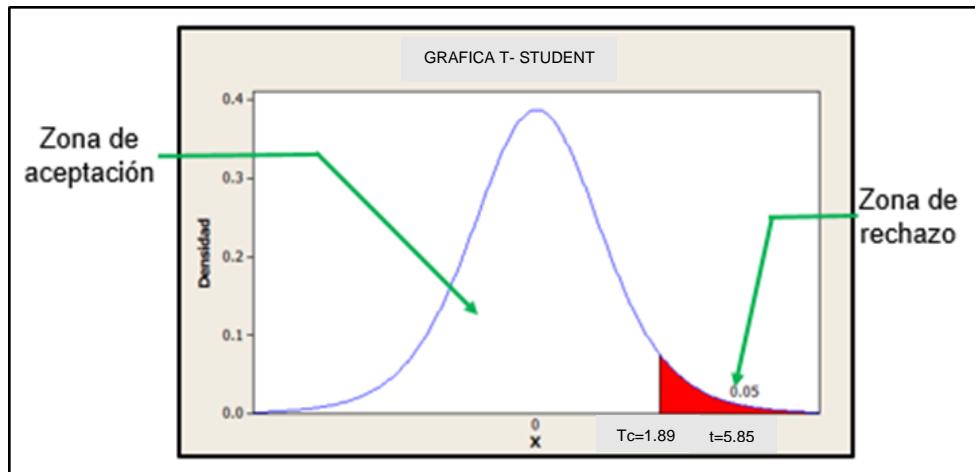
$$n=8, \bar{x}=397.2 \text{ min}, s= 69.23$$

$$t=(397.2-253.91)/(69.23/\sqrt{8})$$

$t=5.85$

**Figura 60**

Resistencia a compresión  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  con dosis de porcentaje de sacarosa



#### Decisión y Conclusión

De acuerdo al estadístico calculado  $t=5.8545$  se encuentra en la región de rechazo por lo tanto se rechaza la hipótesis nula; se acepta la hipótesis alterna la cual es: “La utilización de porcentaje de sacarosa blanca en el concreto, determina la variación de resistencia a la compresión en la trabajabilidad del concreto bombeado”.

## V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 5.1. Discusión

#### 5.1.1. *Consistencia del concreto*

Respecto al objetivo N°01, después de haber realizado el trabajo de investigación se puede apreciar que el uso de la sacarosa mejora la consistencia en el tiempo y su trabajabilidad del concreto para ser bombeable.

En el caso de la consistencia se ha incrementado con el uso de la sacarosa como aditivo, se ha obtenido mayores asentamientos iniciales de  $6 \frac{3}{4}''$  hasta  $9 \frac{3}{4}''$  y mayores tiempos de retención del asentamiento de 28 minutos hasta 70 minutos en función a las dosis de sacarosa con respecto al concreto patrón  $fc=210 \text{ kg/cm}^2$  de 4''. Estos resultados han sido comparados con los otros resultados de autores como Álvarez (2019), Panwar (2016), Mego (2019), Alcalde y Alcalde (2019), la consistencia a lo largo del tiempo de Rodríguez (2011), expresaron el incremento del asentamiento.

Según Rodríguez (2011) manifiesta que: “Debe tener una trabajabilidad mínima, al finalizar el bombeo, ya que muchos hormigones pueden ser transportados mediante bombeo pero al llegar al punto de colocación no tienen las propiedades adecuadas como para poder ser utilizados para su función” (p.14).

Además, Rodríguez (2011) expresa que:

Las mezclas con mayor cono necesitan, generalmente, menor presión para obtener un mismo caudal, hecho totalmente esperado.

La mezcla con mayor proporción de arena requiere una menor presión que las demás para obtener un mismo caudal, debido a la mayor facilidad para crear la capa de lubricación (hecho no diferenciable en otros ensayos, como por ejemplo el asiento del cono). (p.82)

Finalmente, Rodríguez (2011) manifiesta que:

Los parámetros calculados a partir de los resultados obtenidos son totalmente coherentes con los ensayos en estado fresco y con el comportamiento esperado en un ensayo de bombeo, lo que ofrece una buena perspectiva de futuro, teniendo en cuenta además que estamos ante los primeros ensayos realizados. (p.14)

Según Draijer (2011) manifiesta que:

para evaluar la capacidad de bombeo, los métodos de prueba necesitan medir la consistencia o la cohesión. Estos métodos de prueba deben cumplir con los requisitos para las pruebas en el campo. Esto es importante porque hay varios métodos de prueba disponibles, pero no se pueden usar en el sitio de construcción. (p.23)

Además, Draijer (2011) manifiesta que: “Un aumento de la cantidad de superplastificante aumentará la consistencia y cohesión” (p.41).

Según Rodríguez (2015) expresa que:

Los resultados indican que todas las mezclas cumplen los criterios de bombeabilidad establecidos en las normativas, ya que en todos los casos los valores obtenidos por el ensayo de consistencia estaban dentro del rango especificado (7.5 -15 cm), o ligeramente por encima en el caso de las mezclas con mayor contenido en finos o aditivos (que mejoran su bombeabilidad). (p.79)

Además, Rodríguez (2015) manifiesta que:

Además de proceder a la caracterización de las mezclas a la recepción del camión, previa a su vertido en la tolva de la bomba, se procedió a la medida del IC a distintos intervalos, siempre sobre muestras procedentes de la manguera de descarga que conectaba el circuito con la tolva de la bomba. (p.80)

Así mismo Rodríguez (2015) manifiesta que:

La reducción del IC, como se verá en el apartado 4.3.1 se traduce en un requerimiento de presiones de bombeo progresivamente más elevadas, hasta llegar a imposibilitarlo

cuando el valor de IC descendía por debajo de un cierto límite, dependiendo de la composición de la mezcla. (p.80)

Finalmente, Rodríguez (2015) concluye que:

Que la consistencia de la mezcla cambia de forma mucho más rápida cuando hay recirculación durante el bombeo que si la misma se mantiene durante ese tiempo en un camión hormigonera. Este hecho, que ha influido notablemente en el tiempo abierto de bombeo en algunos de los ensayos (por ejemplo, para las mezclas con menor IC) sólo puede deberse a la temperatura que va adquiriendo la mezcla debido a la fricción de la tubería y a los efectos de compresión y descompresión causados por el propio proceso. (p.99)

Según Álvarez (2017) manifiesta que:

El azúcar funciona como un aditivo reductor de agua por ello la cantidad de agua adicionada en la mezcla disminuye para alcanzar el asentamiento deseado. Los componentes del azúcar en su composición molecular constan de ciclos y ramificaciones; los elementos en sus ramificaciones son los compuestos activos que están concentrados en la superficie de contacto entre dos fases inmiscibles y que alteran las fuerzas físicoquímicas de esta interface. Los agentes de superficie activos son absorbidos por las partículas de cemento, dándoles una carga negativa que conduce a la repulsión entre las partículas y da como resultado la estabilización de su dispersión; también, se repelen las burbujas de aire. Además, la carga negativa provoca el desarrollo de cadenas de moléculas de agua orientadas alrededor de la partícula de cemento, y el agua que no quedó adherida a esta partícula de cemento-azúcar queda libre para lubricar la mezcla y aumentar el revenimiento. (p.70)

Según Mego (2019) concluye que:

Concluyó que la azúcar blanca si influye en el asentamiento de concreto adicionando

dosis de 0.075%, 0.15% y 0.25% que estas dosificaciones a la mezcla del concreto lo vuelven fluida con un asentamiento de concreto de 11.30 cm en dosis de 0.075% y 13.80 cm en dosis de 0.15% y 15.80 cm en dosis de 0.25% mientras que el concreto convencional obtuvo un asentamiento de concreto de 7.5 cm. Lo cual que la azúcar adicionando al concreto supera en porcentaje de 50.67 %, en la dosis mínima, 84% en la dosis medias y 110.67 en dosis máximas, con respecto al concreto patrón; se puede decir que si aumentas el porcentaje de aditivo tendrás una mezcla más fluida pero tendrías problema en la hora de poder controlar la mezcla perdería cemento y el agregado fino en obra. (p.92)

Según Alcalde y Alcalde (2019) concluye que

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 Chemoplast, E5, E6 y E7, iniciaron con una consistencia fluida al inicio que luego pasó a una consistencia 111 plástica pasada media hora de su preparación para luego caer en una consistencia seca a la hora de su preparación. (p.110)

### **5.1.2. Tiempo de fraguado del concreto**

Respecto al objetivo N°02, el caso del tiempo de fraguado se ha retardado con el uso de la sacarosa como aditivo, las mezclas diseñadas para un  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  para las diferentes dosis de sacarosa, experimentan en su gran mayoría retraso en el tiempo de fraguado con respecto al concreto patrón, siendo estos volares mayores para la dosis de 0.20% de sacarosa respecto del tiempo de fraguado inicial y dosis de 0.40% de sacarosa respecto del fraguado final. Estos resultados han sido comparados con los otros resultados de autores como Apaza (2019), Álvarez (2019), Panwar (2016), Mego (2019), Alcalde y Alcalde(2019) y Usman, N.

D.; Chom, H. A.; Salisu, C.; Abubakar, H. O. ,Gyang, J. B. (2016) , quienes manifestaron el retaso de fraguado del concreto.

Según Mego (2019) manifiesta que “Se concluyó que el aditivo sika retarder y la azúcar blanca influyen en todas sus dosificaciones como efecto retardante” (p.90).

Finalmente, Mego (2019) concluye que:

Se pudo concluir que la azúcar blanca adicionando en porcentajes de 0.075% , 0.15% y 0.025% al concreto si influye en el tiempo de fraguado ya que el tiempo de fraguado inicial del concreto en dosis de 0.075 % es de 7 horas 12 minutos y el final del fraguado desde el inicio de la elaboración del concreto es de 11 horas 18 minutos; en dosis de 0.15 % el fraguado inicial es 10 horas 12 minutos y el fraguado final es 14 horas 18 minutos y en dosis de 0.25 % el fraguado inicial es 13 horas 54 minutos y el fraguado final es 17 horas 48 minutos, mientras que el concreto patrón obtuvo un fraguado inicial de 3 horas 5 minutos y el final de fraguado de 5 horas 42 minutos. Se puede decir que el azúcar no deja fraguar al concreto en tiempos menores de 7 horas aproximadamente. Por otro lado, sí aumenta más la dosis de azúcar blanca, el tiempo de fraguado es muy lento para el concreto. (p.92)

Según Alcalde y Alcalde (2019):

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 Chemoplast, 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 Chemoplast. (p.111)

Según Apaza (2019), “Al adicionar la sacarosa en el concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , el tiempo de fraguado es mayor que un concreto convencional, por lo tanto, la sacarosa es un retardante de fragua” (p.11).

Según Álvarez (2019) expresa que:

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. (p.89)

Finalmente, Álvarez (2019) manifiesta que:

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. (p.89)

Según Sotolongo, Gayoso y Gálvez (1993) concluye que:

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. (p.39)

### **5.1.3. Resistencia a la compresión del concreto**

Respecto al objetivo N°03, el desarrollo de las resistencia a la compresión se han incrementado, las mezcla diseñada para  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  con dosis de sacarosa por debajo a 0.20%, la resistencia a la compresión del concreto crece en forma incrementa la dosis suministrada; sin embargo, para dosis igual y superiores a 0.20%, la resistencia a la

compresión del concreto experimenta un decrecimiento, no obstante éste valor se encuentra mayormente por encima de la resistencia a la compresión de la mezcla patrón. Estos resultados han sido comparados con los otros resultados de autores como Mego (2019), Alcalde y Alcalde (2019) , Panwar (2016),Apaza (2019), Álvarez (2019), y Usman, N. D.; Chom, H. A.; Salisu, C.; Abubakar, H. O. ,Gyang, J. B. (2016) , quienes demostraron el incremento de la resistencia a la compresión.

Según Mego (2019) manifiesta que:

Se pudo demostrar la hipótesis que la azúcar blanca si influye en la resistencia a compresión del concreto en dosis de 0.075%, y de 0.15%, pero si aumentamos la dosis de la azúcar blanca a un 0.25%, la resistencia del concreto tiende a disminuir su resistencia a compresión a los 8 días disminuye en 3.58%, a los 14 días disminuye a 3.31% y a los 28 días disminuye 1.79%. Se podría decir que si aumentas la dosificación del azúcar a 0.25% a más esto traería problemas a la resistencia del concreto. (p.92)

Según Alcalde y Alcalde (2019) expresa que:

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 adquieran 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 Chemoplast adquieran 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 adquieran mayor resistencia son los estimulados por el aditivo

Chemoplast. 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 Chemoplast.(p.111)

Según Apaza (2019, “Se concluye que al incorporar la sacarosa en un porcentaje de 0.075%, presenta una mejor resistencia a los 7 y 14 días obteniéndose una resistencia de 141.22kg/cm<sup>2</sup> y 185.11kg/cm<sup>2</sup>, que equivale a un 67.25% y 88.15% respectivamente” (p.11).

## VI. CONCLUSIONES

### 6.1. Conclusiones

Debido a la utilización de la sacarosa: azúcar blanca “CARTAVIO” en las mezclas de concreto se obtuvo lo siguiente:

#### 6.1.1. Consistencia

La incorporación de la sacarosa a las mezclas de concreto, ocasionó la variación de consistencia (incremento del asentamiento), debido a la reducción de tensión interfacial entre las moléculas, así mismo genera una carga negativa a las partículas de cemento, provocando una dispersión electrostática producida por sacarosa sobre las partículas de cemento, genera una capa protectora alrededor de la partícula de cemento liberando agua del sistema y esto permite lubricar. Los granos de cemento estarían bloqueados por una película hidrófoba.

El asentamiento de cono, para  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , experimentó incremento mínimo con dosis sacarosa 0.07%, e incremento máximo con dosis de sacarosa de 0.34%. Ver Tabla 58.

**Tabla 58**

*Asentamiento e incremento en porcentaje*

CODIGO	DOSIS SACAROSA (%)	ASENTAMIENTO (pulgadas)	INCREMENTO DE ASENTAMIENTO (%)
AB-0.07	0.07% SACAROSA	6 3/4	58.82%
AB-0.34	0.34% SACAROSA	9 3/4	129.41%

La sacarosa usada en dosis de 0.07% y 0.34% para  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ; provocó que el asentamiento del concreto, alcance incremento mínimo del 58.82% y máximo de 129.41%.

La sacarosa suministrada a las mezclas de concreto, originó la prolongación del tiempo transcurrido en alcanzar un asentamiento de cono de 4”, debido a que la sacarosa incrementa inicialmente el asentamiento para luego perderse gradualmente.

El tiempo transcurrido en alcanzar un asentamiento de cono de 4”, para  $f'c=210$

kg/cm<sup>2</sup> (variación de consistencia en el tiempo), desarrolló incremento mínimo con dosis de sacarosa de 0.01%, e incremento máximo con dosis de sacarosa de 0.20%. Ver Tabla 59.

**Tabla 59**

*Tiempo transcurrido en alcanzar asentamiento de 4" e incremento en porcentaje*

CODIGO	DOSIS SACAROSA (%)	TIEMPO TRANSCURRIDO EN ALCANZAR ASENTAMIENTO 4" (minutos)	INCREMENTO DEL TIEMPO TRANSCURRIDO EN ALCANZAR ASENTAMIENTO 4" (%)
AB-0.01	0.01% SACAROSA	28	21.74%
AB-0.20	0.20% SACAROSA	70	204.35%

En conclusión, la sacarosa usada en dosis de 0.01% y 0.20% para  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>; provocó variación de consistencia en el tiempo, el tiempo transcurrido en alcanzar un asentamiento del cono de 4" del concreto, logre incremento mínimo del 21.74% y máximo de 204.35%.

### **6.1.2. Temperatura**

Para  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> al aplicarles las dosis de sacarosa de 0.01%, 0.07%, 0.14%, 0.20%, 0.25%, 0.28%, 0.34%, 0.40% con respecto al peso del cemento, la temperatura del concreto con dosis de sacarosa están por debajo del concreto patrón. Estos valores están dentro de los límites permisibles de 13 °C y 32 °C para una adecuada hidratación del concreto.

La mínima y máxima temperatura promedio alcanzada por las mezclas de concreto con sacarosa fueron de 18.8 °C y 21.77 °C, Ver Tabla 60.

**Tabla 60***Temperatura del concreto e incremento en porcentaje*

CODIGO	DOSIS SACAROSA (%)	TEMPERATURA DEL CONCRETO (°C)	INCREMENTO EN % TEMPERATURA DEL CONCRETO (%)
AB-0.01	0.01% SACAROSA	21.7	-3.55%
AB-0.34	0.34% SACAROSA	18.8	-16.44%

**6.1.3. Peso unitario**

La inclusión de sacarosa en las mezclas de concreto, ocasionó un incremento del peso unitario del concreto para dosis debajo e iguales a 0.20% de sacarosa; sin embargo, para dosis superiores a 0.20% de sacarosa, el peso unitario del concreto experimenta un decrecimiento, no obstante, este valor se encuentra mayormente por encima del peso unitario de la mezcla patrón.

El peso unitario, experimentó incrementos máximos con dosis de sacarosa de 0.20%, e incrementos mínimos con dosis de sacarosa de 0.01%. Ver Tabla 61.

**Tabla 61***Peso unitario e incremento en porcentaje*

CODIGO	DOSIS SACAROSA (%)	PESO UNITARIO (Kg/m3)	INCREMENTO EN % PESO UNITARIO (%)
AB-0.01	0.01% SACAROSA	2347	0.26%
AB-0.20	0.20% SACAROSA	2424	3.55%

Se concluye que sacarosa usada en dosis de 0.01% y 0.20% para un  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>; género que el peso unitario del concreto, adquiera un incremento mínimo del 0.26% y un incremento máximo de 3.55%.

El valor mínimo y máximo del peso unitario, obtenidos para las diferentes dosis de sacarosa, fueron de 2347 kg/m<sup>3</sup> y 2424 kg/m<sup>3</sup>, estos valores se encuentran aproximadamente dentro de los límites fijados por el comité ACI para concretos normales (2,240 a 2,400

kg/m<sup>3</sup>).

#### **6.1.4. Tiempo de fraguado**

La adición de la sacarosa en las mezclas de concreto, provocó en la mayoría de diseños de mezclas, con excepción de los diseños AB-0.34 y AB-0.40, retraso en el tiempo de fraguado con respecto al concreto patrón  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , siendo estos valores mayores para las dosis de 0.20% de sacarosa para el tiempo de fraguado inicial y 0.40% para el tiempo de fraguado final. Los granos de cemento quedarían atrapados por una película hidrófoba, aislando durante algún tiempo, los granos del cemento del agua, lo que retardaría las reacciones de hidratación del cemento (fraguado).

El tiempo de fragua inicial, para  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , alcanzó su decrecimiento mínimo con dosis de sacarosa de 0.40% de sacarosa, y su incremento máximo con dosis de sacarosa de 0.20%. ver Tabla 62.

**Tabla 62**

*Tiempo de fragua inicial e incremento en porcentaje*

DISEÑO DE MEZCLA		TIEMPO DE FRAGUA INICIAL (minutos)	
CODIGO	DOSIS SACROSA	TFI (minutos)	% INCREMENTO
AB-0.20	0.20% SACAROSA	215	152.94%
AB-0.40	0.40% SACAROSA	71	-16.47%

El tiempo de fragua final, para  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , alcanzó su incremento mínimo con dosis de sacarosa de 0.01%, y su incremento máximo con dosis de sacarosa de 0.40%. Ver Tabla 63.

**Tabla 63**

*Tiempo 4e fragua final e incremento en porcentaje*

DISEÑO DE MEZCLA		TIEMPO DE FRAGUA FINAL (minutos)	
CODIGO	DOSIS SACROSA	TFF (minutos)	% INCREMENTO
AB-0.01	0.01% SACAROSA	295	22.92%
AB-0.40	0.40% SACAROSA	604	154.67%

En síntesis, la sacarosa usada en dosis de 0.01% y 0.40%; ocasionó que el tiempo de fraguado final del concreto, consiga incremento mínimo del 22.92% y máximo del 154.67%.

Los valores del tiempo de fragua inicial y final, obtenidos para las diferente diseños con dosis de sacarosa con respecto a  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , no superan los límites establecidos por el tiempo de fragua inicial por la norma ASTM para aditivos “Tipo D” (+1:00 hrs a +3:30 hrs:min), y diseños AB-0.01, AB-0.07, AB-014 y AB-0.25 para el tiempo de fragua final ( +3.30 hrs:min).

#### **6.1.5. Resistencia a la compresión**

La incorporación de sacarosa en las mezclas de concreto, ocasionó un incremento de la resistencia a la compresión a partir del tercer día para dosis debajo a 0.20%; sin embargo, para dosis igual y superiores a 0.20%, la resistencia a la compresión del concreto experimenta un decrecimiento, no obstante, este valor se encuentra mayormente por encima de la resistencia a la compresión de la mezcla patrón  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , salvo para el diseño AB-0.35 y AB-0.40. La Resistencia a la compresión a 1 día con todas las dosis de sacarosa están por debajo de la resistencia a compresión patrón  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

El ligero incremento de la resistencia a la compresión del concreto en un primer momento, se debe a que el efecto fluidificante de la sacarosa, produce una hidratación más eficaz y por lo tanto se genera una microestructura algo más homogénea que produce una

cierta mejoría de la resistencia mecánica a compresión.

Individualizaría los granos y, por tanto, originaria una mejor dispersión y mezcla del cemento en el concreto, lo que podría explicar los importantes aumentos de resistencia, a partir de cierta edad.

Sin embargo, a partir de ciertas dosis de sacarosa, el valor de la resistencia disminuye debido a la inclusión de aire en la mezcla de concreto (efecto secundario de la sacarosa).

La resistencia a la compresión logró alcanzar sus valores máximos con dosis de 0.20% de la sacarosa, para a partir de la edad de 3 días con  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ . Ver Tabla 64.

**Tabla 64**

*Resistencia a la compresión en porcentajes del concreto patrón, máximos*

CODIGO	DOSIS SACAROSA	% DE RESISTENCIA A LA COMPRESION RESPECTO AL PATRON $fc=210 \text{ kg/cm}^2$				
		1d	3d	7d	28d	60d
P	PATRON $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	100%	100%	100%	100%	100%
AB-0.20	0.20% SACAROSA	30%	181%	176%	205%	199%

La resistencia a la compresión logró alcanzar sus valores mínimos con dosis de 0.40% de la sacarosa, hasta los siete días con  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ . Ver tabla 65.

**Tabla 65**

*Resistencia a compresión en porcentajes del concreto patrón, mínimos.*

CODIGO	DOSIS SACAROSA	% DE RESISTENCIA A LA COMPRESION RESPECTO AL PATRON $fc=210 \text{ kg/cm}^2$				
		1d	3d	7d	28d	60d
P	PATRON $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	100%	100%	100%	100%	100%
AB-0.40	0.40% SACAROSA	15%	27%	67%	130%	133%

Se logró alcanzar resistencias mayores al 70% respecto al concreto patrón  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  (referente 28 días) en 3 días, para dosis de 0.01%, 0.07%, 0.14%, 0.20% y 0.25% de sacarosa. Los valores obtenidos en los diseños con dichas dosis de sacarosa son: 80%

,103%,119% ,117% y 96% respectivamente.

## VII. RECOMENDACIONES

La elección de un determinado aditivo es un proceso muy importante en el que deben considerarse muchos más aspectos que la simple comparación del costo unitario de aditivo. Según la aplicación a usar se debe de seleccionar un determinado aditivo, debe tenerse en cuenta la influencia del mismo en los siguientes aspectos: incremento de la trabajabilidad, capacidad reductora de agua, mantenimiento de la trabajabilidad en el tiempo, desarrollo de resistencia temprana, retraso de fraguado, desarrollo de resistencia a largo plazo, incorporación de aire, presencia de otros aditivos químicos.

Al aplicar una dosis de sacarosa de 0.20% y 0.25% en las mezclas de concreto, se obtiene un concreto rheoplástico que mantiene el asentamiento del cono por un mayor tiempo (mayor trabajabilidad) para el bombeo; sin embargo, se debe vigilar la granulometría global para que esta dosis no genere segregación, para evitar que los resultados de resistencia a la compresión obtenidos estén por debajo de la resistencia del concreto patrón.

Debido a que las dosis de sacarosa de 0.01% a 0.40% aplicadas a la mezcla de concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , originan retraso en el tiempo de fraguado inicial; se propone prever este efecto, con la finalidad de realizar una adecuada planificación sobre las operaciones del concreto en obra (transporte, colocación, consolidación y acabado).

El retraso del tiempo de fraguado, originado por la inclusión de las dosis de sacarosa de 0.01% a 0.34% a las mezclas de concreto, puede ser tomado como una medida de seguridad; para contrarrestar los retrasos en la colocación y acabado del concreto, vaciados de concretos masivos y condiciones ambientales desfavorables.

Todos los elementos de concreto recién colocados y acabados se deben curar y proteger del secado, de cambios extremos de temperatura y del daño provocado por las cargas. El curado debe iniciarse inmediatamente después del acabado (tiempo de fragua

inicial). Se necesita del curado para garantizarse la continuación de la hidratación y del desarrollo de la resistencia y la mínima contracción por secado.

En construcciones donde se desea alcanzar resistencias a la compresión superiores al 70 % (respecto 28 días) en 3 días, se recomienda agregar dosis de sacarosa de 0.01%,0.07%,0.14% y 0.25% en las mezclas de concreto; con el objetivo de una rápida puesta en servicio al desencofrar la estructura.

En síntesis, la selección de la dosis óptima de sacarosa a ser empleada en las mezclas de concreto para ser bombeado manteniendo la trabajabilidad, minimizar la presión de bombeo, se propone el uso de la dosis de 0.25% de sacarosa. Esta información a ser considerado por los ingenieros, contratistas en obras con uso de equipo de bombeo para solucionar los problemas de tiempos de esperas, longitudes de línea de tuberías, rotación de puntos de bombeo, plantas distantes al punto de la obra, aspectos climatológicos, rotación de encofrados, reducción de personal que permite elevar la productividad, variabilidad y otros problemas.

En posteriores aplicaciones y estudios que pretendan recrear los mismos resultados obtenidos, debido a la influencia de sacarosa en las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido para ser bombeado, se sugiere que la dosificación, transporte, colocación, consolidación, acabado y curado estén sujetos a las siguientes condiciones: temperatura ambiente promedio de 17°C, humedad relativa promedio de 82 %, velocidad del viento de 8.72 km/h y temperatura del concreto promedio de 20.5 °C.

### VIII. REFERENCIAS

- Abanto, T. (2016). *Permeabilidad de un concreto  $FC=201 \text{ kg/cm}^2$  utilizando diferentes porcentajes de aditivo plastificante*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional UPN. <http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/10351>
- Alarcón, L., & Gómez, I. (2002). *La tragedia de la sociología Latinoamericana. Final y comienzo: La sociología clásica y la otra sociología*. Serbiluz, 7(19), 61-81.
- Alcalde, A. y Alcalde, J. (2019). *Análisis comparativo de las principales propiedades mecánicas de un concreto: patrón, con aditivo natural (azúcar) y con aditivo chemoplast*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego]. Repositorio Institucional UPAO. <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/4641>
- Álvarez, J. (2017). *Azúcar como aditivo retardante y modificador de resistencia para mezclas de concreto* [Tesis de pregrado]. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala
- Andrade, R., Cadenas, E., Pachano, E., Pereira, L., y Torres, A. (2002). *El Paradigma*. Epistemología de ciencias sociales, 14, 236-279.
- Apaza, N. (2019). *Análisis comparativo del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  mediante el uso de la sacarosa para el aumento de la resistencia producido con cemento IP en la ciudad de Juliaca*. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana Union]. Repositorio Institucional UPEU. <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/2808>
- Asocem. (2000). *Nueva norma para aditivos químicos*. Recuperado el 20 de Noviembre de 2013, de [http://www.asocem.org.pe/bivi/RE/DT/ADI/nueva\\_norma\\_aditivos\\_quimicos.pdf](http://www.asocem.org.pe/bivi/RE/DT/ADI/nueva_norma_aditivos_quimicos.pdf)

- Asociación Científica Técnica del Hormigón Estructural. (Ed.). (2010). *Manual para Tecnología del Hormigón*. ACHE.
- Ávila, R. (2010). El derecho de la naturaleza: fundamentos. UASB- *Digital*.  
<https://repositorio.uasb.edu.ec/handle/10644/1087>
- Bahurudeen,A.,Marckson,A.V.,Kishore,A. y Santhanam, M.(2014). Development of sugarcane bagasse ash based Portland pozzolana cement and evaluation of compatibility with superplasticizers. *Construction and Building Materials*,68,465-475.  
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.07.013>.
- Barros, C. (5 de setiembre 1997). La humanización de la naturaleza en la Edad Media [ Ponencia] *Congreso Mensch und Natur im Mittelalterlichen Europa*, Austria.
- Bassan, J., Araújo, D., Akasak, J., Pinheiro, J., Borrachero, M., Payá, J., Mauro, M. y Tashima, M. (2015). Possibilities of Reusing Sugar Cane Straw Ash in the Production of Alternative Binders, *Key Engineering Materials*, 668, 668.-304. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.668.304>.
- Bertalanffy, L. (1994). *Teoría general de los sistemas. Fundamentos, desarrollo, aplicaciones*. (1<sup>a</sup> ed.). Fondo de Cultura Económica.
- Briggs, J. y Peat, F. (1994). *Espejo y reflejo: Del caos al orden. Guía ilustrada de la teoría del caos y la ciencia de la totalidad*. (1<sup>a</sup> ed.). Gedisa.
- Capra, F. (1994). *Sabiduría insólita. Conversaciones con personajes notables*. (2<sup>a</sup> ed.). Kairós.
- Castro, G. (2002). *Naturaleza, sociedad e historia en América Latina*. (1<sup>a</sup> ed.). CLACSO.
- Comité ACI 318. (2005). *Requisitos de Reglamento para Concreto estructural (ACI318S-05)*. Michigan, USA: Farmington Hills.
- Colombo, A. (2017), *The interaction between calcium lignosulfonate and cement*. [tesis]

- doctoral, Norwegian University of Science and Technology]. Repositorio Institucional USCN. <http://hdl.handle.net/11250/2440599>.
- Collepardi, M. (1994). *Superplasticizers and air-entraining agents – State of the art and future needs*. Farmington Hills, Mich.
- Cotrina, J. (15 al 16 setiembre 2016). Aplicación de la sacarosa como aditivo en concretos Masivos para el control de juntas frias [Conferencia]. VII Encuentro científico Continental, Huancayo, Perú. [http://34.201.234.137/bitstream/continental/3006/1/VIIIECC\\_Aplicaci%C3%B3n%20de%20la%20sacarosa%20como%20aditivo%20en%20concretos%20masivos%20para%20el%20control%20de%20juntas%20fr%C3%A9sicas.pdf](http://34.201.234.137/bitstream/continental/3006/1/VIIIECC_Aplicaci%C3%B3n%20de%20la%20sacarosa%20como%20aditivo%20en%20concretos%20masivos%20para%20el%20control%20de%20juntas%20fr%C3%A9sicas.pdf)
- Draijer,W. (2007). *Assessing the pumpability of concrete with the slump and pressure bleeding test*. [Tesis de pregrado, Universidad de Twente, Países Bajos]. <https://essay.utwente.nl/68467/1/Draijer-Wessel.pdf>
- Escobar, A. (1999). *El final del salvaje: naturaleza, cultura y política en la antropología contemporánea*. Giro Editores
- Fernandez, L. (2016). *Evaluacion del diseño del concreto elaborado con cemento portland tipo I adicionado el aditivo sikament-290N, en la ciudad de Lima-2016*. [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional UCV. <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/1434>
- Flórez, C. y Mosquera, J. (2013). La relación ser humano-naturaleza frente a los derechos fundamentales en el territorio. *Alimentos Hoy*, 21(28), 79-96.
- Galafassi, G. (2001). Las preocupaciones por la relación Naturaleza-Sociedad. Ideas y teorías en los siglos XIX y XX. Una primera aproximación. *Theomai*, 3.
- Garcia, J. y Borralleras, P. (2001). Hormigón autocompactado y Glemin, un compromiso Perfecto, Cemento Hormigon.826,691-716.

- Gaspar, D. (1984). Aditivos para hormigones, morteros y pastas, *Informes de la Construcción*, 36 ,359-360.
- Guevara, D. (2017). *Variación del tiempo de colocación de concretos de mediana y alta resistencia utilizando cemento tipo I y un aditivo retardante*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio Institucional UNI. <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/20.500.14076/12218>
- Gomero, B. (2006). *Aditivos y adiciones minerales para el concreto*, [tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio Institucional UNI. <https://es.scribd.com/document/383147926/gomero-cb>
- Harman, J. (noviembre 2013). Acción del aditivo reductor de agua de alto rango, tipo F en la resistencia y fluidez del concreto. [Conferencia]. *VI coloquio de química del cemento. Lima, Perú.*
- Hernández, C. (2005). *Plastificantes para el hormigón*. [Tesis pregrado]. Universidad Austral de Chile, Valdivia.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación* (5a ed.). McGraw Hill Interamericana.
- Hormigón bombeado. (2008). <https://es.scribd.com/doc/7304192/HORMIGON-BOMBEADO>
- Putzmeister (20 setiembre 2021). *Hormigón bombeable*. <https://www.putzmeister.com/web/european-union/applications/-/product-navigation/concrete/pumpable-concrete>
- Instituto del Concreto. (1997). *Tecnología y propiedades* (2a ed.). Bogotá, Colombia.
- Kosmatka, S., Kerkhoff, B., Panarese , W., y Tanesi, J. (2004). *Diseño y Control de Mezclas de Concreto*. (1a ed.). Portland Cement Association.
- Jaramillo, L. (2009). *Evaluación del jugo de fique como aditivo oclusor de aire*

*y su influencia en la durabilidad y resistencia del concreto.* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional UNC. <https://docplayer.es/29847345-Evaluacion-del-jugo-de-fique-como-aditivo-oclusor-de-aire-y-su-influencia-en-la-durabilidad-y-resistencia-del-concreto-leyla-yamile-jaramillo-zapata.html>

Kaseng F. (2017). *Guía practica para elaborar plan de tesis y tesis de post grado* (3<sup>a</sup> ed.). UNFV.

Lopez, A. (1963). *Efecto de la adición de pequeñas cantidades de sacarosa al agua de amasado de hormigones de cemento portland*, Química e Industria, 5, 154-158.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7045086>

Mechtcherinea, V., Naidu, V. y Kasten, K. (2013). Testing pumpability of concrete using Sliding Pipe Rheometer, *Construction and Building Materials*, 53, 312-323.

Mehta, P. y Monteiro, P. (1993). *Concrete: microstructure, properties and Materials*. (2<sup>o</sup> ed.). McGraw-Hill.

Mego, J. (2019). *Evaluación del efecto retardante del aditivo sika retarder pe y la azúcar blanca, en elemento columna para un concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , en Lima 2019*, [tesis de pregrado, Universidad Cesar vallejo]. Repositorio Institucional UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/37676>

Mehta, P. (1991). Durability of concrete –Fifty years of progress. *Durability of concrete, SP-126, American Concrete Institute, Farmington Hills, Mich.*, 1-31.

Malhotra, V. (1981). Superplasticizers: their effect on fresh and hardened concrete», *Concrete International*, (1) 3,61-81.

Malhotra, V. (1997). Innovative applications of superplasticizers in

- concrete –A review. *Advances in concrete science and technology, Proceedings, M Collepardi Symposium, Roma*, 271-314
- Nagataki, S. (1998). Present state of superplasticizers in Japan. *Fifth CANNMET / ACI International Conference on Superplasticizers and Other Chemical Admixtures in Concrete, SP-173, American Concrete Institute, Farmington Hills, Mich.*
- NTP 334.009. (2011). *Cemento portland. Requisitos*. Indecopi.
- NTP 334.088. (2006). *Aditivos químicos en pastas, morteros y hormigón (concreto). Especificaciones*. (2a. ed.). Indecopi.
- NTP 339.034. (2008). *Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas*. Indecopi.
- NTP 339.035. (2009). *Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland*. Indecopi.
- NTP 339.036. (2011). *Práctica normalizada para muestreo de mezclas de concreto fresco*. Indecopi.
- NTP 339.046. (2008). *Método de ensayo gravimétrico para determinar el peso por metro cúbico, rendimiento y contenido de aire del hormigón*. Indecopi.
- NTP 339.077. (2003). *Métodos de ensayo normalizado para la exudación del hormigón (concreto)*. Indecopi.
- NTP 339.082. (2011). *Método de ensayo normalizado para la determinación del tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración*. Indecopi.
- NTP 339.088. (2006). *Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento pórtland. Requisitos*. Indecopi.
- NTP 339.183. (2009). *Mezclado, muestreo y elaboración de especímenes en laboratorio*. Indecopi.
- NTP 339.183. (2009). *Práctica normalizada para el curado de especímenes de*

*hormigón (concreto) en el laboratorio.* Indecopi.

NTP 339.184. (2002). *Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de hormigón (concreto).* Indecopi.

NTP 339.185. (2002). *Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.* Indecopi.

Okamura, H. y Ouchi, M. (2003), self-compacting concrete, *journal of advanced concrete technology*, 1(1). <https://doi.org/10.3151/jact.1.5>

Panwar, A. (2016) *Effect of sugar and slag Cement in Concrete* (Tesis de posgrado) Jaypee University of Information Technology, India

Pasquel, E. (1998). *Tópicos de tecnología del concreto* (2<sup>da</sup>.ed.). Lima.

Portugal, P. (2007). Tecnología del concreto de alto desempeño. Lima, Perú

Rivva, E. (2000). *Naturaleza y materiales del concreto.* ACI

Rivva, E. (1992). *Diseño de mezclas* (1<sup>ra</sup>.ed.). ICG.

Rivva, E. (2007). *Diseño de mezclas.* ICG.

Rivva, E. (2010). *Diseño de mezclas* (1<sup>ra</sup>.ed.). ICG.

Rivva, E. (2010). *Materiales para el concreto* (2<sup>da</sup> .ed.). ICG.

Rivva, E. (2010). *Supervisión del concreto en obra* (3<sup>ra</sup>.ed.).

ICG.

Rodrigo, M. (2011). *Desarrollo de un dispositivo para la determinación de la aptitud del Hormigon para el bombeo.* [Tesis de pregrado]. Univeridad Politecnica de Catalunya, España.

Roy, D. y Silsbee, M. (1994). Novel cements and concrete products for application in the 21st Century», Concrete technology, past, present and future, SP-144. *American Concrete Institute, Farmington Hills, Mich.*, pp. 349-382.

Sanchez, K. (2016). *Aditivo superplastificante y su influencia en la consistencia*

*y desarrollo de resistencias de concreto para  $f'c=175,210,245 \text{ kg/cm}^2$ . [Tesis de pregrado, Universidad Continental]. Repositorio Institucional UC.*  
<http://repositorio.continental.edu.pe/handle/continental/3451>

Sotolongo, R., Gayoso, R., y Gálvez, M. (1993), Contribución al estudio de la sacarosa como aditivo retardador de la hidratación del cemento. *Materiales De Construcción*, 43(230), 37–39. <https://doi.org/10.3989/mc.1993.v43.i230.682>.

Soto, L. (2019) *Efecto del azúcar de caña en las propiedades físicas y mecánicas de las pastas y morteros elaborados con cemento tequendam*. [Tesis de pregrado]. Universidad Militar Nueva Granada, Cajica.

Speicher, M (2007). *Perdida de consistencia del concreto en el tiempo a temperaturas inferiores o cercanas a cero*. [Tesis de Pregrado, Universidad Ricardo Palma] Repositorio Institucional URP. <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/urp/157>

Steven H. Kosmatka, Beatrix Kerkhoff, William C. Panarese, y Jussara Tanesi (2004).

*Diseño y control de mezclas de concreto*. EE.UU: Portland Cement Association.

Sung, M., Jin, Y. y Hee, S. (2013), Prediction on pipe flow of pumped concrete based on shear-induced particle migration, *Construction and Building Materials*, 52, 216-224. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2013.07.004>.

Tanaka, Y.O., S. Matsuo, A. Ohta y Ueda, M. (s.f.). A new admixture for high-performance concrete.

Tejeda, M. (2016). *Influencia de la miclosilice y el aditivo superplastificante en el concreto de alta resistencia*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio Institucional UNI. <http://repositorio.uni.edu.pe/handle/20.500.14076/5415>

Torre, A. (2004). *Curso básico de tecnología del concreto*.UNI.

Torres, C. (1999). *Orientaciones básicas de la Metodología de la investigación científica* (6<sup>a</sup> ed.) Editorial San Marcos.

UNE-EN 934-2. (2002). *Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Parte 2: Aditivos para hormigones. Definiciones, requisitos, conformidad, marcado y etiquetado.*

Unicon. (12 setiembre 2020). *Unirapid*. <https://www.unicon.com.pe/premezclado/unirapid/>.

Unicon. (10 setiembre 2020). *Servicio de bombeo*.

<https://www.unicon.com.pe/servicio-de-bombeo/>

Usman, N. D., Chom, H. A., Salisu, C., Abubakar, H. O. y Gyang, J. B.(2016). The Impact of Sugar on Setting -Time of Ordinary Portland Cement (OPC) Paste and Compressive Strength of Concrete. *FUTY of the Environment*, 10(1), 107-114.

<https://www.ajol.info/index.php/fje/article/view/176012>.

Yonezawa, T., (1996). The contribution of fluidity improving technology to the widespread use of high-strength concret. En R.K. Dhir y P.C. Hewlett [eds.], *Concrete in the service of mankind –Radical concrete technology*, E & FN Sponn, (pp. 525-542).

Yzquierdo, J. (2015). *Estudio de la influencia del aditivo Chema estruct en la resistencia a la compresión del concreto con cemento Pacasmayo y cemento Inka*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio institucional UNC. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/641>

## IX. ANEXO

### ANEXO A: MATRIZ DE CONSISTENCIA

**TITULO : “MANTENSOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA”**

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSI ONES	INDICADORES	METODOLOGIA	OBS.
<b>PROBLEMA GENERAL</b>  ¿Con la dosis de sacarosa en el diseño de concreto, se logrará mantener la trabajabilidad del concreto bombeado a través de pruebas de mantensor?	<b>OBJETIVO GENERAL</b>  Evaluar dosis de sacarosa en el diseño de concreto con la finalidad de mantener la trabajabilidad del concreto bombeado a través de pruebas de mantensor.	<b>HIPÓTESIS GENERAL</b>  Con dosis de sacarosa en el diseño de concreto, se logra mantener la trabajabilidad del concreto bombeado a través de pruebas de mantensor.	<b>VARIABLES INDEPENDIE NTE</b>  <b>X1:</b> Sacarosa a blanca	<b>X1:</b> %peso		<b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ De acuerdo a la orientación Aplicada</li><li>▪ De acuerdo a la Técnica de contratación Explicativa</li><li>▪ De acuerdo a la Direccionalidad Prospectiva</li><li>▪ De acuerdo al tipo de Fuente de recolección de datos Pro lectiva</li><li>▪ De acuerdo al fenómeno de evolución estudiado transversal</li></ul>	
<b>PROBLEMAS ESPECIFICOS</b>  a. ¿Con el porcentaje de sacarosa blanca en el concreto se obtendrá la variación de consistencia en un rango de tiempo en la trabajabilidad del concreto bombeado?  b. ¿Con el porcentaje de sacarosa blanca en el concreto se obtendrá la variación en el tiempo de fraguado inicial y final en la trabajabilidad del concreto bombeado?  c. ¿Con el porcentaje de sacarosa blanca en el concreto se obtendrá variación de resistencia a la compresión en la trabajabilidad del concreto bombeado?	<b>OBJETIVOS SPECIFICOS</b>  a. Determinar el porcentaje de sacarosa blanca en el concreto, con la finalidad de obtener la variación de consistencia en un rango de tiempo en la trabajabilidad del concreto bombeado.  b. Determinar el porcentaje de sacarosa blanca en el concreto, con la finalidad de obtener la variación en el tiempo de fraguado inicial y final en la trabajabilidad del concreto bombeado.  c. Determinar el porcentaje de sacarosa blanca en el concreto, con la finalidad de obtener la variación de resistencia en la trabajabilidad del concreto bombeado.	<b>HIPÓTESIS SPECIFICOS</b>  a. La utilización de porcentaje de sacarosa blanca en el concreto, determina la variación de consistencia en un rango de tiempo en la trabajabilidad del concreto bombeado.  b. La utilización de porcentaje de sacarosa blanca en el concreto, determina la variación en el tiempo de fraguado inicial y final en la trabajabilidad del concreto bombeado.  c. La utilización de porcentaje de sacarosa blanca en el concreto, determina la variación de resistencia a la compresión en la trabajabilidad del concreto bombeado.	<b>VARIABL ES DEPENDI ENTE</b>  <b>Y1:</b> Trabajabilidad de concreto bombeado	<b>Y1:</b> Consistencia  <b>Y2:</b> Tiempo de Fraguado	<b>Y1:</b> Asentamiento  <b>Y2:</b> Minutos  <b>Y3:</b> Kg/cm <sup>2</sup>	<b>NIVEL DE INVESTIGACION</b> Nivel IV, predictiva II  <b>DISEÑO DE LA INVESTIGACION</b> DISEÑO DE INVESTIGACIÓN Experimental: Grupo control ( $G_n$ ), Tratamiento ( $X$ ) y Post-prueba ( $O_n$ ) RG1 X O1 RG2 -- O2  <b>UNIVERSO:</b> Diseños de mezclas de concreto  <b>MUESTRA No probabilística e intencional</b> 01 diseño de mezclas sin sacarosa 08 diseños de mezcla con sacarosa  <b>INSTRUMENTOS</b> <ul style="list-style-type: none"><li>▶ Formatos de control asentamiento: 10,20,30,40,50,50,60,80, 90,100,110,120 minutos</li><li>▶ Formato de Tiempo de Fragua<ul style="list-style-type: none"><li>• Formatos de control de Resistencia compresión</li></ul></li></ul>	

## **ANEXO B: INSTRUMENTO N°01 ASENTAMIENTO**

**Anexo B.a**  
**INSTRUMENTO N°01**  
**ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO**  
**NTP 339.035 / ASTM C 143**

## **Tesis: MANTENSOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA**

**Elaborado:** RICHARD HUGO REYMUNDO GAMARRA

**Fecha:** 04-03-2020

## **DATOS GENERALES**

**Agregado Fino:** Cantera rio Mantaro, distrito Pilcomayo

**Agregado Grueso:** Cantera rio Mantaro, distrito Pilcomayo

**Cemento:** Andino Portland tipo I

### **Agua: Potable**

**Adición : sacarosa (azucar blanca Cartavio)**

## 1.-NOMENCLATURA

CODIGO	DOSIS SACAROSA	CANTIDAD SACAROSA kg/ bls cemento
P	PATRON f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	0.000
AB-0.01	0.01% SACAROSA	0.004
AB-0.07	0.07% SACAROSA	0.030
AB-0.14	0.14% SACAROSA	0.060
AB-0.20	0.20% SACAROSA	0.085
AB-0.25	0.25% SACAROSA	0.106
AB-0.28	0.28% SACAROSA	0.119
AB-0.34	0.34% SACAROSA	0.145
AB-0.40	0.40% SACAROSA	0.170

## **2.- CUADROS DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE ASENTAMIENTO:**

## Anexo B.b

## **INSTRUMENTO N°01**

## **ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO**

NTP 339.035 / ASTM C 143

## **Tesis: MANTENSOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA**

**Elaborado:** RICHARD HUGO REYMUNDO GAMARRA

**Fecha:** 04-03-2020

### **DATOS GENERA**

**Agregado Fino:** Cantera rio Mantaro, distrito Pilcomayo

**Agregado Grueso:** Cantera rio Mantaro, distrito Pilcomayo

**Cemento:** Andino Portland tipo I

### **Agua: Potable**

**Adición :** sacarosa (azucar blanca Cartavio)

## 1.-NOMENCLATURA

CODIGO	DOSIS SACAROSA	CANTIDAD SACAROSA kg/ bls cimento
P	PATRON f=c=210 kg/cm <sup>2</sup>	0.000
AB-0.01	0.01% SACAROSA	0.004
AB-0.07	0.07% SACAROSA	0.030
AB-0.14	0.14% SACAROSA	0.060
AB-0.20	0.20% SACAROSA	0.085
AB-0.25	0.25% SACAROSA	0.106
AB-0.28	0.28% SACAROSA	0.119
AB-0.34	0.34% SACAROSA	0.145
AB-0.40	0.40% SACAROSA	0.170

## **2.- CUADROS DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE ASENTAMIENTO:**

## Anexo B.c

## **INSTRUMENTO N°01**

## **ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO**

NTP 339.035 / ASTM C 143

## **Tesis: MANTENSOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA**

**Elaborado:** RICHARD HUGO REYMUNDO GAMARRA

**Fecha:** 04-03-2020

## **DATOS GENERA**

**Agregado Fino:** Cantera rio Mantaro, distrito Pilcomayo

**Agregado Grueso:** Cantera rio Mantaro, distrito Pilcomayo

**Cemento:** Andino Portland tipo I

### **Agua: Potable**

**Adición:** sacarosa (azucar blanca Cartavio)

## 1.-NOMENCLATURA

CODIGO	DOSIS SACAROSA	CANTIDAD SACAROSA kg/ bls cimento
P	PATRON f=c=210 kg/cm <sup>2</sup>	0.000
AB-0.01	0.01% SACAROSA	0.004
AB-0.07	0.07% SACAROSA	0.030
AB-0.14	0.14% SACAROSA	0.060
AB-0.20	0.20% SACAROSA	0.085
AB-0.25	0.25% SACAROSA	0.106
AB-0.28	0.28% SACAROSA	0.119
AB-0.34	0.34% SACAROSA	0.145
AB-0.40	0.40% SACAROSA	0.170

## **2.- CUADROS DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE ASENTAMIENTO:**

Anexo B.d

## **INSTRUMENTO N°01**

## **ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO**

NTP 339.035 / ASTM C 143

**TESIS: MANTENSOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA**

Elaborado: RICHARD HUGO REYMUNDO GAMARRA

Fecha: 04-03-2020

### **DATOS GENERA**

**Agregado Fino:** Cantera rio Mantaro, distrito Pilcomayo

**Agregado Grueso:** Cantera rio Mantaro, distrito Pilcomayo

**Cemento:** Andino Portland tipo I

Agua: Potable

**Adición :** sacarosa (azúcar blanca Cartavio)

## 1. NOMENCLATURA

CODIGO	DOSIS SACAROSA	CANTIDAD SACAROSA	kg/ bls cemento
P	PATRON f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	0.000	
AB-0.01	0.01% SACAROSA	0.004	
AB-0.07	0.07% SACAROSA	0.030	
AB-0.14	0.14% SACAROSA	0.060	
AB-0.20	0.20% SACAROSA	0.085	
AB-0.25	0.25% SACAROSA	0.106	
AB-0.28	0.28% SACAROSA	0.119	
AB-0.34	0.34% SACAROSA	0.145	
AB-0.40	0.40% SACAROSA	0.170	

## **2.- CUADROS DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE ASENTAMIENTO:**

Anexo B.e

## **INSTRUMENTO N°01**

## **ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO**

NTP 339.035 / ASTM C 143

Tesis: MANTENSOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA  
Elaborado: RICHARD HUGO REYMONDO GAMARRA  
Tutor: DR. JESÚS GARCÍA

**Fecha:** 04-03-2020

Page 1

## DATOS GENERALES

**Agregado Fino:** Cantera río Mantaro, distrito Pilcomayo

**Agregado Grueso:** Cantera río Mantaro, distrito Pilcomayo  
**Cemento:** Andino Portland tipo I

**Cemento:** Andino Portland tipo I

### **Agua: Potable**

**Adición:** sacarosa (azucar blanca Cartavio)

## **1.-NOMENCLATURA**

CODIGO	DOSIS SACAROSA	CANTIDAD SACAROSA kg/ bls cemento
P	PATRON f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	0.000
AB-0.01	0.01% SACAROSA	0.004
AB-0.07	0.07% SACAROSA	0.030
AB-0.14	0.14% SACAROSA	0.060
AB-0.20	0.20% SACAROSA	0.085
AB-0.25	0.25% SACAROSA	0.106
AB-0.28	0.28% SACAROSA	0.119
AB-0.34	0.34% SACAROSA	0.145
AB-0.40	0.40% SACAROSA	0.170

## **2.- CUADROS DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE ASENTAMIENTO:**

Anexo B.f

## **INSTRUMENTO N°01**

## **ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO**

NTP 339.035 / ASTM C 143

Tesis: MANTENSOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA  
Elaborado: RICHARD HUGO REYMONDO GAMARRA  
Tutor: DR. JESÚS GARCÍA

**Fecha:** 04-03-2020

ANSWER

## DATOS GENERALES

**Agregado Fino:** Cantera río Mantaro, distrito Pilcomayo

**Agregado Grueso:** Cantera río Mantaro, distrito Pilcomayo  
**Cemento:** Andino Portland tipo I

**Cemento:** Andino Portland tipo I

### **Agua: Potable**

**Adición:** sacarosa (azucar blanca Cartavio)

## **1.-NOMENCLATURA**

CODIGO	DOSIS SACAROSA	CANTIDAD SACAROSA kg/ bls cemento
P	PATRON f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	0.000
AB-0.01	0.01% SACAROSA	0.004
AB-0.07	0.07% SACAROSA	0.030
AB-0.14	0.14% SACAROSA	0.060
AB-0.20	0.20% SACAROSA	0.085
AB-0.25	0.25% SACAROSA	0.106
AB-0.28	0.28% SACAROSA	0.119
AB-0.34	0.34% SACAROSA	0.145
AB-0.40	0.40% SACAROSA	0.170

## **2.- CUADROS DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE ASENTAMIENTO:**

## Anexo B.g

## **INSTRUMENTO N°01**

## **ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO**

NTP 339.035 / ASTM C 143

**Tesis:** MANTENSOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA  
**Elaborado:** RICHARD HUGO REYMUNDO GAMARRA  
**Fecha:** 10/06/2016

**Fecha:** 04-03-2020

---

Page 1

## DATOS GENERALES

**Agregado Fino:** Cantera río Mantaro, distrito Pilcomayo

**Agregado Grueso:** Cantera río Mantaro, distrito Pilcomayo  
**Cemento:** Andino Portland tipo I

Cemento: Andino Portland tipo I

## **Agua: Potable**

**Adición:** sacarosa (azucar blanca Cartavio)

## **1.-NOMENCLATURA**

CODIGO	DOSIS SACAROSA	CANTIDAD SACAROSA kg/ bls emento
P	PATRON f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	0.000
AB-0.01	0.01% SACAROSA	0.004
AB-0.07	0.07% SACAROSA	0.030
AB-0.14	0.14% SACAROSA	0.060
AB-0.20	0.20% SACAROSA	0.085
AB-0.25	0.25% SACAROSA	0.106
AB-0.28	0.28% SACAROSA	0.119
AB-0.34	0.34% SACAROSA	0.145
AB-0.40	0.40% SACAROSA	0.170

## **2.- CUADROS DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE ASENTAMIENTO:**

**Anexo B.h**

<b>INSTRUMENTO N°01</b>
<b>ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO</b>
NTP 339.035 / ASTM C 143

Tesis: MANTENSOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA  
 Elaborado: RICHARD HUGO REYMUNDO GAMARRA  
 Fecha: 04-03-2020

**DATOS GENERALES****Agregado Fino:** Cantera río Mantaro, distrito Pilcomayo**Agregado Grueso:** Cantera río Mantaro, distrito Pilcomayo**Cemento:** Andino Portland tipo I**Agua:** Potable**Adición:** sacarosa (azúcar blanca Cartavio)**1.-NOMENCLATURA**

CODIGO	DOSIS SACAROSA	CANTIDAD SACAROSA kg/ bls cemento
P	PATRON f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	0.000
AB-0.01	0.01% SACAROSA	0.004
AB-0.07	0.07% SACAROSA	0.030
AB-0.14	0.14% SACAROSA	0.060
AB-0.20	0.20% SACAROSA	0.085
AB-0.25	0.25% SACAROSA	0.106
AB-0.28	0.28% SACAROSA	0.119
AB-0.34	0.34% SACAROSA	0.145
AB-0.40	0.40% SACAROSA	0.170

**2.- CUADROS DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE ASENTAMIENTO:**

CODIGO	Nº	SLUMP (pulg)	SLUMP (cm)	DESVIACION	% DE VARIACION	PROMEDIO slump Cm	PROMEDIO slump pulg.	FECHA ENSAYO	HORA	TIEMPO DE ENSAYO min.	T° CONCRETO °C	T° AMBIENTAL °C	HUMEDAD %	VELOCIDAD DE VIENTO km/hr	
P	1	0.00						04/03/2020	10:40:00 a. m.	80		16.00	82.00	8.72	
P	2	0.00						04/03/2020	10:40:00 a. m.	80		16.00	82.00	8.72	
P	3	0.00						04/03/2020	10:40:00 a. m.	80		16.00	82.00	8.72	
AB-0.01	1	1 1/2	3.81					04/03/2020	10:40:00 a. m.	80		20.2	16.00	82.00	8.72
AB-0.01	2	1 1/2	3.81	0.37	10.19%	3.60	1 2/4	04/03/2020	10:40:00 a. m.	80		18.1	16.00	82.00	8.72
AB-0.01	3	1 1/4	3.18					04/03/2020	10:40:00 a. m.	80		18.6	16.00	82.00	8.72
AB-0.07	1	1	2.54					04/03/2020	10:40:00 a. m.	80		19	16.00	82.00	8.72
AB-0.07	2	1	2.54	0.00	0.00%	2.54	1	04/03/2020	10:40:00 a. m.	80		21.4	16.00	82.00	8.72
AB-0.07	3	1	2.54					04/03/2020	10:40:00 a. m.	80		20.1	16.00	82.00	8.72
AB-0.14	1	1 1/4	3.18					04/03/2020	10:40:00 a. m.	80		19.1	16.00	82.00	8.72
AB-0.14	2	1 1/2	3.81	0.37	10.83%	3.39	1 1/4	04/03/2020	10:40:00 a. m.	80		18.6	16.00	82.00	8.72
AB-0.14	3	1 1/4	3.18					04/03/2020	10:40:00 a. m.	80		18.6	16.00	82.00	8.72
AB-0.20	1	2 3/4	6.99					04/03/2020	10:40:00 a. m.	80		19	16.00	82.00	8.72
AB-0.20	2	3	7.62	0.37	5.09%	7.20	2 3/4	04/03/2020	10:40:00 a. m.	80		19	16.00	82.00	8.72
AB-0.20	3	2 3/4	6.99					04/03/2020	10:40:00 a. m.	80		19	16.00	82.00	8.72
AB-0.25	1	3 1/4	8.26					04/03/2020	10:40:00 a. m.	80		19.1	16.00	82.00	8.72
AB-0.25	2	3 1/4	8.26	0.37	4.56%	8.04	3 1/4	04/03/2020	10:40:00 a. m.	80		21.4	16.00	82.00	8.72
AB-0.25	3	3	7.62					04/03/2020	10:40:00 a. m.	80		20.1	16.00	82.00	8.72
AB-0.28	1	2 1/2	6.35					04/03/2020	10:40:00 a. m.	80		19.1	16.00	82.00	8.72
AB-0.28	2	2 1/2	6.35	0.00	0.00%	6.35	2 2/4	04/03/2020	10:40:00 a. m.	80		21.4	16.00	82.00	8.72
AB-0.28	3	2 1/2	6.35					04/03/2020	10:40:00 a. m.	80		20.1	16.00	82.00	8.72
AB-0.34	1	3	7.62					04/03/2020	10:40:00 a. m.	80		19.1	16.00	82.00	8.72
AB-0.34	2	3	7.62	0.37	4.68%	7.83	3	04/03/2020	10:40:00 a. m.	80		21.4	16.00	82.00	8.72
AB-0.34	3	3 1/4	8.26					04/03/2020	10:40:00 a. m.	80		20.1	16.00	82.00	8.72
AB-0.40	1		0.00					04/03/2020	10:40:00 a. m.	80		19	16.00	82.00	8.72
AB-0.40	2		0.00					04/03/2020	10:40:00 a. m.	80		19	16.00	82.00	8.72
AB-0.40	3		0.00					04/03/2020	10:40:00 a. m.	80		19	16.00	82.00	8.72

**Anexo B.i**

<b>INSTRUMENTO N°01</b>	
<b>ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO</b>	
NTP 339.035 / ASTM C 143	

Tesis: MANTENSOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA  
 Elaborado: RICHARD HUGO REYMUNDO GAMARRA  
 Fecha: 04-03-2020

**DATOS GENERALES**

Agregado Fino: Cantera río Mantaro, distrito Pilcomayo

Agregado Grueso: Cantera río Mantaro, distrito Pilcomayo

Cemento: Andino Portland tipo I

Agua: Potable

Adición: sacarosa (azúcar blanca Cartavio)

**1.- NOMENCLATURA**

CODIGO	DOSIS SACAROSA	CANTIDAD SACAROSA kg/ bls cemento
P	PATRON f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	0.000
AB-0.01	0.01% SACAROSA	0.004
AB-0.07	0.07% SACAROSA	0.030
AB-0.14	0.14% SACAROSA	0.060
AB-0.20	0.20% SACAROSA	0.085
AB-0.25	0.25% SACAROSA	0.106
AB-0.28	0.28% SACAROSA	0.119
AB-0.34	0.34% SACAROSA	0.145
AB-0.40	0.40% SACAROSA	0.170

**2.- CUADROS DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE ASENTAMIENTO:**

CODIGO	Nº	SLUMP (pulg)	SLUMP (cm)	DESVIACION	% DE VARIACION	PROMEDIO slump Cm	PROMEDIO slump pulg.	FECHA ENSAYO	HORA	TIEMPO DE ENSAYO min.	T° CONCRETO °C	T° AMBIENTAL °C	HUMEDAD %	VELOCIDAD DE VIENTO km/hr
P	1	0.00						04/03/2020	10:50:00 a. m.	90		15.90	82.00	8.72
P	2	0.00						04/03/2020	10:50:00 a. m.	90		15.90	82.00	8.72
P	3	0.00						04/03/2020	10:50:00 a. m.	90		15.90	82.00	8.72
AB-0.01	1	1 1/4	3.18					04/03/2020	10:50:00 a. m.	90	19.8	15.90	82.00	8.72
AB-0.01	2	1 1/4	3.18	0.00	0.00%	3.18	1 1/4	04/03/2020	10:50:00 a. m.	90	19.8	15.90	82.00	8.72
AB-0.01	3	1 1/4	3.18					04/03/2020	10:50:00 a. m.	90	19.8	15.90	82.00	8.72
AB-0.07	1	0.00						04/03/2020	10:50:00 a. m.	90		15.90	82.00	8.72
AB-0.07	2	0.00						04/03/2020	10:50:00 a. m.	90		15.90	82.00	8.72
AB-0.07	3	0.00						04/03/2020	10:50:00 a. m.	90		15.90	82.00	8.72
AB-0.14	1	1 1/4	3.18					04/03/2020	10:50:00 a. m.	90	18.4	15.90	82.00	8.72
AB-0.14	2	1 1/4	3.18	0.37	10.83%	3.39	1 1/4	04/03/2020	10:50:00 a. m.	90	18.4	15.90	82.00	8.72
AB-0.14	3	1 1/2	3.81					04/03/2020	10:50:00 a. m.	90	18.4	15.90	82.00	8.72
AB-0.20	1	2 1/4	5.72					04/03/2020	10:50:00 a. m.	90	19.1	15.90	82.00	8.72
AB-0.20	2	2 1/4	5.72	0.00	0.00%	5.72	2 1/4	04/03/2020	10:50:00 a. m.	90	19.1	15.90	82.00	8.72
AB-0.20	3	2 1/4	5.72					04/03/2020	10:50:00 a. m.	90	19.1	15.90	82.00	8.72
AB-0.25	1	2 3/4	6.99					04/03/2020	10:50:00 a. m.	90	17.1	15.90	82.00	8.72
AB-0.25	2	2 3/4	6.99	0.37	5.41%	6.77	2 3/4	04/03/2020	10:50:00 a. m.	90	17.1	15.90	82.00	8.72
AB-0.25	3	2 1/2	6.35					04/03/2020	10:50:00 a. m.	90	17.1	15.90	82.00	8.72
AB-0.28	1	2	5.08					04/03/2020	10:50:00 a. m.	90	20.7	15.90	82.00	8.72
AB-0.28	2	2	5.08	0.37	7.53%	4.87	2	04/03/2020	10:50:00 a. m.	90	20.7	15.90	82.00	8.72
AB-0.28	3	1 3/4	4.45					04/03/2020	10:50:00 a. m.	90	20.7	15.90	82.00	8.72
AB-0.34	1	2 3/4	6.99					04/03/2020	10:50:00 a. m.	90	19.5	15.90	82.00	8.72
AB-0.34	2	2 3/4	6.99	0.37	5.41%	6.77	2 3/4	04/03/2020	10:50:00 a. m.	90	19.5	15.90	82.00	8.72
AB-0.34	3	2 1/2	6.35					04/03/2020	10:50:00 a. m.	90	19.5	15.90	82.00	8.72
AB-0.40	1	0.00						04/03/2020	10:50:00 a. m.	90		15.90	82.00	8.72
AB-0.40	2	0.00						04/03/2020	10:50:00 a. m.	90		15.90	82.00	8.72
AB-0.40	3	0.00						04/03/2020	10:50:00 a. m.	90		15.90	82.00	8.72

**Anexo B.j**

<b>INSTRUMENTO N°01</b>
<b>ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO</b>
NTP 339.035 / ASTM C 143

Tesis: MANTENSOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA  
 Elaborado: RICHARD HUGO REYMUNDO GAMARRA  
 Fecha: 04-03-2020

**DATOS GENERALES****Agregado Fino:** Cantera río Mantaro, distrito Pilcomayo**Agregado Grueso:** Cantera río Mantaro, distrito Pilcomayo**Cemento:** Andino Portland tipo I**Agua:** Potable**Adición:** sacarosa (azúcar blanca Cartavio)**1.- NOMENCLATURA**

CODIGO	DOSIS SACAROSA	CANTIDAD SACAROSA kg/ bls cemento
P	PATRON f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	0.000
AB-0.01	0.01% SACAROSA	0.004
AB-0.07	0.07% SACAROSA	0.030
AB-0.14	0.14% SACAROSA	0.060
AB-0.20	0.20% SACAROSA	0.085
AB-0.25	0.25% SACAROSA	0.106
AB-0.28	0.28% SACAROSA	0.119
AB-0.34	0.34% SACAROSA	0.145
AB-0.40	0.40% SACAROSA	0.170

**2.- CUADROS DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE ASENTAMIENTO:**

CODIGO	Nº	SLUMP (pulg)	SLUMP (cm)	DESVIACION	% DE VARIACION	PROMEDIO slump Cm	PROMEDIO slump pulg.	FECHA ENSAYO	HORA	TIEMPO DE ENSAYO min.	T° CONCRETO °C	T° AMBIENTAL °C	HUMEDAD %	VELOCIDAD DE VIENTO km/hr	
P	1	0.00						04/03/2020	11:00:00 a. m.	100		17.00	82.00	8.72	
P	2	0.00						04/03/2020	11:00:00 a. m.	100		17.00	82.00	8.72	
P	3	0.00						04/03/2020	11:00:00 a. m.	100		17.00	82.00	8.72	
AB-0.01	1	1/2	1.27					04/03/2020	11:00:00 a. m.	100		19.9	18.00	82.00	8.72
AB-0.01	2	1/2	1.27	0.00	0.00%	1.27	2/4	04/03/2020	11:00:00 a. m.	100		19.9	18.00	82.00	8.72
AB-0.01	3	1/2	1.27					04/03/2020	11:00:00 a. m.	100		19.9	18.00	82.00	8.72
AB-0.07	1	0.00						04/03/2020	11:00:00 a. m.	100		18.00	82.00	8.72	
AB-0.07	2	0.00						04/03/2020	11:00:00 a. m.	100		18.00	82.00	8.72	
AB-0.07	3	0.00						04/03/2020	11:00:00 a. m.	100		18.00	82.00	8.72	
AB-0.14	1	3/4	1.91					04/03/2020	11:00:00 a. m.	100		18.7	18.00	82.00	8.72
AB-0.14	2	3/4	1.91	0.00	0.00%	1.91	3/4	04/03/2020	11:00:00 a. m.	100		18.7	18.00	82.00	8.72
AB-0.14	3	3/4	1.91					04/03/2020	11:00:00 a. m.	100		18.7	18.00	82.00	8.72
AB-0.20	1	1 1/2	3.81					04/03/2020	11:00:00 a. m.	100		18.7	18.00	82.00	8.72
AB-0.20	2	1 1/2	3.81	0.37	9.12%	4.02	1 2/4	04/03/2020	11:00:00 a. m.	100		18.7	18.00	82.00	8.72
AB-0.20	3	1 3/4	4.45					04/03/2020	11:00:00 a. m.	100		18.7	18.00	82.00	8.72
AB-0.25	1	0.00						04/03/2020	11:00:00 a. m.	100		15.70	82.00	8.72	
AB-0.25	2	0.00						04/03/2020	11:00:00 a. m.	100		15.70	82.00	8.72	
AB-0.25	3	0.00						04/03/2020	11:00:00 a. m.	100		15.70	82.00	8.72	
AB-0.28	1	0.00						04/03/2020	11:00:00 a. m.	100		15.70	82.00	8.72	
AB-0.28	2	0.00						04/03/2020	11:00:00 a. m.	100		15.70	82.00	8.72	
AB-0.28	3	0.00						04/03/2020	11:00:00 a. m.	100		15.70	82.00	8.72	
AB-0.34	1	0.00						04/03/2020	11:00:00 a. m.	100		15.70	82.00	8.72	
AB-0.34	2	0.00						04/03/2020	11:00:00 a. m.	100		15.70	82.00	8.72	
AB-0.34	3	0.00						04/03/2020	11:00:00 a. m.	100		15.70	82.00	8.72	
AB-0.40	1	0.00						04/03/2020	11:00:00 a. m.	100		15.70	82.00	8.72	
AB-0.40	2	0.00						04/03/2020	11:00:00 a. m.	100		15.70	82.00	8.72	
AB-0.40	3	0.00						04/03/2020	11:00:00 a. m.	100		15.70	82.00	8.72	

## Anexo B.k

<b>INSTRUMENTO N°01</b>	
<b>ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO</b>	
NTP 339.035 / ASTM C 143	

Tesis: MANTENSOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA  
 Elaborado: RICHARD HUGO REYMUNDO GAMARRA  
 Fecha: 04-03-2020

**DATOS GENERALES**

**Agregado Fino:** Cantera río Mantaro, distrito Pilcomayo

**Agregado Grueso:** Cantera río Mantaro, distrito Pilcomayo

**Cemento:** Andino Portland tipo I

**Agua:** Potable

**Adición:** sacarosa (azúcar blanca Cartavio)

**1.- NOMENCLATURA**

<b>CODIGO</b>	<b>DOSIS SACAROSA</b>	<b>CANTIDAD SACAROSA kg/ bls cemento</b>
P	PATRON f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	0.000
AB-0.01	0.01% SACAROSA	0.004
AB-0.07	0.07% SACAROSA	0.030
AB-0.14	0.14% SACAROSA	0.060
AB-0.20	0.20% SACAROSA	0.085
AB-0.25	0.25% SACAROSA	0.106
AB-0.28	0.28% SACAROSA	0.119
AB-0.34	0.34% SACAROSA	0.145
AB-0.40	0.40% SACAROSA	0.170

**2.- CUADROS DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE ASENTAMIENTO:**

<b>CODIGO</b>	<b>Nº</b>	<b>SLUMP (pulg)</b>	<b>SLUMP (cm)</b>	<b>DESVIACIÓN</b>	<b>% DE VARIACIÓN</b>	<b>PROMEDIO slump Cm</b>	<b>PROMEDIO slump pulg.</b>	<b>FECHA ENSAYO</b>	<b>HORA</b>	<b>TIEMPO DE ENSAYO min.</b>	<b>T° CONCRETO °C</b>	<b>T° AMBIENTAL °C</b>	<b>HUMEDAD %</b>	<b>VELOCIDAD DE VIENTO km/hr</b>
P	1	0.00						04/03/2020	11:10:00 a. m.	110		17.00	82.00	8.72
P	2	0.00						04/03/2020	11:10:00 a. m.	110		17.00	82.00	8.72
P	3	0.00						04/03/2020	11:10:00 a. m.	110		17.00	82.00	8.72
AB-0.01	1	0.00						04/03/2020	11:10:00 a. m.	110		17.00	82.00	8.72
AB-0.01	2	0.00						04/03/2020	11:10:00 a. m.	110		17.00	82.00	8.72
AB-0.01	3	0.00						04/03/2020	11:10:00 a. m.	110		17.00	82.00	8.72
AB-0.07	1	0.00						04/03/2020	11:10:00 a. m.	110		17.00	82.00	8.72
AB-0.07	2	0.00						04/03/2020	11:10:00 a. m.	110		17.00	82.00	8.72
AB-0.07	3	0.00						04/03/2020	11:10:00 a. m.	110		17.00	82.00	8.72
AB-0.14	1	0.00						04/03/2020	11:10:00 a. m.	110		17.00	82.00	8.72
AB-0.14	2	0.00						04/03/2020	11:10:00 a. m.	110		17.00	82.00	8.72
AB-0.14	3	0.00						04/03/2020	11:10:00 a. m.	110		17.00	82.00	8.72
AB-0.20	1	1	2.54					04/03/2020	11:10:00 a. m.	110	18.6	17.00	82.00	8.72
AB-0.20	2	1	2.54	0.00	0.00%	2.54	1	04/03/2020	11:10:00 a. m.	110	18.6	17.00	82.00	8.72
AB-0.20	3	1	2.54					04/03/2020	11:10:00 a. m.	110		17.00	82.00	8.72
AB-0.25	1	0.00						04/03/2020	11:10:00 a. m.	110		17.00	82.00	8.72
AB-0.25	2	0.00						04/03/2020	11:10:00 a. m.	110		17.00	82.00	8.72
AB-0.25	3	0.00						04/03/2020	11:10:00 a. m.	110		17.00	82.00	8.72
AB-0.28	1	0.00						04/03/2020	11:10:00 a. m.	110		17.00	82.00	8.72
AB-0.28	2	0.00						04/03/2020	11:10:00 a. m.	110		17.00	82.00	8.72
AB-0.28	3	0.00						04/03/2020	11:10:00 a. m.	110		17.00	82.00	8.72
AB-0.34	1	0.00						04/03/2020	11:10:00 a. m.	110		17.00	82.00	8.72
AB-0.34	2	0.00						04/03/2020	11:10:00 a. m.	110		17.00	82.00	8.72
AB-0.34	3	0.00						04/03/2020	11:10:00 a. m.	110		17.00	82.00	8.72
AB-0.40	1	0.00						04/03/2020	11:10:00 a. m.	110		17.00	82.00	8.72
AB-0.40	2	0.00						04/03/2020	11:10:00 a. m.	110		17.00	82.00	8.72
AB-0.40	3	0.00						04/03/2020	11:10:00 a. m.	110		17.00	82.00	8.72

**INSTRUMENTO N°01**  
**ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO**  
**NTP 339.035 - ASTM C143**

**DISEÑO DE MEZCLA ENSAYADA: P**

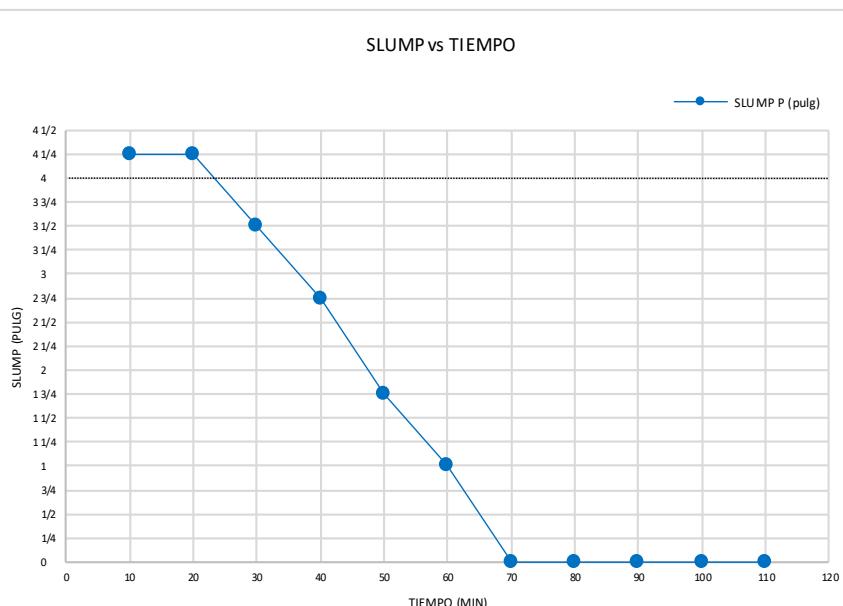
**FECHA:** 04 de marzo de 2020

**Tesis : MANTENSOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOMBEADO  
ADICIONADO CON SACAROSA**

**Elaborado: RICHARD HUGO REYMONDO GAMARRA**

**DATOS Y RESULTADOS DE LOS ENSAYOS**

TIEMPO REAL (hrs:min)	TIEMPO ABSOLUTO ACUMULADO (minutos)	SLUMP P (pulg)	SLUMP (cm)
09:20 a. m.	0		
09:30 a. m.	10	4 1/4	10.80
09:40 a. m.	20	4 1/4	10.80
09:50 a. m.	30	3 1/2	8.89
10:00 a. m.	40	2 3/4	6.99
10:10 a. m.	50	1 3/4	4.45
10:20 a. m.	60	1	2.54
10:30 a. m.	70	—	—
10:40 a. m.	80	—	—
10:50 a. m.	90	—	—
11:00 a. m.	100	—	—
11:10 a. m.	110	—	—



**INSTRUMENTO N°01**  
**ENsayo de ASENTAMIENTO DEL CONCRETO**  
**NTP 339.035 - ASTM C143**

**DISEÑO DE MEZCLA ENSAYADA:** AB-0.01

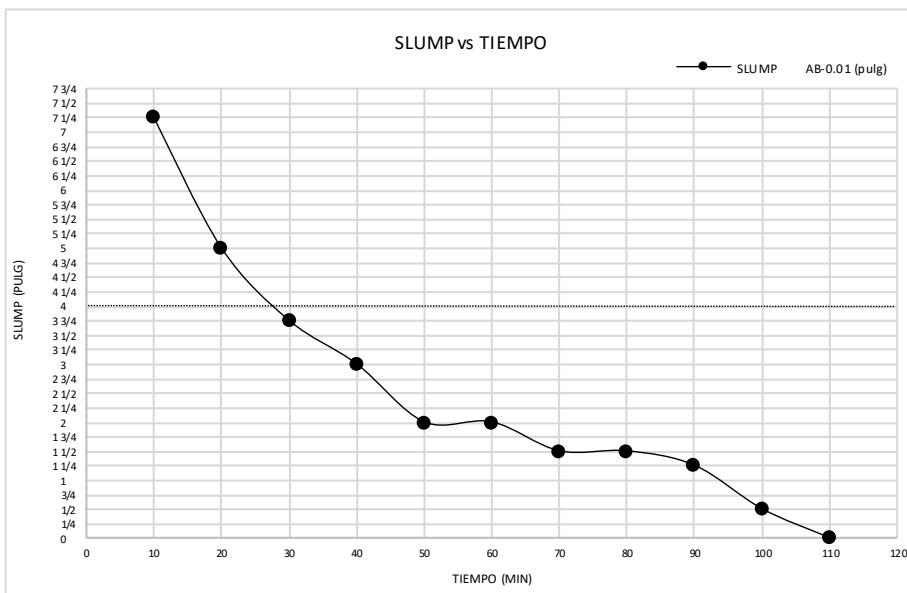
**FECHA:** 04 de marzo de 2020

**Tesis : MANTENSOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA**

**Elaborado: RICHARD HUGO REYMONDO GAMARRA**

**DATOS Y RESULTADOS DE LOS ENSAYOS**

TIEMPO REAL (hrs:min)	TIEMPO ABSOLUTO ACUMULADO (minutos)	SLUMP AB-0.01 (pulg)	SLUMP (cm)
09:20 a. m.	0		
09:30 a. m.	10	7 1/4	18.42
09:40 a. m.	20	5	12.70
09:50 a. m.	30	3 3/4	9.53
10:00 a. m.	40	3	7.62
10:10 a. m.	50	2	5.08
10:20 a. m.	60	2	5.08
10:30 a. m.	70	1 1/2	3.81
10:40 a. m.	80	1 1/2	3.81
10:50 a. m.	90	1 1/4	3.18
11:00 a. m.	100	1/2	1.27
11:10 a. m.	110	—	—



**INSTRUMENTO N°01**  
**ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO**  
**NTP 339.035 - ASTM C143**

**DISEÑO DE MEZCLA ENSAYADA:** AB-0.07

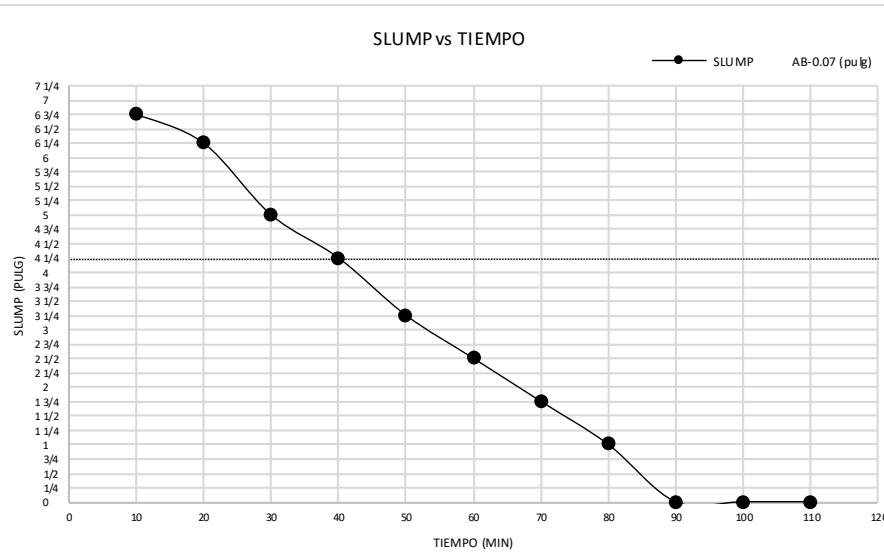
**FECHA:** 04 de marzo de 2020

**Tesis :** MANTENSOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOM BEADO  
ADICIONADO CON SACAROSA

**Elaborado:** RICHARD HUGO REYMONDO GAMARRA

**DATOS Y RESULTADOS DE LOS ENSAYOS**

TIEMPO REAL (hrs:min)	TIEMPO ABSOLUTO ACUMULADO (minutos)	SLUMP AB-0.07 (pulg)	SLUMP (cm)
09:20 a. m.	0		
09:30 a. m.	10	6 3/4	17.15
09:40 a. m.	20	6 1/4	15.88
09:50 a. m.	30	5	12.70
10:00 a. m.	40	4 1/4	10.80
10:10 a. m.	50	3 1/4	8.26
10:20 a. m.	60	2 1/2	6.35
10:30 a. m.	70	1 3/4	4.45
10:40 a. m.	80	1	2.54
10:50 a. m.	90	—	—
11:00 a. m.	100	—	—
11:10 a. m.	110	—	—



**INSTRUMENTO N°01**  
**ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO**  
**NTP 339.035 - ASTM C143**

**DISEÑO DE MEZCLA ENSAYADA:** AB-0.14

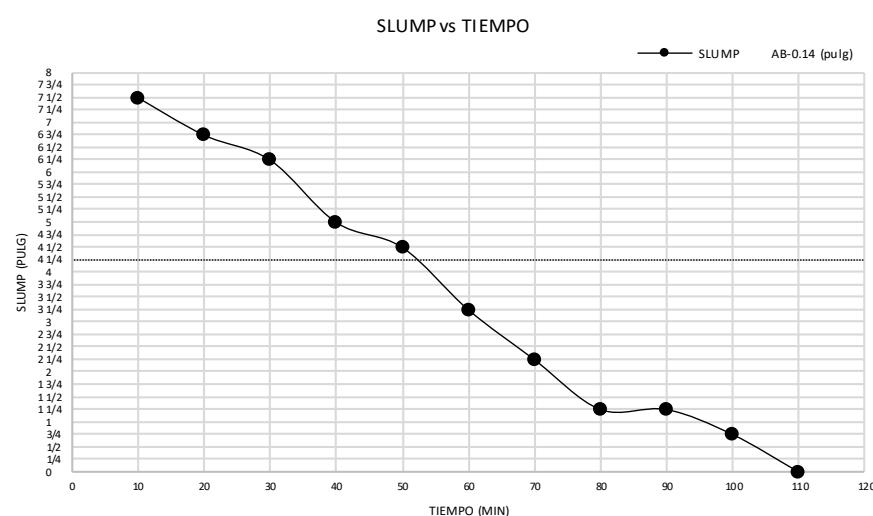
**FECHA:** 04 de marzo de 2020

**Tesis : MANTENSOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA**

**Elaborado: RICHARD HUGO REYMUNDO GAMARRA**

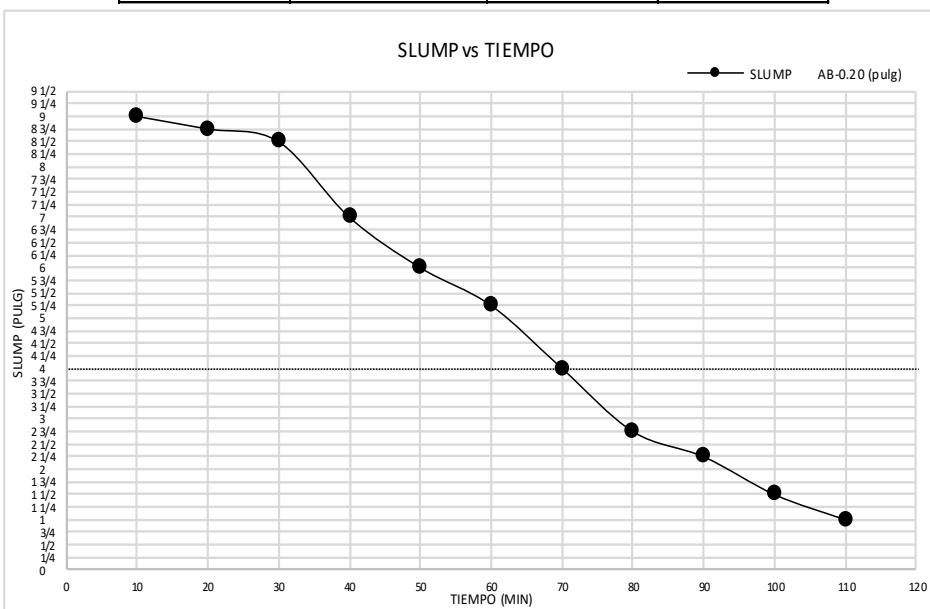
**DATOS Y RESULTADOS DE LOS ENSAYOS**

TIEMPO REAL (hrs:min)	TIEMPO ABSOLUTO ACUMULADO (minutos)	SLUMP AB-0.14 (pulg)	SLUMP (cm)
09:20 a. m.	0		
09:30 a. m.	10	7 1/2	19.05
09:40 a. m.	20	6 3/4	17.15
09:50 a. m.	30	6 1/4	15.88
10:00 a. m.	40	5	12.70
10:10 a. m.	50	4 1/2	11.43
10:20 a. m.	60	3 1/4	8.26
10:30 a. m.	70	2 1/4	5.72
10:40 a. m.	80	1 1/4	3.18
10:50 a. m.	90	1 1/4	3.18
11:00 a. m.	100	3/4	1.91
11:10 a. m.	110	—	—



**DISEÑO DE MEZCLA ENSAYADA: AB-0.20****FECHA:** 04 de marzo de 2020**Tesis : MANTENSOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOMBEADO  
ADICIONADO CON SACAROSA****Elaborado: RICHARD HUGO REYMUNDO GAMARRA****DATOS Y RESULTADOS DE LOS ENSAYOS**

TIEMPO REAL (hrs:min)	TIEMPO ABSOLUTO ACUMULADO (minutos)	SLUMP AB-0.20 (pulg)	SLUMP (cm)
09:20 a. m.	0		
09:30 a. m.	10	9	22.86
09:40 a. m.	20	8 3/4	22.23
09:50 a. m.	30	8 1/2	21.59
10:00 a. m.	40	7	17.78
10:10 a. m.	50	6	15.24
10:20 a. m.	60	5 1/4	13.34
10:30 a. m.	70	4	10.16
10:40 a. m.	80	2 3/4	6.99
10:50 a. m.	90	2 1/4	5.72
11:00 a. m.	100	1 1/2	3.81
11:10 a. m.	110	1	2.54



**DISEÑO DE MEZCLA ENSAYADA: AB-0.25**

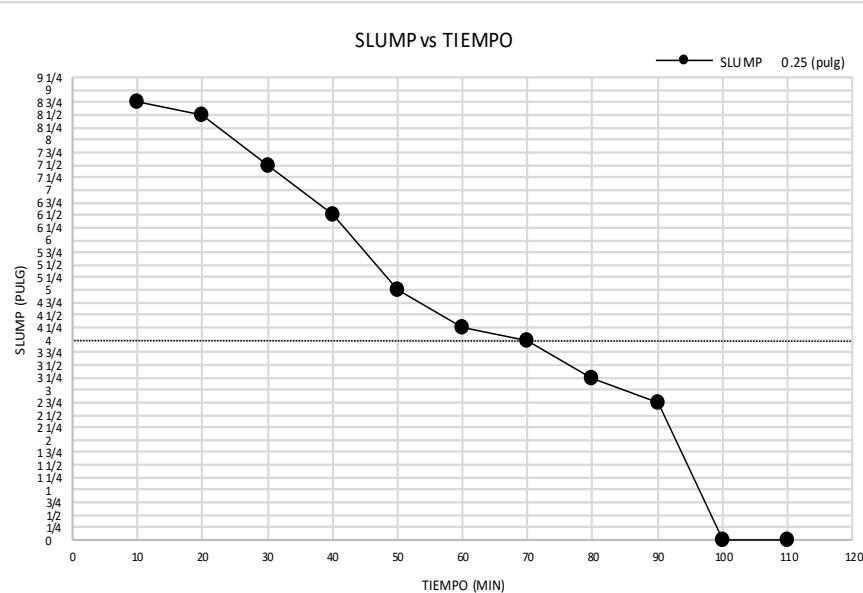
**FECHA:** 04 de marzo de 2020

**Tesis : MANTENSOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA**

**Elaborado: RICHARD HUGO REYMUNDO GAMARRA**

### DATOS Y RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

TIEMPO REAL (hrs:min)	TIEMPO ABSOLUTO ACUMULADO (minutos)	SLUMP 0.25 (pulg)	SLUMP (cm)
09:20 a. m.	0		
09:30 a. m.	10	8 3/4	22.23
09:40 a. m.	20	8 1/2	21.59
09:50 a. m.	30	7 1/2	19.05
10:00 a. m.	40	6 1/2	16.51
10:10 a. m.	50	5	12.70
10:20 a. m.	60	4 1/4	10.80
10:30 a. m.	70	4	10.16
10:40 a. m.	80	3 1/4	8.26
10:50 a. m.	90	2 3/4	6.99
11:00 a. m.	100	—	—
11:10 a. m.	110	—	—



<b>DISEÑO DE MEZCLA ENSAYADA: AB-0.28</b>			
<b>FECHA:</b> 04 de marzo de 2020			
<b>Tesis : MANTENSOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA</b>			
<b>Elaborado: RICHARD HUGO REYMONDO GAMARRA</b>			
<b>DATOS Y RESULTADOS DE LOS ENSAYOS</b>			
<b>TIEMPO REAL (hrs:min)</b>	<b>TIEMPO ABSOLUTO ACUMULADO (minutos)</b>	<b>SLUMP AB-0.28 (pulg)</b>	<b>SLUMP (cm)</b>
09:20 a. m.	0		
09:30 a. m.	10	8	20.32
09:40 a. m.	20	7 3/4	19.69
09:50 a. m.	30	6 3/4	17.15
10:00 a. m.	40	6 1/2	16.51
10:10 a. m.	50	5 1/2	13.97
10:20 a. m.	60	4 1/2	11.43
10:30 a. m.	70	3 3/4	9.53
10:40 a. m.	80	2 1/2	6.35
10:50 a. m.	90	2	5.08
11:00 a. m.	100	—	—
11:10 a. m.	110	—	—

**SLUMP vs TIEMPO**

TIEMPO (MIN)	SLUMP (PULG)
10	8 1/4
20	7 3/4
30	6 3/4
40	6 1/2
50	5 1/2
60	4 1/2
70	3 3/4
80	2 1/2
90	2
100	—
110	—

<b>DISEÑO DE MEZCLA ENSAYADA: AB-0.34</b>			
<b>FECHA:</b> 04 de marzo de 2020			
<b>Tesis : MANTENSOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA</b>			
<b>Elaborado: RICHARD HUGO REYMUNDO GAMARRA</b>			
<b>DATOS Y RESULTADOS DE LOS ENSAYOS</b>			
<b>TIEMPO REAL (hrs:min)</b>	<b>TIEMPO ABSOLUTO ACUMULADO (minutos)</b>	<b>SLUMP AB-0.34 (pulg)</b>	<b>SLUMP (cm)</b>
09:20 a. m.	0		
09:30 a. m.	10	9 3/4	24.77
09:40 a. m.	20	8 1/2	21.59
09:50 a. m.	30	8 1/4	20.96
10:00 a. m.	40	7 1/2	19.05
10:10 a. m.	50	7	17.78
10:20 a. m.	60	4 3/4	12.07
10:30 a. m.	70	3 1/2	8.89
10:40 a. m.	80	3	7.62
10:50 a. m.	90	2 3/4	6.99
11:00 a. m.	100	—	—
11:10 a. m.	110	—	—

**SLUMP vs TIEMPO**

The graph plots Slump (inches) on the y-axis against Time (minutes) on the x-axis. The y-axis has major ticks every 1/4 inch, ranging from 0 to 10 1/4. The x-axis has major ticks every 10 minutes, ranging from 0 to 120. A series of data points is plotted, showing a sharp initial drop in slump followed by a more gradual decline. A horizontal dashed line is drawn at approximately 4 3/4 inches, which the slump values cross at approximately 60 minutes.

Tiempo (min)	Slump (inches)
10	10 1/4
20	8 3/4
30	8 1/2
40	7 1/2
50	6 3/4
60	4 3/4
70	3 1/2
80	3
90	2 3/4
100	1 1/2
110	1 1/2

<b>DISEÑO DE MEZCLA ENSAYADA: AB-0.40</b>			
<b>FECHA:</b> 04 de marzo de 2020			
<b>Tesis : MANTENSOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOM BEADO ADICIONADO CON SACAROSA</b>			
<b>Elaborado: RICHARD HUGO REYMUNDO GAMARRA</b>			
<b>DATOS Y RESULTADOS DE LOS ENSAYOS</b>			
<b>TIEMPO REAL (hrs:min)</b>	<b>TIEMPO ABSOLUTO ACUMULADO (minutos)</b>	<b>SLUMP AB-0.40 (pulg)</b>	<b>SLUMP (cm)</b>
09:20 a. m.	0		
09:30 a. m.	10	8	20.32
09:40 a. m.	20	7 3/4	19.69
09:50 a. m.	30	7 1/2	19.05
10:00 a. m.	40	7 1/4	18.42
10:10 a. m.	50	5 3/4	14.61
10:20 a. m.	60	4 1/4	10.80
10:30 a. m.	70	2 1/4	5.72
10:40 a. m.	80	—	—
10:50 a. m.	90	—	—
11:00 a. m.	100	—	—
11:10 a. m.	110	—	—

**SLUMP vs TIEMPO**

● SLUMP AB-0.40 (pulg)

TIEMPO (MIN)	SLUMP (INCHES)
10	7.5
20	7.2
30	7.0
40	6.5
50	5.5
60	4.0
70	2.0
80	0.0
90	0.0
100	0.0
110	0.0

## ANEXO C: INSTRUMENTO N°2 TIEMPO DE FRAGUADO

Anexo C.2a

### INSTRUMENTO N°02

#### ENSAYO DE RESISTENCIA ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ N.T.P. 339.082 / ASTM C 403

Tesis : MANTENSOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA

Elaborado: RICHARD HUGO REYMUNDO GAMARRA

Fecha: 04-03-2021

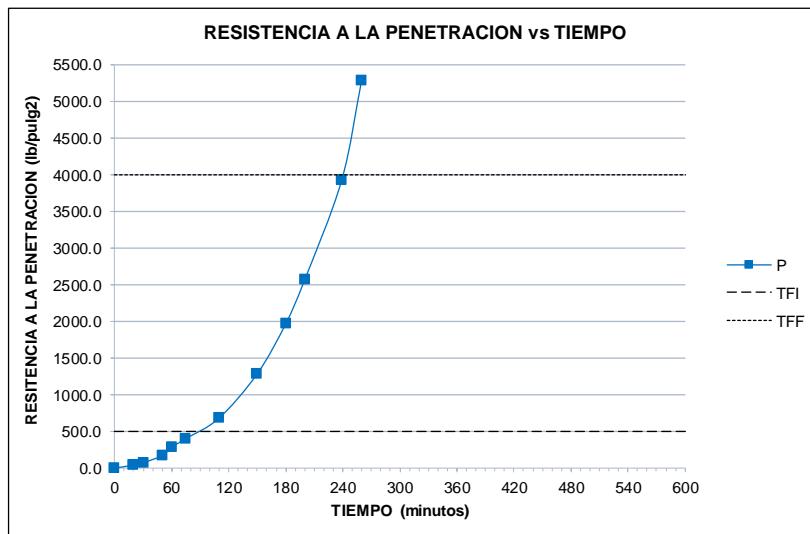
## 1.- NOMENCLATURA:

CODIGO	DOSIS SACAROSA	CANTIDAD SACAROSA kg/ bls cemento
P	PATRON $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$	0.000
AB-0.01	0.01% SACAROSA	0.004
AB-0.07	0.07% SACAROSA	0.030
AB-0.14	0.14% SACAROSA	0.060
AB-0.20	0.20% SACAROSA	0.085
AB-0.25	0.25% SACAROSA	0.106
AB-0.28	0.28% SACAROSA	0.119
AB-0.34	0.34% SACAROSA	0.145
AB-0.40	0.40% SACAROSA	0.170

## 2.- CUADROS DE RESULTADOS:

PATRON $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	P
-------------------------------------	---

TIEMPO REAL (hrs:min)	TIEMPO ABSOLUTO ACUMULADO (hrs:min)	TIEMPO ABSOLUTO ACUMULADO (minutos)	AREA DE AGUJA UTILIZADA (pulg <sup>2</sup> )	FUERZA APLICADA (lb)	RESISTENCIA A LA PENETRACION (lb/pulg <sup>2</sup> )
09:30 a. m.	00:00	0	—	—	0.0
09:50 a. m.	00:20	20	1.000	40.0	40.0
10:00 a. m.	00:30	30	0.500	36.0	72.0
10:20 a. m.	00:50	50	0.250	42.0	168.0
10:30 a. m.	01:00	60	0.100	28.0	280.0
10:45 a. m.	01:15	75	0.050	20.0	400.0
11:20 a. m.	01:50	110	0.050	34.0	680.0
12:00 p. m.	02:30	150	0.025	32.0	1280.0
12:30 p. m.	03:00	180	0.025	49.0	1960.0
12:50 p. m.	03:20	200	0.025	64.0	2560.0
01:29 p. m.	03:59	239	0.025	98.0	3920.0
01:50 p. m.	04:20	260	0.025	132.0	5280.0



TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL (TFI) :	85	min	01:25	hrs:min
TIEMPO DE FRAGUADO FINAL (TFF) :	240	min	04:00	hrs:min

## Anexo C.2b

## INSTRUMENTO N°02

ENSAYO DE RESISTENCIA ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ 

N.T.P. 339.082 / ASTM C 403

Tesis : MANTENSOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA  
 Elaborado: RICHARD HUGO REYMUNDO GAMARRA  
 Fecha: 04-03-2021

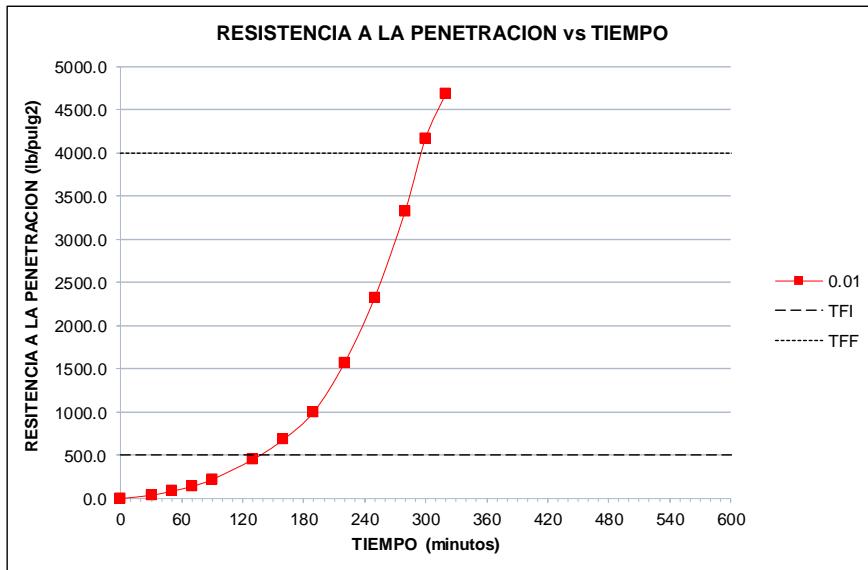
## 1.- NOMENCLATURA:

CODIGO	DOSIS SACAROSA	CANTIDAD SACAROSA kg/ bls cemento
P	PATRON $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	0.000
AB-0.01	0.01% SACAROSA	0.004
AB-0.07	0.07% SACAROSA	0.030
AB-0.14	0.14% SACAROSA	0.060
AB-0.20	0.20% SACAROSA	0.085
AB-0.25	0.25% SACAROSA	0.106
AB-0.28	0.28% SACAROSA	0.119
AB-0.34	0.34% SACAROSA	0.145
AB-0.40	0.40% SACAROSA	0.170

## 2.- CUADROS DE RESULTADOS:

0.01% SACAROSA	AB-0.01
----------------	---------

TIEMPO REAL (hrs:min)	TIEMPO ABSOLUTO ACUMULADO (hrs:min)	TIEMPO ABSOLUTO ACUMULADO (minutos)	AREA DE AGUJA UTILIZADA (pulg <sup>2</sup> )	FUERZA APPLICADA (lb)	RESISTENCIA A LA PENETRACION (lb/pulg <sup>2</sup> )
09:30 a. m.	00:00	0	—	—	0.0
10:00 a. m.	00:30	30	1.000	38.0	38.0
10:20 a. m.	00:50	50	0.500	42.0	84.0
10:40 a. m.	01:10	70	0.250	35.0	140.0
11:00 a. m.	01:30	90	0.250	55.0	220.0
11:40 a. m.	02:10	130	0.100	45.0	450.0
12:10 p. m.	02:40	160	0.050	34.0	680.0
12:40 p. m.	03:10	190	0.050	50.0	1000.0
01:10 p. m.	03:40	220	0.025	39.0	1560.0
01:40 p. m.	04:10	250	0.025	58.0	2320.0
02:10 p. m.	04:40	280	0.025	83.0	3320.0
02:30 p. m.	05:00	300	0.025	104.0	4160.0
02:50 p. m.	05:20	320	0.025	117.0	4680.0



TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL (TFI) :	132	min	02:12	hrs:min
TIEMPO DE FRAGUADO FINAL (TFF) :	295	min	04:55	hrs:min

## Anexo C.2c

## INSTRUMENTO N°02

ENSAYO DE RESISTENCIA ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ 

N.T.P. 339.082 / ASTM C 403

Tesis : MANTENSOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA  
 Elaborado: RICHARD HUGO REYMUNDO GAMARRA

Fecha: 04-03-2021

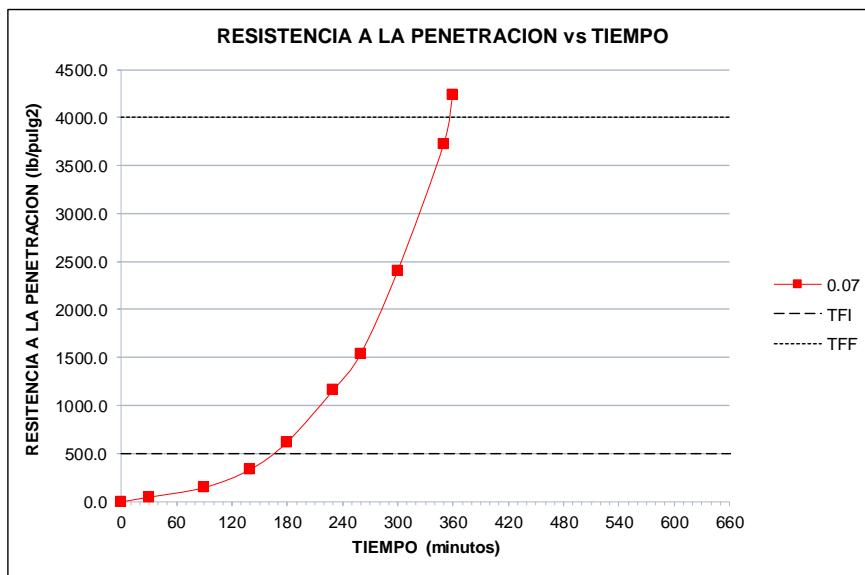
## 1.- NOMENCLATURA:

CODIGO	DOSIS SACAROSA	CANTIDAD SACAROSA kg/ bls cemento
P	PATRON $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	0.000
AB-0.01	0.01% SACAROSA	0.004
AB-0.07	0.07% SACAROSA	0.030
AB-0.14	0.14% SACAROSA	0.060
AB-0.20	0.20% SACAROSA	0.085
AB-0.25	0.25% SACAROSA	0.106
AB-0.28	0.28% SACAROSA	0.119
AB-0.34	0.34% SACAROSA	0.145
AB-0.40	0.40% SACAROSA	0.170

## 2.- CUADROS DE RESULTADOS:

0.07% SACAROSA	AB-0.07
----------------	---------

TIEMPO REAL (hrs:min)	TIEMPO ABSOLUTO ACUMULADO (hrs:min)	TIEMPO ABSOLUTO ACUMULADO (minutos)	AREA DE AGUJA UTILIZADA (pulg <sup>2</sup> )	FUERZA APPLICADA (lb)	RESISTENCIA A LA PENETRACION (lb/pulg <sup>2</sup> )
09:30 a. m.	00:00	0	—	—	0.0
10:00 a. m.	00:30	30	1.000	48.0	48.0
11:00 a. m.	01:30	90	0.500	74.0	148.0
11:50 a. m.	02:20	140	0.250	84.0	336.0
12:30 p. m.	03:00	180	0.100	62.0	620.0
01:20 p. m.	03:50	230	0.050	58.0	1160.0
01:50 p. m.	04:20	260	0.050	77.0	1540.0
02:30 p. m.	05:00	300	0.025	60.0	2400.0
03:20 p. m.	05:50	350	0.025	93.0	3720.0
03:30 p. m.	06:00	360	0.025	106.0	4240.0



TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL (TFI) :	165	min	02:45	hrs:min
TIEMPO DE FRAGUADO FINAL (TFF) :	355	min	05:55	hrs:min

## Anexo C.2d

INSTRUMENTO N°02
<b>ENSAYO DE RESISTENCIA ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO <math>f'c=210 \text{ kg/cm}^2</math></b>
<b>N.T.P. 339.082 / ASTM C 403</b>

Tesis : MANTENSOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA  
 Elaborado: RICHARD HUGO REYMUNDO GAMARRA  
 Fecha: 04-03-2021

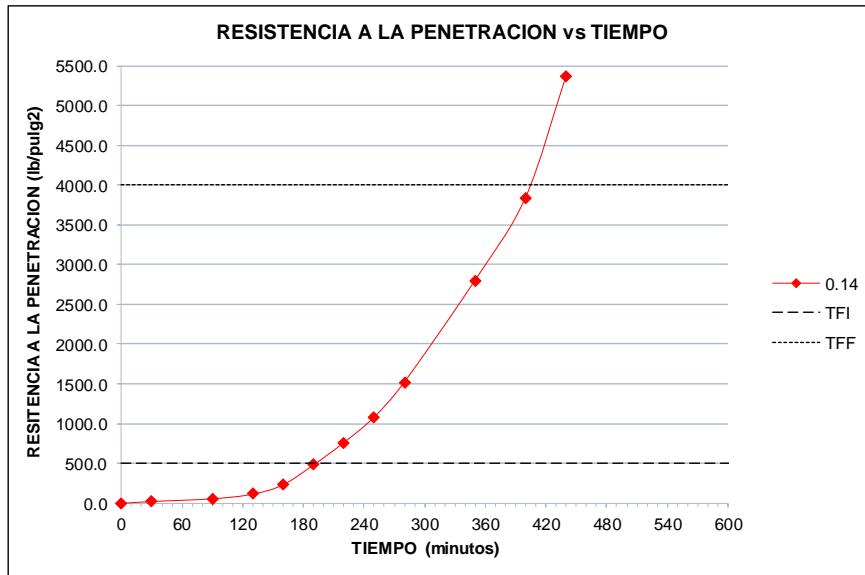
## 1.- NOMENCLATURA:

CODIGO	DOSIS SACAROSA	CANTIDAD SACAROSA kg/bls cemento
<b>P</b>	PATRON $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	0.000
<b>AB-0.01</b>	0.01% SACAROSA	0.004
<b>AB-0.07</b>	0.07% SACAROSA	0.030
<b>AB-0.14</b>	0.14% SACAROSA	0.060
<b>AB-0.20</b>	0.20% SACAROSA	0.085
<b>AB-0.25</b>	0.25% SACAROSA	0.106
<b>AB-0.28</b>	0.28% SACAROSA	0.119
<b>AB-0.34</b>	0.34% SACAROSA	0.145
<b>AB-0.40</b>	0.40% SACAROSA	0.170

## 2.- CUADROS DE RESULTADOS:

0.14% SACAROSA	AB-0.14
----------------	---------

TIEMPO REAL (hrs:min)	TIEMPO ABSOLUTO ACUMULADO (hrs:min)	TIEMPO ABSOLUTO ACUMULADO (minutos)	AREA DE AGUJA UTILIZADA (pulg <sup>2</sup> )	FUERZA APlicada (lb)	RESISTENCIA A LA PENETRACION (lb/pulg <sup>2</sup> )
09:30 a.m.	00:00	0	—	—	0.0
10:00 a.m.	00:30	30	1.000	24.0	24.0
11:00 a.m.	01:30	90	0.500	29.0	58.0
11:40 a.m.	02:10	130	0.250	29.0	116.0
12:10 p. m.	02:40	160	0.250	58.0	232.0
12:40 p. m.	03:10	190	0.100	48.0	480.0
01:10 p. m.	03:40	220	0.050	38.0	760.0
01:40 p. m.	04:10	250	0.050	54.0	1080.0
02:10 p. m.	04:40	280	0.025	38.0	1520.0
03:20 p. m.	05:50	350	0.025	70.0	2800.0
04:10 p. m.	06:40	400	0.025	96.0	3840.0
04:50 p. m.	07:20	440	0.025	134.0	5360.0



TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL (TFI) :	192	min	03:12	hrs:min
TIEMPO DE FRAGUADO FINAL (TFF) :	405	min	06:45	hrs:min

## Anexo C.2e

## INSTRUMENTO N°02

ENSAYO DE RESISTENCIA ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$   
N.T.P. 339.082 / ASTM C 403

Tesis : MANTENSOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA  
 Elaborado: RICHARD HUGO REYMUNDO GAMARRA  
 Fecha: 04-03-2021

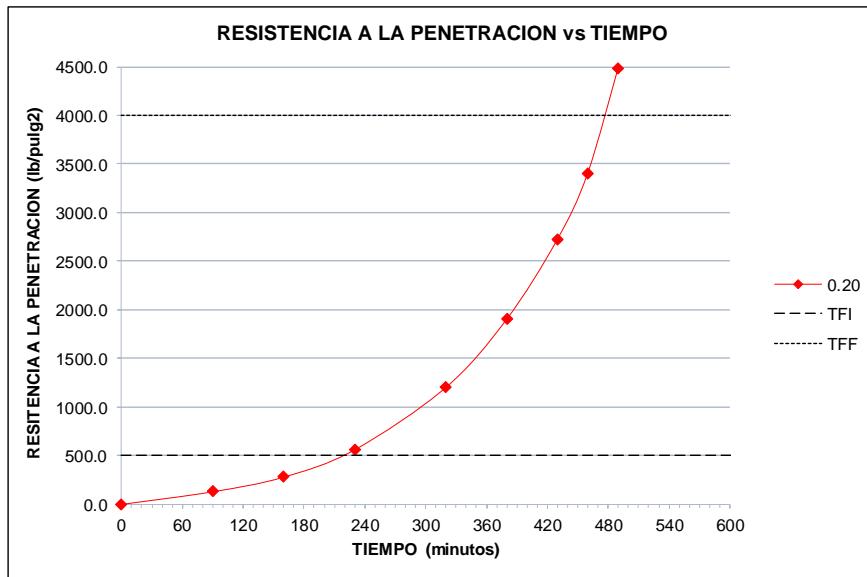
## 1.- NOMENCLATURA:

CODIGO	DOSIS SACAROSA	CANTIDAD SACAROSA kg/bls cemento
P	PATRON $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$	0.000
AB-0.01	0.01% SACAROSA	0.004
AB-0.07	0.07% SACAROSA	0.030
AB-0.14	0.14% SACAROSA	0.060
AB-0.20	0.20% SACAROSA	0.085
AB-0.25	0.25% SACAROSA	0.106
AB-0.28	0.28% SACAROSA	0.119
AB-0.34	0.34% SACAROSA	0.145
AB-0.40	0.40% SACAROSA	0.170

## 2.- CUADROS DE RESULTADOS:

0.20% SACAROSA	AB-0.20
----------------	---------

TIEMPO REAL (hrs:min)	TIEMPO ABSOLUTO ACUMULADO (hrs:min)	TIEMPO ABSOLUTO ACUMULADO (minutos)	AREA DE AGUJA UTILIZADA (pulg <sup>2</sup> )	FUERZA APLICADA (lb)	RESISTENCIA A LA PENETRACION (lb/pulg <sup>2</sup> )
09:30 a.m.	00:00	0	—	—	0.0
11:00 a.m.	01:30	90	1.000	130.0	130.0
12:10 p.m.	02:40	160	0.500	140.0	280.0
01:20 p.m.	03:50	230	0.250	140.0	560.0
02:50 p.m.	05:20	320	0.100	120.0	1200.0
03:50 p.m.	06:20	380	0.050	95.0	1900.0
04:40 p.m.	07:10	430	0.025	68.0	2720.0
05:10 p.m.	07:40	460	0.025	85.0	3400.0
05:40 p.m.	08:10	490	0.025	112.0	4480.0



TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL (TFI) :	390	min	06:30	hrs:min
TIEMPO DE FRAGUADO FINAL (TFF) :	474	min	07:54	hrs:min

## Anexo C.2f

INSTRUMENTO N°02
<b>ENSAYO DE RESISTENCIA ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO <math>f'c=210 \text{ kg/cm}^2</math></b>
<b>N.T.P. 339.082 / ASTM C 403</b>

Tesis : MANTENSOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA  
 Elaborado: RICHARD HUGO REYMUNDO GAMARRA  
 Fecha: 04-03-2021

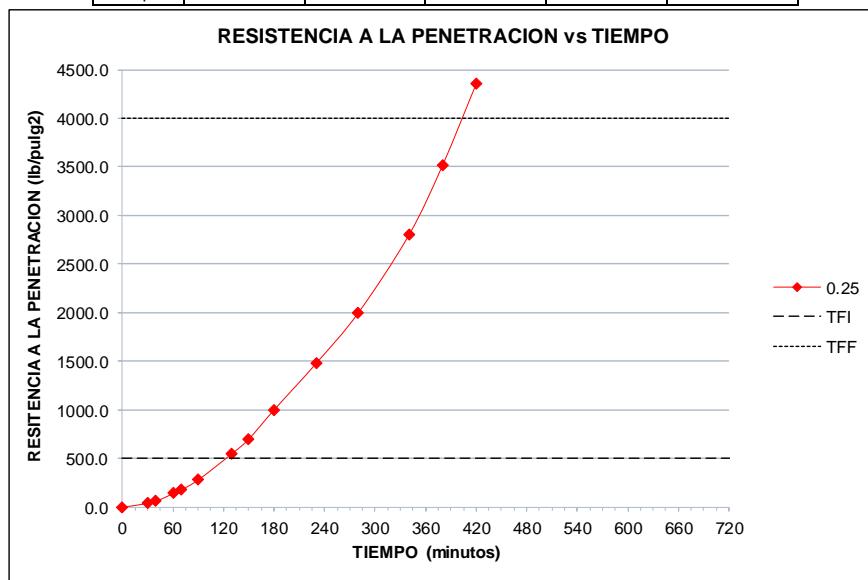
## 1.- NOMENCLATURA:

CODIGO	DOSIS SACAROSA	CANTIDAD SACAROSA kg/ bls cemento
<b>P</b>	PATRON $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	0.000
<b>AB-0.01</b>	0.01% SACAROSA	0.004
<b>AB-0.07</b>	0.07% SACAROSA	0.030
<b>AB-0.14</b>	0.14% SACAROSA	0.060
<b>AB-0.20</b>	0.20% SACAROSA	0.085
<b>AB-0.25</b>	0.25% SACAROSA	0.106
<b>AB-0.28</b>	0.28% SACAROSA	0.119
<b>AB-0.34</b>	0.34% SACAROSA	0.145
<b>AB-0.40</b>	0.40% SACAROSA	0.170

## 2.- CUADROS DE RESULTADOS:

0.25% SACAROSA	AB-0.25
----------------	---------

TIEMPO REAL (hrs:min)	TIEMPO ABSOLUTO ACUMULADO (hrs:min)	TIEMPO ABSOLUTO ACUMULADO (minutos)	AREA DE AGUJA UTILIZADA (pulg2)	FUERZA APPLICADA (lb)	RESISTENCIA A LA PENETRACION (lb/pulg2)
09:30 a.m.	00:00	0	—	—	0.0
10:00 a.m.	00:30	30	1.000	40.0	40.0
10:10 a.m.	00:40	40	1.000	60.0	60.0
10:30 a.m.	01:00	60	0.500	70.0	140.0
10:40 a.m.	01:10	70	0.500	90.0	180.0
11:00 a.m.	01:30	90	0.250	70.0	280.0
11:40 a.m.	02:10	130	0.100	55.0	550.0
12:00 p. m.	02:30	150	0.100	70.0	700.0
12:30 p. m.	03:00	180	0.050	50.0	1000.0
01:20 p. m.	03:50	230	0.025	37.0	1480.0
02:10 p. m.	04:40	280	0.025	50.0	2000.0
03:10 p. m.	05:40	340	0.025	70.0	2800.0
03:50 p. m.	06:20	380	0.025	88.0	3520.0
04:30 p. m.	07:00	420	0.025	109.0	4360.0



TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL (TFI) :	125	min	02:05	hrs:min
TIEMPO DE FRAGUADO FINAL (TFF) :	402	min	06:42	hrs:min

## Anexo C.2g

INSTRUMENTO N°02
<b>ENSAYO DE RESISTENCIA ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO <math>f'c=210 \text{ kg/cm}^2</math></b>
<b>N.T.P. 339.082 / ASTM C 403</b>

Tesis : MANTENSOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA  
 Elaborado: RICHARD HUGO REYMUNDO GAMARRA  
 Fecha: 04-03-2021

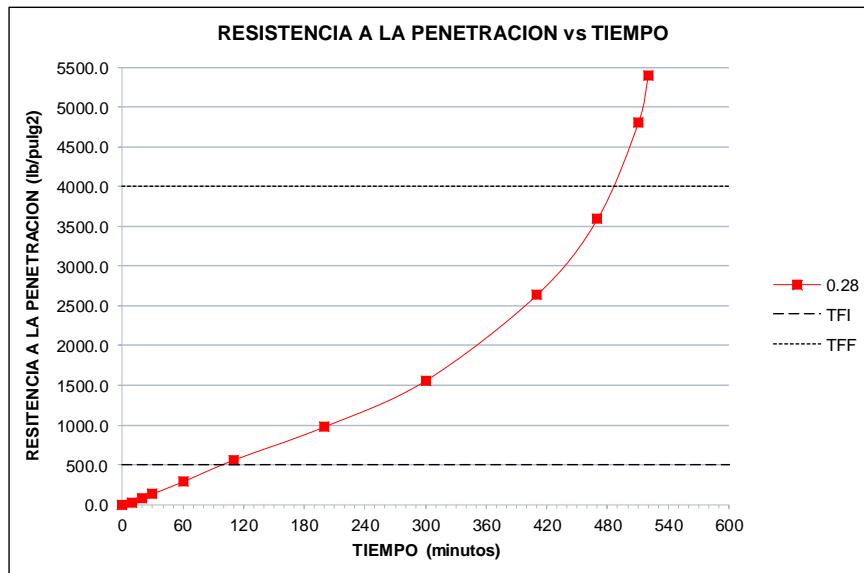
## 1.- NOMENCLATURA:

CODIGO	DOSIS SACAROSA	CANTIDAD SACAROSA kg/bls cemento
<b>P</b>	PATRON $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	0.000
<b>AB-0.01</b>	0.01% SACAROSA	0.004
<b>AB-0.07</b>	0.07% SACAROSA	0.030
<b>AB-0.14</b>	0.14% SACAROSA	0.060
<b>AB-0.20</b>	0.20% SACAROSA	0.085
<b>AB-0.25</b>	0.25% SACAROSA	0.106
<b>AB-0.28</b>	0.28% SACAROSA	0.119
<b>AB-0.34</b>	0.34% SACAROSA	0.145
<b>AB-0.40</b>	0.40% SACAROSA	0.170

## 2.- CUADROS DE RESULTADOS:

0.28% SACAROSA	AB-0.28
----------------	---------

TIEMPO REAL (hrs:min)	TIEMPO ABSOLUTO ACUMULADO (hrs:min)	TIEMPO ABSOLUTO ACUMULADO (minutos)	AREA DE AGUJA UTILIZADA (pulg <sup>2</sup> )	FUERZA APlicada (lb)	RESISTENCIA A LA PENETRACION (lb/pulg <sup>2</sup> )
09:30 a.m.	00:00	0	—	—	0.0
09:40 a.m.	00:10	10	1.000	22.0	22.0
09:50 a.m.	00:20	20	0.500	39.0	78.0
10:00 a.m.	00:30	30	0.500	68.0	136.0
10:30 a.m.	01:00	60	0.250	72.0	288.0
11:20 a.m.	01:50	110	0.100	56.0	560.0
12:50 p.m.	03:20	200	0.050	49.0	980.0
02:30 p.m.	05:00	300	0.025	39.0	1560.0
04:20 p.m.	06:50	410	0.025	66.0	2640.0
05:20 p.m.	07:50	470	0.025	90.0	3600.0
06:00 p.m.	08:30	510	0.025	120.0	4800.0
06:10 p.m.	08:40	520	0.025	135.0	5400.0



TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL (TFI) :	102	min	01:42	hrs:min
TIEMPO DE FRAGUADO FINAL (TFF) :	516	min	08:36	hrs:min

## Anexo C.2h

INSTRUMENTO N°02
<b>ENSAYO DE RESISTENCIA ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO <math>f'_c=210 \text{ kg/cm}^2</math></b>
<b>N.T.P. 339.082 / ASTM C 403</b>

Tesis : MANTENSOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA  
 Elaborado: RICHARD HUGO REYMUNDO GAMARRA  
 Fecha: 04-03-2021

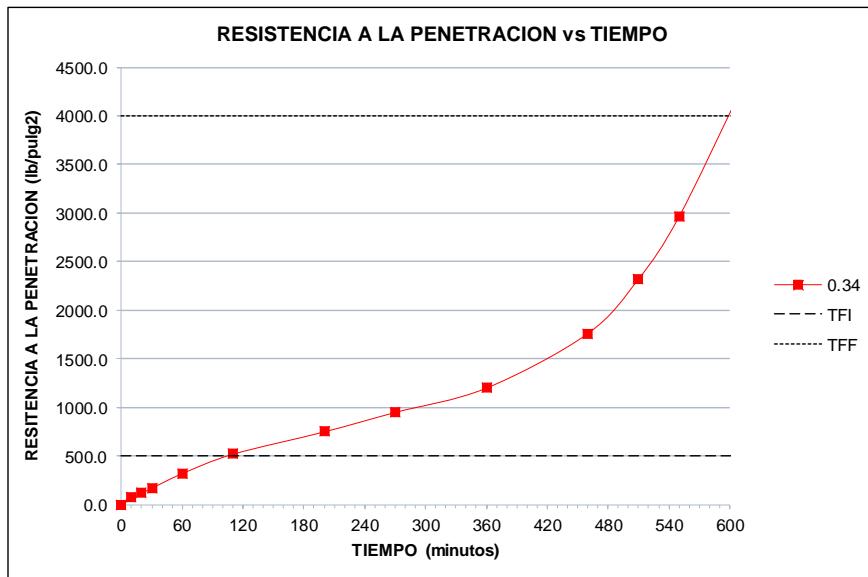
## 1.- NOMENCLATURA:

CODIGO	DOSIS SACAROSA	CANTIDAD SACAROSA kg/bls cemento
P	PATRON $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$	0.000
AB-0.01	0.01% SACAROSA	0.004
AB-0.07	0.07% SACAROSA	0.030
AB-0.14	0.14% SACAROSA	0.060
AB-0.20	0.20% SACAROSA	0.085
AB-0.25	0.25% SACAROSA	0.106
AB-0.28	0.28% SACAROSA	0.119
AB-0.34	0.34% SACAROSA	0.145
AB-0.40	0.40% SACAROSA	0.170

## 2.- CUADROS DE RESULTADOS:

0.34% SACAROSA	AB-0.34
----------------	---------

TIEMPO REAL (hrs:min)	TIEMPO ABSOLUTO ACUMULADO (hrs:min)	TIEMPO ABSOLUTO ACUMULADO (minutos)	AREA DE AGUJA UTILIZADA (pulg <sup>2</sup> )	FUERZA APPLICADA (lb)	RESISTENCIA A LA PENETRACION (lb/pulg <sup>2</sup> )
09:30 a.m.	00:00	0	—	—	0.0
09:40 a.m.	00:10	10	1.000	80.0	80.0
09:50 a.m.	00:20	20	1.000	120.0	120.0
10:00 a.m.	00:30	30	1.000	170.0	170.0
10:30 a.m.	01:00	60	0.500	160.0	320.0
11:20 a.m.	01:50	110	0.250	130.0	520.0
12:50 p.m.	03:20	200	0.100	75.0	750.0
02:00 p.m.	04:30	270	0.100	95.0	950.0
03:30 p.m.	06:00	360	0.050	60.0	1200.0
05:10 p.m.	07:40	460	0.025	44.0	1760.0
06:00 p.m.	08:30	510	0.025	58.0	2320.0
06:40 p.m.	09:10	550	0.025	74.0	2960.0
07:40 p.m.	10:10	610	0.025	106.0	4240.0



TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL (TFI) :	98	min	01:38	hrs:min
TIEMPO DE FRAGUADO FINAL (TFF) :	600	min	10:00	hrs:min

## Anexo C.2i

INSTRUMENTO N°02
<b>ENSAYO DE RESISTENCIA ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO <math>f'_c=210 \text{ kg/cm}^2</math></b>
<b>N.T.P. 339.082 / ASTM C 403</b>

Tesis : MANTENSOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA  
 Elaborado: RICHARD HUGO REYMUNDO GAMARRA  
 Fecha: 04-03-2021

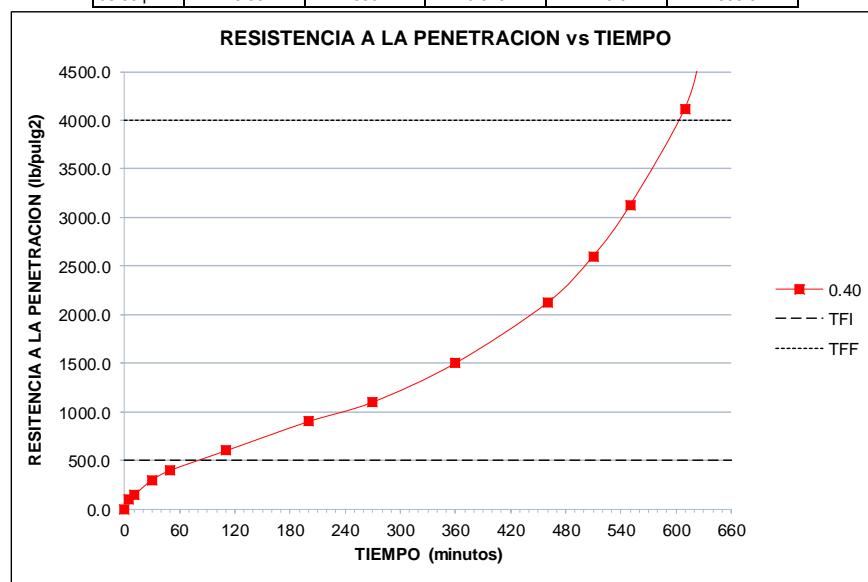
## 1.- NOMENCLATURA:

CODIGO	DOSIS SACAROSA	CANTIDAD SACAROSA kg/ bls cemento
<b>P</b>	PATRON $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$	0.000
<b>AB-0.01</b>	0.01% SACAROSA	0.004
<b>AB-0.07</b>	0.07% SACAROSA	0.030
<b>AB-0.14</b>	0.14% SACAROSA	0.060
<b>AB-0.20</b>	0.20% SACAROSA	0.085
<b>AB-0.25</b>	0.25% SACAROSA	0.106
<b>AB-0.28</b>	0.28% SACAROSA	0.119
<b>AB-0.34</b>	0.34% SACAROSA	0.145
<b>AB-0.40</b>	0.40% SACAROSA	0.170

## 2.- CUADROS DE RESULTADOS:

0.40% SACAROSA	AB-0.40
----------------	---------

TIEMPO REAL (hrs:min)	TIEMPO ABSOLUTO ACUMULADO (hrs:min)	TIEMPO ABSOLUTO ACUMULADO (minutos)	AREA DE AGUJA UTILIZADA (pulg2)	FUERZA APPLICADA (lb)	RESISTENCIA A LA PENETRACION (lb/pulg2)
09:30 a.m.	00:00	0	—	—	0.0
09:35 a.m.	00:05	5	1.000	100.0	100.0
09:40 a.m.	00:10	10	1.000	140.0	140.0
10:00 a.m.	00:30	30	0.500	150.0	300.0
10:20 a.m.	00:50	50	0.500	200.0	400.0
11:20 a.m.	01:50	110	0.250	150.0	600.0
12:50 p.m.	03:20	200	0.100	90.0	900.0
02:00 p.m.	04:30	270	0.100	110.0	1100.0
03:30 p.m.	06:00	360	0.050	75.0	1500.0
05:10 p.m.	07:40	460	0.025	53.0	2120.0
06:00 p.m.	08:30	510	0.025	65.0	2600.0
06:40 p.m.	09:10	550	0.025	78.0	3120.0
07:40 p.m.	10:10	610	0.025	103.0	4120.0
08:00 p.m.	10:30	630	0.025	120.0	4800.0



TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL (TFI) :	71	min	01:11	hrs:min
TIEMPO DE FRAGUADO FINAL (TFF) :	604	min	10:04	hrs:min

## **ANEXO D: INSTRUMENTO N°03 RESISTENCIA A LA COMPRESSION**

## Anexo D.a

**ANEXO B.3**  
**INSTRUMENTO N°03**  
**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ESPECÍMENES  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$**   
**NTP 339.034 / ASTM C 39**

Tesis: MANTENOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA  
Elaborado: RICHARD HUGO REYMUNDO GAMARRA  
Fecha: 04-03-2020

**DATOS GENERALES:**

**Agregado Fino:** Cantera rio Mantaro, distrito Pilcomayo

**Agregado Grueso:** Cantera rio Mantaro, distrito Pilcomayo

**Cemento:** Andino Portland tipo I

#### **Agua: Potable**

**Adición :** sacar sacarosa

## 1.-NOMENCLATURA

CODIGO	DOSIS SACAROSA	CANTIDAD SACAROSA kg / mls emento
P	PATRON f<=210 kg/cm2	0.000
AB-0.01	0.01% SACAROSA	0.004
AB-0.07	0.07% SACAROSA	0.030
AB-0.14	0.14% SACAROSA	0.060
AB-0.20	0.20% SACAROSA	0.085
AB-0.25	0.25% SACAROSA	0.106
AB-0.28	0.28% SACAROSA	0.119
AB-0.34	0.34% SACAROSA	0.145
AB-0.40	0.40% SACAROSA	0.170

## 2.- CUADROS DE RESULTADOS:

## Anexo D.b

## INSTRUMENTO N°03

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ESPECÍMENES  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ 

NTP 339.034 / ASTM C 39

Tesis: MANTENSOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA  
 Elaborado: RICHARD HUGO REYMUNDO GAMARRA  
 Fecha: 04-03-2020

**DATOS GENERALES:**

Agregado Fino: Cantera rio Mantaro, distrito Pilcomayo

Agregado Grueso: Cantera rio Mantaro, distrito Pilcomayo

Cemento: Andino Portland tipo I

Aguas: Potable

Adición: sacar sacarosa

## 1-NOMENCLATURA

CODIGO	DOSIS SACAROSA	CANTIDAD SACAROSA kg/bls cemento
P	PATRON $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$	0.000
AB-0.01	0.01% SACAROSA	0.004
AB-0.07	0.07% SACAROSA	0.030
AB-0.14	0.14% SACAROSA	0.060
AB-0.20	0.20% SACAROSA	0.085
AB-0.25	0.25% SACAROSA	0.106
AB-0.28	0.28% SACAROSA	0.119
AB-0.34	0.34% SACAROSA	0.145
AB-0.40	0.40% SACAROSA	0.170

## 2.- CUADROS DE RESULTADOS:

ESPECÍMENES DE CONCRETO $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$																			
Dimensiones (cm)		Promedio	Relación h/d	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (Kg)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio de resistencias kg/cm <sup>2</sup>	Desviación estándar de resistencias	Varianza %	Eliminación de datos	Promedio de resistencias	Desviación de resistencias	Varianza %	Datos finales	Promedio de resistencias kg/cm <sup>2</sup>	Dispersion	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	EDAD
PATRON $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$	1	d 10.0 10.0 10.0 10.0	2.007	78.540	12530	159.54	163.34	3	2.04%	159.54	163.34	3	2.04%	159.54	163.34	3.81	04-03-20	07-03-20	Día 3
	2	d 10.1 10.0 10.0 10.0	2.000	79.064	13106	165.76				165.76				165.76			04-03-20	07-03-20	
	3	d 10.0 10.1 10.0 10.0	1.993	79.064	13024	164.73				164.73				164.73			04-03-20	07-03-20	
	1	d 10.0 10.0 10.0 10.0	2.027	79.064	16341	206.68	203.67	3	1.41%	206.68	203.67	3	1.41%	206.68	203.67	2.81	04-03-20	07-03-20	
	2	d 9.9 10.0 10.0 10.0	2.010	78.017	15867	203.38				203.38				203.38			04-03-20	07-03-20	
	3	d 10.1 10.0 10.1 10.1	1.997	79.591	15995	200.96				200.96				200.96			04-03-20	07-03-20	
	1	d 10.0 10.0 10.0 10.0	2.003	78.540	21000	267.38	261.67	8	2.93%	267.38	261.67	8	2.93%	267.38	261.67	5.51	04-03-20	07-03-20	
	2	d 10.0 10.0 10.0 10.0	2.007	78.540	20787	264.67				264.67				264.67			04-03-20	07-03-20	
	3	d 10.0 10.0 10.1 10.0	2.000	79.064	20000	252.95				252.95				252.95			04-03-20	07-03-20	
	1	d 10.0 10.0 10.0 10.0	2.003	78.540	24001	305.59	303.33	2	0.70%	305.59	303.33	2	0.70%	305.59	303.33	1.39	04-03-20	07-03-20	
	2	d 10.0 10.0 10.0 10.0	2.003	78.540	23799	303.02				303.02				303.02			04-03-20	07-03-20	
	3	d 10.0 10.0 10.0 10.0	2.007	78.540	23670	301.38				301.38				301.38			04-03-20	07-03-20	
	1	d 10.1 10.0 10.0 10.0	1.997	79.064	23313	294.86	295.83	5	1.86%	294.86	295.83	5	1.86%	294.86	295.83	3.67	04-03-20	07-03-20	
	2	d 10.0 10.0 10.0 10.0	2.007	78.540	23699	301.74				301.74				301.74			04-03-20	07-03-20	
	3	d 10.0 10.0 10.1 10.0	2.010	79.064	22999	290.89				290.89				290.89			04-03-20	07-03-20	
	1	d 10.1 10.0 10.0 10.0	1.997	79.064	19606	247.97	242.67	5	1.90%	247.97	242.67	5	1.90%	247.97	242.67	3.47	04-03-20	07-03-20	
	2	d 10.0 10.0 10.0 10.0	2.007	78.540	18888	240.48				240.48				240.48			04-03-20	07-03-20	
	3	d 10.0 10.0 10.1 10.0	2.000	79.064	18939	239.54				239.54				239.54			04-03-20	07-03-20	
	1	d 10.0 10.1 9.9 10.0	2.007	78.540	9290	118.28	119.00	1	0.98%	118.28	119.00	1	0.98%	118.28	119.00	1.73	04-03-20	07-03-20	
	2	d 10.0 10.0 10.0 10.0	2.003	78.540	9451	120.34				120.34				120.34			04-03-20	07-03-20	
	3	d 10.0 10.0 10.0 10.0	2.007	78.540	9297	118.38				118.38				118.38			04-03-20	07-03-20	
	1	d 10.0 10.0 9.9 10.0	2.010	78.017	4263	54.64	53.68	1	1.88%	54.64	53.68	1	1.88%	54.64	53.68	3.75	04-03-20	07-03-20	
	2	d 10.0 10.0 10.1 10.0	2.000	79.064	4251	53.76				53.76				53.76			04-03-20	07-03-20	
	3	d 10.0 10.0 9.9 10.0	2.013	78.017	4106	52.63				52.63				52.63			04-03-20	07-03-20	
	1	d 9.9 10.1 10.0 10.0	2.003	78.540	3299	42.00	44.00	2	4.09%	42.00	44.00	2	4.09%	42.00	44.00	7.94	04-03-20	07-03-20	
	2	d 10.0 10.0 10.0 10.0	2.003	78.540	3495	44.50				44.50				44.50			04-03-20	07-03-20	
	3	d 10.0 10.0 10.0 10.0	2.007	78.540	3573	45.49				45.49				45.49			04-03-20	07-03-20	

## Anexo D.c

## INSTRUMENTO N°03

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ESPECÍMENES  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ 

NTP 339.034 / ASTM C 39

Tesis: MANTENSOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA  
 Elaborado: RICHARD HUGO REYMUNDO GAMARRA  
 Fecha: 04-03-2020

DATOS GENERALES:

Agregado Fino: Cantera rio Mantaro, distrito Pilcomayo

Agregado Grueso: Cantera rio Mantaro, distrito Pilcomayo

Cemento: Andino Portland tipo I

Aguas: Potable

Adición : sacar sacarosa

## 1-NOMENCLATURA

CODIGO	DOSIS SACAROSA	CANTIDAD SACAROSA kg/bls cemento
P	PATRON $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$	0.000
AB-0.01	0.01% SACAROSA	0.004
AB-0.07	0.07% SACAROSA	0.030
AB-0.14	0.14% SACAROSA	0.060
AB-0.20	0.20% SACAROSA	0.085
AB-0.25	0.25% SACAROSA	0.106
AB-0.28	0.28% SACAROSA	0.119
AB-0.34	0.34% SACAROSA	0.145
AB-0.40	0.40% SACAROSA	0.170

## 2.- CUADROS DE RESULTADOS:

ESPECÍMENES DE CONCRETO $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$																			
Dimensiones (cm)		Promedio	Relación h/d	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (Kg)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio de resistencias kg/cm <sup>2</sup>	Desviación estándar de resistencias	Varianza %	Eliminación de datos	Promedio de resistencias	Desviación de resistencias	Varianza %	Datos finales	Promedio de resistencias kg/cm <sup>2</sup>	Dispersion	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	EDAD
PATRON $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$	1	d 10.0 10.0 10.0	2.003	78.540	16442	209.34	206.79	2	1.13%	209.34	206.79	2	1.13%	209.34	206.79	1.50	04-03-20	11-03-20	
	2	d 10.1 10.0 10.0	1.997	79.064	16191	204.79				204.79				204.79			04-03-20	11-03-20	
	3	d 9.9 10.0 10.0	2.040	78.017	16090	206.24				206.24				206.24			04-03-20	11-03-20	
	1	d 10.1 9.9 10.0	2.003	78.540	21196	269.87	274.33	6	2.05%	269.87	274.33	6	2.05%	269.87	274.33	3.93	04-03-20	11-03-20	
	2	d 10.0 9.9 10.0	2.013	78.017	21897	280.66				280.66				280.66			04-03-20	11-03-20	
	3	d 10.0 10.1 10.1	2.000	79.591	21685	272.46				272.46				272.46			04-03-20	11-03-20	
	1	d 10.0 10.0 9.7	2.030	76.977	23902	310.51	302.67	7	2.37%	310.51	302.67	7	2.37%	310.51	302.67	4.65	04-03-20	11-03-20	
	2	d 9.9 10.0 10.0	2.017	78.017	23488	301.06				301.06				301.06			04-03-20	11-03-20	
	3	d 9.9 10.0 10.1	2.010	78.540	23281	296.43				296.43				296.43			04-03-20	11-03-20	
	1	d 9.9 10.1 9.9	2.017	78.017	27308	350.03	351.33	3	0.71%	350.03	351.33	3	0.71%	350.03	351.33	1.27	04-03-20	11-03-20	
	2	d 10.0 10.1 20.1	2.003	79.064	28006	354.21				354.21				354.21			04-03-20	11-03-20	
	3	d 10.0 9.9 10.0	2.017	78.017	27286	349.74				349.74				349.74			04-03-20	11-03-20	
	1	d 10.1 9.9 10.0	2.010	78.540	28022	356.78	363.56	6	1.61%	356.78	363.56	6	1.61%	356.78	363.56	2.80	04-03-20	11-03-20	
	2	d 10.0 9.9 10.0	2.017	78.017	28629	366.96				366.96				366.96			04-03-20	11-03-20	
	3	d 10.0 10.1 10.1	2.007	79.591	29204	366.93				366.93				366.93			04-03-20	11-03-20	
	1	d 10.0 10.0 10.0	2.003	78.540	24092	306.75	306.00	2	0.69%	306.75	306.00	2	0.69%	306.75	306.00	1.30	04-03-20	11-03-20	
	2	d 9.9 10.0 10.0	2.017	78.017	24000	307.62				307.62				307.62			04-03-20	11-03-20	
	3	d 9.9 10.0 10.1	2.010	78.540	23847	303.63				303.63				303.63			04-03-20	11-03-20	
	1	d 9.9 10.1 9.9	2.017	78.017	16905	216.68	212.33	5	2.51%	216.68	212.33	5	2.51%	216.68	212.33	4.85	04-03-20	11-03-20	
	2	d 10.1 10.0 10.0	2.003	79.064	16912	213.91				213.91				213.91			04-03-20	11-03-20	
	3	d 10.0 9.9 10.0	2.017	78.017	16102	206.38				206.38				206.38			04-03-20	11-03-20	
	1	d 10.0 10.0 9.7	2.030	76.977	11023	143.19	150.21	6	4.04%	143.19	150.21	6	4.04%	143.19	150.21	7.08	04-03-20	11-03-20	
	2	d 9.9 10.0 10.0	2.017	78.017	12002	153.83				153.83				153.83			04-03-20	11-03-20	
	3	d 9.9 10.0 10.1	2.010	78.540	12063	153.59				153.59				153.59			04-03-20	11-03-20	
	1	d 9.9 10.1 9.9	2.017	78.017	10560	135.36	137.67	5	3.41%	135.36	137.67	5	3.41%	135.36	137.67	6.18	04-03-20	11-03-20	
	2	d 10.1 10.0 10.0	2.003	79.064	10640	134.57				134.57				134.57			04-03-20	11-03-20	
	3	d 10.0 9.9 10.0	2.017	78.017	11162	143.08				143.08				143.08			04-03-20	11-03-20	

Día 7

## Anexo D.d

INSTRUMENTO N°03																
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ESPECÍMENES $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$																
NTP 339.034 / ASTM C 39																
Tesis: MANTENSOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA Elaborado: RICHARD HUGO REYMUNDO GAMARRA Fecha: 04-03-2020																

## DATOS GENERALES:

Agregado Fino: Cantera rio Mantaro, distrito Pilcomayo

Agregado Grueso: Cantera rio Mantaro, distrito Pilcomayo

Cemento: Andino Portland tipo 1

Agua: Potable

Adición : sacar sacarosa

## 1.-NOMENCLATURA

CODIGO	DOSIS SACAROSA	CANTIDAD SACAROSA kg/ bls cemento
P	PATRON $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	0.000
AB-0.01	0.01% SACAROSA	0.004
AB-0.07	0.07% SACAROSA	0.030
AB-0.14	0.14% SACAROSA	0.060
AB-0.20	0.20% SACAROSA	0.085
AB-0.25	0.25% SACAROSA	0.106
AB-0.28	0.28% SACAROSA	0.119
AB-0.34	0.34% SACAROSA	0.145
AB-0.40	0.40% SACAROSA	0.170

## 2.- CUADROS DE RESULTADOS:

ESPECÍMENES DE CONCRETO $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$																			
Dimensiones (cm)		Promedio	Relación h/d	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (Kg)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio de resistencias kg/cm <sup>2</sup>	Desviación estándar de resistencias	Varianza %	Eliminación de datos	Promedio de resistencias	Desviación de resistencias	Varianza %	Datos finales	Promedio de resistencias kg/cm <sup>2</sup>	Dispersion	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	EDAD
PATRON $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	1	d 10.0 10.0 10.0 10.0	2.003	78.540	19672	250.48	253.91	3	1.20%	250.48	253.91	3	1.20%	250.48	253.91	2.31	04-03-20	05-03-20	
	2	d 10.1 10.0 10.0 10.0	2.000	79.064	20155	254.92				254.92				254.92			04-03-20	05-03-20	
	3	d 10.0 10.0 9.9 10.0	2.007	78.017	19998	256.33				256.33				256.33			04-03-20	05-03-20	
	1	d 10.1 10.0 10.1 10.1	1.993	79.591	24391	306.46	309.67	4	1.30%	306.46	309.67	4	1.30%	306.46	309.67	2.49	04-03-20	05-03-20	
	2	d 9.9 9.9 10.0 9.9	2.017	77.496	23899	308.38				308.38				308.38			04-03-20	05-03-20	
	3	d 10.1 10.0 10.1 10.1	1.990	79.591	25006	314.18				314.18				314.18			04-03-20	05-03-20	
0.01% SACAROSA	1	d 9.9 10.0 10.0 10.0	2.010	78.017	30516	391.15	393.33	2	0.55%	391.15	393.33	2	0.55%	391.15	393.33	1.11	04-03-20	05-03-20	
	2	d 10.0 9.9 10.0 10.0	2.013	78.017	30855	395.49				395.49				395.49			04-03-20	05-03-20	
	3	d 10.0 10.0 10.1 10.0	1.997	79.064	31101	393.36				393.36				393.36			04-03-20	05-03-20	
	1	d 9.9 10.0 10.0 10.0	2.003	78.540	36088	459.49	462.33	4	0.92%	459.49	462.33	4	0.92%	459.49	462.33	1.67	04-03-20	05-03-20	
	2	d 10.1 9.9 10.0 10.0	2.013	78.540	36694	467.20				467.20				467.20			04-03-20	05-03-20	
	3	d 10.0 10.0 10.0 10.0	2.003	78.540	36153	460.31				460.31				460.31			04-03-20	05-03-20	
0.05% SACAROSA	1	d 10.1 10.0 10.0 10.0	2.000	79.064	40879	517.03	520.84	4	0.81%	517.03	520.84	4	0.81%	517.03	520.84	1.60	04-03-20	05-03-20	
	2	d 9.9 10.0 10.0 10.0	2.013	78.017	40989	525.39				525.39				525.39			04-03-20	05-03-20	
	3	d 10.0 10.0 10.1 10.0	2.000	79.064	41121	520.09				520.09				520.09			04-03-20	05-03-20	
	1	d 9.9 10.0 10.0 10.0	2.013	78.017	32266	413.58	411.33	4	1.00%	413.58	411.33	4	1.00%	413.58	411.33	1.76	04-03-20	05-03-20	
	2	d 10.0 10.0 10.0 10.0	2.007	78.540	31933	406.58				406.58				406.58			04-03-20	05-03-20	
	3	d 10.0 10.0 10.1 10.0	1.997	79.064	32719	413.83				413.83				413.83			04-03-20	05-03-20	
0.08% SACAROSA	1	d 10.0 10.0 10.0 10.0	2.000	79.064	40879	517.03	392.67	9	2.41%	400.42	392.67	9	2.41%	400.42	392.67	4.66	04-03-20	05-03-20	
	2	d 10.1 10.0 9.9 10.0	2.003	78.540	31059	395.45				395.45				395.45			04-03-20	05-03-20	
	3	d 10.1 9.9 10.0 10.0	2.007	78.540	30013	382.13				382.13				382.13			04-03-20	05-03-20	
	1	d 10.0 10.0 10.0 9.9	2.020	77.496	27929	360.39	358.21	6	1.63%	360.39	358.21	6	1.63%	360.39	358.21	3.08	04-03-20	05-03-20	
	2	d 10.0 9.8 10.0 9.9	2.020	77.496	28103	362.63				362.63				362.63			04-03-20	05-03-20	
	3	d 10.0 10.1 10.1 10.1	1.993	79.591	27985	351.61				351.61				351.61			04-03-20	05-03-20	
0.04% SACAROSA	1	d 10.0 10.0 9.9 10.0	2.017	78.017	25593	328.04	329.33	4	1.07%	328.04	329.33	4	1.07%	328.04	329.33	2.04	04-03-20	05-03-20	
	2	d 10.1 10.1 10.0 10.1	2.000	79.591	25996	326.63				326.63				326.63			04-03-20	05-03-20	
	3	d 10.1 9.9 10.0 10.0	2.003	78.540	26180	333.33				333.33				333.33			04-03-20	05-03-20	

Día 28

Anexo D.e

## **INSTRUMENTO N°03**

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ESPECÍMENES $f'_c=210$ kg/cm<sup>2</sup>

NTP 339.034 / ASTM C 39

Tesis: MANTENSOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA  
Elaborado: RICHARD HUGO REYMONDO GAMARRA  
Fecha: 04-03-2020

**DATOS GENERALES:**

### **Agregado Fino: Cantera rio Mantaro, distrito Pilcomayo**

**Agregado Grueso:** Cantera río Mantaro, distrito Pilcomayo

**Cemento:** Andino Portland tipo I

#### **Agua: Potable**

**Adición :** sacar sacarosa

## **1.-NOMENCLATURA**

CODIGO	DOSIS SACAROSA	CANTIDAD SACAROSA kg/bls cemento
P	PATRON f-c-210 kg/cm2	0.000
AB-0.01	0.01% SACAROSA	0.004
AB-0.07	0.07% SACAROSA	0.030
AB-0.14	0.14% SACAROSA	0.060
AB-0.20	0.20% SACAROSA	0.085
AB-0.25	0.25% SACAROSA	0.106
AB-0.28	0.28% SACAROSA	0.119
AB-0.34	0.34% SACAROSA	0.145
AB-0.40	0.40% SACAROSA	0.170

## **2.- CUADROS DE RESULTADOS:**

**INSTRUMENTO N°03**  
**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO**  
**NTP 339.034 - ASTM C39**

**Tesis: MANTENSOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA  
BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA**

**Elaborado: RICHARD HUGO REYMUNDO GAMARRA**

**Fecha: 04-03-2021**

ID MEZCLA #	FECHA DE VACIADO	FECHA DE COMPRESIÓN	EDAD (Días)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (KN))	CARGA (kgf))	RESISTENCIA (kgf/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO (kgf/cm <sup>2</sup> )
P #1	04/03/2020	05/03/2020	1	78.02	62.79	6403.00	82.07	78.84
P #2	04/03/2020	05/03/2020	1	78.54	59.88	6105.58	77.74	
P #3	04/03/2020	05/03/2020	1	78.54	59.08	6024.00	76.70	
P #1	04/03/2020	07/03/2020	3	78.54	122.88	12530.00	159.54	163.34
P #2	04/03/2020	07/03/2020	3	79.06	128.53	13106.00	165.76	
P #3	04/03/2020	07/03/2020	3	79.06	127.72	13024.00	164.73	
P #1	04/03/2020	11/03/2020	7	78.54	161.24	16441.54	209.34	206.79
P #2	04/03/2020	11/03/2020	7	79.06	158.78	16191.00	204.78	
P #3	04/03/2020	11/03/2020	7	78.02	157.79	16090.00	206.24	
P #1	04/03/2020	01/04/2020	28	78.54	192.92	19672.31	250.47	253.91
P #2	04/03/2020	01/04/2020	28	79.06	197.65	20155.00	254.92	
P #3	04/03/2020	01/04/2020	28	78.02	196.11	19998.00	256.33	
P #1	04/03/2020	03/05/2020	60	77.50	205.50	20955.00	270.40	269.71
P #2	04/03/2020	03/05/2020	60	78.54	204.55	20858.32	265.58	
P #3	04/03/2020	03/05/2020	60	77.50	207.58	21167.60	273.14	

ID MEZCLA #	FECHA DE VACIADO	FECHA DE COMPRESIÓN	EDAD (Días)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (KN))	CARGA (kgf))	RESISTENCIA (kgf/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO (kgf/cm <sup>2</sup> )
AB-0.01 #1	04/03/2020	05/03/2020	1	78.54	52.38	5341.00	68.00	65.33
AB-0.01 #2	04/03/2020	05/03/2020	1	78.02	50.49	5149.00	66.00	
AB-0.01 #3	04/03/2020	05/03/2020	1	79.59	48.39	4934.61	62.00	
AB-0.01 #1	04/03/2020	07/03/2020	3	79.06	160.25	16341.00	206.68	203.67
AB-0.01 #2	04/03/2020	07/03/2020	3	78.02	155.60	15867.00	203.38	
AB-0.01 #3	04/03/2020	07/03/2020	3	79.59	156.86	15995.00	200.96	
AB-0.01 #1	04/03/2020	11/03/2020	7	78.54	207.86	21195.70	269.87	274.33
AB-0.01 #2	04/03/2020	11/03/2020	7	78.02	214.73	21896.62	280.66	
AB-0.01 #3	04/03/2020	11/03/2020	7	79.59	212.66	21685.00	272.46	
AB-0.01 #1	04/03/2020	01/04/2020	28	79.59	239.20	24391.20	306.46	309.67
AB-0.01 #2	04/03/2020	01/04/2020	28	77.50	234.36	23898.50	308.38	
AB-0.01 #3	04/03/2020	01/04/2020	28	79.59	245.23	25006.00	314.18	
AB-0.01 #1	04/03/2020	03/05/2020	60	79.06	268.02	27330.00	345.67	348.00
AB-0.01 #2	04/03/2020	03/05/2020	60	77.50	265.96	27120.60	349.96	
AB-0.01 #3	04/03/2020	03/05/2020	60	80.12	273.72	27911.39	348.38	

**INSTRUMENTO N°03**  
**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO**  
**NTP 339.034 - ASTM C39**

**Tesis: MANTENSOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA  
BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA**

**Elaborado: RICHARD HUGO REYMUNDO GAMARRA**

**Fecha: 04-03-2021**

ID MEZCLA #	FECHA DE VACIADO	FECHA DE COMPRESIÓN	EDAD (Días)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (KN))	CARGA (kgf))	RESISTENCIA (kgf/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO (kgf/cm <sup>2</sup> )
<b>AB-0.07 #1</b>	04/03/2020	05/03/2020	1	76.98	38.50	3926.00	51.00	<b>52.33</b>
<b>AB-0.07 #2</b>	04/03/2020	05/03/2020	1	78.02	39.02	3979.00	51.00	
<b>AB-0.07 #3</b>	04/03/2020	05/03/2020	1	78.54	42.36	4319.69	55.00	
<b>AB-0.07 #1</b>	04/03/2020	07/03/2020	3	78.54	205.94	21000.00	267.38	<b>261.67</b>
<b>AB-0.07 #2</b>	04/03/2020	07/03/2020	3	78.54	203.85	20787.00	264.67	
<b>AB-0.07 #3</b>	04/03/2020	07/03/2020	3	79.06	196.13	19999.50	252.95	
<b>AB-0.07 #1</b>	04/03/2020	11/03/2020	7	76.98	234.40	23902.00	310.51	<b>302.67</b>
<b>AB-0.07 #2</b>	04/03/2020	11/03/2020	7	78.02	230.34	23488.00	301.06	
<b>AB-0.07 #3</b>	04/03/2020	11/03/2020	7	78.54	228.31	23281.45	296.43	
<b>AB-0.07 #1</b>	04/03/2020	01/04/2020	28	78.02	299.26	30516.00	391.15	<b>393.33</b>
<b>AB-0.07 #2</b>	04/03/2020	01/04/2020	28	78.02	302.58	30855.00	395.49	
<b>AB-0.07 #3</b>	04/03/2020	01/04/2020	28	79.06	305.00	31101.00	393.36	
<b>AB-0.07 #1</b>	04/03/2020	03/05/2020	60	78.54	321.46	32780.00	417.37	<b>423.33</b>
<b>AB-0.07 #2</b>	04/03/2020	03/05/2020	60	79.06	332.08	33862.61	428.29	
<b>AB-0.07 #3</b>	04/03/2020	03/05/2020	60	80.12	333.39	33996.00	424.32	

ID MEZCLA #	FECHA DE VACIADO	FECHA DE COMPRESIÓN	EDAD (Días)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (KN))	CARGA (kgf))	RESISTENCIA (kgf/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO (kgf/cm <sup>2</sup> )
<b>AB-0.14 #1</b>	04/03/2020	05/03/2020	1	78.02	31.37	3199.00	41.00	<b>40.33</b>
<b>AB-0.14 #2</b>	04/03/2020	05/03/2020	1	79.06	31.01	3162.53	40.00	
<b>AB-0.14 #3</b>	04/03/2020	05/03/2020	1	78.02	30.60	3120.68	40.00	
<b>AB-0.14 #1</b>	04/03/2020	07/03/2020	3	78.54	235.37	24001.00	305.59	<b>303.33</b>
<b>AB-0.14 #2</b>	04/03/2020	07/03/2020	3	78.54	233.39	23799.00	303.02	
<b>AB-0.14 #3</b>	04/03/2020	07/03/2020	3	78.54	232.12	23670.00	301.38	
<b>AB-0.14 #1</b>	04/03/2020	11/03/2020	7	78.02	267.80	27308.00	350.03	<b>351.33</b>
<b>AB-0.14 #2</b>	04/03/2020	11/03/2020	7	79.06	274.64	28005.58	354.21	
<b>AB-0.14 #3</b>	04/03/2020	11/03/2020	7	78.02	267.58	27286.00	349.74	
<b>AB-0.14 #1</b>	04/03/2020	01/04/2020	28	78.54	353.90	36088.00	459.49	<b>462.33</b>
<b>AB-0.14 #2</b>	04/03/2020	01/04/2020	28	78.54	359.85	36694.00	467.20	
<b>AB-0.14 #3</b>	04/03/2020	01/04/2020	28	78.54	354.54	36153.00	460.31	
<b>AB-0.14 #1</b>	04/03/2020	03/05/2020	60	79.59	385.45	39305.00	493.84	<b>490.33</b>
<b>AB-0.14 #2</b>	04/03/2020	03/05/2020	60	79.59	382.65	39019.00	490.24	
<b>AB-0.14 #3</b>	04/03/2020	03/05/2020	60	78.54	375.02	38241.00	486.90	

**INSTRUMENTO N°03**  
**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO**  
**NTP 339.034 - ASTM C39**

Tesis: MANTENSOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA  
 BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA

Elaborado: RICHARD HUGO REYMUNDO GAMARRA

Fecha: 04-03-2021

ID MEZCLA #	FECHA DE VACIADO	FECHA DE COMPRESIÓN	EDAD (Días)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (KN))	CARGA (kgf))	RESISTENCIA (kgf/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO (kgf/cm <sup>2</sup> )
AB-0.20 #1	04/03/2020	05/03/2020	1	78.54	17.70	1805.00	22.98	22.33
AB-0.20 #2	04/03/2020	05/03/2020	1	78.02	17.60	1794.39	23.00	
AB-0.20 #3	04/03/2020	05/03/2020	1	79.59	16.39	1671.40	21.00	
AB-0.20 #1	04/03/2020	07/03/2020	3	79.06	228.62	23313.00	294.86	295.83
AB-0.20 #2	04/03/2020	07/03/2020	3	78.54	232.41	23699.00	301.74	
AB-0.20 #3	04/03/2020	07/03/2020	3	79.06	225.54	22999.00	290.89	
AB-0.20 #1	04/03/2020	11/03/2020	7	78.54	274.80	28021.65	356.78	363.56
AB-0.20 #2	04/03/2020	11/03/2020	7	78.02	280.75	28629.00	366.96	
AB-0.20 #3	04/03/2020	11/03/2020	7	79.59	286.39	29204.00	366.93	
AB-0.20 #1	04/03/2020	01/04/2020	28	79.06	400.88	40878.65	517.03	520.84
AB-0.20 #2	04/03/2020	01/04/2020	28	78.02	401.96	40989.00	525.39	
AB-0.20 #3	04/03/2020	01/04/2020	28	79.06	403.26	41120.65	520.09	
AB-0.20 #1	04/03/2020	03/05/2020	60	79.59	418.00	42624.00	535.54	538.07
AB-0.20 #2	04/03/2020	03/05/2020	60	78.54	411.90	42002.30	534.79	
AB-0.20 #3	04/03/2020	03/05/2020	60	79.06	421.70	43001.00	543.87	

ID MEZCLA #	FECHA DE VACIADO	FECHA DE COMPRESIÓN	EDAD (Días)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (KN))	CARGA (kgf))	RESISTENCIA (kgf/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO (kgf/cm <sup>2</sup> )
AB-0.25 #1	04/03/2020	05/03/2020	1	78.54	15.41	1571.00	20.00	20.33
AB-0.25 #2	04/03/2020	05/03/2020	1	78.02	16.06	1638.00	21.00	
AB-0.25 #3	04/03/2020	05/03/2020	1	78.54	15.41	1571.00	20.00	
AB-0.25 #1	04/03/2020	07/03/2020	3	79.06	192.27	19605.60	247.97	242.67
AB-0.25 #2	04/03/2020	07/03/2020	3	78.54	185.22	18887.50	240.48	
AB-0.25 #3	04/03/2020	07/03/2020	3	79.06	185.73	18939.40	239.55	
AB-0.25 #1	04/03/2020	11/03/2020	7	78.54	236.26	24092.00	306.75	306.00
AB-0.25 #2	04/03/2020	11/03/2020	7	78.02	235.36	23999.63	307.62	
AB-0.25 #3	04/03/2020	11/03/2020	7	78.54	233.86	23847.00	303.63	
AB-0.25 #1	04/03/2020	01/04/2020	28	78.02	316.42	32266.00	413.58	411.33
AB-0.25 #2	04/03/2020	01/04/2020	28	78.54	313.16	31933.00	406.58	
AB-0.25 #3	04/03/2020	01/04/2020	28	79.06	320.86	32719.00	413.83	
AB-0.25 #1	04/03/2020	03/05/2020	60	78.54	336.04	34267.00	436.30	437.51
AB-0.25 #2	04/03/2020	03/05/2020	60	78.54	334.90	34150.00	434.81	
AB-0.25 #3	04/03/2020	03/05/2020	60	79.06	342.25	34900.00	441.41	

**INSTRUMENTO N°03**  
**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO**  
**NTP 339.034 - ASTM C39**

Tesis: MANTENSOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA  
 BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA

Elaborado: RICHARD HUGO REYMUNDO GAMARRA

Fecha: 04-03-2021

ID MEZCLA #	FECHA DE VACIADO	FECHA DE COMPRESIÓN	EDAD (Días)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (KN))	CARGA (kgf))	RESISTENCIA (kgf/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO (kgf/cm <sup>2</sup> )
AB-0.28 #1	04/03/2020	05/03/2020	1	78.02	13.30	1356.00	17.38	18.00
AB-0.28 #2	04/03/2020	05/03/2020	1	79.06	13.95	1423.00	18.00	
AB-0.28 #3	04/03/2020	05/03/2020	1	78.02	14.24	1452.32	18.62	
AB-0.28 #1	04/03/2020	07/03/2020	3	78.54	91.10	9290.00	118.28	119.00
AB-0.28 #2	04/03/2020	07/03/2020	3	78.54	92.68	9451.20	120.34	
AB-0.28 #3	04/03/2020	07/03/2020	3	78.54	91.18	9297.40	118.38	
AB-0.28 #1	04/03/2020	11/03/2020	7	78.02	165.78	16905.11	216.68	212.33
AB-0.28 #2	04/03/2020	11/03/2020	7	79.06	165.85	16912.33	213.91	
AB-0.28 #3	04/03/2020	11/03/2020	7	78.02	157.90	16101.50	206.38	
AB-0.28 #1	04/03/2020	01/04/2020	28	79.06	310.47	31659.00	400.42	392.67
AB-0.28 #2	04/03/2020	01/04/2020	28	78.54	304.58	31059.00	395.45	
AB-0.28 #3	04/03/2020	01/04/2020	28	78.54	294.32	30012.58	382.13	
AB-0.28 #1	04/03/2020	03/05/2020	60	79.59	332.44	33899.05	425.92	420.90
AB-0.28 #2	04/03/2020	03/05/2020	60	79.06	320.17	32648.00	412.93	
AB-0.28 #3	04/03/2020	03/05/2020	60	78.54	326.45	33289.00	423.85	

ID MEZCLA #	FECHA DE VACIADO	FECHA DE COMPRESIÓN	EDAD (Días)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (KN))	CARGA (kgf))	RESISTENCIA (kgf/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO (kgf/cm <sup>2</sup> )
AB-0.34 #1	04/03/2020	05/03/2020	1	76.98	11.47	1169.65	15.19	15.00
AB-0.34 #2	04/03/2020	05/03/2020	1	78.02	11.85	1208.27	15.49	
AB-0.34 #3	04/03/2020	05/03/2020	1	78.54	11.03	1125.00	14.32	
AB-0.34 #1	04/03/2020	07/03/2020	3	78.02	41.81	4263.00	54.64	53.68
AB-0.34 #2	04/03/2020	07/03/2020	3	79.06	41.68	4250.60	53.76	
AB-0.34 #3	04/03/2020	07/03/2020	3	78.02	40.27	4106.00	52.63	
AB-0.34 #1	04/03/2020	11/03/2020	7	76.98	108.09	11022.60	143.19	150.21
AB-0.34 #2	04/03/2020	11/03/2020	7	78.02	117.70	12001.65	153.83	
AB-0.34 #3	04/03/2020	11/03/2020	7	78.54	118.30	12063.00	153.59	
AB-0.34 #1	04/03/2020	01/04/2020	28	77.50	273.89	27929.00	360.39	358.21
AB-0.34 #2	04/03/2020	01/04/2020	28	77.50	275.59	28102.60	362.63	
AB-0.34 #3	04/03/2020	01/04/2020	28	79.59	274.44	27985.00	351.61	
AB-0.34 #1	04/03/2020	03/05/2020	60	78.54	301.04	30698.00	390.86	387.26
AB-0.34 #2	04/03/2020	03/05/2020	60	79.06	294.06	29986.00	379.26	
AB-0.34 #3	04/03/2020	03/05/2020	60	78.54	301.65	30760.00	391.65	

**INSTRUMENTO N°03**  
**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO**  
**NTP 339.034 - ASTM C39**

**Tesis: MANTENSOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA  
BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA**

**Elaborado: RICHARD HUGO REYMONDO GAMARRA**

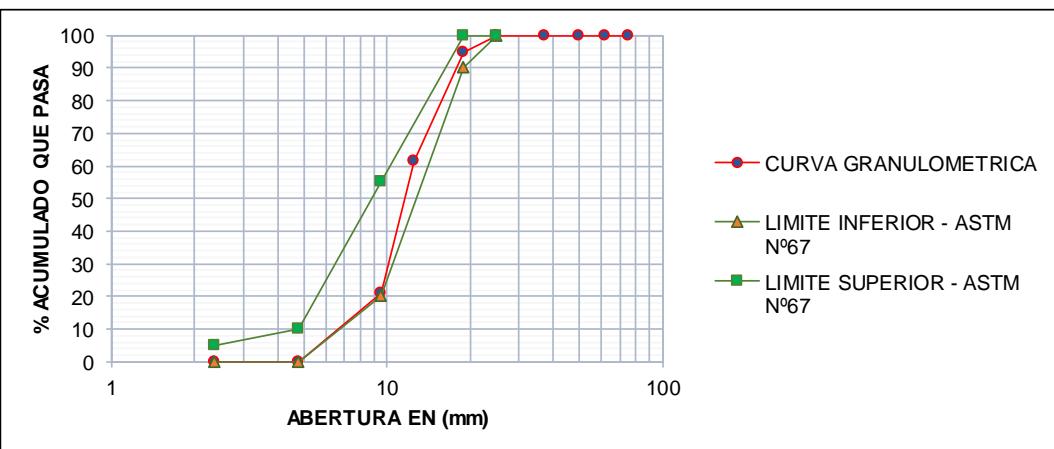
**Fecha: 04-03-2021**

ID MEZCLA #	FECHA DE VACIADO	FECHA DE COMPRESIÓN	EDAD (Días)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (KN)	CARGA (kgf)	RESISTENCIA (kgf/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO (kgf/cm <sup>2</sup> )
<b>AB-0.40 #1</b>	04/03/2020	05/03/2020	1	78.02	9.09	927.00	11.88	<b>12.00</b>
<b>AB-0.40 #2</b>	04/03/2020	05/03/2020	1	79.06	9.77	996.00	12.60	
<b>AB-0.40 #3</b>	04/03/2020	05/03/2020	1	78.02	8.81	898.00	11.51	
<b>AB-0.40 #1</b>	04/03/2020	07/03/2020	3	78.54	32.35	3299.00	42.00	<b>44.00</b>
<b>AB-0.40 #2</b>	04/03/2020	07/03/2020	3	78.54	34.27	3495.00	44.50	
<b>AB-0.40 #3</b>	04/03/2020	07/03/2020	3	78.54	35.04	3573.00	45.49	
<b>AB-0.40 #1</b>	04/03/2020	11/03/2020	7	78.02	103.56	10560.00	135.36	<b>137.67</b>
<b>AB-0.40 #2</b>	04/03/2020	11/03/2020	7	79.06	104.34	10640.00	134.57	
<b>AB-0.40 #3</b>	04/03/2020	11/03/2020	7	78.02	109.46	11162.32	143.08	
<b>AB-0.40 #1</b>	04/03/2020	01/04/2020	28	78.02	250.98	25593.00	328.04	<b>329.33</b>
<b>AB-0.40 #2</b>	04/03/2020	01/04/2020	28	79.59	254.94	25996.30	326.63	
<b>AB-0.40 #3</b>	04/03/2020	01/04/2020	28	78.54	256.74	26180.00	333.33	
<b>AB-0.40 #1</b>	04/03/2020	03/05/2020	60	79.06	275.14	28056.36	354.86	<b>357.41</b>
<b>AB-0.40 #2</b>	04/03/2020	03/05/2020	60	79.06	278.46	28395.00	359.14	
<b>AB-0.40 #3</b>	04/03/2020	03/05/2020	60	78.54	275.91	28135.00	358.23	

**ANEXO E: CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS**
**LABORATORIO DE CONCRETO  
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO  
NTP 400.012 - ASTM C136**

<b>CANTERA:</b> Banco río Mantaro-distrito de Pilcomayo
<b>MUESTRA:</b> M1
<b>FECHA:</b> 06 de enero de 2020
<b>Tesis : MANTENSOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA</b>
<b>DATOS Y RESULTADO DEL ENSAYO</b>
Peso muestra seca: 5723 gr
Peso muestra lavada seca: 5701 gr

TAMIZ	ABERTURA mm	PESO RETENID.	% RETENID.	% ACUMUL. RETENID.	% QUE PASA	HUSO ASTM N°67	
						TAMIZ	% QUE PASA
3"	75.00	0.0	0.0	0.0	100.0	3"	
2 1/2"	62.00	0.0	0.0	0.0	100.0	2 1/2"	
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	2"	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	1 1/2"	
1"	25.00	0.0	0.0	0.0	100.0	1"	100
3/4"	19.00	0.3	5.3	5.3	94.7	3/4"	100
1/2"	12.50	1.9	33.3	38.6	61.4	1/2"	-
3/8"	9.50	2.3	40.4	78.9	21.1	3/8"	55
Nº4	4.75	1.2	21.1	100.0	0.0	Nº4	10
Nº8	2.36	0.0	0.0	100.0	0.0	Nº8	5
FONDO		0.0	0.0	100.0	0.0		
	<b>TOTAL</b>	5.7					



<b>TAMAÑO MAXIMO (TM) :</b>	1"
<b>TAMAÑO MAXIMO NOMINAL (TMN) :</b>	3/4"
<b>MODULO DE FINURA (MF) :</b>	6.84

**LABORATORIO DE CONCRETO**  
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO**  
**NTP 400.012 - ASTM C136**

**CANTERA:** Banco río Mantaro-distrito de Pilcomayo

**MUESTRA:** M2

**FECHA:** 06 de enero de 2020

Tesis : MANTENSOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA

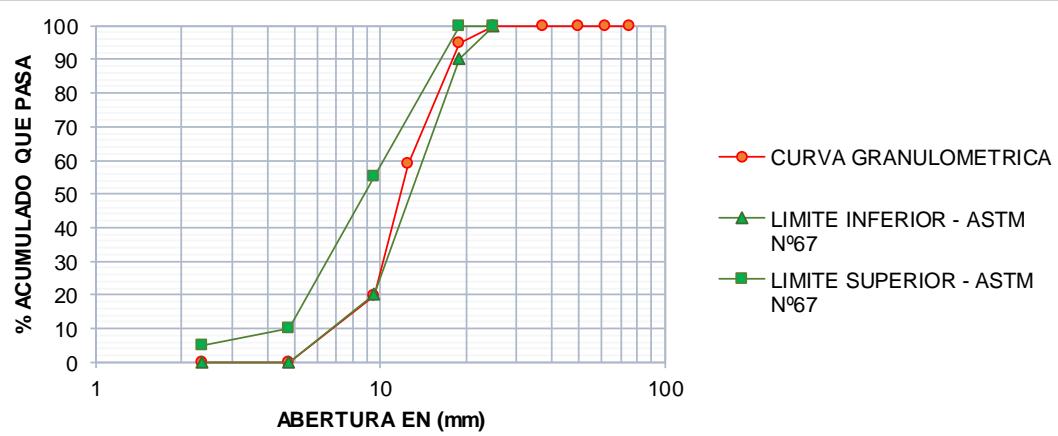
**DATOS Y RESULTADO DEL ENSAYO**

Peso muestra seca: 5668 gr

Peso muestra lavada seca: 5605 gr

TAMIZ	ABERTURA mm	PESO RETENID.	% RETENID.	% ACUMUL. RETENID.	% QUE PASA
3"	75.00	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	62.00	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.00	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.00	0.3	5.0	5.0	95.0
1/2"	12.50	2.0	35.8	40.9	59.1
3/8"	9.50	2.2	39.4	80.3	19.7
N°4	4.75	1.1	19.7	100.0	0.0
N°8	2.36	0.0	0.0	100.0	0.0
FONDO		0.0	0.0	100.0	0.0
	<b>TOTAL</b>	5.6			

HUSO ASTM N°67		
TAMIZ	% QUE PASA	
3"		
2 1/2"		
2"		
1 1/2"		
1"	100	100
3/4"	90	100
1/2"	-	-
3/8"	20	55
N°4	0	10
N°8	0	5



**TAMAÑO MAXIMO (TM) :**

1"

**TAMAÑO MAXIMO NOMINAL (TMN) :**

3/4"

**MODULO DE FINURA (MF) :**

6.85

**LABORATORIO DE CONCRETO**  
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO**  
**NTP 400.012 - ASTM C136**

**CANTERA:** Banco río Mantaro-distrito de Pilcomayo

**MUESTRA:** M3

**FECHA:** 06 de enero de 2020

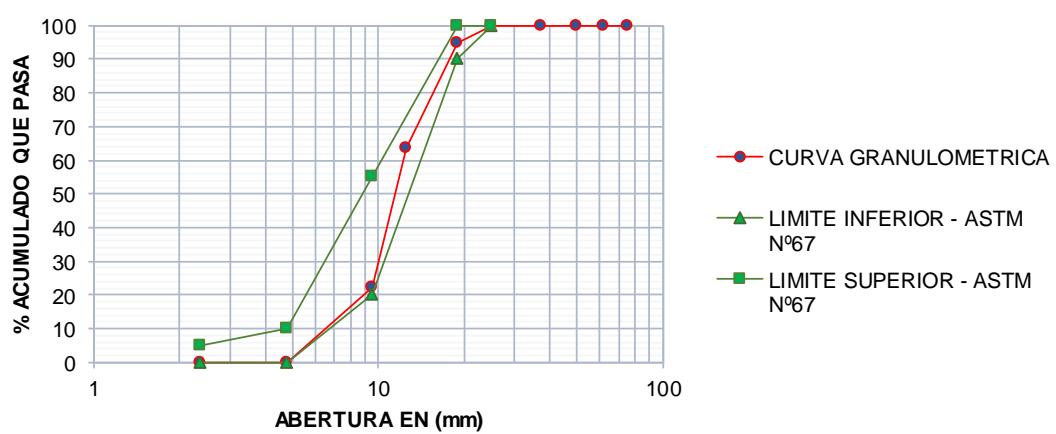
Tesis : MANTENSOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA

**DATOS Y RESULTADO DEL ENSAYO**

Peso muestra seca:	5851 gr
Peso muestra lavada seca:	5834 gr

TAMIZ	ABERTURA mm	PESO RETENID.	% RETENID.	% ACUMUL. RETENID.	% QUE PASA
3"	75.00	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	62.00	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.00	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.00	0.3	5.3	5.3	94.7
1/2"	12.50	1.8	31.0	36.3	63.7
3/8"	9.50	2.4	41.3	77.6	22.4
Nº4	4.75	1.3	22.4	100.0	0.0
Nº8	2.36	0.0	0.0	100.0	0.0
FONDO		0.0	0.0	100.0	0.0
	<b>TOTAL</b>	5.8			

HUSO ASTM N°67		
TAMIZ	% QUE PASA	
3"		
2 1/2"		
2"		
1 1/2"		
1"	100	100
3/4"	90	100
1/2"	-	-
3/8"	20	55
Nº4	0	10
Nº8	0	5



TAMAÑO MAXIMO (TM) :	1"
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL (TMN) :	3/4"
MODULO DE FINURA (MF) :	6.83

**LABORATORIO DE CONCRETO**  
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO**  
**NTP 400.012 - ASTM C136**

**CANTERA:** Banco río Mantaro-distrito de Pilcomayo

**MUESTRA:** Promedio

**FECHA:** 06 de enero de 2020

Tesis : MANTENSOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA

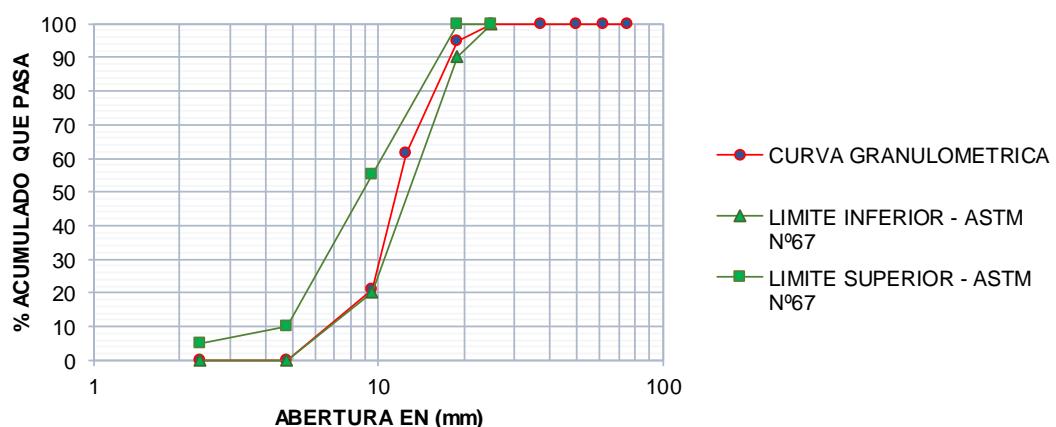
**DATOS Y RESULTADO DEL ENSAYO**

Peso muestra seca: --- gr

Peso muestra lavada seca: --- gr

TAMIZ	ABERTURA mm	PESO RETENID.	% RETENID.	% ACUMUL. RETENID.	% QUE PASA
3"	75.00	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	62.00	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.00	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.00	0.3	5.2	5.2	94.8
1/2"	12.50	1.9	33.4	38.6	61.4
3/8"	9.50	2.3	40.4	78.9	21.1
N°4	4.75	1.2	21.1	100.0	0.0
N°8	2.36	0.0	0.0	100.0	0.0
FONDO		0.0	0.0	100.0	0.0
	TOTAL	5.7			

HUSO ASTM N°67		
TAMIZ	% QUE PASA	
3"		
2 1/2"		
2"		
1 1/2"		
1"	100	100
3/4"	90	100
1/2"	-	-
3/8"	20	55
N°4	0	10
N°8	0	5



TAMAÑO MAXIMO (TM) :  
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL (TMN) :  
MODULO DE FINURA (MF) :

1"

3/4"

6.84

**LABORATORIO DE CONCRETO**  
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO**  
**NTP 400.012 - ASTM C136**

**CANTERA:** Banco río Mantaro-districto de Pilcomayo

**MUESTRA:** M1

**FECHA:** 07 de enero de 2020

Tesis : MANTENSOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA

**DATOS Y RESULTADO DEL ENSAYO**

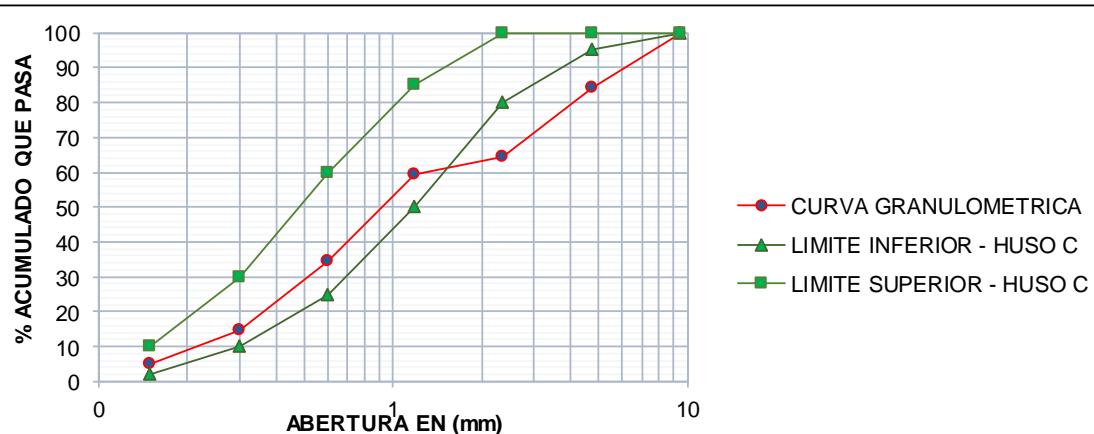
Peso muestra seca: 2087 gr

Peso muestra lavada seca: 2065 gr

TAMIZ	ABERTURA mm	PESO RETENID.	% RETENID.	% ACUMUL. RETENID.	% QUE PASA
3/8"	9.50	0.0	0.0	0.0	100.0
N°4	4.75	0.3	15.8	15.8	84.2
N°8	2.36	0.4	19.8	35.6	64.4
N°16	1.18	0.1	5.0	40.6	59.4
N°30	0.60	0.5	24.8	65.3	34.7
N°50	0.30	0.4	19.8	85.1	14.9
N°100	0.15	0.2	9.9	95.0	5.0
FONDO		0.1	5.0	100.0	0.0
	TOTAL	2.0			

HUSO C		
TAMIZ	% QUE PASA	
3/8"	100	100
N°4	95	100
N°8	80	100
N°16	50	85
N°30	25	60
N°50	10	30
N°100	2	10

1932



PASANTE MALLA # 200 :	1.05%
MODULO DE FINURA (MF) :	3.38

**LABORATORIO DE CONCRETO**  
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO**  
**NTP 400.012 - ASTM C136**

**CANTERA:** Banco río Mantaro-districto de Pilcomayo

**MUESTRA:** M2

**FECHA:** 07 de enero de 2020

Tesis : MANTENSOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA

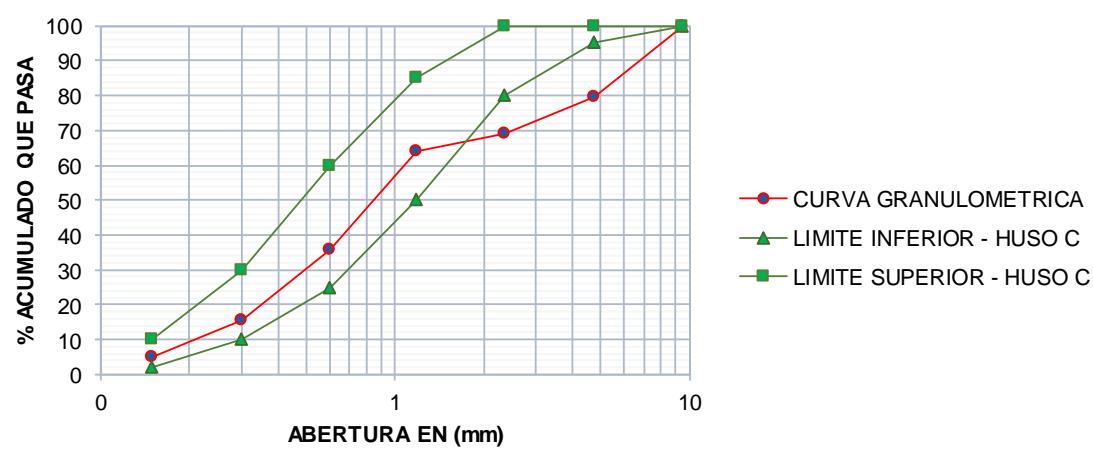
**DATOS Y RESULTADO DEL ENSAYO**

Peso muestra seca: 2029 gr

Peso muestra lavada seca: 2013 gr

TAMIZ	ABERTURA mm	PESO RETENID.	% RETENID.	% ACUMUL. RETENID.	% QUE PASA
3/8"	9.50	0.0	0.0	0.0	100.0
N°4	4.75	0.4	20.5	20.5	79.5
N°8	2.36	0.2	10.3	30.8	69.2
N°16	1.18	0.1	5.1	35.9	64.1
N°30	0.60	0.6	28.2	64.1	35.9
N°50	0.30	0.4	20.5	84.6	15.4
N°100	0.15	0.2	10.3	94.9	5.1
FONDO		0.1	5.1	100.0	0.0
	TOTAL	2.0			

HUSO C		
TAMIZ	% QUE PASA	
3/8"	100	100
N°4	95	100
N°8	80	100
N°16	50	85
N°30	25	60
N°50	10	30
N°100	2	10



PASANTE MALLA # 200 :	0.77%
MODULO DE FINURA (MF) :	3.31

**LABORATORIO DE CONCRETO**  
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO**  
**NTP 400.012 - ASTM C136**

**CANTERA:** Banco río Mantaro-districto de Pilcomayo

**MUESTRA:** M3

**FECHA:** 07 de enero de 2020

Tesis : MANTENSOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA

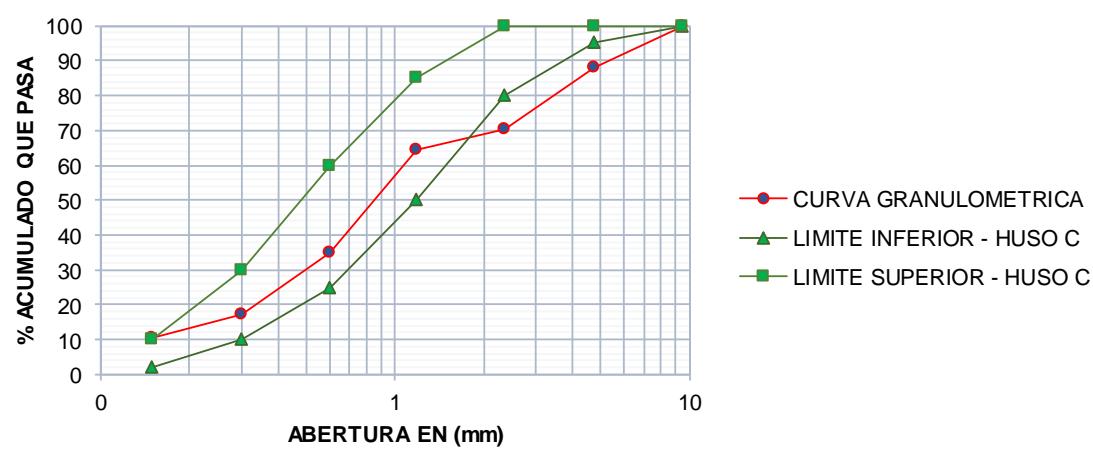
**DATOS Y RESULTADO DEL ENSAYO**

Peso muestra seca: 1789 gr

Peso muestra lavada seca: 1742 gr

TAMIZ	ABERTURA mm	PESO RETENID.	% RETENID.	% ACUMUL. RETENID.	% QUE PASA
3/8"	9.50	0.0	0.0	0.0	100.0
N°4	4.75	0.2	11.8	11.8	88.2
N°8	2.36	0.3	17.8	29.6	70.4
N°16	1.18	0.1	5.9	35.5	64.5
N°30	0.60	0.5	29.6	65.1	34.9
N°50	0.30	0.3	17.8	82.8	17.2
N°100	0.15	0.1	6.5	89.3	10.7
FONDO		0.2	10.7	100.0	0.0
	TOTAL	1.7			

HUSO C		
TAMIZ	% QUE PASA	
3/8"	100	100
N°4	95	100
N°8	80	100
N°16	50	85
N°30	25	60
N°50	10	30
N°100	2	10



PASANTE MALLA # 200 :	2.62%
MODULO DE FINURA (MF) :	3.14

**LABORATORIO DE CONCRETO**  
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO**  
**NTP 400.012 - ASTM C136**

**CANTERA:** Banco río Mantaro-districto de Pilcomayo

**MUESTRA:** Promedio

**FECHA:** 07 de enero de 2020

Tesis : MANTENSOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA

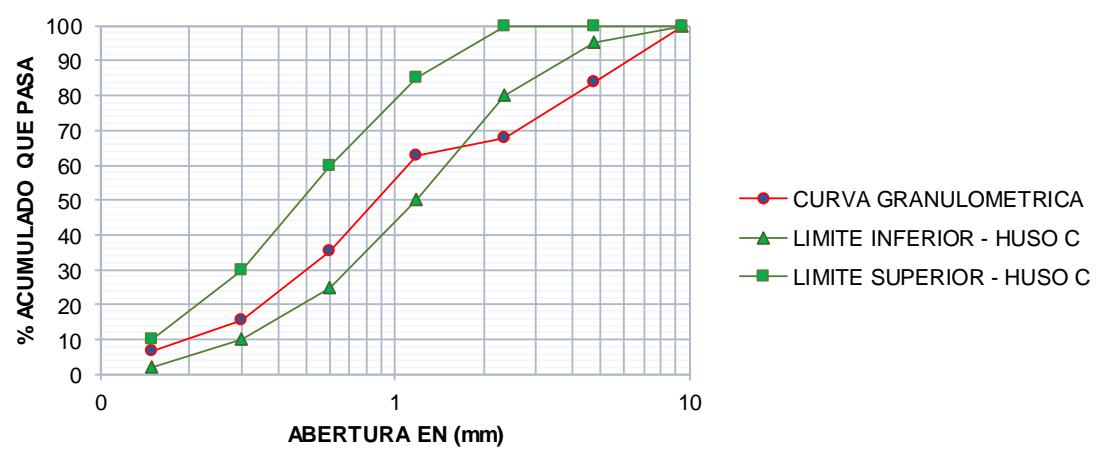
**DATOS Y RESULTADO DEL ENSAYO**

Peso muestra seca: --- gr

Peso muestra lavada seca: --- gr

TAMIZ	ABERTURA mm	PESO RETENID.	% RETENID.	% ACUMUL. RETENID.	% QUE PASA
3/8"	9.50	0.0	0.0	0.0	100.0
N°4	4.75	0.3	16.3	16.3	83.7
N°8	2.36	0.3	15.9	32.2	67.8
N°16	1.18	0.1	5.3	37.5	62.5
N°30	0.60	0.5	27.4	64.8	35.2
N°50	0.30	0.4	19.4	84.3	15.7
N°100	0.15	0.2	9.0	93.3	6.7
FONDO		0.1	6.7	100.0	0.0
	TOTAL	1.9			

HUSO C		
TAMIZ	% QUE PASA	
3/8"	100	100
N°4	95	100
N°8	80	100
N°16	50	85
N°30	25	60
N°50	10	30
N°100	2	10



**PASANTE MALLA # 200 :** ---

**MODULO DE FINURA (MF) :** 3.28

**LABORATORIO DE CONCRETO**  
**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO**  
**NTP 400.022 - ASTM C128**

**CANTERA:** Banco río Mantaro-distrito de Pilcomayo

**MUESTRA:** M1, M2 & M3

**FECHA:** 08 de enero de 2020

Tesis : MANTENSOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA

**DATOS DEL ENSAYO**

ID	DESCRIPCION	M1	M2	M3
1	Peso de la arena superficialmente seca + peso del balon + peso del agua (gr)	972.5	972.9	972.7
2	Peso de la arena superficialmente seca + peso del balon (gr)	666.2	666.2	666.2
3	Peso del agua ( W = 1-2 )	306.3	306.7	306.5
4	Peso del balon (gr)	166.2	166.2	166.2
5	Peso de la arena secada al horno (gr) ( A )	495.5	495.6	495.9
6	Volumen del balon V = 500 ml	500	500	500

**RESULTADOS DEL ENSAYO**

ID	DESCRIPCION	M1	M2	M3
1	PESO ESPECIFICO DE MASA [ P.E.M. = A / ( V - W ) ]	2.56	2.56	2.56
2	PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO [ P.E.M.S.S. = 500 / (V - W) ]	2.58	2.59	2.58
3	PESO ESPECIFICO APARENTE [ P.E.A = A / ( V - W ) - ( 500 - A ) ]	2.62	2.62	2.62
4	PORCENTAJE DE ABSORCION [ ( 500 - A ) / A * 100 ]	0.91	0.89	0.83

**RESULTADO PROMEDIO DEL ENSAYO**

<b>PESO ESPECIFICO DE MASA:</b>	2.56	gr/cm <sup>3</sup>
<b>PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPEFICIALMENTE SECA:</b>	2.58	gr/cm <sup>3</sup>
<b>PESO ESPECIFICO APARENTE :</b>	2.62	gr/cm <sup>3</sup>
<b>PORCENTAJE DE ABSORCION:</b>	0.87%	

**LABORATORIO DE CONCRETO  
PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO  
NTP 400.021 - ASTM C127**

**CANTERA:** Banco río Mantaro-distrito de Pilcomayo

**MUESTRA:** M1, M2 & M3

**FECHA:** 08 de enero de 2020

Tesis : MANTENSOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA

**DATOS DEL ENSAYO**

ID	DESCRIPCION	M1	M2	M3
1	Peso de la muestra secada al horno (gr) ( A )	3008.0	3012.0	3014.0
2	Peso de la muestra saturada superficialmente seca (gr) ( B )	3060.0	3071.0	3065.5
3	Peso en el agua de la muestra saturada + peso en el agua de la canastilla (gr)	2871.0	2878.0	2889.0
4	Peso en el agua de la canastilla (gr)	981.0	988.0	999.0
5	Peso en el agua de la muestra saturada ( C = 3-4 )	1890.0	1890.0	1890.0

**RESULTADOS DEL ENSAYO**

ID	DESCRIPCION	M1	M2	M3
1	PESO ESPECIFICO DE MASA [ P.E.M. = A / B - C ]	2.57	2.55	2.56
2	PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO [ P.E.M.S.S. = B / (B - C) ]	2.62	2.60	2.61
3	PESO ESPECIFICO APARENTE [ P.E.A. = A / ( A - C ) ]	2.69	2.68	2.68
4	PORCENTAJE DE ABSORCION ( B - A ) / A * 100	1.73	1.96	1.71

**RESULTADO PROMEDIO DEL ENSAYO**

**PESO ESPECIFICO DE MASA:** 2.56 gr/cm<sup>3</sup>

**PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPEFICIALMENTE SECA:** 2.61 gr/cm<sup>3</sup>

**PESO ESPECIFICO APARENTE :** 2.69 gr/cm<sup>3</sup>

**PORCENTAJE DE ABSORCION:** 1.80%

**LABORATORIO DE CONCRETO  
CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO  
NTP 400.185 - ASTM C566**

**CANTERA:** Banco río Mantaro-distrito de Pilcomayo

**MUESTRA:** M1, M2 & M3

**FECHA:** 09 de enero de 2020

Tesis : MANTENSOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA

**DATOS DEL ENSAYO**

ID	DESCRIPCION	M1	M2	M3
1	Peso de la muestra humeda + tara (gr)	945.4	986.7	958.5
2	Peso de la muestra seca + tara (gr)	941.6	981.2	951.0
3	Peso de la tara (gr)	65.5	50.5	50.5
4	Peso de la muestra humeda ( W=1-3 )	879.9	936.2	908.0
5	Peso de muestra seca ( D=2-3 )	876.1	930.7	900.5
6	CONTENIDO DE HUMEDAD [%H=(W-D)/D*100]	0.43%	0.59%	0.83%

**RESULTADO PROMEDIO DEL ENSAYO**

CONTENIDO DE HUMEDAD:	0.62%
-----------------------	-------

**LABORATORIO DE CONCRETO**  
**CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO**  
**NTP 400.185 - ASTM C566**

**CANTERA:** Banco río Mantaro-distrito de Pilcomayo

**MUESTRA:** M1, M2 & M3

**FECHA:** 09 de enero de 2020

Tesis : MANTENSOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA

**DATOS DEL ENSAYO**

ID	DESCRIPCION	M1	M2	M3
1	Peso de la muestra humeda + tara (gr)	548.12	549.3	549.5
2	Peso de la muestra seca + tara (gr)	544.8	546.9	547.5
3	Peso de la tara (gr)	52.5	53.9	56.9
4	Peso de la muestra humeda ( W=1-3 )	495.6	495.4	492.6
5	Peso de muestra seca ( D=2-3 )	492.3	493.0	490.6
6	CONTENIDO DE HUMEDAD [%H=(W-D)/D*100]	0.67%	0.49%	0.41%

**RESULTADO PROMEDIO DEL ENSAYO**

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD:</b>	0.52%
------------------------------	-------

**LABORATORIO DE CONCRETO**  
**PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO FINO**  
**NTP 400.017 - ASTM C29**

**CANTERA:** Banco río Mantaro-distrito de Pilcomayo

**MUESTRA:** M1, M2 & M3

**FECHA:** 09 de enero de 2020

Tesis : MANTENSOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA

**I. PESO UNITARIO SUELTO SECO - PUSS**

<b>DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO</b>					
ID	DESCRIPCION	M1	M2	M3	
1	Peso de la muestra suelta + vasija (kg)	7.600	7.563	7.591	
2	Peso de la vasija (kg)	2.472	2.472	2.472	
3	Peso de la muestra suelta (kg)	5.128	5.091	5.119	
4	Constante (1/Vol.molde(m3))	353.1	353.1	353.1	
5	Contenido de humedad (H%)	0.62%	0.62%	0.62%	
6	PESO UNITARIO SUELTO HUMEDO [P.U.S.H=(3)*(4)]	1810.9	1797.9	1807.8	
7	PESO UNITARIO SUELTO SECO [P.U.S.S=P.U.S.H/(1+H%)]	1799.8	1786.8	1796.6	
8	PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO SECO	1794.4			

**RESULTADO PROMEDIO DEL ENSAYO**

PESO UNITARIO SUELTO SECO:	1794.41 kg/m3
----------------------------	---------------

**II. PESO UNITARIO COMPACTADO SECO - PUCS**

<b>DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO</b>					
ID	DESCRIPCION	M1	M2	M3	
1	Peso de la muestra compactada + vasija (kg)	8.058	8.011	8.082	
2	Peso de la vasija (kg)	2.472	2.472	2.472	
3	Peso de la muestra compactada (kg)	5.586	5.539	5.610	
4	Constante (1/Vol.molde(m3))	353.1	353.1	353.1	
5	Contenido de humedad (H%)	0.62%	0.62%	0.62%	
6	PESO UNITARIO COMPACTADO HUMEDO [P.U.C.H=(3)*(4)]	1972.7	1956.1	1981.2	
7	PESO UNITARIO COMPACTADO SECO [P.U.C.S=P.U.C.H/(1+H%)]	1960.5	1944.0	1969.0	
8	PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO SECO	1957.8			

**RESULTADO PROMEDIO DEL ENSAYO**

PESO UNITARIO COMPACTADO SECO:	1957.85 kg/m3
--------------------------------	---------------

**LABORATORIO DE CONCRETO**  
**PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO**  
**NTP 400.017 - ASTM C29**

**CANTERA:** Banco río Mantaro-distrito de Pilcomayo

**MUESTRA:** M1, M2 & M3

**FECHA:** 09 de enero de 2020

Tesis : MANTENSOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA

**I. PESO UNITARIO SUELTO SECO - PUSS**

**DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO**

ID	DESCRIPCION	M1	M2	M3
1	Peso de la muestra suelta + vasija (kg)	14.925	14.85	14.901
2	Peso de la vasija (kg)	6.936	6.936	6.936
3	Peso de la muestra suelta (kg)	7.989	7.914	7.965
4	Constante (1/Vol.molde(m3))	188.6	188.6	188.6
5	Contenido de humedad (H%)	0.52%	0.52%	0.52%
6	PESO UNITARIO SUELTO HUMEDO [P.U.S.H=(3)*(4)]	1506.9	1492.8	1502.4
7	PESO UNITARIO SUELTO SECO [P.U.S.S=P.U.S.H/(1+H%)]	1499.1	1485.0	1494.6
8	PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO SECO	1492.9		

**RESULTADO PROMEDIO DEL ENSAYO**

PESO UNITARIO SUELTO SECO:	1492.92 kg/m3
----------------------------	---------------

**II. PESO UNITARIO COMPACTADO SECO - PUCS**

**DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO**

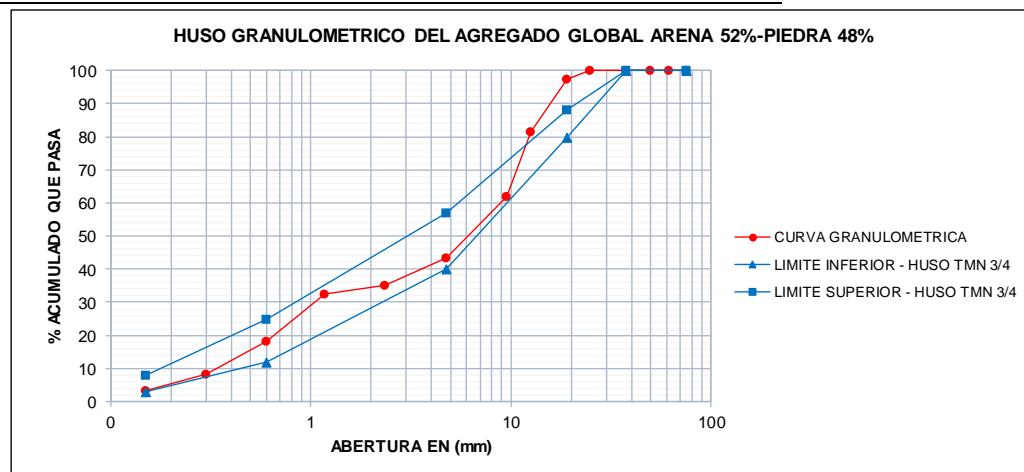
ID	DESCRIPCION	M1	M2	M3
1	Peso de la muestra compactada + vasija (kg)	15.806	15.81	15.816
2	Peso de la vasija (kg)	6.936	6.936	6.936
3	Peso de la muestra compactada (kg)	8.870	8.874	8.880
4	Constante (1/Vol.molde(m3))	188.6	188.6	188.6
5	Contenido de humedad (H%)	0.52%	0.52%	0.52%
6	PESO UNITARIO COMPACTADO HUMEDO [P.U.C.H=(3)*(4)]	1673.1	1673.9	1675.0
7	PESO UNITARIO COMPACTADO SECO [P.U.C.S=P.U.C.H/(1+H%)]	1664.4	1665.2	1666.3
8	PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO SECO	1665.3		

**RESULTADO PROMEDIO DEL ENSAYO**

PESO UNITARIO COMPACTADO SECO:	1665.30 kg/m3
--------------------------------	---------------

LABORATORIO DE CONCRETO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GLOBAL NTP 400.012 - ASTM C136						
<b>CANTERA:</b> Banco río Mantaro-distrito de Pilcomayo & chancadora pilcomayo						
<b>MUESTRA:</b> Arena:52%-Piedra:48%						
<b>FECHA:</b> 10 de enero de 2020						
Tesis : MANTENSOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA						

TAMIZ	ABERTURA mm	AGREGADO FINO (Ar)		AGREGADO GRUESO (Pd)		AGREGADO GLOBAL	
		% RETENID.	% ACUMUL. REtenid.	% RETENID.	% ACUMUL. REtenid.	% ACUMUL. REtenid.	% QUE PASA
3"	75.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	62.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.00	0.0	0.0	5.2	5.2	2.5	97.5
1/2"	12.50	0.0	0.0	33.4	38.6	18.5	81.5
3/8"	9.50	0.0	0.0	40.4	78.9	37.9	62.1
Nº4	4.75	16.3	16.3	21.1	100.0	56.5	43.5
Nº8	2.36	15.9	32.2	0.0	100.0	64.8	35.2
Nº16	1.18	5.3	37.5	0.0	100.0	67.5	32.5
Nº30	0.60	27.4	64.8	0.0	100.0	81.7	18.3
Nº50	0.30	19.4	84.3	0.0	100.0	91.8	8.2
Nº100	0.15	9.0	93.3	0.0	100.0	96.5	3.5
FONDO		6.7	100.0	0.0	100.0	100.0	0.0
	TOTAL	100.0		100.0			



TAMANO MAXIMO (TM) :	1"
TAMANO MAXIMO NOMINAL (TMN) :	3/4"
MODULO DE FINURA AGREGADO GLOBAL (MF) :	4.99

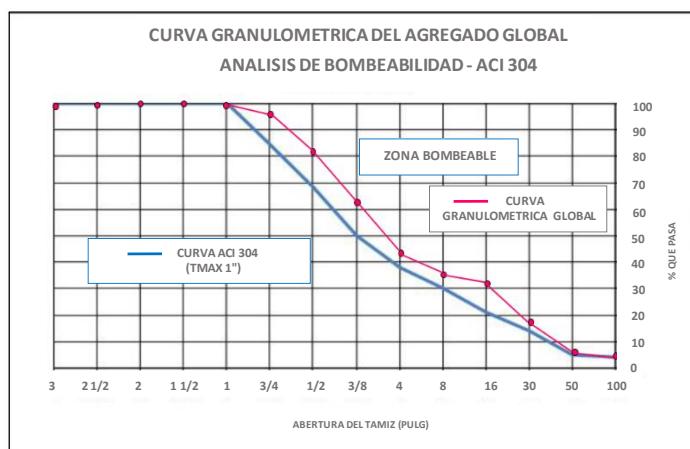
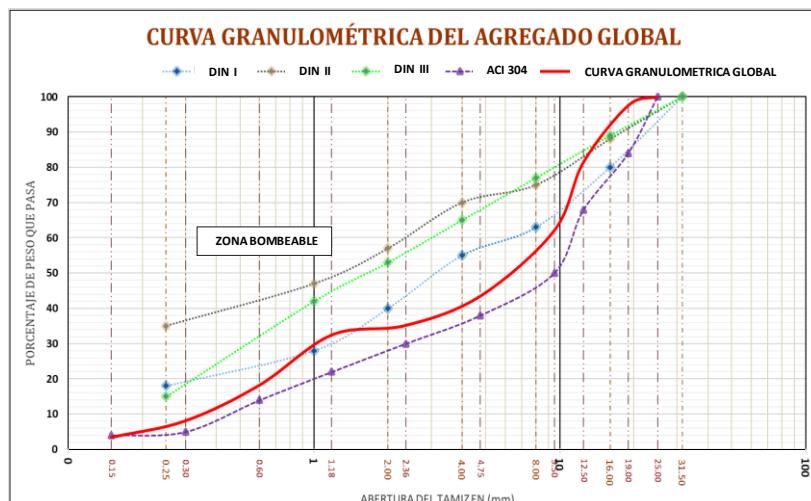
MODULO DE FINURA EN FUNCION A EQUIPO AUSAR  
CARLOS BARZOLA GASTELU (2014) EQUIPO DE BOMBEO MODULO DE FINURA: 5.0-5.1  
ICG (2013) EQUIPO DE BOMBEO MODULO DE FINURA: 4.90

RIVAD AVIA (2009) LIMITACION EN TAMANO MAXIMO : 1/3 D  
d= DIAMETRO DE TUBERIA 4", 5", 6"  
TM<=4/3", 5/3", 2"

<b>LABORATORIO DE CONCRETO</b>								
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GLOBAL</b>								
<b>HUSO DIN 1045 CONCRETO BOMBEABLE -HUSO ACI 304 BOMBEABLE - ASTM C136</b>								
<b>CANTERA:</b> Banco río Mantaro-distrito de Pilcomayo & chancadora pilcomayo								
<b>MUESTRA:</b> Arena:52%-Piedra:48%								
<b>FECHA:</b> 10 de enero de 2020								
Tesis : MANTENSOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA								

### GRAFICA DE LA GRADACION

TAMIZ	ABERTURA mm	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL 19.0 mm	GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GLOBAL PORCENTAJE EN PESO (MASA) QUE PASA			HUSO ASTM	CURVA ACI 304 BOMBEABLE
			I	II	III		
3"	75.00						
1 1/2"	37.50	100	100				
	31.50		100	100	100		
3/4"	19.00	95	100			80	88
	16.00		80	88	89		84
1/2"	12.50	75	85			63	75
3/8"	9.50	64	76			55	70
	8.00		63	75	77		50
Nº4	4.75	35	55			40	57
	4.00		55	70	65		38
Nº8	2.36	26	48			28	47
	2.00		40	57	53		30
Nº16	1.18	17	41			18	35
	1.00		28	47	42		22
Nº30	0.60	10	35			12	25
Nº50	0.30	5	22			7	15
	0.25		18	35	15		5
Nº100	0.15	0	8			3	8
							4



## ANEXO F: DISEÑOS DE MEZCLAS

<b>LABORATORIO DE CONCRETO</b> <b>DISEÑO DE MEZCLA PATRON "P" CON <math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math></b> <b>METODO DEL AGREGADO GLOBAL</b>	
<b>Tesis : MANTENSOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA</b>	
<b>Elaborado: RICHARD HUGO REYMONDO GAMARRA</b>	
<b>Fecha: 02-03-2021</b>	

### 1. ESPECIFICACIONES DEL DISEÑO DE MEZCLA

Con la finalidad de calcular las proporciones de los materiales integrantes de una mezcla de concreto bombeable a ser empleada en columnas, vigas y losas de una estructura de concreto armado; construido en la ciudad de Huancayo, se fijaron las siguientes especificaciones de obra:

- La resistencia a la compresión especificada estará en función  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$
- Las condiciones de colocación requerirán que la mezcla tenga consistencia plástica para ser bombeado: un slump 4".
- El tamaño máximo(TM) del agregado grueso limitado por 1/3 d , d=diametro de tubería 4",5",6"
- TM  $\leq 4/3", 5/3", 2"$ ; por consiguiente el TMN=3/4".
- El cemento Portland Tipo I Andino
- agua potable
- sacarosa ( azucar blanca Cartavio)

### 2. INFORMACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

DESCRIPCION	ARENA	PIEDRA	CEMENTO	AGUA
Peso Específico de Masa	2.62	2.69	3.12	1.00
Peso Unitario Suelto	1794.40	1492.50	1500.87	1000.00
Peso Unitario Compactado	1957.80	1665.30	—	—
Contenido de Humedad	0.62%	0.52%	—	—
Absorción	0.87%	1.80%	—	—
Tamaño máximo	—	1.00	—	—
Tamaño nominal máximo	—	3/4	—	—
Modulo de Finura	3.28	—	—	—

### 3. SELECCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO

El tamaño máximo nominal del agregado debe ser el mayor disponible económicamente y compatible con las dimensiones de las estructuras así mismo el tamaño maximo deberá cumplir la llimitacion 1/3 d, d=diametro de tubería 4",5",6" para ser bombeado

<b>Tamaño nominal máximo del agregado (TMN):</b>	3/4
--	-----

### 4. SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

El asentamiento seleccionado apropiado para ser bombeado , no generar mayor presion de bombeo, mayor potencia de equipo de bombeo y mayor presion del concreto sobre encofrado de estructuras

<b>Asentamiento especificado (SLUMP):</b>	4"
---	----

### 5. VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

La estimación inicial del volumen unitario de agua, o agua de diseño, esta en función del TMN y el Slump (Tabla 1); pero el agua de diseño final , se obtendrá mediante la realización de mezclas de prueba, que provea el asentamiento minimo especificado de 4" a 4 1/4".

<b>Volumen unitario de agua (A):</b>	209.00	lt/m3
--------------------------------------	--------	-------

### 6. CONTENIDO DE AIRE

Para el cálculo del contenido de aire, se tomara en cuenta los valores presentados en la Tabla 3, para el cual nesecita el valor TMN.

<b>Contenido de aire:</b>	2.00%
---------------------------	-------

### 7. SELECCIÓN DE LA RELACION AGUA-CEMENTO

La ACI 211.1 bajo criterios de resistencia y durabilidad selecciona la relación a/c; en el primer caso, esta selección se hace a partir de: la resistencia requerida para el diseño (  $f_{cr}=f_c+84$  ) en la Tabla 2 y si la mezcla presenta o no, aire incorporado. Sin embargo como nuestro estudio es de naturaleza experimental y causal; la cantidad de cemento calculado deberá contener 300 a 350 kg/m3 como minimo para ser bombeado

<b>Relacion agua-cemento (a/c):</b>	0.56
-------------------------------------	------

### 8. CÁLCULO DEL CONTENIDO DE CEMENTO

Con la cantidad de agua por unidad cubica de concreto y la relación a/c de la misma, se calcula el factor cemento.

<b>Contenido de cemento [ C=A/(a/c) ] :</b>	374.00	kg/m3
---	--------	-------

**LABORATORIO DE CONCRETO**  
**DISEÑO DE MEZCLA PATRON "P" CON  $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$**   
**METODO DEL AGREGADO GLOBAL**

Tesis : MANTENSOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA
Elaborado: RICHARD HUGO REYMUNDO GAMARRA
Fecha: 02-03-2021

#### 9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE LA PASTA

Conocidos los pesos del cemento, agua y el volumen de aire, se procederá a calcular la suma de volúmenes absolutos de estos integrantes.

Volumen del agua [Vagua=Wagua/P.Eagua] :	0.209	m <sup>3</sup>
Volumen del cemento [Vcem=Wcem/P.Ecem] :	0.120	m <sup>3</sup>
Volumen de aire (Vaire) :	0.020	m <sup>3</sup>

Volumen de la pasta [Vpasta=Vagua+Vcem+Vaire] :	0.349	m <sup>3</sup>
---	-------	----------------

#### 10. CÁLCULO DEL VOLUMEN TOTAL DE LOS AGREGADOS

Para determinar el volumen total de los agregados, a la unidad cúbica de concreto se le restara el volumen de la pasta.

Volumen total de los agregados [Vagreg=1.00-Vpasta] :	0.651	m <sup>3</sup>
---	-------	----------------

#### 11. CÁLCULO DE VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO

El volumen total de los agregados, se repartirá proporcionalmente en función de la combinación de arena y piedra que cumpla el modulo de finura para equipo de bombeo y curva granulometria global para bombeado de concreto, se obtuvo modulo de finura global de 4.99 y cumplimiento del Huso DIN 1045 (concreto bombeable) y curva ACI 304 (concreto bombeable)

Proporcion de arena de mayor compacidad (%Ar) :	52%
Proporcion de piedra de mayor compacidad (%Pd) :	48%

Volumen de la arena [Var=%Ar*Vagreg] :	0.339	m <sup>3</sup>
Volumen de la piedra [Vpd=%Pd*Vagreg] :	0.313	m <sup>3</sup>

#### 12. DETERMINACIÓN DEL PESO SECO POR M3 DE CONCRETO, DEL AGREGADO GRUESO Y FINO

El peso seco del agregado fino y grueso será igual a sus respectivos volúmenes absolutos multiplicados por sus pesos específicos.

Peso seco de la arena [ W.Sar=Var*P.Ear] :	887	kg/m <sup>3</sup>
Peso seco de la piedra [ W.SPd=Vpd*P.Epd] :	841	kg/m <sup>3</sup>

#### 13. DISEÑO SECO DE LA MEZCLA ( DISEÑO ESTATICO )

La cantidad de los materiales, en estado seco, para la unidad cúbica de concreto seran:

DISEÑO SECO ( DISEÑO ESTATICO )					
Diseño de la mezcla "A"	Materiales	Peso seco (kg)	Peso específico (kg/m <sup>3</sup> )	Volumen absoluto (m <sup>3</sup> )	Diseño unitario (kg)
fc=210 kg/cm <sup>2</sup>	Cemento	374	3120.00	0.120	1.00
	Agua	209	1000.00	0.209	0.56
	Arena	887	2620.00	0.339	2.37
	Piedra	841	2690.00	0.313	2.25
	Aire			0.020	
	TOTAL	2311		1.000	

#### 14. CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Las proporciones de los materiales que integran la unidad cúbica de concreto debe ser corregida en función de las condiciones de los agregados fino y grueso, a fin de obtener los valores a ser utilizados en obra.

Peso húmedo de la arena [ W.Har=(1+%H)*W.Sar] :	893	kg/m <sup>3</sup>
Peso húmedo de la piedra [ W.Hpd=(1+%H)*W.Spd] :	845	kg/m <sup>3</sup>

**LABORATORIO DE CONCRETO**  
**DISEÑO DE MEZCLA PATRON "P" CON F'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>**  
**METODO DEL AGREGADO GLOBAL**

Tesis : MANTENSOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA

Elaborado: RICHARD HUGO REYMUNDO GAMARRA

Fecha: 02-03-2021

### 15. CÁLCULO DEL AGUA EFECTIVA

Es agua efectiva estará determinada por el ajuste del agua de diseño, debido al aporte de la humedad superficial de los agregados.

Aporte de humedad de la arena [ Har=(%H-%Ab)*W.Sar] :	-2.22	lt/m3
Aporte de humedad de la piedra [ Hpd=(%H-%Ab)*W.Spd] :	-10.76	lt/m3

Agua efectiva [ Aefec=A-(Har+Hpd)] :	222	lt/m3
--------------------------------------	-----	-------

### 16. TANDA DE ENSAYO

Para la realización de los ensayos de concreto, en estado fresco y endurecido, la tanda de ensayo se fijó en función de la producción máxima de cilindros de concreto y un desperdicio del 20%.

Cantidad máxima de cilindros:	15	unidades
Volumen de cada cilindro:	0.0016	m <sup>3</sup>
Porcentaje de desperdicio de concreto:	20.0%	

Tanda de ensayo:	0.028	m <sup>3</sup>
------------------	-------	----------------

### 17. DISEÑO HÚMEDO DE LA MEZCLA ( DISEÑO DINAMICO )

La cantidad de los materiales, en estado húmedo, para la unidad cúbica de concreto y para las tandas serán:

DISEÑO HÚMEDO ( DISEÑO DINAMICO )					
Diseño de la mezcla "P"	Materiales	Peso húmedo (kg)	Diseño unitario (kg)	(kg) Tanda de un saco	(kg) Tanda 0.028 m <sup>3</sup>
fc=210 kg/cm <sup>2</sup>	Cemento	374	1.00	42.50	10.47
	Agua	222	0.59	25.22	6.22
	Arena	893	2.39	101.43	24.99
	Piedra	845	2.26	96.04	23.66
	Aire				
	TOTAL	2334		265.19	65.34

### 18. DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN

Para obtener la dosificación en volumen, bastara con dividir los pesos de los materiales del diseño húmedo, entre sus respectivos pesos unitarios sueltos (P.U.S), los pesos unitarios sueltos de la arena y la piedra deben ser corregidos por humedad.

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN							
Diseño de la mezcla "P"	Materiales	Peso húmedo (kg)	(kg) Tanda de un saco	P.U.S (kg/m <sup>3</sup> )	P.U.S (kg/pie <sup>3</sup> )	(pie <sup>3</sup> ) Tanda de un saco	(m <sup>3</sup> ) Tanda de 1 M3 de concreto
fc=210 kg/cm <sup>2</sup>	Cemento	374	42.50	1500.87	42.50	1.00	8.8 bls
	Agua	222	25.22	1000.00	28.32	0.89	0.222
	Arena	893	101.43	1805.53	51.13	1.98	0.494
	Piedra	845	96.04	1500.26	42.48	2.26	0.563
	Aire						
	TOTAL	2334	265.19			6.14	

**LABORATORIO DE CONCRETO**  
**DISEÑO DE MEZCLA CON SACAROSA**  
**"AB-0.01", "AB-0.07", "AB-0.14", "AB-0.20", "AB-0.25", "AB-0.28", "AB-0.34", Y "AB-0.40"**  
**METODO DEL AGREGADO GLOBAL**

Tesis : MANTENSOR DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO BOMBEADO ADICIONADO CON SACAROSA  
 Elaborado: RICHARD HUGO REYMONDO GAMARRA  
 Fecha: 02-03-2021

**DATOS GENERALES:**

**Agregado Fino:** Cantera rio Mantaro, distrito Pilcomayo  
**Agregado Grueso:** Cantera rio Mantaro, distrito Pilcomayo  
**Cemento:** Andino Portland tipo I  
**Agua:** Potable  
**Adición :** sacarosa (azucar blanca Cartavio)

**1.-NOMENCLATURA**

CODIGO	DOSIS SACAROSA	CANTIDAD SACAROSA kg/ bls cemento
P	PATRON f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	0.000
AB-0.01	0.01% SACAROSA	0.004
AB-0.07	0.07% SACAROSA	0.030
AB-0.14	0.14% SACAROSA	0.060
AB-0.20	0.20% SACAROSA	0.085
AB-0.25	0.25% SACAROSA	0.106
AB-0.28	0.28% SACAROSA	0.119
AB-0.34	0.34% SACAROSA	0.145
AB-0.40	0.40% SACAROSA	0.170

**2. DOSIS DEL ADITIVO**

La dosis de sacarosa ( azucar blanca cartavio) sera en % en funcion del peso del cemento, la cantidad a usar es 0.01% a 0.40% del peso del cemento variaran dependiendo de cuanto se desee incrementar el asentamiento y mantener la trabajabilidad para bombejar el concreto.

CODIGO DISEÑO DE MEZCLA " P "	MATERIALES	DISEÑO SECO ( DISEÑO ESTATICO )			DISEÑO HÚMEDO ( DISEÑO DINAMICO )				DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	
		Peso Seco (kg)	Volumen Absoluto (m3)	Diseño Unitario (kg)	Peso Húmedo (kg)	Diseño Unitario (kg)	(kg) Tanda de un saco	(kg) Tanda 0.028 m3	(pie3) Tanda de un saco	(m3) Tanda de 1 M3 de concreto
f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Cemento	374.00	0.120	1.00	374.00	1.00	42.50	10.47	1.00	8.8 bls
	Aqua	209.00	0.209	0.56	222.00	0.59	25.22	6.22	0.89	0.222
	Arena	887.00	0.339	2.37	893.00	2.39	101.43	24.99	1.98	0.494
	Piedra	841.00	0.313	2.25	845.00	2.26	96.04	23.66	2.26	0.563
	Aire	2.00	0.020							
	TOTAL	2311.00	1.000		2334.00		265.19	0.00	6.14	
<b>AB-0.01, DOSIS 0.01%</b>		Sacarosa	0.04 kg		0.04 kg		4.25 gr	1.05 gr	4.25 gr	0.04 kg
<b>AB-0.07, DOSIS 0.07%</b>		Sacarosa	0.15 kg		0.26 kg		29.75 gr	7.33 gr	29.75 gr	0.26 kg
<b>AB-0.14, DOSIS 0.14%</b>		Sacarosa	0.52 kg		0.52 kg		59.50 gr	14.66 gr	59.50 gr	0.52 kg
<b>AB-0.20, DOSIS 0.20%</b>		Sacarosa	0.75 kg		0.75 kg		85.00 gr	20.94 gr	85.00 gr	0.75 kg
<b>AB-0.25, DOSIS 0.25%</b>		Sacarosa	0.94 kg		0.94 kg		106.25 gr	26.18 gr	106.25 gr	0.94 kg
<b>AB-0.28, DOSIS 0.28%</b>		Sacarosa	1.05 kg		1.05 kg		119.00 gr	29.32 gr	119.00 gr	1.05 kg
<b>AB-0.34, DOSIS 0.34%</b>		Sacarosa	1.27 kg		1.27 kg		144.50 gr	35.60 gr	144.50 gr	1.27 kg
<b>AB-0.40, DOSIS 0.40%</b>		Sacarosa	1.50 kg		1.50 kg		170.00 gr	41.88 gr	170.00 gr	1.50 kg

## ANEXO G: VALIDACION DE INSTRUMENTO

### RESOLUCION DIRECTORAL N°0.16-2018-INACAL/DN Y NORMAS DE INSTRUMENTO

**El Peruano**

Firmado Digitalmente por:  
EDITORIA PERU  
Fecha: 18/07/2018 04:34:46

**20**

#### NORMAS LEGALES

Miércoles 18 de julio de 2018 /  El Peruano

Tecnología, Digitalización y Formalización del Despacho Viceministerial de MYPE e Industria del Ministerio de la Producción.

Regístrate, comuníquese y publíquese.

RAÚL PÉREZ-REYES ESPEJO  
Ministro de la Producción

1671281-4

#### Aprueban Normas Técnicas Peruanas versión 2018 sobre hormigón, concreto, agregados y cementos

##### RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 016-2018-INACAL/DN

Lima, 13 de julio de 2018

VISTO: El Informe N° 008-2018-INACAL/DN.PA

##### CONSIDERANDO:

Que, el artículo 10 de la Ley N° 30224, Ley que crea el Sistema Nacional para la Calidad y el Instituto Nacional de Calidad - INACAL, establece que las competencias del INACAL, entre ellas, la Normalización, se sujetan a lo establecido en el Acuerdo sobre Obstáculos Técnicos al Comercio de la Organización Mundial del Comercio (OMC), el cual contempla en su Anexo 3 el Código de Buena Conducta para la Elaboración, Adopción y Aplicación de Normas, siendo que el literal J del citado Anexo establece que las instituciones con actividades de normalización elaboran programas de trabajo, entre otros documentos;

Que, el artículo 19 de la Ley N° 30224, en concordancia con el artículo 35 del Decreto Supremo N° 004-2015-PRODUCE, Reglamento de Organización y Funciones del Instituto Nacional de Calidad - INACAL, modificado por Decreto Supremo N° 008-2015-PRODUCE, establece que la Dirección de Normalización es la autoridad nacional competente para administrar la política y gestión de la Normalización, encontrándose encargada de conducir el desarrollo de normas técnicas para productos, procesos o servicios, y goza de autonomía técnica y funcional;

Que, el numeral 18.3 del artículo 18 de la Ley N° 30224, establece que las Normas Técnicas Peruanas promueven la calidad de los bienes y servicios que se ofertan en el mercado, por lo que deben ser revisadas cada cinco (5) años, en concordancia con el literal d) del artículo 38 del Decreto Supremo N° 004-2015-PRODUCE;

Que, la Dirección de Normalización, en ejercicio de sus funciones de revisar y actualizar periódicamente las Normas Técnicas Peruanas, así como elaborar y actualizar periódicamente los programas de normalización considerando la demanda del sector público y privado, establecidas en los literales d) y l) del artículo 38 del Decreto Supremo N° 004-2015-PRODUCE, elaboró y aprobó el Programa de Actualización de Normas Técnicas Peruanas correspondientes al año 2018, a través del Informe N° 001-2018-INACAL/DN -Programa de Actualización, de fecha 23 de enero de 2018, el mismo que se encuentra publicado en el portal institucional del INACAL;

Que, en el marco del citado programa fue emitido el Informe N°008-2018-INACAL/DN.PA, el cual señala que, luego de realizada la consulta pública, revisión y evaluación respectiva de 32 Normas Técnicas Peruanas correspondientes a las materias de: a) Agregados, concreto, concreto armado y concreto pretensado y b) Cementos, cales y yesos; corresponde aprobarlas en su versión 2018 y dejar sin efecto las correspondientes versiones anteriores;

De conformidad con lo dispuesto en la Ley N° 30224, Ley que crea el Sistema Nacional para la Calidad y el Instituto Nacional de Calidad; el Decreto Supremo N° 004-2015-PRODUCE, Reglamento de Organización y Funciones del INACAL, modificado por Decreto Supremo N° 008-2015-PRODUCE;

##### SE RESUELVE:

##### Artículo 1.- Aprobar las siguientes Normas Técnicas Peruanas en su versión 2018:

NTP 334.080:2008 (revisada el 2018)	HORMIGÓN (CONCRETO). Tubos de hormigón (concreto) reforzado para la conducción de fluidos a media presión. Requisitos. 2 <sup>a</sup> Edición Reemplaza a la NTP 334.080:2008 (revisada el 2013)
NTP 339.009:2008 (revisada el 2018)	HORMIGÓN (CONCRETO). Tubos de hormigón (concreto) simple para alcantarillado, drenaje de aguas de lluvias y aguas residuales. Requisitos. 3 <sup>a</sup> Edición Reemplaza a la NTP 339.009:2008 (revisada el 2013)
NTP 339.038:2008 (revisada el 2018)	HORMIGÓN (CONCRETO). Tubos de hormigón (concreto) armado para alcantarillado, drenaje de aguas de lluvias y aguas residuales. Requisitos. 3 <sup>a</sup> Edición Reemplaza a la NTP 339.038:2008 (revisada el 2013)
NTP 339.077:2013 (revisada el 2018)	CONCRETO. Métodos de ensayo normalizados para evolución del concreto. 3 <sup>a</sup> Edición Reemplaza a la NTP 339.077:2013
NTP 339.181:2013 (revisada el 2018)	CONCRETO. Método de ensayo para determinar el número de rebote del concreto endurecido (esferómetro). 2 <sup>a</sup> Edición Reemplaza a la NTP 339.181:2013
NTP 339.183:2013 (revisada el 2018)	CONCRETO. Práctica normalizada para la elaboración y cierre de especímenes de concreto en el laboratorio. 2 <sup>a</sup> Edición Reemplaza a la NTP 339.183:2013
NTP 339.184:2013 (revisada el 2018)	CONCRETO. Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de concreto. 2 <sup>a</sup> Edición Reemplaza a la NTP 339.184:2013
NTP 339.185:2013 (revisada el 2018)	AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. 2 <sup>a</sup> Edición Reemplaza a la NTP 339.185:2013
NTP 339.218:2008 (revisada el 2018)	HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la segregación estática del hormigón (concreto) autocompactante. Ensayo de columna. 1 <sup>a</sup> Edición Reemplaza a la NTP 339.218:2008 (revisada el 2013)
NTP 339.219:2008 (revisada el 2018)	HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinar la fulidez de esfuerzamiento del concreto auto compactado. 1 <sup>a</sup> Edición Reemplaza a la NTP 339.219:2008 (revisada el 2013)
NTP 339.220:2008 (revisada el 2018)	HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinar la habilidad de paso del concreto auto compactado por el enillo J. 1 <sup>a</sup> Edición Reemplaza a la NTP 339.220:2008 (revisada el 2013)
NTP 339.238:2013 (revisada el 2018)	CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad y contenido de vacíos del concreto permeable endurecido. 1 <sup>a</sup> Edición Reemplaza a la NTP 339.238:2013

NTP 339.239:2013 (revisada el 2013)	CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la degradación del concreto permeable por impacto y abrasión. 1 <sup>a</sup> Edición Reemplaza a la NTP 339.239:2013		B03 usando resistencia a compresión a las 24 horas. 3 <sup>a</sup> Edición Reemplaza a la NTP 334.079:2013
NTP 339.241:2013 (revisada el 2013)	AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la fabricación de especímenes de ensayo con concreto autocompactante. 1 <sup>a</sup> Edición Reemplaza a la NTP 339.241:2013	NTP 334.117:2013 (revisada el 2013)	CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la eficiencia de adiciones minerales o escoria granulada de alto hornio en la prevención de la expansión anormal del hormigón (concreto) debido a la reacción óxido-silice. 2 <sup>a</sup> Edición Reemplaza a la NTP 334.117:2013
NTP 400.011:2008 (revisada el 2013)	AGREGADOS. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concretos). 2 <sup>a</sup> Edición Reemplaza a la NTP 400.011:2008 (revisada el 2013)	NTP 334.119:2013 (revisada el 2013)	CEMENTOS. Método de ensayo para la determinación de la finura del cemento Portland y crudos por los tamices 300 µm (N° 50), 150 µm (N° 100), y 75 µm (N° 200) por método húmedo. 2 <sup>a</sup> Edición Reemplaza a la NTP 334.119:2013
NTP 400.012:2013 (revisada el 2013)	AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. 3 <sup>a</sup> Edición Reemplaza a la NTP 400.012:2013	NTP 334.123:2013 (revisada el 2013)	CEMENTOS. Especificación para concretos y morteros de alta resistencia, premezclados en seco y entregados envasados. 2 <sup>a</sup> Edición Reemplaza a la NTP 334.123:2013
NTP 400.013:2013 (revisada el 2013)	AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar el efecto de las impurezas orgánicas del agregado fino sobre la resistencia de morteros y hormigones. 3 <sup>a</sup> Edición Reemplaza a la NTP 400.013:2013	NTP 334.180:2013 (revisada el 2013)	CEMENTOS. Materiales cementantes suplementarios mezclados. Requisitos. 1 <sup>a</sup> Edición Reemplaza a la NTP 334.180:2013
NTP 400.015:2013 (revisada el 2013)	AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para ferromos de arcilla y partículas desmenudizables en los agregados. 3 <sup>a</sup> Edición Reemplaza a la NTP 400.015:2013	NTP 334.181:2013 (revisada el 2013)	CEMENTOS. Guía para la medición de las propiedades geológicas de pastes cementosos hidráulicos usando un rotómetro rotacional. 1 <sup>a</sup> Edición Reemplaza a la NTP 334.181:2013
NTP 400.021:2013 (revisada el 2013)	AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso. 3 <sup>a</sup> Edición Reemplaza a la NTP 400.021:2013	NTP 334.182:2013 (revisada el 2013)	CEMENTOS. Guía para evaluación de los materiales cementantes suplementarios alternativos para uso en concreto. 1 <sup>a</sup> Edición Reemplaza a la NTP 334.182:2013
NTP 400.022:2013 (revisada el 2013)	AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. 3 <sup>a</sup> Edición Reemplaza a la NTP 400.022:2013		<b>Artículo 2.- Dejar sin efecto las siguientes Normas Técnicas Peruanas:</b>
NTP 334.080:2008 (revisada el 2013)		NTP 334.080:2008 (revisada el 2013)	HORMIGÓN (CONCRETO). Tubos de hormigón (concreto) reforzado para la conducción de fluidos a media presión. Requisitos. 2 <sup>a</sup> Edición
NTP 339.009:2008 (revisada el 2013)		NTP 339.009:2008 (revisada el 2013)	HORMIGÓN (CONCRETO). Tubos de hormigón (concreto) simple para alcantarillado, drenaje de aguas de lluvias y aguas residuales. 3 <sup>a</sup> Edición
NTP 339.038:2008 (revisada el 2013)		NTP 339.038:2008 (revisada el 2013)	HORMIGÓN (CONCRETO). Tubos de hormigón (concreto) armado para alcantarillado, drenaje de aguas de lluvias y aguas residuales. 3 <sup>a</sup> Edición
NTP 339.077:2013		NTP 339.077:2013	CONCRETO. Métodos de ensayo normalizados para evulsión del concreto. 3 <sup>a</sup> Edición
NTP 339.181:2013		NTP 339.181:2013	CONCRETO. Método de ensayo para determinar el número de rebote del concreto endurecido (esclerometría). 2 <sup>a</sup> Edición
NTP 339.183:2013		NTP 339.183:2013	CONCRETO. Práctica normalizada para la elaboración y cierre de especímenes de concreto en el laboratorio. 2 <sup>a</sup> Edición
NTP 339.184:2013		NTP 339.184:2013	CONCRETO. Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de concreto. 2 <sup>a</sup> Edición
NTP 339.188:2013		NTP 339.188:2013	AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. 2 <sup>a</sup> Edición

---

**NORMA TÉCNICA  
PERUANA**

---

**NTP 339.033  
2015**

Dirección de Normalización - INACAL  
Calle Las Camelias 815, San Isidro (Lima 27)

Lima, Perú

**CONCRETO. Práctica normalizada para la elaboración y curado  
de especímenes de concreto en campo**

Concrete Standard practice for making and curing concrete test specimens in the field

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INACAL está basada en la Norma ASTM C 31/C31M:2012 Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field, Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. -Reimpreso por autorización de ASTM International

**2015-12-22  
4<sup>a</sup> Edición**

---

R.N°015-2015-INACAL/DN. Publicada el 2015-12-31  
I.C.S.: 91.100.30  
Decretante: Vínes de concreto curado

Precio basado en 17 páginas  
ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

© ASTM 2012

Todos los derechos son reservados. A menos que se especifique lo contrario, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada por cualquier medio, electrónico o mecánico, incluyendo fotocopia o publicándolo en el Internet o intranet, sin permiso por escrito del INACAL, representante en territorio peruano.

© INACAL 2015

Todos los derechos son reservados. A menos que se especifique lo contrario, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada por cualquier medio, electrónico o mecánico, incluyendo fotocopia o publicándolo en el Internet o intranet, sin permiso por escrito del INACAL.

INACAL

Calle Las Camelias 815, San Isidro  
Lima- Perú  
Tel.: +51 1 640-8820  
[administracion@inacal.gob.pe](mailto:administracion@inacal.gob.pe)  
[www.inacal.gob.pe](http://www.inacal.gob.pe)

i

© ASTM 2012 - © INACAL 2015 – Todos los derechos son reservados

## ÍNDICE

	página
ÍNDICE	ii
PREFACIO	iii
1. OBJETO	1
2. REFERENCIAS NORMATIVAS	1
3. CAMPO DE APLICACIÓN	4
4. DEFINICIONES	4
5. SIGNIFICADO Y USO	4
6. APARATOS	5
7. REQUISITOS DE LOS ENSAYOS	7
8. MUESTREO DEL CONCRETO	8
9. ASENTAMIENTO, CONTENIDO DE AIRE Y TEMPERATURA	8
10. MOLDEO DE ESPECÍMENES	9
11. CURADO	13
12. TRANSPORTE DE LOS ESPECÍMENES AL LABORATORIO	15
13. INFORME	16
14. ANTECEDENTES	17

## PREFACIO

### A. RESEÑA HISTÓRICA

A.1 La presente Norma Técnica Peruana ha sido elaborada por el Comité Técnico de Normalización de Agregados, concreto, concreto armado y concreto pretensado, mediante el Sistema 2 u Ordinario, durante los meses de junio a setiembre de 2015, utilizando como antecedente a la Norma ASTM C 31/C31M:2012 Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field.

A.2 El Comité Técnico de Normalización de Agregados, concreto, concreto armado y concreto pretensado, presentó a la Dirección de Normalización –DN-, con fecha 2015-10-01, el PNTP 339.033:2015, para su revisión y aprobación, siendo sometido a la etapa de discusión pública el 2015-10-23. No habiéndose presentado observaciones fue oficializada como Norma Técnica Peruana **NTP 339.033:2015 CONCRETO. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo, 4<sup>a</sup> Edición**, el 31 de diciembre de 2015.

A.3 Esta Norma Técnica Peruana reemplaza a la NTP 339.033:2009, ed. 3.0 y fue tomada en su totalidad de la ASTM C 31/C31M:2012. La presente Norma Técnica Peruana presenta cambios editoriales referidos principalmente a terminología empleada propia del idioma español y ha sido estructurada de acuerdo a las Guías Peruanas GP 001:1995 y GP 002:1995.

### B. INSTITUCIONES QUE PARTICIPARON EN LA ELABORACIÓN DE LA NORMA TÉCNICA PERUANA

Secretaría

Asociación de Productores de Cemento - ASOCEM

Presidente

Manuel González de la Cotera Scheirmüller

Secretario

Juan Avalo Castillo

<b>ENTIDAD</b>	<b>REPRESENTANTE</b>
CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.	Rosaura Vásquez A.
CORPORACION ACEROS AREQUIPA S.A	Ricardo Gutierrez L.
SUPERMIX S.A.	Helard Adrián Oviedo V.
UNICON	José Álvarez C.
CONSULTOR INDEPENDIENTE	Ana Biondi S.
MTC – DIRECCION DE ESTUDIOS ESPECIALES	Cesar Augusto Ferreyros C.
MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO	Carlos Carbajal C.
EMPRESA SIDERÚRGICA DEL PERÚ S.A.	Luis Cubas B. Heidy Zelada C.
SENCICO	Vanna Guffanti P.
ARPL TECNOLOGÍA INDUSTRIAL S.A.	Miguel Sandoval D.
FIRTH INDUSTRIES PERU S.A.	Juan Harman Canalle Patricia Bayón
PUCP - Facultad Ingeniería Civil	Juan Francisco Ginocchio C.
UNI – Facultad Ingeniería Civil	Rafael Cachay H.
URP – Facultad Ingeniería Civil	Enriqueta Pereyra S.
MOTA ENGIL PERU S.A.	Jorge Felipe Ribeiro Dos Santos
SIKA PERU S.A.	Jimmy Andrade Patricio Arellano

**NORMA TÉCNICA  
PERUANA**

**NTP 339.035  
2009**

Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias - INDECOPI  
Calle de La Prensa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145  
Lima, Perú

**HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland**

CONCRETE. Standard test method for measure slump of Portland cement concrete

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INDECOPI está basada en la Norma ASTM C 143/C143-2008 Standard Test Method for Slump of Hydraulic Cement Concrete, Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. -Reimpreso por autorización de ASTM International.

2009-12-23  
3<sup>a</sup> Edición

R.034-2009/INDECOPI-CNB. Publicada el 201.02.20

Precio basado en 09 páginas

I.C.S.: 91.100.10

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Concreto, cono, consistencia, plasticidad, asentamiento, trabajabilidad

**NORMA TÉCNICA  
PERUANA****NTP 339.082****2011**

Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias - INDECOPI  
Calle de La Prosa 104, San Borja (Lima 41) Apartado 145 Lima, Perú

**CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación del tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración**

CONCRETE. Standard test method for determine Time of Setting of Concrete by Penetration Resistance

2011-09-28  
3<sup>a</sup>. Edición

R.0041-2011/CNH-INDECOPI. Publicada el 2011-10-09

Precio basado en 20 páginas

LC.S.91.100.10

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: hormigón (concreto); mortero; resistencia a la penetración; tiempo final de fraguado; tiempo inicial de fraguado

---

**NORMA TÉCNICA  
PERUANA****NTP 339.034  
2015**

---

Dirección de Normalización - INACAL  
Calle Las Camelias 815, San Isidro (Lima 27)

Lima, Perú

**CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas**

Concrete Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INACAL está basada en la Norma ASTM C 39/C 39M:2015 Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens, Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. -Reimpreso por autorización de ASTM International

**2015-12-22**  
**4<sup>a</sup> Edición**

R.Nº015-2015-INACAL/DN. Publicada el 2015-12-31

Precio basado en 19 páginas

I.C.S.: 91.100.30

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Hormigón, concreto, resistencia a la compresión, muestras cilíndricas

## ANEXO H: TABLAS SHAPIRO WILK

Coeficientes  $a_{in}$  para el contraste de Shapiro-Wilks

$\frac{i}{n}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	0.7071										
3	0.7071	0.0000									
4	0.6872	0.1677									
5	0.6646	0.2413	0.0000								
6	0.6431	0.2806	0.0875								
7	0.6233	0.3031	0.1401	0.0000							
8	0.6052	0.3164	0.1743	0.0561							
9	0.5888	0.3244	0.1976	0.0947	0.0000						
10	0.5739	0.3291	0.2141	0.1224	0.0399						
11	0.5601	0.3315	0.2260	0.1429	0.0695	0.0000					
12	0.5475	0.3325	0.2347	0.1586	0.0922	0.0303					
13	0.5359	0.3325	0.2412	0.1707	0.1099	0.0539	0.0000				
14	0.5251	0.3318	0.2495	0.1802	0.1240	0.0727	0.0240				
15	0.5150	0.3306	0.2495	0.1878	0.1353	0.0880	0.0433	0.0000			
16	0.5056	0.3290	0.2521	0.1988	0.1447	0.1005	0.0593	0.0196			
17	0.4968	0.3273	0.2540	0.1988	0.1524	0.1109	0.0725	0.0359	0.0000		
18	0.4886	0.3253	0.2553	0.2027	0.1587	0.1197	0.0837	0.0496	0.0163		
19	0.4808	0.3232	0.2561	0.2059	0.1641	0.1271	0.0932	0.0612	0.0303	0.0000	
20	0.4734	0.3211	0.2565	0.2085	0.1686	0.1334	0.1013	0.0711	0.0422	0.0140	
21	0.4643	0.3185	0.2578	0.2119	0.1736	0.1339	0.1092	0.0804	0.0530	0.0263	0.0000
22	0.4590	0.3156	0.2571	0.2131	0.1764	0.1443	0.1150	0.0878	0.0618	0.0368	0.0122
23	0.4542	0.3126	0.2563	0.2139	0.1787	0.1480	0.1201	0.0941	0.0696	0.0459	0.0228
24	0.4493	0.3098	0.2554	0.2145	0.1807	0.1512	0.1245	0.0997	0.0764	0.0539	0.0321
25	0.4450	0.3069	0.2543	0.2148	0.1822	0.1539	0.1283	0.1046	0.0823	0.0610	0.0403
26	0.4407	0.3043	0.2533	0.2151	0.1836	0.1563	0.1316	0.1089	0.0876	0.0672	0.0476
27	0.4366	0.3018	0.2522	0.2152	0.1848	0.1584	0.1346	0.1128	0.0923	0.0728	0.0540
28	0.4328	0.2992	0.2510	0.2151	0.1857	0.1601	0.1372	0.1162	0.0965	0.0778	0.0598
29	0.4291	0.2968	0.2499	0.2150	0.1864	0.1616	0.1395	0.1192	0.1002	0.0822	0.0650
30	0.4254	0.2944	0.2487	0.2148	0.1870	0.1630	0.1415	0.1219	0.1036	0.0862	0.0697
31	0.4220	0.2921	0.2475	0.2145	0.1874	0.1641	0.1433	0.1243	0.1066	0.0899	0.0739
32	0.4188	0.2898	0.2463	0.2141	0.1878	0.1651	0.1449	0.1265	0.1093	0.0931	0.0777
33	0.4156	0.2876	0.2451	0.2137	0.1880	0.1660	0.1463	0.1284	0.1118	0.0961	0.0812
34	0.4127	0.2854	0.2439	0.2132	0.1882	0.1667	0.1475	0.1301	0.1140	0.0988	0.0844
35	0.4096	0.2834	0.2427	0.2127	0.1883	0.1673	0.1487	0.1317	0.1160	0.1013	0.0873
36	0.4068	0.2813	0.2415	0.2121	0.1883	0.1678	0.1496	0.1331	0.1179	0.1036	0.0900
37	0.4040	0.2794	0.2403	0.2116	0.1883	0.1683	0.1505	0.1344	0.1196	0.1056	0.0924
38	0.4015	0.2774	0.2391	0.2110	0.1881	0.1686	0.1513	0.1356	0.1211	0.1075	0.0947
39	0.3989	0.2755	0.2380	0.2104	0.1880	0.1689	0.1520	0.1366	0.1225	0.1092	0.0967
40	0.3964	0.2737	0.2368	0.2098	0.1878	0.1691	0.1526	0.1376	0.1237	0.1108	0.0986
41	0.3940	0.2719	0.2357	0.2091	0.1876	0.1693	0.1531	0.1384	0.1249	0.1123	0.1004
42	0.3917	0.2701	0.2345	0.2085	0.1874	0.1694	0.1535	0.1392	0.1259	0.1136	0.1020
43	0.3894	0.2684	0.2334	0.2078	0.1871	0.1695	0.1539	0.1398	0.1269	0.1149	0.1035
44	0.3872	0.2667	0.2323	0.2072	0.1868	0.1695	0.1542	0.1405	0.1278	0.1160	0.1049
45	0.3850	0.2651	0.2313	0.2065	0.1865	0.1695	0.1545	0.1410	0.1286	0.1170	0.1062
46	0.3830	0.2635	0.2302	0.2058	0.1862	0.1695	0.1548	0.1415	0.1293	0.1180	0.1073
47	0.3808	0.2620	0.2291	0.2052	0.1859	0.1695	0.1550	0.1420	0.1300	0.1189	0.1085
48	0.3789	0.2604	0.2281	0.2045	0.1855	0.1693	0.1551	0.1423	0.1306	0.1197	0.1095
49	0.3770	0.2589	0.2271	0.2038	0.1851	0.1692	0.1553	0.1427	0.1312	0.1205	0.1105
50	0.3751	0.2574	0.2260	0.2032	0.1847	0.1691	0.1554	0.1430	0.1317	0.1212	0.1113

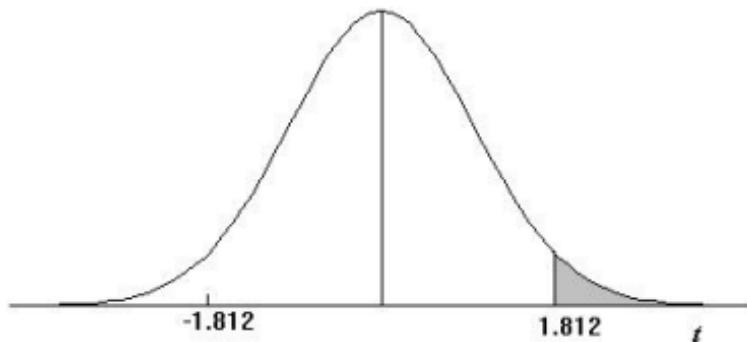
**Niveles de significación para el contraste de Shapiro-Wilks.**

n	0.01	0.02	0.05	0.1	0.5	0.9	0.95	0.98	0.99
3	0.753	0.756	0.767	0.789	0.959	0.998	0.999	1.000	1.000
4	0.687	0.707	0.748	0.792	0.935	0.987	0.992	0.996	0.997
5	0.686	0.715	0.762	0.806	0.927	0.979	0.986	0.991	0.993
6	0.713	0.743	0.788	0.826	0.927	0.974	0.981	0.986	0.989
7	0.730	0.760	0.803	0.838	0.928	0.972	0.979	0.985	0.988
8	0.749	0.778	0.818	0.851	0.932	0.972	0.978	0.984	0.987
9	0.764	0.791	0.829	0.859	0.935	0.972	0.978	0.984	0.986
10	0.781	0.806	0.842	0.869	0.938	0.972	0.978	0.983	0.986
11	0.792	0.817	0.850	0.876	0.940	0.973	0.979	0.984	0.986
12	0.805	0.828	0.859	0.883	0.943	0.973	0.979	0.984	0.986
13	0.814	0.837	0.866	0.889	0.945	0.974	0.979	0.984	0.986
14	0.825	0.846	0.874	0.895	0.947	0.975	0.980	0.984	0.986
15	0.835	0.855	0.881	0.901	0.950	0.975	0.980	0.984	0.987
16	0.844	0.863	0.887	0.906	0.952	0.976	0.981	0.985	0.987
17	0.851	0.869	0.892	0.910	0.954	0.977	0.981	0.985	0.987
18	0.858	0.874	0.897	0.914	0.956	0.978	0.982	0.986	0.988
19	0.863	0.879	0.901	0.917	0.957	0.978	0.982	0.986	0.988
20	0.868	0.884	0.905	0.920	0.959	0.979	0.983	0.986	0.988
21	0.873	0.888	0.908	0.923	0.960	0.980	0.983	0.987	0.989
22	0.878	0.892	0.911	0.926	0.961	0.980	0.984	0.987	0.989
23	0.881	0.895	0.914	0.928	0.962	0.981	0.984	0.987	0.989
24	0.884	0.898	0.916	0.930	0.963	0.981	0.984	0.987	0.989
25	0.888	0.901	0.918	0.931	0.964	0.981	0.985	0.988	0.989
26	0.891	0.904	0.920	0.933	0.965	0.982	0.985	0.988	0.989
27	0.894	0.906	0.923	0.935	0.965	0.982	0.985	0.988	0.990
28	0.896	0.908	0.924	0.936	0.966	0.982	0.985	0.988	0.990
29	0.898	0.910	0.926	0.937	0.966	0.982	0.985	0.988	0.990
30	0.900	0.912	0.927	0.939	0.967	0.983	0.985	0.988	0.990
31	0.902	0.914	0.929	0.940	0.967	0.983	0.986	0.988	0.990
32	0.904	0.915	0.930	0.941	0.968	0.983	0.986	0.988	0.990
33	0.906	0.917	0.931	0.942	0.968	0.983	0.986	0.989	0.990
34	0.908	0.919	0.933	0.943	0.969	0.983	0.986	0.989	0.990
35	0.910	0.920	0.934	0.944	0.969	0.984	0.986	0.989	0.990
36	0.912	0.922	0.935	0.945	0.970	0.984	0.986	0.989	0.990
37	0.914	0.924	0.936	0.946	0.970	0.984	0.987	0.989	0.990
38	0.916	0.925	0.938	0.947	0.971	0.984	0.987	0.989	0.990
39	0.917	0.927	0.939	0.948	0.971	0.984	0.987	0.989	0.991
40	0.919	0.928	0.940	0.949	0.972	0.985	0.987	0.989	0.991
41	0.920	0.929	0.941	0.950	0.972	0.985	0.987	0.989	0.991
42	0.922	0.930	0.942	0.951	0.972	0.985	0.987	0.989	0.991
43	0.923	0.932	0.943	0.951	0.973	0.985	0.987	0.990	0.991
44	0.924	0.933	0.944	0.952	0.973	0.985	0.987	0.990	0.991
45	0.926	0.934	0.945	0.953	0.973	0.985	0.988	0.990	0.991
46	0.927	0.935	0.945	0.953	0.974	0.985	0.988	0.990	0.991
47	0.928	0.936	0.946	0.954	0.974	0.985	0.988	0.990	0.991
48	0.929	0.937	0.947	0.954	0.974	0.985	0.988	0.990	0.991
49	0.929	0.937	0.947	0.955	0.974	0.985	0.988	0.990	0.991
50	0.930	0.938	0.947	0.955	0.974	0.985	0.988	0.990	0.991

## ANEXO I: TABLA T DE STUDENT

TABLA 2: DISTRIBUCIÓN t DE STUDENT

## Puntos de porcentaje de la distribución t



## Ejemplo

Para  $\phi = 10$  grados de libertad:

$$P[t > 1.812] = 0.05$$

$$P[t < -1.812] = 0.05$$

$\alpha$	0,25	0,2	0,15	0,1	0,05	0,025	0,01	0,005	0,0005
1	1,000	1,376	1,963	3,078	6,314	12,706	31,821	63,656	636,578
2	0,816	1,061	1,386	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	31,600
3	0,765	0,978	1,250	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	12,924
4	0,741	0,941	1,190	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	8,610
5	0,727	0,920	1,156	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	6,869
6	0,718	0,906	1,134	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,959
7	0,711	0,896	1,119	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	5,408
8	0,706	0,889	1,108	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	5,041
9	0,703	0,883	1,100	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,781
10	0,700	0,879	1,093	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,587
11	0,697	0,876	1,088	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	4,437
12	0,695	0,873	1,083	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	4,318
13	0,694	0,870	1,079	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	4,221
14	0,692	0,868	1,076	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	4,140
15	0,691	0,866	1,074	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	4,073
16	0,690	0,865	1,071	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	4,015
17	0,689	0,863	1,069	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,965
18	0,688	0,862	1,067	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,922
19	0,688	0,861	1,066	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,883
20	0,687	0,860	1,064	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,850
21	0,686	0,859	1,063	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	3,819
22	0,686	0,858	1,061	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,792
23	0,685	0,858	1,060	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,768
24	0,685	0,857	1,059	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,745
25	0,684	0,856	1,058	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	3,725
26	0,684	0,856	1,058	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,707
27	0,684	0,855	1,057	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,689
28	0,683	0,855	1,056	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,674
29	0,683	0,854	1,055	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,660
30	0,683	0,854	1,055	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,646
40	0,681	0,851	1,050	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704	3,551
60	0,679	0,848	1,045	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660	3,460
120	0,677	0,845	1,041	1,289	1,658	1,980	2,358	2,617	3,373
$\infty$	0,674	0,842	1,036	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	3,290

## ANEXO J: PRUEBAS DE NORMALIDAD

### PRUEBA DE NORMALIDAD "Shapiro Wilk"

#### NORMALIDAD

En la Tabla 2 se muestra los resultados de normalidad. Para muestras pequeñas (< 30 individuos) prueba de Shapiro Wilk.

#### Criterios para determinar Normalidad:

P-value  $\geq \alpha$  Aceptar  $H_0 \rightarrow$  Los datos provienen de una distribución normal.

P-value  $< \alpha$  Aceptar  $H_0 \rightarrow$  Los datos NO provienen de una distribución normal  
n=8

nº	% de sacarosa	asentamiento pulg.	$X_i$	$(X_i - MED)^2$	ai	$X_i$ inversa	dif ( $X_i - X_i$ inversa)
1	0.01%	7.25	7.25	0.765625	0.6052	9.75	-2.50
2	0.07%	6.75	6.75	1.890625	0.3164	9.00	-2.25
3	0.14%	7.50	7.50	0.390625	0.1743	8.75	-1.25
4	0.20%	9.00	8.00	0.015625	0.0561	8.00	0.00
5	0.25%	8.75	8.00	0.015625		8.00	
6	0.28%	8.00	8.75	0.390625		7.50	
7	0.34%	9.75	9.00	0.765625		7.25	
8	0.40%	8.00	9.75	2.640625		6.75	

#### Coeficientes ai para el contraste de Shapiro-Wilks

coeficiente ai de la Tabla N°1.1

Tabla N° 1.1 coeficiente ai para contraste Shapiro Wilks

Coeficientes  $a_{in}$  para el contraste de Shapiro-Wilks

n	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2		0.7071										
3		0.7071	0.0000									
4		0.6872	0.1677									
5		0.6646	0.2413	0.0000								
6		0.6431	0.2806	0.0875								
7		0.6233	0.3031	0.1401	0.0000							
8		0.6052	0.3164	0.1743	0.0561							
9		0.5888	0.3244	0.1976	0.0947	0.0000						
10		0.5739	0.3291	0.2141	0.1224	0.0399						
11		0.5601	0.3315	0.2260	0.1429	0.0695	0.0000					
12		0.5475	0.3325	0.2347	0.1586	0.0922	0.0303					
13		0.5355	0.3325	0.2412	0.1707	0.1099	0.0539	0.0000				
14		0.5251	0.3318	0.2495	0.1802	0.1240	0.0727	0.0240				
15		0.5150	0.3306	0.2495	0.1878	0.1353	0.0880	0.0433	0.0000			

#### Niveles de significación para el contraste de Shapiro-Wilks.

nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

correlacion minimima=0.818 de la Tabla N° 1.2

Tabla N° 1.2 Niveles de significancia Shapiro-Wilks

#### Niveles de significación para el contraste de Shapiro-Wilks.

n	0.01	0.02	0.05	0.1	0.5	0.9	0.95	0.98	0.99
3	0.753	0.756	0.767	0.789	0.959	0.998	0.999	1.000	1.000
4	0.687	0.707	0.748	0.792	0.935	0.987	0.992	0.996	0.997
5	0.686	0.715	0.762	0.806	0.927	0.979	0.986	0.991	0.993
6	0.713	0.743	0.788	0.826	0.927	0.974	0.981	0.986	0.989
7	0.730	0.760	0.803	0.838	0.928	0.972	0.979	0.985	0.988
8	0.749	0.778	0.818	0.851	0.932	0.972	0.978	0.984	0.987
9	0.764	0.791	0.829	0.859	0.935	0.972	0.978	0.984	0.986
10	0.781	0.806	0.842	0.869	0.938	0.972	0.978	0.983	0.986
11	0.792	0.817	0.850	0.876	0.940	0.973	0.979	0.984	0.986
12	0.805	0.828	0.859	0.883	0.943	0.973	0.979	0.984	0.986
13	0.814	0.837	0.866	0.889	0.945	0.974	0.979	0.984	0.986
14	0.825	0.846	0.874	0.895	0.947	0.975	0.980	0.984	0.986
15	0.835	0.855	0.881	0.901	0.950	0.975	0.980	0.984	0.987

#### Resultados de la Prueba de normalidad

Tabla N° 2 Pruebas de normalidad

x =	8.13
S(Xi-MED)2 =	6.88
ai *dif	-2.442775
SWc	0.867949047
SWt	0.818
SWc > SWt	
p-value =	0.2
p-value >	$\alpha = 0.05$

#### Conclusion

Los valores de consistencia proviene de una distribucion normal

### PRUEBA DE NORMALIDAD "Shapiro Wilk"

**NORMALIDAD**

En la Tabla 2 se muestra los resultados de normalidad. Para muestras pequeñas (< 30 individuos) prueba de Chapiro Wilk.

**Criterios para determinar Normalidad:**

P-value  $\geq \alpha$  Aceptar  $H_0 \rightarrow$  Los datos provienen de una distribución normal.

P-value  $< \alpha$  Aceptar  $H_0 \rightarrow$  Los datos NO provienen de una distribución normal

$n=8$

nº	tiempo ( 0.20%)	asentamiento pulg.	Xi	(Xi-MED)2	ai	Xi inversa	dif (Xi-Xi inversa)
1	10.00	9.00	2.75	13.3681641	0.6052	9.00	-6.25
2	20.00	8.75	4.00	5.79003906	0.3164	8.75	-4.75
3	30.00	8.50	5.25	1.33691406	0.1743	8.50	-3.25
4	40.00	7.00	6.00	0.16503906	0.0561	7.00	-1.00
5	50.00	6.00	7.00	0.35253906		6.00	
6	60.00	5.25	8.50	4.38378906		5.25	
7	70.00	4.00	8.75	5.49316406		4.00	
8	80.00	2.75	9.00	6.72753906		2.75	

**Coeficientes  $a_{in}$  para el contraste de Shapiro-Wilks**

coeficiente  $a_{in}$  de la Tabla N°1.1

Tabla N° 1.1 coeficiente  $a_{in}$  para contraste Shapiro Wilks

Coeficientes  $a_{in}$  para el contraste de Shapiro-Wilks

i n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	0.7071										
3	0.7071	0.0000									
4	0.6872	0.1677									
5	0.6646	0.2413	0.0000								
6	0.6431	0.2806	0.0875								
7	0.6233	0.3031	0.1401	0.0000							
8	0.6052	0.3164	0.1743	0.0561							
9	0.5888	0.3244	0.1976	0.0947	0.0000						
10	0.5739	0.3291	0.2141	0.1224	0.0399						
11	0.5601	0.3315	0.2260	0.1429	0.0695	0.0000					
12	0.5475	0.3325	0.2347	0.1586	0.0922	0.0303					
13	0.5359	0.3325	0.2412	0.1707	0.1099	0.0539	0.0000				
14	0.5251	0.3318	0.2495	0.1802	0.1240	0.0727	0.0240				
15	0.5150	0.3306	0.2495	0.1878	0.1353	0.0880	0.0433	0.0000			

**Niveles de significación para el contraste de Shapiro-Wilks.**

nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

correlacion minimima=0.818 de la Tabla N° 1.2

Tabla N° 1.2 Niveles de significancia Shapiro-Wilks

**Niveles de significación para el contraste de Shapiro-Wilks.**

n	0.01	0.02	0.05	0.1	0.5	0.9	0.95	0.98	0.99
3	0.753	0.756	0.767	0.789	0.959	0.998	0.999	1.000	1.000
4	0.687	0.707	0.748	0.792	0.935	0.987	0.992	0.996	0.997
5	0.686	0.715	0.762	0.806	0.927	0.979	0.986	0.991	0.993
6	0.713	0.743	0.788	0.826	0.927	0.974	0.981	0.986	0.989
7	0.730	0.760	0.803	0.838	0.928	0.972	0.979	0.985	0.988
8	0.749	0.778	0.818	0.851	0.932	0.972	0.978	0.984	0.987
9	0.764	0.791	0.829	0.859	0.935	0.972	0.978	0.984	0.986
10	0.781	0.806	0.842	0.869	0.938	0.972	0.978	0.983	0.986
11	0.792	0.817	0.850	0.876	0.940	0.973	0.979	0.984	0.986
12	0.805	0.828	0.859	0.883	0.943	0.973	0.979	0.984	0.986
13	0.814	0.837	0.866	0.889	0.945	0.974	0.979	0.984	0.986
14	0.825	0.846	0.874	0.895	0.947	0.975	0.980	0.984	0.986
15	0.835	0.855	0.881	0.901	0.950	0.975	0.980	0.984	0.987

**Resultados de la Prueba de normalidad**

Tabla N° 2 Pruebas de normalidad

x =	6.41
S(Xi-MED)2 =	37.62
ai *dif	-5.907975
SWc	0.92787821
SWt	0.818
SWc > SWt	
p-value =	0.41
p-value >	$\alpha = 0.05$

**Conclusion**

Los valores de consistencia con dosis 0.20% proviene de una distribucion normal

### PRUEBA DE NORMALIDAD "Shapiro Wilk"

#### NORMALIDAD

En la Tabla 2 se muestra los resultados de normalidad. Para muestras pequeñas (< 30 individuos) prueba de Chapiro Wilk.

#### Criterios para determinar Normalidad:

P-value  $\geq \alpha$  Aceptar  $H_0 \rightarrow$  Los datos provienen de una distribución normal.

P-value  $< \alpha$  Aceptar  $H_0 \rightarrow$  Los datos NO provienen de una distribución normal

$n=8$

nº	Tiempo (0.25%)	asentamiento pulg.	Xi	(Xi-MED)2	ai	Xi inversa	dif (Xi-Xi inversa)
1	10.00	8.75	3.25	7.39160156	0.6052	8.75	-5.50
2	20.00	8.50	4.00	3.87597656	0.3164	8.50	-4.50
3	30.00	7.50	4.25	2.95410156	0.1743	7.50	-3.25
4	40.00	6.50	5.00	0.93847656	0.0561	6.50	-1.50
5	50.00	5.00	6.50	0.28222656			
6	60.00	4.25	7.50	2.34472656			
7	70.00	4.00	8.50	6.40722656			
8	80.00	3.25	8.75	7.73535156			

#### Coefficientes ain para el contraste de Shapiro-Wilks

coeficiente ai de la Tabla N°1.1

Tabla N° 1.1 coeficiente ai para contraste Shapiro Wilks

Coefficientes  $a_{in}$  para el contraste de Shapiro-Wilks

i n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	0.7071										
3	0.7071	0.0000									
4	0.6872	0.1677									
5	0.6646	0.2413	0.0000								
6	0.6431	0.2806	0.0875								
7	0.6233	0.3031	0.1401	0.0000							
8	0.6052	0.3164	0.1743	0.0561							
9	0.5888	0.3244	0.1976	0.0947	0.0000						
10	0.5739	0.3291	0.2141	0.1224	0.0399						
11	0.5601	0.3315	0.2260	0.1429	0.0695	0.0000					
12	0.5475	0.3325	0.2347	0.1586	0.0922	0.0303					
13	0.5359	0.3325	0.2412	0.1707	0.1099	0.0539	0.0000				
14	0.5251	0.3318	0.2495	0.1809	0.1240	0.0727	0.0240				
15	0.5150	0.3306	0.2495	0.1878	0.1353	0.0880	0.0433	0.0000			

#### Niveles de significación para el contraste de Shapiro-Wilks.

nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

correlacion minimima=0.818 de la Tabla N° 1.2

Tabla N° 1.2 Niveles de significancia Shapiro-Wilks

#### Niveles de significación para el contraste de Shapiro-Wilks.

n	0.01	0.02	0.05	0.1	0.5	0.9	0.95	0.98	0.99
3	0.753	0.756	0.767	0.789	0.959	0.998	0.999	1.000	1.000
4	0.687	0.707	0.748	0.792	0.935	0.987	0.992	0.996	0.997
5	0.686	0.715	0.762	0.806	0.927	0.979	0.986	0.991	0.993
6	0.713	0.743	0.788	0.826	0.927	0.974	0.981	0.986	0.989
7	0.730	0.760	0.803	0.838	0.928	0.972	0.979	0.985	0.988
8	0.749	0.778	0.818	0.851	0.932	0.972	0.978	0.984	0.987
9	0.764	0.791	0.829	0.859	0.935	0.972	0.978	0.984	0.986
10	0.781	0.806	0.842	0.869	0.938	0.972	0.978	0.983	0.986
11	0.792	0.817	0.850	0.876	0.940	0.973	0.979	0.984	0.986
12	0.805	0.828	0.859	0.883	0.943	0.973	0.979	0.984	0.986
13	0.814	0.837	0.866	0.889	0.945	0.974	0.979	0.984	0.986
14	0.825	0.846	0.874	0.895	0.947	0.975	0.980	0.984	0.986
15	0.835	0.855	0.881	0.901	0.950	0.975	0.980	0.984	0.987

#### Resultados de la Prueba de normalidad

Tabla N° 2 Pruebas de normalidad

x =	5.97
S(Xi-MED)2 =	31.93
ai *dif	-5.403025
SWc	0.91428014
SWt	0.818
SWc > SWt	
p-value =	0.39

p-value >	$\alpha = 0.05$
-----------	-----------------

#### Conclusion

Los valores de consistencia con dosis 0.25% proviene de una distribucion normal

### PRUEBA DE NORMALIDAD "Shapiro Wilk"

#### NORMALIDAD

En la Tabla 2 se muestra los resultados de normalidad. Para muestras pequeñas (< 30 individuos) prueba de Chapiro Wilk.

#### Criterios para determinar Normalidad:

P-value  $\geq \alpha$  Aceptar  $H_0 \rightarrow$  Los datos provienen de una distribución normal.

P-value  $< \alpha$  Aceptar  $H_0 \rightarrow$  Los datos NO provienen de una distribución normal

$n=8$

nº	% de sacarosa	Tiempo de fraguado inicial min.	Xi	(Xi-MED)2	ai	Xi inversa	dif (Xi-Xi inversa)
1	0.01%	132.00	71.00	4422.25	0.6052	215.00	-144.00
2	0.07%	165.00	98.00	1560.25	0.3164	192.00	-94.00
3	0.14%	192.00	102.00	1260.25	0.1743	165.00	-63.00
4	0.20%	215.00	125.00	156.25	0.0561	132.00	-7.00
5	0.25%	125.00	132.00	30.25		125.00	7.00
6	0.28%	102.00	165.00	756.25		102.00	63.00
7	0.34%	98.00	192.00	2970.25		98.00	94.00
8	0.40%	71.00	215.00	6006.25		71.00	144.00

#### Coefficientes $a_{in}$ para el contraste de Shapiro-Wilks

coeficiente  $a_{in}$  de la Tabla N°1.1

Tabla N° 1.1 coeficiente  $a_{in}$  para contraste Shapiro Wilks

Coefficientes  $a_{in}$  para el contraste de Shapiro-Wilks

n	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2		0.7071										
3		0.7071	0.0000									
4		0.6872	0.1677									
5		0.6646	0.2413	0.0000								
6		0.6431	0.2806	0.0875								
7		0.6233	0.3031	0.1401	0.0000							
8		0.6052	0.3164	0.1743	0.0561							
9		0.5888	0.3244	0.1976	0.0947	0.0000						
10		0.5739	0.3291	0.2141	0.1224	0.0399						
11		0.5601	0.3315	0.2260	0.1429	0.0695	0.0000					
12		0.5475	0.3325	0.2347	0.1586	0.0922	0.0303					
13		0.5359	0.3325	0.2412	0.1707	0.1099	0.0539	0.0000				
14		0.5251	0.3318	0.2495	0.1802	0.1240	0.0727	0.0240				
15		0.5150	0.3306	0.2495	0.1878	0.1353	0.0880	0.0433	0.0000			

#### Niveles de significación para el contraste de Shapiro-Wilks.

nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

correlacion minimima=0.818 de la Tabla N° 1.2

Tabla N° 1.2 Niveles de significancia Shapiro-Wilks

#### Niveles de significación para el contraste de Shapiro-Wilks.

n	0.01	0.02	0.05	0.1	0.5	0.9	0.95	0.98	0.99
3	0.753	0.756	0.767	0.789	0.959	0.998	0.999	1.000	1.000
4	0.687	0.707	0.748	0.792	0.935	0.987	0.992	0.996	0.997
5	0.686	0.715	0.762	0.806	0.927	0.979	0.986	0.991	0.993
6	0.713	0.743	0.788	0.826	0.927	0.974	0.981	0.986	0.989
7	0.730	0.760	0.803	0.838	0.928	0.972	0.979	0.985	0.988
8	0.749	0.778	0.818	0.851	0.932	0.972	0.978	0.984	0.987
9	0.764	0.791	0.829	0.859	0.935	0.972	0.978	0.984	0.986
10	0.781	0.806	0.842	0.869	0.938	0.972	0.978	0.983	0.986
11	0.792	0.817	0.850	0.876	0.940	0.973	0.979	0.984	0.986
12	0.805	0.828	0.859	0.883	0.943	0.973	0.979	0.984	0.986
13	0.814	0.837	0.866	0.889	0.945	0.974	0.979	0.984	0.986
14	0.825	0.846	0.874	0.895	0.947	0.975	0.980	0.984	0.986
15	0.835	0.855	0.881	0.901	0.950	0.975	0.980	0.984	0.987

#### Resultados de la Prueba de normalidad

Tabla N° 2 Pruebas de normalidad

x =	137.50
S(Xi-MED)2 =	17162.00
ai *dif	-128.264
SWc	0.958609352
SWt	0.818
SWc > SWt	
p-value =	0.6
p-value >	$\alpha = 0.05$

#### Conclusion

Los valores de tiempo de fragua inicial proviene de una distribucion normal

**PRUEBA DE NORMALIDAD "Shapiro Wilk"**

**NORMALIDAD**

En la Tabla 2 se muestra los resultados de normalidad. Para muestras pequeñas (< 30 individuos) prueba de Chapiro Wilk.

**Criterios para determinar Normalidad:**

**P-value ≥ α** Aceptar  $H_0 \rightarrow$  Los datos provienen de una distribución normal.

**P-value < α** Aceptar  $H_0 \rightarrow$  Los datos NO provienen de una distribución normal

n=8

nº	% de sacarosa	Tiempo de fraguado final min.	Xi	(Xi-MED)2	ai	Xi inversa	dif (Xi-Xi inversa)
1	0.01%	295.00	295.00	26041.8906	0.6052	604.00	-309.00
2	0.07%	355.00	355.00	10276.8906	0.3164	600.00	-245.00
3	0.14%	405.00	402.00	2956.64063	0.1743	516.00	-114.00
4	0.20%	474.00	405.00	2639.39063	0.0561	474.00	-69.00
5	0.25%	402.00	474.00	310.640625		405.00	69.00
6	0.28%	516.00	516.00	3555.14063		402.00	114.00
7	0.34%	600.00	600.00	20628.1406		355.00	245.00
8	0.40%	604.00	604.00	21793.1406		295.00	309.00

**Coeficientes ain para el contraste de Shapiro-Wilks**

coeficiente ai de la Tabla N°1.1

Tabla N° 1.1 coeficiente ai para contraste Shapiro Wilks

Coeficientes  $a_{in}$  para el contraste de Shapiro-Wilks

n	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2		0.7071										
3		0.7071	0.0000									
4		0.6872	0.1677									
5		0.6646	0.2413	0.0000								
6		0.6431	0.2806	0.0875								
7		0.6233	0.3031	0.1401	0.0000							
8		0.6052	0.3164	0.1743	0.0561							
9		0.5888	0.3244	0.1976	0.0947	0.0000						
10		0.5739	0.3291	0.2141	0.1224	0.0399						
11		0.5601	0.3315	0.2260	0.1429	0.0695	0.0000					
12		0.5475	0.3325	0.2347	0.1586	0.0922	0.0303					
13		0.5359	0.3325	0.2412	0.1707	0.1099	0.0539	0.0000				
14		0.5251	0.3318	0.2495	0.1802	0.1240	0.0727	0.0240				
15		0.5150	0.3306	0.2495	0.1878	0.1353	0.0880	0.0433	0.0000			

**Niveles de significación para el contraste de Shapiro-Wilks.**

nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

correlacion minimima=0.818 de la Tabla N° 1.2

Tabla N° 1.2 Niveles de significancia Shapiro-Wilks

Niveles de significación para el contraste de Shapiro-Wilks.

n	0.01	0.02	0.05	0.1	0.5	0.9	0.95	0.98	0.99
3	0.753	0.756	0.767	0.789	0.959	0.998	0.999	1.000	1.000
4	0.687	0.707	0.748	0.792	0.935	0.987	0.992	0.996	0.997
5	0.686	0.715	0.762	0.806	0.927	0.979	0.986	0.991	0.993
6	0.713	0.743	0.788	0.826	0.927	0.974	0.981	0.986	0.989
7	0.730	0.760	0.803	0.838	0.928	0.972	0.979	0.985	0.988
8	0.749	0.778	0.818	0.851	0.932	0.972	0.978	0.984	0.987
9	0.764	0.791	0.829	0.859	0.935	0.972	0.978	0.984	0.986
10	0.781	0.806	0.842	0.869	0.938	0.972	0.978	0.983	0.986
11	0.792	0.817	0.850	0.876	0.940	0.973	0.979	0.984	0.986
12	0.805	0.828	0.859	0.883	0.943	0.973	0.979	0.984	0.986
13	0.814	0.837	0.866	0.889	0.945	0.974	0.979	0.984	0.986
14	0.825	0.846	0.874	0.895	0.947	0.975	0.980	0.984	0.986
15	0.835	0.855	0.881	0.901	0.950	0.975	0.980	0.984	0.987

**Resultados de la Prueba de normalidad**

Tabla N° 2 Pruebas de normalidad

x =	456.38
S(Xi-MED)2 =	88201.88
ai *dif	-288.2659
SWc	0.942125427
SWt	0.818
SWc > SWt	
p-value =	0.7
p-value >	$\alpha = 0.05$

**Conclusion**

Los valores de tiempo de fragua final proviene de una distribucion normal

### PRUEBA DE NORMALIDAD "Shapiro Wilk"

#### NORMALIDAD

En la Tabla 2 se muestra los resultados de normalidad. Para muestras pequeñas (< 30 individuos) prueba de Chapiro Wilk.

#### Criterios para determinar Normalidad:

P-value  $\geq \alpha$  Aceptar  $H_0 \rightarrow$  Los datos provienen de una distribución normal.

P-value  $< \alpha$  Aceptar  $H_0 \rightarrow$  Los datos NO provienen de una distribución normal

n=8

nº	% de sacarosa	resistencia a compresion kg/cm2.	Xi	(Xi-MED)2	ai	Xi inversa	dif (Xi-Xi inversa)
1	0.01%	309.67	309.67	7663.90816	0.6052	520.84	-211.17
2	0.07%	393.33	329.33	4608.20351	0.3164	462.33	-133.00
3	0.14%	462.33	358.21	1521.29251	0.1743	411.33	-53.12
4	0.20%	520.84	392.67	20.6456641	0.0561	393.33	-0.66
5	0.25%	411.33	393.33	15.0835141		392.67	
6	0.28%	392.67	411.33	199.268514		358.21	
7	0.34%	358.21	462.33	4240.12601		329.33	
8	0.40%	329.33	520.84	15283.4497		309.67	

#### Coefficientes ain para el contraste de Shapiro-Wilks

coeficiente ai de la Tabla N°1.1

Tabla N° 1.1 coeficiente ai para contraste Shapiro Wilks

Coefficientes  $a_{in}$  para el contraste de Shapiro-Wilks

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	0.7071										
3	0.7071	0.0000									
4	0.6872	0.1677									
5	0.6646	0.2413	0.0000								
6	0.6431	0.2806	0.0875								
7	0.6233	0.3031	0.1401	0.0000							
8	0.6032	0.3164	0.1743	0.0561							
9	0.5888	0.3244	0.1976	0.0947	0.0000						
10	0.5739	0.3291	0.2141	0.1224	0.0399						
11	0.5601	0.3318	0.2260	0.1429	0.0695	0.0000					
12	0.5475	0.3326	0.2347	0.1586	0.0922	0.0303					
13	0.5359	0.3325	0.2412	0.1707	0.1099	0.0539	0.0000				
14	0.5251	0.3318	0.2495	0.1802	0.1240	0.0727	0.0240				
15	0.5150	0.3306	0.2495	0.1878	0.1353	0.0880	0.0433	0.0000			

#### Niveles de significación para el contraste de Shapiro-Wilks.

nivel de significancia  $\alpha = 0.05$   
correlacion minimima=0.818 de la Tabla N° 1.2

Tabla N° 1.2 Niveles de significancia Shapiro-Wilks

#### Niveles de significación para el contraste de Shapiro-Wilks.

n	0.01	0.02	0.05	0.1	0.5	0.9	0.95	0.98	0.99
3	0.753	0.756	0.767	0.789	0.959	0.998	0.999	1.000	1.000
4	0.687	0.707	0.748	0.792	0.935	0.987	0.992	0.996	0.997
5	0.686	0.715	0.762	0.806	0.927	0.979	0.986	0.991	0.993
6	0.713	0.743	0.788	0.826	0.927	0.974	0.981	0.986	0.989
7	0.730	0.760	0.803	0.838	0.928	0.972	0.979	0.985	0.988
8	0.749	0.778	0.818	0.851	0.932	0.972	0.978	0.984	0.987
9	0.764	0.791	0.829	0.859	0.935	0.972	0.978	0.984	0.986
10	0.781	0.806	0.842	0.869	0.938	0.972	0.978	0.983	0.986
11	0.792	0.817	0.850	0.876	0.940	0.973	0.979	0.984	0.986
12	0.805	0.828	0.859	0.883	0.943	0.973	0.979	0.984	0.986
13	0.814	0.837	0.866	0.889	0.945	0.974	0.979	0.984	0.986
14	0.825	0.846	0.874	0.895	0.947	0.975	0.980	0.984	0.986
15	0.835	0.855	0.881	0.901	0.950	0.975	0.980	0.984	0.987

#### Resultados de la Prueba de normalidad

Tabla N° 2 Pruebas de normalidad

x =	397.21
S(Xi-MED)2 =	33551.98
ai *dif	-179.177126

SWc	0.956856936
SWt	0.818
SWc > SWt	
p-value =	0.7

p-value >	$\alpha = 0.05$
-----------	-----------------

#### Conclusion

Los valores de resistencia a la compresión proviene de una distribucion normal

## ANEXO K: VALIDACION DE HIPOTESIS

### VALIDACION DE HIPOTESIS CON DISTRIBUCION "t de Student"

#### Formulación de hipótesis:

$H_0: \mu = 4 \text{ pulgadas}$  "La utilización de porcentaje de sacarosa blanca en el concreto, **no determina** la variación de consistencia en un rango de tiempo en la trabajabilidad del concreto bombeado".

$H_1: \mu > 4 \text{ pulgadas}$  "La utilización de porcentaje de sacarosa blanca en el concreto, **determina** la variación de consistencia en un rango de tiempo en la trabajabilidad del concreto bombeado "

Donde:

$H_0$ : Hipótesis Nula

$H_1$ : Hipótesis Alterna

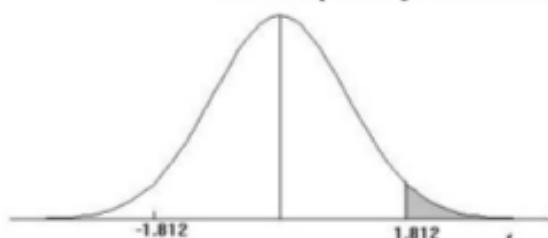
Diseño de Mezcla	% de aditivo	% de sacarosa	Consistencia	
			asentamiento pulg.	
$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	0%	0.00%	4.00	
		0.01%	7.25	
		0.07%	6.75	
		0.14%	7.50	
		0.20%	9.00	
		0.25%	8.75	
		0.28%	8.00	
		0.34%	9.75	
		0.40%	8.00	

Estadistica Descriptiva consistencia				
N=	8			
Media ( $\mu$ )	8.125			
Desv.Stan()=	0.991			
Varian( $\sigma$ )=	0.859			

**UBICACIÓN DE "t"**

**TABLA 2: DISTRIBUCIÓN t DE STUDENT**

**Puntos de porcentaje de la distribución t**



Ejemplo

Para  $\phi = 10$  grados de libertad:

$$P\{t > 1.812\} = 0.05$$

$$P\{t < -1.812\} = 0.05$$

De acuerdo al nivel de significancia ubicar "t" en la tabla según:

$$\alpha = 0.05$$

Grados de libertad:

$$p = N - 1$$

$$p = 7$$

Por lo tanto de acuerdo a la tabla:

$$Tc = 1.894579$$

df/p	0,40	0,25	0,10	0,05	0,025	0,01	0,005	0,0005
1	0,324920	1,000000	3,077684	6,313752	12,70620	31,82052	63,65674	636,6192
2	0,288675	0,816497	1,885618	2,919986	4,30265	6,96456	9,92484	31,5991
3	0,276671	0,764892	1,637744	2,353363	3,18245	4,54070	5,84091	12,9240
4	0,270722	0,740697	1,533206	2,131847	2,77645	3,74695	4,60409	8,6103
5	0,267181	0,726687	1,475884	2,015048	2,57058	3,36493	4,03214	6,8688
6	0,264835	0,717558	1,439756	1,943180	2,44691	3,14267	3,70743	5,9588
7	0,263167	0,711142	1,414924	1,894579	2,36462	2,99795	3,49948	5,4079
8	0,261921	0,706387	1,396815	1,859548	2,30600	2,89646	3,35539	5,0413
9	0,260955	0,702722	1,383029	1,833113	2,26216	2,82144	3,24984	4,7809
10	0,260185	0,699812	1,372184	1,812461	2,22814	2,76377	3,16927	4,5869
11	0,259556	0,697445	1,363430	1,795885	2,20099	2,71808	3,10581	4,4370
12	0,259033	0,695483	1,356217	1,782288	2,17881	2,68100	3,05454	4,3178
13	0,258591	0,693829	1,350171	1,770933	2,16037	2,65031	3,01228	4,2208
14	0,258213	0,692417	1,345030	1,761310	2,14479	2,62449	2,97684	4,1405
15	0,257885	0,691197	1,340606	1,753050	2,13145	2,60248	2,94671	4,0728
16	0,257599	0,690132	1,336757	1,745884	2,11991	2,58349	2,92078	4,0150
17	0,257347	0,689195	1,333379	1,739607	2,10982	2,56693	2,89823	3,9651
18	0,257123	0,688364	1,330391	1,734064	2,10092	2,55238	2,87844	3,9216
19	0,256923	0,687621	1,327728	1,729133	2,09302	2,53948	2,86093	3,8834
20	0,256743	0,686954	1,325341	1,724718	2,08596	2,52798	2,84534	3,8495
21	0,256580	0,686352	1,323188	1,720743	2,07961	2,51765	2,83136	3,8193
22	0,256432	0,685805	1,321237	1,717144	2,07387	2,50832	2,81876	3,7921
23	0,256297	0,685306	1,319460	1,713872	2,06866	2,49987	2,80734	3,7676
24	0,256173	0,684850	1,317836	1,710882	2,06390	2,49216	2,79694	3,7454
25	0,256060	0,684430	1,316345	1,708141	2,05954	2,48511	2,78744	3,7251
26	0,255955	0,684043	1,314972	1,705618	2,05553	2,47863	2,77871	3,7066
27	0,255858	0,683685	1,313703	1,703288	2,05183	2,47266	2,77068	3,6896
28	0,255768	0,683353	1,312527	1,701131	2,04841	2,46714	2,76326	3,6739
29	0,255684	0,683044	1,311434	1,699127	2,04523	2,46202	2,75639	3,6594
30	0,255605	0,682756	1,310415	1,697261	2,04227	2,45726	2,75000	3,6460

## VALIDACION DE HIPOTESIS CON DISTRIBUCION "t de Student"

**Estadistico de prueba:**

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{N}}}$$

$\bar{x}$ : Media aritmética de los datos evaluados

$\mu$ : Valor numerico de la muestra patrón a comparar

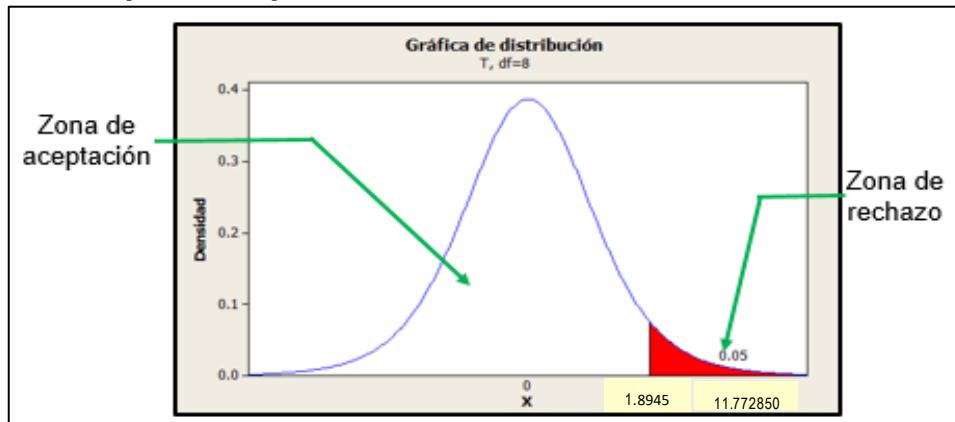
$\sigma$ : Desviacion estandar de los datos evaluados

<b>Estadistico de Prueba</b>		
<b>consistencia</b>		
<b>t= 11.77285</b>		

p-valor = 0.0000036

$\alpha = 0.05$

**Esquema de prueba**



**Decisión y Conclusión**

De acuerdo al estadistico calculado  $t=11.77$  se encuentra en la region de rechazo por tanto se rechaza la hipotesis nula; se acepta la hipotesis alterna la cual es:

**“La utilización de porcentaje de sacarosa blanca en el concreto, determina la variación de consistencia en un rango de tiempo en la trabajabilidad del concreto bombeado.”**

## VALIDACION DE HIPOTESIS CON DISTRIBUCION "t de Student"

### Formulación de hipótesis:

$H_0: \mu = 4$  pulgadas “La utilización de porcentaje de sacarosa blanca en el concreto, **no determina** la variación de consistencia en un rango de tiempo en la trabajabilidad del concreto bombeable”.

$H_1: \mu > 4$  pulgadas “La utilización de porcentaje de sacarosa blanca en el concreto, **determina** la variación de consistencia en un rango de tiempo en la trabajabilidad del concreto bombeable ”

Donde:

$H_0$ : Hipotesis Nula

$H_1$ : Hipotesis Alterna

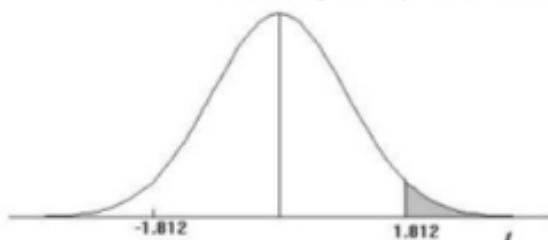
Diseño de Mezcla	% de aditivo	Tiempo min	Consistencia		
$f'_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	sacarosa 0.20%	0%	10.00	4.00	
			10.00	9.00	
			20.00	8.75	
			30.00	8.50	
			40.00	7.00	
			50.00	6.00	
			60.00	5.25	
			70.00	4.00	
			80.00	2.75	
			90.00	2.25	

Estadística Descriptiva consistencia				
N=	8			
Media ( $\mu$ )	6.406			
Desv.Stan()=	2.318			
Varian( $\sigma$ )=	4.702			

UBICACIÓN DE "t"
------------------

<b>TABLA 2: DISTRIBUCIÓN t DE STUDENT</b>
---

Puntos de porcentaje de la distribución t



Ejemplo

Para  $\phi = 10$  grados de libertad:

$$P\{t > 1.812\} = 0.05$$

$$P\{t < -1.812\} = 0.05$$

De acuerdo al nivel de significancia ubicar "t" en la tabla según:

$$\alpha = 0.05$$

Grados de libertad:

$$p = N - 1$$

$$p = 7$$

Por lo tanto de acuerdo a la tabla:

$$Tc = 1.894579 \downarrow$$

df/p	0,40	0,25	0,10	0,05	0,025	0,01	0,005	0,0005
1	0,324920	1,000000	3,077684	6,313752	12,70620	31,82052	63,65674	636,6192
2	0,288675	0,816497	1,883618	2,919986	4,30265	6,96456	9,92484	31,5991
3	0,276671	0,764892	1,637744	2,353363	3,18245	4,54070	5,84091	12,9240
4	0,270722	0,740697	1,533206	2,131847	2,77645	3,74695	4,60409	8,6103
5	0,267181	0,726687	1,475884	2,015048	2,57058	3,36493	4,03214	6,8688
6	0,264835	0,717558	1,439756	1,943180	2,44691	3,14267	3,70743	5,9588
7	0,263167	0,711142	1,414924	1,894579	2,36462	2,99795	3,49948	5,4079
8	0,261921	0,706387	1,396815	1,859548	2,30600	2,89646	3,35539	5,0413
9	0,260955	0,702722	1,383029	1,833113	2,26216	2,82144	3,24984	4,7809
10	0,260185	0,699812	1,372184	1,812461	2,22814	2,76377	3,16927	4,3869
11	0,259556	0,697445	1,363430	1,795885	2,20099	2,71808	3,10581	4,4370
12	0,259033	0,695483	1,356217	1,782288	2,17881	2,68100	3,05454	4,3178
13	0,258591	0,693829	1,350171	1,770933	2,16037	2,65031	3,01228	4,2208
14	0,258213	0,692417	1,345030	1,761310	2,14479	2,62449	2,97684	4,1405
15	0,257885	0,691197	1,340606	1,753050	2,13145	2,60248	2,94671	4,0728
16	0,257599	0,690132	1,336757	1,745884	2,11991	2,58349	2,92078	4,0150
17	0,257347	0,689195	1,333379	1,739607	2,10982	2,56693	2,89823	3,9651
18	0,257123	0,688364	1,330391	1,734064	2,10092	2,55238	2,87844	3,9216
19	0,256923	0,687621	1,327728	1,729133	2,09302	2,53948	2,86093	3,8834
20	0,256743	0,686954	1,325341	1,724718	2,08596	2,52798	2,84534	3,8495
21	0,256580	0,686352	1,323188	1,720743	2,07961	2,51765	2,83136	3,8193
22	0,256432	0,685805	1,321237	1,717144	2,07387	2,50832	2,81876	3,7921
23	0,256297	0,685306	1,319460	1,713872	2,06866	2,49987	2,80734	3,7676
24	0,256173	0,684850	1,317836	1,710882	2,06390	2,49216	2,79694	3,7454
25	0,256060	0,684430	1,316345	1,708141	2,05954	2,48511	2,78744	3,7251
26	0,255955	0,684043	1,314972	1,705618	2,05553	2,47863	2,77871	3,7066
27	0,255858	0,683685	1,313703	1,703288	2,05183	2,47266	2,77068	3,6896
28	0,255768	0,683353	1,312527	1,701131	2,04841	2,46714	2,76326	3,6739
29	0,255684	0,683044	1,311434	1,699127	2,04523	2,46202	2,75639	3,6594
30	0,255605	0,682756	1,310415	1,697261	2,04227	2,45726	2,75000	3,6460

## VALIDACION DE HIPOTESIS CON DISTRIBUCION "t de Student"

**Estadistico de prueba:**

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{N}}}$$

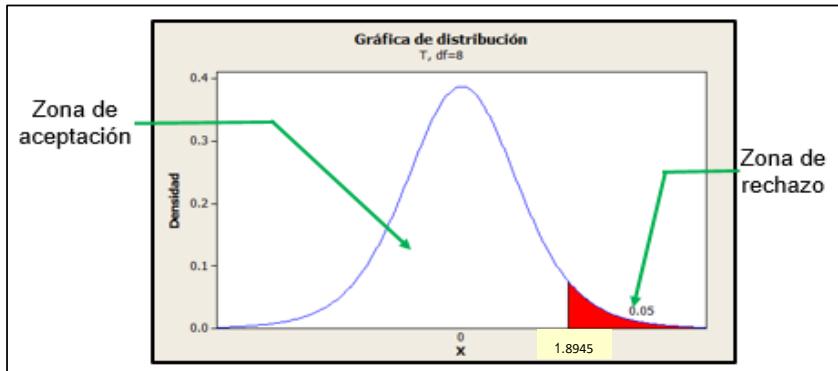
$\bar{x}$ : Media aritmética de los datos evaluados

$\mu$ : Valor numerico de la muestra patrón a comparar

$\sigma$ : Desviacion estandar de los datos evaluados

<b>Estadistico de Prueba consistencia</b>		
<b>t=</b> 2.935902	✓	✓

**Esquema de prueba**



**Decisión y Conclusión**

De acuerdo al estadistico calculado  $t=2.935902$  se encuentra en la region de rechazo por tanto se rechaza la hipotesis nula; se acepta la hipotesis alterna la cual es:

**“La utilización de porcentaje de sacarosa blanca en el concreto, determina la variación de consistencia en un rango de tiempo en la trabajabilidad del concreto bombeado.”**

## VALIDACION DE HIPOTESIS CON DISTRIBUCION "t de Student"

**Formulación de hipótesis:**

$H_0: \mu = 4$  pulgadas “La utilización de porcentaje de sacarosa blanca en el concreto, **no determina** la variación de consistencia en un rango de tiempo en la trabajabilidad del concreto bombeado”.

$H_1: \mu > 4$  pulgadas “La utilización de porcentaje de sacarosa blanca en el concreto, **determina** la variación de consistencia en un rango de tiempo en la trabajabilidad del concreto bombeado”

Donde:

$H_0$ : Hipótesis Nula

$H_1$ : Hipótesis Alterna

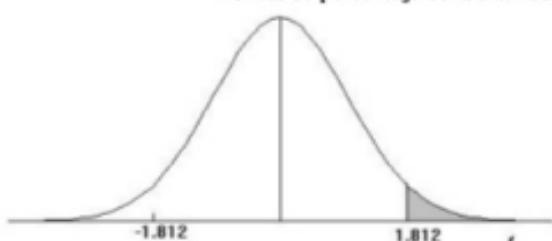
Diseño de Mezcla	% de aditivo	Tiempo min	Consistencia		
			asentamiento pulg.		
$f'_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	sacarosa 0.25%	0%	10.00	4.00	
			10.00	8.75	
			20.00	8.50	
			30.00	7.50	
			40.00	6.50	
			50.00	5.00	
			60.00	4.25	
			70.00	4.00	
			80.00	3.25	
			90.00	2.75	

Estadística Descriptiva consistencia				
N=	8			
Media ( $\mu$ )	5.969			
Desv.Stan()=	2.136			
Varian( $\sigma$ )=	3.991			

**UBICACIÓN DE "t"**

**TABLA 2: DISTRIBUCIÓN t DE STUDENT**

**Puntos de porcentaje de la distribución t**



**Ejemplo**

Para  $\phi = 10$  grados de libertad:

$$P\{t > 1.812\} = 0.05$$

$$P\{t < -1.812\} = 0.05$$

De acuerdo al nivel de significancia ubicar "t" en la tabla según:

$$\alpha = 0.05$$

Grados de libertad:

$$p = N - 1$$

$$p = 7$$

Por lo tanto de acuerdo a la tabla:

$$Tc = 1.894579$$

df/p	0,40	0,25	0,10	0,05	0,025	0,01	0,005	0,0005
1	0,324920	1,000000	3,077684	6,313752	12,70620	31,82052	63,65674	636,6192
2	0,288675	0,816497	1,885618	2,919986	4,30265	6,96456	9,92484	31,5991
3	0,276671	0,764892	1,637744	2,353363	3,18245	4,54070	5,84091	12,9240
4	0,270722	0,740697	1,533206	2,131847	2,77645	3,74695	4,60409	8,6103
5	0,267181	0,726687	1,475884	2,015048	2,57058	3,36493	4,03214	6,8688
6	0,264835	0,717558	1,439756	1,943180	2,44691	3,14267	3,70743	5,9588
7	0,263167	0,711142	1,414924	1,894579	2,36462	2,99795	3,49948	5,4079
8	0,261921	0,706387	1,396815	1,859548	2,30600	2,89646	3,35539	5,0413
9	0,260955	0,702722	1,383029	1,833113	2,26216	2,82144	3,24984	4,7809
10	0,260185	0,699812	1,372184	1,812461	2,22814	2,76377	3,16927	4,5869
11	0,259556	0,697445	1,363430	1,795885	2,20099	2,71808	3,10581	4,4370
12	0,259033	0,695483	1,356217	1,782288	2,17881	2,68100	3,05454	4,3178
13	0,258591	0,693829	1,350171	1,770933	2,16037	2,65031	3,01228	4,2208
14	0,258213	0,692417	1,345030	1,761310	2,14479	2,62449	2,97684	4,1405
15	0,257885	0,691197	1,340606	1,753050	2,13145	2,60248	2,94671	4,0728
16	0,257599	0,690132	1,336757	1,745884	2,11991	2,58349	2,92078	4,0150
17	0,257347	0,689195	1,333379	1,739607	2,10982	2,56693	2,89823	3,9651
18	0,257123	0,688364	1,330391	1,734064	2,10092	2,55238	2,87844	3,9216
19	0,256923	0,687621	1,327728	1,729133	2,09302	2,53948	2,86093	3,8834
20	0,256743	0,686954	1,325341	1,724718	2,08596	2,52798	2,84534	3,8495
21	0,256580	0,686352	1,323188	1,720743	2,07961	2,51765	2,83136	3,8193
22	0,256432	0,685805	1,321237	1,717144	2,07387	2,50832	2,81876	3,7921
23	0,256297	0,685306	1,319460	1,713872	2,06866	2,49987	2,80734	3,7676
24	0,256173	0,684850	1,317836	1,710882	2,06390	2,49216	2,79694	3,7454
25	0,256060	0,684430	1,316345	1,708141	2,05954	2,48511	2,78744	3,7251
26	0,255955	0,684043	1,314972	1,705618	2,05553	2,47863	2,77871	3,7066
27	0,255858	0,683685	1,313703	1,703288	2,05183	2,47266	2,77068	3,6896
28	0,255768	0,683353	1,312527	1,701131	2,04841	2,46714	2,76326	3,6739
29	0,255684	0,683044	1,311434	1,699127	2,04523	2,46202	2,75639	3,6594
30	0,255605	0,682756	1,310415	1,697261	2,04227	2,45726	2,75000	3,6460

## VALIDACION DE HIPOTESIS CON DISTRIBUCION "t de Student"

**Estadistico de prueba:**

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{N}}}$$

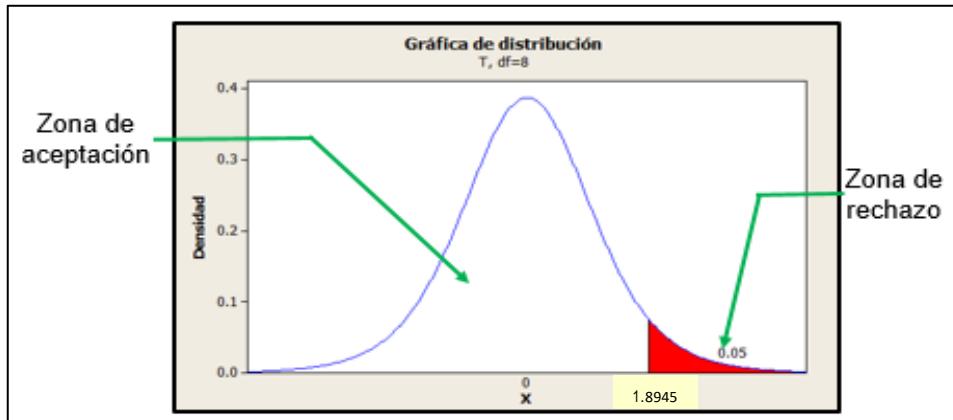
$\bar{x}$ : Media aritmética de los datos evaluados

$\mu$ : Valor numerico de la muestra patrón a comparar

$\sigma$ : Desviacion estandar de los datos evaluados

<b>Estadistico de Prueba consistencia</b>		
<b>t= 2.607277</b>		

**Esquema de prueba**



**Decisión y Conclusión**

De acuerdo al estadistico calculado  $t=2.607277$  se encuentra en la region de rechazo por o tanto se rechaza la hipotesis nula; se acepta la hipotesis alterna la cual es:

**“La utilización de porcentaje de sacarosa blanca en el concreto , determina la variación de consistencia en un rango de tiempo en la trabajabilidad del concreto bombeado.”**

## VALIDACION DE HIPOTESIS CON DISTRIBUCION "t de Student"

**Formulación de hipótesis:**

**$H_0: \mu = 85.00 \text{ minutos y } 240.00 \text{ minutos}$**  “La utilización de porcentaje de sacarosa blanca en el concreto, **no determina** la variación en el tiempo de fraguado inicial y final en la trabajabilidad del concreto bombeado”

**$H_1: \mu > 85.00 \text{ minutos y } 240.00 \text{ minutos}$**  “La utilización de porcentaje de sacarosa blanca en el concreto, **determina** la variación en el tiempo de fraguado inicial y final en la trabajabilidad del concreto bombeado”

*Donde:*

*$H_0: \text{Hipótesis Nula}$*

*$H_1: \text{Hipótesis Alterna}$*

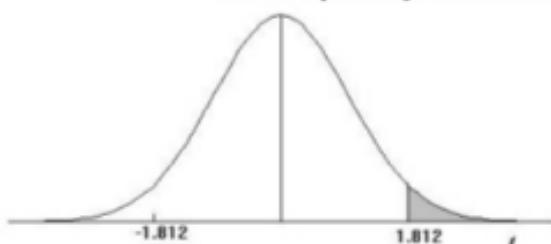
Diseño de Mezcla	% de aditivo	% de sacarosa	Tiempo de fraguado inicial	Tiempo de fraguado final	
			Tiempo min	Tiempo min	
$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	sacarosa	0%	85.00	240.00	
		0.01%	132.00	295.00	
		0.07%	165.00	355.00	
		0.14%	192.00	405.00	
		0.20%	215.00	474.00	
		0.25%	125.00	402.00	
		0.28%	102.00	516.00	
		0.34%	98.00	600.00	
		0.40%	71.00	604.00	

<i>Estadística Descriptiva tiempo fraguado inicial</i>		<i>Estadística Descriptiva tiempo fraguado final</i>			
N=	8	N=	8		
Media ( $\mu$ )	137.500	Media ( $\mu$ )	456.375		
Desv.Stan()=	49.515	Desv.Stan()=	112.251		
Varian( $\sigma$ )=	2145.250	Varian( $\sigma$ )=	11025.234		

## UBICACIÓN DE "t"

TABLA 2: DISTRIBUCIÓN t DE STUDENT

Puntos de porcentaje de la distribución t



Ejemplo

Para  $\phi = 10$  grados de libertad:

$$P\{t > 1.812\} = 0.05 \\ P\{t < -1.812\} = 0.05$$

df/p	0,40	0,25	0,10	0,05	0,025	0,01	0,005	0,0005
1	0,324920	1,000000	3,077684	6,313752	12,70620	31,82052	63,65674	636,6192
2	0,288675	0,816497	1,885618	2,919986	4,30265	6,96456	9,92484	31,5991
3	0,276671	0,764892	1,637744	2,353363	3,18245	4,54070	5,84091	12,9240
4	0,270722	0,740697	1,533206	2,131847	2,77645	3,74695	4,60409	8,6103
5	0,267181	0,726687	1,475884	2,015048	2,57058	3,36493	4,03214	6,8688
6	0,264835	0,717558	1,439756	1,943180	2,44691	3,14267	3,70743	5,9588
7	0,263167	0,711142	1,414924	1,894579	2,36462	2,99795	3,49948	5,4079
8	0,261921	0,706387	1,396815	1,859548	2,30600	2,89646	3,35539	5,0413
9	0,260955	0,702722	1,383029	1,833113	2,26216	2,82144	3,24984	4,7809
10	0,260185	0,699812	1,372184	1,812461	2,22814	2,76377	3,16927	4,5869
11	0,259556	0,697445	1,363430	1,795885	2,20099	2,71808	3,10581	4,4370
12	0,259033	0,695483	1,356217	1,782288	2,17881	2,68100	3,05454	4,3178
13	0,258591	0,693829	1,350171	1,770933	2,16037	2,65031	3,01228	4,2208
14	0,258213	0,692417	1,345030	1,761310	2,14479	2,62449	2,97684	4,1405
15	0,257885	0,691197	1,340606	1,753050	2,13145	2,60248	2,94671	4,0728
16	0,257599	0,690132	1,336757	1,745884	2,11991	2,58349	2,92078	4,0150
17	0,257347	0,689195	1,333379	1,739607	2,10982	2,56693	2,89823	3,9651
18	0,257123	0,688364	1,330391	1,734064	2,10092	2,55238	2,87844	3,9216
19	0,256923	0,687621	1,327728	1,729133	2,09302	2,53948	2,86093	3,8834
20	0,256743	0,686954	1,325341	1,724718	2,08596	2,52798	2,84534	3,8495
21	0,256580	0,686352	1,323188	1,720743	2,07961	2,51765	2,83136	3,8193
22	0,256432	0,685805	1,321237	1,717144	2,07387	2,50832	2,81876	3,7921
23	0,256297	0,685306	1,319460	1,713872	2,06866	2,49987	2,80734	3,7676
24	0,256173	0,684850	1,317836	1,710882	2,06390	2,49216	2,79694	3,7454
25	0,256060	0,684430	1,316345	1,708141	2,05954	2,48511	2,78744	3,7251
26	0,255955	0,684043	1,314972	1,705618	2,05553	2,47863	2,77871	3,7066
27	0,255858	0,683685	1,313703	1,703288	2,05183	2,47266	2,77068	3,6896
28	0,255768	0,683353	1,312527	1,701131	2,04841	2,46714	2,76326	3,6739
29	0,255684	0,683044	1,311434	1,699127	2,04523	2,46202	2,75639	3,6594
30	0,255605	0,682756	1,310415	1,697261	2,04227	2,45726	2,75000	3,6460

De acuerdo al nivel de significancia  
ubicar "t" en la tabla según:

$$\alpha = 0,05$$

Grados de libertad:

$$p = N - 1$$

$$p = 7$$

Por lo tanto de acuerdo a la tabla:

$$Tc = 1,894579 \downarrow$$

## VALIDACION DE HIPOTESIS CON DISTRIBUCION "t de Student"

**Estadistico de prueba:**

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{N}}}$$

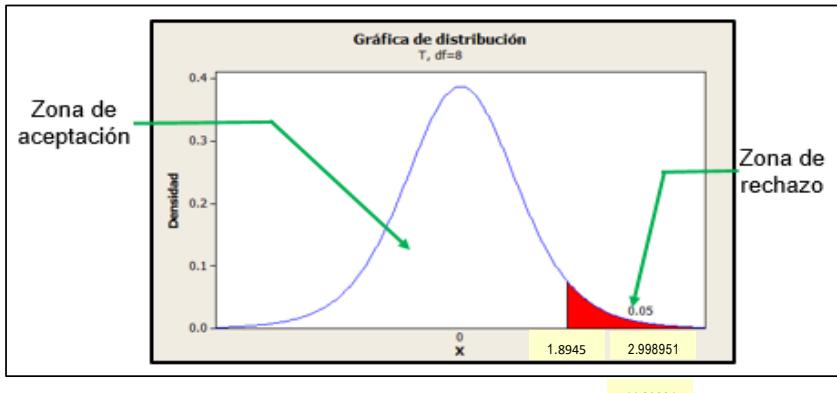
$\bar{x}$ : Media aritmética de los datos evaluados

$\mu$ : Valor numerico de la muestra patrón a comparar

$\sigma$ : Desviacion estandar de los datos evaluados

Estadistico de Prueba Tiempo de fragua inicial	Estadistico de Prueba Tiempo de fragua final	
$t= 2.998951$	$t= 11.29031$	

**Esquema de prueba**



**Decisión y Conclusión**

De acuerdo al estadistico calculado  $t=2.998951$ ,  $t=11.29031$  se encuentra en la region de rechazo por lo tanto se rechaza la hipotesis nula; se acepta la hipotesis alterna la cual es:  
**“La utilización de porcentaje de sacarosa blanca en el concreto, determina la variación en el tiempo de fraguado inicial y final en la trabajabilidad del concreto bombeado”.**

### VALIDACION DE HIPOTESIS CON DISTRIBUCION "t de Student"

**Formulación de hipótesis:**

$H_0: \mu = 253.91 \text{ kg/cm}^2$  "La utilización de porcentaje de sacarosa blanca en el concreto , **no determina** la variación de resistencia a la compresión en la trabajabilidad del concreto bombeado"

$H_1: \mu > 253.91 \text{ kg/cm}^2$  "La utilización de porcentaje de sacarosa blanca en el concreto, **determina** la variación de resistencia a la compresión en la trabajabilidad del concreto bombeado"

*Donde:*

$H_0: \text{Hipótesis Nula}$

$H_1: \text{Hipótesis Alterna}$

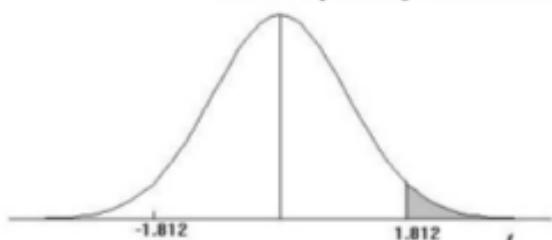
Diseño de Mezcla	% de aditivo	% de sacarosa	Resistencia a la compresión	
			Resistencia kg/cm <sup>2</sup>	
$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	sacarosa	0%	253.91	
		0.01%	309.67	
		0.07%	393.33	
		0.14%	462.33	
		0.20%	520.84	
		0.25%	411.33	
		0.28%	392.67	
		0.34%	358.21	
		0.40%	329.33	

Estadística Descriptiva Resistencia a la compresión				
N=	8			
Media ( $\mu$ )	397.214			
Desv.Stan()=	69.233			
Varian( $\sigma$ )=	4193.997			

**UBICACIÓN DE "t"**

**TABLA 2: DISTRIBUCIÓN t DE STUDENT**

**Puntos de porcentaje de la distribución t**



**Ejemplo**

Para  $\phi = 10$  grados de libertad:

$$\begin{aligned} P\{|t| > 1.812\} &= 0.05 \\ P\{|t| < -1.812\} &= 0.05 \end{aligned}$$

De acuerdo al nivel de significancia ubicar "t" en la tabla según:

$$\alpha = 0.05$$

Grados de libertad:

$$p = N - 1$$

$$p = 7$$

Por lo tanto de acuerdo a la tabla:

$$Tc = 1.894579$$

df/p	0,40	0,25	0,10	0,05	0,025	0,01	0,005	0,0005
1	0,324920	1,000000	3,077684	6,313752	12,70620	31,82052	63,65674	636,6192
2	0,288675	0,816497	1,885618	2,919986	4,30265	6,96456	9,92484	31,5991
3	0,276671	0,764892	1,637744	2,353363	3,18245	4,54070	5,84091	12,9240
4	0,270722	0,740697	1,533206	2,131847	2,77645	3,74695	4,60409	8,6103
5	0,267181	0,726687	1,475884	2,015048	2,57058	3,36493	4,03214	6,8688
6	0,264835	0,717558	1,439756	1,943180	2,44691	3,14267	3,70743	5,9588
7	0,263167	0,711142	1,414924	1,894579	2,36462	2,99795	3,49948	5,4079
8	0,261921	0,706387	1,396815	1,859548	2,30600	2,89646	3,35539	5,0413
9	0,260955	0,702722	1,383029	1,833113	2,26216	2,82144	3,24984	4,7809
10	0,260185	0,699812	1,372184	1,812461	2,22814	2,76377	3,16927	4,5869
11	0,259556	0,697445	1,363430	1,795885	2,20099	2,71808	3,10581	4,4370
12	0,259033	0,695483	1,356217	1,782288	2,17881	2,68100	3,05454	4,3178
13	0,258591	0,693829	1,350171	1,770933	2,16037	2,65031	3,01228	4,2208
14	0,258213	0,692417	1,345030	1,761310	2,14479	2,62449	2,97684	4,1405
15	0,257885	0,691197	1,340606	1,753050	2,13145	2,60248	2,94671	4,0728
16	0,257599	0,690132	1,336757	1,745884	2,11991	2,58349	2,92078	4,0150
17	0,257347	0,689195	1,333379	1,739607	2,10982	2,56693	2,89823	3,9651
18	0,257123	0,688364	1,330391	1,734064	2,10092	2,55238	2,87844	3,9216
19	0,256923	0,687621	1,327728	1,729133	2,09302	2,53948	2,86093	3,8834
20	0,256743	0,686954	1,325341	1,724718	2,08596	2,52798	2,84534	3,8495
21	0,256580	0,686352	1,323188	1,720743	2,07961	2,51765	2,83136	3,8193
22	0,256432	0,685805	1,321237	1,717144	2,07387	2,50832	2,81876	3,7921
23	0,256297	0,685306	1,319460	1,713872	2,06866	2,49987	2,80734	3,7676
24	0,256173	0,684850	1,317836	1,710882	2,06390	2,49216	2,79694	3,7454
25	0,256060	0,684430	1,316345	1,708141	2,05954	2,48511	2,78744	3,7251
26	0,255955	0,684043	1,314972	1,705618	2,05553	2,47863	2,77871	3,7066
27	0,255858	0,683685	1,313703	1,703288	2,05183	2,47266	2,77068	3,6896
28	0,255768	0,683353	1,312527	1,701131	2,04841	2,46714	2,76326	3,6739
29	0,255684	0,683044	1,311434	1,699127	2,04523	2,46202	2,75639	3,6594
30	0,255605	0,682756	1,310415	1,697261	2,04227	2,45726	2,75000	3,6460

## VALIDACION DE HIPOTESIS CON DISTRIBUCION "t de Student"

**Estadistico de prueba:**

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{N}}}$$

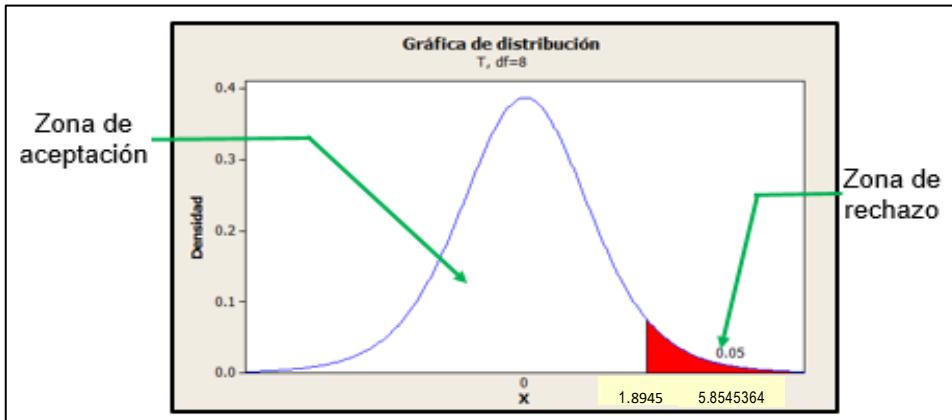
$\bar{x}$ : Media aritmética de los datos evaluados

$\mu$ : Valor numerico de la muestra patrón a comparar

$\sigma$ : Desviacion estandar de los datos evaluados

<b>Estadistico de Prueba</b>		
<b>Resistencia Compresión</b>		
<b><math>t= 5.854536</math></b>		

**Esquema de prueba**



**Decisión y Conclusión**

De acuerdo al estadistico calculado  $t=5.8545$  se encuentra en la region de rechazo por o tanto se rechaza la hipotesis nula; se acepta la hipotesis alterna la cual es:

**“La utilización de porcentaje de sacarosa blanca en el concreto, determina la variación de resistencia a la compresión en la trabajabilidad del concreto bombeado.”**

## ANEXO L: FICHA TECNICA DEL AZUCAR

Fuente: Cartavio



### FICHA TECNICA

#### AZUCAR BLANCA CARTAVIO



Azúcar blanca elaborado con 100% jugo de caña de azúcar de los campos norteños del Perú. Azúcar blanca embolsada Cartavio, calidad garantizada libre de contaminación y con el peso comprobado.

Presentación:

Bolsa de 5 kg, 2 kg, 1 kg, 500 g y 250 g.

INGREDIENTES PRINCIPALES	Caña	
INGREDIENTES SECUNDARIOS	No aplica	
CARACTERISTICAS FISICAS DE LA MATERIA PRIMA Y/O INSUMO	Apariencia	Granulada
	Color	Blanco
	Olor	Incolora
	Sabor	Dulce
	Ph	No
	Textura	Dura granulada
ESTADO DE LA MATERIA PRIMA Y/O INSUMO	Líquido	
	Sólido	Granulada
	Gaseoso	
EMPAQUES Y PRESENTACIONES	Bolsa de polietileno	
CANTIDAD	Bolsa de 5 kg, 2 kg, 1 kg, 500 g y 250 g.	
INSTRUCCIONES EN LA ETIQUETA	Consérvese en un lugar fresco y seco	
NUMERO DE REGISTRO SANITARIO (SI APlica)	No aplica	
VIDA UTIL ESPERADA	12	Meses
TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO	Ambiente	25-30°C
	Refrigeración	
	Congelación	
NORMATIVIDAD QUE RIGE LA MATERIA PRIMA Y/O INSUMO	NTC 611	
CONSIDERACIONES Y RECOMENDACIONES DE ALMACENAMIENTO	Conservar en un lugar fresco y evitar la humedad	



• Calle Ricardo Angulo Ramírez 873, Urbanización Corpac, San Isidro, Lima -Perú  
 Central 711-2300 - Fax 711-2310  
 • Av. Los Forestales Mz. F - Lt. 8 - Villa el Salvador Almacenes C2, C4 ,C6.

## ANEXO M: ANALISIS AGUA POTABLE

Fuente : Reporte de analisis de agua del bachiller Jhonatan Wilson Mayta Rojas



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ  
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO**



### REPORTE DE ANÁLISIS DE AGUA

SOLICITA: **JHONATHAN WILSON MAYTA ROJAS**  
**BACH. INGENIERÍA CIVIL SE LA U.N.C.P.**

MUESTRA: Red de agua potable del laboratorio de ensayo de materiales de SENCICO sede zona Huancayo	ANALISIS N° 205
DISTRITO : Chilca	FECHA DE MUESTREO : 23/12/2013
PROVINCIA : Huancayo	FECHA DE ANALISIS : 23/12/2013
REGION : Junín	MUESTREADOR: Jhonathan Mayta Rojas

#### ANÁLISIS FISICOQUÍMICO

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	RESULTADOS(mg/L)
Dureza Total	CaCO <sub>3</sub>	126,00
Dureza cárlica	CaCO <sub>3</sub>	110,00
Alcalinidad total	CaCO <sub>3</sub>	104,00
Cloruros	Cl <sup>-</sup>	39,00
Sulfatos	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	54,00
Potencial de Hidrógeno	pH	7,70
Calcio	Ca <sup>+2</sup>	44,00
Magnesio	Mg <sup>+2</sup>	3,90
Conductividad	µS/cm.	430,00
Sólidos totales	Unidades	272,00
Sólidos en suspensión	Unidades	92,00
Sólidos disueltos	Unidades	180,00
Turbidez	NTU	0,56



Msc. OLGA ANGULO GUTIÉRREZ  
JEFE DEL LAQ

## ANEXO N: FICHA TECNICA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I

Fuente: Unacem

### CEMENTO ANDINO PREMIUM



#### Ficha Técnica

### CEMENTO ANDINO PREMIUM

#### **Descripción:**

- Es un Cemento Pórtland Tipo I, obtenido de la molienda Clinker Tipo I y yeso.

#### **Beneficios:**

- Alta resistencia a mediano y largo plazo, alta durabilidad.
- Excelente trabajabilidad y acabado.
- Bajo contenido de álcalis. Buena resistencia a los agregados álcali reactivos.
- Moderada resistencia al salitre.

#### **Usos:**

- Estructuras sólidas de acabados perfectos.
- Construcciones en general de gran envergadura como, puentes, estructuras industriales y conjuntos habitacionales.

#### **Características Técnicas:**

- Cumple con la Norma Técnica Peruana NTP-334.009 y la Norma Técnica Americana ASTM C-150.

#### **Formato de Distribución:**

- **Bolsas de 42.5 Kg:** 04 pliegos (03 de papel + 01 film plástico).
- **Granel:** A despacharse en camiones bombonas y Big Bags.



### Recomendaciones

#### **Dosificación:**

- Se debe dosificar según la resistencia deseada.
- Respetar la relación agua/cemento (a/c) a fin de obtener un buen desarrollo de resistencias, trabajabilidad y performance del cemento.
- Realizar el curado con agua a fin de lograr un buen desarrollo de resistencia y acabado final.

#### **Manipulación:**

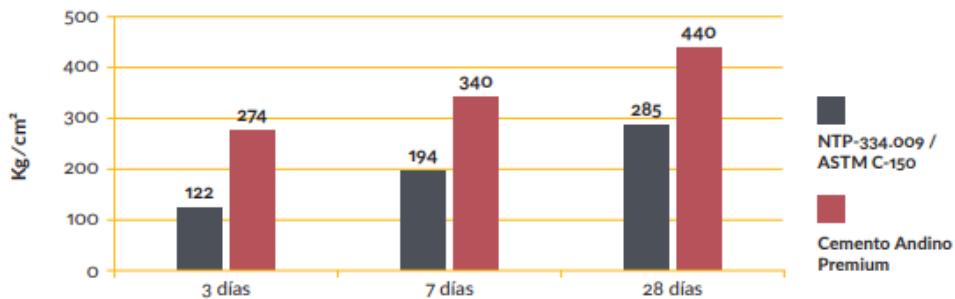
- Se debe manipular el cemento en ambientes ventilados.
- Se recomienda utilizar equipos de protección personal.
- Se debe evitar el contacto del cemento con la piel, los ojos y su inhalación.

#### **Almacenamiento:**

- Almacenar las bolsas bajo techo, separadas de paredes y pisos. Protegerlas de las corrientes de aire húmedo.
- No apilar más de 10 bolsas para evitar su compactación.
- En caso de un almacenamiento prolongado, se recomienda cubrir los sacos con un cobertor de polietileno y en dos pallet de altura.

## Requisitos mecánicos

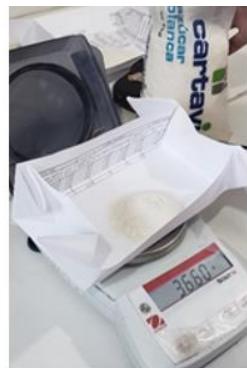
Comparación resistencias NTP-334.009 / ASTM C-150 vs. Cemento Andino Premium



## Propiedades físicas y químicas

Parámetro	Unidad	Cemento Andino Premium	Requisitos NTP-334.009 / ASTM C-150
Contenido de aire	%	5.08	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.01	Máximo 0.80
Superficie específica	m <sup>2</sup> /kg	361	Mínimo 260
Densidad	g/ml	3.15	No especifica
<b>Resistencia a la Compresión</b>			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm <sup>2</sup>	274	Mínimo 122
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm <sup>2</sup>	340	Mínimo 194
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm <sup>2</sup>	440	Mínimo 285*
<b>Tiempo de Fraguado</b>			
Fraguado Vicat inicial	min	116	Mínimo 45
Fraguado Vicat final	min	285	Máximo 375
<b>Composición Química</b>			
MgO	%	1.93	Máximo 6.0
SO <sub>3</sub>	%	2.68	Máximo 3.0
Pérdida al fuego	%	1.49	Máximo 3.0
Residuo insoluble	%	0.69	Máximo 1.5
<b>Fases Mineralógicas</b>			
C <sub>2</sub> S	%	15.53	No especifica
C <sub>3</sub> S	%	57.35	No especifica
C <sub>3</sub> A	%	7.50	No especifica
C <sub>4</sub> AF	%	10.61	No especifica
<b>Álcalis Equivalentes</b>			
Contenido de álcalis equivalentes	%	0.47	Requisito opcional, máximo 0.60
<b>Resistencia a los Sulfatos</b>			
Resistencia al ataque de sulfatos	%	0.083	0.10 % máx. a 180 días

\*Requisito opcional

**ANEXO N°: FOTOS**

SACAROSA



ASENTAMIENTO



TESTIGOS 4\*8

DESCARGA  
MIXER-BOMBABOMBA ESTACIONARIA  
TUBERIAS 5" CURVAS ABRAZADERABOMBEO DE CONCRETO+SACAROSA EN  
ELEMENTO VERTICAL-PROCESO CONSTRUCTIVO